

Контроль ресурса УЗИП оборудования систем автоматизированного управления

Подразделениями ОАО "Газпром" планомерно реализуется комплекс мероприятий по оптимизации затрат, элементом которого является предупреждение (предотвращение) выхода оборудования из строя при своевременном выявлении УЗИП, ресурс которых исчерпан.

ЗАО "Хакель Рос" – российская компания, с 2002 г. предлагающая комплексные решения по молниезащите электротехнического оборудования, средств АСУ ТП и ТМ, ЭХЗ занимает лидирующее место в своём сегменте рынка, осуществляя разработку, производство и поставку на объекты газо-нефтедобывающих компаний.

Оборудование систем автоматизированного управления (САУ), функционирующее в составе комплекса программных и технических средств по автоматизации и управлению технологическими процессами (АСУ ТП), неотъемлемая составляющая распределённых объектов эксплуатации трубопроводов, предназначенных для добычи, транспортировки, хранения, перераспределения и учёта газа (нефти).

Оборудование САУ относится к технологическому, нижнему уровню диспетчеризации, обеспечивает измерение, сбор, первичную обработку и трансляцию на верхний уровень параметров телеметрии различных рассредоточенных технологических объектов (крановые площадки, пункты замера газа, объекты линейной части трубопроводов, газораспределительные станции, насосные и компрессорные станции).



Высокая степень автоматизации процессов, достигаемая средствами САУ, это бесспорное достоинство таких систем, но реализовать его в полной мере возможно при условии обеспечения высокой надёжности. Надёжная работа средств САУ во многом зависит от проводных линий связи и цепей электропитания, которые во время эксплуатации подвергаются внешним воздействующим факторам. Одними из разрушительных воздействий являются импульсные перенапряжения (ИПН), возникающие в электрических цепях под воздействием природных явлений (ударов молнии) и техногенных факторов (наводки от ЛЭП, электрифицированного транспорта, объектов промышленности и т.п.).

Для минимизации последствий воздействия ИПН на оборудование САУ (АПД, ЛИС, исполнительные устройства, датчики, блоки питания и пр.) применяются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) устанавливаемые на линиях связи и цепях питания. УЗИП для силовых и сигнальных цепей входят в состав блоков КП (УСиУ, УБП, ШкП и БКЗ). Применение УЗИП регламентировано требованиями нормативными документами: СТО Газпром 2-1.11-170-2007; СТО Газпром 2-11-290-2009; РД-91.020.00-КТН-021-11.

За время эксплуатации через устройства защиты проходят ИПН различной энергии, которые постепенно приводят к деградации (старению) структуры компонентов УЗИП и неизбежному выходу их из строя. Выработавшие ресурс компоненты устройств защиты могут представлять собой обрыв, при котором функция защиты уже не выполняется. Такие УЗИП не влияют на работу защищаемого оборудования, и их можно выявить только при помощи специальных метрологических средств во время регламентного обслуживания. Опасность при этом заключается в том, что всё это время оборудование остается незащищённым. Неисправные УЗИП, с компонентами представляющие собой короткое замыкание, приводят к аварийным ситуациям и блокировке работы самих защищаемых цепей.

Последствия воздействия импульсных перенапряжений на технологическое оборудования ГРС, где не использовались УЗИП или устройства защиты к моменту воздействия имели выработавший ресурс, представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Последствия воздействия ИПН на оборудование САУ ГРС.

В качестве одного из решения этой проблемы, производителями УЗИП предлагаются разнообразные способы контроля состояния УЗИП как встроенные, так и внешние. Системы контроля различаются как методами оценки состояния, так и способами оповещения о факте выхода устройств защиты из строя:

- визуальная световая индикация (светодиоды);
- механические системы визуальной индикации (флажки);
- бесконтактные приборы считывания на базе RFID меток;
- системы контроля по току утечки (датчики Холла).
- контакты дистанционной сигнализации ("сухие", беспотенциальные контакты).

Перечисленные системы имеют свои плюсы и минусы, но всех их объединяет один серьёзный недостаток. Они могут предоставлять информацию о состоянии УЗИП лишь по принципу - годен/не годен, и в большинстве случаев требуют круглосуточного присутствия персонала, обслуживающего объект. В принципе, сигнал о выходе УЗИП из строя бесполезен, более того, он может быть косвенно вычислен по обрыву линии, что как мы уже выяснили выше недопустимо. На технологических объектах, где оборудование САУ работает в автономном режиме (пример КП АГРС, рисунок 2), и появление обслуживающего персонала регламентировано один-два раза в год, применение упомянутых выше систем контроля состояния УЗИП не эффективно.



