

ПРЕДПРИЯТИЕ МАКСАЭРО

- Производство воздуховодов и систем вентиляции
- Клапаны противопожарные
- Клапаны дымоудаления
- Вентиляторы общепром, дымоудаления, крышные

220056, г. Минск, ул. Стариновская, 15

Тел./факс: +375 17 244-67-44, 258-67-51, 347-73-56, 252-54-27

Velcom: +375 29 603-88-99

E-mail: olegaero@yandex.by

www.maxaero.by



Беспроводные комплексы сбора данных на базе блоков интерфейсных взрывозащищенных БИВ2-UART/ISM868 И БИВ3-ISM868/RS485



Оглавление

Оглавление	2
Примечание.....	3
Введение	4
1. Назначение, состав, особенности применения	6
2. Алгоритмы работы БКСД.....	16
3. Команды изменения режимов и параметров, регистры состояния.....	32
4. Технические характеристики.....	39
5. Монтаж оборудования.....	43
6. Перед первым включением.....	48
7. Ввод в эксплуатацию	52
8. Штатное функционирование	56
9. Индикация.....	58
10. Первичный преобразователь уровня жидкости «ПЛП-1012».....	59
11. Первичный преобразователь величины давления «АИР-10».....	65
12. Первичный преобразователь величины температуры «ПТМ».....	68
13. Типовые задачи в практических примерах.....	74
14. Обслуживание	80
15. Ремонт.....	82
16. Демонтаж оборудования	83
17. Условия эксплуатации, транспортировки и хранения	84
18. Меры предосторожности.....	86
19. Идентификация и маркировка	87
20. Внешний вид и габариты.....	88
21. Комплектность.....	89
22. Предупреждения и ограничения	90
Приложение А. MODBUS-RTU	91
Приложение Б. Команды БИВЗ.....	93
Приложение В.....	94
Контакты изготовителя.....	95

Введение

Перед монтажом, пуско-наладкой и эксплуатацией **Беспроводного Комплекса Сбора Данных** (далее - **БКСД**) необходимо ознакомиться с настоящим **Руководством по Эксплуатации** (далее - **РЭ**). РЭ предназначено для использования квалифицированным персоналом. При несоблюдении правил монтажа, пуско-наладки или условий эксплуатации, описанных в РЭ, изготовитель снимает с себя ответственность за выход из строя или некорректную работу БКСД.

Настоящий документ содержит сведения, необходимые для установки и настройки блоков интерфейсных взрывозащищённых **БИБ2-UART/ISM868** (далее **БИБ2** или **Датчик**) и блоков интерфейсных взрывозащищённых стационарных **БИБ3-ISM868/RS485** (далее **БИБ3** или **Станция**), входящих в беспроводные комплексы сбора данных.

Далее в тексте при печати вещественного числа с плавающей запятой разделитель в нём отображается **точкой** (например, число 123 целых 456 тысячных отобразится как 123.456).

Далее в тексте при ссылке на адрес регистра в таблице данных, читаемых/записываемых по MODBUS-протоколу, к числу может быть добавлен суффикс **ADDR**, указывающий на то, что значение является абсолютным адресом регистра (отсчёт адресов регистров начинается с адреса 0) в таблице данных или параметров, например, запись $16_{ADDR.DEC}$ означает, что абсолютный адрес регистра равен 16 в десятичной системе счисления (суффиксы систем счисления см. далее).

Далее в тексте при печати целых чисел в разных системах счисления для избегания ошибок может быть добавлена нижеследующая информация:

- Числа в десятичной системе счисления могут содержать суффиксы **DEC** или **10**: $12345_{DEC} = 12345_{10}$;
- Числа в двоичной системе счисления могут содержать суффиксы **BIN** или **2**: $1001'0001'1100'0001_{BIN} = 1001'0001'1100'0001_2$;
- Числа в шестнадцатеричной системе счисления могут содержать суффиксы **HEX** или **16** или префикс **0x**: $AF45_{HEX} = AF45_{16} = 0xAF45$.
- При указании в тексте чисел может встречаться замена цифры на знак «x», что означает – «цифра не имеет значения». Например, написание числа $xxxx'xxxx'xxxx'xx11_{BIN}$ означает, что в тексте речь идёт о двух младших битах двоичного представления 16-битного числа - эти биты должны быть равны единице, состояние остальных битов не рассматривается (т.е. в данном контексте не имеет значения).
- При указании в тексте значения числа в двоичной системе счисления нумерация битов отсчитывается справа налево, младший (первый справа) бит имеет нумерацию 0, второй справа – нумерацию 1 и т.д., например, в числе $0000'0000'0000'0100_{BIN}$ **второй** бит (в написании - третий справа) равен единице.

Дополнительные обозначения в тексте:



«Восклицательный знак» на жёлтом треугольнике - рекомендации, на которые необходимо обратить особое внимание и от которых может зависеть работоспособность как одного устройства, так и всего БКСД в целом.

В документе приняты следующие сокращения и понятия:

- АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическим процессом;
- БИВ - блоки интерфейсные взрывозащищенные;
- БИВ2 (он же датчик) – блок измерения физической величины (температуры, давления, уровня жидкости и т.п.) с возможностью передачи данных замера по беспроводной линии связи станции БИВ3. Питается от химического элемента питания;
- БИВ3 (он же станция) – блок сбора (по беспроводной линии связи) и дальнейшего хранения информации замеров с датчиков БИВ2 и передачи этой информации контроллеру АСУ ТП по промышленному проводному интерфейсу связи. Питается от внешнего источника питания 24 В пост. тока;
- БКСД - беспроводной комплекс сбора данных;
- ООО - общество с ограниченной ответственностью;
- ЭП – химический элемент питания (батарея);
- ПП - первичные преобразователи (устройства измерения температуры, давления, уровня жидкости, амплитуды вибрации и т.п.) физической величины в нормализованный электрический сигнал или цифровую информацию об измеряемой величине;
- ЦОД - цикл опроса всех датчиков – суммарное время (в секундах), затрачиваемое станцией БИВ3 на инициирование сеансов связи со всеми датчиками (как уже зарегистрированными, так и не зарегистрированными). Количество датчиков устанавливается с помощью регистра 5_{ADDR} в Табл. 2, п. 1.8. Например, ЦОД для 8 датчиков равен 24 секундам ($8 \times 3 = 24$, где число 3 - время сеанса связи с одним датчиком, которое всегда равно 3 секундам (п. 2.4));
- «Сон» – режим работы БИВ2, при котором энергопотребление от батареи питания минимально, а все узлы (измерений, связи и др.) кроме часов реального времени (RTC) отключены;
- «Пробуждение» - момент, при котором датчик переходит из режима «сна» в штатный рабочий режим с возможностью производить замер физической величины с помощью ПП и осуществлять беспроводной сеанс связи со станцией посредством приёмопередатчика;
- Сеанс связи – двусторонний обмен данными между БИВ2 и БИВ3, при котором датчик передаёт станции данные замера физической величины (осуществлённые с помощью ПП) и параметры работы ПП (используется для некоторых типов ПП), а станция передаёт датчику расписание и режимы работы датчика, и, при необходимости, новые параметры работы ПП (для некоторых типов ПП). Далее в тексте «регистрация датчика в БКСД» (п. 0) не относится к понятию «сеанс связи», т.к. является разовой операцией и отличается от штатных сеансов связи.

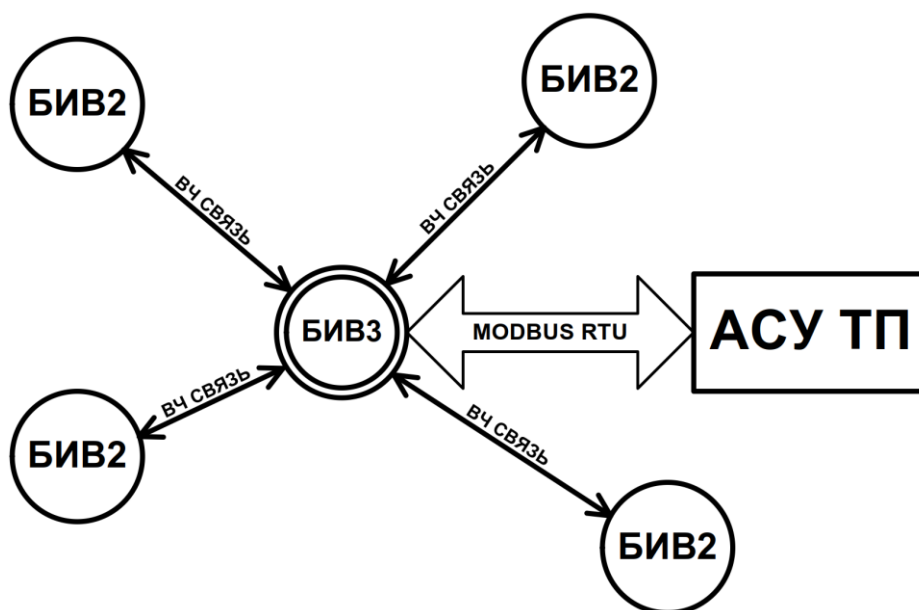
1. Назначение, состав, особенности применения

1.1. БКСД применяются для обеспечения требований взрывобезопасности при построении многоточечных распределенных систем контроля и управления во взрывоопасных зонах.

1.2. Передача/приём данных по беспроводным каналам связи датчик-станция ведётся в разрешённых безлицензионных диапазонах радиочастот (866...869.2 МГц, Приложение № 12 к решению ГКРЧ от 11.09.2018. № 18-46-03-1) с использованием низкой выходной мощности передатчиков при повышенной чувствительности приёмников.

1.3. Топология связи между устройствами БКСД представляет собой стандартную «звезду» (Рис. 1). В центре¹ «звезды» располагается станция БИВ3 (главное, центральное устройство БКСД, п. 0), соединённая интерфейсом RS485 с контроллером АСУ ТП и работающая с ним по протоколу MODBUS RTU. От каждого датчика БИВ2 (п. 1.4) станция БИВ3 по беспроводному высокочастотному (ВЧ-связь) каналу получает информацию об измеренной физической величине (температура, давление, уровень жидкости, амплитуда вибрации и т.д.) и пересылает эти данные в АСУ ТП.

Рис. 1



Топология типовой БКСД

1.4. В состав каждого датчика БИВ2 входят (Рис. 2):

- 1) первичный преобразователь (ПП), производящий по команде от микрокомпьютера датчика замер уровня физической величины;
- 2) микрокомпьютер управления режимами работы и электропитания;
- 3) высокочастотный приёмопередатчик беспроводной связи со станцией, укомплектованный радиоантенной;

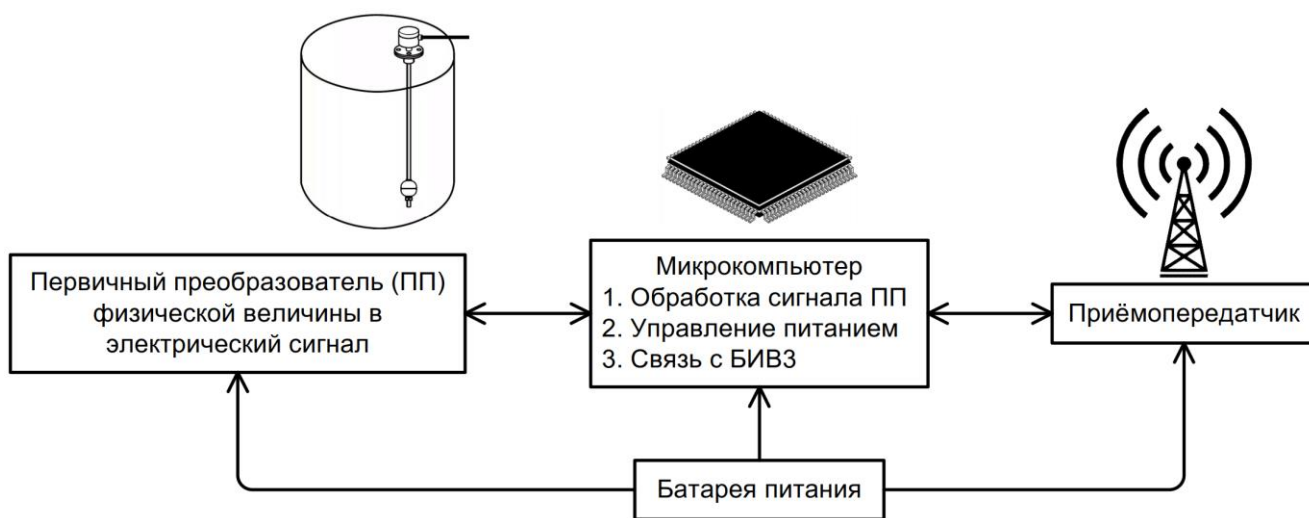
¹ Расположение блока БИВ3 в центре БКСД на Рис. 1 не обязывает пользователей размещать блок БИВ3 также и на местности в центре между блоками БИВ2. Размещение блока БИВ3 относительно блоков БИВ2 ограничено только расстоянием обеспечения надёжной связи между устройствами (пп. 5.3...5.7).

- 4) батарея питания с блоком формирования электропитания компонентов датчика.

В соответствии с расписанием (п. 2.9), полученным от БИВЗ, микрокомпьютер датчика последовательно производит:

- 1) «пробуждение» - переходит в режим штатной работы с отключением режима пониженного энергопотребления от батареи;
- 2) упорядоченную подачу питания на компоненты БИВ2;
- 3) измерение физической величины с помощью ПП;
- 4) сохранение полученных от ПП данных в оперативную память;
- 5) во время запланированного (п. 2.10) или внеочередного (п. 2.12, п. 2.6.3) сеанса связи с БИВЗ отправление информации о прошедших измерениях и получение от станции информации о дальнейшем расписании работы и данных о новых параметрах работы ПП (в случае, если пользователь внёс какие-либо изменения в параметры измерений);
- 6) сохранение данных в долговременную память;
- 7) упорядоченное снятие питания с компонентов БИВ2;
- 8) переход в режим экономного энергопотребления от батареи (состояние «сна») до следующего назначенного расписанием «пробуждения».

Рис. 2



Состав БИВ2

1.5. В состав каждой станции БИВЗ входят (Рис. 3):

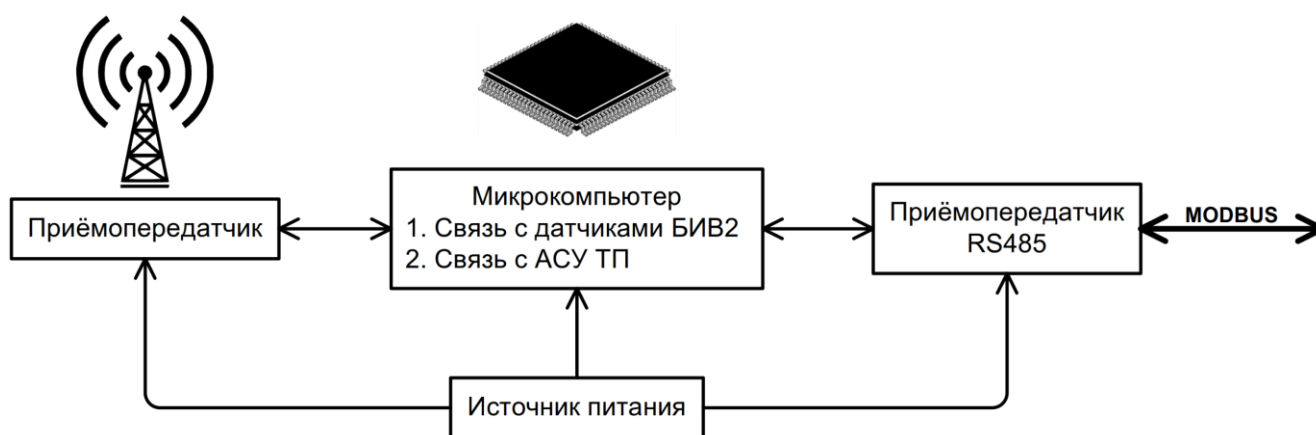
- 1) высокочастотный приёмопередатчик беспроводной связи с датчиками БИВ2, укомплектованный радиоантенной;
- 2) микрокомпьютер управления режимами работы;
- 3) приёмопередатчик интерфейса RS485 связи с АСУ ТП.

В соответствии с составленным микрокомпьютером станции расписанием (п. 2.9) БИВЗ производит:

- 1) поиск и регистрацию (п. 2.1) новых датчиков (добавление нового БИВ2 в расписание работы станции, отправка датчику расписания измерений и сеансов связи (п. 2.6);

- 2) последовательный сбор данных замеров с датчиков БИВ2 во время запланированных (п. 2.10) и внеочередных (п. 2.12, п. 2.6.3) сеансов связи;
- 3) сохранение собранных данных¹ в оперативную память;
- 4) по запросу² от контроллера АСУ ТП отправка данных замера любого зарегистрированного в БКСД датчика;
- 5) по запросу от контроллера АСУ ТП отправка установок (настроек) любого зарегистрированного в БКСД датчика;
- 6) по запросу от контроллера АСУ ТП отправка таблицы зарегистрированных в БКСД датчиков и информации о режимах работы станции (п. 0);
- 7) по команде от контроллера АСУ ТП изменение установок (настроек) режимов работы станции и режимов работы БКСД (п. 1.7);

Рис. 3



Состав БИВ3

1.6. После включения питания БИВ3 контроллеру АСУ ТП по запросу в соответствии с протоколом MODBUS-RTU³ (через интерфейс RS485) доступны справочные и установочные данные станции (Табл. 1). Справочные данные контроллер АСУ ТП может запросить у станции согласно MODBUS-протоколу, используя в запросе MODBUS-адрес станции (п. 6.1) и команду «чтения аналогового ввода 0x04», указав (начальный) адрес регистра, начиная с которого будет читаться массив данных, и размер передаваемых данных (в байтах), пользуясь Табл. 1.

Табл. 1

Адрес регистра (DEC)	Параметр	Значение ⁴
0	Версия программного обеспечения БИВ3	X.X.XX ₁₀ , например, 2109 ₁₀ = вер.2.1.09

¹ Данные измерений, регистрации, расписание сеансов связи и текущее время хранятся в памяти БИВ3 только пока имеется напряжение питания. Рекомендуется в схеме питания БИВ3 использовать источник бесперебойного питания (ИБП, UPS).

² По отношению к контроллеру АСУ ТП станция работает в подчинённом («slave») режиме.

