

## Авторы:

**Бовькин В.Н.,  
Мокеев А.В.,  
Овчинникова А.С.,**

ООО «Инженерный центр  
«Энергосервис»,  
г. Архангельск, Россия.

## МЭК 61850: РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Аннотация: в статье рассмотрен пример применения МЭК 61850 для организации оперативных блокировок коммутационного оборудования с применением оборудования, предназначенного для организации систем сбора и передачи информации на подстанции.

Ключевые слова: многофункциональный измерительный преобразователь, оперативная блокировка, МЭК 61850, система сбора и передачи информации (ССПИ), GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event).



**Бовькин  
Владимир Николаевич**

Окончил Архангельский государственный технический университет в 2000 г. по специальности «Электро-снабжение промышленных предприятий», выпускник Президентской программы. В ООО «Инженерный центр «Энергосервис» работает с 1999 г., заместитель директора Энергетического департамента, начальник управления производства и сбыта микропроцессорных устройств.

Важным фактором при выборе интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) различного функционального назначения является необходимость поддержки современных протоколов обмена. Так, при строительстве новых или модернизации существующих подстанций в технических требованиях все чаще прописывается поддержка протоколов передачи данных согласно МЭК 61850.

Передовые технологии цифровой подстанции на базе стандартов МЭК 61850 активно поддерживаются производителями различных ИЭУ. Сдерживающими факторами для массового внедрения ИЭУ с поддержкой стандартов МЭК 61850 являются новизна технологии, и, самое главное, стоимость решений.

Специалистами Инженерного центра «Энергосервис» разработаны доступные по стоимости интеллектуальные устройства, позволяющие уже сейчас воспользоваться преимуществами, которые предоставляют стандарты цифровой подстанции, в том числе за счет информационного обмена между различными интеллектуальными устройствами.

Все серийно производимые ИЭУ компании, предназначенные для создания систем сбора и передачи информации, поддерживают МЭК 61850. Для независимости от сторонних разработок и для обеспечения высокого быстродействия специалистами компании в ходе многолетней работы был разработан собственный стек сетевых протоколов. Устройства функционируют на основе 32-разрядных сигнальных процессоров или микроконтроллеров, в них не применяются операционные системы и сторонние библиотеки.

Все это обеспечивает полный контроль над алгоритмами работы устройств и повышает их функциональность и надежность.

За последние годы специалистами Инженерного центра «Энергосервис» разработан ряд ИЭУ различного функционального назначения с поддержкой стандартов цифровой подстанции, в том числе многофункциональные измерительные преобразователи телемеханики ЭНИП-2, устройства дискретного ввода-вывода ЭНМВ-1, устройства сбора данных ЭНКС-3м, устройства синхронизированных векторных измерений ЭНИП-3, аналоговые устройства сопряжения с шиной процесса ENMU [1].

Среди перечисленных выше интеллектуальных устройств наиболее массово выпускаются многофункциональные измерительные преобразователи ЭНИП-2 и устройства дискретного ввода-вывода ЭНМВ-1. Эти устройства реализуют сервер MMS, публикатор и подписчик GOOSE-сообщений (Generic Object Oriented Substation Event).

В июле 2015 года устройства ЭНИП-2 прошли процедуру сертификации на соответствие стандарту МЭК 61850. Испытания на соответствие проводились международной организацией DNV GL (Лаборатория КЕМА) на базе НТЦ ФСК ЕЭС. Необходимо отметить, что ЭНИП-2 показал наибольшее число положительных результатов тестов (130) среди отечественных производителей и удостоен сертификата соответствия уровня А.