Рисунок 2. КП АГРС – контрольный пункт автономной ГРС, с питанием автоматики от солнечных батарей и ветрогенератора.

Очевидно, необходима такая система контроля, которая позволит определять **предаварийное** состояние УЗИП и имеет возможность передачи информации по стандартному протоколу на верхний уровень управления. Тогда, вышедшие из строя УЗИП не станут неожиданностью для служб эксплуатации, и главное, что оборудование не останется на неопределённое время без защиты от ИПН. Такая система контроля позволит заранее планировать мероприятия по замене УЗИП ресурс которых практически исчерпан.

Многолетний опыт работы в области защиты оборудования от ИПН позволил компании ЗАО “Хакель Рос” разработать и запустить в серийное производство многоканальный комплекс контроля ресурса устройств защиты от импульсных перенапряжений (МККР). Комплекс позволяет определять предаварийные состояния УЗИП, фиксируя проходящие через них импульсы. Вычислять остаточный ресурс каждого контролируемого устройства защиты или группы УЗИП в процентах по десяти независимым каналам. МККР отслеживает ресурс УЗИП в режиме реального времени. Дополнительно комплекс способен фиксировать превышение допустимых режимов эксплуатации устройств защиты (превышение отводимой энергии за один импульс), контролировать состояние встроенных контактов дистанционной сигнализации (при наличии). Комплекс позволяет взаимодействовать с оборудованием автоматизированного управления (САУ) посредством интерфейса RS-485 используя протокол MODBUS и получать следующие данные:

- величину остаточного ресурса УЗИП или группы УЗИП по каждому из 10-ти независимых каналов (в процентах);
- общую информацию о комплексе и подконтрольных ему УЗИП (наименование, тип устройств защиты и пр.).

В состав комплекса входят:

- БКР-МККР - блок контроллера ресурса;
- ИД-СЛ / ИД-СТ – индуктивные датчики
- БИ-МККР – блок индикации (опционально).

Внешний вид блоков представлен на рисунке 3. Основные технические характеристики комплекса МККР приведены в таблице 1.



- Блок контроллера ресурса



- Блок индикации



- Индуктивный датчик тока

Рисунок 3. Внешний вид блоков комплекса МККР

Таблица 1

№	Параметр	Значение
1	Количество аналоговых каналов для подключения индуктивных датчиков тока (контроль ресурса)	10
2	Количество цифровых каналов для подключения контактов дистанционной сигнализации	10
3	Интерфейс / Протокол	RS485 / MODBUS
4	Диапазон рабочих температур	-45...+45 °С
5	Степень защиты оболочки	IP 20
6	Электропитание	АС 230V, 50Гц
7	Потребляемая мощность, не более	3 Вт

В комплексе МККР заложен принцип определения остаточного ресурса УЗИП, сформулированного в патенте на ПМ № 134663, опубликовано 20.11.2013 (патентообладатель – ЗАО «Хакель Рос»). В основе принципа лежит измерение электрического заряда путем интегрирования тока, протекающего через УЗИП в момент его срабатывания. Метод определения ресурса зависит от назначения УЗИП.

Остаточный ресурс устройств защиты силовых цепей вычисляется как разность между первичным ресурсом, выраженным в единицах заряда, и частью ресурса, потерянного при коммутации импульса тока. В качестве первичного ресурса используется суммарный электрический заряд, который способен пропустить через себя УЗИП за весь период эксплуатации. Нормативной базой определения первичного ресурса являются требования к стойкости УЗИП определённых в ГОСТ IEC 61643-11-2013. При прогнозировании потерь ресурса слаботочных УЗИП, предназначенных для защиты сигнальных (информационных) цепей, используются данные о стойкости УЗИП к воздействию импульсов перенапряжения различных категорий, определенных в ГОСТ IEC 61643-21-2014.

Рассмотрим вариант применения комплекса МККР на примере контрольного пункта автономной газораспределительной станции (КП АГРС). При проектировании и реализации мероприятий по молниезащите с применением комплекса МККР, рекомендуется все кабели, подвергаемые ИПН, вводить в одном месте. Устройства защиты цепей электропитания и линий связи с блоками МККР устанавливать в специальный заземленный металлический щиток. Данным требованиям удовлетворяют ЩЗИП производства ЗАО «Хакель Рос».

