

РЕПЕЙ

Предиктивная диагностика
аккумуляторных батарей



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



РЕПЕЙ

Предиктивная диагностика аккумуляторных батарей

Руководство по эксплуатации



Мы постоянно работаем над улучшением продукции, развивая возможности устройств. Используйте только последний выпуск руководства по эксплуатации, поставляемого совместно с устройством или опубликованного на официальном сайте <http://i-mt.net>.

УВАЖАЕМЫЙ КЛИЕНТ! Просим Вас направлять свои пожелания, замечания, предложения и отзывы о нашей продукции на адрес электронной почты 01@i-mt.net.

РЕПЕЙ

Система
мониторинга

АБ

Диагностика аккумуляторов
систем бесперебойного
питания



Существенная
экономию
на обслуживании АБ



Основные проблемы которые выявляет система Репей



Ускоренный износ
и деградация
аккумуляторов



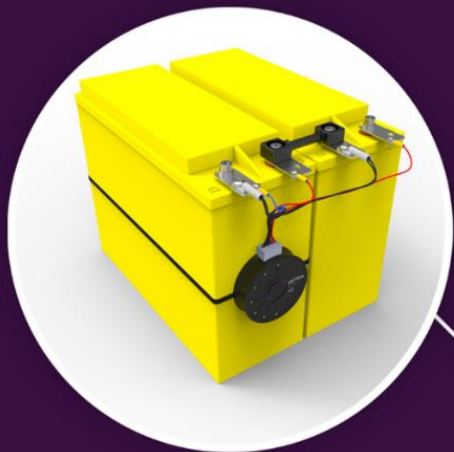
Внутреннее короткое
замыкание между
пластинами аккумулятора



Тепловой разгон
и опасный перегрев
аккумулятора



Простое крепление
на аккумулятор



Простой монтаж
без вывода АБ
из работы

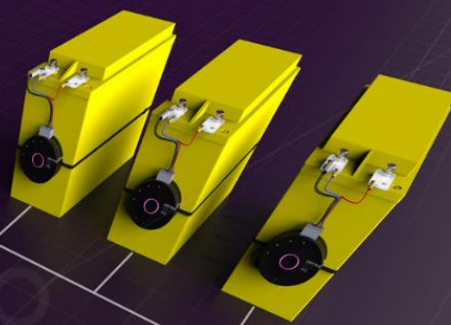


Измерение
температуры
в помещении

Измерение
температуры
внутри шкафа

РЕПЕЙ
выявляет проблемные
аккумуляторы в батарее

Современное и удобное ПО
с расширенными
функциями
мониторинга



Ethernet
RS-485

SCADA
OPC Сервер
Web API
HTTPS | MQTT | 4G

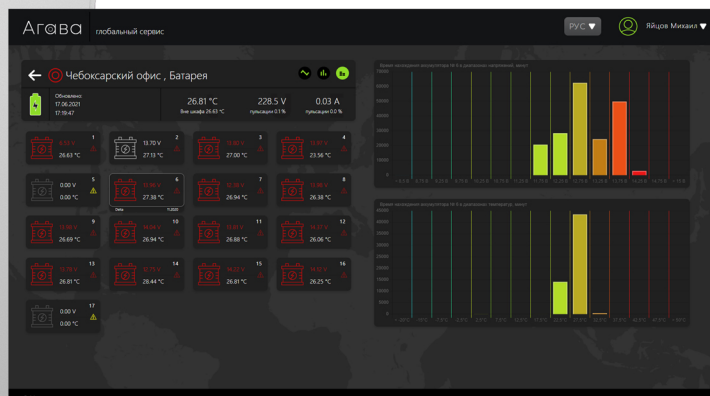
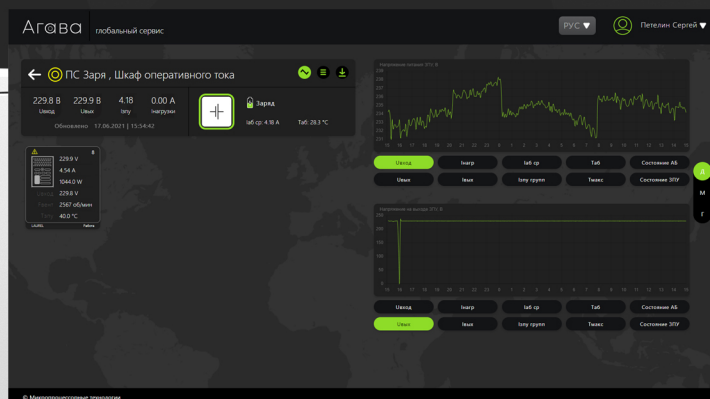
Интернет вещей
на подстанции



ЦИФРОВОЙ СОПТ



ЦИФРОВИЗАЦИЯ НА МАКСИМУМ
ПОЛНАЯ ПРОЗРАЧНОСТЬ
ВАЖНЕЙШЕГО УЗЛА ЭНЕРГООБЪЕКТА



Максимальная наблюдаемость
благодаря использованию
интеллектуальных устройств
и современных технологий

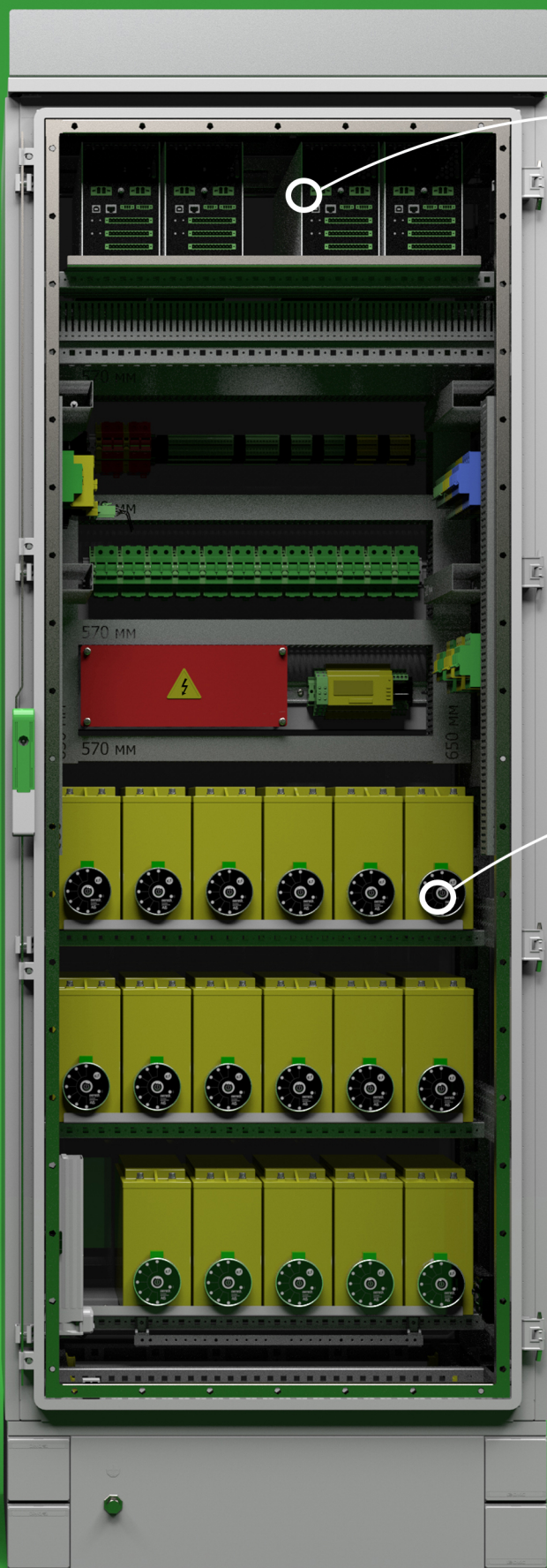
Удалённый мониторинг
СОПТ из WEB-браузера через мобильный
интернет 4G с защитой HTTPS

Локальный мониторинг,
все данные в Вашем смартфоне или ПК

Хранение данных за всё время работы

Поэлементный контроль аккумуляторной
батареи с автоматической балансировкой
напряжений отдельных аккумуляторов

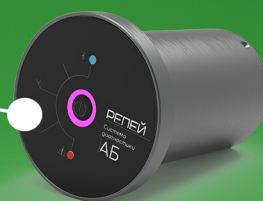
Комплект интеллектуальных устройств



LAUREL-12

ЗАРЯДНО-ПОДЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

- встроенный управляющий контроллер
- параллельная работа до 10 модулей с суммарным током до 125А
- методы заряда АБ U/IU/IUI
- термокомпенсация напряжения подзаряда
- встроенные дискретные входы и выходы
- bluetooth и мобильное приложение для мониторинга
- **осциллографирование**



РЕПЕЙ

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

- контроль напряжения и температуры каждого аккумулятора в батарее
- балансировка напряжений отдельных аккумуляторов
- контроль напряжения и тока АБ
- статистика эксплуатации по напряжению и температуре каждого аккумулятора
- выявление ускоренного износа аккумуляторов и слабых элементов в батарее
- **осциллографирование**





Используйте
наше мобильное
приложение

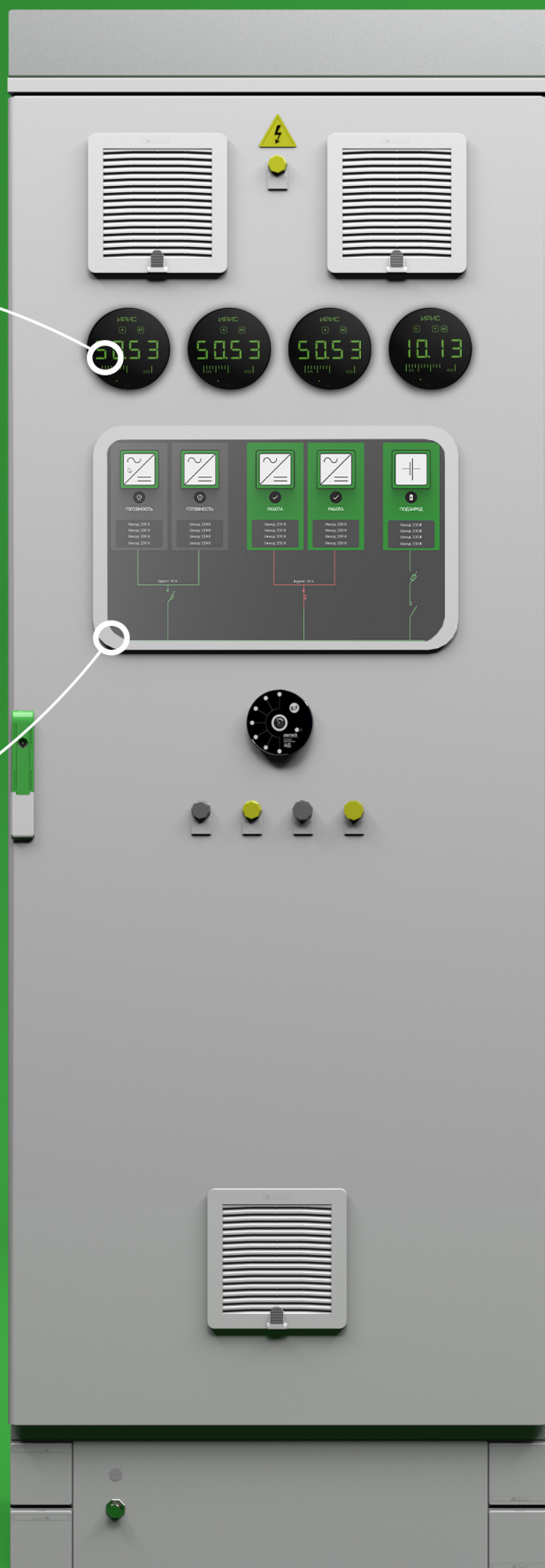


ИРИС-О ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

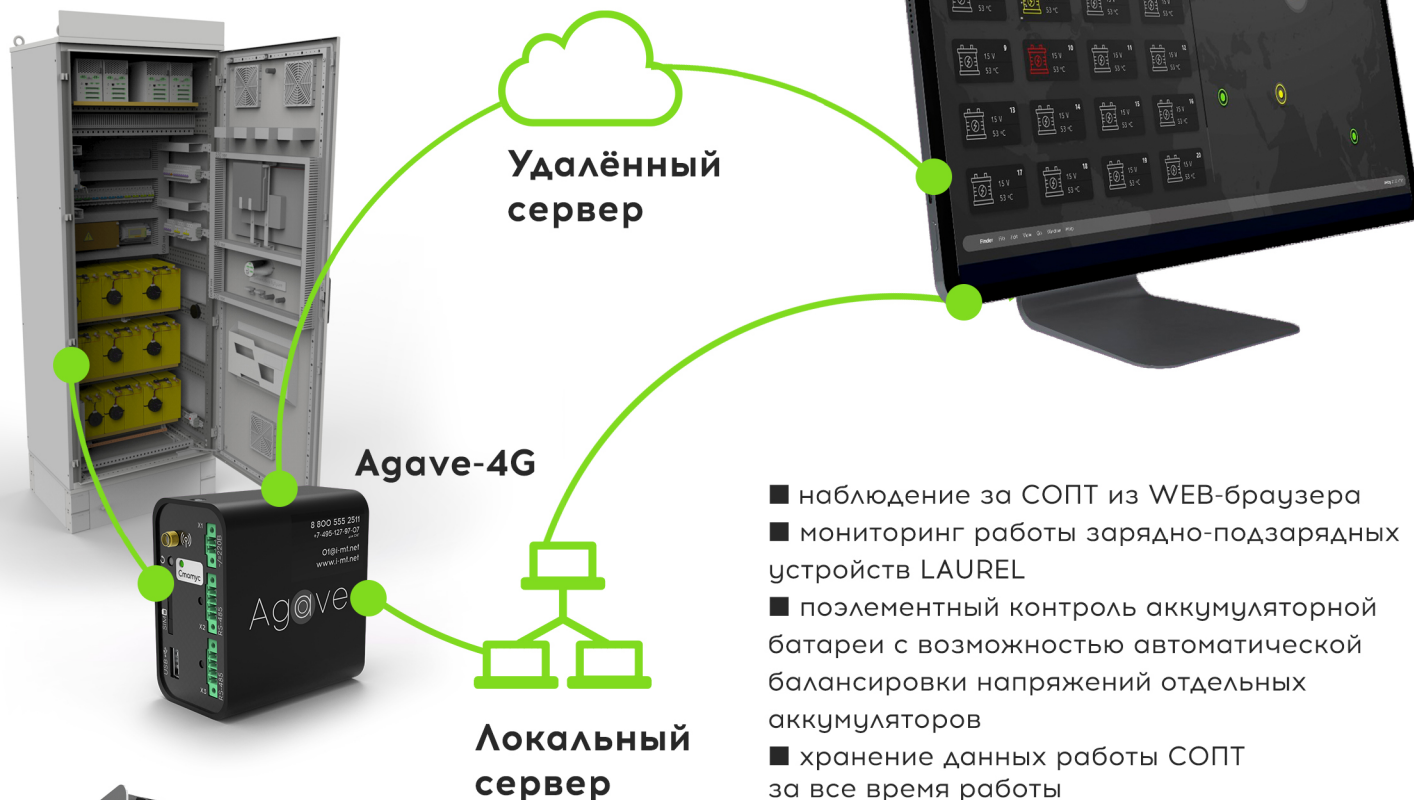
- класс точности 0.1
- конфигурируемая индикация
- мобильное приложение для настройки и мониторинга
- **осциллографирование**

КИВИ-Монитор ЛОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОПТ

- среда для создания любой мнемосхемы
- отображение текущего состояния зарядно-подзарядных устройств LAUREL
- отображение положения коммутационных аппаратов
- журнал сигнализации
- диагностика связи с устройствами
- автоматический рестарт при зависании операционной системы



Сервис удаленного WEB-мониторинга Agave доступен из любой точки планеты, где есть интернет

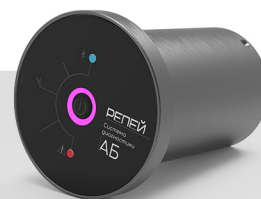


- наблюдение за СОПТ из WEB-браузера
- мониторинг работы зарядно-подзарядных устройств LAUREL
- поэлементный контроль аккумуляторной батареи с возможностью автоматической балансировки напряжений отдельных аккумуляторов
- хранение данных работы СОПТ за все время работы
- удобный просмотр архивной информации в виде графиков, диаграмм и таблиц



МОНИТОРИНГ LAUREL

- Отображение состояния зарядно-подзарядных устройств LAUREL
- Индикация режима работы АБ: заряд/разряд/подзаряд
- Индикация напряжений и токов на стороне переменного и постоянного тока
- Индикация температуры и тока АБ
- Архив измеренных значений за все время работы системы
- Графики изменения аналоговых величин
- Просмотр журналов LAUREL
- Просмотр сработавшей сигнализации



МОНИТОРИНГ РЕПЕЙ



- Индикация режима работы АБ: заряд/разряд/подзаряд
- Отображение напряжений и температур всех аккумуляторов в батарее
- Архив измеренных значений за все время работы системы
- Графики изменения аналоговых величин
- Просмотр статистики эксплуатации всех аккумуляторов
- Просмотр сработавшей сигнализации

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	9
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА.....	11
1.1 Назначение	11
1.2 Модификации и комплект поставки	14
2 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	16
3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ.....	17
3.1 Конструкция и внешний вид базовой станции.....	17
3.2 Лицевая панель базовой станции	18
3.3 Задняя панель базовой станции	19
3.4 Электромагнитная совместимость и изоляция	19
3.5 Основные характеристики базовой станции	20
4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКА.....	22
4.1 Конструкция и внешний вид датчика.....	22
4.2 Лицевая панель датчика	22
4.3 характеристики датчика.....	24
5 ФУНКЦИИ	25
5.1 Основные функциональные возможности.....	25
5.2 Контроль напряжения АБ.....	26
5.3 Контроль тока АБ	28
5.4 Контроль температуры шкафа и помещения	29
5.5 Выявление режимов ускоренного износа аккумуляторов.....	30
5.6 Выявление разрушающих аккумуляторов в цепи АБ	32
5.7 Выявление теплового разгона аккумуляторов.....	33
5.8 Балансировка аккумуляторов	34
5.9 Уставки	36
6 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ.....	40
6.1 Измерения аналоговых сигналов	40
6.2 Осциллографирование.....	40
6.3 Журнал сигнализации	41
6.4 72-часовые отчеты.....	41
6.5 Статистическая информация	42
6.6 Функции телеуправления, телеизмерения и телесигнализации	43
6.7 Часы реального времени	43
6.8 Функция самодиагностики базовой станции	44
6.9 Функция самодиагностики датчика.....	46
7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТРОЙСТВА	47
8 УСЛОВИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И УТИЛИЗАЦИИ	47
9 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ	48
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. МОНТАЖ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ В. МОНТАЖ ДАТЧИКА.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЛИНИЙ СВЯЗИ ИНТЕРФЕЙСА RS-485 С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТРОЙСТВ ГИДРА-3, ФЛОКС-RS	54

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с возможностями, техническими характеристиками, конструкцией, принципами работы, правилами хранения, транспортировки и эксплуатации комплекса поэлементного контроля и предиктивной диагностики АБ РЕПЕЙ.