В августе текущего года был выпущен пакет обновлений для ЭНИП-2. Новая прошивка предусматривает дополнительные

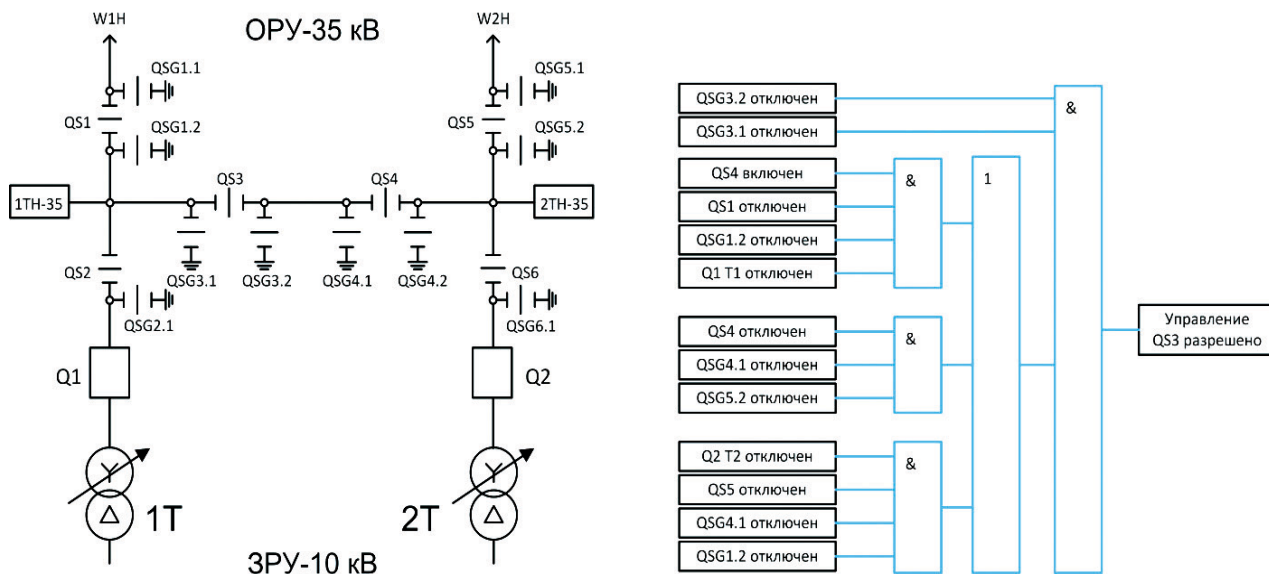


Рис. 1. Однолинейная схема. Алгоритм оперативной блокировки разъединителя QS3

параметры в настройках протоколов МЭК 60870-5-101/104, значительно расширяет функциональные возможности ЭНИП-2 по обработке дискретных сигналов, для программирования логики используется специальный графический редактор.

Основное применение ЭНИП-2 и ЭНМВ-1 находят в системах сбора и передачи технологической информации, в АСУ ТП подстанций и электростанций. Устройство ЭНКС-3м обеспечивает быстрый сбор, агрегацию и передачу на вышестоящие уровни диспетчерского управления информации, обработанной ЭНИП-2, ЭНМВ-1 и другими устройствами.

За счет применения в этих устройствах МЭК 61850 расширяется круг решаемых задач. Например, информационный обмен между ЭНИП-2, ЭНМВ-1 и другими устройствами с поддержкой МЭК 61850 (GOOSE) в рамках подстанционной шины (Substation Bus) позволяет реализовывать оперативные блокировки управления коммутационными аппаратами, а подписка на GOOSE-сообщения в ЭНКС-3м дает возможность передавать различные технологические сигналы оборудования РЗА на вышестоящий уровень диспетчерского управ-

ления вместе с основным объемом телеинформации.

Рассмотрим реализацию оперативных блокировок коммутационных аппаратов (далее КА) при использовании устройств ЭНИП-2 и ЭНМВ-1.

На примере однолинейной схемы (рисунок 1) рассмотрим реализацию оперативной блокировки КА на ПС 35/10 кВ со схемой "35-4Н" "Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии". Для примера организуем оперативную блокировку для разъединителя ремонтной перемычки (QS3), используя 2 комплекта ЭНИП-2 с поддержкой МЭК 61850 и модулями управления ЭНМВ-1. Алгоритм оперативной блокировки в виде логических выражений представлен на рисунке 1: если логическое выражение выполняется с результатом «1», то управление разъединителем QS3 разрешено.

