



ООО «АВМ – Энерго»

**Устройство мониторинга высоковольтного
выключателя
АВМ-ВК**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

АВМР.421417.031-13 РЭ

Москва 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	15
Принятые сокращения	16
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА	17
1.1. Назначение изделия	17
1.2. Технические характеристики АВМ-ВК	19
1.3. Состав комплекта АВМ-ВК	21
1.4. Датчики АВМ-ВК	21
В комплект АВМ-ВК могут входить следующие датчики:	21
1.5. Устройство и работа АВМ-ВК	23
1.5.1. Принцип действия АВМ-ВК	23
1.5.2. Построение и работа АВМ-ВК	23
1.6. Конструкция устройства	25
1.7. Режимы работы АВМ-ВК	26
1.8. Маркировка и пломбирование	26
1.9. Упаковка	27
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	28
2.1. Эксплуатационные ограничения	28
2.2. Подготовка АВМ-ВК к использованию	28
2.2.1. Меры безопасности при подготовке АВМ-ВК к использованию	28
2.2.2. Установка сетевых параметров	29
2.2.3. Конфигурирование АВМ-ВК	30
2.2.4. Опробование АВМ-ВК	35
2.3. Ввод АВМ-ВК в работу	36
2.3.1. Включение АВМ-ВК	36
2.4. Порядок работы с АВМ-ВК в процессе эксплуатации	36
2.5. Возможные неисправности	41
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	43
4. ХРАНЕНИЕ	44
5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	45
6. УТИЛИЗАЦИЯ	46
Приложение 1	
Приложение 2	
Приложение 3	

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее по тексту РЭ, Руководство) предназначено для изучения устройства, технических характеристик и принципа действия, необходимых для правильной установки, подключения и эксплуатации «Устройства мониторинга высоковольтного выключателя АВМ-ВК ТУ 4042-001-11489501-2012» (в дальнейшем устройство, АВМ-ВК).

АВМ-ВК предназначен для мониторинга различных типов выключателей 6-220кВ с общим приводом: баковых, колонковых, воздушных, масляных, элегазовых, с пружинным или гидравлическим приводом, предупредительной и аварийной сигнализации в случае превышения заданными параметрами установленных предельных уровней в процессе эксплуатации в условиях умеренного и холодного климата.

Структура условного обозначения АВМ-ВК и его расшифровка:

	АВМ-ВК – О 4
Фирменное обозначение	_____
Климатическое исполнение: О (По ГОСТ 15150)	_____
Категория размещения: 4 (По ГОСТ 15150)	_____

В процессе монтажа и эксплуатации устройства АВМ-ВК необходимо пользоваться схемой электрической подключения АВМР.421417.031-13 Э5.

ВНИМАНИЕ! Настоящее изделие (устройство АВМ-ВК) удовлетворяет нормам промышленных радиопомех, установленным для оборудования класса А по ГОСТ Р 51318.22-99 (СИСПР 22-97), и не должно применяться в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением и подключаться к низковольтным распределительным электрическим сетям.

ВНИМАНИЕ! В связи с тем, что АВМ-ВК является электрооборудованием, размещаемым в шкафах управления высоковольтным коммутационным оборудованием, к обслуживающему персоналу при его эксплуатации предъявляются повышенные требования в части обеспечения безопасного проведения работ.

Вследствие того, что устройство АВМ-ВК подключно к трансформаторам токов (посредством датчика ДТЗТ), обслуживающий персонал должен знать правила работы с токовыми цепями, пройти соответствующий инструктаж, полностью выполнять требования настоящего РЭ, а также иметь соответствующую подготовку в объеме, определяемом действующими ПТЭ и ПУЭ.

Принятые сокращения

АВМ-ВК – устройство мониторинга высоковольтного выключателя, фирменное наименование;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;

БД – база данных;

БП – блок питания;

ВВ – высоковольтный выключатель;

ДТ – датчик температуры;

ЗИП – комплект запасных частей, инструментов и принадлежностей;

ИНД – набор светодиодных индикаторов;

КУ – коммуникационный узел;

М – модуль памяти в УК;

МК – микроконтроллер;

ОБКП – отказ и контроль питания;

ОСА – общий сигнал аварии;

ОСП – общий сигнал предупреждения;

ПО – программное обеспечение;

ПТЭ – правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

ПУЭ – правила устройства электроустановок;

РЗА – релейная защита и автоматика;

РКС – реле контроля соленоидов;

ТТ – трансформатор тока;

УВР – устройство выходных реле;

УЗДС – узел защиты, нормализации и коммутации дискретных сигналов;

УЗНГТ – узел защиты, нормализации и коммутации сигналов датчика главных токов;

УЗНКС – узел защиты, нормализации и коммутации входных сигналов;

УЗСС – узел защиты, нормализации и коммутации сигналов соленоидов;

УЗСТ – узел защиты, нормализации и коммутации сигналов датчиков температуры;

УК – узел контроллера;

УСВУ – узел связи с верхним уровнем и системой сигнализации/РЗА;

ШУ ВВ – шкаф управления высоковольтным выключателем;

SD/SDHC – Secure Digital/Secure Digital High Capacity (тип карт памяти);

USB – Universal Serial Bus (универсальная последовательная шина).

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. Назначение изделия

Устройство мониторинга высоковольтного выключателя АВМ-ВК предназначен для решения следующих задач:

- непрерывного измерения, регистрации и отображения основных параметров высоковольтных выключателей в нормальных, предаварийных и аварийных режимах;
- прогнозирования технического состояния и расчета остаточного ресурса выключателей.

Основными результатами применения АВМ-ВК являются:

- повышение эффективности эксплуатации высоковольтных выключателей;
- сокращение случаев сбоев энергообеспечения по причине отказа оборудования;
- выявление начальной стадии развития дефекта и/или предаварийных и аварийных режимов в контролируемом оборудовании;
- сокращение инвестиционных затрат на необоснованное обновление оборудования;
- снижение расходов на проведение ремонтов;
- сокращение трудозатрат персонала на обслуживание высоковольтных выключателей в процессе эксплуатации в результате внедрения автоматизированных методов диагностики;
- увеличение времени эксплуатации оборудования на основании фактических значений критических параметров высоковольтных выключателей;
- снижение рисков причинения экологического ущерба из-за выхода из строя высоковольтных выключателей;
- уменьшение затрат на страхование, так как наличие систем мониторинга и диагностики оборудования является серьезным фактором для страховых компаний.

Устройство АВМ-ВК является составной частью иерархической системы мониторинга (второй уровень) высоковольтных выключателей, включающей в себя (для подсистемы одного объекта), кроме самого устройства, набор датчиков для конкретного типа выключателя (первый уровень) и канал последовательной связи с верхним уровнем (Рис. 1). Верхний уровень системы может быть автономным в виде отдельного промышленного компьютера, либо реализован в АСУ ТП энергообъекта в качестве одной из подсистем.

Одно устройство АВМ-ВК обслуживает один 3-х фазный выключатель.

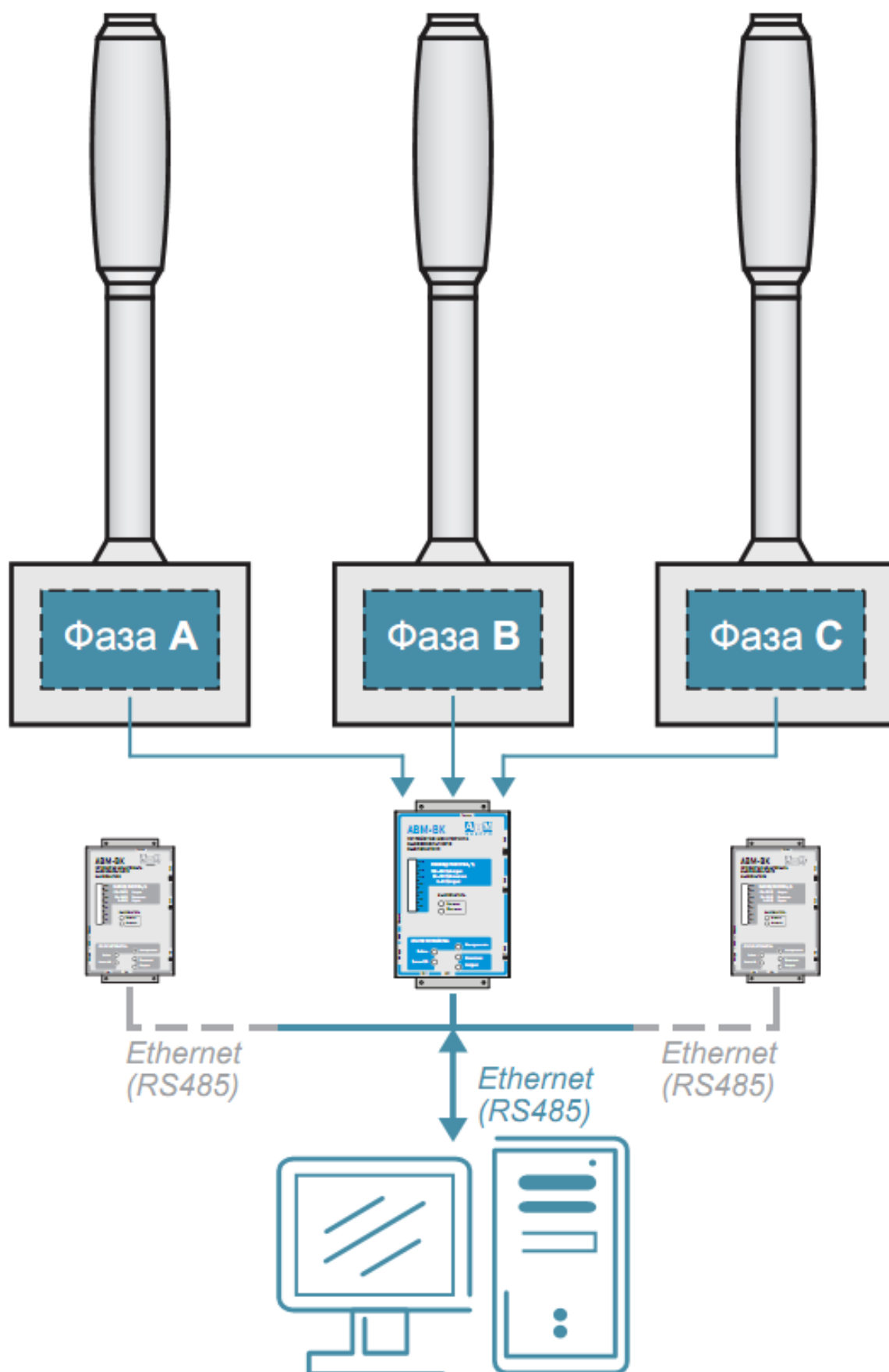


Рис. 1 – Иерархическая система мониторинга выключателей энергообъекта

Устройство АВМ-ВК выполняет следующие функции:

1.1.1. Контроль рабочих операций:

- формирование дискретных сигналов «выключатель включен/отключен»;
- учет количества операций;
- обнаружение неполнофазных режимов во включенном и отключенном

состояниях;

- измерение и анализ времени срабатывания для операций включения и

отключения;

- коррекция смещения времени срабатывания в зависимости от температуры и напряжения собственных нужд (при наличии данных от завода-изготовителя);

1.1.2. Функции контроля тока отключения:

- измерение тока перед и во время отключения;
- расчет электрического износа контакта и остаточного ресурса работы;
- определение времени горения дуги;
- сигнализация при превышении порога времени горения дуги.