При изучении и эксплуатации устройства РЕПЕЙ необходимо дополнительно руководствоваться паспортом на конкретное изделие.

К обслуживанию устройства допускаются позитивные лица, имеющие должную профессиональную подготовку, изучившие РЭ в полном объеме, имеющие группу допуска по электробезопасности не ниже III для работы в электроустановках до 1000 В.

Информационные блоки, использованные в данном руководстве по эксплуатации:



Блок предупреждения

Если не будут выполнены указанные инструкции или требования, возможны травмы обслуживающего персонала или существенные повреждения устройства.



Блок информации

Содержит описание функций устройства, на которые следует обратить особое внимание.



Блок дополнительных сведений

Содержит дополнительную информацию, расширяющую область знаний, обеспечивающих правильное системное применение устройства.



Ссылка на видеофайл

Содержит ссылку на видео инструкцию или другой видеоматериал, рекомендуемый к просмотру по теме раздела документа.

1 ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ

Комплекс поэлементного контроля и предиктивной диагностики аккумуляторной батареи РЕПЕЙ (далее – устройство, комплекс, РЕПЕЙ) предназначен для непрерывного мониторинга аккумуляторных батарей электрических станций, подстанций, промышленных предприятий, станций связи, объектов тягового электроснабжения, систем резервного электропитания DATA-центров, узлов связи и других объектов.

В отличие от регламентированных¹ периодических проверок РЕПЕЙ обеспечивает непрерывный контроль состояния аккумуляторной батареи и позволяет незамедлительно обнаружить аккумуляторы, параметры которых имеют отклонения и угрожают «здоровью» соседних аккумуляторов батареи.

В состав комплекса РЕПЕЙ входят:

- датчик – устанавливается на аккумулятор и измеряет его напряжение и температуру;
- базовая станция – измеряет напряжение и ток АБ, собирает информацию со всех датчиков по беспроводному каналу связи и обеспечивает выполнение функций диагностики, транслирует данные в системы локального и удалённого мониторинга, включая WEB.



Рисунок 1.1 – структурная схема системы РЕПЕЙ

¹ Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (с изменениями на 13 сентября 2018 года)



Срок службы аккумуляторной батареи и ее характеристики зависят от режимов заряда, разряда, поддержания напряжения и воздействующих на нее факторов окружающей среды.

В процессе эксплуатации необходимо неукоснительно соблюдать рекомендации производителя АБ к параметрам заряда и разряда, термокомпенсации напряжения заряда и/или подзаряда.

На объектах энергетики в настоящее время чаще всего применяются следующие типы аккумуляторных батарей¹:

- открытые свинцово–кислотные АБ с жидким электролитом;
- герметичные, необслуживаемые свинцово–кислотные АБ типа AGM;
- герметичные, необслуживаемые свинцово–кислотные АБ типа GEL.

Традиционные свинцово–кислотные АБ с жидким электролитом содержат в своем составе положительный электрод, образованный оксидом свинца, отрицательный электрод в виде губчатого свинца и раствор серной кислоты.

Накопление и отдача электрической энергии выполняются в аккумуляторе за счет обратимого преобразования химического состава электродов. В процессе разряда выполняется разложение серной кислоты, образование сульфата свинца на поверхности электродов и образование воды. При заряде аккумулятора процесс движется в обратном направлении.

Одними из основных свойств АБ являются ёмкость, токоотдача, срок службы и надежность. Хорошую токоотдачу обеспечивает высокая проводимость аккумулятора и достаточный контакт между электродами и электролитом.

При саморазряде и разряде сульфат свинца образуется на поверхности электродов, препятствуя доступу к ним электролита. Таким образом, снижается проводимость и ёмкость. При правильной эксплуатации в процессе заряда сульфат разлагается, характеристики аккумулятора восстанавливаются.

Влияние напряжения

В результате глубокого разряда или длительного нахождения аккумулятора в разряженном состоянии образовавшийся сульфат свинца может не вступить в обратную реакцию, а просто выпасть в осадок при последующей попытке заряда. Данное явление получило название сульфатации пластин аккумулятора.

Заряд аккумулятора повышенным напряжением вызывает электролиз воды, с образованием кислорода и водорода. Это приводит к потере электролита и необходимости доливки воды. Активный процесс электролиза получил название «кипение электролита». При этом происходит существенная потеря воды, сопровождаемая разбрызгиванием серной кислоты с продуктами разложения электродов.

В отличие от традиционных открытых свинцово–кислотных АБ с жидким электролитом аккумуляторы типа AGM и GEL поддерживают процесс рекомбинации кислорода и водорода обратно в воду (электролит). Это обеспечивается с помощью загущения электролита силикагелем в аккумуляторах типа GEL и впитывающих стекломатов в аккумуляторах типа AGM. Однако, в действительности способность рекомбинации в

¹ СТО 56947007-29.120.40.262-2018. Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС».



данных решениях ограничена, и большая часть газов стравливается в атмосферу через специальные клапаны.

Влияние зарядного тока

Низкий ток заряда вызывает деградацию электродов и последующий выход аккумулятора из строя. Заряд повышенным током ведет к недопустимому повышению интенсивности протекания химических реакций и выходу АБ из строя. Как правило, зарядный ток должен быть не менее 10% и не более 30% от номинальной ёмкости аккумуляторной батареи.

Влияние температуры

Повышенная температура вызывает разрушение электродов аккумулятора, повышая сульфатацию и саморазряд, способствуя кипению электролита.

Снижение температуры ведет к снижению разрядной ёмкости. Для аккумуляторов типа AGM и GEL снижение достигает 25 % при 0 °С и 50 % при температуре -20 °С.

Такое поведение объясняется обратной зависимостью внутреннего сопротивления аккумуляторов от температуры. При отрицательной температуре снижается скорость диффузии ионов электролита, увеличивается внутреннее сопротивление.

В зависимости от типа АБ электролит может замерзнуть при снижении температуры до -30 °С и ниже.

Особенности аккумуляторов типа AGM

АБ типа AGM содержат в своем составе жидкий электролит, который удерживается в порах пластин из стекловолокна, расположенных между электродами. Корпус AGM-аккумуляторов является герметичным. Это позволяет эксплуатировать АБ не только в вертикальном положении.

К основным особенностям AGM-аккумуляторов можно отнести большую стойкость к глубоким разрядам и изменению температуры окружающей среды, и в то же время меньшую стойкость к перезаряду.

Особенности аккумуляторов типа GEL

АБ типа GEL содержат в своем составе двуокись кремния, выполняющую роль загустителя электролита. Электролит в таких АБ теряет свойство текучести, находится в состоянии геля, благодаря чему поддерживается работа даже при частичном разрушении корпуса АБ (электролит не вытекает).

Аккумуляторы данного типа более чувствительны к кипению электролита, который может привести к существенным повреждениям АБ и выходу ее из строя. При замерзании аккумулятора его емкость снижается значительно сильнее, по сравнению с традиционными АБ с жидким электролитом.

К преимуществам GEL-аккумуляторов можно отнести высокую стойкость к глубоким разрядам.

1.2 МОДИФИКАЦИИ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Настоящее РЭ распространяется на модификации базовой станции и датчика, указанные ниже.

РЕПЕЙ

-

Б

-

220/12

Напряжение контролируемой АБ: **220** – 220 В, постоянное
Напряжение контролируемых аккумуляторов: **12** – 12 В, постоянное

Тип устройства: **Б** – базовая станция

Многофункциональный комплекс: **РЕПЕЙ**

Пример обозначения базовой станции при заказе: **РЕПЕЙ-Б-220/12** – базовая станция РЕПЕЙ.

РЕПЕЙ

-

Д

-

12

Напряжение контролируемого аккумулятора: **12** – 12 В, постоянное

Тип устройства: **Д** – датчик

Многофункциональный комплекс: **РЕПЕЙ**

Пример обозначения устройства при заказе: **РЕПЕЙ-Д-12** – датчик контроля аккумулятора 12 В.

Комплект «Тотальный контроль» для АБ, состоящей из 17 аккумуляторов с номинальным напряжением 12 В:

- один датчик контролирует напряжение и температуру одного аккумулятора (17 датчиков для контроля 17 аккумуляторов). Два из 17 датчиков дополнительно контролируют температуру внутри и снаружи шкафа. Данная схема обеспечивает светодиодную индикацию уровня напряжения каждого аккумулятора.

При наличии вопросов по спецификации Вы можете всегда обратиться в техническую поддержку по номеру 8-800-555-25-11 или по электронной почте 01@i-mt.net

Состав типового комплекта			
1	РЕПЕЙ базовая станция		1 шт
2	Комплект монтажных частей базовой станции		1 шт
3	РЕПЕЙ датчик		17 шт
4	Комплект монтажных частей датчика*	Комплект крепления датчика к одному аккумулятору	15 шт
		Комплект крепления датчика к одному аккумулятору с дополнительным датчиком измерения температуры в шкафу	1 шт
		Комплект крепления датчика к одному аккумулятору с дополнительным датчиком измерения температуры в помещении	1 шт
6	Паспорт		1 шт

* - комплект монтажных частей датчика включает в себя клеммы подключения к аккумулятору, датчики температуры, провода для измерения напряжения, двухсторонний скотч для монтажа датчиков на аккумуляторы.

В случае нетипового применения РЕПЕЙ возможно дополнение существующего комплекта необходимым количеством датчиков и комплектов крепления, либо сбор полностью нетипового комплекта путем набора необходимого количества датчиков и комплектов крепления.

ОПЦИОНАЛЬНО		
1	РЕПЕЙ датчик	1 шт
2	Комплект крепления датчика к одному аккумулятору	1 шт
3	Комплект крепления датчика к одному аккумулятору с дополнительным датчиком измерения температуры в шкафу	1 шт
4	Комплект крепления датчика к одному аккумулятору с дополнительным датчиком измерения температуры в помещении	1 шт
5	Устройство сбора и передачи данных Agave-4G	1 шт
6	<u>Система мониторинга KIWI-MONITOR</u>	-
7	<u>Разветвитель интерфейса RS-485 Гидра-3 (Гидра-6)</u>	1 шт
8	<u>Преобразователь интерфейсов Юкка (RS-485 <--> USB)</u>	1 шт
8	<u>Устройство защиты интерфейса RS-485 Флокс-RS</u>	1 шт
9	<u>Реле мигающего света Флокс-M</u>	1 шт

Для заказа позвоните нам или отправьте заявку в свободной форме на почту

8 (800) 555 25 11
sales@i-mt.net

2 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АБ – аккумуляторная батарея

АСУ – автоматизированная система управления

ЗПУ – зарядно-подзарядное устройство

ПО – программное обеспечение

ПУЭ – правила устройства электроустановок

РЭ – руководство по эксплуатации

СОПТ – система оперативного постоянного тока

3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

3.1 КОНСТРУКЦИЯ И ВНЕШНИЙ ВИД БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

3.1.1 Базовая станция РЕПЕЙ выполнена в виде моноблока. Внешний вид устройства показан на рисунке [3.1](#).

Крепление базовой станции может быть осуществлено в вырез на любой поверхности. Габаритные и установочные размеры приведены в приложении [Б](#).



Рисунок 3.1– Внешний вид базовой станции



3D модель устройства доступна на официальном сайте компании www.i-mt.net

3.2 ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

3.2.1 На лицевой панели базовой станции (рисунок 3.2) расположены элементы управления (таблица 3.1) и индикации (таблица 3.2).

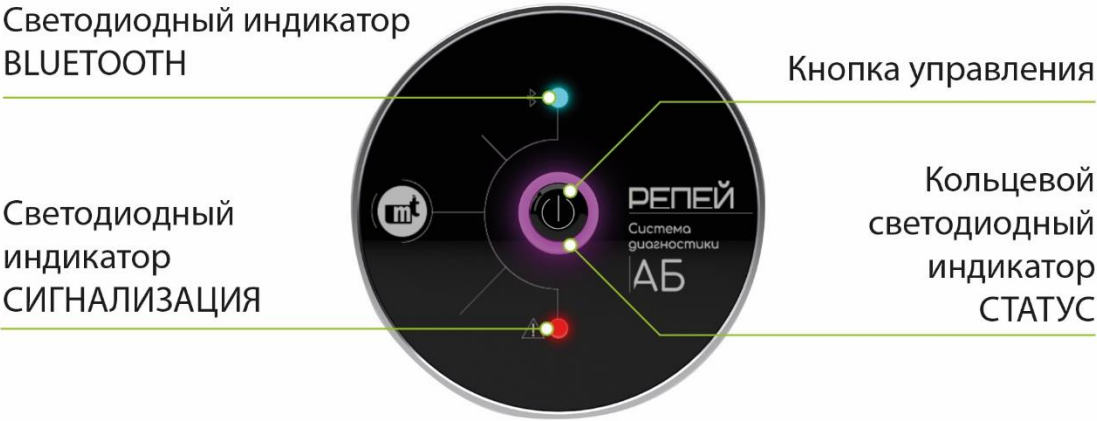


Рисунок 3.2 - Внешние виды лицевых панелей базовой станции и датчика

ТАБЛИЦА 3.1

Кнопка	Назначение
	Кратковременное нажатие – включение индикации датчиков на 10 минут
	Длительное нажатие (3 секунды) – съем сигнализации
	Длительное нажатие (10 секунд) – тест светодиодных индикаторов
	Длительное нажатие (30 секунд) при подаче питания – сброс настроек интерфейса RS-485 к начальным значениям:
	Адрес Modbus: 1 Скорость: 115200 бод Четность: нет Стоп-бит: 1

ТАБЛИЦА 3.2

Светодиод	Состояние	Значение
BLUETOOTH	Не горит	Привязка датчиков к базовой станции не выполнена
	Голубой	Наличие связи хотя бы с одним датчиком
	Красный мигающий	Отсутствие связи со всеми датчиками
	Красный	Неисправность модуля Bluetooth
СТАТУС	Не горит	Устройство выключено
	Пурпурный	Устройство включено и функционирует исправно
	Желтый мигающий	Система самодиагностики выявила неисправность, не препятствующую выполнению основных функций (ТАБЛИЦА 6.5)
	Красный мигающий	Устройство неисправно (Сигнал «Отказ РЕПЕЙ» - ТАБЛИЦА 6.5)
СИГНАЛИЗАЦИЯ	Не горит	Отсутствует сработавшая сигнализация
	Желтый	Срабатывание предупредительной сигнализации (ТАБЛИЦА 6.3)
	Красный	Срабатывание аварийной сигнализации (ТАБЛИЦА 6.3)

3.3 ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

3.3.1 Внешний вид задней панели базовой станции с указанием назначений клемм и разъемов показан на рисунке 3.3.

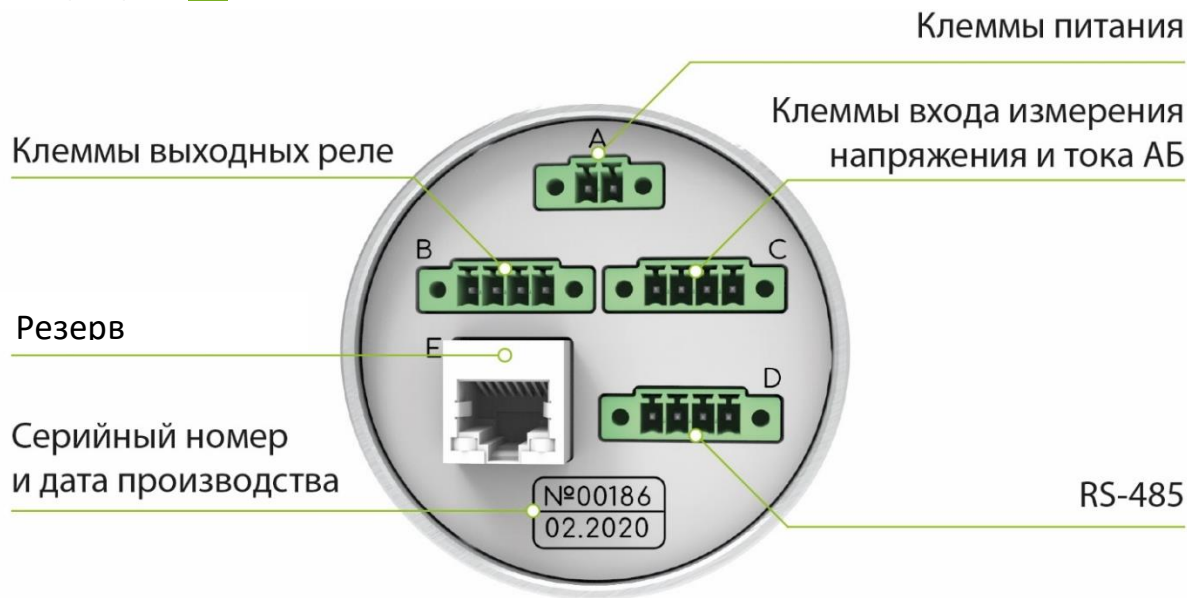


Рисунок 3.3 - Внешний вид задней панели базовой станции

3.4 ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И ИЗОЛЯЦИЯ

Описание характеристик электромагнитной совместимости базовой станции указаны в таблице 3.3.