ЩЗИП - Щитки защиты от импульсных перенапряжений низковольтные комплектные, ТУ 3434-001-79740390-2007.

Основные принципы применения комплекса МККР и подключения УЗИП

1. Обеспечение определения остаточного ресурса УЗИП, установленных в цепь электропитания, всегда выполняется в первую очередь. Оценка ресурса одного силового УЗИП выполняется по одному каналу МККР, будь то однофазный или трёхфазный ввод.

2. Однотипные УЗИП сигнальных линий, имеющие одинаковую исходную величину ресурса и стоящие на линиях связи приходящих в КП с одного направления (в одном многопарном кабеле), объединяются в группу. Объясняется такое объединение в группы тем, что ресурс однотипных УЗИП в таких условиях расходуется одинаково. Это позволяет производить оценку ресурса группы сигнальных УЗИП, используя один канал МККР.

3. Определение остаточного ресурса УЗИП сигнальных линий, отличающихся величиной исходного ресурса или стоящих на линиях связи приходящих в КП с разных направлений (в разных кабелях), выполняется по отдельным каналам комплекса МККР, свой канал для каждого устройства.

4. В случае, когда десяти каналов одного МККР не достаточно для контроля всех УЗИП объекта допускается использование двух и более комплексов в одном шкафу ЩЗИП.

5. Когда требования к компактности ЩЗИП не позволяют разместить необходимое число МККР, то используется один комплекс. При этом определяется ресурс только тех УЗИП, которые стоят на линиях наиболее важных и ответственных телефункций (определяется на стадии проектирования).

Пример реализации принципов подключения МККР и УЗИП приведён на рисунке 4.