1.1.3. Функции контроля собственных нужд и оперативных цепей, самоконтроль:

- контроль целостности цепей соленоидов;
- контроль наличия оперативного тока;
- контроль наличия напряжения собственных нужд;
- контроль температуры в шкафу, где установлено устройство АВМ-ВК;
- самоконтроль аппаратных узлов АВМ-ВК и подключенных датчиков.

1.1.4. Функции сигнализации:

- формирование дискретных сигналов аварийной и предупредительной

сигнализации.

1.2. Технические характеристики АВМ-ВК

Основные технические характеристики АВМ-ВК приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики АВМ-ВК

Наименование параметра	Значение	
1. Параметры цепей питания: - напряжение (переменного тока), В, частотой 50 Гц или напряжение (постоянного тока), В - потребляемая мощность, Вт, не более	(187..242) (187..330) 10	
2. Параметры измерения основных токов: - номинальные значение силы переменного тока I_n , А - диапазон измерений силы переменного тока, А - пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему пределу диапазона измерений) погрешности измерений напряжения переменного тока	1 или 5 от 0,5 I_n до 40 I_n $\pm 3,0 \%$	
3. Параметры измерения температуры: - число каналов измерения температуры - диапазон измерений электрического сопротивления в температурном эквиваленте (в соответствии с типом НСХ Pt100 по ГОСТ 6651-2009) - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления в температурном эквиваленте	3 -50.. +100 °C 80,31.. 138,50 Ом $\pm 1,0^\circ\text{C}$	
4. Требуемая коммутационная способность внешних сигнальных контактов: - номинальное напряжение (постоянное), В - номинальный ток (постоянный), мА, не менее	=24 5	
5. Количество и коммутационная способность выходных контактов реле: - количество, - напряжение, В - ток, А	3	
	=220 0,3	~220эфф 5
6. Коммуникационный узел: - индикаторная полоса, - светодиодная индикация, - последовательный интерфейс, - поддержка карт памяти	14 сегментов 7 светодиодов USB SD/SDHC	
7. Интерфейс обмена с верхним уровнем комплекса, протокол обмена с верхним уровнем (опционально)	Ethernet	RS-485
	Modbus TCP IEC-870-5-104	Modbus RTU
8. Степень пыле-влагозащищенности	IP20	
9. Условия эксплуатации	-20...+55 -45...+55 (спец. исп.)	
10. Срок службы, лет, не менее	20	
11. Габаритные размеры (В×Ш×Г), мм, не более	255×160×50	
12. Масса, кг, не более	2,0	

Указанные в таблице 1 погрешности измерений приведены для внутренних трактов устройства АВМ-ВК без учета погрешности внешних датчиков.

1.3. Состав комплекта АВМ-ВК

В состав каждого комплекта включается:

- Устройство АВМ-ВК – 1 шт.;
- Датчик токов ДТЗТ (АВМР.423141.003) – 1 шт.;
- Реле контроля соленоидов (АВМР.423141.001) (опционально) – 1 шт.;
- Датчик температуры с характеристикой типа Pt100 (опционально) – 2 шт.;
- Кабель USB A-B – 1 шт.;
- Кабель Ethernet (длина до 3м) – 1шт.;
- Программное обеспечение AVS_ABMVK_ABMVK – 1 шт.;
- Комплект эксплуатационной документации – 1 шт.;

При поставке партии устройств АВМ-ВК в комплект может быть включен групповой ЗИП.

1.4. Датчики АВМ-ВК

В комплект АВМ-ВК могут входить следующие датчики:

Датчик токов ДТЗТ (АВМР.423141.003) – предназначен для измерения главных токов ВВ, имеет три канала преобразования тока от ТТ энергообъекта в напряжение (-2.5.. +2.5 В). Внешний вид датчик показан на

- Рис. 2.



Рис. 2 – Датчик тока ДТЗТ

- Реле контроля соленоидов РКС (АВМР.423141.001) – предназначено для контроля целостности цепи соленоидов высоковольтного выключателя, имеет три канала: для контроля соленоида включения и 2-х соленоидов отключения. Внешний вид РКС показан на Рис. 3.

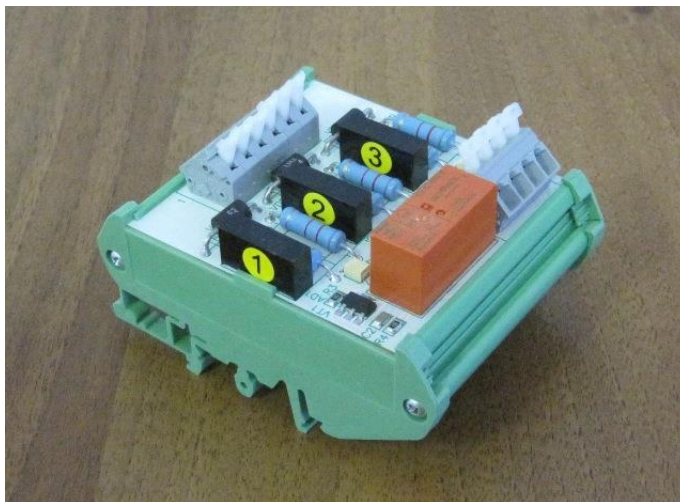


Рис. 3 – Реле контроля соленоидов РКС

- Датчики температуры с характеристикой типа Pt100 – предназначены для измерения температуры окружающей среды и температуры внутри шкафа управления выключателя. Пример датчика показан на Рис. 4



Рис. 4 – Датчик температуры Pt100

1.5. Устройство и работа АВМ-ВК

1.5.1. Принцип действия АВМ-ВК

Устройство АВМ-ВК осуществляет непрерывный мониторинг высоковольтного выключателя с постоянным контролем основных механических и электрических параметров. При достижении этими параметрами заданных предупредительных и аварийных уставок выдается соответствующая сигнализация. Устройство АВМ-ВК имеет возможность связи с верхним уровнем (АСУ ТП) для выдачи требуемых значений контролируемых параметров оперативному персоналу энергообъекта.

Аппаратурой АВМ-ВК управляет микроконтроллер, который в соответствии с заложенной в него программой осуществляет полный цикл измерений, вычисления параметров выключателя, обмен информацией с верхним уровнем, архивирование данных, выполнение функций сигнализации и защиты и других заложенных в него функций.

1.5.2. Построение и работа АВМ-ВК

Функциональная схема АВМ-ВК представлена на Рис. 5.

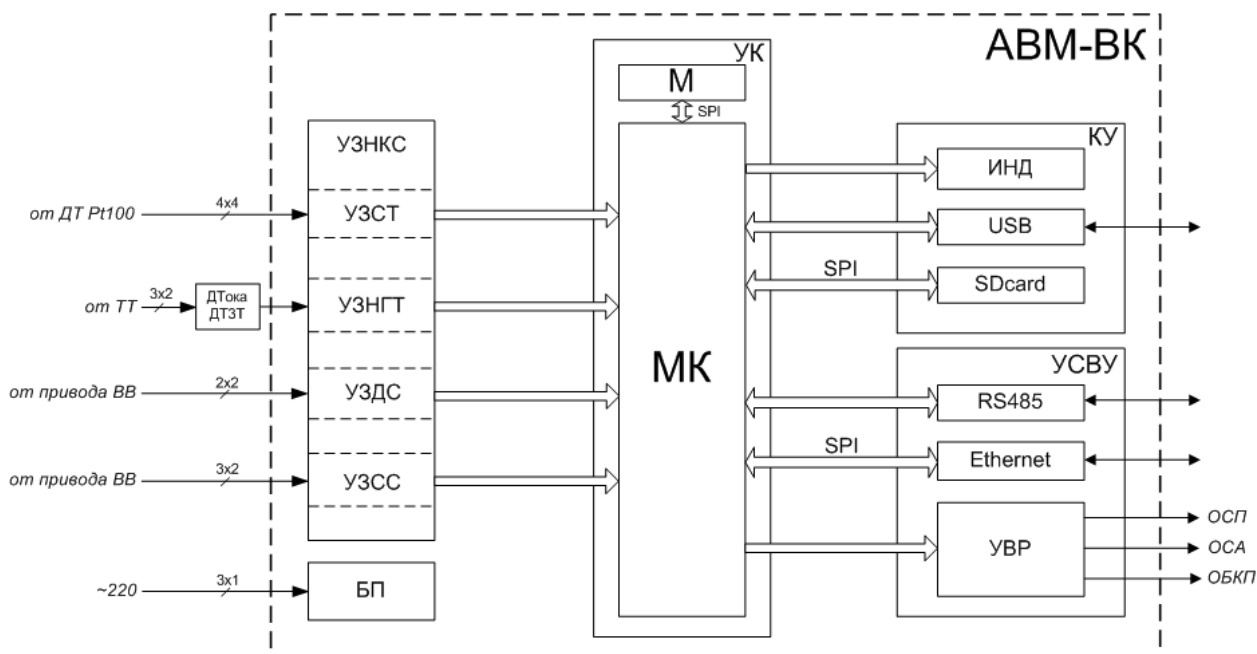


Рис. 5 – Функциональная схема АВМ-ВК

Устройство состоит из следующих функциональных узлов:

- УЗНКС – узел защиты, нормализации и коммутации входных сигналов;
- УК – узел контроллера, состоящий из микроконтроллера (МК) и быстродействующей оперативной памяти (М);

- КУ – коммуникационный узел;
- УСВУ – узел связи с верхним уровнем и системой сигнализации/РЗА.
- В узле УЗНКС можно выделить подузлы, относящиеся к различным группам сигналов, различающиеся схемным исполнением, но одинаковые по функциональному назначению, это:
- УЗСТ – узел защиты, нормализации и коммутации сигналов датчиков температуры;
- УЗНГТ – узел защиты, нормализации и коммутации сигналов датчика главных токов;
- УЗДС – узел защиты, нормализации и коммутации дискретных сигналов;
- УЗСС – узел защиты, нормализации и коммутации сигналов соленоидов.

В микроконтроллер МК поступают сигналы от датчика главных токов ДТЗТ (подключенного к вторичным цепям ТТ ВВ или энергообъекта) и датчиков температуры ДТ Pt100 после прохождения через соответствующие узлы защиты, нормализации и коммутации УЗСТ и УЗНГТ. От привода высоковольтного выключателя дискретные сигналы «Главный контакт замкнут» и сигналы срабатывания соленоидов включения/отключения, после нормализации в узлах УЗДС и УЗСС также поступают в микроконтроллер МК.

Микроконтроллер управляет работой всех узлов АВМ-ВК: с помощью коммутаторов УЗНКС в общем цикле измерений в заданной последовательности получает и обрабатывает данные от датчиков, в соответствии с заложенными алгоритмами анализирует полученные данные и вычисляет контролируемые параметры, при превышении измеренными или рассчитанными величинами заданных пределов принимает решение о выдаче соответствующих аварийных и предупредительных сигналов. Дискретные аварийные и предупредительные сигналы формируются в узле УСВУ посредством выходных реле УВР. В АВМ-ВК предусмотрены следующие выходные дискретные сигналы: «общий сигнал предупреждения ОСП» (на лицевой панели устройства – «Внимание»), «общий сигнал аварии ОСА» (на лицевой панели устройства – «Авария») и «сигнал отказа устройства и контроля питания ОБКП» (на лицевой панели устройства – «Неисправность»).