ТАБЛИЦА 3.3		
Стандарт	Воздействие	Степень жёсткости
ГОСТ Р 51317.4.5-99 / IEC 61000-4-5 (1995-02)	Микросекундные импульсные помехи	3 – провод-провод (2 кВ) 4 – провод-земля (4 кВ)
ГОСТ 30804.4.11-2013 / IEC 61000-4-11:2004	Динамические изменения напряжения электропитания	4
ГОСТ 30804.4.4-2013/ IEC 61000-4-4:2004	Наносекундные импульсные помехи	4
ГОСТ 30804.4.2-2013 / IEC 61000-4-2:2008	Электростатические разряды	4 Контактный разряд: 8 кВ Воздушный разряд: 15 кВ
ГОСТ Р 51317.4.3-99 / IEC 61000-4-3 (1995-03)	Радиочастотное электромагнитное поле	4
ГОСТ Р 50648-94 / IEC 1000-4-8-93	Магнитное поле промышленной частоты	5
ГОСТ Р 50649-94 / IEC 1000-4-9-93	Импульсное магнитное поле	5
ГОСТ Р 51317.4.6-99 / IEC 61000-4-6-96	Кондуктивные помехи, наведённые радиочастотными электромагнитными полями	3
ГОСТ 30804.4.12-2002 / IEC 61000-4-12:1995	Колебательные затухающие помехи	4
ГОСТ Р 51317.4.14-2000 / IEC 61000-4-14-99	Колебания напряжения электропитания	±20%
ГОСТ Р 51317.4.16-2000 / IEC 61000-4-16-98	Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	4
ГОСТ Р 51317.4.28-2000 / IEC 61000-4-28-99	Изменение частоты питающего напряжения	3
ГОСТ Р 50652-94 / IEC 1000-4-10-93	Затухающее колебательное магнитное поле	5

3.5 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

			ТАБЛИЦА 3.4
	Наименование параметра		Значение
1. Общие параметры			
1.1	Количество контролируемых аккумуляторов: Для модификации Репей-Б-220/12		2-20 ¹
2. Канал измерения напряжения АБ			
2.1	Номинальное напряжение постоянного тока, В		220
2.2	Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В		12-290
2.3	Пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %, не более	менее 165 В	2,5
		165 – 290 В	0,5
2.4	Допустимое напряжение, В	длительно	270
		в течение 1 с	350
3. Канал измерения тока АБ			
3.1	Вход для измерения тока АБ		шунт 75 мВ
3.2	Диапазон измерения тока АБ, $I_{\text{шунт ном}}^2$		от -1,2 до 1,2
3.3	Пределы допускаемой приведенной основной погрешности измерения напряжения с шунта, %, не более		0,25
3.4	Допустимое напряжение с шунта, В	длительно	5
		в течение 1 с	10
4. Дискретные выходы			
4.1	Дискретные выходы, шт		2
4.2	Диапазон коммутируемых напряжений переменного и постоянного тока, В		10-265
4.3	Коммутируемый переменный ток (действие на замыкание/размыкание), А, не более		8
4.4	Коммутируемый постоянный ток (действие на замыкание), А, не более		8
4.5	Коммутируемый постоянный ток (действие на размыкание) при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,02 с, А, не более		0,3
5. Питание			
5.1	Род тока		постоянный, переменный, выпрямленный
5.2	Номинальное напряжение переменного / постоянного тока, В		220
5.3	Рабочий диапазон напряжения переменного / постоянного тока, В		85 – 265 / 120 - 370
5.4	Мощность потребления от цепи питания, Вт, не более		5
6. Электрическая прочность			
6.1	Сопротивление изоляции при нормальных климатических условиях, не менее		40 МОм при 400 В
6.2	Испытательное переменное напряжение	между всеми группами контактов, кроме группы портов связи RS-485	2500 В; 50 / 60 Гц; 1 мин

¹ Максимальное количество аккумуляторов в одной цепочке. Если АБ состоит из нескольких параллельных цепочек, то комплекс РЕПЕЙ устанавливается на каждую цепочку.

² Шунт измерения тока АБ следует выбирать с номинальным значением $I_{\text{шунт ном}}$, равным максимальному току заряда АБ или ближайшим значением из ряда номинальных токов шунтов.

6.3		между группой контактов порта связи RS-485 и остальными группами	500 В; 50 / 60 Гц; 1 мин
7. Интерфейсы и протоколы связи			
7.1	RS-485		Modbus-RTU
7.2	Bluetooth 5.0		BLE
7.3	Максимальное количество подключенных датчиков		20
8. Осциллограф			
8.1	Время предаварийной записи, с		0,1
8.2	Время записи, с		5
9. Конструктивное исполнение			
9.1	Вес, кг, не более		0,7
9.2	Степень защиты для корпуса в соответствии с ГОСТ 14254-2015 / IEC 529-89, не ниже		IP40
9.3	Степень защиты лицевой панели в соответствии с ГОСТ 14254-2015 / IEC 529-89, не ниже		IP54
10. Условия эксплуатации			
10.1	Рабочий диапазон температур, °С		От -40 до +70
10.2	Влажность при +25°С, %, не более		98
10.3	Атмосферное давление, мм. рт. ст.		550 – 800
10.4	Высота над уровнем моря, м, не более		2000
10.5	Средняя наработка на отказ, не менее, часов		125 000

4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКА

4.1 КОНСТРУКЦИЯ И ВНЕШНИЙ ВИД ДАТЧИКА

4.1.1 Датчик РЕПЕЙ выполнен в виде моноблока. Внешний вид устройства показан на рисунке [4.1](#). Датчик предусматривает крепление к корпусу аккумулятора с помощью крепежа, входящего в комплект поставки. Габаритные размеры и пример монтажа приведены в приложении [Б](#).

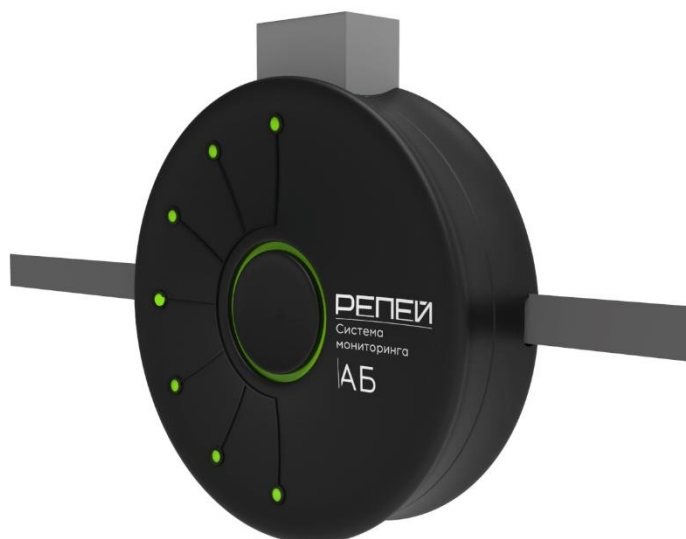


Рисунок 4.1– Внешний вид датчика

4.2 ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ ДАТЧИКА

4.2.1 На лицевой панели датчика (рисунок [4.2](#)) расположены элементы индикации (таблица [4.1](#)).

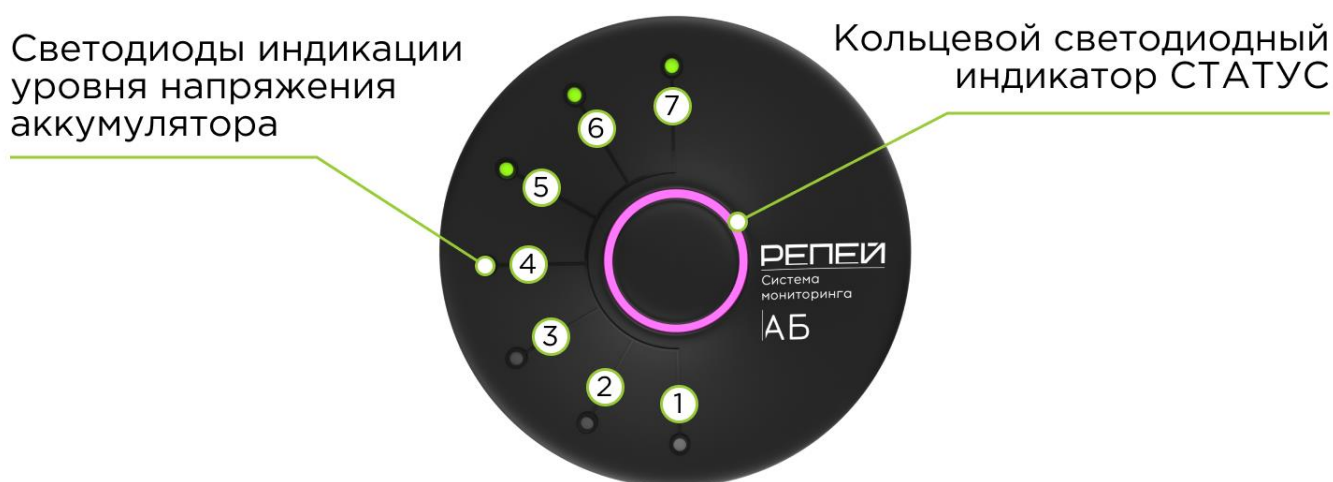


Рисунок 4.2 - Внешние виды лицевых панелей базовой станции и датчика

4.2.2 Светодиодная индикация на лицевой панели датчика включается на 10 секунд при включении датчика. При нажатии кнопки управления на лицевой панели базовой станции индикация включения на 10 минут.

ТАБЛИЦА 4.1

Светодиод	Состояние	Значение
СТАТУС (кольцевой светодиодный индикатор)	Не горит	Устройство выключено / Индикация отключена
	Зеленый	Устройство включено и функционирует исправно
	Пурпурный	Устройство включено и функционирует исправно, выполнение информационного обмена с базовой станцией
	Пурпурный мигающий	Устройство включено и функционирует исправно, потеря связи с базовой станцией
	Желтый	По сигналу «Предупредительная сигнализация» от базовой станции (ТАБЛИЦА 6.3)
	Красный	По сигналу «Аварийная сигнализация» от базовой станции (ТАБЛИЦА 6.3)
	Желтый мигающий	Система самодиагностики выявила неисправность, не препятствующую выполнению основных функций
	Красный мигающий	Устройство неисправно
	Голубой	Устройство выполняет выравнивание напряжения на аккумуляторе

Изменение индикации датчика в зависимости от уровня напряжения на контролируемом аккумуляторе показано в таблице 4.2.

ТАБЛИЦА 4.2

№	Индикация светодиодов уровня в зависимости от напряжения, В						
	≥ 15	$14 \leq U_A < 15$	$13,75 \geq U_A < 14$	$13,25 < U_A < 13,75$	$13 < U_A \leq 13,25$	$11,5 < U_A \leq 13$	$\leq 11,5$
7							
6							
5							
4							
3							
2							
1							

При нахождении датчика в режиме балансировки все светодиоды индикации уровня напряжения горят желтым цветом.

4.3 ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКА

		ТАБЛИЦА 4.3
	Наименование параметра	Значение
1.1	Количество входов измерения напряжения аккумулятора, шт	2
1.2	Номинальное напряжение постоянного тока, В	12
1.3	Диапазон измерений напряжения, В - для входа 1 - для входа 2	7 ... 18 7 ... 36
1.4	Пределы допускаемой приведенной основной погрешности измерения напряжения, %	0.5
1.5	Количество входов измерения температуры аккумулятора, шт	2
1.6	Диапазон измерения температур, °C	-40 ... +100
1.7	Пределы допускаемой основной погрешности входа измерения температуры аккумулятора, °C	0.5
1.8	Оперативное питание	от входа измерения напряжения №1
1.9	Потребляемая мощность, не более мВт - при отключенной индикации - при включенной индикации - в режиме балансировки (см. 4.3.1)	21 280 1000
1.10	Вес, кг, не более	0,3
1.11	Рабочий диапазон температур, °C	От -40 до +70
1.12	Влажность при +25°C, %, не более	98
1.13	Атмосферное давление, мм. рт. ст.	550 – 800
1.14	Высота над уровнем моря, м, не более	2000

4.3.1 В режиме балансировки напряжения аккумулятора мощность, потребляемая датчиком, регулируется за счет управления яркостью индикации. В пиковые моменты максимальная потребляемая мощность не превышает 1000 мВт. Перевод датчика в режим балансировки выполняется согласно алгоритму «**Балансировка**», подробное описание которого приведено разделе [5.8](#).

5 ФУНКЦИИ

5.1 ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

5.1.1 Комплекс РЕПЕЙ выполняет непрерывный контроль напряжения и тока АБ, температуры и напряжения каждого аккумулятора в составе АБ.

5.1.2 Устройство обеспечивает выявление следующих ненормальных режимов работы АБ:

- глубокий разряд АБ;
- повышенное напряжение на АБ;
- заряд сверхтоком;
- недопустимые пульсации тока и напряжения в режиме заряда АБ;
- отсутствие термокомпенсации напряжения подзаряда АБ.

5.1.3 РЕПЕЙ контролирует температуру окружающего воздуха внутри шкафа и в помещении, где он установлен.

5.1.4 Устройство диагностирует состояние каждого аккумулятора в составе АБ и позволяет выявить:

- ускоренный износ аккумулятора;
- деградирующий аккумулятор, разрушающий батарею;
- тепловой разгон аккумулятора;

5.1.5 РЕПЕЙ обеспечивает балансировку по напряжению отдельных аккумуляторов в батарее путем разряда перезаряженных аккумуляторов. Описание функции выравнивания приведено в [5.8](#).

5.1.6 РЕПЕЙ обеспечивает накопление статистики эксплуатации АБ и каждого из аккумуляторов в отдельности:

- графики изменения основных электрических параметров и температуры за последние 72 часа;
- подсчет длительности нахождения каждого аккумулятора в определенных диапазонах температур и напряжений в течение всего срока его эксплуатации;
- осциллограммы аварийных процессов.



Выходные сигналы алгоритмов могут быть назначены на срабатывание предупредительной или аварийной сигнализации в соответствии с таблицей [6.3](#), а также подключены к любому выходному реле устройства.

5.2 КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ АБ

5.2.1 Базовая станция непрерывно контролирует напряжение АБ и обеспечивает выявление:

- глубокого разряда АБ;
- недопустимого повышения напряжения на АБ;
- недопустимых пульсаций напряжения заряда АБ;
- отсутствия термокомпенсации напряжения подзаряда АБ.



С целью предотвращения преждевременного износа АБ ЗПУ должно обеспечивать поддержание напряжения на шинах аккумуляторной батареи с отклонениями не более 2% от необходимого значения напряжения поддерживающего заряда АБ и коэффициентом пульсации не более 1.5%.

Аккумуляторные батареи, работающие в буферном режиме, допускают небольшое количество циклов глубокого разряда, так как отсутствие нормального заряда на аккумуляторе резко сокращает срок его дальнейшей эксплуатации из-за сульфатации пластин.

5.2.2 При выходе напряжения АБ « U_{AB} » из диапазона, границы которого определяются уставками « U_{AB} мин» и « U_{AB} макс» (« U_{AB} макс зар» в режиме заряда), с выдержкой времени « t_{AB} глуб.разряд» (« t_{AB} перенапр») будет сформирована соответствующая сигнализация «АБ: глубокий разряд» или «АБ: высокое напряжение».

