



ООО «МИКРО-Инжиниринг»

ООО «МИКРО-Инжиниринг» является разработчиком и осуществляет проектирование, изготовление, шеф-наладку и сервисное обслуживание систем автоматического управления для дугогасящих реакторов (ДГР) типа РЗДПОМ, РЗДПОМА, РДМР, ASR(ZTC), ELD(END), OASC(ONER).

Продукция:

- микроконтроллерный регулятор МИРК-5;
- шкаф автоматического управления навесного исполнения со встроенным микроконтроллерным регулятором МИРК-5;
- 19-дюймовое исполнение блока управления ДГР с микроконтроллерным регулятором МИРК-5(6) и БСН;
- шкаф напольного исполнения со встроенными микроконтроллерными регуляторами МИРК-5 и блоками смещения нейтрали БСН-МИРК;
- блок автоматического определения поврежденного фидера ОПФ-МИРК;
- блок искусственного смещения нейтрали БСН-МИРК.

За последние годы в Московской энергосистеме было введено и успешно эксплуатируется более 400, а в энергосистемах России и стран СНГ – более 800 регуляторов МИРК.

Залог успеха ООО «МИКРО-Инжиниринг» – команда высококвалифицированных специалистов, обладающих многолетним практическим опытом работы в «Фирме ОРГРЭС» в области компенсации емкостных токов, защит от замыканий на землю, перенапряжений в высоковольтных электрических сетях, являющихся разработчиками нормативно-технической документации – отдельных глав ПУЭ, ПТЭ, Инструкции по компенсации емкостных токов и др.



Микроконтроллерный регулятор МИРК-5



Шкаф автоматического управления навесного исполнения со встроенным микроконтроллерным регулятором МИРК-5



Шкаф напольного исполнения со встроенными микроконтроллерными регуляторами МИРК-5 и блоками смещения нейтрали БСН-МИРК



Блок управления ДГР с микроконтроллерным регулятором МИРК-5(6) и БСН, 19-дюймовое исполнение



Блок автоматического определения поврежденного фидера ОПФ-МИРК



Блок искусственного смещения нейтрали БСН-МИРК

Тел.: (495) 360-50-80, (495) 514-31-44

www.mikroinginiring.ru

E-mail: office@mikroinginiring.ru, mikroinginiring@yandex.ru

Цифровизация сетей с компенсацией емкостного тока



В статье представлены новые решения для цифровизации сетей с компенсацией емкостного тока: система GNSG (Grounding Neutral Smart Grid – «умная сеть для режимов заземления нейтрали»), обеспечивающая параллельную работу до восьми микроконтроллерных регуляторов МИРК-5, шлюз PG5901-TB-50ES-MBSM для подключения регуляторов МИРК-5 к АСУ ТП по протоколу МЭК 61850 (в соответствии с требованиями ПАО «Россети») и т. д.

ООО «МИКРО-Инжиниринг», г. Москва

Сегодня внедрение цифровых технологий в управление электросетевым комплексом охватывает все большее количество электросетевых компаний [1, 2]. Но для сетей с компенсацией емкостного тока на текущий день существует не так много технических решений, в основу которых положена идеология умных сетей (smart grid).

Умная сеть при параллельной работе дугогасящих реакторов

Для параллельной работы дугогасящих реакторов (ДГР) в ООО «МИКРО-Инжиниринг» была разработана специальная система GNSG (от англ. Grounding Neutral Smart

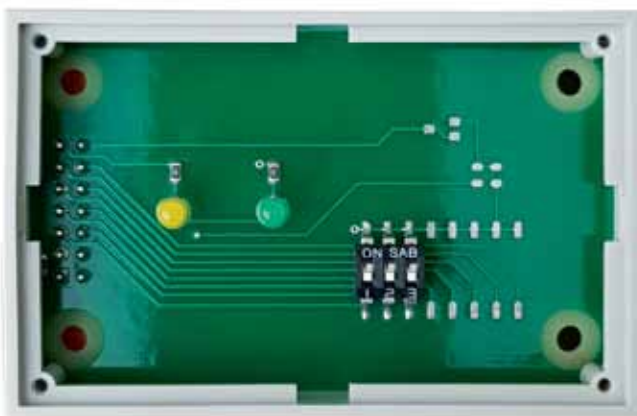
Grid – «умная сеть для режимов заземления нейтрали») [3].