Для привязки к реальному времени измерений и событий, микроконтроллер имеет встроенные часы реального времени. Синхронизация времени с системой верхнего уровня осуществляется с точностью до 1 секунды посредством протоколов связи. Физически связь с верхним уровнем осуществляется по последовательному интерфейсу RS-485 либо по интерфейсу локальной сети Ethernet, формирователи интерфейсов располагаются в узле УСВУ.

В состав АВМ-ВК входит коммуникационный узел КУ, в котором предусмотрен набор светодиодных индикаторов ИНД, показывающих состояние ВВ (включен/отключен), текущий расход коммутационного ресурса ВВ, а также статус устройства.

Закачка и обновление программы в МК, а также считывание при необходимости накопленных данных из памяти М производится с помощью ноутбука по интерфейсу локальной сети Ethernet или через интерфейс USB, выходной формирователь которого расположен в узле КУ. При необходимости архив измеренных и вычисленных данных может храниться на карте памяти типа SD/SDHC, формирователь связи с ней находится в узле КУ.

1.6. Конструкция устройства

АВМ-ВК имеет прямоугольную коробчатую конструкцию размерами 255×160×50 мм (высота×ширина×глубина), состоящую из двух базовых элементов: основания и крышки (Рис. 6).

Крышка крепится к основанию винтами, образуя единый корпус устройства. Указанные элементы корпуса являются несущими: в основании располагаются и крепятся к нему модули источников питания, сетевой фильтр, разъем питания, выключатель, предохранитель и печатная плата устройства.

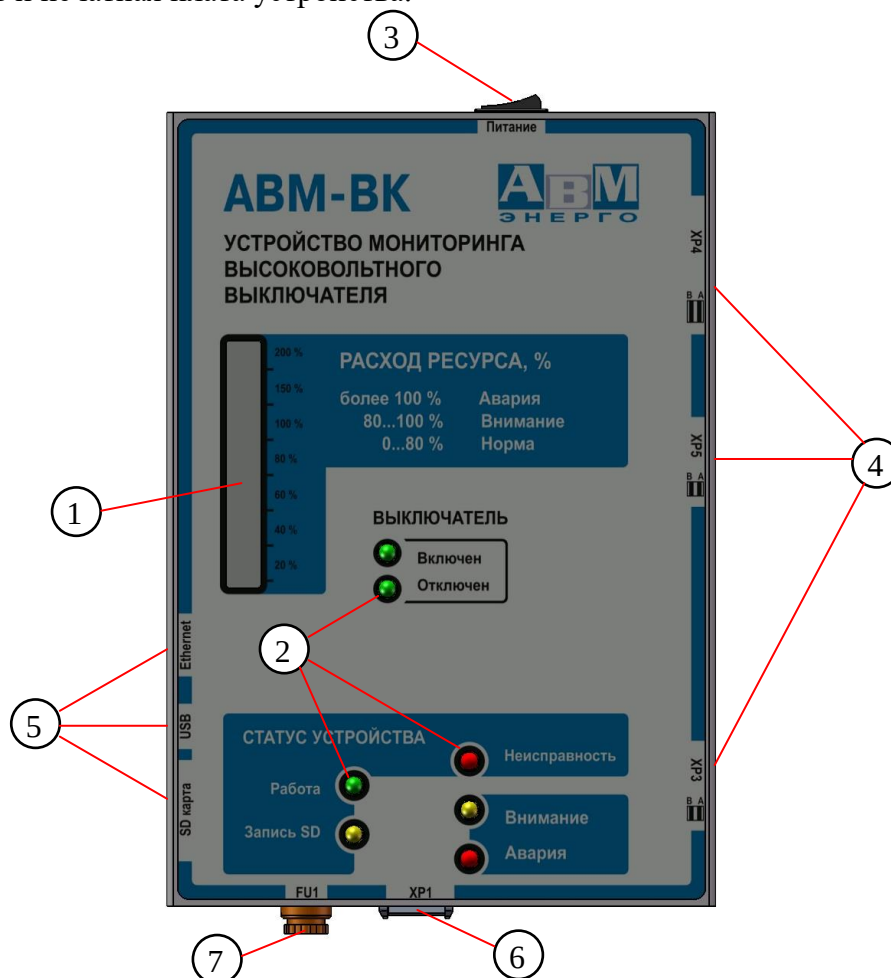


Рис. 6 – Устройство АВМ-ВК

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Светодиодная полоса | 5. Разъемы для внешних интерфейсов:
Ethernet, USB, SD карта |
| 2. Светодиоды сигнализации | 6. Разъём питания XP1 |
| 3. Выключатель питания | 7. Предохранитель |
| 4. Разъемы XP3, XP4, XP5 | |

Для крепления устройства АВМ-ВК используется крепежная панель, которая имеет различные варианты исполнения, нужный вариант выбирается в соответствии с требованиями заказчика.

В крышке имеется прямоугольное окно, закрытое оргстеклом, через которое можно видеть светодиодную полосу, отображающую текущий расход коммутационного ресурса высоковольтного выключателя.

Все внешние цепи устройства АВМ-ВК проходят через контакты разъемов, которые обеспечивают быструю замену модуля в случае обнаружения его неисправности. Для удобства коммутации основная часть разъемов располагается на правой стороне устройства.

1.7. Режимы работы АВМ-ВК

Устройство АВМ-ВК имеет режим конфигурирования и два основных режима работы, зависящих от состояния высоковольтного выключателя: при отсутствии коммутации и в процессе коммутации ВВ. При отсутствии коммутации АВМ-ВК контролирует и с заданной периодичностью архивирует значения токов, протекающих через ВВ, и температуру в ШУ ВВ. При поступлении сигнала от соленоида включения или отключения АВМ-ВК переходит в режим цифрового осциллографа. После завершения процесса коммутации АВМ-ВК обрабатывает полученную осциллограмму, рассчитывает контролируемые параметры и сохраняет их в памяти устройства.

Более подробно описание режимов работы устройства АВМ-ВК приведено в пунктах 2.2 и 2.4 настоящего руководства.

1.8. Маркировка и пломбирование

Маркировка должна содержать следующие сведения об изделии:

- наименование изделия;
- наименование и почтовый адрес предприятия-изготовителя;
- заводской номер;
- напряжение питания;
- потребляемая мощность;

- месяц и год выпуска;
- масса;
- надпись «Сделано в ».

Опломбирование АВМ-ВК осуществляется изготовителем перед отгрузкой. Пломба представляет собой наклейку с уникальным кодом и специальным термослоем. При попытке вскрытия на индикаторной пломбе - наклейке проявляется надпись "ВСКРЫТО" или "OPEN", которая легко определяется визуально и сохраняется при попытке повторного наклеивания.

1.9. Упаковка

Каждое устройство АВМ-ВК упаковывается с комплектом эксплуатационной документации в защитную пленку и индивидуальную транспортную тару – картонную коробку.

Масса брутто единицы транспортной тары должна быть не более 5 кг.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1. Эксплуатационные ограничения

ВНИМАНИЕ! Работоспособность устройства АВМ-ВК обеспечивается в диапазоне температур от минус 20°C до 55°C (опционально, при наличии встроенного обогревателя, от минус 45°C до 55°C).

ВНИМАНИЕ! Перед вводом в работу убедиться, что все разъемы устройства АВМ-ВК и датчика токов ДТЗТ подключены и надежно зафиксированы. В процессе работы устройства запрещается коммутация разъемных соединений.

2.2. Подготовка АВМ-ВК к использованию

Устройство АВМ-ВК должно быть смонтировано и подключено в соответствии с инструкцией по монтажу АВМР.421417.031-13 ИМ. При выполнении монтажа следует использовать схему электрическую подключения АВМР.421417.031-13 Э5 (Приложение 1).

2.2.1. Меры безопасности при подготовке АВМ-ВК к использованию

К работам по подготовке АВМ-ВК к использованию и дальнейшим работам с устройством могут быть допущены лица, знающие устройство ВВ и принципы работы устройства мониторинга АВМ-ВК в объеме данного РЭ и прошедшие соответствующий инструктаж по правилам работы на действующем оборудовании и правилам техники безопасности.

После установки и полного монтажа АВМ-ВК на ДТЗТ заведены цепи вторичных токов от ТТ энергообъекта, которые классифицируются как **токовые цепи**, поэтому работа с ними должна осуществляться по правилам работы с **токовыми цепями**. Лица, допущенные к работам со шкафом, должны отчетливо представлять себе последствия разрыва токовых цепей.

При необходимости извлечения ДТЗТ из шкафа управления ВВ должна быть обеспечена целостность вторичных цепей трансформаторов тока.

При работах с устройством следует иметь в виду, что на его разъемах присутствуют опасные для жизни напряжения:

- переменное напряжение 220 В собственных нужд на разъеме ХР1;
- постоянное напряжение 220 В от соленоидов включения/отключения на разъеме ХР5.

2.2.2. Установка сетевых параметров

Для начальной установки сетевых параметров необходимо выполнить следующие действия:

- 2.2.2.1. Подключить выключенное устройство АВМ-ВК к компьютеру по интерфейсу USB.
- 2.2.2.2. Включить питание устройства АВМ-ВК.
- 2.2.2.3. Убедиться, что устройство отображается в системе (см. Рис.)

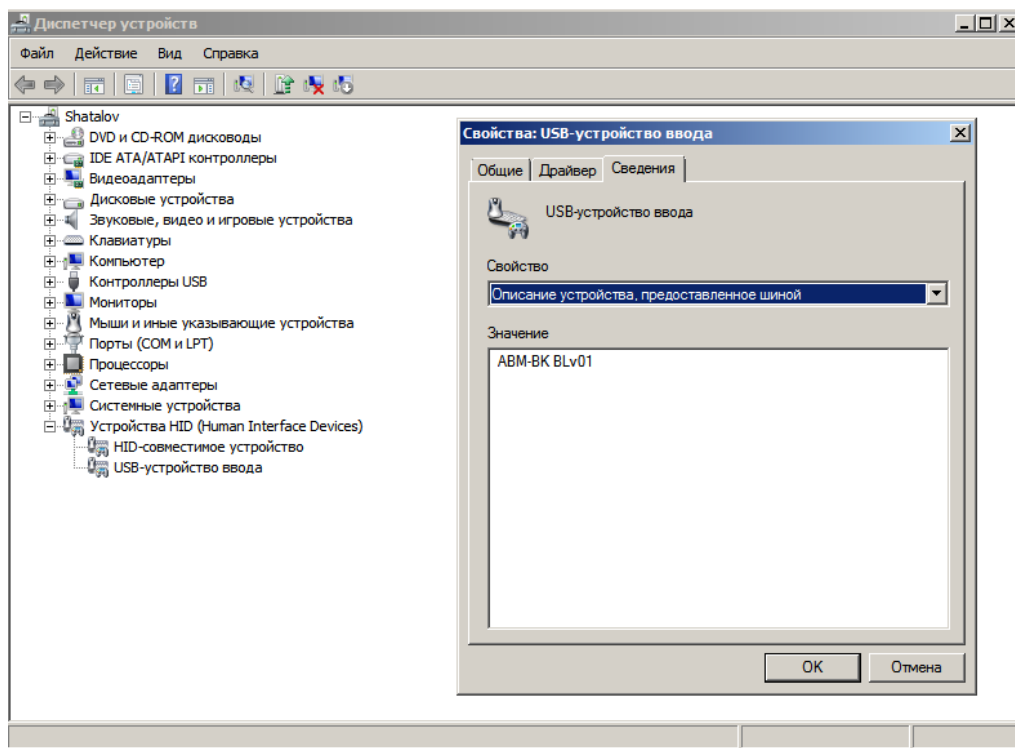


Рис. 7 - Отображение АВМ-ВК в операционной системе

- 2.2.2.4. Запустить с прилагаемого диска программу PC_Prog.exe из каталога BootLoader.
- 2.2.2.5. На вкладке «Сетевые параметры» (Рис.) задать значение IP-адреса и маски подсети в соответствии с настройками вашей сети. При необходимости задать параметры сети MODBUS. Нажать кнопку «Сохранить настройки».
- 2.2.2.6. Если установлен флаг «По возможности использовать DHCP», то при включении устройства сначала будет попытка получить IP-адрес от DHCP-сервера в локальной сети. При неудаче в качестве IP-адреса будет взят тот, который был занесен программой PC_Prog.exe. Поэтому, если необходимо задавать жесткое значение IP-адреса, которое гарантированно будет принято

устройством при включении, флаг «По возможности использовать DHCP» нужно сбросить и сохранить эту настройку.