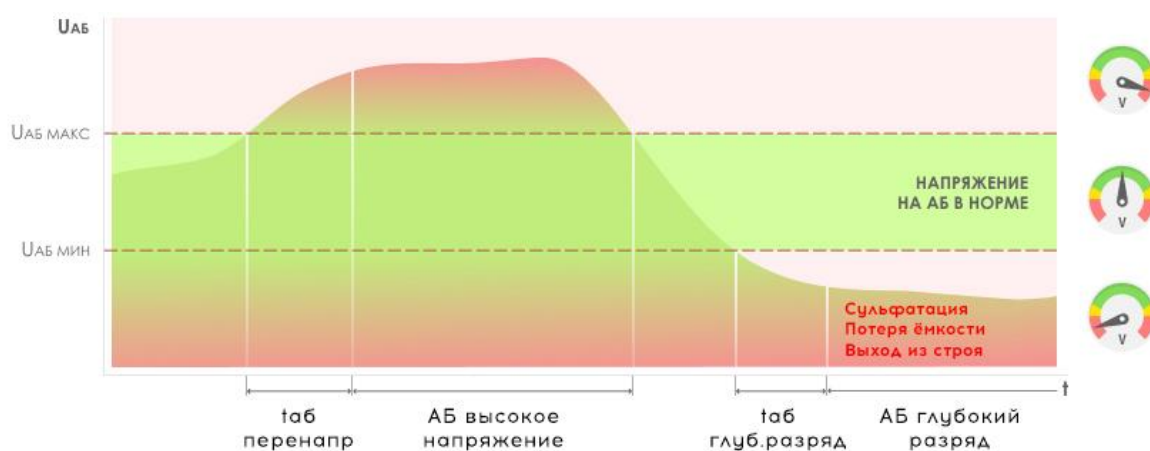


Рисунок 5.1 – Примеры работы алгоритмы контроля напряжения аккумуляторной батареи

5.2.3 РЕПЕЙ рассчитывает коэффициент пульсации напряжения на АБ по формуле:

$$k_{П} U_{аб} = \frac{\Delta U}{2 \cdot U_{аб}} \cdot 100\%,$$

где, $U_{аб}$ – постоянная составляющая напряжения АБ, В;

ΔU – размах пульсаций напряжения АБ, В.

В случае, если в режиме заряда или подзаряда коэффициент пульсации напряжения АБ превышает значение уставки « $k_{П} U_{аб} макс$ », то с выдержкой времени « $t_{kП} U_{аб}$ » будет сформирована соответствующая сигнализация «АБ: высокие пульсации U».



Скорость химической реакции электролита зависит от температуры окружающей среды. При снижении температуры АБ, снижается её ёмкость. При повышении температуры АБ высокая скорость диффузии приводит к ускоренному износу АБ. С целью продления срока службы АБ ЗПУ должно обеспечивать термокомпенсацию напряжения заряда, повышая напряжение при замерзании АБ и понижая при нагреве. Производители АБ, как правило, указывают в документации номинальную температуру, при которой компенсация не осуществляется, либо интервал таких температур. А также коэффициент температурной компенсации, определяющий степень компенсации.

5.2.4 Функция контроля наличия термокомпенсации напряжения подзаряда АБ может быть введена в работу программным ключом «B101» и выполняется устройством при нахождении АБ в режиме **подзаряда**.

5.2.5 Необходимое значение напряжения поддержания заряда всей АБ $U_{\text{под}}$ в зависимости от температуры эксплуатации АБ (т.е. с учётом термокомпенсации) РЕПЕЙ определяет по формуле:

$$U_{\text{под}} = U_{\text{подз}} + dU_{\text{комп темп}} \quad (2)$$

где, $U_{\text{подз}}$ – уставка поддержания напряжения на АБ в режиме подзаряда, В;
 $dU_{\text{комп темп}}$ величина коррекции напряжения на АБ по температуре, В.



Рисунок 5.2 – Термокомпенсация напряжения при различных значениях «Ткомп низ» и «Ткомп верх»

5.2.6 Величину коррекции напряжения АБ по температуре $dU_{\text{комп темп}}$ устройство определяет по формуле:

$$dU_{\text{комп темп}} = \begin{cases} \frac{K_{\text{темп комп}}}{1000} \cdot (T_{\text{комп низ}} - T_{\text{комп низ стоп}}) \cdot N_{\text{э}} \cdot N_{\text{а}}, & \text{если } T_{\text{а ср}} \leq T_{\text{комп низ стоп}} \\ \frac{K_{\text{темп комп}}}{1000} \cdot (T_{\text{комп низ}} - T_{\text{а ср}}) \cdot N_{\text{э}} \cdot N_{\text{а}}, & \text{если } (T_{\text{а ср}} > T_{\text{комп низ стоп}}) \text{ И } (T_{\text{а ср}} \leq T_{\text{комп низ}}) \\ 0, & \text{если } (T_{\text{а ср}} > T_{\text{комп низ}}) \text{ И } (T_{\text{а ср}} \leq T_{\text{комп верх}}) \\ \frac{K_{\text{темп комп}}}{1000} \cdot (T_{\text{комп верх}} - T_{\text{а ср}}) \cdot N_{\text{э}} \cdot N_{\text{а}}, & \text{если } (T_{\text{а ср}} > T_{\text{комп верх}}) \text{ И } (T_{\text{а ср}} \leq T_{\text{комп верх стоп}}) \\ \frac{K_{\text{темп комп}}}{1000} \cdot (T_{\text{комп верх}} - T_{\text{комп верх стоп}}) \cdot N_{\text{э}} \cdot N_{\text{а}}, & \text{если } T_{\text{а ср}} \geq T_{\text{комп верх стоп}} \end{cases}$$

где, $K_{\text{темп комп}}$ – уставка коэффициента температурной компенсации, определяемого производителем аккумуляторов мВ/эл./°С;

$N_{\text{а}}$ – уставка количества аккумуляторов в АБ, шт;

$N_{\text{э}}$ – уставка количества элементов в одном аккумуляторе, шт;

$T_{\text{комп низ стоп}}$ – уставка нижней границы прекращения температурной компенсации, °С;

$T_{\text{комп низ}}$ – уставка нижней границы диапазона нормальных температур, °С;

$T_{\text{комп верх}}$ – уставка верхней границы диапазона нормальных температур, °С;

$T_{\text{комп верх стоп}}$ – уставка верхней границы прекращения температурной компенсации, °С;

$T_{\text{а ср}}$ – средняя температура аккумуляторной батареи.

5.2.7 При задании одинаковых значениях «Ткомп низ» и «Ткомп верх» зависимость напряжения поддержания заряда на АБ от температуры АБ принимает вид, приведенный на рисунке 5.3.



Рисунок 5.3 – Термокомпенсация напряжения при одинаковых значениях «Ткомп низ» и «Ткомп верх».

5.2.8 При отклонении напряжения на АБ $U_{\text{АБ}}$ от расчётной величины « $U_{\text{под}}$ » в режиме подзаряда на величину более « $dU_{\text{АБ макс}}$ » с выдержкой времени «Ттк сигн» будет сформирована соответствующая сигнализация «АБ: отсутствие термокомпенсации».

5.3 КОНТРОЛЬ ТОКА АБ



Срок службы аккумулятора зависит от величины тока заряда, который должен быть не менее 10% и не более 30% от номинальной ёмкости аккумуляторной батареи. Регулярный длительный зарядный ток менее 10% от номинальной ёмкости может привести к нарушению восстановительных химических процессов внутри аккумулятора и сократить срок его службы.



Алгоритм контроля тока АБ обеспечивает определение текущего режима работы АБ: заряд, подзаряд или разряд.

Работа алгоритма может быть настроена с помощью уставки величины тока « $I_{\text{подз}}$ »¹, определяющей переход из режима заряда в режим подзаряда.

Подключение цепей тока АБ должно обеспечивать положительное значение тока в режиме заряда АБ.

5.3.1 При превышении током заряда АБ « $I_{\text{АБ}}$ » уставки « $I_{\text{зар макс}}$ » с выдержкой времени «Тзар макс» будет сформирована соответствующая сигнализация «АБ: высокий тока заряда».

5.3.2 РЕПЕЙ рассчитывает коэффициент пульсации тока АБ по формуле:

$$k_{\text{П}} I_{\text{АБ}} = \frac{\Delta I}{C} \cdot 100\%,$$

где, C – уставка емкости АБ, Ач;

ΔI – размах пульсаций тока АБ, А.

В случае, если в режиме заряда или подзаряда коэффициент пульсации тока АБ превышает значение уставки « $k_{\text{П}} I_{\text{АБ макс}}$ », то с выдержкой времени « $t_{\text{кП}} I_{\text{АБ}}$ » будет сформирована соответствующая сигнализация «АБ: высокие пульсации I».

¹ Для аккумуляторов, работающих в буферном режиме, ток подзаряда должен быть в пределах типичного диапазона 0,1-1,0 мА/Ач номинальной емкости (ГОСТ Р МЭК 62485-2-2011).

5.4 КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ШКАФА И ПОМЕЩЕНИЯ

5.4.1 РЕПЕЙ выполняет функцию контроля работы системы поддержания температуры в шкафу с АБ и в помещении, в котором он установлен. Рекомендации по расположению и порядку монтажа датчиков температуры воздуха шкафа и помещения приведены в приложении [Б](#).



Своевременное выявление отказа систем обогрева и вентиляции шкафа и помещения позволяет предотвратить функционирование АБ при недопустимых значениях температуры окружающего воздуха и сохранить ресурс аккумуляторов.

5.4.2 При введенном программном ключе «В301» и выходе температуры шкафа с АБ «Тшкаф» из диапазона, границы которого определяются уставками «Тшкаф мин» и «Тшкаф макс 1» с выдержкой времени «тшкаф сигн» будет сформирована соответствующая сигнализация «Шкаф: низкая температура» или «Шкаф: высокая температура 1 ст.».

5.4.3 Программным ключом «В302» дополнительно может быть введена в работу вторая ступень контроля повышения температуры шкафа. В случае превышения уставки «Тшкаф макс 2» с выдержкой времени «тшкаф сигн» будет сформирована сигнализация «Шкаф: высокая температура 2 ст.».

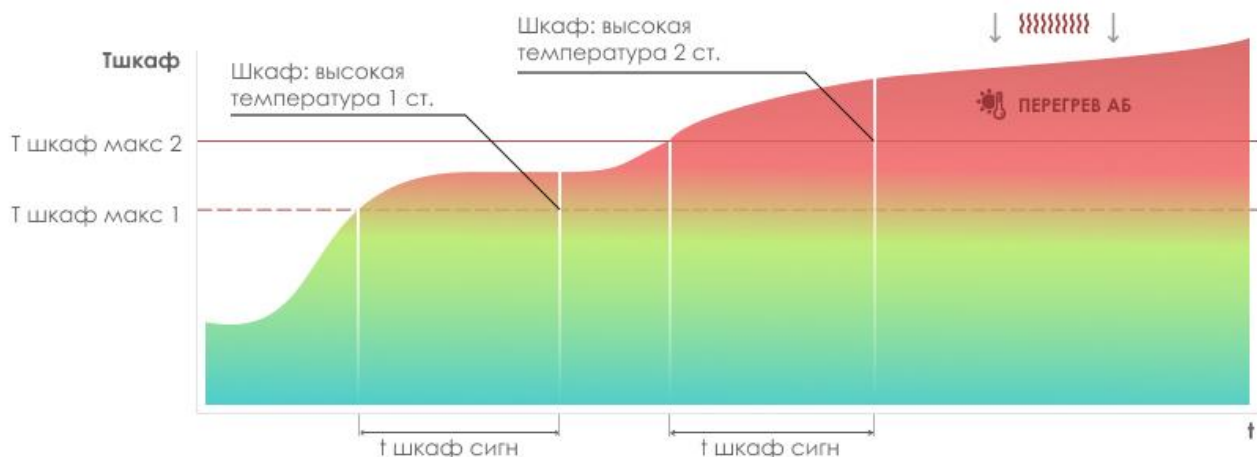


Рисунок 5.4 – Контроль перегрева шкафа с АБ

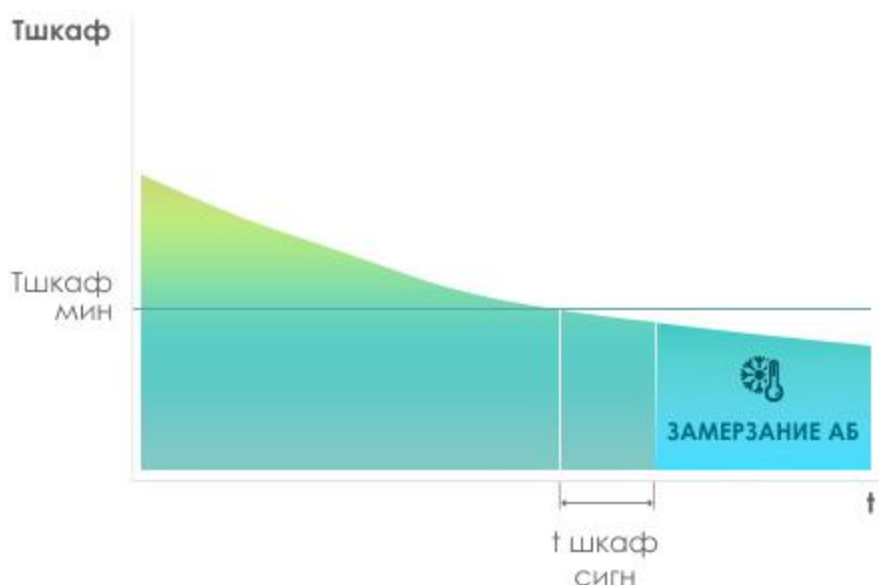


Рисунок 5.5 – Контроль снижения температуры шкафа с АБ

5.4.4 При введенном программном ключе «В303» и выходе температуры помещения «Тпомещ» из диапазона, границы которого определяются уставками «Тпомещ мин» и «Тпомещ макс» с выдержкой времени «Тпомещ сигн» будет сформирована соответствующая сигнализация «Помещение: низкая температура» или «Помещение: высокая температура».

5.5 ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЖИМОВ УСКОРЕННОГО ИЗНОСА АККУМУЛЯТОРОВ



Длительный заряд повышенным напряжением приводит к высыханию электролита, увеличению внутреннего сопротивления и, как следствие, уменьшению емкости аккумулятора.

Работа аккумулятора при пониженном напряжении приводит к сульфатации пластин и ускоренной необратимой потере его емкости.

Температурный режим работы также сильно влияет на срок службы свинцово-кислотных аккумуляторов.

Повышенная температура приводит к «высыханию» электролита и изменению его свойств (для гелиевых аккумуляторов последствия необратимы). Превышение температуры на каждые 10 °C сверх 20 °C сокращает срок службы в два раза. Так, эксплуатация гелиевого аккумулятора при температуре 40 °C приведет к сокращению его срока службы в четыре раза.

Снижение температуры аккумулятора приводит к снижению ёмкости вследствие снижения скорости диффузии ионов электролита и его концентрации в порах активной массы. Важно учитывать, что низкая температура аккумулятора ограничивает предельно допустимую глубину его разряда.

По статистике 70% отказов АБ связано с неправильными условиями эксплуатации. Поддержание необходимого напряжения и температурного режима является ключевым фактором обеспечения заявленного срока службы.

5.5.1 Алгоритм выявления режимов ускоренного износа контролирует напряжение и температуру каждого аккумулятора в отдельности.

5.5.2 При выходе напряжения аккумулятора « U_{Ai} »¹ из диапазона, границы которого определяются уставками « $U_{A \text{ мин}}$ » и « $U_{A \text{ макс}}$ » (« $U_{A \text{ макс зар}}$ » в режиме **заряда**), с выдержкой времени « $t_{A \text{ перенапр}}$ » (« $t_{A \text{ низк. напр.}}$ ») будет сформирована соответствующая сигнализация «Акм №i: ускоренный износ»⁶.

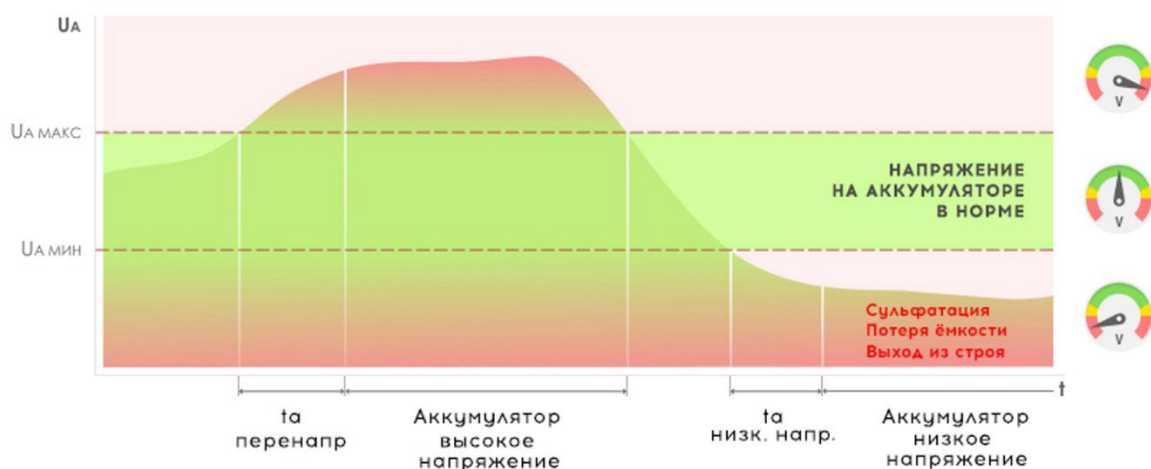


Рисунок 5.6 – Примеры работы алгоритмы контроля напряжения аккумулятора

¹ i соответствует порядковому номеру аккумулятора в аккумуляторной батарее.