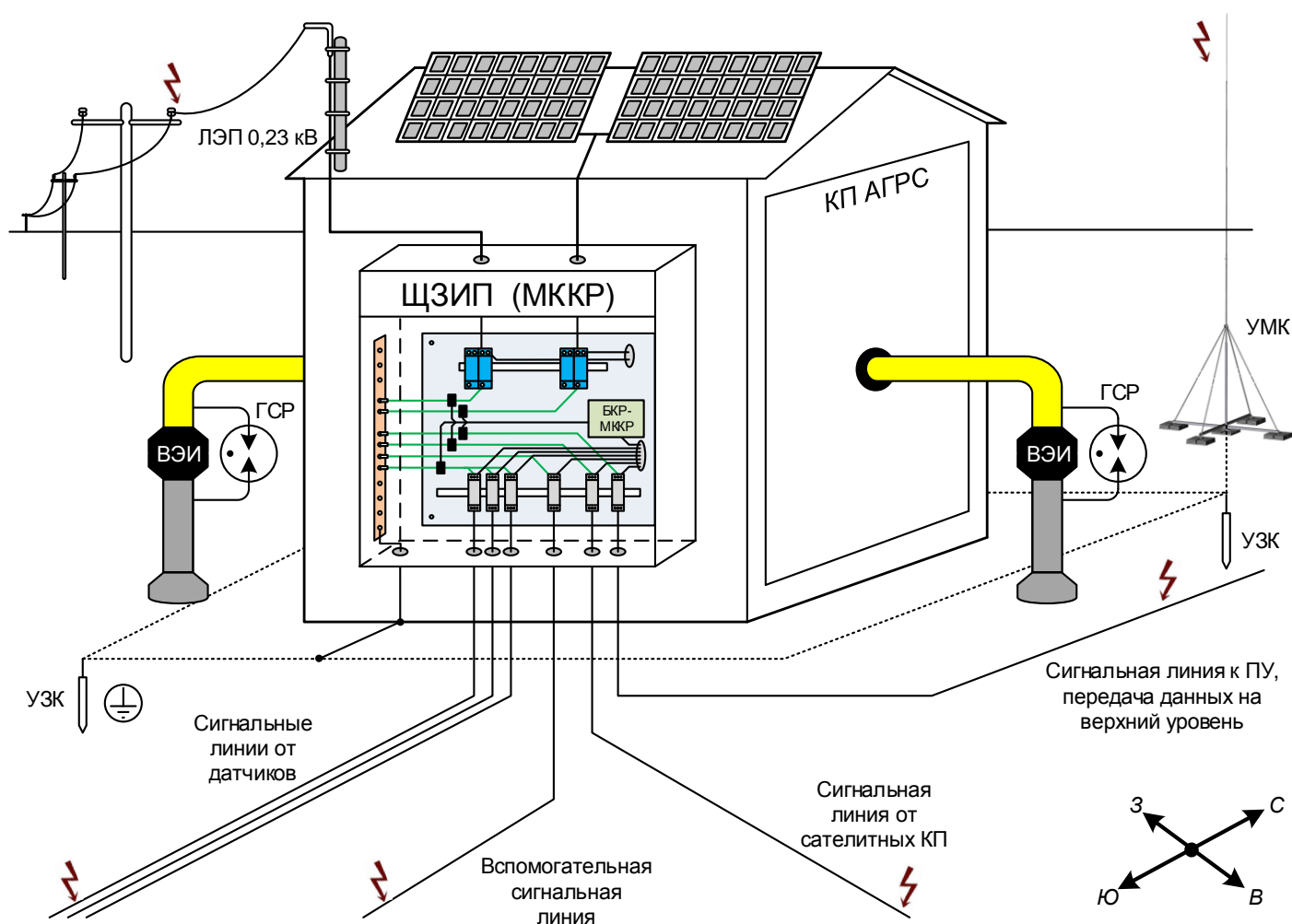


Рисунок 4. Пример реализации принципов подключения МККР и УЗИП.

Для определения ресурса УЗИП установленных в автономных КП, с малой ёмкостью телеопераций, достаточно одного комплекса МККР. Проверка работоспособности УЗИП стоящих на вспомогательных сигнальных линиях, чей ресурс не определяется комплексом, осуществляется во время регламентного обслуживания КП, по состоянию местной визуальной сигнализации или при помощи специализированного метрологического оборудования, например, TESTER H4 (описание тестера на сайте - www.грозозащита.рф). К вспомогательным линиям и оборудованию, как правило, относятся: охранно-пожарная сигнализация; внешнее видеонаблюдение; система пожаротушения и вентиляции; оборудование жизнеобеспечения объекта.

Пример применения МККР в составе ЩЗИП для САУ компрессорной станции (КС) приведён на рисунке 5.