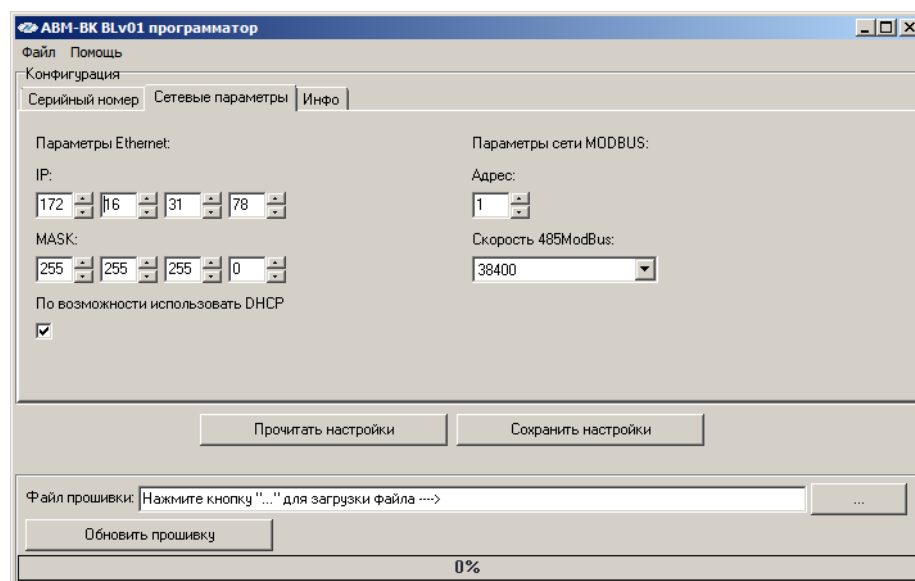


Рис. 8 - Вкладка "Сетевые параметры"

2.2.2.7. Выключить питание АВМ-ВК, отключить кабель USB, подключить АВМ-ВК к компьютеру по интерфейсу Ethernet, включить питание АВМ-ВК. С помощью сервисной программы AVS_ABMBK_ABMBK (см. пункт 2.2.3) убедиться, что заданные настройки применены.

2.2.3. Конфигурирование АВМ-ВК

В режиме конфигурирования настраиваются общие и инженерные параметры АВМ-ВК. Настройка конфигурационных параметров возможна:

- с верхнего уровня комплекса мониторинга высоковольтного оборудования;
- с помощью сервисной программы AVS_ABMBK при подключении ноутбука непосредственно к устройству АВМ-ВК.

При конфигурировании с верхнего уровня доступ к параметрам осуществляется программным обеспечением верхнего уровня в соответствии с протоколом обмена.

Для конфигурирования с помощью сервисной программы AVS_ABMBK необходимо непосредственное подключение ноутбука к АВМ-ВК с помощью кабеля Ethernet, входящего в комплект поставки.

Конфигурирование в программе AVS_ABMBK осуществляется на вкладке «Конфигурирование АВМ-ВК».

Параметры конфигурирования разбиты на 3 группы по функциональному признаку:

- Настройки устройства;
- Настройка даты/времени;
- Настройки функций контроля.

Настройки устройства задаются на вкладке «Конфигурация устройства» (Рис. 9) и включают в себя адрес устройства для связи с верхним уровнем, параметры для работы в локальной сети – MAC-адрес, IP-адрес и маску подсети, параметры работы через интерфейс Modbus (скорость, четность, количество бит данных и стоповых бит). Подробное описание параметров устройства приведено в таблице 2.

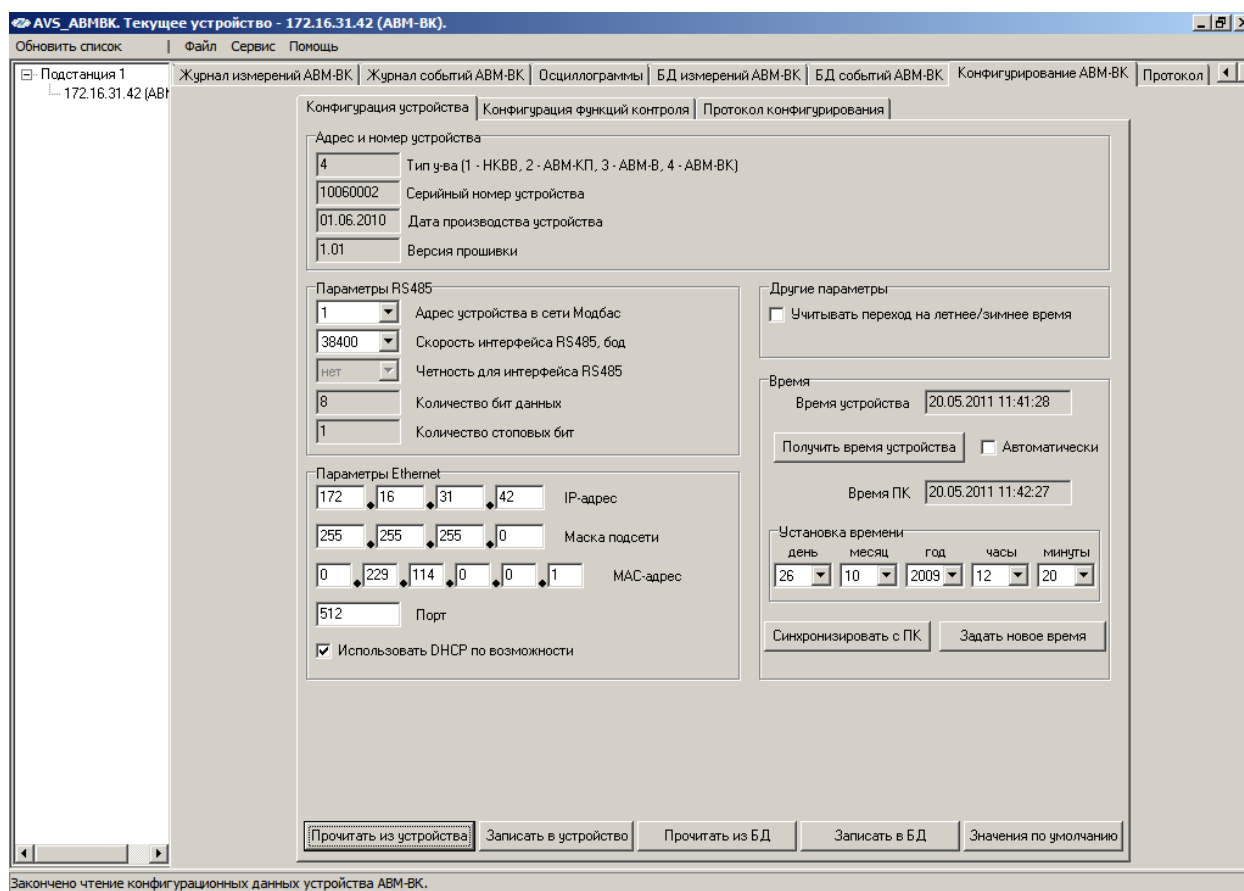


Рис. 9 – Экраны программы AVS_ABMBK – вкладка «Конфигурация устройства»

Для чтения данных конфигурации из устройства ABM-BK следует нажать кнопку «Прочитать из устройства», данные будут получены из устройства и выведены на вкладке. Для записи конфигурации следует задать нужные значения в полях на вкладке и нажать кнопку «Записать в устройство». При записи выполняется проверка на ее правильность, при успешном окончании записи выводится соответствующее сообщение. Также возможны чтение и запись конфигурации, сохраненной в базе данных программы AVS_ABMBK. Для этого используются кнопки «Прочитать из БД» / «Записать в БД». При нажатии на кнопку

«Значения по умолчанию» на вкладке будут выведены значения параметров, установленные производителем.

Таблица 2 – Конфигурационные параметры АВМ-ВК – настройки устройства

Наименование параметра	Описание	Диапазон	Значение по умолчанию
Адрес устройства в сети MODBUS	Адрес устройства в протоколе обмена для связи с верхним уровнем	1÷247	1
Скорость интерфейса RS-485	Скорость интерфейса для связи с верхним уровнем	115200, 57600, 38400, 19200, 9600, 4800, 2400, 1200, 600 бод	9600 бод
Четность RS-485	Признак использования бита четности для интерфейса RS-485	нет/чет/нечет (0/1/2)	нет
Количество бит данных	Количество бит данных для RS-485	5/6/7/8	8
Количество стоповых бит	Количество стоповых бит для RS-485	1/2	1
MAC-адрес	Сетевой адрес устройства канального уровня для работы в локальной сети Ethernet	6 байт: XXX.XXX.XXX.XXX.XXX.XXX, где XXX = 0÷255	0.229.114.0.0.1
IP-адрес	Сетевой адрес устройства для работы в локальной сети Ethernet	4 байта: XXX.XXX.XXX.XXX, где XXX = 0÷255	192.168.0.1
Маска подсети	Значение маски адреса для работы в локальной сети Ethernet	4 байта: XXX.XXX.XXX.XXX, где XXX = 0÷255	255.255.255.0
Номер порта	Значение порта для работы в локальной сети Ethernet	0÷65535	512
Использовать DHCP по возможности	Признак использования DHCP при определении сетевого адреса	нет/да	да
Переход на зимнее/летнее время	Признак использования перехода на зимнее/летнее время	нет/да	нет

Настройка даты и времени АВМ-ВК производится с помощью панели «Время» на вкладке «Конфигурация устройства» (Рис. 9). В поле «Время ПК» отображается текущее время ноутбука, в поле «Время устройства» в случае доступности АВМ-ВК выводится его время, получаемое из устройства с интервалом 1 секунда. Для получения времени устройства следует один раз нажать на кнопку «Получить время устройства», для регулярного опроса устройства (с периодом – один раз в секунду) нужно установить флаг «Автоматически». На

панели «Установка времени» можно задать собственное значение. При некорректной введенной дате (например, 30 февраля) будет выведено предупреждение и возвращено исходное значение даты. Для того чтобы задать время в АВМ-ВК, следует нажать на кнопку «Синхронизировать с ПК» (будет установлено значение из поля «Время ПК») или «Задать новое время» (будут установлены значения даты и времени, заданные через панель «Установка времени»). При успешной записи значения времени будет выведено подтверждение.

Настройки функций контроля задаются на вкладке «Конфигурация функций контроля» (Рис. 10). Подробно настройки для функций контроля описаны в таблице 3.