Для решения данной задачи необходимо обеспечить обработку требуемой дискретной информации: состояние блок-контактов выключателей, разъединителей, заземляющих ножей ("включен", "отключен"). Данные сигналы нужно подключить к ЭНИП-2 и ЭНМВ-1. Подключение сигналов можно осуществлять к ближай-

шему по месту установки устройству (двухпозиционные сигналы необходимо подключать к одному устройству).

На рисунке 2 показано распределение сигналов и управляющих воздействий на два комплекта ЭНИП-2 с ЭНМВ-1. В каждом комплекте используется ЭНИП-2 с портом Ethernet, ЭНМВ-1-4/3R — 1 шт., ЭНМВ-1-0/3R — 3 шт. Управление выключателями и разъединителями осуществляется через ЭНМВ-1; ЭНИП-2 обеспечивает полный набор измерений по вводам 35 кВ и информационный обмен.

С помощью программного обеспечения ES Конфигуратор каждый сигнал описывается в ЭНИП-2. Пример описания одного из сигналов приведен на рисунке 3. Для этого на один из 32 имеющихся сигналов DIO (discrete input/output) назначается источник ввода информации, которым может быть: встроенный дискретный вход, внешний дискретных вход (DI ЭНМВ-1), дискретный выход (встроенный в ЭНИП-2 DO или внешний DO ЭНМВ-1), уставка (назначается на любой измеряемый параметр), результат вычисления логического выражения, параметр полученный по подписке на GOOSE, результат самодиагностики ЭНИП-2.