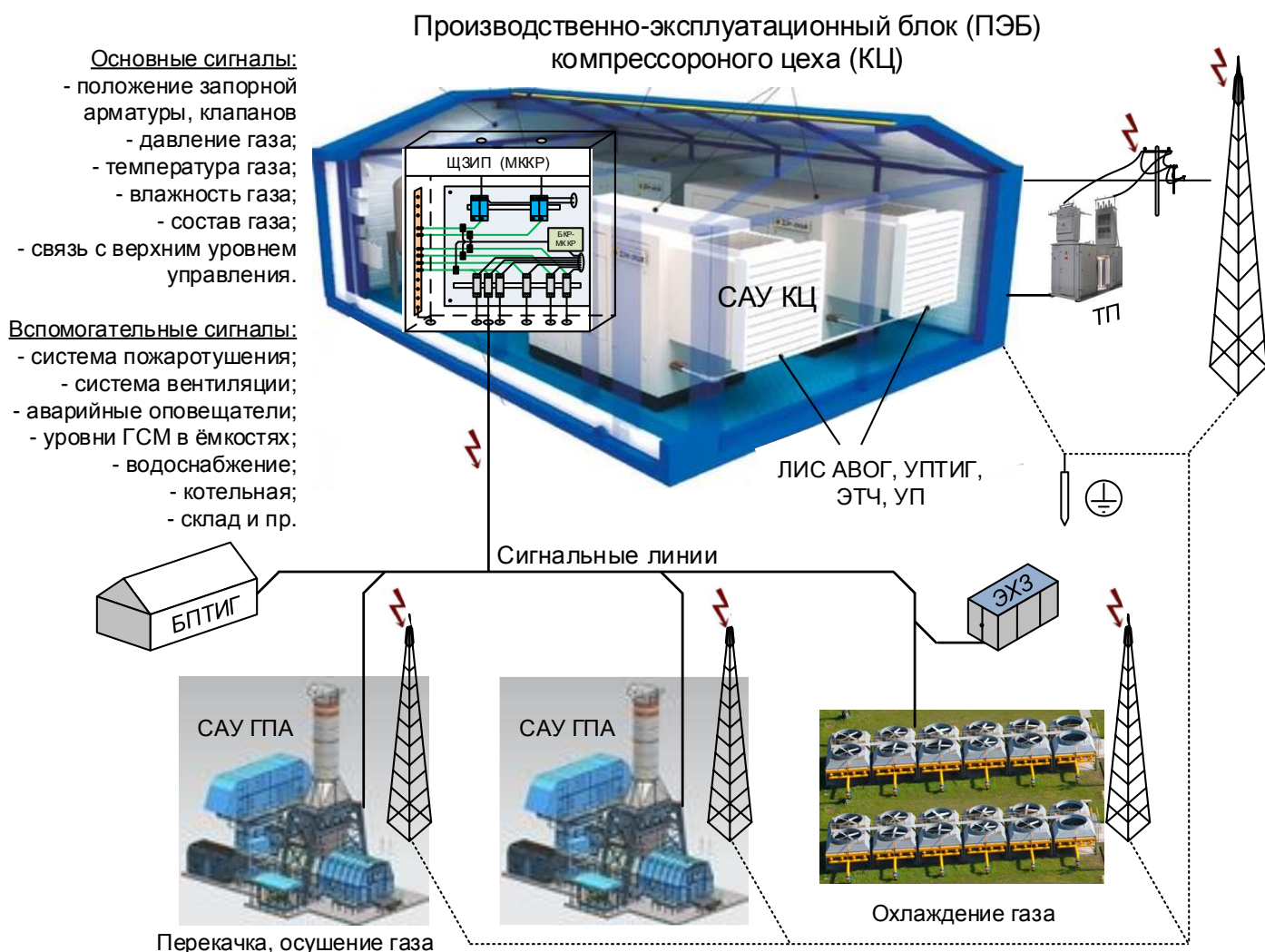


Рисунок 5. Пример применения МККР в составе ЩЗИП на КС.

Наименование сигналов телеопераций (ТИ, ТС, ТСА, ТУ, ТР), уровни рабочих напряжений и токов, а также наименование применяемых УЗИП, на примере комплекса оборудования САУ типовой компрессорной станции (КС), приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование сигнала	Уровень	Наименование УЗИП
1	2	3
Аналоговые входные сигналы		
Сигналы с датчиков продуктопроводов (газ, конденсат, толуол, масло) и технологического оборудования (клапаны, насосы, сепараторы, фильтры, ёмкости, мембраны, подшипники): давление; уровень; расход; температура; положение; состояние; степень загрязнённости и др.	4...20 mA	DTNVR 2/30/0,5/1500-L
	4...20 mA, Ex	DTNVR 24/0.8 F3G Exi
Аналоговые выходные сигналы		
Управление: - управление антипомпажным клапаном; - электроприводом регулирующего клапана - и др.	4...20 mA+ HART	DTNVR 2/30/0,5/1500-L
	4...20 mA+ HART, Ex	DTNVR 24/0.8 F3G Exi
Дискретные входные сигналы		
Состояние кранов и клапанов - "Открыт" / "Закрыт"; Положение задвижки - "Открыта" / "Закрыта"; Состояние насоса - «Работа»; Сигнализаторы: - перепада давления на кране; - аварийного уровня смеси в сепараторе; - наличия жидкости в приводе насоса; Защита от "сухого" хода насоса; Уровень в дренажной емкости и др.	=24 VDC	DTNVR 2/30/0,5/1500-L
	=220 VDC (КЦД)	ГСД3-30/TNS/КЦ
Дискретные выходные сигналы		
Управление краном - "Открыть" / "Закрыть"; Управление приводом клапана - «Открыть» / «Закрыть»; Управление задвижкой - «Открыть» / «Закрыть» и др.	=110 VDC	DTNVR 2/110/1,5/1500-L
	=220 VDC	DTNVR 2/350/1,5/1500-L
	=24 VDC	DTNVR 2/30/0,5/1500-L
Информационные каналы последовательной передачи данных		
Связь с измерительным комплексом, системой автоматического управления насосно-компрессорным оборудованием; и др.	RS-485 (Modbus)	DTR 485/12 G
Линии электропитания		
Электропитание в шкафу НКУ	220 VAC	ГСК123 -230/25 1+1 C
	380 VAC	ГСК123 -230/25 3+1 C
	220 VDC	ГСК123-220 ПТ C
Электропитание в шкафу САУ	220В V DC/AC	ГСД3-230/TNS
	110В V DC/AC	ГСД3-110