5.5.3 Допустимое напряжение на аккумуляторе зависит от его текущей температуры, поэтому уставки «**Ua мин**» и «**Ua макс**» изменяются в зависимости от текущей температуры аккумулятора. Величина изменения уставок **dU_{атк i}** определяется по формуле:

$$dU_{атк i} = \begin{cases} \frac{K_{ТЕМП КОМП}}{1000} \cdot (T_{КОМП НИЗ} - T_{КОМП НИЗ СТОП}) \cdot Nэ, \text{ если } T_{a i} \leq T_{КОМП НИЗ СТОП} \\ \frac{K_{ТЕМП КОМП}}{1000} \cdot (T_{КОМП НИЗ} - T_{a i}) \cdot Nэ, \text{ если } (T_{a i} > T_{КОМП НИЗ СТОП}) \text{ И } (T_{a i} \leq T_{КОМП НИЗ}) \\ 0, \text{ если } (T_{a i} > T_{КОМП НИЗ}) \text{ И } (T_{a i} \leq T_{КОМП ВЕРХ}) \\ \frac{K_{ТЕМП КОМП}}{1000} \cdot (T_{КОМП ВЕРХ} - T_{a i}) \cdot Nэ, \text{ если } (T_{a i} > T_{КОМП ВЕРХ}) \text{ И } (T_{a i} \leq T_{КОМП ВЕРХ СТОП}) \\ \frac{K_{ТЕМП КОМП}}{1000} \cdot (T_{КОМП ВЕРХ} - T_{КОМП ВЕРХ СТОП}) \cdot Nэ, \text{ если } T_{a i} \geq T_{КОМП ВЕРХ СТОП} \end{cases}$$

где, $K_{ТЕМП КОМП}$ – уставка коэффициента температурной компенсации, определяемого производителем аккумуляторов мВ/эл./°С;

$Nэ$ – уставка количества элементов в одном аккумуляторе, шт;

$T_{КОМП НИЗ СТОП}$ – уставка нижней границы прекращения температурной компенсации, °С;

$T_{КОМП НИЗ}$ – уставка нижней границы диапазона нормальных температур, °С;

$T_{КОМП ВЕРХ}$ – уставка верхней границы диапазона нормальных температур, °С;

$T_{КОМП ВЕРХ СТОП}$ – уставка верхней границы прекращения температурной компенсации, °С;

$T_{a i}$ – температура i -го аккумулятора.

5.5.4 Изменение уставки «**Ua макс зар**» при изменении температуры аккумулятора выполняется при вводе программного ключа **B401**.

5.5.5 При выходе температуры аккумулятора «**T_{a i}**»¹ из диапазона, границы которого определяются уставками «**Ta мин**» и «**Ta макс**» («**Ta макс зар**» в режиме **заряда** или **разряда**), с выдержкой времени «**ta низкая T**» или «**ta высокая T**» будет сформирована соответствующая сигнализация «**Акм №i: ускоренный износ**»⁷.

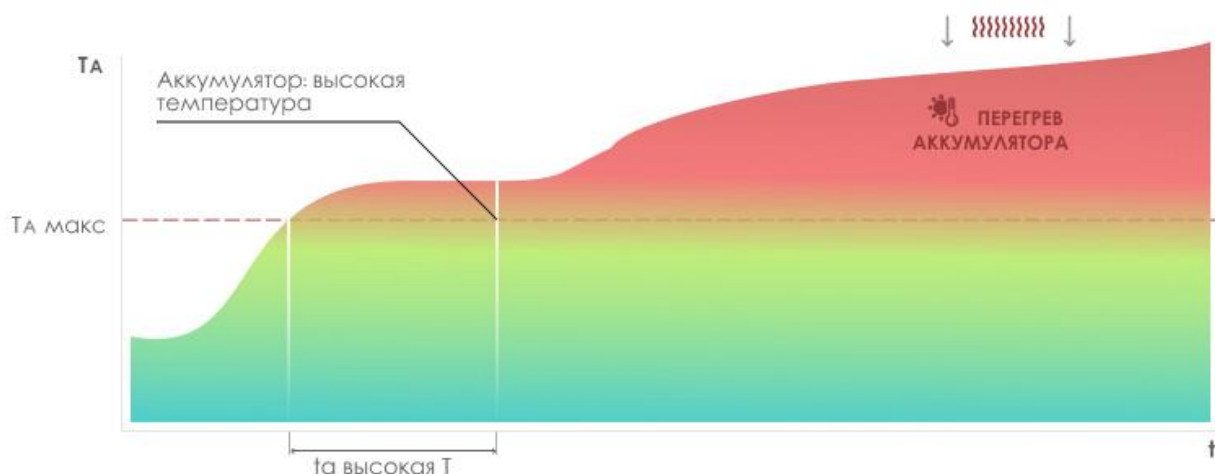


Рисунок 5.7 – Контроль перегрева аккумулятора

¹ i соответствует порядковому номеру аккумулятора в аккумуляторной батарее.

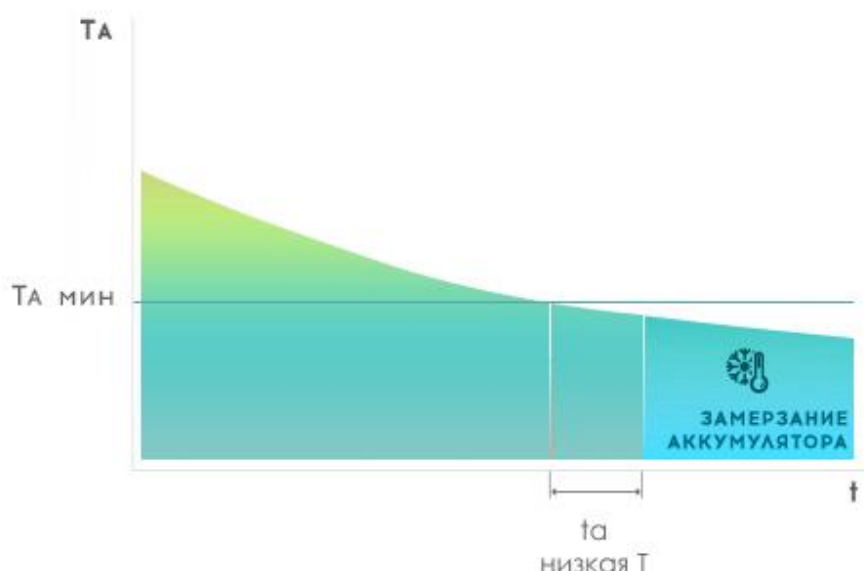


Рисунок 5.8 – Контроль снижения температуры аккумулятора

5.6 ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗРУШАЮЩИХ АККУМУЛЯТОРОВ В ЦЕПИ АБ



В традиционных схемах управления зарядом АБ зарядно-подзарядное устройство контролирует напряжение и ток всей АБ, но не контролирует напряжение на каждом аккумуляторе батареи. В результате напряжение на отдельных аккумуляторах может отличаться от нормальных значений. Аккумулятор, имеющий более высокий уровень саморазряда может вызвать перезаряд последовательно соединенных с ним элементов и недозаряд параллельно соединенных, что повышает скорость всех разрушающих процессов АБ. Один вышедший из строя аккумулятор быстро уничтожает АБ, сокращая срок её службы.

5.6.1 Алгоритм выявления разрушающих элементов в цепи АБ определяет аккумуляторы, напряжение которых отличается от медианного значения¹ напряжения всех аккумуляторов АБ более допустимого предела.

5.6.2 Допустимый диапазон отклонения напряжения аккумулятора определяется уставками « $dU_{a \text{ макс } 1}$ », « $dU_{a \text{ макс } 2}$ », и « $dU_{a \text{ макс } 3}$ » в зависимости от величины тока АБ I_{AB} (рисунок 5.9):

- $\pm dU_{a \text{ макс } 1}$ при $0 < I_{AB} \leq I_1$;
- $\pm dU_{a \text{ макс } 2}$ при $I_1 < I_{AB} \leq I_2$;
- $\pm dU_{a \text{ макс } 3}$ при $I_2 < I_{AB} \leq I_3$,

где, I_1, I_2, I_3 – уставки границ по току характеристики алгоритма, А;

$dU_{a \text{ макс } 1}, dU_{a \text{ макс } 2}, dU_{a \text{ макс } 3}$ – уставки допустимого отклонения напряжения аккумулятора, В;

I_{AB} – величина тока АБ, А.

¹ Значение напряжения, находящегося в середине списка значений напряжений всех аккумуляторов, отсортированных в порядке возрастания напряжения.

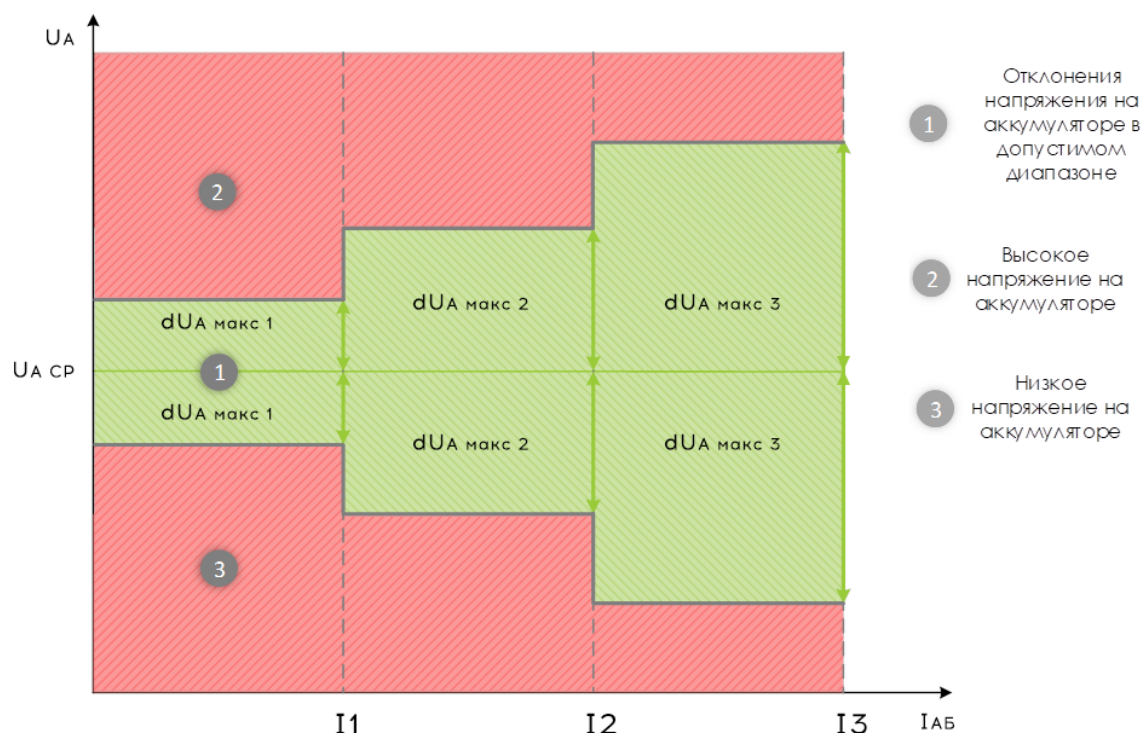


Рисунок 5.9 – допустимые отклонения напряжения на элементах при колебаниях тока нагрузки аккумуляторной батареи

5.6.3 Алгоритм срабатывает с выдержкой времени **«трэ»** на формирование сигнализации **«Акм №i: деградация»**¹.



Согласно нормам приемо-сдаточным испытаний (ПУЭ п.1.8.35) количество отстающих элементов в АБ не должно превышать 5% от общего количества. Эксплуатация АБ с разрушающимися аккумуляторами не соответствует нормам!

5.7 ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РАЗГОНА АККУМУЛЯТОРОВ



Явление теплового разгона является недостатком химических источников питания, влияющим на безопасность работы электроустановки.

Тепловой разгон может возникать при проведении заряда при постоянном напряжении, во время которого ток и температура оказывают усиливающее влияние друг на друга, что вызывает их дальнейшее взаимное увеличение и может привести к разрушению батареи².

5.7.1 Ввод в работу алгоритма выявления теплового разгона (опасного перегрева) аккумуляторов осуществляется программным ключом **«B701»**.

5.7.2 Алгоритм определяет тепловой разгон аккумулятора при отклонении его температуры от медианного значения температуры всех аккумуляторов АБ на величину, превышающую значение уставки **«dTa тепл разгон»** в течении времени **«tтепл разгон»**.

5.7.3 В результате работы алгоритма срабатывает сигнализация **«Акм №i: тепловой разгон»**².

¹ i соответствует порядковому номеру аккумуляторов в аккумуляторной батарее.

² ГОСТ Р МЭК 60896-22-2015



Рисунок 5.10 – последствия теплового разгона аккумулятора

5.8 БАЛАНСИРОВКА АККУМУЛЯТОРОВ



При эксплуатации аккумуляторов в неравномерных условиях, например температурных, разброс их напряжений будет со временем увеличиваться. Отклонение напряжения аккумулятора от допустимого значения сокращает его срок службы, а также приводит к общей деградации АБ, как это было описано в 5.6. Одним из способов продления срока службы аккумуляторов в батарее является балансировка аккумуляторов, путем разряда перезаряженных и заряда недозаряженных. Если подключить нагрузку к перезаряженному аккумулятору, то напряжение на нем снизится. За счет того, что зарядно-подзарядное устройство поддерживает одинаковое напряжение на АБ, напряжение на остальных аккумуляторах вырастет, и они подзарядятся. Таким образом, напряжение на всех аккумуляторах станет одинаковым.

5.8.1 РЕПЕЙ обеспечивает выполнение функции балансировки отдельных аккумуляторов.

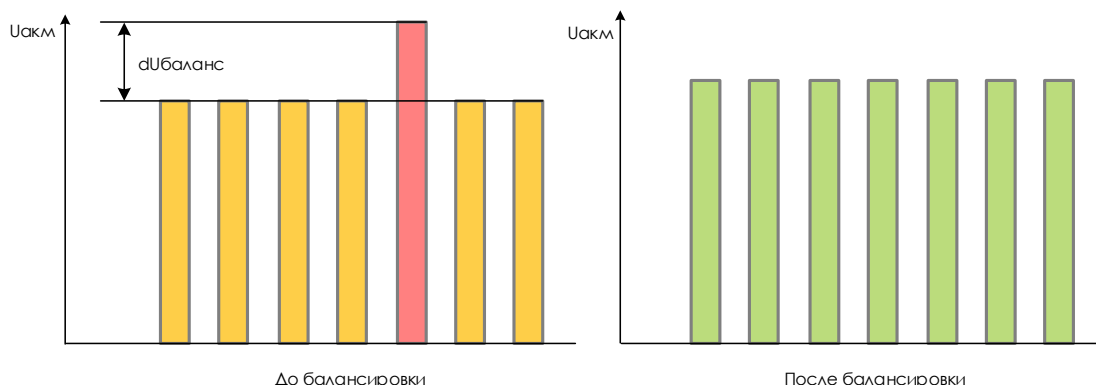


Рисунок 5.11 – изменение напряжений аккумуляторов после работы функции балансировки

5.8.2 Функция балансировки может работать в автоматическом и ручном режиме. Ввод автоматического режима выполняется программным ключом **B1001** (по умолчанию введен). Ручной запуск возможен путём подачи команды «**Запуск балансировки**» из программы **Конфигуратор Репей** или из АСУ.

5.8.3 Работа функции балансировки поддерживается системами РЕПЕЙ, в которых каждый датчик контролирует только один аккумулятор и версия ПО датчиков Репей 1.3 или выше.

5.8.4 Запуск балансировки разрешен при одновременном выполнении следующих условий:

- АБ находится в режиме подзаряда;
- Датчик Репей, контролирующий аккумулятор, исправен и с ним есть связь;
- Напряжение АБ выше значения уставки **Uаб баланс. блок**.

При выполнении всех перечисленных выше условий индивидуально для аккумулятора формируется сигнал «**Акм. i балансировка разреш.**», разрешающий запуск балансировки аккумулятора с номером *i*.

5.8.5 Балансировка аккумулятора запускается, если отклонение напряжения на этом аккумуляторе от медианного значения всех аккумуляторов в батарее превышает значение уставки **dUбаланс** в течение времени **tбаланс**.

В случае если в батарее установлено пять или менее аккумуляторов ($N_a \leq 5$), то балансировка может также запускаться при превышении напряжения на этом аккумуляторе значения уставки **Ua макс**. Для запуска балансировки в этом случае должны быть одновременно выполнены следующие условия:

- Введен контроль работы функции термокомпенсации ($B101 = 1$);
- Функция термокомпенсации работает корректно («Нарушение термокомпенсации» = 0).

5.8.6 Длительность одного цикла балансировки задается уставкой **tбаланс. длит**.

5.8.7 Длительность паузы между циклами балансировки задается уставкой **tбаланс. пауза**.

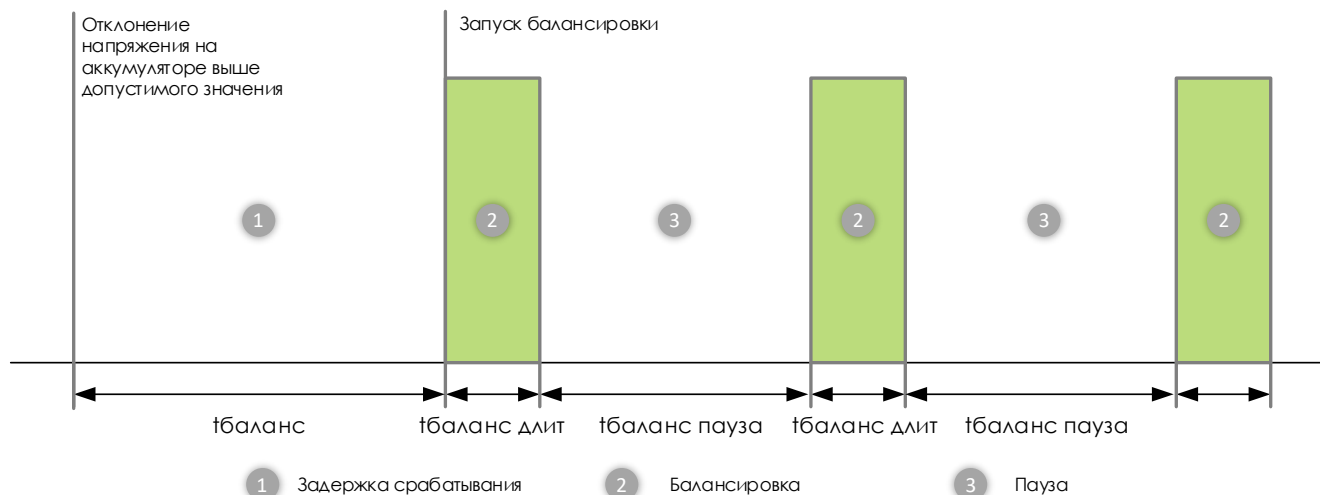


Рисунок 5.12 – временная диаграмма работы функции балансировки

5.8.8 Максимальное количество циклов балансировки в сутки может быть ограничено уставкой **Nбаланс. макс**. При превышении максимального количества запусков функция балансировки будет заблокирована до следующих суток.