Предыстория вопроса такова: вплоть до настоящего дня при объединении секций один из регуляторов предварительно выводится вручную из автоматического управления. Это связано с тем, что при параллельной работе двух регуляторов возможен режим так называемых «качаний», то есть их поочередной перенастройки. В схемах управления с регуляторами МИРК¹ более 20 лет применяется схема автоматической блокировки

одного из регуляторов при объединении секций от блок-контактов секционного выключателя. Однако данная схема имеет один недостаток: если ДГР, оставшийся в автоматическом управлении, находится близко к крайним положениям, то при дальнейшей параллельной работе и изменениях в сети регулятор переведет ДГР в крайнее положение и заблокируется, а реальный резонанс не будет найден.

При работе в «умной сети» GNSG такое становится невозможным, так как при объединении секций происходит арбитраж, то есть ведущим выбирается регулятор, ДГР которого

¹ Микроконтроллерные регуляторы МИРК разработаны и производятся ООО «МИКРО-Инжиниринг».



а



б

Рис. 1. Блок задания адресов устройств на CAN-шине (а) и блок потенциометра CAN-R (б)

находится в середине диапазона. Выбор осуществляется путем сравнения показаний от потенциометров положения плунжера всех ДГР (рис. 1).

С 2012 года все напольные шкафы на четыре регулятора с МИРК-5 (или четыре одиночных шкафа с МИРК-5) предусматривают параллельную работу всех четырех регуляторов по CAN-интерфейсу. В статье 2017 года [3] было рассказано об интеллектуальной системе управления режимами нейтрали GNSG, разработанной ООО «МИКРО-Инжиниринг» на базе микроконтроллерного регулятора МИРК-5 для параллельной работы четырех регуляторов. Впервые такая система на регуляторах МИРК-5 была внедрена в 2013 году на ПС «Самарская» и ПС «Одинцово» ПАО МОЭСК.

Все устройства на CAN-шине оснащены DIP-переключателями, с помощью которых каждому устройству присваивается уникальный иден-

тификационный номер в диапазоне от 1 до 256. На рис. 1а показан универсальный блок для задания адресов в диапазоне 1–8, а на рис. 1б – блок потенциометра CAN-R для параллельной работы восьми регуляторов МИРК-5.

Однако при проектировании ПС «Гольяново» ПАО «МОЭСК» в 2014 году выяснилось, что на данной ПС возможен режим параллельной работы шести регуляторов. Также при обследовании сетей 6–10 кВ ряда ТЭЦ ПАО «Мосэнерго» (например, ТЭЦ-16 и ТЭЦ-20) было установлено, что в данных сетях возможна параллельная работа от шести до восьми ДГР. Поэтому работа системы GNSG была расширена до восьми регуляторов.

При этом следует отметить, что на ПС «Гольяново» (рис. 2) две пары дугогасящих реакторов L1K и L2K на 1 с. ш. (T1) и L3K и L4K на 2 с. ш. (T2) постоянно работают в режиме «master – slave» («ведущий – ведомый»).

Дугогасящие реакторы L5K и L6K в зависимости от конфигурации сети могут работать 3-м и 4-м номером. А при параллельной работе всех шести ДГР ведущим назначается тот, у которого МИРК-5 имеет 1-й номер на шине CAN.

Следует отметить, что в настоящее время данной опции (параллельной работы восьми регуляторов) нет ни у одного зарубежного или отечественного регулятора.

Внедрение протокола МЭК 61850 для регуляторов МИРК-5

В настоящее время на ПС ПАО «Россети» внедряется технология цифровой подстанции, основанная на поддержке протокола МЭК 61850. Работа с данным протоколом автоматических регуляторов ДГР предусмотрена отраслевым стандартом ПАО «Россети» СТО 34.01-3.2-008-2017.