Блоки комплекса МККР позволяют интегрироваться в любой комплекс программных и технических средств АСУ ТП. В процессе совместной работы комплекса МККР и оборудования САУ информация о ресурсе УЗИП (группы УЗИП) передаётся в общем потоке технологических данных на верхний уровень диспетчеризации в пункт управления (ПУ). Сводная информация о величине остаточного ресурса устройств защиты может выводиться на монитор автоматизированного рабочего места (АРМ).

На рисунке 6 представлен комплекс МККР в составе ЩЗИП, установленный на объекте эксплуатации подземного хранения газа (ПХГ). На рисунке 7 представлен скриншот примера программной оболочки с монитора автоматизированного рабочего места (АРМ) с выведенной информацией о величине остаточного ресурса контролируемых УЗИП по 10 каналам комплекса МККР.



Рисунок 6. ЩЗИП с МККР на объекте эксплуатации ПХГ.

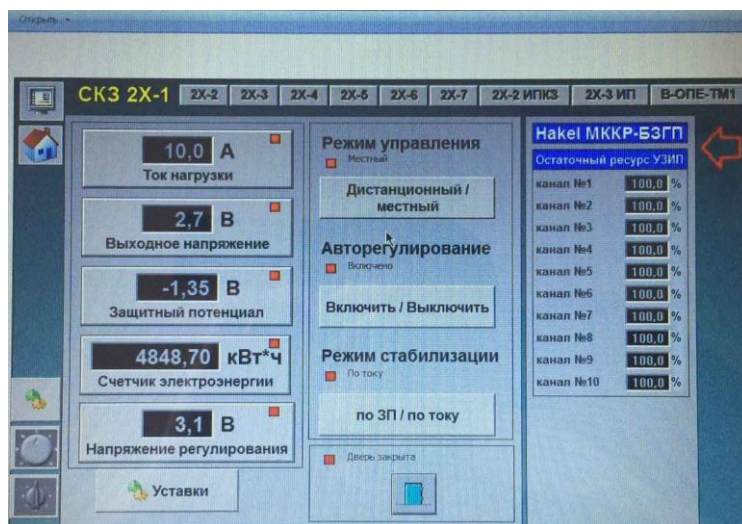


Рисунок 7. Скриншот программной оболочки на мониторе АРМ с выводом величины ресурса УЗИП.

Специалистами ЗАО “Хакель Рос” разработан алгоритм взаимодействия с Заказчиком, включающий в себя следующие этапы:

- проектирование ЩЗИП с комплексом МККР на основе анализа проектной документации, заполненных Заказчиком опросных листов;
- подбор типов УЗИП, состава блоков МККР, составление спецификации, расчет стоимости;
- разработка эксплуатационно-технической, эксплуатационно-программной документации;
- изготовление, поставка ЩЗИП с МККР на объект, шефмонтаж;
- техническая поддержка на период эксплуатации.

В настоящее время МККР является серийным продуктом. Комплекс поставляется в составе технологического оборудования электрохимической защиты (ЭХЗ), блоков БЗГП. Функциональная схема блочно-комплектного устройства электроснабжения (БКЭС), в составе с ЩЗИП и комплексом модульного оборудования (КМО), устанавливаемого на кустах газовых и нефтяных скважин, крановых узлах, приведена на рисунке 8. Внешний вид ЩЗИП с установленными блоками комплекса МККР приведён на рисунке 9.