³ Параметры обмена данными: 9600/8/N/1

⁴ Форматы значений регистров - MODBUS unsigned int (16 бит)

1	Количество зарегистрированных датчиков	Количество датчиков, зарегистрированных на данный момент в таблице станции. Сразу после включения питания значение регистра равно 0.
2	Планируемое количество датчиков в БКСД	Планируемое количество датчиков в системе (п. 2.7). Параметр можно изменить записью нового значения в регистр 5 _{ADDR} Табл. 2.
3	Количество перезагрузок по зависанию микрокомпьютера БИВ3	Количество перезагрузок БИВ3 вследствие зависания (пп. 2.3.3, 8.10.1). Сразу после включения питания значение регистра равно 0.
4	Ошибки сеансов связи	Счётчик количества несостоявшихся запланированных (в соответствии с расписанием) сеансов связи станции с датчиками БКСД за сутки. Инкрементируется при каждом несостоявшемся сеансе связи. Сбрасывается при переходе через полночь. Сразу после включения питания значение регистра равно 0.
5	Статусы параметров и режимов работы	Статусы состояния/разрешения/масштаба, см. п. 3.3. Состояние регистра статусов после включения питания: 0000'0000'0100'1010 _{BIN}
6	Текущее время ¹ : час	Текущее время станции: часы
7	Текущее время: минута	Текущее время станции: минуты
8	Текущее время: секунда	Текущее время станции: секунды
9	Текущая дата: день	Текущая дата календаря станции: день месяца
10	Текущая дата: месяц	Текущая дата календаря станции: месяц года
11	Текущая дата: год (две последних цифры написания текущего года)	Текущая дата календаря станции: год (например, число 24 ₁₀ , записанное в регистр означает 2024 год)
12	MODBUS-адрес зарег. датчика № 1	Сразу после включения питания станции значения MODBUS-адресов зарегистрированных датчиков равны 0. По мере регистрации новых датчиков значения регистров заполняются MODBUS-адресами (п. 6.1) регистрируемых датчиков, начиная со строки «MODBUS-адрес зарег. датчика № 1» (регистр 12 _{ADDR.DEC}) Табл. 1. Если в ходе штатной работы БКСД регистрация какого-либо из БИВ2 была аннулирована вследствие систематического невыхода датчика на связь или принудительно оператором «командой 404», то значение регистра, ранее содержащего адрес аннулированного БИВ2, становится равным 0, а при последующих регистрациях примет значение MODBUS-адреса вновь регистрируемого датчика.
13	MODBUS-адрес зарег. датчика № 2	
14	MODBUS-адрес зарег. датчика № 3	
15	MODBUS-адрес зарег. датчика № 4	
16	MODBUS-адрес зарег. датчика № 5	
17	MODBUS-адрес зарег. датчика № 6	
18	MODBUS-адрес зарег. датчика № 7	
19	MODBUS-адрес зарег. датчика № 8	
20	MODBUS-адрес зарег. датчика № 9	
21	MODBUS-адрес зарег. датчика № 10	
22	MODBUS-адрес зарег. датчика № 11	
23	MODBUS-адрес зарег. датчика № 12	
24	MODBUS-адрес зарег. датчика № 13	
25	MODBUS-адрес зарег. датчика № 14	
26	MODBUS-адрес зарег. датчика № 15	
27	MODBUS-адрес зарег. датчика № 16	
28	MODBUS-адрес зарег. датчика № 17	
29	MODBUS-адрес зарег. датчика № 18	
30	MODBUS-адрес зарег. датчика № 19	
31	MODBUS-адрес зарег. датчика № 20	
32	MODBUS-адрес зарег. датчика № 21	
33	MODBUS-адрес зарег. датчика № 22	

¹ Время и дата БКСД при включении питания неактуальны. Рекомендуется перед началом регистрации датчиков в системе установить актуальные время и дату (п. 7.1).

34	MODBUS-адрес зарег. датчика № 23	
35	MODBUS-адрес зарег. датчика № 24	
36	MODBUS-адрес зарег. датчика № 25	
37	MODBUS-адрес зарег. датчика № 26	
38	MODBUS-адрес зарег. датчика № 27	
39	MODBUS-адрес зарег. датчика № 28	
40	MODBUS-адрес зарег. датчика № 29	
41	MODBUS-адрес зарег. датчика № 30	
42	MODBUS-адрес зарег. датчика № 31	
43	MODBUS-адрес зарег. датчика № 32	
44...	Резерв	

1.7. После включения питания БИВЗ контроллеру АСУ ТП согласно протоколу MODBUS RTU (через интерфейс RS485) для чтения и записи доступны изменяемые параметры станции (Табл. 2). Данные параметров БИВЗ контроллер АСУ ТП может запросить у станции по MODBUS-протоколу, используя в запросе MODBUS-адрес станции (п. 6.1) и команду «чтения аналогового вывода 0x03», указав (начальный) адрес регистра, начиная с которого будет читаться массив данных, и размер передаваемых данных (в байтах).

1.8. Значения параметров БИВЗ (п. 1.7) контроллер АСУ ТП может изменить по MODBUS-протоколу, используя в запросе MODBUS-адрес станции (п. 6.1) и команду «записи аналоговых выводов 0x10», указав (начальный) адрес регистра, начиная с которого будет идти запись в массив данных, и размер передаваемых данных (в байтах). Значение любого параметра должно изменяться в соответствии с его форматом (uint, float). Одной командой записи можно изменить значение только одного параметра.

Табл. 2

Адрес регистра (DEC)	Параметр	Значение ¹
0	Регистр команд (uint)	См п. 3. Сразу после включения питания значение равно 0.
1	Резерв ² (uint)	
2	Резерв (float)	
3		
4	Предыдущая введённая команда (uint)	Значение регистра становится равным значению кода последней команды, записанной в регистр с адресом 0 («Регистр команд»). Служит только для контроля получения команды от контроллера АСУ ТП. При включении питания значение регистра равно 0.

¹ Форматы значений регистров сокращённо указаны в данных столбца «Параметр» в скобках:

(uint) - MODBUS unsigned int (16 бит)

(float) - MODBUS float (32 бита, последовательность байт: CDAB)

² Здесь и далее в таблицах регистры «Резерв» запланированы для развития ПО. Допускается чтение этих регистров контроллером АСУ ТП, изменение значений в этих регистрах контроллером АСУ ТП недопустимо!

5	Планируемое количество датчиков для регистрации в БКСД (uint)	Сразу после включения питания значение регистра равно наименьшему разрешённому значению для этого параметра (даже если в БКСД планируется зарегистрировать всего один датчик, минимально разрешённое количество датчиков рассчитывается с учётом длительности работы самых медленных ПП, устанавливаемых в БИВ2, из-за чего некоторые датчики не могут производить замер и отправлять данные каждые три секунды). Максимальное значение параметра – 32 ₁₀ .
6	Текущее время ¹ : час (uint)	Текущее время станции: часы. Допустимое значение: 0...23 ₁₀
7	Текущее время: минута (uint)	Текущее время станции: часы. Допустимое значение: 0...59 ₁₀
8	Текущее время: секунда (uint)	Текущее время станции: часы. Допустимое значение: 0...59 ₁₀
9	Текущая дата ⁹ : день (uint)	Текущая дата календаря станции: день месяца. Допустимое значение: в зависимости от дней в месяце: 1...31 ₁₀
10	Текущая дата: месяц (uint)	Текущая дата календаря станции: месяц года. Допустимое значение: 1...12 ₁₀
11	Текущая дата: год (две последних цифры написания текущего года) (uint)	Текущая дата календаря станции: год (например, число 24 ₁₀ , записанное в регистр, означает 2024 год). Допустимое значение: 24...99 ₁₀
12	Резерв	
13 ²	Количество несостоявшихся подряд сеансов связи для автоматического удаления датчика из системы (uint).	По достижении равенства значения, записанного в регистр этого параметра и значения в регистре счётчика (Табл. 3, регистр 4 _{ADDR}) датчик автоматически удаляется из системы (регистрация аннулируется)
14 ³	Интервал между замерами, в секундах (uint)	Интервал между «пробуждениями» БИВ2 для замера физической величины с помощью ПП (п. 2.10). Сразу после включения питания значение регистра равно времени ЦОД.
15 ⁴	Отношение количества замеров к количеству сеансов связи (uint)	Количество «пробуждений» БИВ2 (с последующим замером физической величины) между сеансами связи с БИВ3 (п. 2.10). Сразу после включения питания значение регистра равно 1 (т.е. сеанс связи со станцией в каждом ЦОД)

¹ Время и дата БКСД при включении питания неактуальны. Следует перед началом регистрации датчиков в системе установить актуальные время и дату (п. 7.1).

² Регистр 13_{ADDR.DEC} может быть задействован в случае использования в БКСД исключительно однотипных датчиков при необходимости автоматической установки для этих датчиков в ходе регистрации одинаковое количество несостоявшихся подряд сеансов связи для автоматического удаления датчика из системы, п. 7.6.

³ Регистр 14_{ADDR.DEC} может быть задействован в случае использования в БКСД исключительно однотипных датчиков при необходимости автоматической установки для этих датчиков в ходе регистрации одинаковых интервалов между замерами, п. 7.6.

⁴ Регистр 15_{ADDR.DEC} может быть задействован в случае использования в БКСД исключительно однотипных датчиков при необходимости автоматической установки для этих датчиков в ходе регистрации одинаковое отношение количества замеров к количеству сеансов связи, п. 7.6.

16 ¹	Регистр управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы (uint) (п. 3.5)	1) xxxx'xxxx'xxxx'xxx0 _{BIN} – контроль за амплитудой не осуществляется (бит 0 → «0») 2) xxxx'xxxx'xxxx'xxx1 _{BIN} – контроль за амплитудой осуществляется (бит 0 → «1») 3) xxxx'xxxx'xxxx'xx0 _{BIN} – контроль за относительным изменением амплитуды сигнала (динамика изменения) между соседними замерами (границы относительного изменения амплитуды сигнала) с динамически сдвигаемыми границами (бит 1 → «0») 4) xxxx'xxxx'xxxx'xx1 _{BIN} – контроль за выходом амплитуды сигнала за жёстко заданные границы (бит 1 → «1»)
17	Резерв	
18	Уставка границ на уменьшение (float)	В зависимости от значения бита 1 регистра 16 _{ADDR.DEC} Табл. 2 (контроль за относительным изменением амплитуды сигнала/за переход через жёстко заданные границы) производится установка жёсткой <i>нижней</i> границы по измеренной амплитуде сигнала (п. 2.6.3)
19		
20	Уставка границ на увеличение (float)	В зависимости от значения бита 1 регистра 16 _{ADDR.DEC} Табл. 2 (контроль за относительным изменением амплитуды сигнала/за переход через жёстко заданные границы) производится установка величины динамического <i>изменения</i> амплитуды или установка жёсткой <i>верхней</i> границы по измеренной амплитуде сигнала (п. 2.6.3)
21		

1.9. В процессе штатной работы БИВЗ накапливает в оперативной памяти информацию о замерах и параметрах всех зарегистрированных датчиков. Данные замера, полученного от любого зарегистрированного БИВ2 контроллер АСУ ТП может запросить у станции по MODBUS-протоколу, используя в запросе MODBUS-адрес датчика (п. 6.1.3, Табл. 1) и команду «чтения аналогового ввода 0x04», указав (начальный) адрес регистра, начиная с которого будет читаться массив данных, и размер передаваемых данных (в байтах). Общие для всех датчиков справочные и установочные данные (без данных замеров и параметров, т.к. они зависят от типа ПП и перечислены в таблицах данных замеров и параметров в соответствии с типом датчика, см. Приложения), которые станция передаёт по запросу контроллера, перечислены в Табл. 3.

Табл. 3

Адрес регистра (DEC)	Параметр	Значение ²
0	MODBUS-адрес БИВ2	Устанавливается индивидуально на каждом БИВ2 (п. 6.1.3)

¹ Регистр 16_{ADDR.DEC} может быть задействован в случае использования в БКСД исключительно однотипных датчиков при необходимости автоматической установки для всех них в ходе регистрации одинаковое значение регистра управления реакцией на выход амплитуды за установленные границы, п. 7.6.

² Все значения регистров в таблице соответствуют формату MODBUS unsigned int (16 бит)

1	Тип ПП, встроенного в БИВ2	1) 16...31 ₁₀ - ПП измерения уровня жидкости 2) 32...47 ₁₀ - ПП измерения температуры 3) 48...63 ₁₀ - ПП измерения давления
2	Версия программного обеспечения БИВ2	X.X.XX ₁₀ , например, значение 2109 ₁₀ означает вер.2.1.09
3	Статус сеанса связи с БИВ2	1) xxxx'xxxx'xxxx'xx0 _{BIN} – сеанс связи не состоялся 2) xxxx'xxxx'xxxx'xx10 _{BIN} – состоялся успешный сеанс связи, в результате которого БИВ2 был зарегистрирован в системе 3) xxxx'xxxx'xxxx'xx11 _{BIN} – состоялся успешный сеанс связи (но успешность получения данных замера от ПП не гарантируется, за это отвечают специальные регистры «Статус работы датчика»)
4	Счётчик подряд несостоявшихся сеансов связи	1) значение равно 0 – предыдущий сеанс связи завершился успешно (значение двух младших битов регистра статуса сеанса связи равно xxxx'xxxx'xxxx'xx11 _{BIN} (регистр 3 _{ADDR} , Табл. 3)) 2) значение больше 0 – количество подряд несостоявшихся (значение бита 1 регистра 3 _{ADDR} Табл. 3 равно xxxx'xxxx'xxxx'xx0 _{BIN}) сеансов связи. Первый же удачный сеанс связи сбрасывает значение счётчика в ноль. По достижении счётчиком значения, записанного в регистр параметра 7 _{ADDR} Табл. 4, датчик автоматически удаляется из системы (регистрация аннулируется, MODBUS-адрес высвобождается для дальнейшего использования другими устройствами).
5	Статус работы ПП БИВ2	Значение регистра используется индивидуально для каждого типа ПП (см. разделы описания конкретных типов датчиков)
6	Единицы измерения	Значение регистра используется индивидуально для каждого типа ПП (зарезервировано, в текущей версии не используется)
7	Час замера	Время (час : минута : секунда) предыдущего УСПЕШНОГО замера. Значения времени сохраняются даже при кратковременной потере связи с БИВ2 и изменяются только с приходом от БИВ2 данных нового УСПЕШНОГО замера.
8	Минута замера	
9	Секунда замера	
10	Час след. сеанса связи	Время (час : минута : секунда) запланированного в расписании следующего сеанса связи с БИВ2. Формат времени рассмотрен в Табл. 1.
11	Минута след. сеанса связи	
12	Секунда след. сеанса связи	
13	Статус работы ПП	Значение регистра используется индивидуально для каждого типа ПП (см. разделы описания конкретных типов датчиков)
14	Резерв	

1.10. Данные изменяемых параметров каждого БИВ2 контроллер АСУ ТП может запросить у станции по MODBUS-протоколу, используя в запросе MODBUS-адрес датчика (п. 6.1.3, регистр 0_{ADDR} Табл. 3) и команду «чтения аналогового вывода 0x03», указав адрес регистра, начиная с которого будет читаться массив данных, и размер передаваемых данных (в байтах). Общие для всех датчиков параметры (без учёта параметров, зависящих от типа ПП и перечисленных в таблицах параметров в соответствии с типом датчика, см. Приложение), которые станция передаёт по запросу контроллера, перечислены в Табл. 4.

1.11. Значения параметров БИВ2 (п. 1.10) контроллер АСУ ТП может изменить по MODBUS-протоколу, используя в запросе MODBUS-адрес станции (п. 6.1) и команду «записи аналоговых выводов 0x10», указав (начальный) адрес регистра, начиная с которого будет идти запись в массив данных, и размер передаваемых данных (в байтах). Значение любого параметра должно изменяться в соответствии с его форматом (uint, float). Одной командой записи можно изменить значение только одного параметра.

Табл. 4

Адрес регистра (DEC)	Параметр	Значение ¹
0	Регистр команд (uint)	Команды управления режимами работы датчика и удаления датчика из системы (п. 3.1)
1	Резерв (uint)	
2	Резерв (uint)	
3	Предыдущая введённая команда (uint)	Значение регистра становится равным значению кода последней команды, записанной в регистр с адресом 0 («Регистр команд») этой таблицы, см. выше. Служит только для контроля получения команды от контроллера АСУ ТП. При включении питания значение регистра равно 0.
4	Резерв (float)	
5		
6	Единицы измерения (uint)	Значение регистра используется индивидуально для каждого типа ПП (зарезервировано, в текущей версии не используется)
7	Количество несостоявшихся подряд сеансов связи для автоматического удаления датчика из системы (uint)	По достижении равенства значения, записанного в регистр этого параметра и значения в регистре счётчика (Табл. 3, регистр 4 _{ADDR}) датчик автоматически удаляется из системы (регистрация аннулируется, MODBUS-адрес высвобождается для дальнейшего использования другими устройствами)
8	Интервал между замерами, в секундах (uint)	Интервал между «пробуждениями» БИВ2 для замера физической величины с помощью ПП (п. 2.10). Сразу после включения питания значение регистра равно времени ЦОД.
9	Отношение количества замеров к количеству сеансов связи (uint)	Количество «пробуждений» БИВ2 (с последующим замером физической величины) между сеансами связи с БИВ3 (п. 2.10). Сразу после включения питания значение регистра равно 1 (т.е. сеанс связи со станцией в каждом ЦОД)

¹ Форматы значений регистров сокращённо указаны в данных столбца «Параметр» в скобках:
 (uint) - MODBUS unsigned int (16 бит)
 (float) - MODBUS float (32 бита, последовательность байт: CDAB)

10	Регистр управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы (uint) (п. 3.5)	1) $xxxx'xxxx'xxx0_{BIN}$ – контроль за амплитудой не осуществляется (бит 0 → «0») 2) $xxxx'xxxx'xxx1_{BIN}$ – контроль за амплитудой осуществляется (бит 0 → «1») 3) $xxxx'xxxx'xx0x_{BIN}$ – контроль за относительным изменением амплитуды сигнала (динамика изменения) между соседними замерами (границы относительного изменения амплитуды сигнала) с динамически сдвигаемыми границами (бит 1 → «0») 4) $xxxx'xxxx'xx1x_{BIN}$ – контроль за выходом амплитуды сигнала за жёстко заданные границы (бит 1 → «1»)
11	Резерв (uint)	
12	Уставка границ на уменьшение (float)	В зависимости от значения бита 1 регистра $10_{ADDR.DEC}$ Табл. 4 (контроль за переходом через жёстко заданные границы) производится установка жёсткой <i>нижней</i> границы по измеренной амплитуде сигнала (п. 2.6.3)
13		
14	Уставка границ на увеличение (float)	В зависимости от значения бита 1 регистра $10_{ADDR.DEC}$ Табл. 4 (контроль за относительным изменением амплитуды сигнала/за переходом через жёстко заданные границы) производится установка величины динамического <i>изменения</i> амплитуды или установка жёсткой <i>верхней</i> границы по измеренной амплитуде сигнала (п. 2.6.3)
15		

1.12. Все датчики БИВ2 в пределах одного БКСД обмениваются данными со станцией БИВ3 на одном частотном радиоканале. Если система сбора данных представлена несколькими однотипными БКСД в пределах одного объекта инфраструктуры, то для исключения проблем ухудшения связи все БКСД работают на разных № БС (п. 6.1.2).

1.13. Все станции БИВ3 (и работающие с ними датчики БИВ2), установленные на одном объекте и подключенные с помощью одного интерфейса RS485 к управляющему контроллеру АСУ ТП, должны иметь неповторяющиеся (уникальные для этого RS485-соединения) MODBUS-адреса! Если адреса будут дублироваться, то возможна одновременная работа в линию нескольких отвечающих на запрос устройств с одинаковыми адресами, что, в свою очередь, ведёт к коллизии сигналов и невозможности приёма данных от ведомых устройств. Для исключения возможности такой ситуации адрес любого БИВ (как БИВ2, так и БИВ3) устанавливается индивидуально (п. 6.1.3) в диапазоне допустимых адресов: $1...247_{10}$ ($1...F7_{16}$).

1.14. Станция БИВ3 в составе одного БКСД может принимать разные типы и объёмы данных от блоков БИВ2, работающих с разными типами ПП, измеряющими разные физические величины (температура, давление, уровень, поток и т.д.).

1.14.1. Поскольку в зависимости от типа ПП объём и содержание данных замеров могут различаться, станция для каждого типа ПП формирует разные таблицы данных для отправки АСУ ТП (см. Приложение).

1.14.2. Датчики с разными типами ПП имеют разный уровень потребления энергии батареи, разное время измерения, подготовки результата и передачи данных станции. В связи с этим датчики с разными типами ПП при одинаковых расписаниях работы могут иметь разное время работоспособности от свежих ЭП.