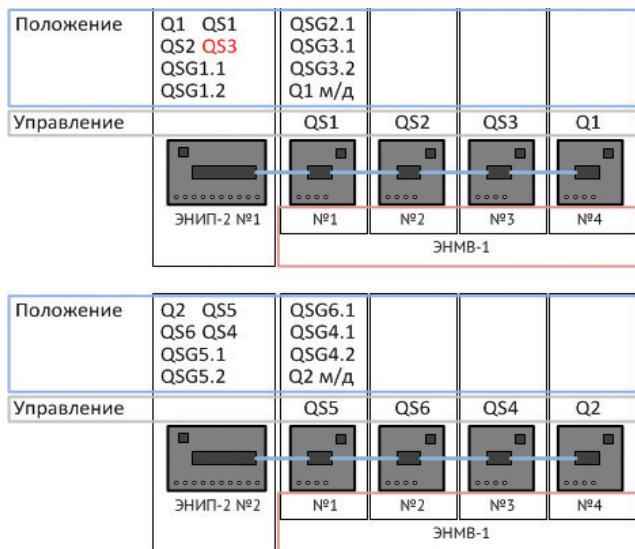


Рис. 2. Распределение сигналов по устройствам

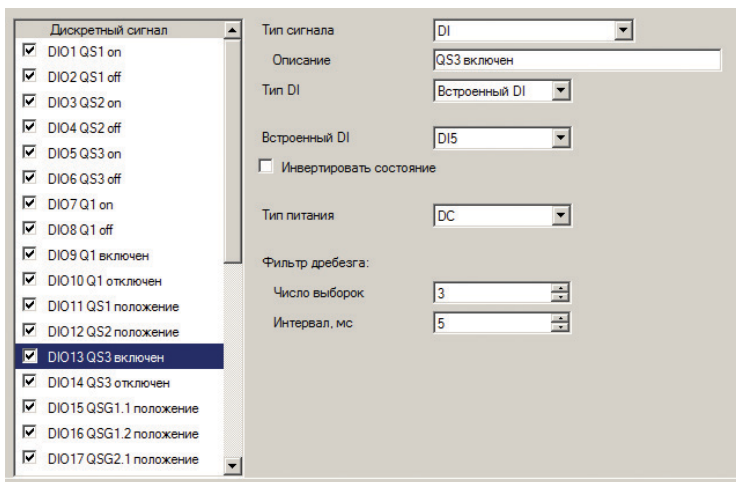


Рис. 3. Пример описания дискретного сигнала – привязка дискретного входа

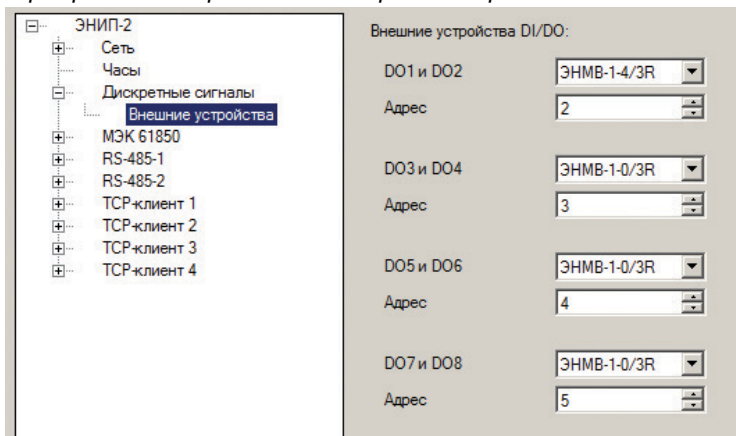


Рис. 4. Настройка внешних модулей управления

На рисунке 3 на сигнал DIO13 назначен дискретный вход ЭНИП-2 (DI5), на который подключен блок-контакт разъединителя QS3 (положение "включено"), оперативную блокировку которого необходимо обеспечить.

Для управления выключателем используется модуль дискретного вывода ЭНМВ-1 с релейными выходами, подключаемый как расширение ЭНИП-2 (рисунок 4). Один ЭНИП-2 может управлять 4 КА через 4 шт. ЭНМВ-1. На рисунке 4 показано экранная форма интерфейса настройки связи с ЭНМВ-1.

Для управления разъединителем QS3 необходимо включить выходы DO ЭНМВ-1 в схему управления выключателем и в ЭНИП-2 назначить сигналы управления для выдачи соответствующих команд. На рисунке 5 показана настройка DIO5, который назначен на операцию «включить» (DO ON) для разъединителя QS3 (DIO6 настроен на «отключить»).

После того, как в ЭНИП-2 определены сигналы, связанные с положением КА и командами управления, можно приступить к настройке алгоритмов оперативных блокировок.

Принцип работы оперативной блокировки заключается в предотвращении ошибочной операции управления КА. Так как команды управления разъединителем QS3 выдаются через ЭНИП-2, то алгоритм оперативной блокировки управления QS3 настраивается в этом же устройстве.

Вернемся к описанию алгоритма оперативной блокировки (рисунок 1). В качестве входных данных используются как сигналы, подключенные к ЭНИП-2 №1, так и сигналы, подключенные к ЭНИП-2 №2. Для работы алгоритма в ЭНИП-2 №1 требуется в него доставить информацию о положении КА, обрабатываемых ЭНИП-2 №2. С этой целью и будет использован GOOSE — горизонтальный обмен данными между устройствами в соответствии с МЭК 61850: ЭНИП-2 №2 будет публиковать GOOSE с набором данным, на который подписывается ЭНИП №1. Сначала в ЭНИП-2 №2 настроим набор данных (Dataset) с сигналами, необходимыми для алгоритма оперативных блокировок в ЭНИП-2 №1 (рисунок 6, Dataset LLN0\$States). В набор данных включены данные (Pos) логических узлов (XCBR1 (Q2), XSWI1 (QS5), XSWI2 (QS6), XSWI3 (QS4)), а также данные логического узла GGIO1 (Ind18, Ind19 и т.д.), которые передают положение разъединителей и заземляющих ножей, не описанных логическими узлами