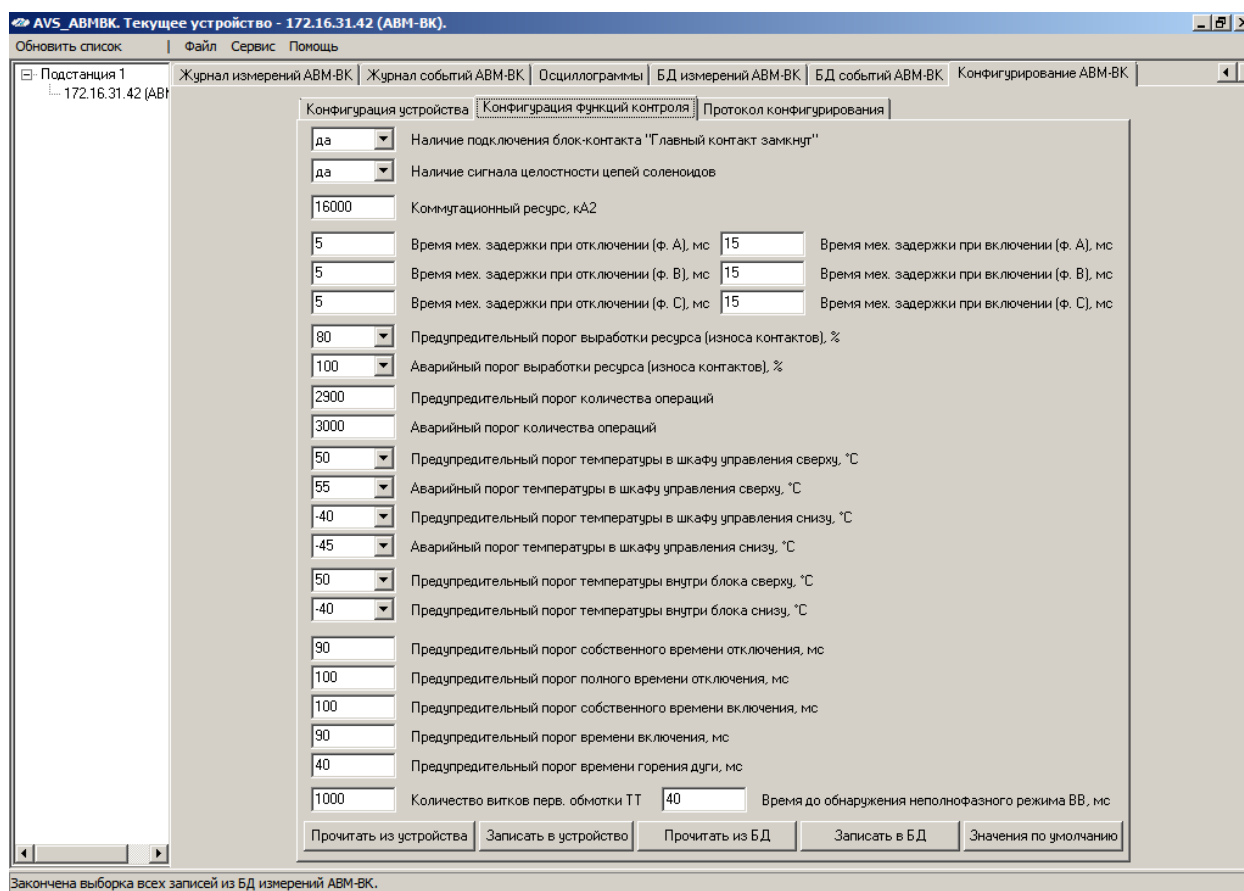


Рис. 10 – Экраны программы AVS_ABMBK – вкладка «Конфигурация функций контроля» для вкладки «Конфигурирование АВМ-ВК»

Принципы работы с данными конфигурации для функций контроля аналогичны принципам для данных конфигурации устройства. С помощью соответствующих кнопок данные могут быть прочитаны /записаны в устройство АВМ-ВК или БД программы AVS_ABMBK.

Таблица 3 – Конфигурационные параметры АВМ-ВК – настройки функций контроля

Наименование параметра	Описание	Диапазон	Значение по умолчанию
Сигнал блок-контакта «Главный контакт замкнут»	Признак, показывающий есть ли сигнал «Главный контакт замкнут»	да/нет	да
Сигнал целостности	Признак, показывающий есть ли сигнал целостности цепей соленоидов	да/нет	да
Rmax	Коммутационный ресурс	0÷65535 кА ²	16000
Тзад откл А	Время механической задержки при отключении для фазы А	-32768÷32767 мс	5
Тзад откл В	Время механической задержки при отключении для фазы В	-32768÷32767 мс	5
Тзад откл С	Время механической задержки при отключении для фазы С	-32768÷32767 мс	5
Тзад вкл А	Время механической задержки при включении для фазы А	-32768÷32767 мс	15
Тзад вкл В	Время механической задержки при включении для фазы В	-32768÷32767 мс	15
Тзад вкл С	Время механической задержки при включении для фазы С	-32768÷32767 мс	15
Rпред	Предупред. порог выработки ресурса	0÷100 %	80
Rавар	Аварийный порог выработки ресурса	0÷200 %	100
Ноп пред	Предупредительный порог количества выполненных операций	0÷65535	2900
Ноп авар	Аварийный порог количества выполненных операций	0÷65535	3000
Тпред верх ШУ	Предупредительный порог температуры в шкафу управления сверху	-127..+127 °С	50
Тавар верх ШУ	Аварийный порог температуры в шкафу управления сверху	-127..+127 °С	55
Тпред нижн ШУ	Предупредительный порог температуры в шкафу управления снизу	-127..+127 °С	-40
Тавар нижн ШУ	Аварийный порог температуры в шкафу управления снизу	-127..+127 °С	-45
Тпред верх устройства	Предупредительный порог температуры внутри устройства сверху	-127..+127 °С	50
Тпред нижн устройства	Предупредительный порог температуры внутри устройства снизу	-127..+127 °С	-40
Тоткл собств пред	Предупредительный порог собственного времени отключения	0÷65535 мс	90
Тоткл полн пред	Предупредительный порог полного времени отключения	0÷65535 мс	100
Твкл собств пред	Предупредительный порог собственного времени включения	0÷65535 мс	100
Твкл пред	Предупредительный порог времени включения	0÷65535 мс	90
Тгор дуги пред	Предупредительный порог времени горения дуги	0÷65535 мс	40
Квит первич	Количество витков первичной обмотки ТТ энергообъекта	0÷65535	1000
Тобн нпф	Время до обнаружения неполнофазного режима ВВ	0÷65535 мс	40

При поставке АВМ-ВК на объект в его память занесены заводские значения уставок срабатывания реле, формирующих контактные сигналы в систему сигнализации подстанции, которые используются при заводских испытаниях и тестовых проверках. Эти данные должны быть заменены реальными, соответствующими конкретному типу высоковольтного выключателя.

Конфигурирование осуществляется с помощью программы AVS_ABMBK, перечень необходимых данных указан в таблице 3.

Часть данных для задания уставок определяется ГОСТ Р 52565-2006 «Выключатели переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Общие технические условия» и другими руководящими документами; другая часть – технической документацией (паспорт и др.) на конкретные ВВ.

Данные об уставках, а также другие необходимые данные: количество витков первичной обмотки ТТ энергообъекта, паспортные данные ВВ, накопленный электрический и механический ресурс (если есть) и состав выполняемых АВМ-ВК функций (см. табл. 3) после просмотра, оценки и согласования с ответственными представителями эксплуатационного персонала энергетического объекта и/или фирмы-изготовителя ВВ заносятся в память устройства и в соответствующий архив программы AVS_ABMBK. Часть этих данных защищена от несанкционированного доступа. Для изменения этих данных требуется ввод пароля (по умолчанию «911»).

Конкретные начальные значения параметров и значения уставок заносятся в соответствующий раздел акта или протокола, которым оформляется ввод ВВ в работу (Приложение 2).

2.2.4. Опробование АВМ-ВК

При включении АВМ-ВК запускаются тестовые программы, включенные в основное программное обеспечение модуля. При успешном выполнении внутренних тестов необходимо проверить конфигурацию АВМ-ВК для заданного ВВ с помощью ноутбука с запущенной программой AVS_ABMBK.

При наличии верхнего уровня системы мониторинга высоковольтного выключателя следует проверить связь с программным обеспечением верхнего уровня и корректную передачу информации. Если связь с ПО верхнего уровня осуществляется через Ethernet, перед проверкой следует отсоединить кабель Ethernet от ноутбука и восстановить штатное соединение с верхним уровнем системы мониторинга ВВ.

2.3. Ввод АВМ-ВК в работу

2.3.1. Включение АВМ-ВК

Ввод устройства в работу при работающем высоковольтном выключателе производится в следующем порядке:

2.3.1.1. Произвести внешний осмотр АВМ-ВК. Убедиться в правильности сочленения всех разъемов и их надежной фиксации.

2.3.1.2. Включить соответствующий автомат «Питание АВМ-ВК» в ШУ ВВ. Включить выключатель на АВМ-ВК SA1 («Питание»).

2.3.1.3. Убедиться, что светодиод «Работа» на лицевой панели устройства АВМ-ВК начал мигать с интервалом около 0,5 секунды. Если этого не произошло, следует выключить и снова включить выключатель SA1 («Питание»).

2.3.1.4. Подключить ноутбук с запущенной программой AVS_ABMBK и убедиться по первым данным, отображаемым программой, что устройство АВМ-ВК нормально функционирует. По окончании ввода в работу отсоединить кабель Ethernet от ноутбука, восстановить штатное соединение с верхним уровнем системы мониторинга ВВ, закрыть дверь ШУ ВВ.

2.4. Порядок работы с АВМ-ВК в процессе эксплуатации

Возможно использование устройства АВМ-ВК в двух вариантах реализации: с верхним уровнем системы мониторинга ВВ и без верхнего уровня.

В первом случае все данные, формируемые АВМ-ВК, о состоянии объекта контроля и самого устройства передаются на верхний уровень. В случае необходимости реконфигурирование АВМ-ВК также возможно с верхнего уровня. В задачу обслуживающего и эксплуатационного персонала энергообъекта входит контроль показаний АВМ-ВК в случае возникновения сигналов «Внимание», «Авария» или «Неисправность».

Во втором варианте, когда АВМ-ВК используется без верхнего уровня системы мониторинга ВВ, потребуются периодические контрольные осмотры АВМ-ВК, а также использование ноутбука с установленной программой AVS_ABMBK с целью считывания информации для идентификации события в случае срабатывания сигнализации. Кроме того, так как в памяти устройства АВМ-ВК фиксируются все замеры параметров ВВ за период не менее месяца, возможно периодическое считывание данных для накопления их и использования в диагностических целях.

К работе с АВМ-ВК могут быть допущены лица, знающие устройство и возможности высоковольтного выключателя и АВМ-ВК в объеме данного руководства по эксплуатации и прошедшие соответствующий инструктаж по правилам работы на действующем оборудовании и правилам техники безопасности.

При подключении ноутбука и запуска программы AVS_AВМВК выполняется сканирование для определения подключенных устройств АВМ-ВК. Найденные устройства отображаются в виде списка в левой части рабочего окна программы (Рис. 11). Для просмотра данных необходимо выбрать устройство, один раз щелкнув левой кнопкой мыши по его названию. Будет выполнен начальный опрос, после чего с выбранным устройством можно работать.