2. Алгоритмы работы БКСД

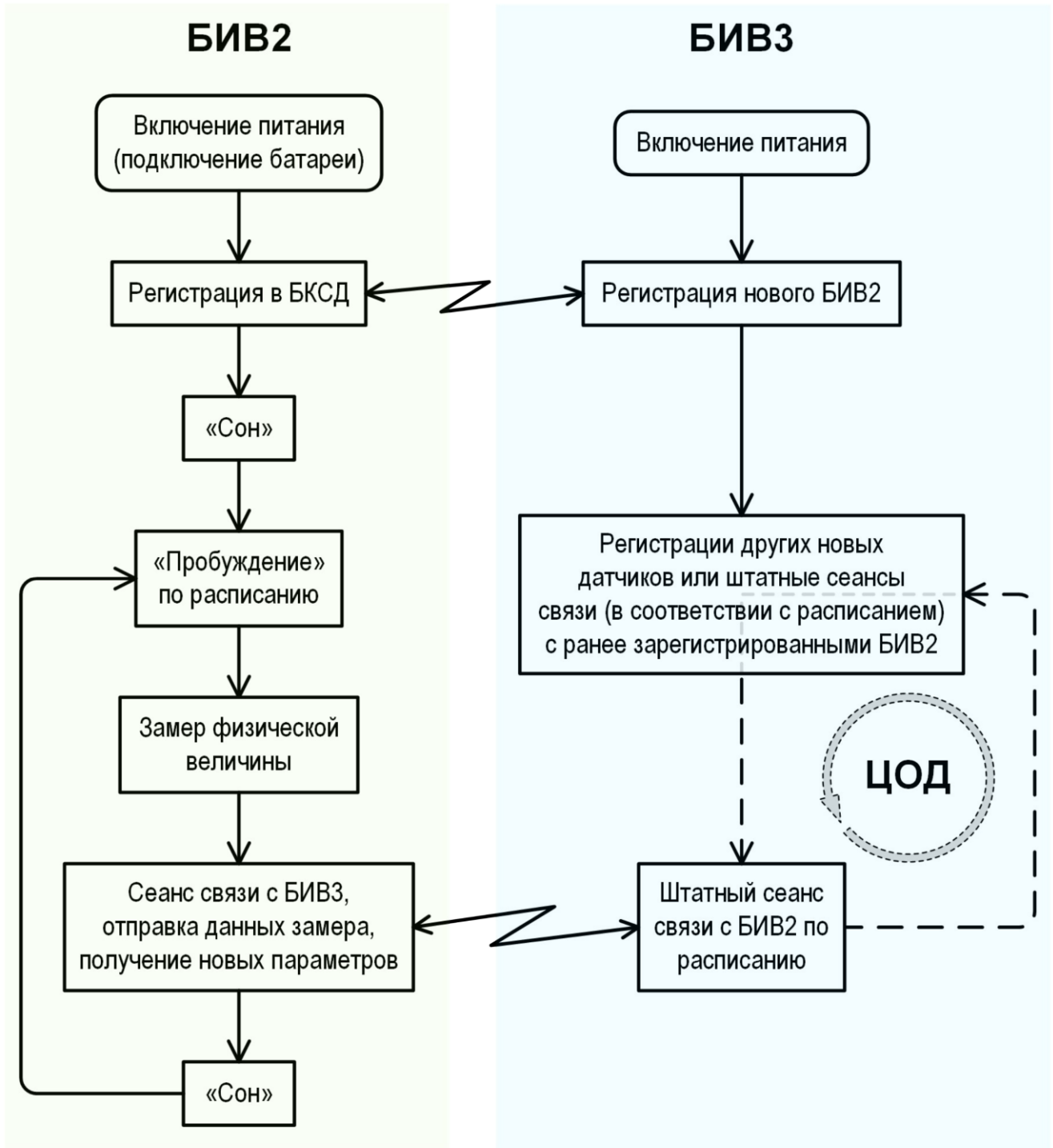
2.1. Основной (существуют и дополнительные, неосновные – п. 2.9) алгоритм работы БКСД предполагает запуск работы системы путём включения питания (п. 5.13) станции БИВ3 (Рис. 4).

2.1.1. Поскольку параметры станции, устанавливаемые программой БИВ3 «по умолчанию» при включении питания, чаще всего без изменений не соответствуют планируемым параметрам БКСД, то перед началом регистрации (п. 0) датчиков рекомендуется установить основные параметры (п. 1.8, Табл. 2) в соответствии с задачей стоящей перед БКСД:

- 1) Актуализировать текущие время и дату БИВ3 (регистры 6...11_{ADDR.DEC} Табл. 2).
- 2) Записать в регистр 5 Табл. 2 значение планируемого количества датчиков в системе (рекомендуется записать число несколько большее планируемого количества датчиков - на 1...2).

2.2. Дальнейшее построение запланированной БКСД производится последовательной регистрацией (п. 0) новых датчиков в системе (Рис. 4) последовательным подключением батарей питания в корпусах БИВ2 (п. 5.14).

Рис. 4



Штатный алгоритм работы БКСД

2.3. Штатно в составе БКСД работают только зарегистрированные в системе (и записанные в таблицу зарегистрированных датчиков станции (регистры 12...43_{ADDR.DEC} Табл. 1) датчики БИВ2.

Регистрация датчика – это сеанс связи датчика со станцией, в ходе которого устройства обмениваются информацией, необходимой для дальнейшей совместной работы в составе БКСД (тип ПП, режимы совместной работы, расписание сеансов связи и т.п.). В ходе регистрации в первый незанятый (от начала таблицы) регистр таблицы зарегистрированных датчиков станции записывается MODBUS-адрес регистрируемого датчика (установку MODBUS-адреса на датчике см. в п. 6.1.3).

Сразу после успешной регистрации для контроллера АСУ ТП по MODBUS-адресу датчика для чтения доступны таблицы его данных (команда MODBUS RTU 0x04 на чтение аналогового **ввода**, п. 1.9) и его параметров (команда MODBUS RTU 0x03 на чтение аналогового **вывода**, п. 1.10).



Сеанс регистрации БИВ2 не предусматривает измерение и передачу датчиком амплитуды измеряемой им физической величины до следующего штатного сеанса связи, поэтому таблица данных замеров до следующего сеанса связи будет содержать нулевые значения.

Рис. 5



2.3.1. Обычно *первая регистрация датчика* происходит при вводе БИВ2 в эксплуатацию (по алгоритму на Рис. 5):

после подключения батареи питания микрокомпьютер датчика инициализирует оборудование (проверяет работоспособность узлов, устанавливает режимы работы компонентов, форматирует долговременную память для будущего сохранения данных и т.п.), считывает установленные переключателями «№ БС» (п. 6.1) и «АДРЕС» (п. 6.1) и в соответствии с этими данными устанавливает сеанс связи со станцией, проходя регистрацию в БКСД.

2.3.2. *Автоматическая повторная регистрация датчика* в системе может проходить после потери связи БИВ2 с БИВ3 (например, в результате длительной помехи в радиоэфире на частоте связи или других подобных обстоятельствах), когда станция исчерпала ограниченное установками (регистр 7_{ADDR} Табл. 4) количество попыток восстановления потерянной связи с датчиком в соответствии с переданным ранее расписанием. Обычно восстановление регистрации датчика в системе происходит не позднее 15 минут после окончания попыток восстановления связи по расписанию.

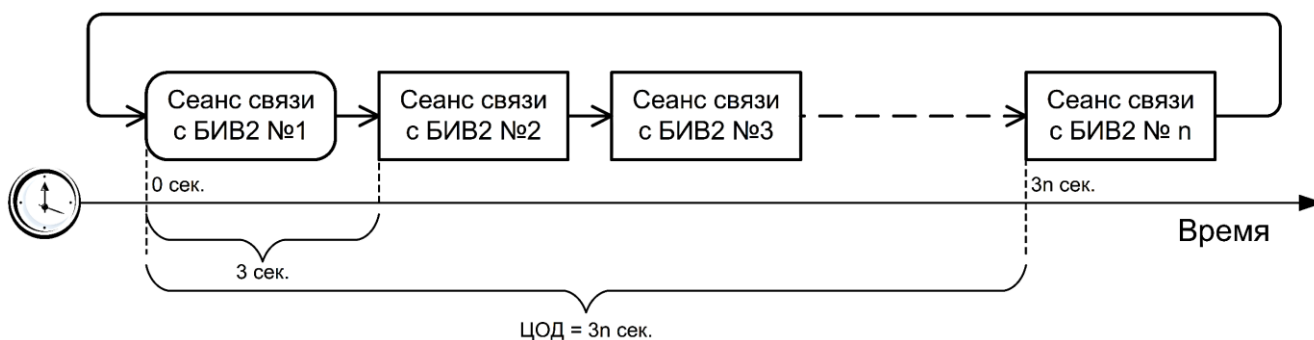
2.3.3. *Автоматическая повторная регистрация датчика* в системе может проходить после зависания микрокомпьютера БИВ2 в результате сильных атмосферных импульсных электромагнитных помех (например, близкого разряда молнии), импульсных помех от близко расположенных коммутационных устройств большой мощности с дугowymi разрядами, работа на объекте электросварщика с электродуговой сваркой и т.п. В этом случае восстановление регистрации датчика в системе происходит автоматически не позднее 45 минут после потери связи станции с БИВ2.

2.4. В штатном режиме работы станция БИВ3 отводит на сеанс связи (регистрации или получения данных замера) с каждым датчиком не более трёх секунд. Сеансы связи с датчиками осуществляются по очереди, чтобы устройства не мешали друг

другу в передаче/приёме данных (Рис. 6). Сеанс связи с каждым датчиком проходит не чаще, чем один раз за **Цикл Опроса всех Датчиков (ЦОД)**, т.е. с интервалом равным произведению количества датчиков (значение регистра 5_{ADDR} в Табл. 2) на длительность сеанса связи (3 секунды).

Например, если значение регистра 5_{ADDR} в Табл. 2 равно 10, то время цикла опроса всех датчиков (ЦОД) будет равно 30 секундам ($10 \times 3 \text{сек.} = 30 \text{сек.}$), т.е. сеанс связи с каждым датчиком может происходить не чаще, чем один раз в 30 секунд.

Рис. 6



Цикл опроса всех датчиков БКСД

2.5. Временная очередь формируется по мере регистрации (п. 2.3.1) новых или автоматической повторной регистрации потерявших связь (пп. 2.3.2, 2.3.3) датчиков. Регистрируемому в БКСД датчику назначается время свободного (не занятого другим датчиком) сеанса связи, следующему – время следующего свободного сеанса связи и т.д. Но, поскольку работа с датчиками происходит по замкнутому циклу, то и нумерация сеансов связи условна, а нумерация датчиков фигурирует (для удобства контроля пользователем) только в таблице зарегистрированных датчиков станции (регистры $12...43_{ADDR.DEC}$ Табл. 1).

2.6. Расписание работы БИВ2 напрямую зависит от значений регистров 8_{ADDR} («Интервал между замерами, в секундах») и 9_{ADDR} («Отношение количества замеров к количеству сеансов связи») Табл. 4. Ниже рассматривается назначение этих регистров.

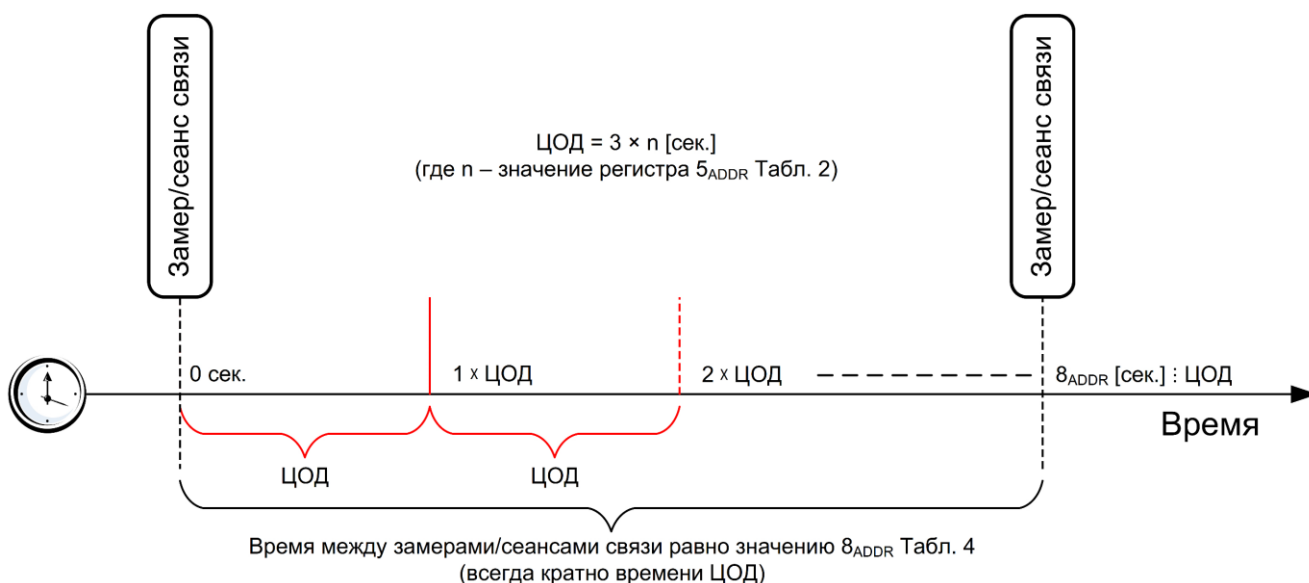
2.6.1. Если в регистр 9_{ADDR} («Отношение количества замеров к количеству сеансов связи») Табл. 4 записано значение 1 (другие значения рассматриваются в п. 2.6.2), то интервал между замерами равен интервалу между сеансами связи, т.е. после каждого замера датчик проводит сеанс связи со станцией.

Интервал между замерами для любого БИВ2 (регистр 8_{ADDR} Табл. 4) всегда кратен ЦОД (а длительность ЦОД равна произведению значения регистра 5_{ADDR} («Планируемое количество датчиков для регистрации в БКСД» Табл. 2) на число 3 (в секундах), см. п. 2.4). При записи в регистр 8_{ADDR} любого некратного ЦОД значения, оно автоматически изменится до ближайшего кратного ЦОД.

Например, при ЦОД=30 сек. операция записи числа 50 в регистр 8_{ADDR} в итоге запишет в регистр число 60 (кратно 30, т.е. кратно ЦОД). В этом случае (но только если в регистр 9_{ADDR} Табл. 4 записано значение 1, будет рассмотрено далее в п. 2.6.2) датчик будет «пробуждаться» для замера и передачи данных станции один раз в 60 секунд, а не в 30 секунд, т.е. «легально проспит» один сеанс связи и это не будет воспринято станцией как ошибка, т.к. станция сама рассчитает и передаст данные о новом расписании датчику в ближайшем после перерасчёта расписания сеансе связи. Точно

так же в нашем примере можно установить интервалы между замерами с сеансами связи равные 90сек., 120сек. и т.д. (всегда кратно ЦОД, Рис. 7).

Рис. 7



Интервал между замерами всегда кратен ЦОД

Максимально разрешённое значение регистра 8_{ADDR} - 1800 секунд (при попытке записать в регистр 8_{ADDR} значение большее, чем 1800, оно будет автоматически становится равным 1800), т.е. интервал между замерами с передачей данных станции можно сделать равным 30 минутам.



- В целом, увеличение интервалов между замерами с сеансами связи значительно экономит энергию батареи питания БИВ2, но, в то же время, полностью исключает получение данных об амплитуде измеряемой физической величины между сеансами связи, что не всегда может соответствовать требованиям задачи (см. п. 2.6.2). Также большие интервалы между сеансами связи ограничивают оперативность изменения параметров ПП датчика (возможно для некоторых типов ПП) в случае появления такой необходимости.

2.6.2. Во время сеанса связи со станцией датчик расходует максимальное количество энергии батареи питания. Сразу после регистрации (по умолчанию) замер и последующий сеанс связи для передачи датчиком измеренного значения станции выполняются блоком БИВ2 при каждом «пробуждении» (Рис. 4, алгоритм работы БИВ2, слева). Это происходит благодаря значению 1, записанному в регистр 9_{ADDR} («Отношение количества замеров к количеству сеансов связи») Табл. 4, т.е. интервал между замерами равен интервалу между сеансами связи, т.е. после каждого замера датчик проводит сеанс связи со станцией.



Здесь и далее следует учитывать, что при «пробуждении» датчика всегда осуществляется замер физической величины с помощью ПП (Рис. 2), но наличие сеанса связи после проведенного замера зависит от установки параметров, рассмотренных в п. 2.6.3.

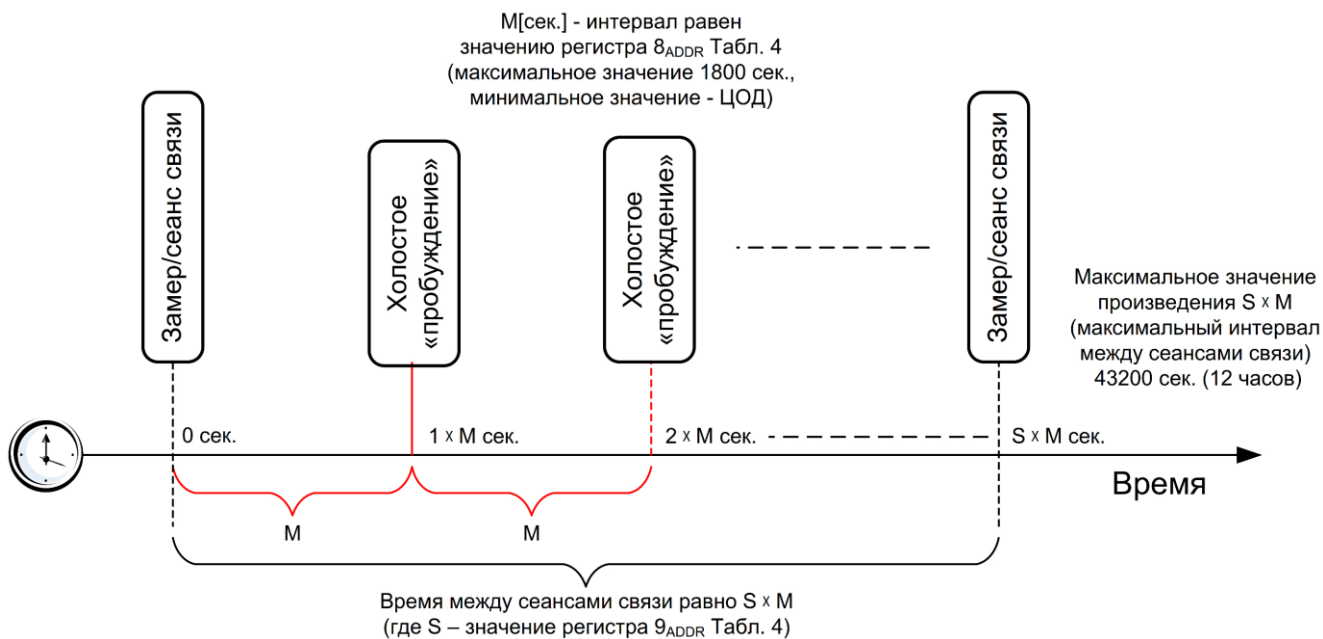
Можно изменить временные параметры и сделать так, чтобы не каждое «пробуждение» датчика с последующим замером заканчивалось сеансом связи со станцией для отправки результатов замера. За этот параметр отвечает регистр 9_{ADDR} («Отношение количества замеров к количеству сеансов связи») параметров датчика, Табл. 4. По умолчанию при регистрации датчика в регистр 9_{ADDR} параметров этого датчика записано число 1, что означает: один замер - один сеанс связи, т.е. каждое «пробуждение» (естественно, с замером) заканчивается сеансом связи со станцией.