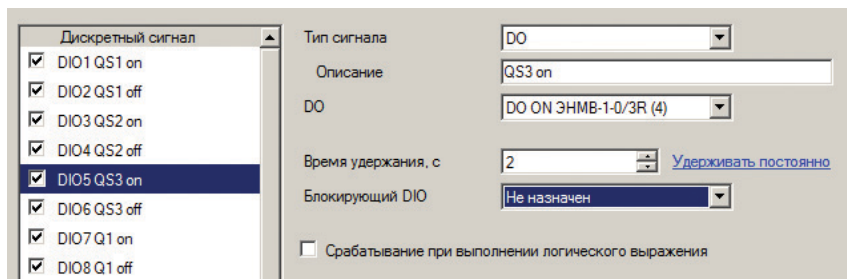


Рис. 5. Настройка дискретного выхода

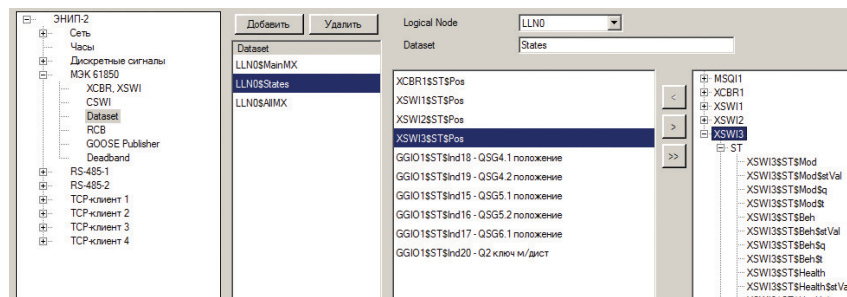


Рис. 6. Определение Dataset

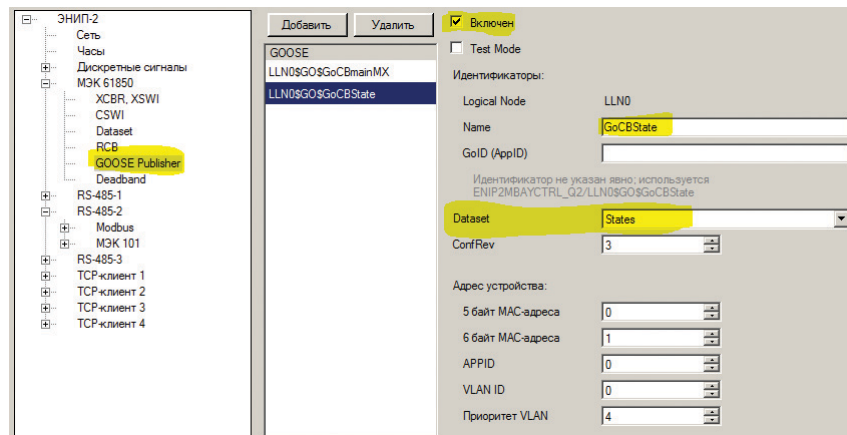


Рис. 7. Настройка публикации GOOSE в ЭНИП-2 №2

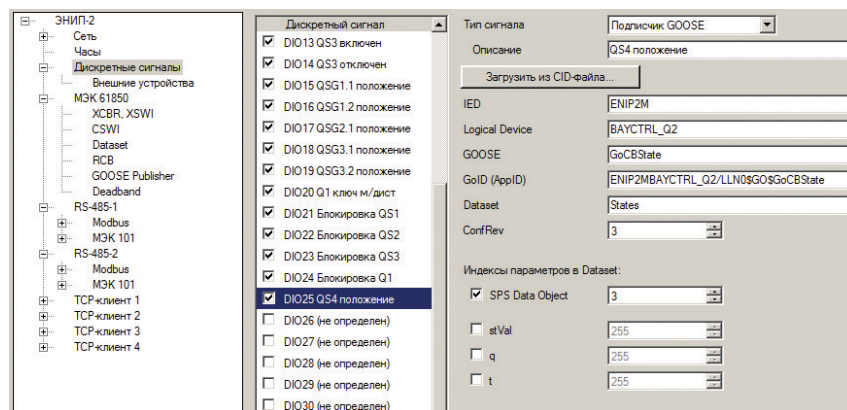


Рис. 8. Настройка подписки GOOSE в ЭНИП-2 №1

XCBR, XSWI.