5.8.9 РЕПЕЙ выполняет накопление статистики запуска функции балансировки. В устройстве предусмотрены помесечные счетчики запуска функции балансировки для каждого аккумулятора за последние 12 месяцев. Просмотр статистики доступен в программе **Конфигуратор Репей**.

5.9 УСТАВКИ

5.9.1 Перечень уставок приведен в таблице 5.1.

ТАБЛИЦА 5.1

Уставка		Значение					Описание
		Начальное	Мин.	Макс.	Шаг	коэф возвр	
Общие уставки							
Организация	-	Текстовое поле					Название организации
Объект	-	Текстовое поле					Объект установки
Шкаф	-	Текстовое поле					Обозначение шкафа
Комментарий	-	Текстовое поле					Текстовый комментарий
Модель ЗПУ	-	Текстовое поле					Модель ЗПУ
С	А·ч	55	10	500	1	-	Емкость АБ (10-часовая)
Na	-	17	2	20	1	-	Количество аккумуляторов в АБ
Uном	В	13,5	12	14	0,1	-	Номинальное напряжение аккумуляторов
Iшунт ном	А	20	1	150	1	-	Номинальный ток шунта измерения тока АБ
1. Контроль напряжения АБ							
Uаб мин	В	183	15	230	0,1	+2	Напряжение глубокого разряда АБ
tаб глуб. разряд	мин	1	1	10	1	-	Задержка срабатывания сигнализации глубокого разряда АБ
Uаб макс	В	242	24	290	0,1	-2	Максимально допустимое напряжение на АБ
Uаб макс зар	В	250	24	290	0,1	-2	Максимально допустимое напряжение на АБ в режиме заряда
tаб перенапр	мин	1	1	10	1	-	Задержка срабатывания сигнализации по превышению напряжения АБ
kп Uаб макс	%	1,5	1	10	0,1	0,9	Максимально допустимые пульсации напряжения АБ
tкп Uаб	с	60	1	1800	1	-	Задержка срабатывания сигнализации повышенных пульсаций напряжения АБ
B101	-	1	0	1	1	-	Контроль выполнения термокомпенсации зарядным устройством
Uподз	В	230	24	290	0,1	-	Уставка напряжения АБ в режим подзаряда
dUаб макс	%	2	0,5	10	0,1	-0,5	Максимально допустимое отклонение напряжения АБ от уставки с учетом термокомпенсации
tтк сигн	мин	10	1	60	1	-	Задержка срабатывания сигнализации при отсутствии термокомпенсации
Kтемп комп	мВ/эл/°С	5	0,1	10	0,1	-	Коэффициент температурной компенсации
Tкомп низ стоп	°С	0	-40	0	1	-	Нижняя граница прекращения температурной компенсации
Tкомп низ	°С	15	0	25	1	-	Нижняя граница нормального диапазона
Tкомп верх	°С	20	10	50	1	-	Верхняя граница нормального диапазона
Tкомп верх стоп	°С	50	50	50	1	-	Верхняя граница прекращения температурной компенсации

ТАБЛИЦА 5.1

Уставка		Значение					Описание
		Начальное	Мин.	Макс.	Шаг	коэф возвр	
2. Контроль тока АБ							
Iподз	А	0,1	0,05	10	0,01	макс (0,05*С или Iподз+1)	Ток, соответствующий переходу АБ в режим подзаряда
Iзар макс	А	16,5	1	125	0,1	-0,25	Максимально допустимый ток заряда
tзар макс	мин	5	1	60	1	-	Задержка срабатывания сигнализации при превышении тока заряда
кп Iаб макс	%	5	1	10	0,1	0,9	Максимально допустимые пульсации тока АБ
tкп Iаб	с	60	1	1800	1	-	Задержка срабатывания сигнализации повышенных пульсаций тока АБ
3. Контроль температуры шкафа и помещения							
В301	-	0	0	1	1	-	Ввод контроля температуры шкафа
Tшкаф мин	°С	5	0	20	1	+2	Минимально допустимая температура в шкафу
Tшкаф макс 1	°С	30	25	45	1	-2	Максимально допустимая температуры в шкафу – 1 ступень
tшкаф сигн	мин	10	1	30	1	-	Задержка срабатывания сигнализации недопустимого отклонения температуры в шкафу
В302	-	0	0	1	1	-	Ввод второй ступени сигнализации превышения температуры в шкафу
Tшкаф макс 2	°С	35	30	50	1	-2	Максимально допустимая температуры в шкафу – 2 ступень
В303	-	0	0	1	1	-	Ввод контроля температуры в помещении
Tпомещ мин	°С	15	0	20	1	+2	Минимально допустимая температура в помещении
Tпомещ макс	°С	30	25	45	1	-2	Максимально допустимая температуры в помещении
tпомещ сигн	мин	10	1	30	1	-	Задержка срабатывания сигнализации недопустимого отклонения температуры в помещении
4. Ускоренный износ							
Uа мин	В	10,8	8,5	14	0,1	+0,1	Минимальное допустимое напряжение на аккумуляторе
tа низк. напр.	мин	2	1	10	1	-	Задержка срабатывания сигнализации низкого напряжения на аккумуляторе
Uа макс	В	13,8	12	15	0,1	+0,1	Максимально допустимое напряжение на аккумуляторе
Uа макс зар	В	15	13,5	15	0,1	+0,1	Максимально допустимое напряжение на аккумуляторе в режиме заряда
В401	-	0	0 или 1			-	Учет работы функции термокомпенсации в режиме заряда аккумулятора (0 – нет, 1 – да)
tа	мин	2	1	10	1	-	Задержка срабатывания сигнализации по

ТАБЛИЦА 5.1

Уставка		Значение					Описание
		Начальное	Мин.	Макс.	Шаг	коэф возвр	
перенапр							превышению напряжения на аккумуляторе
Ta мин	°C	5	0	20	1	+2	Минимально допустимая температура на аккумуляторе
tа низкая T	мин	2	1	10	1	-	Задержка срабатывания сигнализации понижения температуры аккумулятора
Ta макс	°C	30	25	50	1	-2	Максимально допустимая температура на аккумуляторе
Ta макс зар	°C	40	25	50	1	-2	Максимально допустимая температура на аккумуляторе в режиме заряда
tа высокая T	мин	2	1	10	1	-	Задержка срабатывания сигнализации повышения температуры аккумулятора
5. Разрушающие элементы							
B501	-	1	0	1	1	-	Ввод диагностики разрушающих элементов
I1	A	0,5	0,3	50	0,1	-	Первая граница по току характеристики алгоритма
dUa макс 1	%	5	0,5	15	0,1	-0,5	Уставка срабатывания защиты на первом участке
I2	A	5,5	0,3	50	0,1	-	Вторая граница по току характеристики алгоритма
dUa макс 2	%	6	0,5	15	0,1	-0,5	Уставка срабатывания защиты на втором участке
I3	A	16,5	0,3	50	0,1	-	Третья граница по току характеристики алгоритма
dUa макс 3	%	7	0,5	15	0,1	-0,5	Уставка срабатывания защиты на третьем участке
trэ	мин	2	1	10	1	-	Задержка срабатывания защиты от разрушающих элементов
6. Тепловой разгон							
B701	-	1	0	1	1	-	Ввод диагностики теплового разгона аккумуляторов
dTa тепл разгон	°C	10	5	15	1	-2	Уставка срабатывания защиты от теплового разгона АБ
tтепл разгон	мин	5	1	60	1	-	Задержка срабатывания защиты от теплового разгона аккумулятора
7. Сигнализация							
B801	-	1	0 или 1		-	Сигнализация глубокого разряда АБ: 0 – предупредительная / 1 – аварийная	
B802	-	1	0 или 1		-	Сигнализация высокого напряжения на АБ: 0 – предупредительная / 1 – аварийная	
B803	-	0	0 или 1		-	Сигнализация высоких пульсаций напряжения заряда АБ: 0 – предупредительная / 1 – аварийная	
B804	-	0	0 или 1		-	Сигнализация отсутствия термокомпенсации напряжения заряда АБ:	

ТАБЛИЦА 5.1

Уставка		Значение					Описание
		Начальное	Мин.	Макс.	Шаг	коэф возвр	
							0 – предупредительная / 1 – аварийная
B805	-	1	0 или 1			-	Сигнализация высокого тока заряда АБ: 0 – предупредительная / 1 – аварийная
B807	-	0	0 или 1			-	Сигнализация высоких пульсаций тока заряда АБ: 0 – предупредительная / 1 – аварийная
B808	-	0	0 или 1			-	Сигнализация низкой температуры внутри шкафа: 0 – предупредительная / 1 – аварийная
B809	-	0	0 или 1			-	Сигнализация первой степени высокой температуры внутри шкафа: 0 – предупредительная / 1 – аварийная
B810	-	1	0 или 1			-	Сигнализация второй степени высокой температуры внутри шкафа: 0 – предупредительная / 1 – аварийная
B811	-	0	0 или 1			-	Сигнализация низкой температуры внутри помещения: 0 – предупредительная / 1 – аварийная
B812	-	0	0 или 1			-	Сигнализация высокой температуры внутри помещения: 0 – предупредительная / 1 - аварийная
B813	-	0	0 или 1			-	Сигнализация ускоренного износа аккумулятора: 0 – предупредительная / 1 - аварийная
B814	-	1	0 или 1			-	Сигнализация деградации аккумулятора: 0 – предупредительная / 1 – аварийная
B816	-	1	0 или 1			-	Сигнализация теплового разгона аккумулятора: 0 – предупредительная / 1 – аварийная
8. Балансировка							
B1001	-	1	0 или 1			-	Ввод автоматической балансировки напряжения на аккумуляторах
dUбаланс	%	5	0	10	0,1	-0,1 %	Уставка отклонения напряжения аккумулятора для запуска балансировки
tбаланс	мин	10	1	60	1	-	Задержка запуска балансировки напряжения на аккумуляторе
tбаланс длит	мин	1	1	60	1	-	Длительность балансировки напряжения на аккумуляторе
tбаланс пауза	мин	2	1	60	1	-	Пауза между запусками циклов балансировки
Nбаланс макс	-	160	1	720	1	-	Максимальное количество запусков балансировки в сутки
Uаб баланс блок	В	210	15	270	0,1	+2 В	Напряжение АБ, при снижении ниже которого балансировка запрещена

6 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ

6.1 ИЗМЕРЕНИЯ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

6.1.1 В ходе работы устройство выполняет цифровую обработку измеряемых сигналов, а также расчет производных величин, приведенных в таблице [6.1](#), и доступных для отображения в ПО для ПК, а также для передачи в АСУ.

ТАБЛИЦА 6.1

АНАЛОГОВЫЙ СИГНАЛ		ОПИСАНИЕ
№	ОБОЗНАЧЕНИЕ	
ПАРАМЕТРЫ АБ		
1.1	U _{АБ}	Напряжение на АБ
1.2	I _{АБ}	Ток АБ
1.3	кп U _{АБ}	Коеффициент пульсации напряжения на АБ
1.4	кп I _{АБ}	Коеффициент пульсации тока АБ
1.5	U _{ПОД}	Расчетное напряжение на АБ с учетом термокомпенсации в режиме подзаряда
1.6	T _{АБ}	Температура АБ
1.7	T _{ШКАФ}	Температура шкафа, в котором установлены АБ
1.8	T _{ПОМЕЩ}	Температура помещения, в котором установлен шкаф с АБ
ПАРАМЕТРЫ АККУМУЛЯТОРОВ		
1.9	U _{А i}	Напряжение i-ого аккумулятора
1.10	U _{А СР}	Медианное значения напряжения всех аккумуляторов АБ
1.11	T _{А i}	Температура i-ого аккумулятора
1.12	T _{А СР}	Медианное значения температуры всех аккумуляторов АБ

6.2 ОСЦИЛЛОГРАФИРОВАНИЕ

6.2.1 Устройство обеспечивает запись осциллограмм аналоговых и дискретных сигналов в процессе работы при смене режима работы, срабатывании сигнализации, а также по команде из ПО для ПК или из АСУ.

6.2.2 Осциллограф сконфигурирован на предприятии изготовителе и не требует настройки.

6.2.3 Хранение осциллограмм обеспечено в энергонезависимой памяти в течение всего срока службы устройства.

6.2.4 Основные параметры осциллограмм приведены в таблице [6.2](#).

ТАБЛИЦА 6.2

Параметр	Значение
Формат записи осциллограмм	Comtrade, IEC 60255-24 Edition 2.0 2013-04
Частота дискретизации, Гц	5000
Длительность записи осциллограммы	5 с. Предыстория – 0,1 с. Суммарная длительность – 60 с.
Регистрируемые аналоговые сигналы	U_{AB} , I_{AB} , $k_p U_{AB}$, $k_p I_{AB}$, $U_{ПОД}$, $U_A CP$, $T_A CP$, $T_{ШКАФ}$, $T_{ПОМЕЩ}$
Регистрируемые дискретные сигналы	Дискретные выходы Выходные логические сигналы алгоритмов

6.3 ЖУРНАЛ СИГНАЛИЗАЦИИ

6.3.1 В устройстве предусмотрен журнал сигнализации, позволяющий регистрировать время и причину срабатывания функций диагностики и значения аналоговых величин в момент срабатывания.

6.3.2 Запись в журнал сигнализации выполняется при срабатывании любой из функций диагностики согласно таблице 6.3. Предусмотрена возможность настройки типа сигнализации **Аварийная/Предупредительная** для каждой функции диагностики в отдельности.

ТАБЛИЦА 6.3

Наименование сигнала	Причина срабатывания	Тип сигнализации по умолчанию
АБ: глубокий разряд	Глубокий разряд АБ (5.2.2)	Аварийная
АБ: высокое напряжение	Высокое напряжение на АБ (5.2.2)	Аварийная
АБ: высокие пульсации U	Пульсации напряжения на АБ превышают допустимые значения (5.2.3)	Предупредительная
АБ: отсутствие термокомпенсации	Нарушение термокомпенсации напряжения заряда (5.2.4)	Предупредительная
АБ: высокий ток заряда	Высокий ток заряда АБ (5.3.1)	Аварийная
АБ: высокие пульсации I	Пульсации тока АБ превышают допустимые значения (5.3.2)	Предупредительная
Шкаф: низкая температура	Низкая температура в шкафу (5.4.2)	Предупредительная
Шкаф: высокая температура 1 ст.	Высокая температура в шкафу 1 ступень (5.4.2)	Предупредительная
Шкаф: высокая температура 2 ст.	Высокая температура в шкафу 2 ступень (5.4.3)	Аварийная
Помещение: низкая температура	Низкая температура в помещении (5.4.4)	Предупредительная
Помещение: высокая температура	Высокая температура в помещении (5.4.4)	Предупредительная
Акм №i: ускоренный износ ¹	Ускоренный износ аккумулятора №i ¹¹ (5.5)	Предупредительная
Акм №i: деградация ¹¹	Деградация аккумулятора №i ¹¹ (5.6)	Аварийная
Акм №i: тепловой разгон ¹¹	Тепловой разгон аккумулятора №i ¹¹ (5.7)	Аварийная
Акм №i: потеря связи ¹¹	Потеря связи с датчиком аккумулятора №i ¹¹ (6.8)	Предупредительная ²
Акм №i: неисправность датчика ¹¹	Неисправность датчика аккумулятора №i ¹¹ (6.8)	Предупредительная ¹²
РЕПЕЙ: неисправность	Неисправность РЕПЕЙ (6.8)	Предупредительная ¹²

6.3.3 Запись в журнал выполняется с точностью 1 мс.

6.3.4 Максимальное количество событий, хранимых в энергонезависимой памяти, составляет 1000 штук. После заполнения памяти появление нового события вызывает удаление наиболее старого.

6.3.5 Хранение журнала событий обеспечено в энергонезависимой памяти в течение всего срока службы устройства.

6.4 72-ЧАСОВЫЕ ОТЧЕТЫ

6.4.1 Устройство обеспечивает регистрацию изменений за последние 72 часа следующих аналоговых величин: U_{AB} , I_{AB} , U_{Ai} , T_{Ai} , $T_{ШКАФ}$, $T_{ПОМЕЩ}$. Для скачивания журнала требуется перейти в раздел мониторинг, во вкладку график и нажать на иконку дискеты. Интерфейс программы показан на рисунке 6.1.