Например, если в регистр 9_{ADDR} записать (п. 1.11) число 2, то сеанс связи будет происходить только на каждом втором замере (Рис. 8), а «пробуждение» для замера между сеансами связи можно считать «холостым», т.е. энергия на осуществление замера потрачена впустую (как сделать такое пробуждение полезным будет рассмотрено далее). Если в регистр 9_{ADDR} записать число 3, то сеанс связи будет происходить на каждом третьем замере. Например, при значениях регистров $8_{ADDR} = 1800$ и $9_{ADDR} = 3$ замеры будут проходить через каждые 1800 секунд, а сеансы связи через 5400 секунд ($3 \times 1800 = 5400$).

Максимальное значение регистра 9_{ADDR} («Отношение количества замеров к количеству сеансов связи») Табл. 4 зависит от значения регистра 8_{ADDR} («Интервал между замерами, в секундах»). Произведение значений этих регистров не может превышать 43200 секунд (=12 часов, это максимально допустимое для БКСД время между двумя сеансами связи между датчиком и станцией), а в случае попытки превышения этого числа значения регистров автоматически изменяются так, чтобы их произведение не превышало числа 43200.

Например, если при значении регистра $8_{ADDR} = 1800$ в регистр 9_{ADDR} мы попытаемся записать значение 25, то автоматическая коррекция изменит записываемое в регистр значение с числа 25 на число 24 (т.к. $25 \times 1800 = 45000$ сек. превышает 12 часов, а $24 \times 1800 = 43200$ сек. не превышает 12 часов).

Рис. 8



Увеличение интервалов между сеансами связи

Подытожим:

1) Длительность интервалов между замерами всегда равна значению регистра 8_{ADDR} (в секундах) Табл. 4 и варьируется от длительности одного ЦОД до ближайшего к 1800 (но не более 1800) сек. кратного ЦОД значения.

2) Сеансы связи для отправки данных станции могут сопровождать как каждый замер, так и пропускать один или несколько замеров в зависимости от значения регистра 9_{ADDR} Табл. 4.

3) Интервал между сеансами связи равен произведению значений регистров 8_{ADDR} Табл. 4 и 9_{ADDR} Табл. 4 и не превышает 43200 сек. Сеанс связи не может рассматриваться отдельно от замера, т.к. предназначен для отправки данных замера станции.



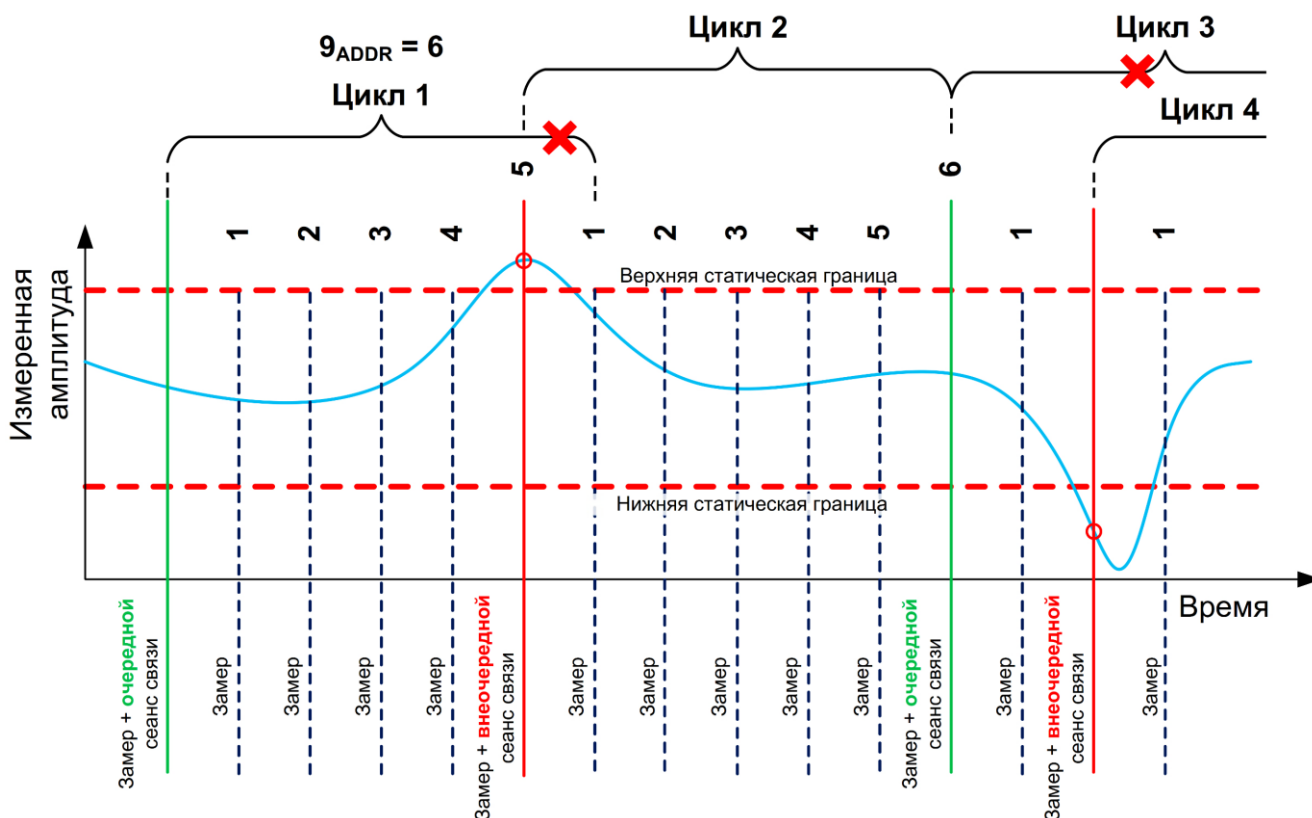
Внимание! При изменении значения регистра 8_{ADDR} («Интервал между замерами, в секундах») Табл. 4 программа автоматически старается оставить время между сеансами связи неизменным (или близким к тому, которое было до изменения регистра). Например, если при значениях в регистрах $8_{ADDR} = 210_{DEC}$ и $9_{ADDR} = 1$ (что соответствует времени между сеансами связи 210 секунд) изменить значение регистра 8_{ADDR} на число 21_{DEC} (уменьшить в 10 раз), то значение регистра 9_{ADDR} автоматически изменится на число 10_{DEC} (увеличится в 10 раз), оставив интервал между сеансами связи неизменным - замеры начнут осуществляться через 21 секунду, но сеанс связи будет происходить лишь только после каждого десятого замера! Если есть необходимость изменить время между сеансами связи, то следует последовательно сначала изменить значение регистра 8_{ADDR} , а затем регистра 9_{ADDR} !

2.6.3. Проведение датчиком замера расходует значительно меньше энергии батареи по сравнению с операцией отправки данных замера станции. Для экономии энергии батареи в БКСД можно использовать режим анализа амплитуды замера с инициированием **внеочередного (очередные сеансы связи проводятся в соответствии с заданным расписанием п. 2.6.2) сеанса связи для отправки данных замера станции в случае превышения заданных параметров изменения амплитуды.** В качестве отслеживаемых параметров амплитуды можно выбрать два варианта:

1) Достижение уровнем измеренной амплитуды установленной пользователем верхней (\geq) или нижней (\leq) границы (Рис. 9) в абсолютных единицах измерения (например, в градусах, метрах и т.п.), в связи с чем иницируется внеочередной сеанс связи для передачи данных станции. Для использования этого режима заранее должны быть заданы верхняя (регистр 14_{ADDR.DEC} Табл. 4) и нижняя (регистр 12_{ADDR.DEC} Табл. 4) *статические границы*, выбран вариант *контроля статических границ амплитуды* и включен режим *отслеживания амплитуды* (п. 2.12.1).

Для понимания рассмотрим пример на Рис. 9. Замеры (условные номера замеров в верхней части рисунка) датчик проводит через интервалы, заданные регистром 8_{ADDR} (в данном примере значение, записанное в регистр, нам не интересно). В регистр 9_{ADDR} записано число 6, и, следовательно, плановые сеансы связи с передачей данных станции проходят каждый шестой замер (зелёные линии). Назовём в нашем примере интервал между соседними плановыми сеансами связи «циклом» (интервал каждого цикла выделен верхней фигурной скобкой). В ходе замеров с первого по пятый если амплитуда замеров не переходит через установленные пользователем статические границы, то данные этих замеров полностью игнорируется, т.е. не передаются станции, а станции передаются данные только каждого шестого (планового) замера. В нашем примере по графику видно, что амплитуда пятого замера в первом цикле превысила верхнюю статическую границу, в следствие чего замер дополняется сеансом связи и результат замера внепланово (не по расписанию) отправляется станции, а станция сразу размещает эти значения в таблице данных этого датчика. С этого момента условный отсчёт замеров начинается сначала, т.е. следующий замер будет не шестым замером первого цикла, а первым замером следующего (второго) цикла. Если амплитуда несколько замеров подряд не вернётся в «коридор» нормальных амплитуд, то отправка данных (и сброс нумерации замеров) будет происходить каждый замер пока амплитуда не нормализуется.

Рис. 9



Контроль за статическими границами амплитуды

2) Превышение перепадом (изменением) амплитуды между двумя последовательными замерами (в единицах измерения (например, в градусах, метрах и т.п.)) величины, установленной пользователем, в связи с чем инициируется внеочередной сеанс связи для передачи данных станции. Другими словами, если амплитуда текущего замера изменилась по отношению к амплитуде предыдущего замера (т.н. динамика изменения амплитуды) на величину большую, чем установлено пользователем, то инициируется внеочередной сеанс связи для передачи данных станции. Для использования этого режима заранее должна быть задана *установка динамической амплитуды* (регистр 14_{ADDR.DEC} Табл. 4), выбран вариант *контроля динамического изменения амплитуды* и включен *режим отслеживания амплитуды* (п. 2.12.2).

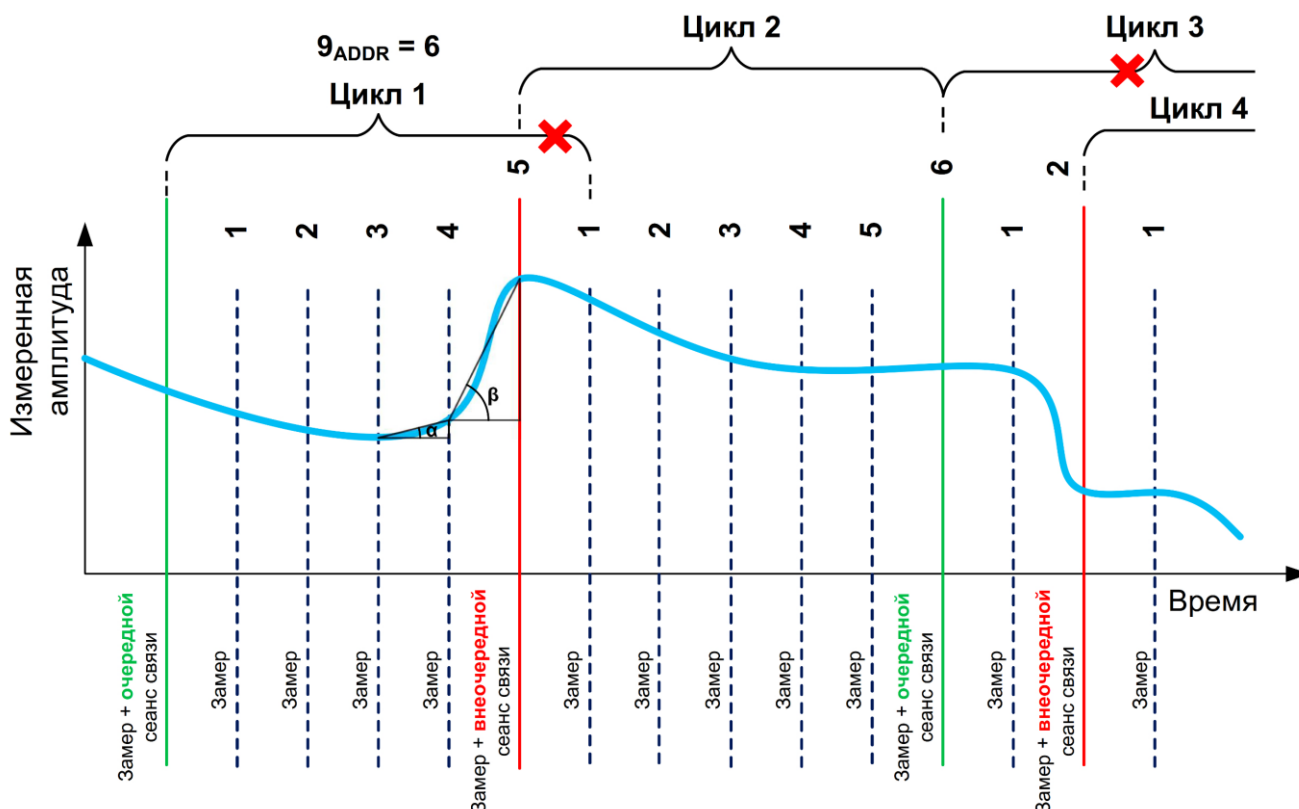
На Рис. 10 изображен пример графика изменения амплитуды физической величины, контролируемой датчиком. До замера № 3 (нумерация условная, только для пояснения рисунка) амплитуда контролируемой физической величины медленно снижается, между замерами № 3 и № 4 медленно повышается, а вот между замерами № 4 и № 5 повышение амплитуды происходит значительно динамичнее, т.е. между соседними замерами (в нашем случае - между замерами № 4 и № 5) изменение амплитуды в разы превышает предыдущие изменения амплитуды между замерами № 1...2...3...4 (обратите внимание, знак изменения амплитуды (имеется в виду - увеличение или уменьшение) значения не имеет, важна величина изменения (в любую сторону)). Для наглядности на график изменения амплитуды (синий цвет) в интервалах № 3...4...5 наложены прямоугольные треугольнички. Углы наклона гипотенузы треугольничков (углы α и β)

отражают крутизну изменения амплитуды контролируемого сигнала между двумя соседними замерами.

Для понимания работы алгоритма рассмотрим практический пример на Рис. 10 и предположим, что мы следим за изменением (динамикой) давления газообразного продукта. Предположим, мы будем отслеживать появление перепада (понижения или повышения) давления за интервал между двумя замерами не менее, чем на 0.2 МПа. Для этого запишем в регистр $14_{ADDR.DEC}$ Табл. 4 значение 0.2 (МПа). Замеры (условные номера замеров в верхней части рисунка) датчик проводит через интервалы, заданные регистром 8_{ADDR} . Например, пусть это будет число 180, т.е. интервалы между замерами равны 180 секундам. В регистр 9_{ADDR} запишем число 6, и, следовательно, плановые сеансы связи с передачей данных станции проходят каждый шестой замер (зелёные линии), т.е. через каждые 1080 секунд. Назовём в нашем примере интервал между соседними плановыми сеансами связи «циклом» (интервал каждого цикла выделен верхней фигурной скобкой). В первом цикле в ходе замеров с первого по четвертый динамика изменения давления (значения на графике не в масштабе, только для примера) не превышает 0.1 МПа/180 секунд (т.е. между замерами в 180 секунд давление изменяется плавно, примерно на 0.1 МПа за каждый период в 180 секунд). Зато в промежутке между четвёртым и пятым замерами давление резко возросло более чем на 0.3 МПа/180 секунд, что явилось причиной инициирования внеочередного сеанса связи со станцией для передачи данных замера № 5. Поскольку нами была сделана уставка 0.2 МПа ($14_{ADDR.DEC}$ Табл. 4), а изменение давления между замерами составило 0.3 МПа (т.е. динамика изменения амплитуды давления превысила уставку), то замер дополнился внеочередным сеансом связи и результат замера внепланово (не по расписанию) был отправлен станции, а станция сразу размещает значение в таблице данных этого датчика. С этого момента условный отсчёт замеров начинается сначала, т.е. следующий замер будет не шестым замером первого цикла, а первым замером следующего (второго) цикла. Если динамика изменения амплитуды несколько замеров подряд будет превышать значение уставки, то отправка данных (и сброс нумерации замеров) будет происходить каждый замер пока изменение амплитуды не станет более плавным или вовсе стабилизируется. Надо помнить, что у этого вида контроля амплитуды нет понятия «слишком большая» или «слишком маленькая» амплитуда. Контроль осуществляется только за изменением амплитуды.

Следующий внеочередной сеанс связи на примере Рис. 10 происходит после второго замера третьего цикла вследствие резкой просадки давления более, чем на 0.2 МПа. В этом случае плановый третий цикл досрочно завершается внеочередным сеансом связи, и с этого момента начинается следующий (четвёртый) плановый цикл замеров.

Рис. 10



Контроль за динамическим изменением амплитуды

2.7. После включения питания БИВЗ и перед регистрацией первого датчика станция рассчитывает на основании установочных данных Табл. 2 расписание предстоящих сеансов связи в соответствии с параметром «Планируемое количество датчиков для регистрации в БКСД» (регистр 5_{ADDR} , Табл. 2), содержащим значение необходимого числа датчиков в системе, даже если они пока не зарегистрированы. Пользователям рекомендуется заранее запланировать и ввести этот параметр с запасом на один-два датчика. Увеличение (или уменьшение) параметра числа датчиков в уже работающей с зарегистрированными датчиками системе вызовет сбой расписания связи с датчиками и на автоматическое восстановление штатной работоспособности с новым расписанием станцией может быть потрачено некоторое время (обычно пропускается не более одного-двух запланированных сеансов связи с каждым датчиком).

2.8. Анализируя временную шкалу на Рис. 6 можно заметить, что большое количество БИВ2 в БКСД снижает частоту сеансов связи с каждым датчиком (например, если станция работает с десятью датчиками, то сеанс связи с каждым датчиком может происходить не чаще одного раза в 30 секунд - 10 датчиков по 3 секунды).



Чем больше датчиков работает со станцией, тем реже каждый датчик может передать результаты своих замеров станции. Максимальное значение количества датчиков в одном БКСД – 32, минимальное (значение, которое можно записать в регистр числа планируемых датчиков) – 7 (возможна работа в БКСД всего лишь одного датчика, но значение регистра планируемых в БКСД датчиков не может быть меньше 7 за исключением случаев специального заказа для систем с однотипными датчиками). Но также надо учитывать, что частая работа датчика на передачу данных ускоряет разряд батареи!

2.9. Расписание, формируемое станцией после включения питания БИВ3, предполагает сеансы связи для получения данных замеров от каждого вновь регистрируемого датчика с интервалом в один ЦОД (это минимальный интервал между замерами для каждого БИВ2), что может оказаться избыточно частым для некоторых точек измерения на объекте и, вдобавок, способствующим ускоренному разряду батареи питания датчиков.

Программа микрокомпьютера датчика БИВ2 в зависимости от запрограммированного пользователем расписания и установленных пользователем параметров может работать по разным алгоритмам. Текущая версия программы предлагает три штатных алгоритма работы БИВ2 (Рис. 12):

1) «Алгоритм I» - штатное «пробуждение» датчика для замера с сеансом связи со станцией через равномерные интервалы (пп. 2.6.1, 2.10).