Создадим GOOSE с именем GoCBState и включим его публикацию (рисунок 7).

Затем экспортируем файл описания конфигурации \*.cid из ЭНИП-2 №2, содержащий данные публикуемого GOOSE, и, используя этот файл, настроим подписку ЭНИП-2 №1 на указанный GOOSE. Для этого в настройках DIO выберем настраиваемый сигнал (DIO25) и, используя мастер импорта файла, пропишем источник данных. На рисунке 8 настроена подписка на положение разъединителя QS4.

Таким же образом подписываемся на остальные нужные для алгоритма сигналы (QSG4.1, QSG5.2, Q2, QS5). Теперь можно использовать сигналы, подключенные к ЭНИП-2 №1, и сигналы, полученные по подписке GOOSE от ЭНИП-2 №2, для настройки блокировки управления QS3 — сигнала DIO23. В свойствах DIO23 указывается тип «Логическое выражение» и настраивается алгоритм блокировки (рисунок 9).

После настройки сигнала (DIO23) необходимо привязать его к DIO команд управления (DIO5 — «Включить» и DIO6 — «Отключить»), как показано на рисунке 10 в поле «Блокирующий DIO».

Блокирующий DIO обеспечивает оперативную блокировку КА при управлении по различным протоколам обмена: МЭК 60870-5-101(104), Modbus RTU(TCP), МЭК 61850. Дополнительно для описания заблокированного состояния в рамках информационной модели МЭК 61850 следует привязать этот же сигнал DIO23 к объекту «Loc» логического узла, описывающего QS3 (в нашем случае - к «XSWI3»). На рисунке 11 показана форма настройки объекта «Loc».

Подобным образом может быть настроена оперативная блокировка остальных КА: QS1, QS2, Q1.

В заключение следует отметить, что аналогичным образом для настройки оперативных блокировок могут быть задействованы модули ввода-вывода ЭНМВ-1 с портами Ethernet.

Рассмотренный пример обеспе-



**Мокеев**  
**Алексей Владимирович**

Окончил в 1981 г. Ленинградский политехнический институт (ЛПИ, ныне – НИУ С.-Петербургский государственный политехнический университет), инженер-электрик, специализация «Релейная защита и автоматизация энергосистем». Защищал кандидатскую диссертацию в ЛПИ в 1986 г., докторскую диссертацию - в 2011 г.

Заместитель генерального

директора ООО «Инженерный

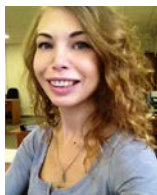
центр «Энергосервис», профессор

кафедры «Электроснабжение про-

мышленных предприятий» Север-

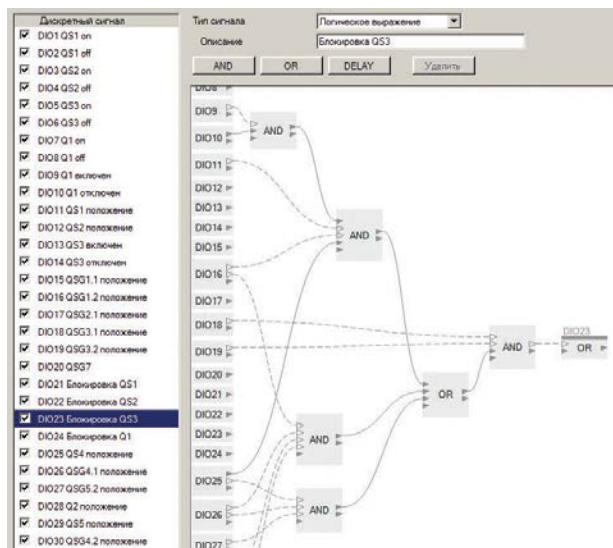
ного (Арктического) федерального

университета.