Для подключения регуляторов МИРК-5 к АСУ ТП по протоко-

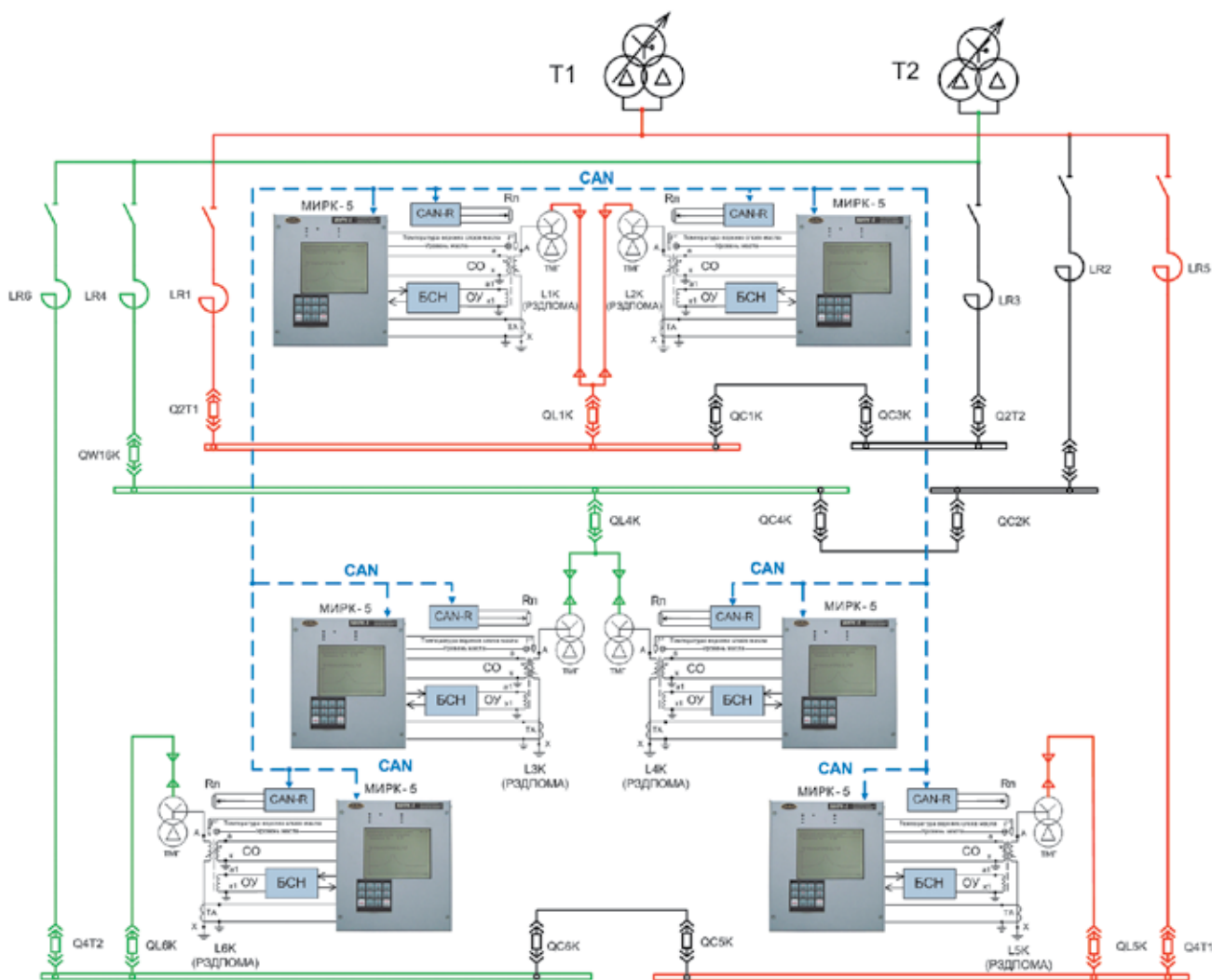


Рис. 2. Интеллектуальная система управления режимами нейтрали (Grounding Neutral Smart Grid, GNSG) для ПС «Гольяново»