В этом режиме работы младший бит регистра $10_{ADDR.DEC}$ («Регистр управления реакцией на выход за границы») Табл. 4 должен быть равен 0: $xxxx'xxxx'xxxx'xxx0_{BIN}$.

2) «Алгоритм II» - чередование одного/нескольких холостых (без сеанса связи со станцией) «пробуждений» датчика между «пробуждениями» для замера с сеансом связи со станцией (пп. 2.6.2, 2.11).

Наличие холостых (без сеанса связи) «пробуждений» датчика между штатными замерами с сеансом связи со станцией применяется для увеличения интервалов между сеансами связи с целью максимальной экономии батареи питания и при отсутствии необходимости в частом обновлении данных об амплитуде физической величины, измеряемой датчиком. В этом режиме работы младший бит регистра $10_{ADDR.DEC}$ («Регистр управления реакцией на выход за границы») Табл. 4 должен быть равен 0: $xxxx'xxxx'xxxx'xxx0_{BIN}$.

3) «Алгоритм III»: замер физической величины с последующим анализом полученной в результате замера амплитуды и инициирование сеанса связи со станцией только при условии выхода амплитуды за установленные статические граничные значения – п. 2.6.3, п. 2.12;

4) «Алгоритм IV»: замер физической величины с последующим анализом полученной в результате замера амплитуды и инициирование сеанса связи со станцией только при условии изменения амплитуды на установленную величину по отношению к предыдущему замеру (сравнение амплитуд начинается только после второго замера) – п. 2.6.3, п. 2.12.

2.10. Сразу после включения питания станции значение регистра 5_{ADDR} («Планируемое количество датчиков для регистрации в БКСД») Табл. 2 (параметры станции) устанавливается равным наименьшему разрешённому значению для этого параметра (даже если в БКСД планируется зарегистрировать всего один датчик, минимально разрешённое количество датчиков рассчитывается с учётом

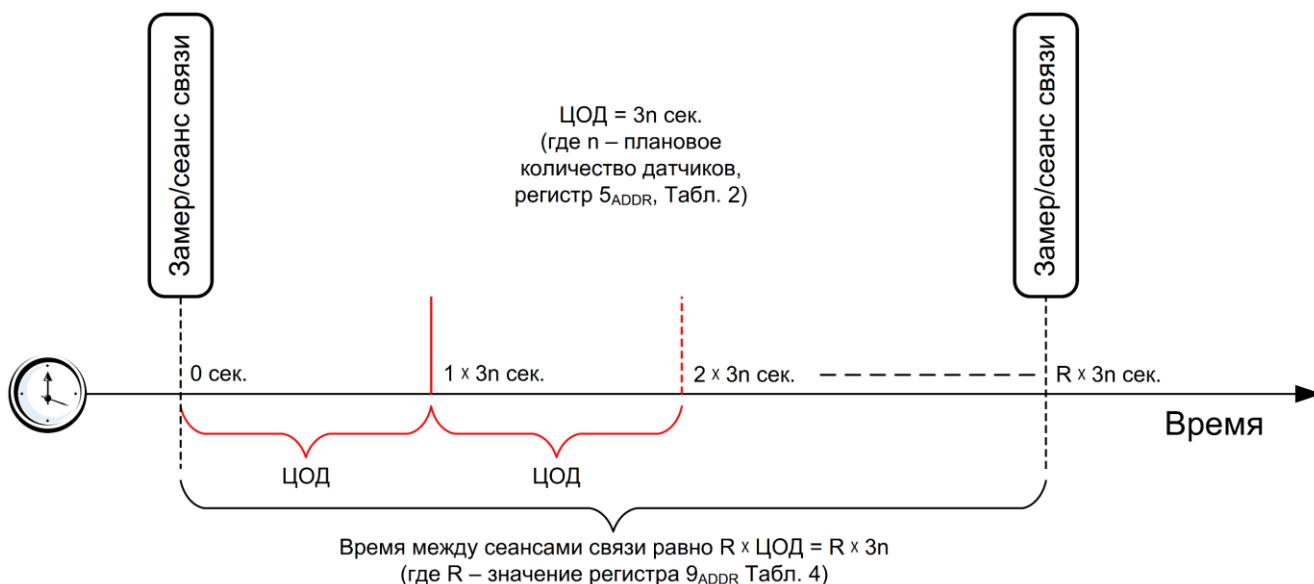
длительности работы самых медленных ПП, устанавливаемых в БИВ2, из-за чего некоторые датчики не могут успеть произвести замер и отправить данные через каждые три секунды). Значение регистра 9_{ADDR} («Отношение кол-ва замеров к кол-ву сеансов связи») Табл. 4 (параметры датчика) устанавливается равным 1, что соответствует интервалу между замерами/сеансами связи в один ЦОД – наименьший интервал между замерами/сеансами связи¹(Рис. 6).

2.10.1. В случае, если есть возможность увеличить интервалы между получением от датчика данных замеров (и, соответственно, уменьшить энергозатраты батареи БИВ2), например, в связи с заранее известной динамикой контролируемого датчиком процесса (изменением уровня во времени), то интервал между замерами/сеансами связи может быть увеличен записью в регистр 8_{ADDR} («Интервал между замерами») Табл. 4 (параметры датчика) нового значения (в секундах). Следует учесть, что вне зависимости от значения, записываемого в регистр 8_{ADDR} Табл. 4, параметр автоматически приводится к величине, кратной времени ЦОД (Рис. 11). Например, если время ЦОД равно 30 сек., то значение 50, записываемое в регистр 8_{ADDR} , автоматически преобразуется в ближайшее к записываемому число кратное 30, т.е. станет равным 60 сек. – после чего замеры с сеансами связи будут осуществляться раз в 60 сек.

2.10.2. При работе по «Алгоритму I» максимальное время между «пробуждениями» датчика для замера/сеанса связи равно 1800 сек. (30 мин). При попытке записи в регистр 8_{ADDR} Табл. 4 (параметры датчика) числа большего, чем 1800, записанное в регистр значение будет автоматически приведено к 1800.

2.10.3. Следовательно, максимальный интервал между замерами по «Алгоритму I» - 30 минут, минимальный – интервал ЦОД, промежуточные значения – кратны ЦОД.

Рис. 11



2.11. Максимальный интервал между «пробуждениями» датчика – 1800 сек. (30 мин.) (п. 2.10.2). Но бывают ситуации, когда на объекте данные замеров какой-либо точки не нужны с интервалом в 30 минут, а достаточно сделать замер, например, один раз

¹ Работа БИВ2 с минимальными интервалами между сеансами связи способствуют наиболее быстрому разряду батареи питания БИВ2 (п. 2.8), т.к. приёмопередатчик является самым большим потребителем энергии.

в несколько часов (что, в свою очередь, способствует также и экономии заряда батареи питания БИВ2). Для такого случая можно воспользоваться работой датчика по «Алгоритму II».

2.11.1. «Алгоритм II» предполагает наличие между замерами с сеансами связи холостых (служебных, для самопроверки БИВ2 своего состояния) «пробуждений» (Рис. 8), не заканчивающихся сеансом связи со станцией (зелёная ветка на Рис. 12). При условии, что младший бит регистра $10_{\text{ADDR.DEC}}$ («Регистр управления реакцией на выход за границы») Табл. 4 равен 0: $\text{xxxx'xxxx'xxxx'xxx0}_{\text{BIN}}$ длительность (в секундах) интервала между сеансами связи равна произведению значений регистров 8_{ADDR} («Интервал между замерами, в секундах») и 9_{ADDR} («Отношение количества замеров к количеству сеансов связи») Табл. 4. Максимальное значение произведения 43200 (сек.), т.е. максимальный интервал между сеансами связи – 12 часов.

Рекомендуется начинать установку интервала с записи в регистр 8_{ADDR} , затем записывать в регистр 9_{ADDR} . Значение регистра 8_{ADDR} при записи в него числа будет автоматически подстраиваться до ближайшего кратного ЦОД числа, но не более 1800 (сек.). Значение регистра 9_{ADDR} может увеличиваться до тех пор, пока произведение значений регистров менее 43200 (сек.). В случае, если записываемое в регистр 9_{ADDR} значение при умножении на значение регистра 8_{ADDR} даёт в итоге число большее, чем 43200, то содержимое регистра 9_{ADDR} будет автоматически заменено на валидное (дающее при умножении регистров ближайшее к максимально разрешённому значению (43200) число). Например, при значении регистра 8_{ADDR} равному 1800 запись в регистр 9_{ADDR} любого значения большего 24 ($24 \times 1800 = 43200$) всё равно запишет в регистр 9_{ADDR} число 24.

2.12. В случае, когда измеряемая датчиком БИВ2 физическая величина предполагает быть долгое время статической или квазистатической с известными рамками флуктуаций, то нет смысла тратить энергию батареи на инициирование энергозатратного сеанса связи со станцией для передачи фактически одинаковых данных в результате каждого замера. А чтобы не пропустить момент выхода амплитуды измеряемой величины за допустимые пределы достаточно установить регулярный (с постоянным интервалом) контроль (голубая ветка на Рис. 12) за выходом амплитуды за жестко заданные (статический контроль амплитуды, п. 2.6.3.1) границы или за динамикой изменения (динамический контроль амплитуды, п. 2.6.3.2) амплитуды во времени.

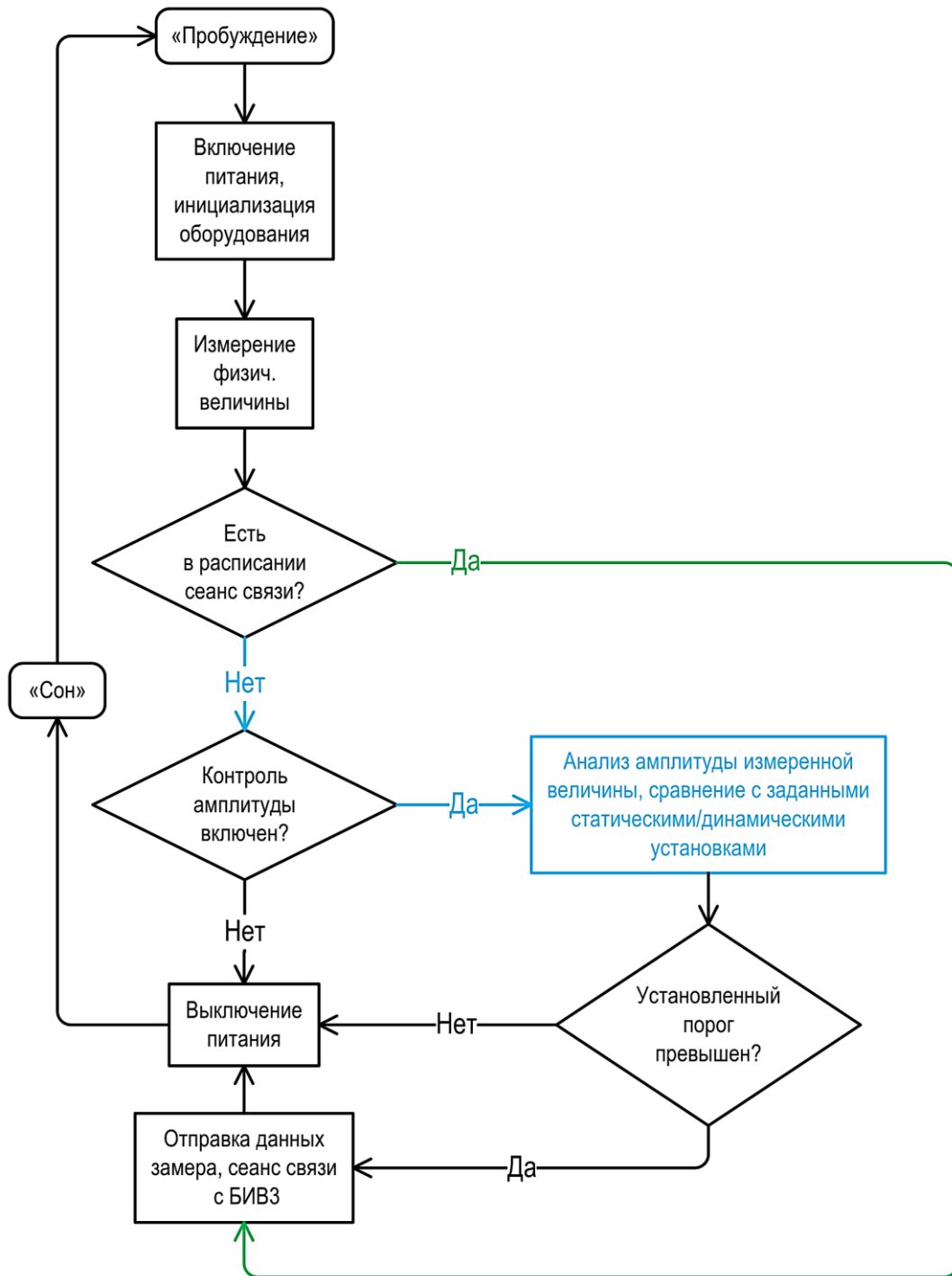
2.12.1. Включение отслеживания *статической амплитуды сигнала* осуществляется с помощью изменения значений следующих регистров в таблице параметров:

- 1) Запись минимального (нижнего) значения в абсолютных единицах измерения (например, в градусах, метрах и т.п.) контроля амплитуды в регистр $12_{\text{ADDR.DEC}}$ Табл. 4;
- 2) Запись максимального (верхнего) значения в абсолютных единицах измерения (например, в градусах, метрах и т.п.) контроля амплитуды в регистр $14_{\text{ADDR.DEC}}$ Табл. 4;
- 3) Запись команды 211_{DEC} («Контроль за выходом амплитуды сигнала за жёстко заданные границы») в регистр команд 0_{ADDR} Табл. 4 для включения режима контроля статических границ. Бит 1 регистра $10_{\text{ADDR.DEC}}$ Табл. 4 должен находиться в состоянии 1 (п. 3.5.2).
- 4) Запись команды 201_{DEC} («Контроль амплитуды ВКЛ.») в регистр команд 0_{ADDR} Табл. 4 для включения режима контроля за амплитудой. Бит 0 регистра $10_{\text{ADDR.DEC}}$ Табл. 4 должен находиться в состоянии 1 (п. 3.5.1).

2.12.2. Включение отслеживания *динамического изменения амплитуды сигнала* осуществляется с помощью изменения значений следующих регистров в таблице параметров:

- 1) Запись значения отслеживаемого граничного динамического изменения амплитуды в абсолютных единицах измерения (например, в градусах, метрах и т.п.) в регистр 14_{ADDR.DEC} Табл. 4;
- 2) Запись команды 210_{DEC} («Контроль за относительным изменением (за динамикой изменения) амплитуды сигнала.») в регистр команд 0_{ADDR} Табл. 4 для включения режима контроля динамического изменения амплитуды. Бит 1 регистра 10_{ADDR.DEC} Табл. 4 должен находиться в состоянии 1 (п. 3.5.2).
- 3) Запись команды 201_{DEC} («Контроль амплитуды ВКЛ.») в регистр команд 0_{ADDR} Табл. 4 для включения режима контроля за амплитудой. Бит 0 регистра 10_{ADDR.DEC} Табл. 4 должен находиться в состоянии 1 (п. 3.5.1).

Рис. 12



Штатный алгоритм работы БИВ2

3. Команды изменения режимов и параметров, регистры состояния

3.1. В таблицах регистров параметров станции (Табл. 2) и датчика (Табл. 4) имеется «Регистр команд» (адрес регистра в обеих таблицах одинаковый - 0_{ADDR}). Используя в запросе MODBUS-адрес получателя (станции или датчика) и команду «записи аналоговых выводов $0x10$ » (п. 1.8 или п.), указав адрес регистра 0_{ADDR} , можно с помощью специальных команд управлять некоторыми режимами работы станции или зарегистрированного датчика, а также изменять некоторые параметры их работы. При успешной записи и декодировании кода команды в «Регистр команд» код команды сразу же продублируется в регистре 4_{ADDR} [предыдущая введённая команда] Табл. 2 для станции или в регистр 3_{ADDR} [предыдущая введённая команда] Табл. 4 для датчика, служащим для подтверждения получения устройством команды от контроллера. Код команды сохраняется неизменным в регистре «Предыдущая введённая команда» до получения следующей команды. Если команда не распознана, то в регистр «Предыдущая введённая команда» запишется значение $0xFF$ (255_{DEC}).

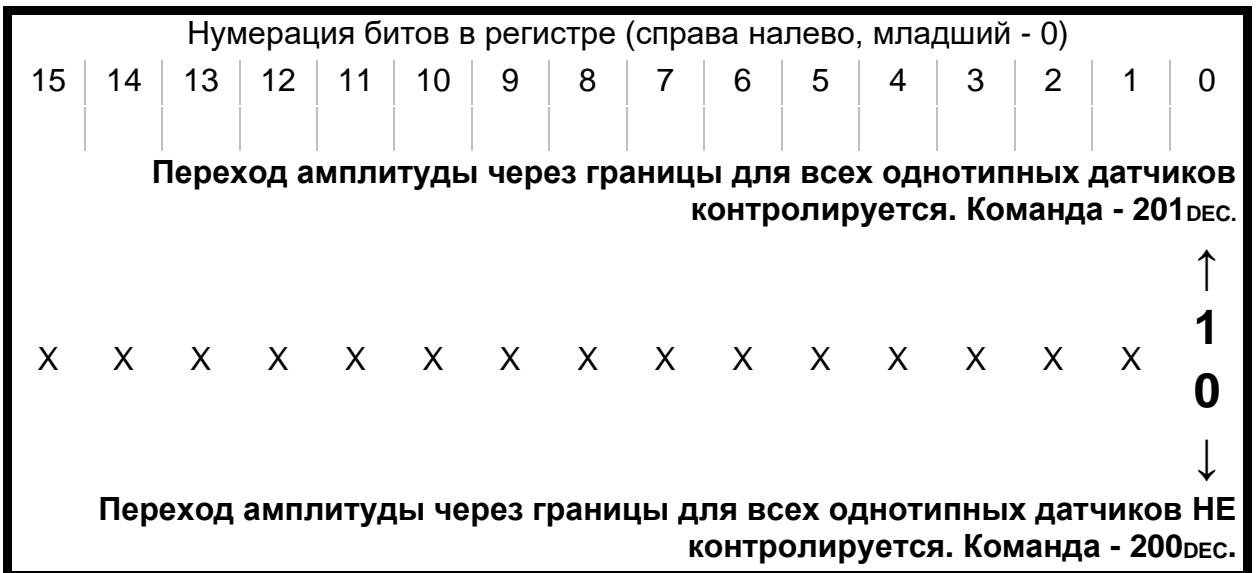
3.2. Для удобства работы и экономии времени программное обеспечение БКСД ориентировано в первую очередь на работу с однотипными датчиками. Перед запуском БКСД в эксплуатацию (до начала регистрации датчиков в системе) по умолчанию система предполагает, что в ней будут использоваться датчики одного типа¹, и для всех этих однотипных датчиков пользователю будет удобно использовать некоторые одинаковые параметры работы. Любой из этих параметров может иметь разный масштаб действия: он может быть как *общим* (значение по умолчанию) для всех однотипных датчиков, так и *индивидуальным* для каждого датчика (если же в системе зарегистрирован хотя бы один датчик отличного от остальных датчиков типа, все параметры автоматически становятся индивидуальными для всех датчиков).

Переключение для каждого параметра его масштаба действия между общим и индивидуальным производится с помощью записи кода соответствующей команды в «Регистр команд» станции (Табл. 2), коды команд даны в п. 3.3.