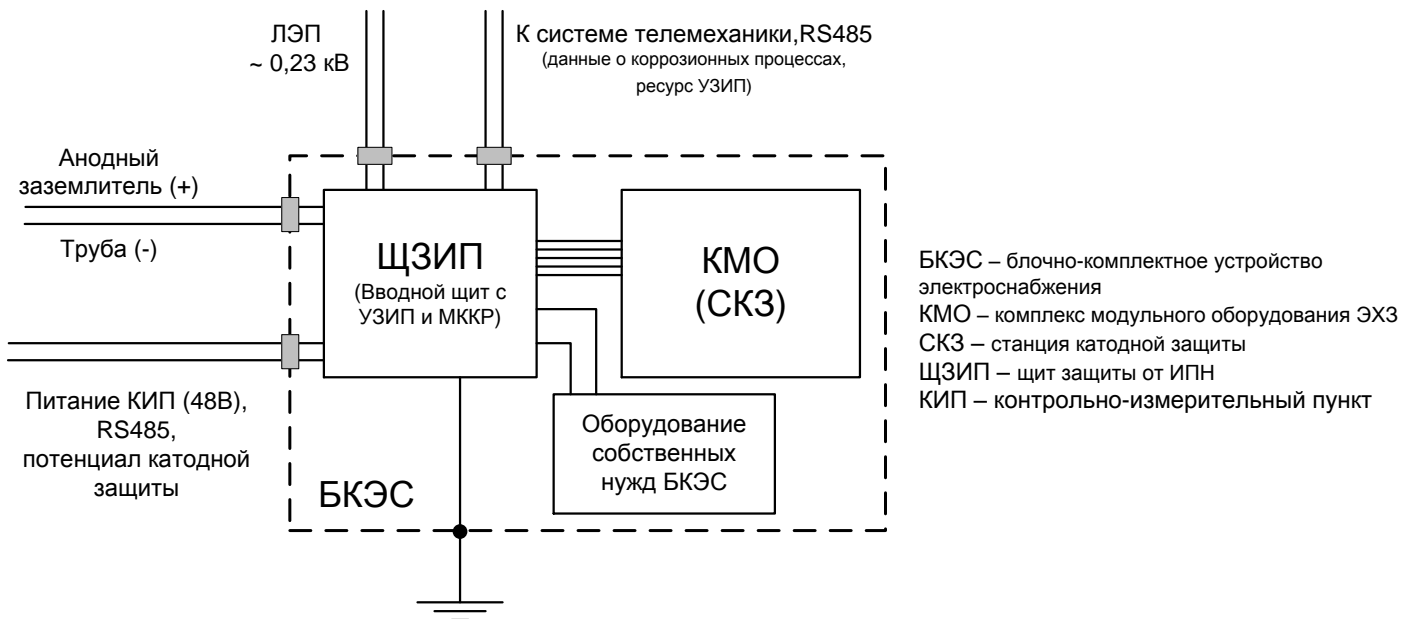


Рисунок 8. Функциональная схема блочно-комплектного устройства электроснабжения (БКЭС).