Текущие измерения отображаются на вкладке «Главное окно АВМ-ВК» (Рис. 11).

В главном окне для каждой фазы отображается текущее значение расхода механического и коммутационного ресурса ВВ в виде полосы с определенным числом подсвеченных светодиодов (зеленых, желтых и красных). Если произошло срабатывание сигнализации, то в верхней части начинают мигать индикаторы «Авария», «Внимание» или «Самодиагностика» и появляется прямоугольник с надписью «Авария» или «Внимание». При нажатии на него выводится окно с информацией о признаках срабатывания сигнализации (Рис. 12). Для просмотра данных самодиагностики (Рис. 13) нужно навести указатель мыши на кнопку «Самодиагностика» и щелкнуть левой кнопкой мыши один раз.

Для просмотра осциллограмм устройства нужно перейти на вкладку «Осциллограммы». Нужно задать номер нужной осциллограммы и ее тип и нажать кнопку «Получить данные осциллограммы» (Рис. 16).

Все события архивируются во внутренней энергонезависимой памяти АВМ-ВК и, при необходимости, на внешнем носителе SD/SDHC. Для просмотра архива необходимо в программе AVS_AВМВК вызвать вкладку «Журнал событий АВМ-ВК» (Рис. 14) и нажать кнопку «Обновить», чтобы вывести записи журнала событий в табличном виде. Данные журнала событий при загрузке из устройства также сохраняются в базе данных. С сохраненными данными можно работать на вкладке «БД событий АВМ-ВК», помимо вывода всех записей возможна выборка записей за определенный интервал времени и выборка о событиях заданного типа.

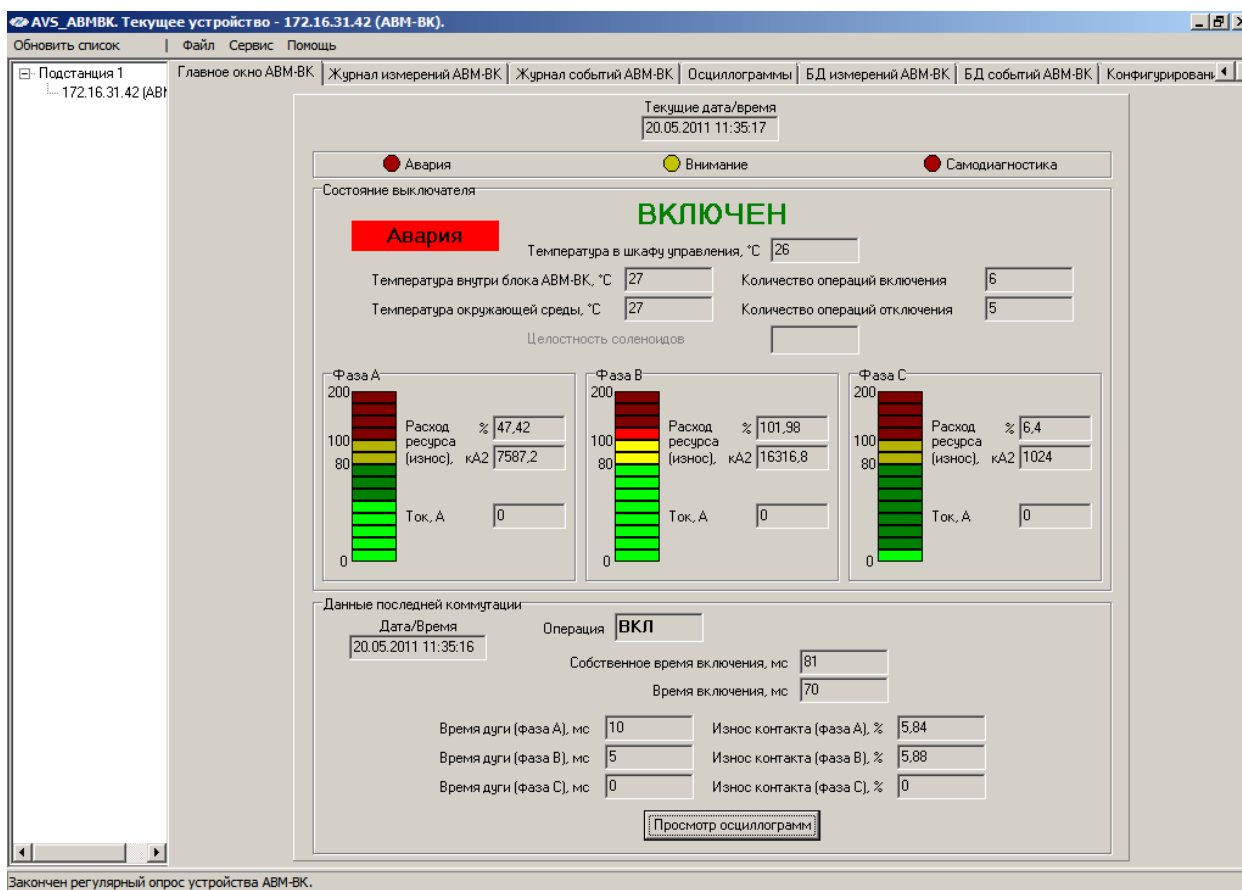


Рис. 11 – Экраны программы AVS_ABMBK – вкладка «Главное окно АВМ-ВК»

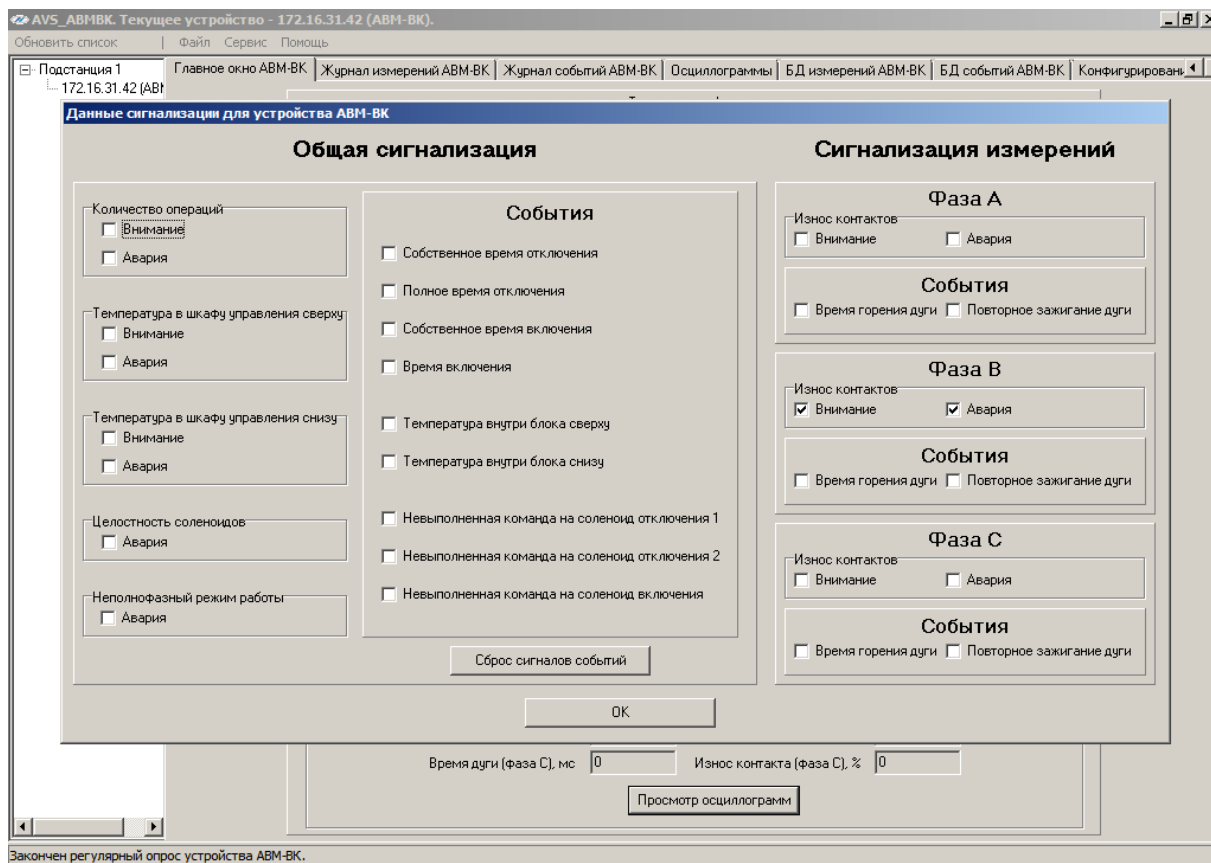


Рис. 12 – Экраны программы AVS_ABMBK – окно «Данные сигнализации»

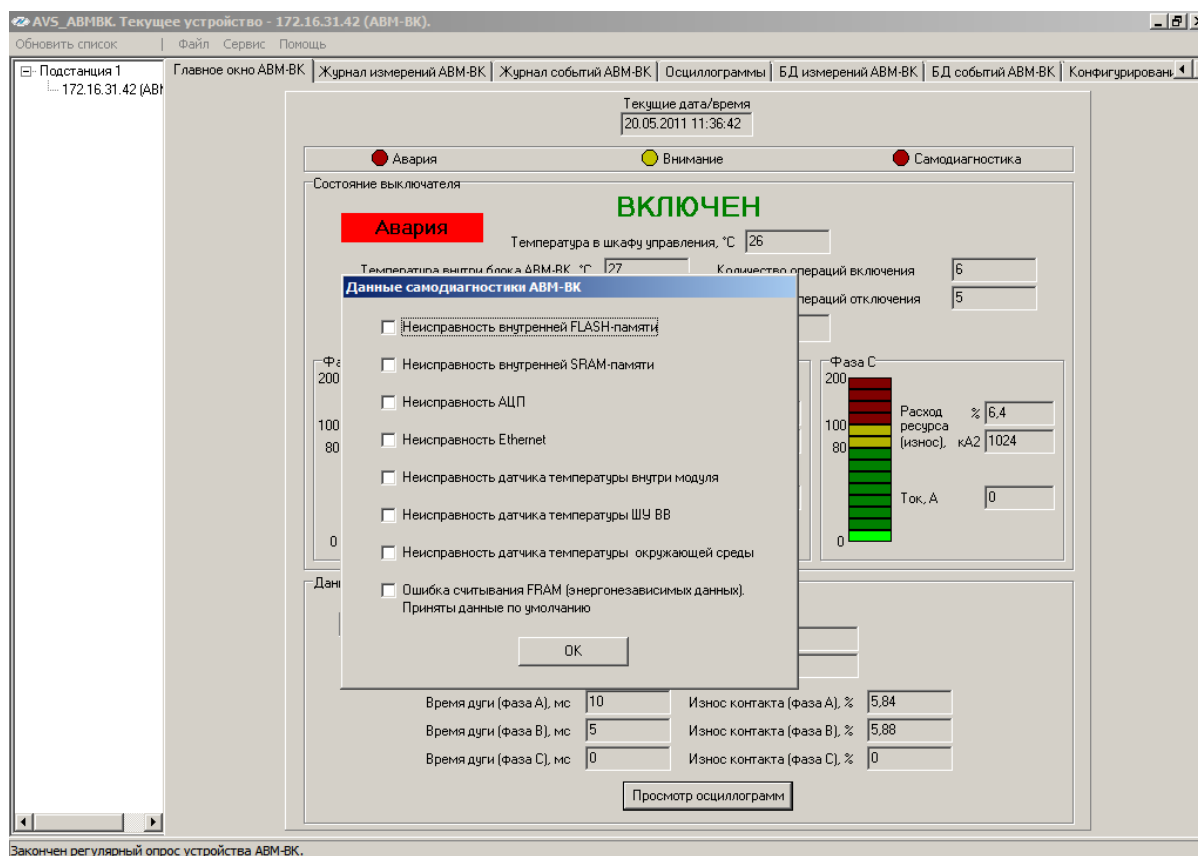


Рис. 13 – Экраны программы AVS_ABMBK – окно «Данные самодиагностики»

Все измерения за период не менее месяца архивируются во внутренней энергонезависимой памяти АВМ-ВК и, при необходимости, на внешнем носителе SD/SDHC. Для просмотра архива необходимо в программе AVS_ABMBK вызвать вкладку «Журнал измерений АВМ-ВК» (Рис. 15) и нажать кнопку «Обновить», чтобы вывести записи журнала измерений в табличном виде. Данные журнала измерений при загрузке из устройства также сохраняются в базе данных. С сохраненными данными можно работать на вкладке «БД измерений АВМ-ВК», помимо вывода всех записей возможна выборка записей за определенный интервал времени и выборка по условиям для значений параметров записи. На вкладке «Тренды» отображается изменение параметров в графической форме.