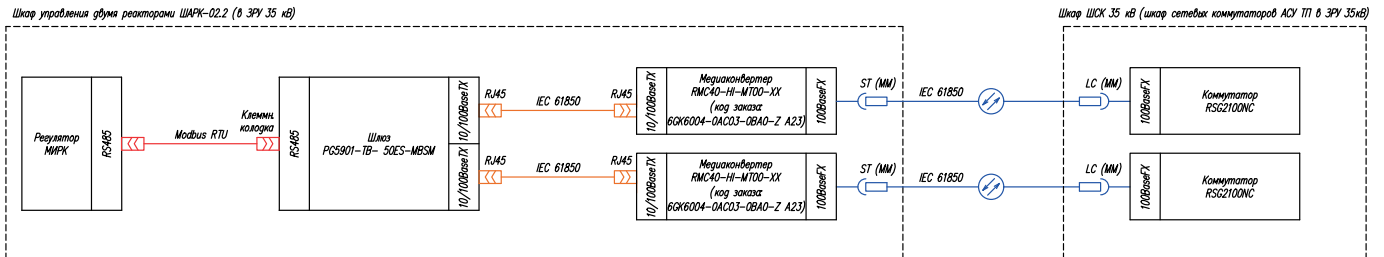


Рис. 3. Подключение регулятора МИРК-5 к АСУ ТП ПС «Мая» по протоколу МЭК 61850

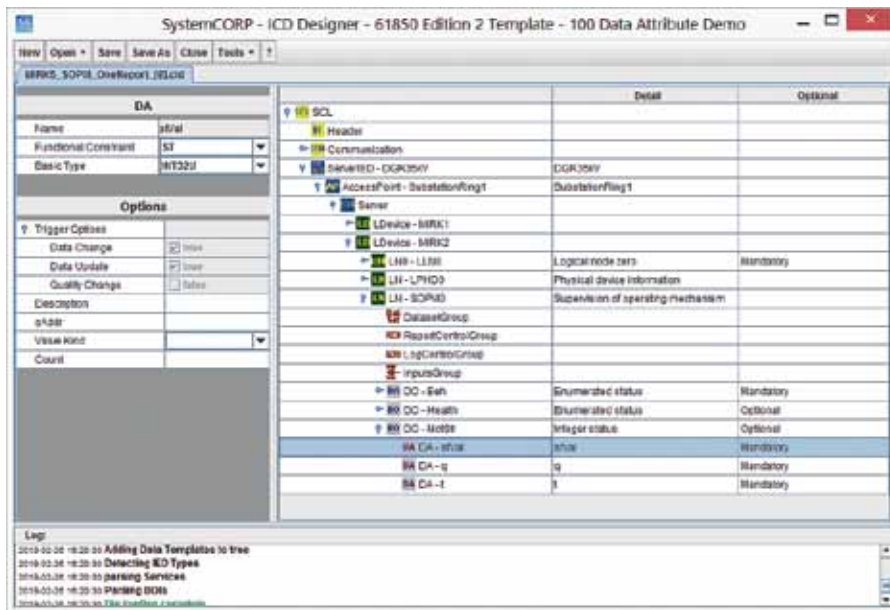


Рис. 4. Пример проекта конфигурации устройства в ПО IEC 61850 ICD Designer-2

лу МЭК 61850 применяется шлюз PG5901-TB-50ES-MBSM, который подключается к МИРК-5 по интерфейсу RS-485 и выступает в качестве мастера шины RS-485. К одному шлюзу PG5901-TB-50ES-MBSM может

быть подключено несколько устройств МИРК-5, имеющих разные адреса по интерфейсу RS-485.

На рис. 3 также показано, что медиаконвертер RuggedCom RMC40-HI-MT00-XX конвертирует дальше Ethernet 10/100BaseTX в 100BaseFX (многомодовое оптоволокно). Это решение было реализовано на ПС «Мая» 220 кВ ПАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Востока для шкафа управления двумя ДГР 35 кВ типа ШАРК-02.2.

Настройка шлюза PG5901 осуществляется через специализированное программное обеспечение eNode Designer. В ПО eNode Designer существует возможность настройки устройств, параметров устройств и протоколов передачи данных. Для этого создается файл проекта ICD (CID), представляющий систему.

На рис. 4 представлен пример проекта CID-файла для двух устройств МИРК-5, зарегистрированных как устройства SOPM (Supervision of operating mechanism). Флаги состояния МИРК-5 будут назначены на параметр SOPM0.DO. MotStr.DA типа INT32U.

В зависимости от требований проекта АСУ ТП подстанции, перечень регистров, получаемых от МИРК-5, и их представление по протоколу МЭК 61850 может быть изменено.

В целях упрощения обмена данными по протоколу МЭК 61850 в МИРК-5 (ПО версии 03.15.01 и выше) реализован отдельный регистр Status61850 типа UINT32 (адрес 0x058), содержащий большинство требуемых флагов сигнализации (табл. 1).

Применение протокола Modbus RTU

Протокол Modbus RTU на регуляторах МИРК-5 (4.2) применяется уже более 10 лет на нескольких десятках ПС, в том числе на таких олимпийских объектах в г. Сочи, как ПС «Роза Хутор», «Лаура», «Ледовый дворец».

Таблица 1. Назначение битов регистра Status61850

Бит	Обозначение	Описание
0	DriveFailure	Авария привода
1	DisconnectLock	Сигнализация 033. Блокировка разъединителя
2	MaxOilLevel	Максимальный уровень масла
3	MinOilLevel	Минимальный уровень масла
4	OilTemperatureAccident	Неисправность датчика температуры масла (не реализовано)
5	MinOilTemperature	Минимально допустимая температура масла (не реализовано)
6	MoveToReduceCurrent	Уменьшение тока ДГР
7	MoveToIncreaseCurrent	Увеличение тока ДГР
8	MinimumCurrent	Ток ДГР минимален
9	MaximumCurrent	Ток ДГР максимален
10	SinglephaseToGround	Однофазное замыкание на землю
11	AutoMode	Режим автоматического регулирования
12	IsResonance	Состояние резонанса
13		Резерв, равен 0
14	ErrorDevice	Неисправность МИРК-5 (терминала)
15	ReadyData	Данные регистра достоверны
16-31		Резерв, равен 0



Рис. 5. Подключение МИРК-5 к АСУ ТП ПС «Новая» по Modbus RTU

На рис. 5 показана схема передачи информации от МИРК-5 по протоколу Modbus RTU на ПС «Новая» Кемеровских ЭС, которую разработало НПО «МИР» (г. Омск). Так как на ПС «Новая» уже имелся программно-технический комплекс «МИР», то была осуществлена привязка к существующему ПАК (красным цветом выделены увеличенные отображения данных от регуляторов МИРК).