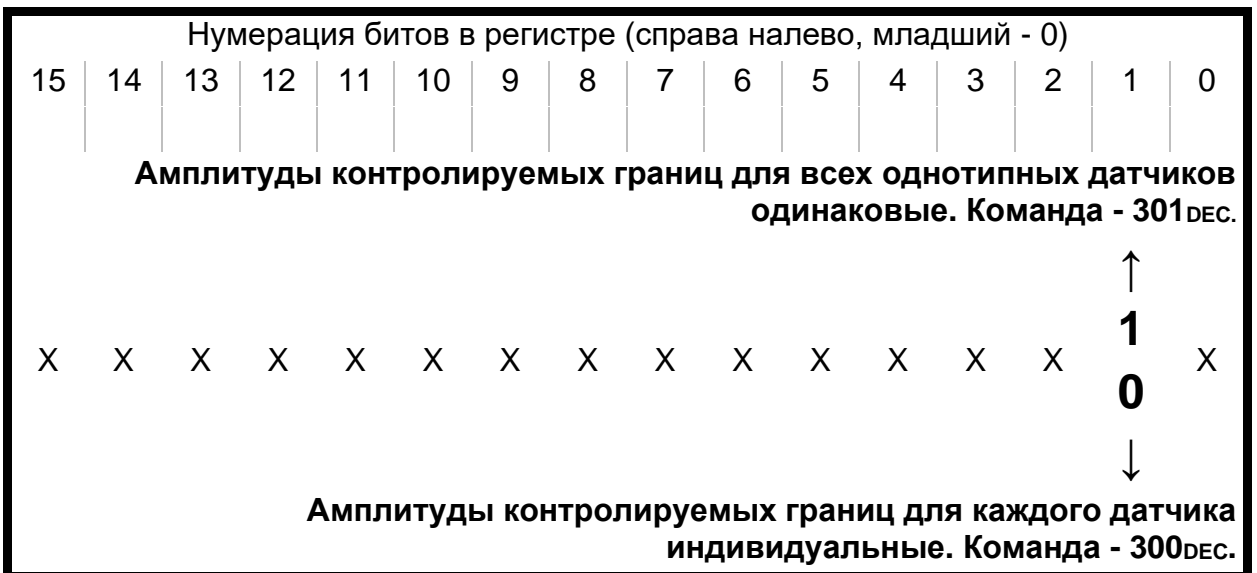
3.3. Состояние для каждого параметра отражено в значении битов регистра «Статусы параметров и режимов работы» (регистр 5_{ADDR}) Табл. 1 станции:

3.3.1. Управление разрешением параметра контроля перехода амплитуды через заданные границы (п. 2.6.3 и п. 3.5):

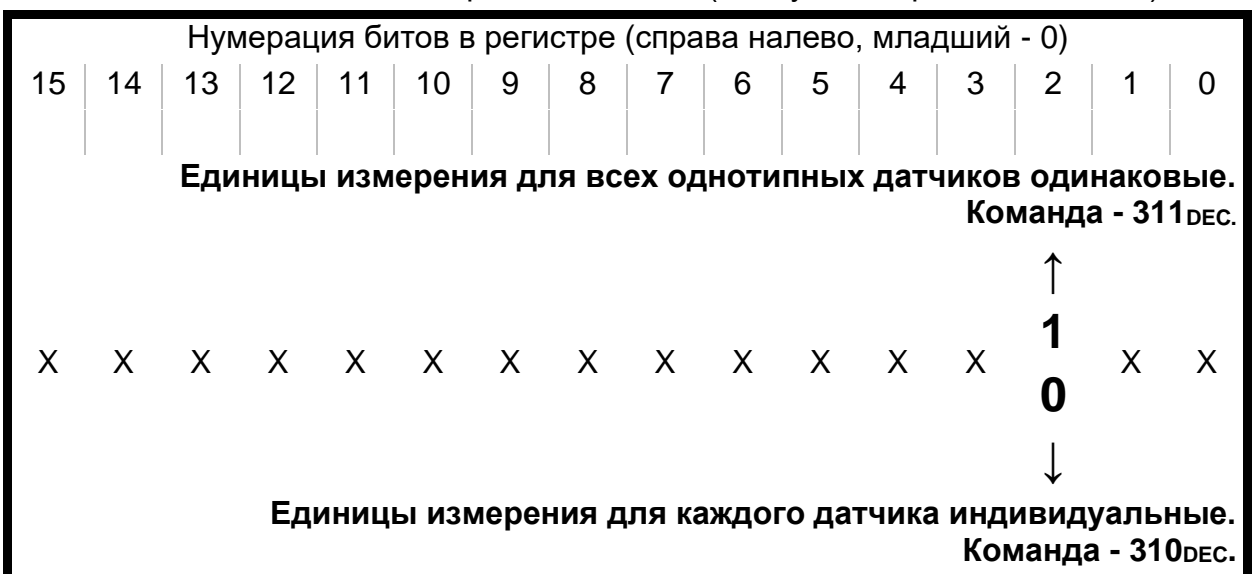
¹ Тип датчика определяется не измеряемой датчиком физической величиной (температура, давление, ...), а применяемым в датчике типе ПП, т.е., например, для измерения давления могут применяться датчики разных типов из-за применяемых в них разных типов ПП: «АИР-10ExU-ДИ», «МИДА-ДИВ-15-Ex-UART-061» и т.п.



3.3.2. Изменение масштаба действия контроля за переходом амплитуды через границы в случае задействованного параметра в п. 3.3.1 (также см. п. 3.5).



3.3.3. Изменение единиц измерения датчиков (в текущей версии отключено).



3.3.4. Изменение масштаба действия параметра счёта несостоявшихся сеансов связи подряд для удаления датчика из системы. Максимальное число – 20, минимальное – 3.



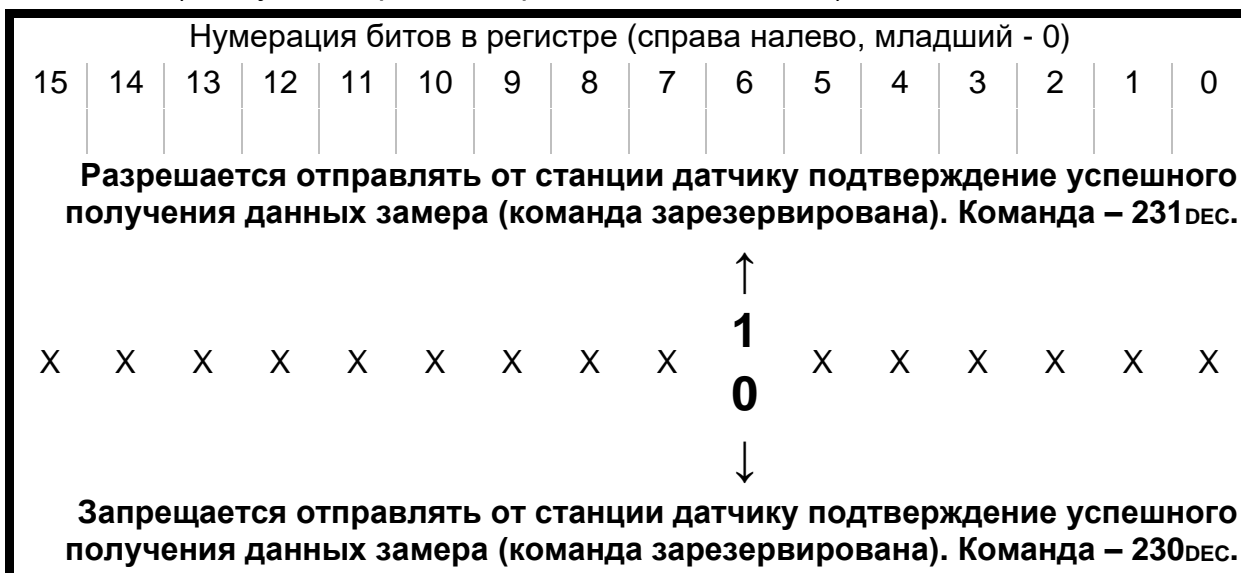
3.3.5. Изменение масштаба действия параметра интервала между замерами.



3.3.6. Изменение масштаба действия параметра интервала между сеансами связи.



3.3.7. Индикация включения параметра контроля приёма станцией данных замера от датчика (в текущей версии контроль всегда включен).



3.3.8. Индикация наличия в системе датчиков разных типов.



3.4. Значение регистра статусов (регистр 5_{ADDR} Табл. 1) сразу после включения питания:

рег. 5_{ADDR} = xxxx'xxxx'0100'1010_{BIN} (4A_{HEX}, 74_{DEC}) (справа налево):

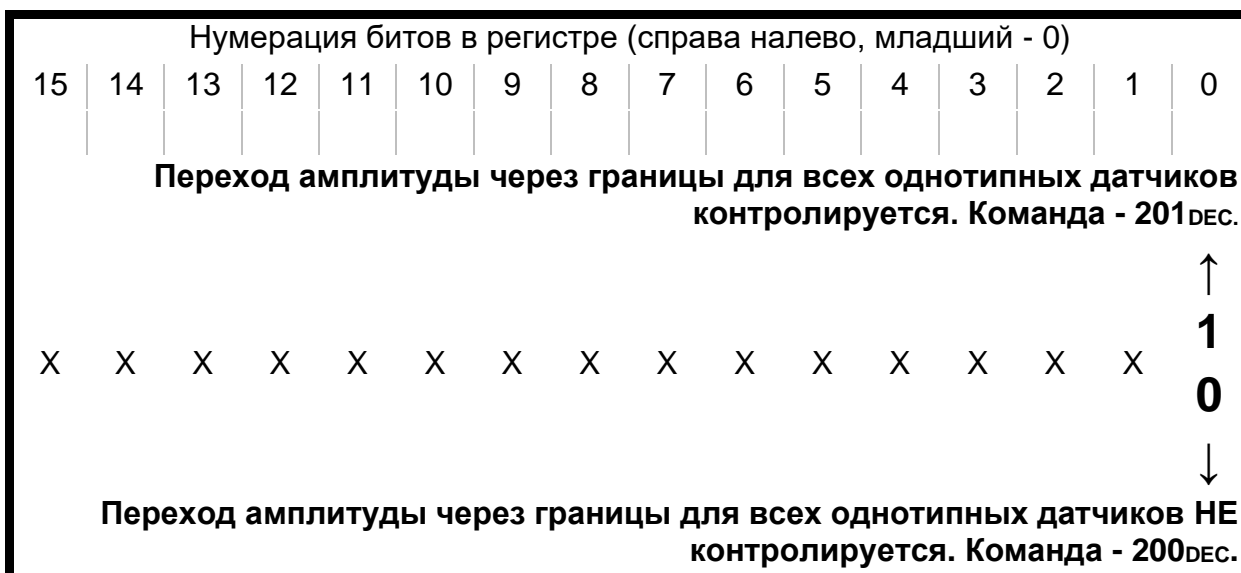
- 0 - Переход амплитуды через заданные границы у датчиков не контролируется.
- 1 - Амплитуды контролируемых границ для всех однотипных датчиков одинаковые (в данном случае не актуально, т.к. амплитуды не контролируются, поскольку младший бит регистра равен 0).
- 0 - Единицы измерения для всех однотипных датчиков одинаковые (в текущей версии ПО не актуально).
- 1 - Количество пропущенных подряд сеансов связи для удаления датчика из системы для всех однотипных датчиков одинаковое.
- 0 - Интервалы между замерами для всех однотипных датчиков одинаковые.
- 0 - Интервалы между сеансами связи для всех однотипных датчиков одинаковые.
- 1 - Станция подтверждает датчику получение данных замера.
- 0 - В системе не зарегистрированы датчики разных типов.



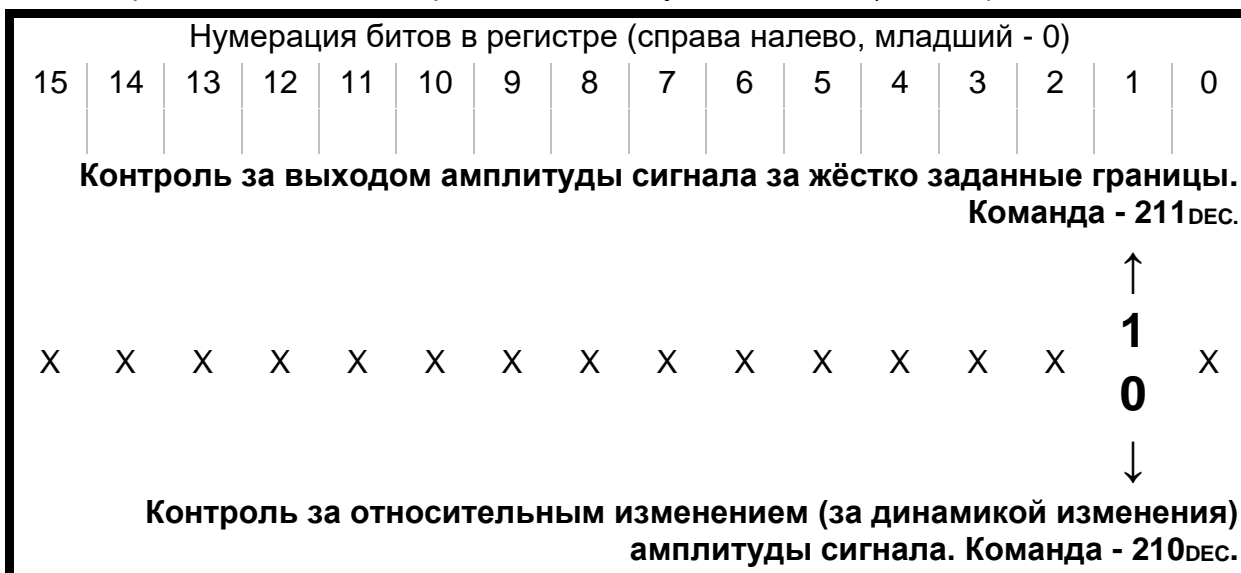
Если в системе зарегистрированы только однотипные датчики и статус какого-либо параметра установлен на «для всех однотипных датчиков одинаковый», то значение этого параметра рекомендуется задавать в таблице параметров станции. Если же в системе имеются датчики разных типов или статус какого-либо параметра установлен на «для каждого датчика индивидуальный», то значение этого параметра следует задавать в таблице параметров каждого датчика индивидуально!

3.5. Для управления реакцией на переход амплитуды замера через заданные статические границы или на превышение изменением амплитуды на заданные динамические диапазоны в программе предусмотрены специальные команды, а для индикации – регистр контроля за работой этих режимов и срабатыванием соответствующих граничных уставок. Состояние для каждого параметра отражено в значении битов «Регистра управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы» (регистр 16_{ADDR.DEC} в Табл. 2 станции и регистр 10_{ADDR.DEC} в Табл. 4 датчика):

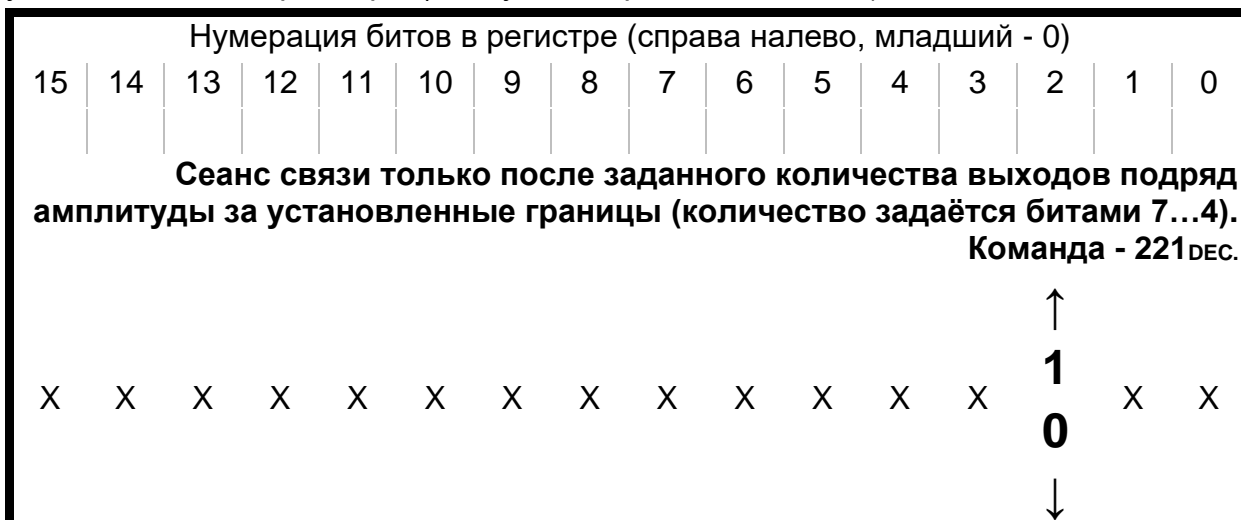
3.5.1. Управление разрешением параметра контроля перехода амплитуды через заданные границы (п. 2.6.3 и п. 3.5):



3.5.2. Установка вариантов контроля за изменением амплитуды замера. Работает только при включённом контроле за амплитудой сигнала (п. 3.5.1).

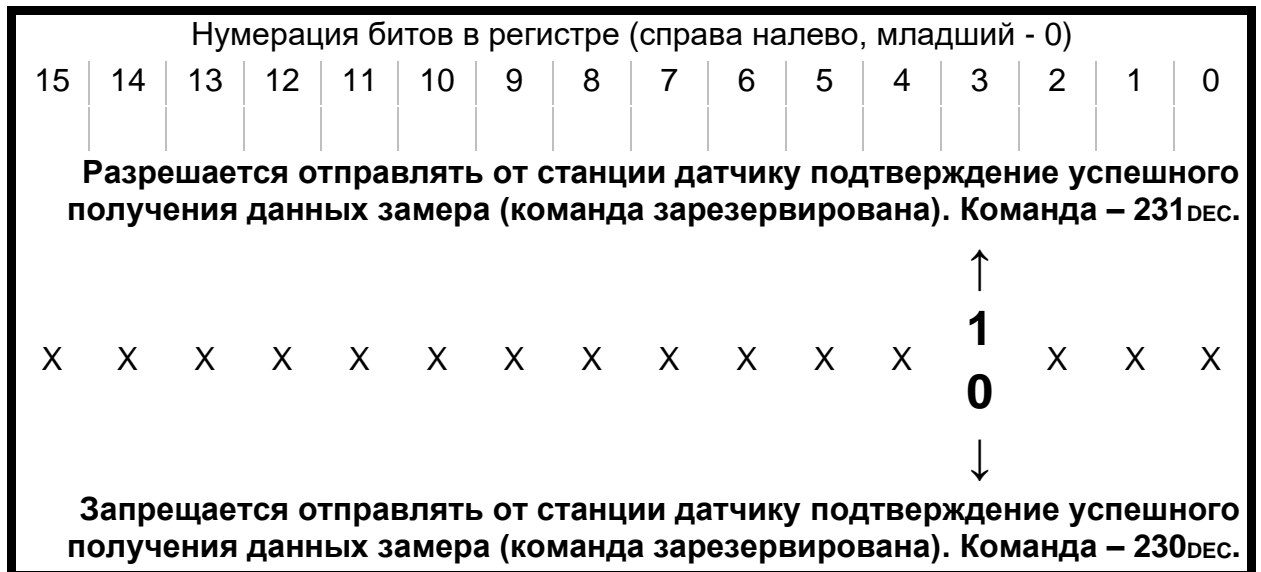


3.5.3. Сеанс связи только после заданного количества выходов амплитуды за установленные параметры (в текущей версии отключено!).