¹ i соответствует порядковому номеру аккумулятора в аккумуляторной батарее

² Не подлежит настройке

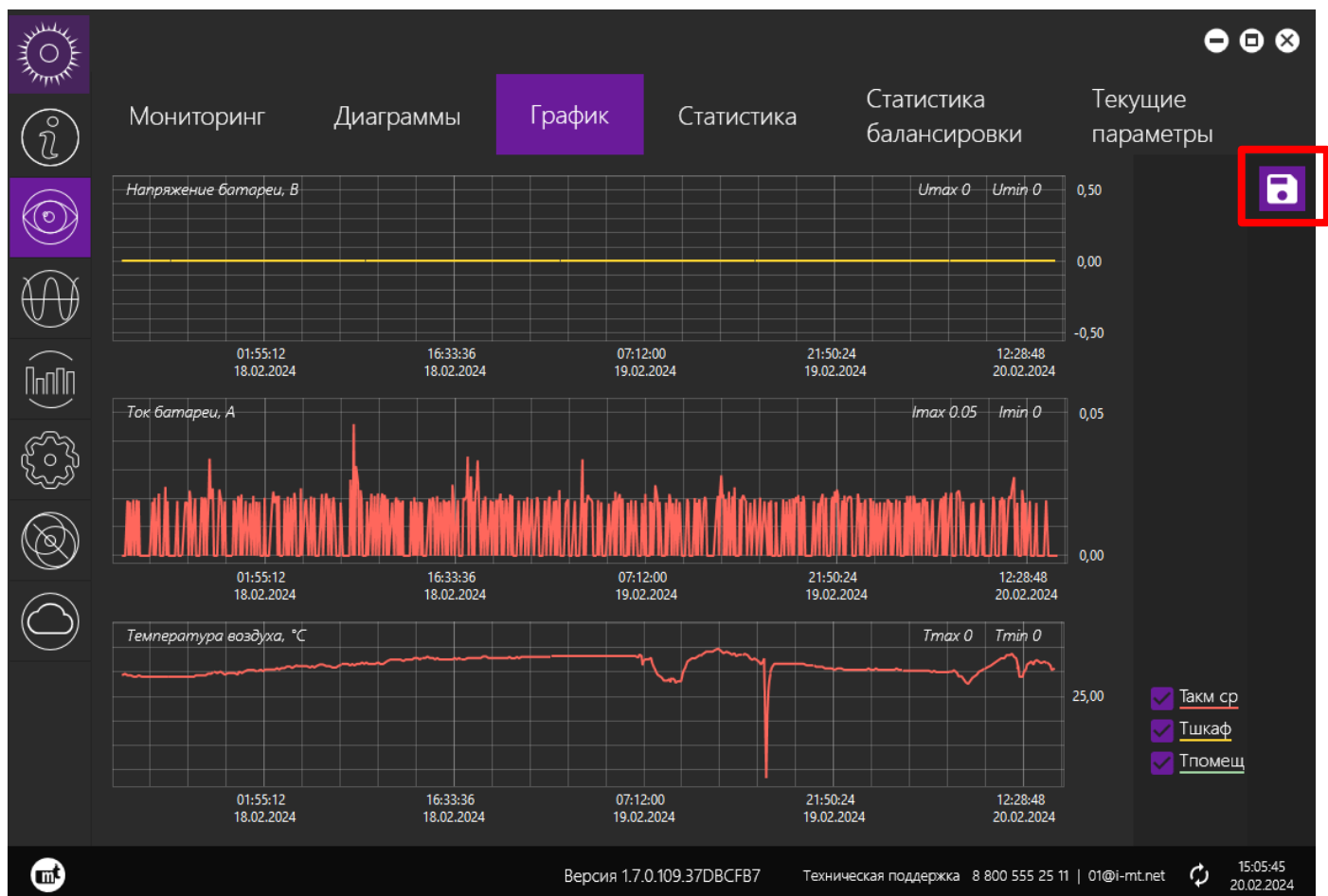


Рисунок 6.1 – интерфейс скачивания журнала аналоговых величин

6.5 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

6.5.1 Базовая станция РЕПЕЙ выполняет накопление статистических данных о режимах работы аккумуляторов. Для каждого аккумулятора в отдельности выполняется подсчёт продолжительности его работы в различных температурных диапазонах и при различном напряжении (таблица 6.4).

ТАБЛИЦА 6.4

№ диапазона	Температура, °C	Напряжение, В
1	$T_{ai} < -20$	$U_{ai} < 8.5$
2	$-20 \leq T_{ai} < -10$	$8.5 \leq U_{ai} < 9$
3	$-10 \leq T_{ai} < -5$	$9 \leq U_{ai} < 9.5$
4	$-5 \leq T_{ai} < -0$	$9.5 \leq U_{ai} < 10$
5	$0 \leq T_{ai} < 5$	$10 \leq U_{ai} < 10.5$
6	$5 \leq T_{ai} < 10$	$10.5 \leq U_{ai} < 11$
7	$10 \leq T_{ai} < 15$	$11 \leq U_{ai} < 11.5$
8	$15 \leq T_{ai} < 20$	$11.5 \leq U_{ai} < 12$
9	$20 \leq T_{ai} < 25$	$12 \leq U_{ai} < 12.5$
10	$25 \leq T_{ai} < 30$	$12.5 \leq U_{ai} < 13$
11	$30 \leq T_{ai} < 35$	$13 \leq U_{ai} < 13.5$
12	$35 \leq T_{ai} < 40$	$13.5 \leq U_{ai} < 14$
13	$40 \leq T_{ai} < 45$	$14 \leq U_{ai} < 14.5$
14	$45 \leq T_{ai} < 50$	$14.5 \leq U_{ai} < 15$
15	$T_{ai} \geq 50$	$U_{ai} \geq 15$



Статистическая информация необходима службе эксплуатации для расследования причин ускоренной потери ёмкости всей АБ и планирования своевременных замен её элементов. При замене элементов АБ предусмотрена возможность сброса индивидуальных счетчиков для каждого аккумулятора.

6.6 ФУНКЦИИ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ, ТЕЛЕИЗМЕРЕНИЯ И ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ

6.6.1 РЕПЕЙ может быть интегрирован в систему АСУ с помощью цифровых интерфейсов с использованием указанных ниже коммуникационных протоколов:

- RS-485 – Modbus-RTU.

6.6.2 Последовательный интерфейс связи RS-485 обеспечивает передачу информации на скоростях: 9600, 19200, 38400, 57600 и 115200 бод.

Интерфейс имеет следующие настройки по умолчанию:

- Протокол по умолчанию: Modbus-RTU;
- Скорость: 115200 бод;
- Четность: нет;
- Количество стоп-бит: 1.

6.6.3 Перечень информации, доступной для передачи в систему АСУ, и адреса регистров приведены в карте памяти Modbus, представленной на официальном сайте компании www.i-mt.net.

6.6.4 Для защиты интерфейса RS-485 от импульсных перенапряжений рекомендуется использовать Флокс-RS. Типовое решение применения Флокс-RS показано в приложении [Г](#).

6.7 ЧАСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

6.7.1 РЕПЕЙ оснащен встроенными часами реального времени с погрешностью хода часов не хуже, чем ± 3 секунды/сутки. Часы устанавливаются на заводе-изготовителе.

6.7.2 Установка даты/времени возможна с помощью программы [РЕПЕЙ](#) или по каналам АСУ.

6.8 ФУНКЦИЯ САМОДИАГНОСТИКИ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

6.8.1 В процессе работы базовая станция постоянно выполняет внутреннюю самодиагностику с целью своевременного выявления аппаратных и программных ошибок.

6.8.2 В случае выявления внутренней ошибки или неисправности формируется сигнализация «**Неисправность РЕПЕЙ**», светодиод «**Статус**» лицевой панели базовой станции начинает мигать желтым цветом.

6.8.3 В случае если выявленная неисправность влияет на выполнение основных функций, дополнительно формируется сигнал «**Отказ РЕПЕЙ**», светодиод «**Статус**» начинает мигать красным цветом.

6.8.4 Список неисправностей, диагностируемых системой самодиагностики, приведен в таблице [6.5](#).

ТАБЛИЦА 6.5				
Код	Неисправность	Описание	Формирование сигнала «Отказ РЕПЕЙ»	Порядок действий при появлении неисправностей
0	Неисправность АЦП 1 МК	Неисправность встроенного АЦП	да	Сообщить компании-производителю. Замена или ремонт устройства
1	Неисправность АЦП 2 МК			
2	Неисправность АЦП 3 МК			
3	Неисправность аналогового входа Iaб	Неисправность аналогового входа Iaб	да	
4	Неисправность аналогового входа Uaб	Неисправность аналогового входа Uaб	да	
5	Неисправность Bluetooth	Неисправность Bluetooth	да	
6	Неисправность Flash	Неисправность чипа памяти		
7	Неисправность внутренней Flash МК	Неисправность внутренней Flash памяти микроконтроллера		
8	Неисправность RTC	Неисправность часов реального времени		
9	Ошибка даты/времени	Дата/время невалидны		
10	Неисправность калибровки	Структура параметров калибровки не соответствует версии микропрограммы		
11	Неисправность ФК	Повреждение файла конфигурации устройства		
15	Неисправность U – датчик акм 1	Неисправность канала измерения напряжения датчика аккумулятора 1		
16	Неисправность U – датчик акм 2	Неисправность канала измерения напряжения датчика аккумулятора 2		

17, 18, ... 33	Неисправность U – датчик акм i ¹	Неисправность канала измерения напряжения датчика аккумулятора i		Сообщить компании- производителю. Замена или ремонт устройства
34	Неисправность U – датчик акм 20	Неисправность канала измерения напряжения датчика аккумулятора 20		
35	Неисправность – датчик акм 1	Неисправность датчика аккумулятора 1		
36	Неисправность – датчик акм 2	Неисправность датчика аккумулятора 2		
37, 38, ... 53	Неисправность – датчик акм i ¹	Неисправность датчика аккумулятора i		
54	Неисправность – датчик акм 20	Неисправность датчика аккумулятора 20		
55	Неисправность – датчика шкафа	Неисправность датчика шкафа		
56	Неисправность – датчика помещения	Неисправность датчика помещения		

¹ i соответствует порядковому номеру аккумулятора в аккумуляторной батарее

6.9 ФУНКЦИЯ САМОДИАГНОСТИКИ ДАТЧИКА

6.9.1 В процессе работы датчик постоянно выполняет внутреннюю самодиагностику.

6.9.2 В случае выявления внутренней программной ошибки или аппаратной неисправности формируется сигнализация «**Неисправность РЕПЕЙ датчика**», светодиод «**Статус**» лицевой панели датчика начинает мигать желтым цветом.

6.9.3 В случае если выявленная неисправность влияет на выполнение основных функций, дополнительно формируется сигнал «**Отказ РЕПЕЙ датчика**», светодиод «**Статус**» начинает мигать красным цветом.

6.9.4 Список неисправностей, диагностируемых системой самодиагностики, приведен в таблице [6.6](#).

6.9.5 При наличии связи с базовой станцией датчик передает результаты работы функции самодиагностики в базовую станцию.

ТАБЛИЦА 6.6

Неисправность	Описание	Формирование сигнала «Отказ РЕПЕЙ»	Порядок действий при появлении неисправностей
Неисправность АЦП МК	Неисправность АЦП внутри МК с указанием конкретного АЦП	да	Сообщить компании-производителю. Замена или ремонт устройства
Неисправность аналогового входа	Неисправность аналогового входа с указанием конкретного входа	да	
Неисправность Flash	Неисправность памяти		
Неиспр. Bluetooth	Неисправность Bluetooth	да	
Неисправность калибровки	Структура параметров калибровки не соответствует версии микропрограммы		
Калибровка не задана	Параметры калибровки не заданы		Проверить функционирование и настройки базовой станции. Сообщить компании-производителю.
Потеря связи	Сигнал потери связи с базовой станцией		

7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТРОЙСТВА

Техническое обслуживание устройства производится с целью обеспечения стабильной работы изделия. Виды работ приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1	
Вид работы	Периодичность
Проверка (наладка) при первом включении	При вводе в эксплуатацию
Технический осмотр	В соответствии с действующими правилами и инструкциями эксплуатирующих организаций
Ремонт при возникновении неисправностей	Ремонт допускается производить специалистами эксплуатирующей организации

8 УСЛОВИЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И УТИЛИЗАЦИИ

Условия транспортирования:

- в части воздействия механических факторов по ГОСТ 23216-78 - условия С;
- в части воздействия климатических факторов:
 - 1) температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 55 °С;
 - 2) относительная влажность воздуха до 80 % при плюс 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги.

Погрузку, крепление и перевозку устройства в транспортной таре следует осуществлять в закрытых транспортных средствах, а также в герметизированных отсеках авиационного и водного транспорта, по правилам перевозок, действующим на каждом виде транспорта. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ необходимо соблюдать требования транспортной маркировки, нанесенной на каждое грузовое место.

РЕПЕЙ не имеет материалов и веществ, представляющих опасность для жизни, здоровья людей и окружающей среды при эксплуатации и утилизации, и, следовательно, не требует специальных мероприятий по охране окружающей среды при его использовании в соответствии с РЭ.

Утилизацию устройства должна проводить эксплуатирующая организация выполнять согласно нормам и правилам, действующим на территории потребителя, проводящего утилизацию.

9 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Завод-изготовитель берет на себя гарантийные обязательства и авторское сопровождение товара в течение 10 лет с даты производства базовой станции и 3 года с даты производства датчика контроля аккумуляторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

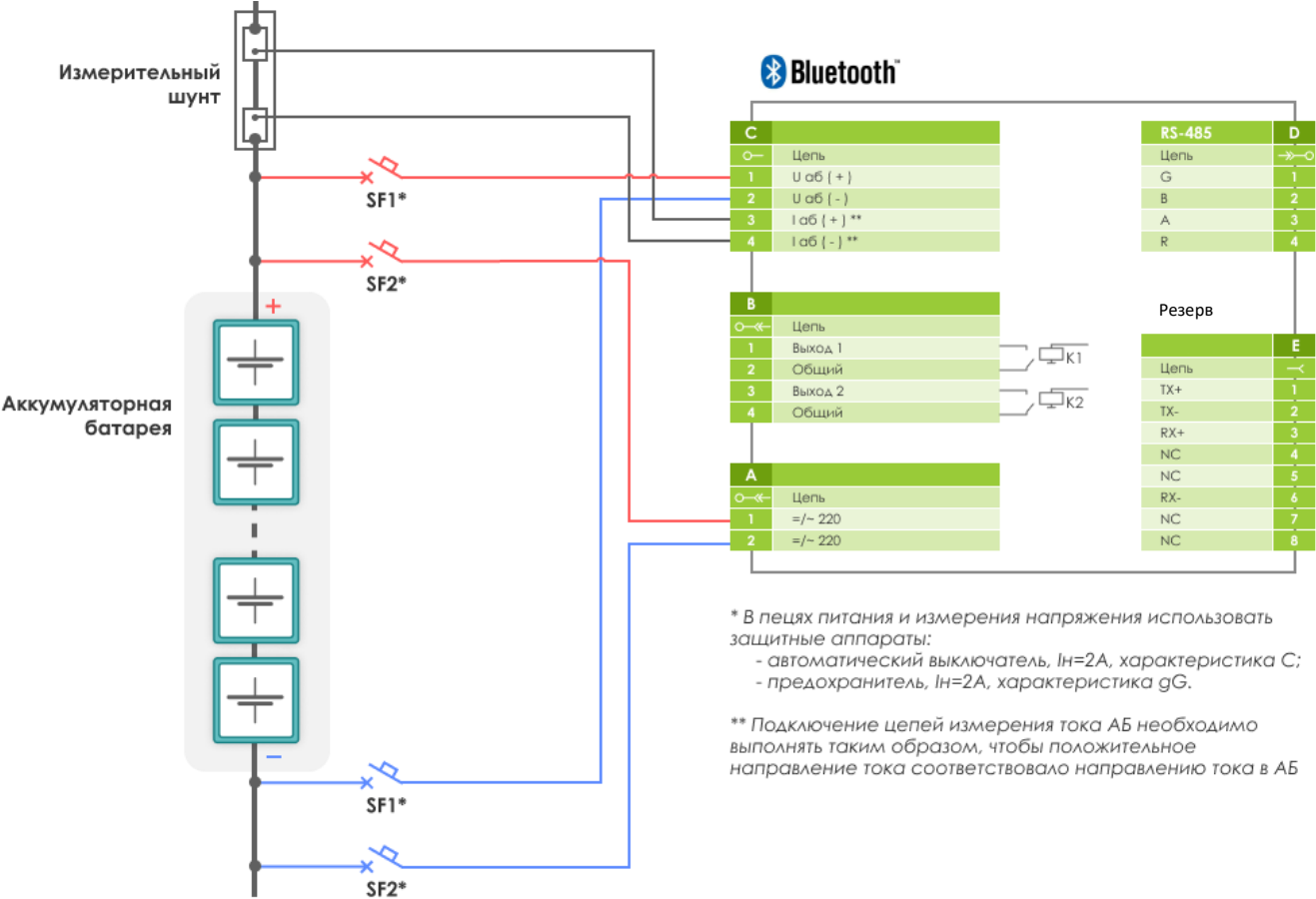


Рисунок А.1 - Схема подключения базовой станции РЕПЕЙ

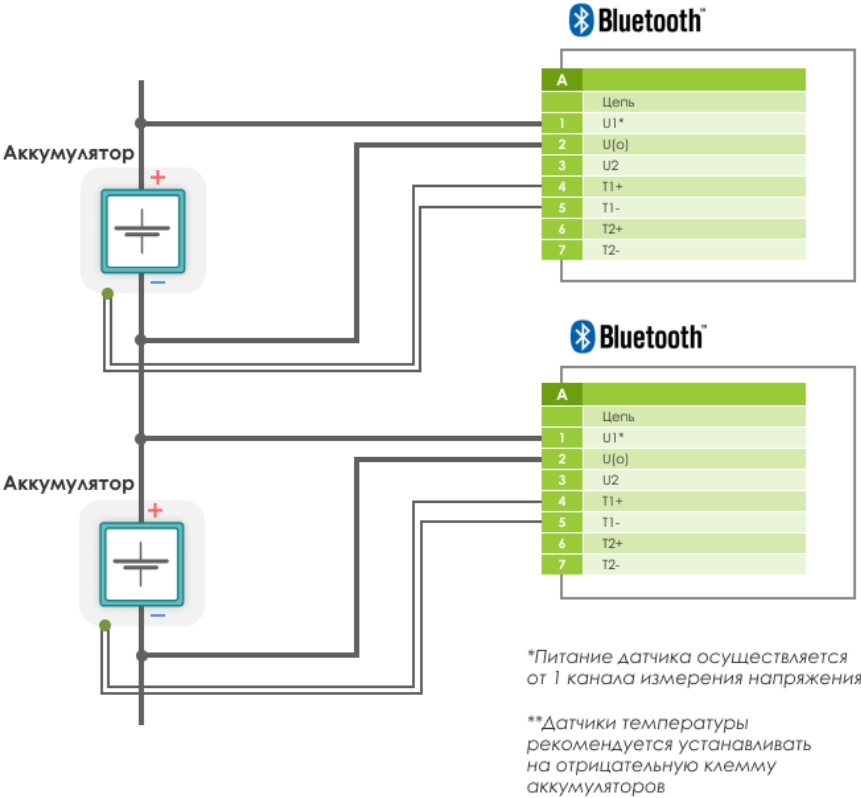


Рисунок А.2 - Схема подключения датчиков РЕПЕЙ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. МОНТАЖ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