Для того чтобы выводимые программой AVS_ABMBK данные были актуальны и менялись при работе устройства в реальном времени, в программе должен быть установлен флаг регулярного опроса устройства и задан период регулярного опроса, с которым опрашиваются данные главного окна, диагностики и журналов. Работа с программой AVS_ABMBK подробно описана в «Программа AVS_ABMBK_ABMBK. Руководство пользователя» RU.ABMP.00001.01.

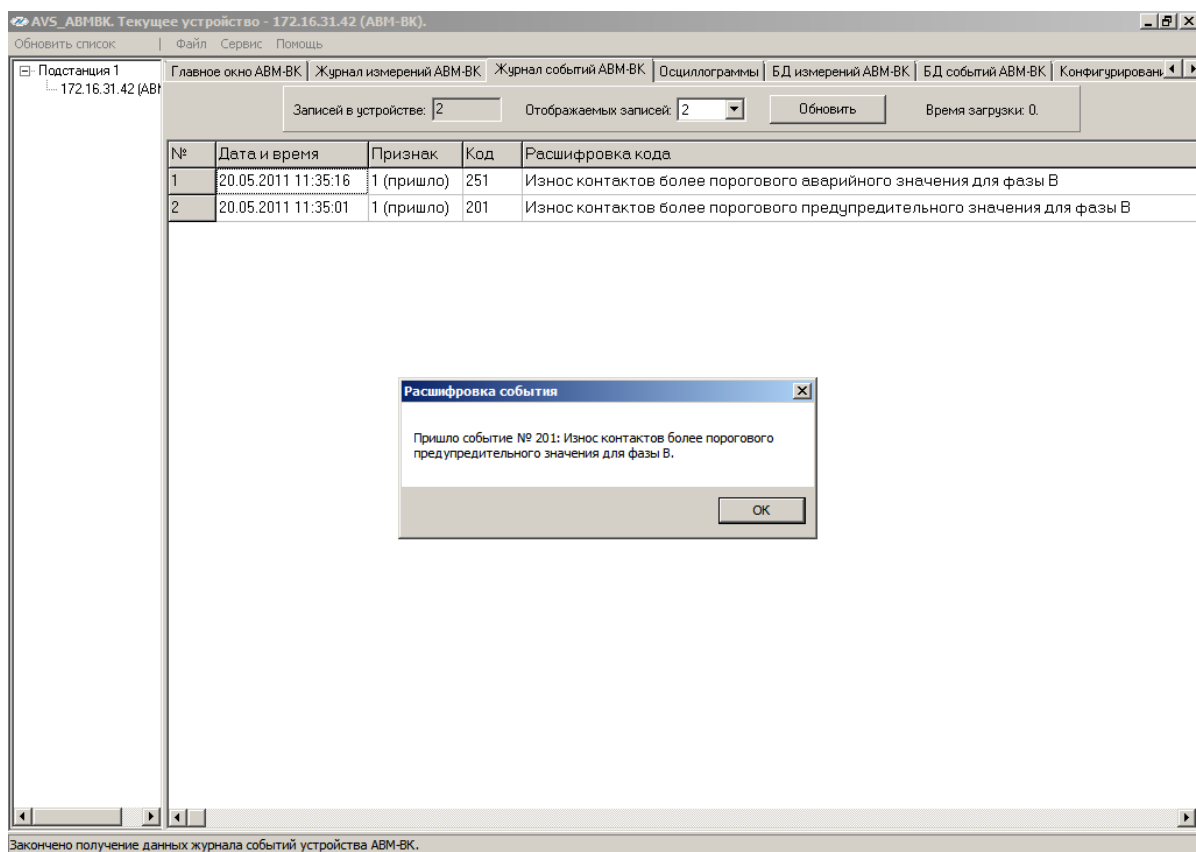


Рис. 14 – Экраны программы AVS_ABMBK – вкладка «Журнал событий АВМ-ВК»

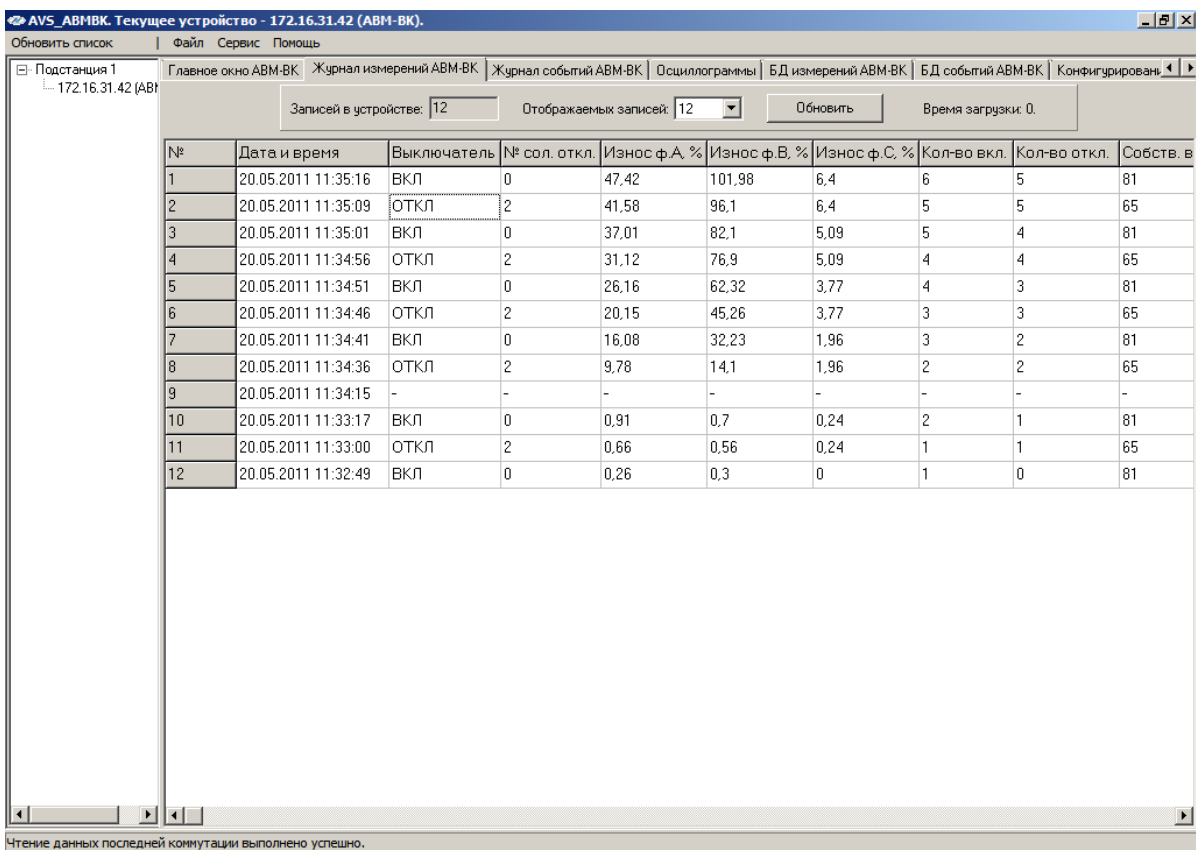


Рис. 15 – Экраны программы AVS_ABMBK – вкладка «Журнал измерений АВМ-ВК»

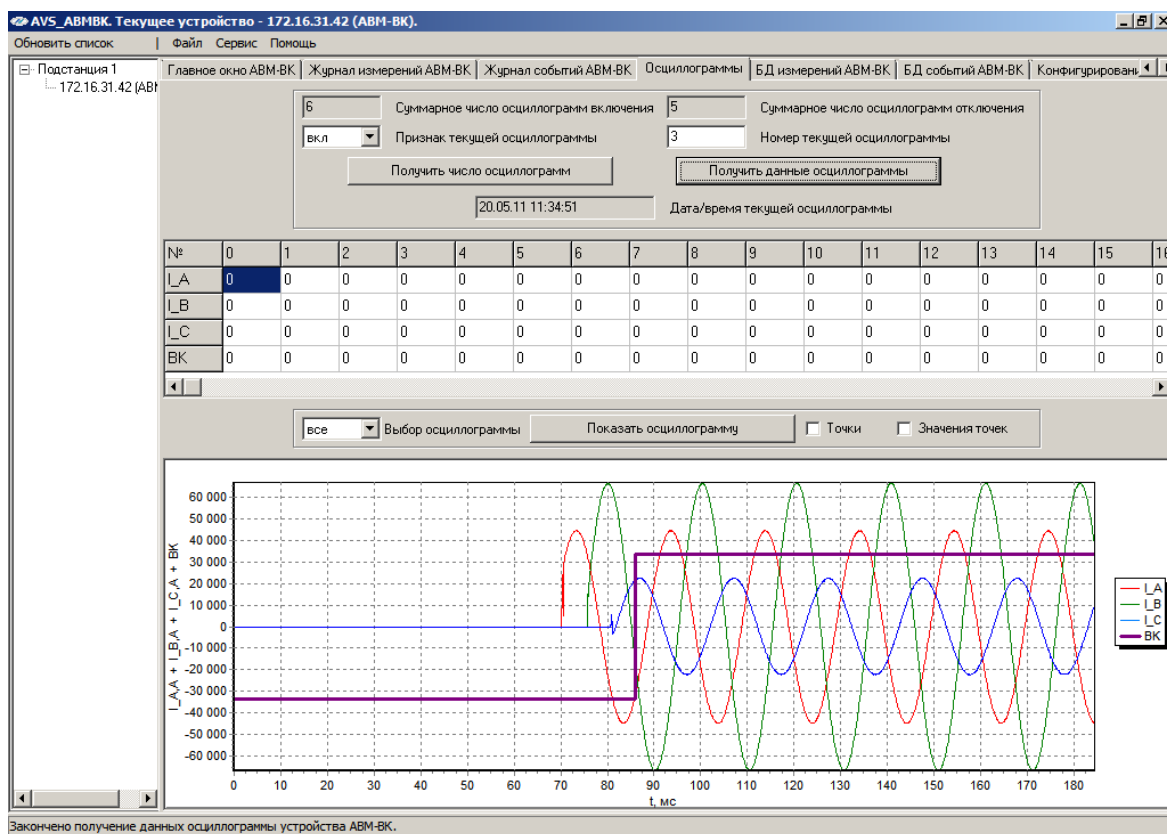


Рис. 16– Экраны программы AVS_ABMBK – вкладка «Осциллограммы»

2.5. Возможные неисправности

Типовые возможные неисправности питания устройства ABM-BK приведены в таблице 4.