Сеанс связи каждый раз при выходе амплитуды за установленные границы. Команда - 220_{DEC}.

3.5.4. Индикация включения параметра контроля приёма станцией данных замера от датчика (в текущей версии контроль всегда включен), аналогично п. 3.3.7.



3.6. Значение регистра управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы (регистр 16_{ADDR.DEC} в Табл. 2) сразу после включения питания:

рег. 16_{ADDR.DEC} = xxxx'xxxx'1000'0000_{BIN} (80_{HEX}, 128_{DEC}) (справа налево):

0 - Переход амплитуды через заданные границы у датчиков не контролируется.

0 - Выбран контроль за относительным изменением амплитуды сигнала (в данном случае не актуально, т.к. амплитуды не контролируются, поскольку младший бит регистра равен 0).

0 – Сеанс связи при каждом выходе амплитуды за установленные границы.

1 – Станция подтверждает датчику получение данных замера.

3.7. Для принудительного удаления датчика из системы (полное удаление регистрации и данных датчика с высвобождением MODBUS-адреса) используется команда 404_{DEC}.

4. Технические характеристики

- 4.1.** Максимальное количество станций БИВ3, работающих на одном объекте на разных радиоканалах (№БС, п. 6.1.2) – 7 (семь). Подключение БИВ3 к линиям интерфейса RS485 – параллельное. Каждый БИВ3 снабжён движковым переключателем (п. 6.1.6) для подключения внутреннего терминатора к интерфейсу связи с контроллером АСУ ТП при работе в качестве крайнего устройства промышленной сети RS485.
- 4.2.** Протокол обмена между БИВ3 и контроллером АСУ ТП – стандартный открытый протокол MODBUS-RTU (скорость 9600 бод, без контроля чётности, 1 стоповый бит).
- 4.3.** Максимальное количество БИВ2, работающих с одним БИВ3 – 32 шт.
- 4.4.** Тип получаемых БИВ2 от ПП данных - цифровой.
- 4.5.** Протокол и скорость обмена между ПП и БИВ2 – индивидуальные, в соответствии с требованиями/рекомендациями производителя ПП.
- 4.6.** Время установления рабочего режима блоков БИВ при подаче питающего напряжения приведено в Табл. 6.
- 4.7.** Время до перезагрузки (автоматического восстановления работоспособности) от «сторожевого таймера» для БИВ3 в случае непредвиденного зависания (например, от мощного грозового разряда) приведено в Табл. 6.
- 4.8.** Время до перезагрузки (автоматического восстановления работоспособности) от «сторожевого таймера» для БИВ2 в случае непредвиденного зависания (например, от мощного грозового разряда) приведено в Табл. 6.
- 4.9.** Типы БИВ в зависимости от исполнения приведены в Табл. 5.

Табл. 5

Параметр Исполнение	Питание	Входной интерфейс	Выходной интерфейс	Маркировка взрывозащиты
БИВ2 – UART/ISM868	автономное (3.6 В пост. тока)	UART	ISM868	1Ex d [ia] IIB T5 X
БИВ3 – ISM868/RS485	внешнее (12...36 В пост. тока)	ISM868	RS485	1Ex d IIB T5

4.10. Блоки БИВ соответствуют климатическому исполнению ОМ, категориям размещения 1 и 5 по ГОСТ 15150, но при рабочем значении температуры окружающей среды от минус 55 °С до плюс 85 °С, влажности воздуха 100 % при 35 °С, атмосферном давлении 84...106.7 кПа (630...800 мм рт. ст.).

4.11. Блоки БИВ имеют степень защиты IP66/IP68 по ГОСТ 14254.

4.12. Блоки БИВ относятся к взрывозащищенному оборудованию в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 012/2011, что обеспечивается выполнением требований безопасности согласно ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011), ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011), ГОСТ IEC 60079-1-2011.

4.13. Блоки БИВ2 соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079 0:2011), ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011), ГОСТ IEC 60079-1-2011 и имеют вид взрывозащиты (в соответствии с маркировкой взрывозащиты) “1 Ex d [ia] IIB T5 X”.

4.14. Блоки БИВ3 соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011), ГОСТ IEC 60079-1-2011 имеют вид взрывозащиты в соответствии с маркировкой взрывозащиты “1 Ex dIIB T5”.

4.15. Параметры, относящиеся к уровням взрывозащиты.

4.15.1. Внутренние барьеры искрозащиты построены по схеме пассивного шунт-диодного ограничителя тока и напряжения в искробезопасной цепи до безопасных значений в случае появления повышенного напряжения во внешних цепях, подключаемых к БИВ. Все искробезопасные цепи защищены самовосстанавливающимися незаменяемыми предохранителями.

4.15.2. Устройства БИВ2 относятся к взрывозащищенному оборудованию. Уровень защиты искробезопасных цепей: ia (Табл. 5). Вид взрывозащиты «d» - «взрывонепроницаемая оболочка» (Табл. 5).

4.15.3. Устройства БИВ3 относятся к взрывозащищенному оборудованию с видом взрывозащиты корпуса «взрывонепроницаемая оболочка» (Табл. 5).

4.15.4. Электропитание БИВ3 осуществляется напряжением постоянного тока в диапазоне 12...36 В от внешнего источника питания. Потребляемая мощность по цепи питания – не более 1.25 Вт.

4.15.5. Электропитание БИВ2 осуществляется от автономного литиевого элемента питания «БИВ2-ЭП» (3.6 В, 19 А·ч), размещенного внутри корпуса БИВ2. Диапазон напряжений элемента питания: 3.0...3.6 В. Потребляемая мощность по цепи питания – не более 0.3 Вт.

4.15.6. Параметры искробезопасных цепей БИВ2:

4.15.6.1. Цепи питания первичного преобразователя (датчика):

$U_0 \leq 8 \text{ В}; I_0 \leq 0.3 \text{ А}; P_0 \leq 0.6 \text{ Вт}; L_0 \leq 0.4 \text{ мГн}; C_0 \leq 50 \text{ мкФ}.$

4.15.6.2. Цепи интерфейса UART:

$U_0 \leq 8 \text{ В}; I_0 \leq 0.08 \text{ А}; P_0 \leq 0.16 \text{ Вт}; L_0 \leq 10 \text{ мГн}; C_0 \leq 50 \text{ мкФ}.$

4.16. Технические характеристики БКСД сведены в Табл. 6.

Табл. 6

Назначение	
Дистанционный сбор измеренных с помощью первичных преобразователей (датчиков) уровней физических величин и дальнейшая передача этих данных в АСУ ТП	Передача данных посредством полудуплексного интерфейса RS485. Работа в качестве ведомого по протоколу MODBUS – RTU, скорость 9600 бод, без контроля чётности, 1 стоповый бит
Функциональные и коммутационные характеристики БКСД	
Количество датчиков БИВ2, работающих с одной станцией БИВ3	1...32 $[32_{\text{БИВ2}} + 1_{\text{БИВ3}}] = 1$ БКСД в макс. конфигурации
Количество БКСД (с разными номерами БС) способных работать на одном объекте (п. 6.1.2)	1...7 $[32_{\text{БИВ2}} + 1_{\text{БИВ3}}] \times 7 = 224$ датчика в макс. конфигурации на один объект
Коммутация питания на стороне БИВ3	Клеммы «0V» и «+24V» (Рис. 17)
Коммутация интерфейса RS485 на стороне БИВ3	Клеммы «А» и «В» (Рис. 13)

Номинальные характеристики БИВ2

Напряжение питания	3.0...3.6 В пост. тока, автономный источник питания Li-SOCl ₂ (литий-тионилхлорид), типоразмер «D»
Средняя потребляемая мощность по цепи питания	0.3 Вт
Время инициализации после подачи питания	Не более 5 сек.
Интервал времени срабатывания «сторожевого таймера»	47...55 мин.
Интерфейс с первичным преобразователем (ПП)	UART
Протокол обмена с ПП	В соответствии с типом ПП
Режим работы	Сеансовый, циклический. Фазы: <ul style="list-style-type: none"> • Выход из режима пониженного энергопотребления (режима «сна») по сигналу таймера «пробуждения» • Включение питания ПП • Инициирование замера ПП • Получение от ПП данных о физ. величине • Выключение питания ПП • Включение питания радиочастотного модуля • Сеанс связи с БИВ3 (если имеется в расписании) • Выключение питания радиочастотного модуля • Программирование таймера «пробуждения» • Переход в режим пониженного энергопотребления (режим «сна»)
Масса корпуса в сборе	Не более 1 кг.

Номинальные характеристики БИВ3

Напряжение питания	12...36 В пост. тока. Рекомендуется использование источника бесперебойного питания (ИБП, UPS).
Средняя потребляемая мощность по цепи питания	1.2 Вт
Время инициализации после подачи питания	Не более 5 сек.
Интервал времени срабатывания «сторожевого таймера»	2...4 мин.
Интерфейс связи с АСУ ТП	RS485
Протокол обмена с АСУ ТП	MODBUS-RTU, ведомый
Режимы работы	Параллельный: <ul style="list-style-type: none"> • Циклический/синхронный (устройства БИВ2) • Асинхронный (запросы АСУ ТП к БИВ3)
Масса корпуса в сборе	Не более 1 кг.

Общие данные

Соответствие	ЕАС
--------------	-----

Габаритные и другие характеристики

Длина/Ширина/Высота	128/100/230 мм
Способ установки	Стационарный
Тип несущей конструкции	Неподвижная

5. Монтаж оборудования

5.1. К монтажу БКСД должны допускаться лица, изучившие руководство по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими установками и радиоэлектронной аппаратурой.

5.2. Рекомендуется при распаковке устройств до начала монтажа оборудования провести нижеперечисленные операции:

1) установить номера беспроводных каналов связи (№ БС) и MODBUS-адресов (АДРЕС) на блоках БИВ2 и БИВ3 (п. 6.1);

2) на блоках БИВ3 подключить/отключить внутренние терминаторы интерфейса RS485 (п. 6.1.5).

5.3. Для достижения уверенной связи при максимальной удалённости датчиков (БИВ2) от станции (БИВ3) рекомендуется устанавливать корпус станции в месте прямой видимости с корпусами датчиков. Прямая видимость обеспечивается отсутствием преград (строения, лесополосы и т.п.) между антеннами.

5.4. Рекомендуется по возможности размещать корпуса БИВ2 и БИВ3 в доступных для дальнейшего обслуживания (замена батареи, смена канала связи или MODBUS-адреса) местах.

5.5. Для максимальной отдачи связанного оборудования рекомендуется одинаково сориентировать (относительно вертикали) работающие в составе одного БКСД антенны БИВ2 и БИВ3.

5.6. Не рекомендуется размещать блоки БИВ2 и БИВ3 вблизи молниеотводов и соединённых с ними заземляющих шин.

5.7. Любая близкорасположенная к связанной антенне металлическая поверхность большой площади может ухудшать работу радиооборудования экранирующим эффектом, даже если эта поверхность не расположена между двумя работающими друг с другом блоками БКСД.

5.8. Варианты крепления корпусов БИВ2 и БИВ3:

5.8.1. При помощи хомута (Рис. 14) к поверхности цилиндрической формы $\varnothing 24 \dots 29$ мм с равномерной (без перекоса) затяжкой двух винтов.

5.8.2. При помощи болта крепления хомута (без использования самого хомута) через отверстие в элементе конструкции. Длина резьбовой части (идущего в комплекте поставки) болта крепления хомута – 14 мм, резьба болта – М6, глубина внутренней резьбы в отверстии под болт на корпусе БИВ – 11 мм. Чертёж крепёжной поверхности БИВ с отверстием под болт (без хомута) на Рис. 15.

5.9. Элемент конструкции, на котором размещается блок БИВ, не должен быть подвержен постоянной вибрации как от работающих поблизости агрегатов, так и от конструкционных резонансов под воздействием порывов ветра. Продолжительная вибрация отрицательно сказывается на стабильности работы жёсткой пластиковой антенны и коаксиального соединительного радиочастотного оборудования.


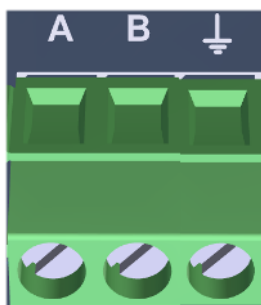
5.10. Максимальное количество БИВ3 (работающих на одном объекте с одной АСУ ТП по интерфейсу RS485) – 7 (семь). Подключение к линиям интерфейса – параллельное, с помощью клемм (Рис. 13) «А», «В» и «» (экран), расположенных на плате под глухой (без стекла) крышкой.

Рис. 13



5.10.1. Если доступ к месту предстоящего размещения станции будет затруднён рекомендуется перед монтажом БИВ3 произвести пробное подключение станции к цепям питания и цепям промышленного интерфейса в доступном для тестирования месте в целях проверки соответствия полярности подключения интерфейсных клемм БИВ3 (Рис. 13) к линиям интерфейса RS485 АСУ ТП. В случае отсутствия ответа от станции предлагается:

1) Изменить полярность подключения сетевого интерфейса к клеммам «А» и «В» на противоположную, затем вновь проверить обмен со станцией.

2) Проверить соответствие установленного с помощью переключателя БИВ3 «АДРЕС» (п. 6.1.3) MODBUS-адреса запрашиваемому контроллером АСУ ТП адресу устройства. Для простоты проверки можно временно установить на станции простой адрес (например, 1 или 2 или 4 и т.п.) и затем сделать пробный запрос.

3) Проверить сетевые параметры протокола обмена данными (п. 4.2);

5.11. В корпусе каждого БИВ3 имеется терминатор (резистор 100...120 Ом), подключаемый движковым переключателем (расположен на плате под глухой (без стекла) крышкой) к линиям интерфейса (см. также пп. 6.1.5, 6.1.6) в случае расположения БИВ3 крайним (заключительным) устройством интерфейса RS485.

5.12. Перед монтажом блоков комплекса непосредственно на запланированные места их размещения следует выбрать алгоритм ввода в эксплуатацию БКСД в соответствии с возможностями размещения устройств БИВ2 (п. 7.5).

5.12.1. Если ввод в эксплуатацию предполагает использование *стандартного* (п. 7.5.1) алгоритма, необходимо начать монтаж БКСД со станции БИВ3.

5.12.2. Если ввод в эксплуатацию предполагает использование *вынужденного* (п. 7.5) алгоритма, необходимо (не включая питание станции БИВ3) перед монтажом каждого БИВ2 на объекте подключать внутри корпусов БИВ2 батарею питания, открутив глухую (без стекла) крышку и соединив разъём батареи с ответной вилкой на плате (Рис. 16), соотнося светлый провод с контактом положительной полярности разъёма («+ВАТ»), тёмный провод – с контактом отрицательной полярности разъёма («-ВАТ»). В случае применения этого алгоритма ввода в эксплуатацию станция БИВ3 должна быть отключена от питания. Подача питания на станцию БИВ3 возможна не ранее, чем через 10 минут после завершения монтажа всех устройств БИВ2 вводимого в эксплуатацию БКСД.

5.13. Перед креплением корпуса станции БИВ3 или уже после его закрепления (в зависимости от удобства доступа) необходимо:

1) Отвернуть глухую (без стекла) крышку БИВ3.

2) Подключить сетевой интерфейс АСУ ТП к клеммам «А» и «В» (Рис. 13).



Требования, предъявляемые к кабелю MODBUS-интерфейса:

- 1) Номинальное волновое сопротивление 50 Ом.
- 2) Тип прокладки проводников внутри кабеля - витая пара. Если расстояние между ближайшими абонентами промышленной сети более 100 метров или предполагается в местах прокладки наличие сильных помех, то рекомендуется использование кабелей с общей (всего кабеля), или, ещё лучше, индивидуальной (для каждой витой пары) экранировкой.

3) Подключить провода питания к клеммам «0V» и «+24V» (Рис. 17).

4) Подать питание на БИВ3.

5) Проверить обмен данными, начав читать текущее время внутренних часов станции (см. Табл. 1, регистры 6...8ADDR).

6) Успешное циклическое чтение изменяющегося времени станции (наиболее показательно - регистр «Секунда») подтверждает правильную коммутацию внешних цепей к клеммам БИВ3.

7) Закрутить глухую крышку БИВ3.

5.14. Перед креплением каждого корпуса БИВ2 или уже после его закрепления (в зависимости от удобства доступа) необходимо:

1) Отвернуть глухую (без стекла) крышку БИВ2.

2) Подключить разъём батареи к ответной части на печатной плате (Рис. 16).

3) Через 1 минуту проверить увеличение количества зарегистрированных датчиков в регистре БИВ3 «Количество зарегистрированных датчиков» (Табл. 1, регистр 1ADDR) и проконтролировать появление MODBUS - адреса вновь подключенного БИВ2 в таблице (Табл. 1, регистры 12...43ADDR.DEC) зарегистрированных MODBUS - адресов станции БИВ3.

4) Закрутить глухую крышку БИВ2.

Рис. 14

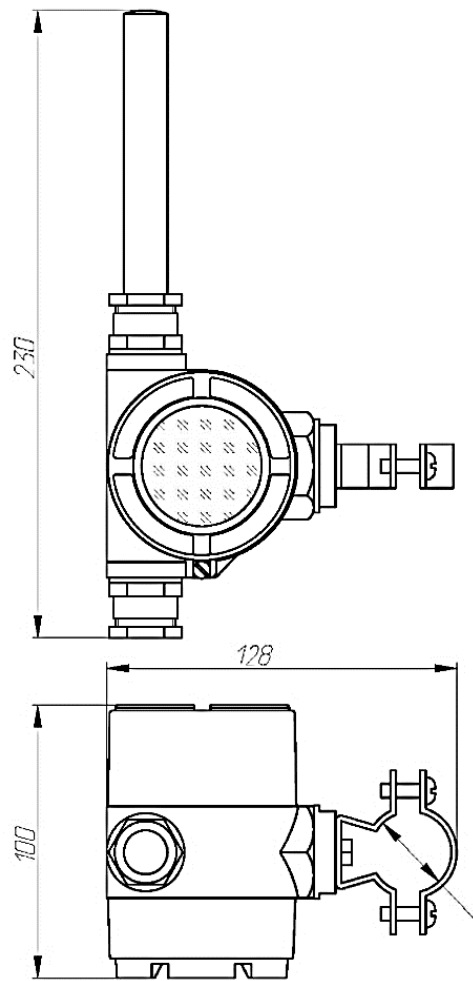


Рис. 15

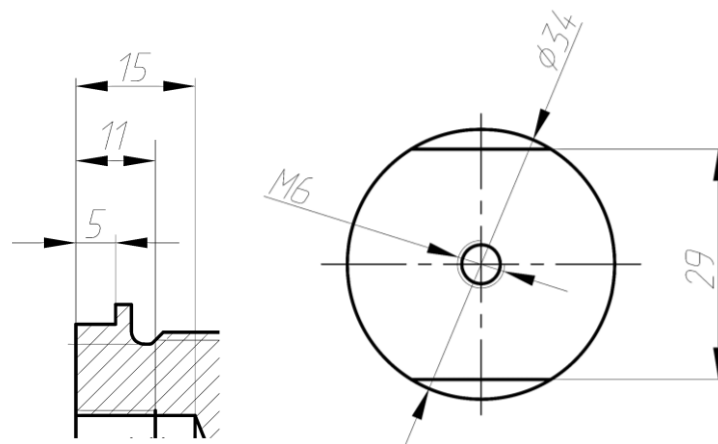


Рис. 16

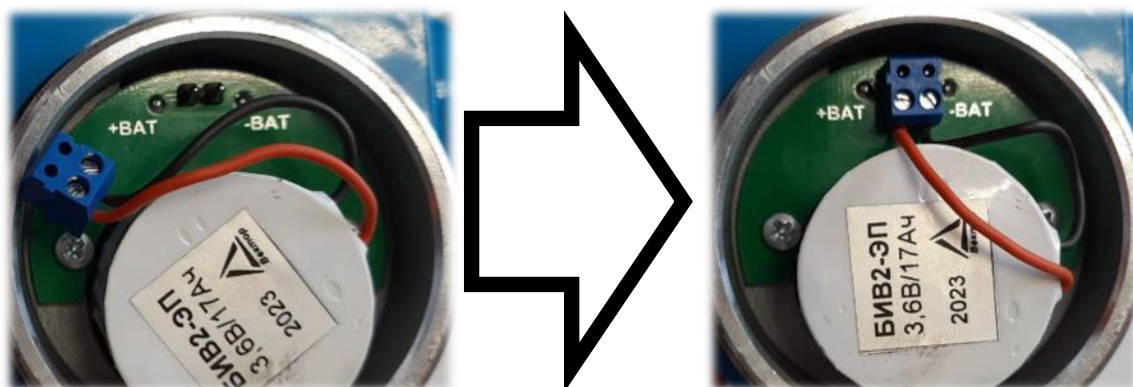


Рис. 17



6. Перед первым включением

6.1. Перед первым включением (подачей питания) устройств из состава БКСД (одного БИВ3 и корреспондируемых с ним БИВ2) необходимо подготовить их к индивидуальной работе в составе именно этого (отличного от других - соседних) БКСД.