Запись и просмотр аварийных осциллограмм в формате COMTRADE

В регуляторе МИРК-5 запись аварийных осциллограмм производится

в формате COMTRADE. Просмотреть записанные осциллограммы можно как на графическом ЖКИ регулятора МИРК-5 (рис. 5), так и в программе «МИКРО-Терминал» (рис. 6). На ЖКИ МИРК-5 можно просматривать покадрово участки осциллограмм длительностью 175 мс.

Для просмотра аварийных осциллограмм в программе «МИКРО-Терминал» (рис. 7) в верхнем ленточном меню надо выбрать «Журнал» и скачать его. При просмотре журнала желтым цветом будут выделены события (ОЗЗ), имеющие файл в формате COMTRADE. Кликнув по желтой об-

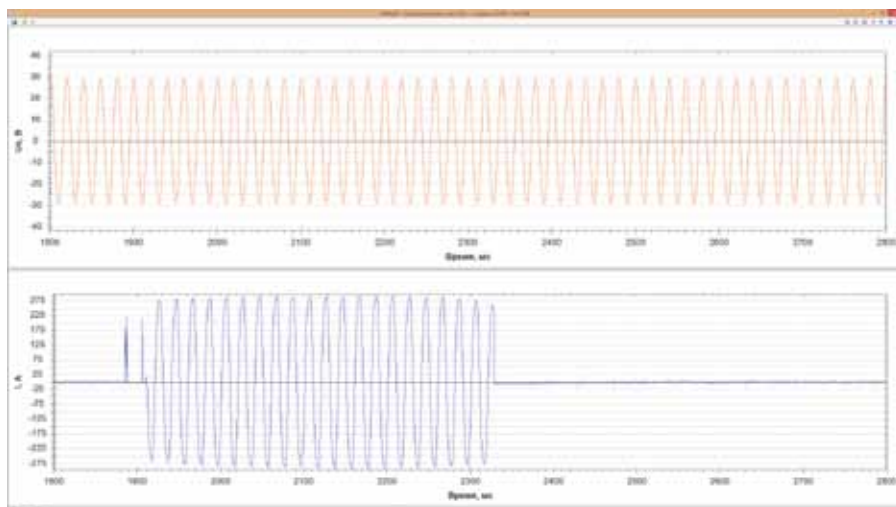


Рис. 7. Просмотр аварийных осциллограмм, записанных в формате COMTRADE в программе «МИКРО-Терминал»



Рис. 6. Просмотр аварийных осциллограмм на графическом ЖКИ МИРК-5



Рис. 8. Сохранение файла аварийных осциллограмм в формате COMTRADE

ласти левой клавишей мышки, можно инициировать скачивание файла. Процесс скачивания файла подтверждает скроллбар в нижней левой части (зеленого цвета).

Для сохранения файла осциллограмм в формате COMTRADE и просмотра в специализированных программах просмотра аварийных осциллограмм следует выбрать иконку в левом верхнем меню и сохранить данные в нужном месте (рис. 8).

На основании изложенного материала можно сделать вывод, что микроконтроллерный регулятор МИРК-5 полностью реализует все требования, предъявляемые к устройствам автоматической компенсации как в части соответствия требованиям п. 8.6 СТО 34.01-3.2-008-2017, так и в части соответствия проекту «Цифровая РЭС».

Литература

1. *Маковский И. В.* Цифровизация электросетевого комплекса от интеллектуальных приборов учета до искусственного интеллекта // Энергоэксперт. 2018. № 4.
2. *Древаль С. Г.* Модель цифровизации МРСК Урала // Энергоэксперт. 2018. № 4.
3. *Миронов И. А.* Решения для умной энергетики. Системы автоматического управления ДГР // ИСУП. 2017. № 6.

И. А. Миронов, технический директор, ООО «МИКРО-Инжиниринг», г. Москва, тел.: +7 (495) 514-3144, e-mail: office@mikroinginiring.ru, сайт: www.mikroinginiring.ru