При наличии питания исправность программно – аппаратных технических средств ABM-BK контролирует с помощью встроенной системы контроля. При обнаружении неисправности загорается светодиод «Неисправность» на лицевой панели ABM-BK и выдается дискретный сигнал «Неисправность». Событие обнаружения неисправности заносится в журнал событий, полный перечень кодов событий и их расшифровки приведен в Приложении 3.

Выявленные неисправности передаются на верхний уровень (при его наличии) системы мониторинга высоковольтного выключателя и/или в БД программы AVS_ABMBK при очередном опросе.

Единственным элементом замены является само устройство ABM-BK.

Таблица 4 – Перечень возможных неисправностей питания

№№ п/п	Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
1	Отсутствие свечения светодиода «Работа»	АВМ-ВК отключен	Проверить положение тумблера SA1. При необходимости переключить в положение «Вкл».
		Перегорел предохранитель FU1	Заменить предохранитель на исправный

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Техническое обслуживание АВМ-ВК производится в те же сроки, что и обслуживаемого выключателя, и одновременно с ним. Техническое обслуживание заключается в тщательном внешнем осмотре изделия, удалении пыли и грязи с корпуса и лицевой панели АВМ-ВК, проверке надежности крепления и, при необходимости, в подтягивании крепежных винтов и гаек, а также надежности сочленения разъемов.

В остальное время техническое обслуживание АВМ-ВК сводится к регулярному контролю состояния устройства по информации от системы встроенного контроля, передаваемой на верхний уровень АВМ-ВК.

Входные цепи питания АВМ-ВК находятся под опасным для жизни и здоровья человека напряжением (~ 220 В), поэтому все работы в этих цепях и с устройством в целом должны производиться с соблюдением норм ПУЭ и ПТБ.

Все работы по монтажу и демонтажу АВМ-ВК должны производиться при выключенном питании.

Ремонт электронной аппаратуры АВМ-ВК на объекте эксплуатации не предусмотрен, комплект ЗИП для него отсутствует.

4. ХРАНЕНИЕ

До момента передачи на монтаж все экземпляры АВМ-ВК должны храниться в упаковке изготовителя в закрытых складских помещениях в условиях, соответствующих группе 2 (С) ГОСТ 15150: закрытые или другие помещения с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха существенно меньше, чем на открытом воздухе (например, каменные, бетонные, металлические с теплоизоляцией и другие хранилища), расположенные в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом, температура воздуха $(-50 \dots +40)^{\circ}\text{C}$, относительная среднегодовая влажность воздуха – 75 % при 15 °С.

При хранении допускается штабелирование не более, чем в 5 рядов.

Допустимый срок хранения до ввода в эксплуатацию – 1 год.

5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Изделие следует транспортировать в транспортной таре авиа, железнодорожным, автомобильным или водным (речным) транспортом при температуре $(-50...+40)^{\circ}\text{C}$ и предельной относительной влажности до 98 % при температуре $+25^{\circ}\text{C}$.

Транспортные ящики должны быть закреплены. Закрепление транспортных ящиков в транспортных средствах должно обеспечить их устойчивое положение, исключающее возможность смещения ящиков и удары их друг о друга, а также о стенки транспортных средств. Допускается транспортировать изделия без транспортных ящиков в закрытом кузове специально оборудованного автомобиля, с жестким закреплением упаковки изделий, исключающим их повреждение.

Погрузка и выгрузка упакованных изделий должна производиться в соответствии с надписями и знаками на транспортной таре. Не допускаются толчки и удары. Указания предупредительной маркировки должны выполняться на всех этапах следования по пути от грузоотправителя до грузополучателя.

При выгрузке упакованных изделий во время остановок ящики должны находиться под навесом или в крытом помещении в соответствии с нанесенной на таре маркировкой.

6. УТИЛИЗАЦИЯ

По окончании срока службы изделия утилизации подлежат конструктивы из черного металла, цветного металла и элементы, содержащие драгоценные металлы.

Печатные платы изделия содержат припой ПОС60. При демонтаже печатных плат следует соблюдать правила техники безопасности, связанные с распайкой печатных плат.

Черный металл содержит корпус АВМ-ВК.

Цветные металлы содержат:

- алюминий – конденсаторы электролитические и элементы конструкции;
- тантал – конденсаторы электролитические;
- медь – печатные платы, жгуты и провода электромонтажа.

Драгоценные металлы содержатся в радиоэлементах – разъемы, микросхемы.

Утилизация проводится путем сдачи указанных частей в специальные пункты.

**Устройство мониторинга высоковольтного
выключателя
АВМ-ВК**

**СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ
АВМР.421417.031-13 Э5**

**Устройство мониторинга высоковольтного
выключателя
АВМ-ВК**

ПРОТОКОЛ ВВОДА АВМ-ВК В РАБОТУ

АКТ

установки начальных значений параметров и значений предупредительной и аварийной сигнализации блока мониторинга высоковольтного выключателя АВМ-ВК

Место (объект)

« » 201 г.

Настоящий акт составлен представителем организации, осуществляющей ввод высоковольтного выключателя в работу, и представителем организации, эксплуатирующей высоковольтный выключатель, и представителем заказчика об установке начальных значений параметров и значений предупредительной и аварийной сигнализации блока мониторинга высоковольтного выключателя (ВВ) АВМ-ВК, установленного на объекте.

Выставлены следующие начальные значения:

Наименование параметра	Начальное значение
Адрес устройства в протоколе обмена Модбас для связи с верхним уровнем	1
Скорость интерфейса Модбас для связи с верхним уровнем	9600 бод
Признак использования бита четности для интерфейса RS-485	нет
Количество бит данных для RS-485	8
Количество стоповых бит для RS-485	1
Сетевой адрес устройства канального уровня для работы в локальной сети Ethernet	0.229.114.0.0.1
Сетевой адрес устройства для работы в локальной сети Ethernet	192.168.0.1
Значение маски адреса для работы в локальной сети Ethernet	255.255.255.0
Значение порта для работы в локальной сети Ethernet	512
Признак использования DHCP при определении сетевого адреса	да
Признак использования перехода на зимнее/летнее время	да
Число приводов в ВВ	3
Признак, показывающий есть ли сигнал «Главный контакт замкнут»	нет
Признак, показывающий есть ли сигнал целостности цепей соленоидов	да
Коммутационный ресурс	16000
Время механической задержки при отключении привода фазы А	5
Время механической задержки при отключении привода фазы В	5
Время механической задержки при отключении привода фазы С	5
Время механической задержки при включении привода фазы А	15
Время механической задержки при включении привода фазы В	15
Время механической задержки при включении привода фазы С	15
Номинальный ток выключателя	3150
Количество первичных витков трансформатора тока энергообъекта	1000

Выставлены следующие уставки предупредительной и аварийной сигнализации:

Наименование параметра	Вид уставки	Заводские уставки	Уставки произв. ВВ	Уставки экспл.	Уставки по факту
Порог выработки ресурса, %	Предупр.	80	-	-	-
	Аварийная	100	-	-	-
Количество выполненных операций	Предупр.	2900	-	-	-
	Аварийная	3000	-	-	-
Температура в шкафу привода/управления снизу, °С	Предупр.	-40	-	-	-
	Аварийная	-45	-	-	-
Температура в шкафу привода/управления сверху, °С	Предупр.	50	-	-	-
	Аварийная	55	-	-	-
Температура внутри блока снизу, °С	Предупр.	-40	-	-	-
Температура внутри блока сверху, °С	Предупр.	50	-	-	-
Собственное время отключения, мс	Предупр.	90	-	-	-
Полное время отключения, мс	Предупр.	100	-	-	-
Собственное время включения, мс	Предупр.	100	-	-	-
Время включения, мс	Предупр.	90	-	-	-
Время горения дуги, мс	Предупр.	40	-	-	-

Представитель заказчика

/ Фамилия /

Представитель организации,
эксплуатирующей ВВ

/ Фамилия /

Представитель организации,
осуществляющей ввод ВВ в работу

/ Фамилия /

**Устройство мониторинга высоковольтного
выключателя
АВМ-ВК**

КОДЫ СОБЫТИЙ АВМ-ВК И ИХ РАСШИФРОВКА

Код события	Значение	Примечание
1	Рестарт программы	
2	Ошибка считывания конфигурации Принята конфигурация по умолчанию	
3	Изменена конфигурация	
4	Неисправность внутренней FLASH-памяти	Неисправность
5	Неисправность внутренней SRAM-памяти	Неисправность
6	Неисправность АЦП	Неисправность
7	Неисправность Ethernet	Неисправность
8	Неисправность датчика температуры внутри модуля	Неисправность
9	Неисправность датчика температуры ШУ ВВ	Неисправность
10	Неисправность датчика температуры окружающей среды	Неисправность
11	Ошибка считывания FRAM (энергонезависимых данных) Приняты данные по умолчанию	Неисправность
12	Пользователем задано значение расхода коммутационного ресурса ф.А	
13	Пользователем задано значение расхода коммутационного ресурса ф.В	
14	Пользователем задано значение расхода коммутационного ресурса ф.С	
15	Пользователем задано кол-во включений	
16	Пользователем задано кол-во отключений	
17	Пользователем сброшены аварии и тревоги	
30	Количество операций более порогового предупредительного значения	Предупредительное
31	Температура в шкафу управления больше порогового предупредительного значения	Предупредительное
32	Температура в шкафу управления меньше порогового предупредительного значения	Предупредительное
33	Температура внутри блока больше порогового предупредительного значения	Предупредительное
34	Температура внутри блока меньше порогового предупредительного значения	Предупредительное
35	Собственное время отключения более порогового предупредительного значения	Предупредительное
36	Полное время отключения более порогового предупредительного значения	Предупредительное
37	Собственное время включения более порогового предупредительного значения	Предупредительное
38	Время включения более порогового предупредительного значения	Предупредительное
39	Невыполненная команда на соленоид включения	Предупредительное
40	Невыполненная команда на соленоид отключения 1	Предупредительное
41	Невыполненная команда на соленоид отключения 2	Предупредительное

50	Количество операций более порогового аварийного значения	Аварийное
51	Температура в шкафу управления больше порогового аварийного значения	Аварийное
52	Температура в шкафу управления меньше порогового аварийного значения	Аварийное
53	Отказ соленоида	Аварийное
54	Неполнофазный режим работы	Аварийное
	Фаза А	
100	Повторное зажигание дуги	Предупредительное
101	Износ контактов более порогового предупредительного значения	Предупредительное
102	Время горения дуги более порогового предупредительного значения	Предупредительное
151	Износ контактов более порогового аварийного значения	Аварийное
	Фаза В	
200	Повторное зажигание дуги	Предупредительное
201	Износ контактов более порогового предупредительного значения	Предупредительное
202	Время горения дуги более порогового предупредительного значения	Предупредительное
251	Износ контактов более порогового аварийного значения	Аварийное
	Фаза С	
300	Повторное зажигание дуги	Предупредительное
301	Износ контактов более порогового предупредительного значения	Предупредительное
302	Время горения дуги более порогового предупредительного значения	Предупредительное
351	Износ контактов более порогового аварийного значения	Аварийное