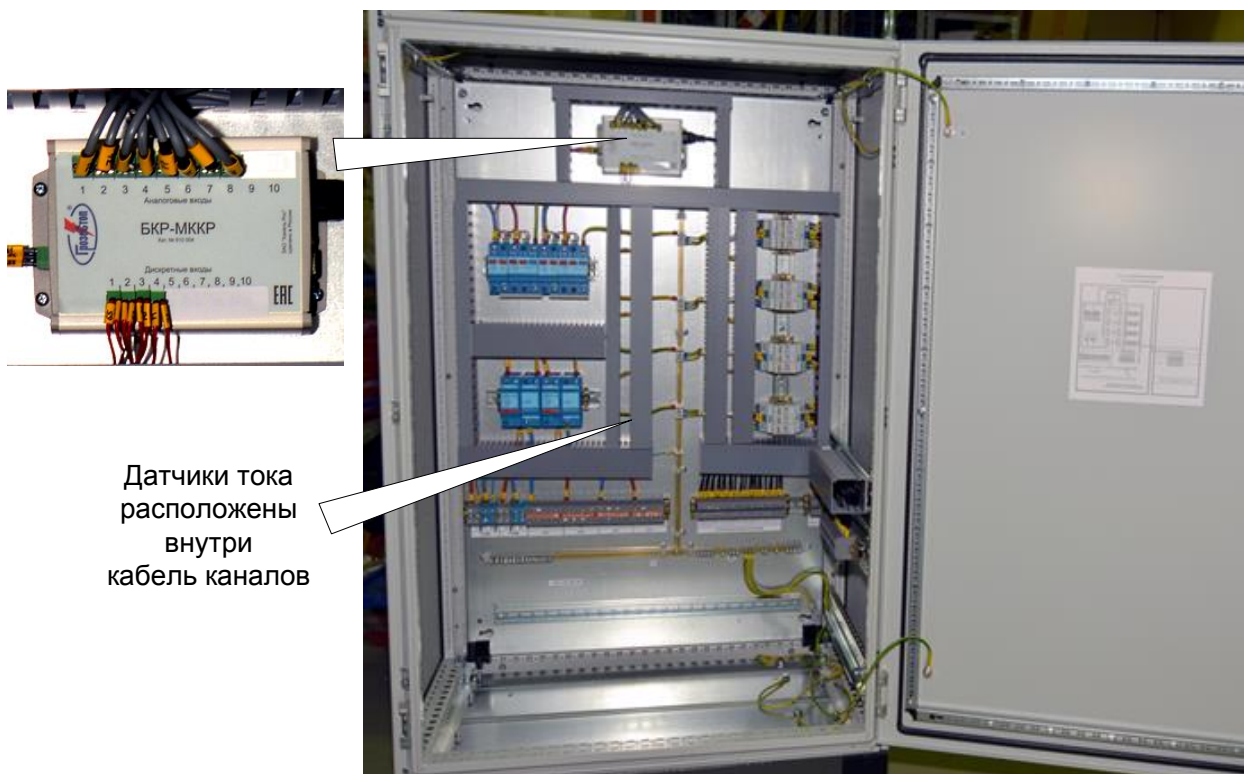


Рисунок 9. ЩЗИП с комплексом МККР

Как видно на рисунке 9, для реализации задачи контроля ресурса устройств защиты силовых цепей и сигнальных линий оборудования ЭХЗ данного технологического объекта использовано 8 каналов комплекса МККР (верхний ряд контактов). Так же задействовано 4 канала комплекса контролирующих контакты дистанционной сигнализации силовых УЗИП (нижний ряд). Недействующие каналы МККР могут быть использованы в качестве резерва и для расширения функционала при модернизации данного объекта.

В ближайшей перспективе планируется провести модернизацию комплекса. По сравнению с существующей версией, МККР нового поколения получит:

- дополнительную функциональность, позволяющую усовершенствовать методику определения предаварийного и аварийного состояния УЗИП;
- модульную архитектуру, состоящую из набора модулей измерительных каналов и модуля сбора и обработки информации, подключенных к внутренней информационной и питающей шине;
- миниатюризацию всех узлов;
- увеличение числа контролируемых устройств до сотен единиц;
- расширенные возможности по электропитанию;
- современное высокоуровневое программное обеспечение, предоставляющее широкие возможности работы с различными устройствами, графикой, файловыми системами, аппаратными интерфейсами, сетью и многим другим.

Обобщая вышеизложенное, скажем, что в условиях сложности защищаемых распределённых технологических объектов АСУ ТП, АСУ ПА, АСКУЭ, оптимизации затрат по молниезащите и обслуживанию, а также категории ответственности объектов, эффективность принятых мер по обеспечению надёжной работы напрямую зависит от полноты информации о состоянии УЗИП на текущий момент. Поступающая информация от комплекса МККР, даёт возможность своевременно спланировать мероприятия по замене УЗИП чей ресурс подходит к концу, предотвратив возможные аварийные режимы работы объекта в будущем.

Система контроля, построенная на базе комплекса МККР, позволяет службам эксплуатации применять аналитические методы управления. Обработывая информацию об интенсивности выходов из строя УЗИП и месте расположения можно выявлять проблемные места на объекте и адресно проводить корректирующие мероприятия. МККР перепрограммируем, тем самым можно комбинировать типами УЗИП, отслеживая эффективность той или иной замены.

Комплекс МККР прошел опытную эксплуатацию, сертифицирован и признан надёжным и эффективным инструментом при обслуживании и эксплуатации систем молниезащиты технологических объектов с применением УЗИП.

Нормативные документы:

1. СТО Газпром 2-1.11-170-2007. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и коммуникаций ОАО “Газпром”.
2. СТО Газпром 2-1.11-290-2009. Положение по обеспечению электромагнитной совместимости производственных объектов ОАО “Газпром”.
3. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
4. РД-91.020.00-КТН-021-11 Нормы проектирования молниезащиты объектов магистральных нефтепроводов и коммуникаций организаций системы “Транснефть”.
5. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.
6. ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы.
7. ГОСТ ИЕС 61643-11-2013. Устройства защиты от перенапряжений низковольтные, подсоединённые к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний.
8. ГОСТ ИЕС 61643-21-2014. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединённые к телекоммуникационным и сигнализационным сетям. Требования к эксплуатационным характеристикам и методы испытаний.