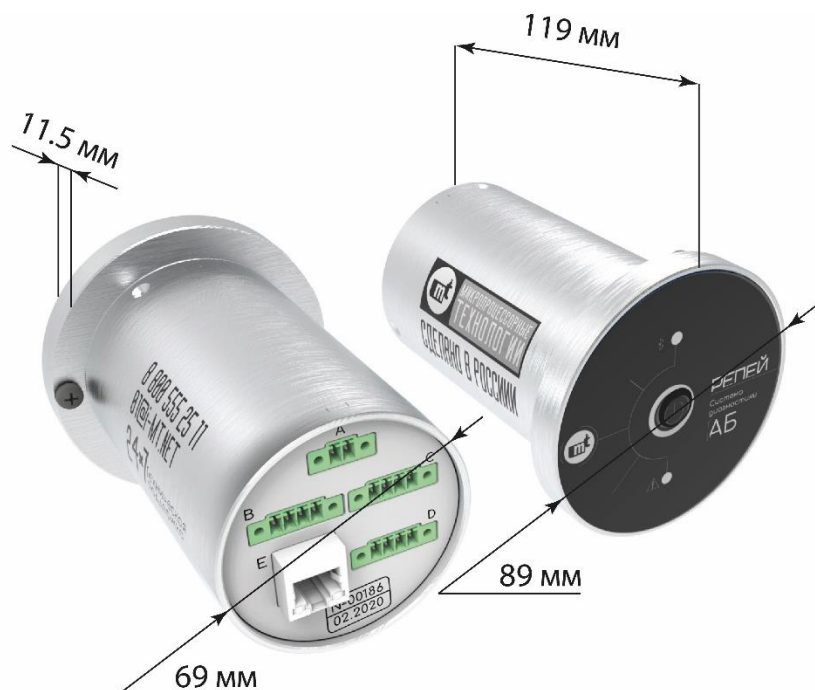
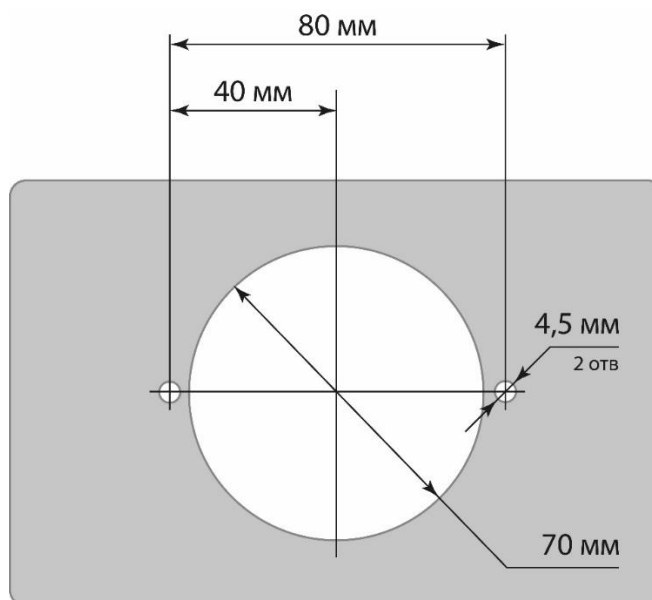


Рисунок Б.1. Габаритные размеры базовой станции



Для обеспечения стабильной связи с датчиками, базовую станцию необходимо размещать в непосредственной близости от датчиков Репей. В случае установки аккумуляторных батарей с датчиками в закрытом электрическом шкафу, базовую станцию необходимо размещать в том же шкафу.



3D модель устройства доступна на официальном сайте компании www.i-mt.net

Рисунок Б.2. Расположение монтажных отверстий и рекомендуемые размеры выреза



Рисунок Б.3. Внешний вид шкафа с установленной базовой станцией

ПРИЛОЖЕНИЕ В. МОНТАЖ ДАТЧИКА

Крепление датчика к аккумулятору осуществляется с помощью идущего в комплекте двухстороннего скотча. Допускается крепление с помощью хомута, для этого на корпусе датчика предусмотрены специальные отверстия.



Двухсторонний скотч, идущий в комплекте, не предусматривает повторного использования. Поэтому при демонтаже и повторном креплении рекомендуется использовать новый скотч.

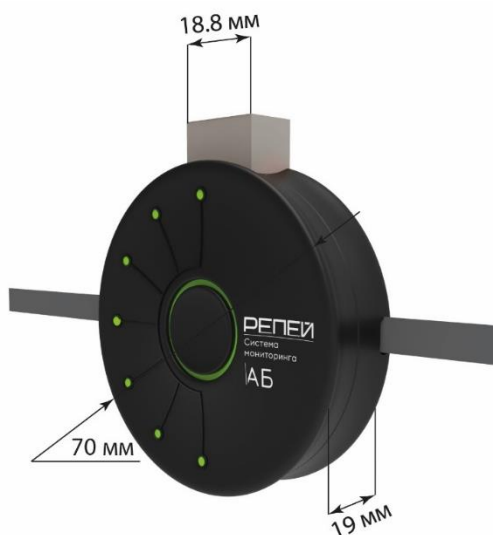


Рисунок В.1. Габаритные размеры датчика

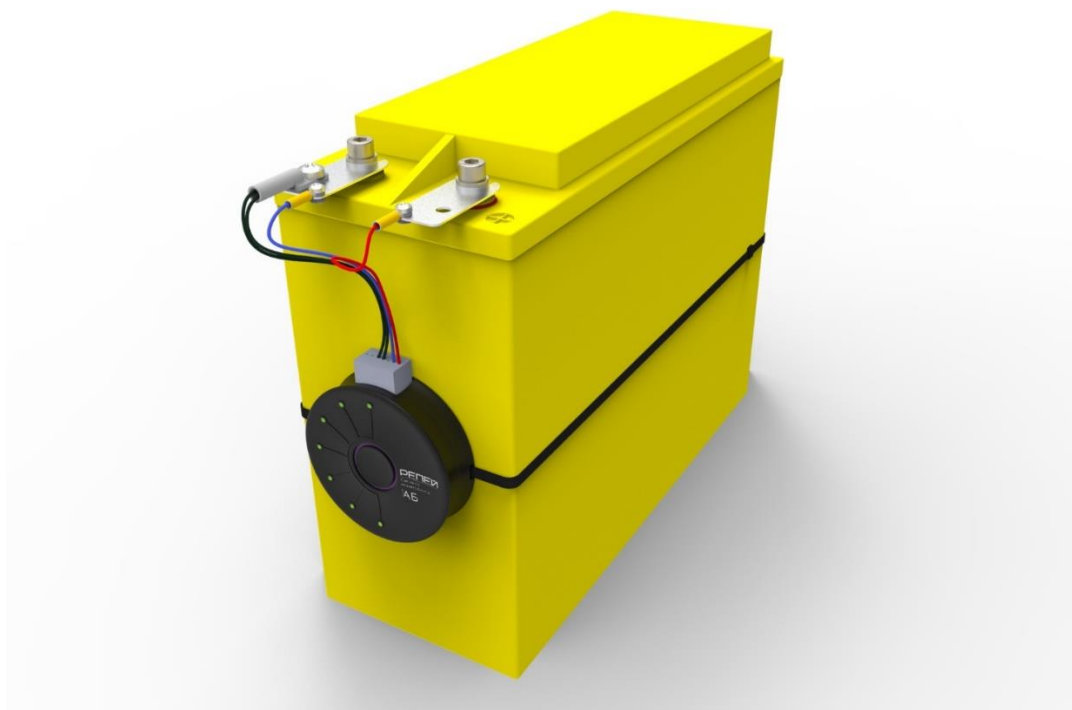


Рисунок В.2. Пример монтажа датчика на один аккумулятор с фронтальным расположением выводов



3D модель устройства доступна на официальном сайте компании www.i-mt.net

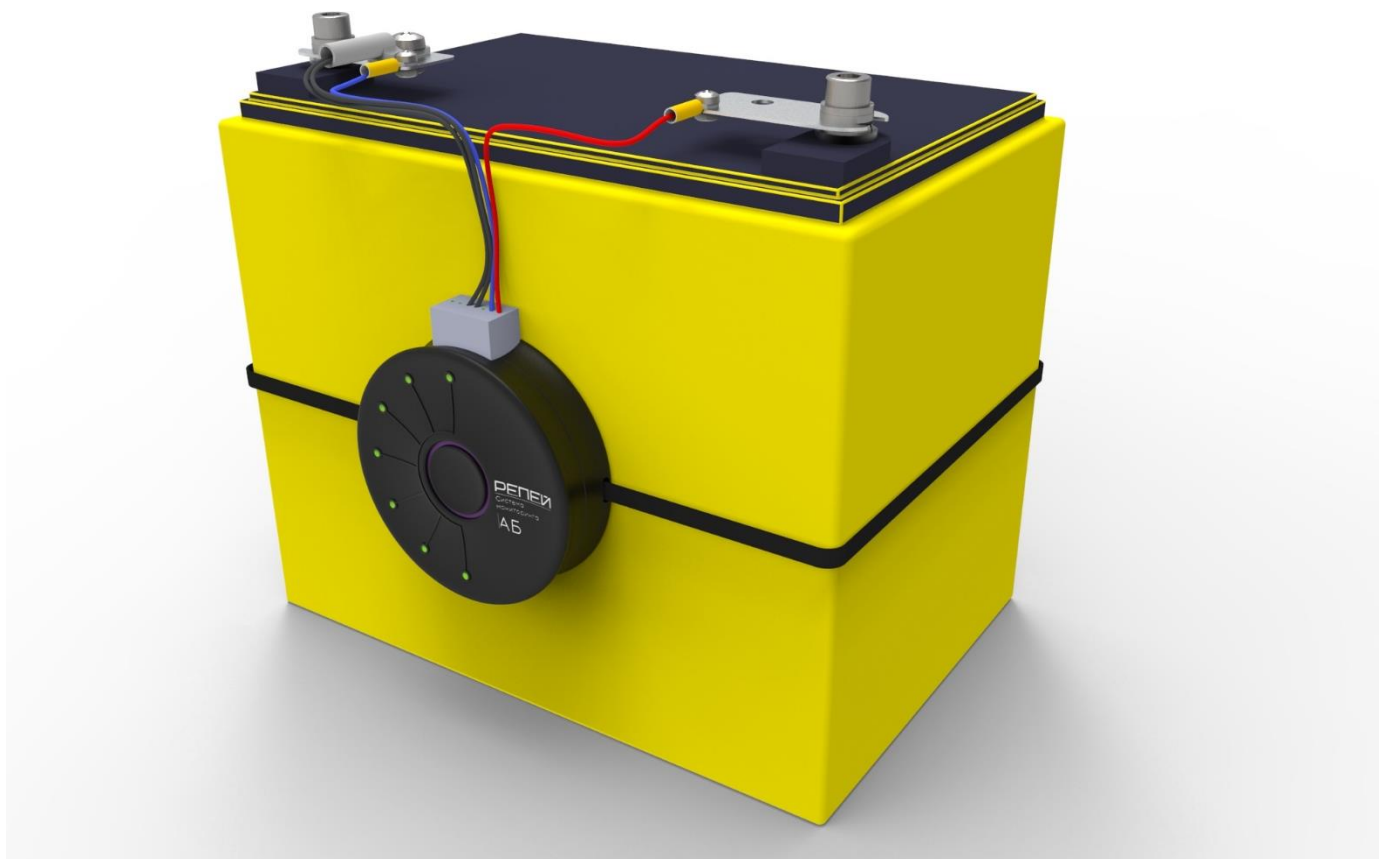


Рисунок В.3. Пример монтажа датчика на один аккумулятор с верхним расположением выводов



Рисунок В.4. Внешний вид шкафа с установленными датчиками Репей

На рисунке выделены датчик измерения температуры внутри шкафа и датчик измерения температуры помещения, выведенный на крышу шкафа, подключенные к отдельному датчику Репей.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЛИНИЙ СВЯЗИ ИНТЕРФЕЙСА RS-485 С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТРОЙСТВ ГИДРА-3, ФЛОКС-RS

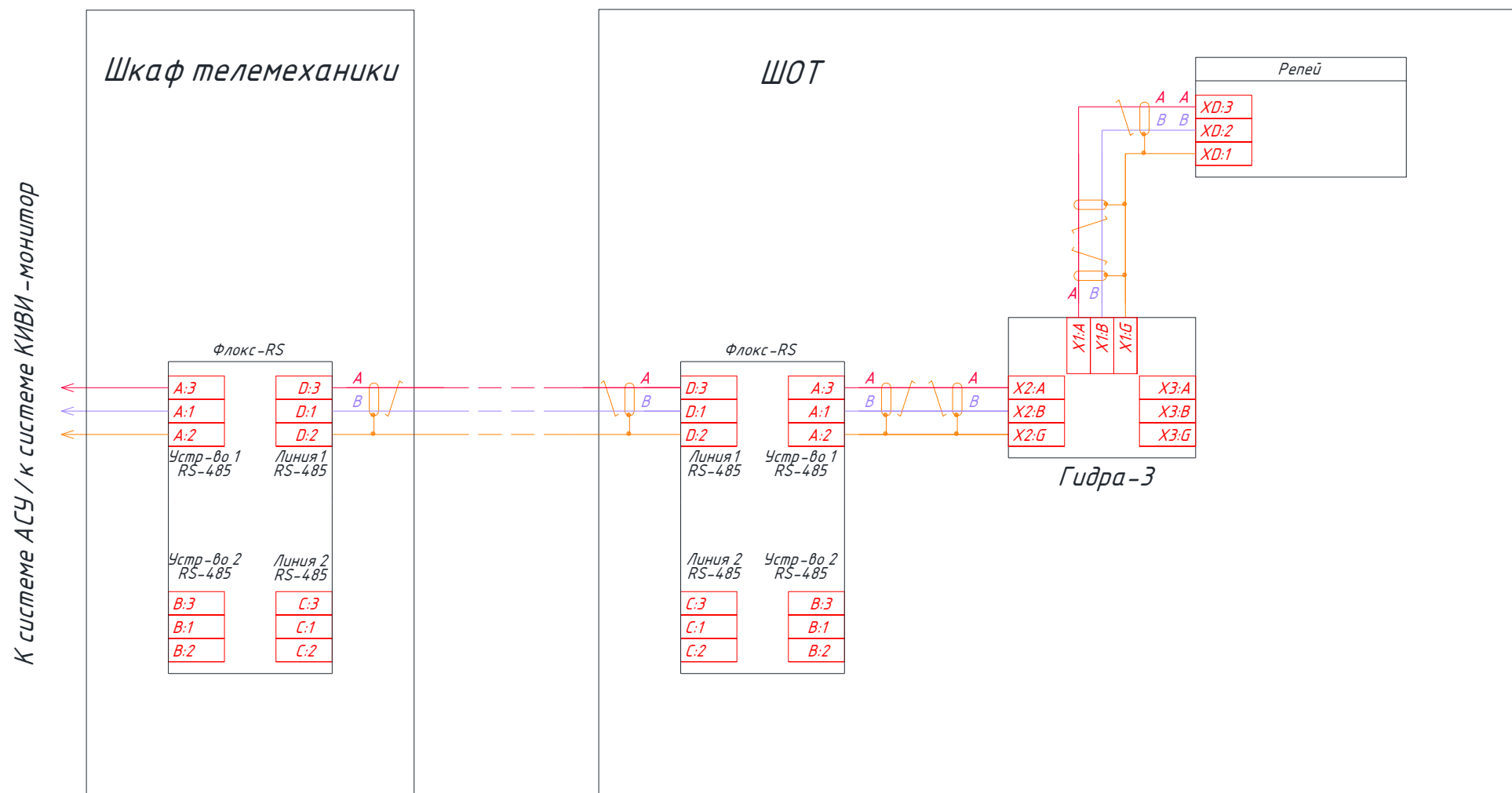


Рисунок Г.1. Схема организации линий связи интерфейса RS-485 с применением устройств Гидра-3, Флокс-RS