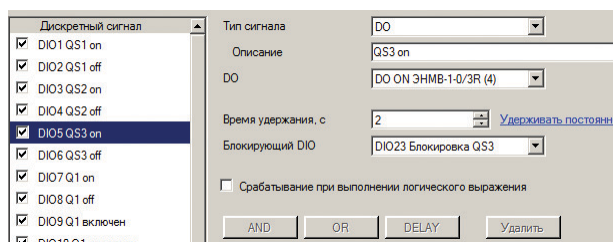


**Овчинникова**  
**Алина Сергеевна**

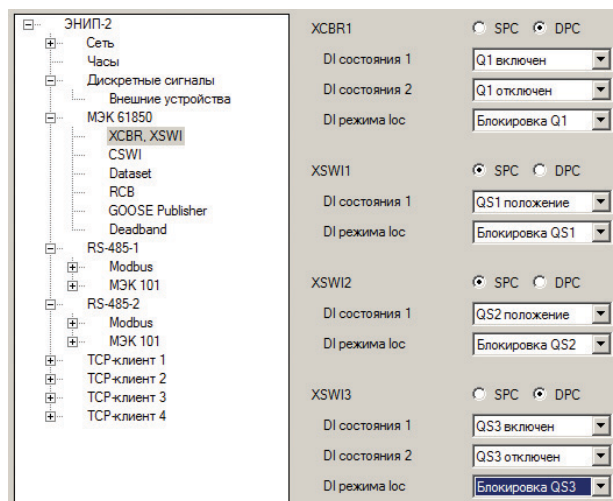
Окончила Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В.Ломоносова в 2015 г. по специальности "Электроснабжение", прошла профессиональную подготовку по направлению "Реклама и связи с общественностью". В ООО "Инженерный центр "Энергосервис" работает с 2014 г., специалист отдела сбыта и экономического планирования.



**Рис. 9. Настройка алгоритма оперативной блокировки Q53 с помощью логического выражения**



**Рис. 10. Привязка блокирующего сигнала к команде управления «Включить» Q53**



**Рис. 11. Привязка блокирующего сигнала к объекту «Los» для логического узла XSW13 (Q53)**

чивает блокировку ошибочных действий персонала при дистанционном управлении КА. Если же управление КА осуществляется также и вручную, то для разблокировки электромагнитных блок-замков могут быть использованы модули дискретного вывода ЭНМВ-1-0/22. ЭНМВ-1-0/22 подписывается на GOOSE-сообщения, содержащие сигналы блокировки управления, и на их основе обеспечивает выдачу напряжения через промежуточные реле для разблокировки блок-замков.

Следует заметить, что многофункциональность, простота интеграции и совместимость с устройствами других производителей являются на сегодняшний день одними из основных требований к устройствам, применяемых в составе автоматизированных систем технологического управления и систем сбора и передачи оперативной информации. В этом отношении применение ИЭУ с поддержкой стандартов МЭК 61850 позволяют значительно упростить их интеграцию в СППИ и автоматизированные системы технологического управления и расширить их функциональные возможности за счет информационного обмена с другими интеллектуальными устройствами.

**Литература:**

1. Бовыкин В.Н., Мокеев, А.В. Интеллектуальные устройства для цифровых подстанций // Новое в российской энергетике. – 2015. – № 4.
2. Первухин Р.Ю., Наумова Т.И., Сухарев М.А., Залетнов С.Е. Алгоритмы оперативной блокировки разъединителей 35 кВ для различных главных схем КТПБ. – 2012.
3. Бовыкин В.Н., Мокеев А.В., Ульянов Д.Н. Телемеханика «последней мили» распределительных электрических сетей // Энергоэксперт. – 2012. – № 5.
4. Бовыкин В.Н. Системы телемеханики с определенной архитектурой // ИСУП. – 2014. – № 6(54).