Для этого следует:

6.1.1. На корпусах БИВ2 и БИВ3 открутить крышку со стеклом для доступа к панели движковых переключателей, установленных на печатной плате устройства.

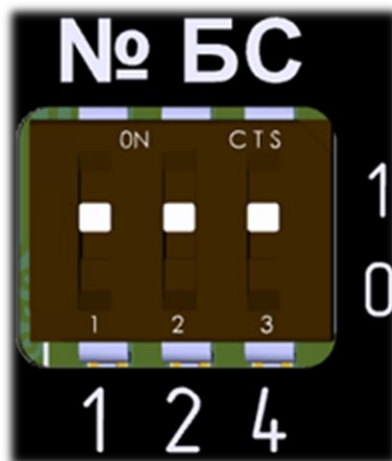
6.1.2. Для предстоящей работы всех устройств БИВ этого БКСД по общему для них каналу связи необходимо с помощью движковых переключателей № БС (Рис. 18) на станции БИВ3 и планируемых в работе с ней автономных датчиках БИВ2 установить одинаковый номер беспроводного соединения¹. Номер должен быть больше нуля (хотя бы один движок должен быть в верхнем положении (пример на Рис. 18 - все движки в верхнем положении), «1» - включено, «0» - выключено)!



- Если на объекте на расстоянии менее 5 км друг от друга работает несколько станций БИВ3, эти станции должны иметь разные № БС! Допускается одновременная работа 7 (семи) БКСД на одном объекте, но у них должны быть установлены разные номера БС!
- Если уже функционирующий БКСД (станция и работающие под её управлением датчики) пополняется ещё одним датчиком (БИВ2), то на вновь подключаемом БИВ2 должен быть установлен (перед включением его питания) такой же номер БС (Рис. 18), как и на работающей с ним станции БИВ3 этого БКСД!
- Переключение номера БС на работающем устройстве БИВ недопустимо! Для смены номера БС необходимо отключить питание БИВ!

¹ Под движковыми переключателями, задающими «№ БС» (Рис. 18), указаны числа, выступающие в качестве слагаемого в суммарном итоговом номере. Например, БС № 6 можно установить перемещением движков «2» и «4» в верхнее (по рисунку) положение (справа от переключателя подсказка маркировкой на плате: положение «1» - ВКЛЮЧЕНО, положение «0» - ВЫКЛЮЧЕНО), что соответствует сумме: $2 + 4 = 6$. Аналогично можно установить другие номера в диапазоне от 1 ($\Sigma = 1+0+0$) до 7 ($\Sigma = 1+2+4$). Вариант 0.0.0 зарезервирован и не используется для установки № БС.

Рис. 18



6.1.3. Для предстоящей работы БКСД в составе АСУ ТП следует с помощью движковых переключателей¹ **АДРЕС** (Рис. 19) установить на станции БИВ3 и датчиках БИВ2, **разные** (неповторяющиеся!) MODBUS - адреса. Также эти адреса не должны дублироваться на других БКСД или сторонних устройствах, подключенных к этому же интерфейсу RS485!



- Если уже функционирующий БКСД (станция и работающие под её управлением датчики) пополняется ещё одним датчиком (БИВ2), то на вновь подключаемом БИВ2 должен быть установлен (перед включением его питания) уникальный (не повторяющийся на других устройствах) MODBUS - **АДРЕС** (Рис. 19).
- Переключение АДРЕСа на работающем устройстве БИВ недопустимо! Для смены АДРЕСа необходимо отключить питание БИВ!

¹ Под движковыми переключателями, задающими «АДРЕС» (Рис. 19), указаны числа, выступающие в качестве слагаемого в суммарном итоговом адресе. Например, АДРЕС № 6 можно установить перемещением движков «2» и «4» в верхнее (по рисунку) положение (слева от переключателя подсказка маркировкой на плате: положение «1» - ВКЛЮЧЕНО, положение «0» - ВЫКЛЮЧЕНО), что соответствует сумме: $2 + 4 = 6$. Аналогично можно установить другие адреса в диапазоне от 1 ($\Sigma = 1+0+0+0+0+0+0$) до 247 ($\Sigma = 1+2+4+0+16+32+64+128$).

Рис. 19

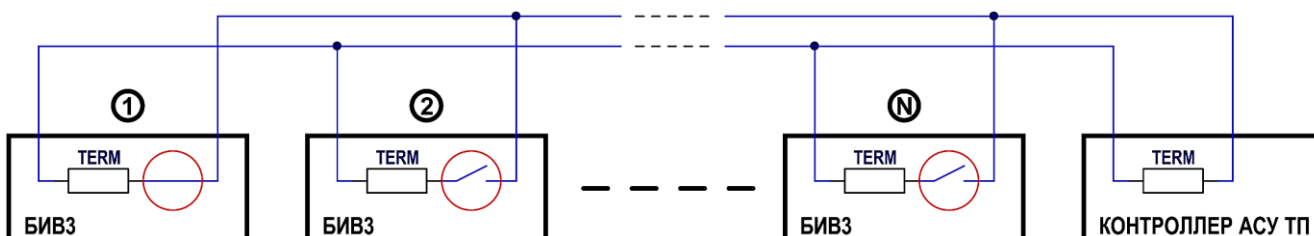


6.1.4. На корпусах БИВ закрутить крышку со стеклом.

6.1.5. На корпусах БИВ3 открутить противоположную (глухую, без стекла) крышку для доступа к печатной плате устройства.

6.1.6. На плате блока БИВ3, который будет размещён заключительным (❶ на Рис. 20) в цепи подключенных к интерфейсу RS485 устройствах, перевести переключатель «R» в положение «on» (терминатор подключён). На остальных (промежуточных, ❷... и т.д., Рис. 20) БИВ3 этот переключатель установить в положение «off» (терминатор отключён).

Рис. 20



- Для стабильной работы интерфейса RS485 на крайнем с каждой стороны устройстве (пример на Рис. 20) между линиями связи должен быть включён «терминатор» (резистор, сопротивление которого равно волновому сопротивлению кабеля, в большинстве случаев это 100...120 Ом)! В остальных устройствах, подключенных к этому интерфейсу, терминаторы должны быть отключены!
- Если связь между контроллером АСУ ТП и устройствами БИВ3 нестабильна, рекомендуется проверить корректность применения терминаторов. В правильно подготовленном для работы интерфейсе должны быть включены терминаторы только на крайних устройствах!

6.1.7. Под глухой (без стекла) крышкой БИВ2 имеется доступ к батарее питания и к разъёму подключения батареи питания к цепям питания БИВ2. При поставке БИВ2 со склада завода - изготовителя для экономии заряда батареи разъём

питания не подключен к соответствующей ответной части, и цепи питания прибора таким образом обесточены. Если БИВ2 ранее уже работал на каком-либо объекте и при демонтаже корпуса батарея не была отключена от цепей питания устройства, рекомендуется произвести замену батареи на свежую, т.к. при долгом хранении устройства с подключенной батареей её заряд может упасть до недопустимого для нормальной работы уровня.

6.1.8. На корпусах БИВ закрутить глухую крышку.

7. Ввод в эксплуатацию

7.1. После включения питания станции БИВ3 сразу же доступно чтение данных станции по Табл. 1 и параметров станции по Табл. 2. Рекомендуется первым этапом ввода в эксплуатацию установить актуальное время и дату в регистрах 6ADDR...10ADDR.DEC Табл. 2. В дальнейшем рекомендуется периодически подстраивать текущее время БИВ3 при уходе часов станции более, чем на 3...10 секунд.

7.2. Один БКСД состоит из одной станции БИВ3 и корреспондируемых с ней датчиков БИВ2 (не менее одного и не более тридцати двух).

7.3. Ввод в эксплуатацию для последующей штатной работы БКСД предполагает процедуру программной регистрации всех БИВ2 (через БИВ3) в АСУ ТП (п. 7.4).

7.4. Регистрация (синхронизация служебных данных, согласование расписания сеансов связи БИВ2 со станцией БИВ3) является обязательным этапом перед переходом в штатный режим работы каждого канала измерений «Датчик – БИВ2 – БИВ3 – АСУ ТП».

7.4.1. Обязательным условием начала процедуры регистрации между запрашивающим регистрацию БИВ2 и регистрирующим его БИВ3 является правильная конфигурация движковых переключателей «№ БС» (п. 6.1, Рис. 18). Они должны иметь одинаковую конфигурацию (п. 4.1.2), как и на всех других устройствах этого БКСД (п. 5.2).

7.4.2. На этапе регистрации БИВ2 передаёт станции БИВ3 информацию о конфигурации его движковых переключателей «АДРЕС» (п. 6.1, Рис. 19), соответствующих его MODBUS-адресу в АСУ ТП. Если ранее в этом БКСД уже был зарегистрирован БИВ2 с таким же MODBUS-адресом, то в запрашиваемой регистрации вновь подключаемому БИВ2 будет отказано (в момент отказа в регистрации по причине дублирования MODBUS-адреса на верхней (под стеклом) панели БИВ2 в течение нескольких секунд часто мигают все три светодиода), а в перечне зарегистрированных датчиков (регистры 12 ADDR.DEC...43ADDR.DEC) станции БИВ3 (Табл. 1) не произойдёт никаких изменений.

7.4.3. Процедура регистрации не предполагает передачу станции каких-либо данных о замерах физической величины встроенным в датчик ПП, а также проверку канала связи с ПП внутри БИВ2. Эти данные появятся в регистрах статуса (Табл. 3) только в следующем (штатном) сеансе связи между БИВ2 и БИВ3 (при отсутствии помех в канале связи – через 1...2 минуты).

7.4.4. Результатом успешной регистрации станет появление в перечне зарегистрированных датчиков (регистры 12 ADDR.DEC...43ADDR.DEC, Табл. 1) станции MODBUS-адреса вновь зарегистрированного БИВ2, а число зарегистрированных датчиков (регистр 1 в Табл. 1) увеличится на единицу. Также по сети MODBUS контроллеру АСУ ТП станет доступно новое MODBUS-устройство, адрес доступа к которому появился в перечне зарегистрированных датчиков (который, в свою очередь, равен адресу, установленному с помощью движковых переключателей «АДРЕС» (п. 6.1, Рис. 19) на передней панели зарегистрированного БИВ2). После успешной регистрации до первого штатного сеанса связи между БИВ2 и БИВ3 все регистры данных замеров этого датчика равны нулю.

7.4.5. При возникшей необходимости (в условиях затруднённого после монтажа доступа к корпусам БИВ2 для подключения батареи питания) регистрацию всех БИВ2 можно провести в соответствии с п. 7.5.1, пп. 8)...13) до монтажа устройств БИВ2 на агрегаты объекта. В этом случае уже работающие (с подключенной внутри корпуса батареей питания, п. 5.14) зарегистрированные в системе устройства БИВ2 будут монтироваться на предназначенные для них места установки. Даже если в ходе монтажа по каким-либо причинам будут создаваться

помехи прохождению сигнала связи между монтируемым БИВ2 и станцией БИВ3, то по окончании монтажа БИВ2 в течение нескольких десятков минут восстановит связь со станцией и продолжит работу в штатном режиме.

7.5. Существует два алгоритма ввода в эксплуатацию БКСД: *стандартный* (быстрый) и *вынужденный* (более продолжительный).

7.5.1. *Стандартный* алгоритм ввода в эксплуатацию применяется в тех случаях, когда возможен поэтапный ввод в эксплуатацию сначала станции БИВ3, а затем последовательный монтаж датчиков БИВ2 на объекты их размещения с подключением батареи питания (п. 5.14) непосредственно перед монтажом или сразу после монтажа блока на элемент конструкции. После коммутации батареи (включения питания БИВ2) осуществляется контроль регистрации датчика (через БИВ3) чтением соответствующих регистров (регистры 1 и 12...43_{ADDR.DEC}) запросом АСУ ТП. *Стандартный* алгоритм ввода в эксплуатацию БКСД предпочтителен с целью быстрой последовательной поэтапной регистрации устройств БИВ2 при заранее включённом питании у станции БИВ3.

Этапы *стандартного* алгоритма ввода в эксплуатацию БКСД:

- 1) Открутить глухую (без стекла) крышку на корпусе БИВ3.
 - 2) Подключить интерфейс RS485 к БИВ3 (Рис. 13).
 - 3) Подключить цепи питания к БИВ3 (Рис. 17).
 - 4) Подать питание на БИВ3.
 - 5) Проверить обмен данными, начав читать текущее время внутренних часов станции (регистры 6...8 Табл. 1). MODBUS-адрес станции должен быть установлен в соответствии с п. 6.1.3. Успешное циклическое чтение изменяющегося времени станции подтверждает правильную коммутацию цепей интерфейса RS485 к БИВ3.
 - 6) Закрутить глухую (без стекла) крышку на корпусе станции БИВ3.
 - 7) Произвести монтаж корпуса вводимого в строй БИВ2 на конструкции объекта.
 - 8) Открутить глухую (без стекла) крышку на корпусе датчика БИВ2.
 - 9) Подключить разъём батареи питания к ответному разъёму на печатной плате БИВ2 (Рис. 16).
 - 10) Примерно через 1 минуту проверить увеличение количества зарегистрированных датчиков в регистре «Количество зарегистрированных датчиков» (Табл. 1, регистр 1_{ADDR}) и проконтролировать появление MODBUS-адреса вновь подключенного БИВ2 в таблице зарегистрированных MODBUS-адресов станции БИВ3 (Табл. 1, регистры 12...43_{ADDR.DEC}).
 - 11) Провести чтение регистра «Статус сеанса связи с БИВ2» (регистр 3_{ADDR}, Табл. 3) датчика в соответствии с п. 1.9 для проверки статуса прошедшей регистрации.
 - 12) Закрутить глухую (без стекла) крышку на корпусе БИВ2.
 - 13) Повторить операции пп. 7)...12) с остальными устройствами БИВ2.
- Допускается подсоединять батарею питания БИВ2 непосредственно перед монтажом датчика на элемент конструкции.



Процедура регистрация БИВ2 в системе не означает передачу данных замера. Данные замеров начнут передаваться станции (и появятся в соответствующих регистрах таблиц данных замеров, см. Приложение) не ранее, чем через 1...2 минуты после регистрации БИВ2.

Вынужденный алгоритм ввода в эксплуатацию БКСД занимает больше времени и не предполагает поэтапный контроль регистрации в БИВ3 датчиков БИВ2. Этот алгоритм предполагает хаотичную (в зависимости от удобства монтажа) последовательность размещения датчиков БИВ2 и станции БИВ3 на объекте. Подача питания к датчику (подключение батареи) возможна еще до монтажа БИВ2 на элементы конструкций. Подача питания к станции БИВ3 также может быть осуществлена в любой момент. Основным недостатком такого алгоритма является увеличенное время сбора станцией всех датчиков в БКСД. Регистрация всех датчиков может занимать от десятков минут до единиц часов в зависимости от количества датчиков в БКСД. Этапы *вынужденного* алгоритма ввода в эксплуатацию БКСД:

- 1) Открутить глухую (без стекла) крышку на корпусе датчика БИВ2.
- 2) Подключить разъем батареи питания к ответному разъему на печатной плате БИВ2 (Рис. 16).
- 3) Закрутить глухую (без стекла) крышку на корпусе БИВ2.
- 4) Повторить операции пп. 1)...3) с остальными устройствами БИВ2.
- 5) Открутить глухую (без стекла) крышку на корпусе БИВ3.
- 6) Подключить интерфейс RS485 к БИВ3 (Рис. 13).
- 7) Подключить цепи питания к БИВ3 (Рис. 17).
- 8) Подать питание на БИВ3.
- 9) Проверить обмен данными, начав читать текущее время внутренних часов станции (регистры 6...8 Табл. 1). MODBUS-адрес станции должен быть установлен в соответствии с п. 6.1.3. Успешное циклическое чтение изменяющегося времени станции подтверждает правильную коммутацию цепей интерфейса RS485 к БИВ3.
- 10) Закрутить глухую (без стекла) крышку на корпусе станции БИВ3.
- 11) Ожидать хаотичную регистрацию подключенных ранее к собственным батареям питания устройств БИВ2, периодически проверяя увеличение количества зарегистрированных датчиков в регистре «Количество зарегистрированных датчиков» (Табл. 1, регистр 1_{ADDR}) и контролируя появление MODBUS-адреса вновь подключенного БИВ2 в таблице зарегистрированных MODBUS-адресов станции БИВ3 (Табл. 1, регистры 12...43_{ADDR.DEC}).
- 12) Провести чтение регистра «Статус сеанса связи с БИВ2» (регистр 3_{ADDR}, Табл. 3) каждого вновь регистрируемого датчика в соответствии с п. 1.9 для проверки статуса прошедшей регистрации.



Процедура регистрация БИВ2 в системе не означает передачу данных замера. Данные замеров начнут передаваться станции (и появятся в соответствующих регистрах таблиц данных замеров, см. Приложение) не ранее, чем через 1...2 минуты после регистрации БИВ2.

7.6. Перед запуском БКСД в эксплуатацию (до начала регистрации датчиков в системе) по умолчанию система предполагает, что в ней будут использоваться датчики одного типа (п. 3.2), и для всех этих однотипных датчиков пользователь рассчитывает использовать некоторые одинаковые параметры работы (в том числе параметры расписания, п. 2.6):

- 1) Количество несостоявшихся подряд сеансов связи для автоматического удаления датчика из системы (п. 7.6.1).
- 2) Интервал между замерами (п. 3.3).

- 3) Отношение количества замеров к количеству сеансов связи (п. 3.3).
- 4) Состояние регистра управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы (п. 3.5).

При регистрации первого и последующих датчиков того же типа содержимое регистров 13_{ADDR.DEC}...16_{ADDR.DEC} Табл. 2 станции будет скопировано в соответствующие регистры 7_{ADDR}...10_{ADDR.DEC} Табл. 4 регистрируемого датчика.

До начала регистрации датчиков в БКСД перечисленные выше параметры режимов работы датчиков могут быть подготовлены (изменены) заранее путём записи соответствующих значений в регистры 13_{ADDR.DEC}...16_{ADDR.DEC} Табл. 2 по MODBUS-адресу станции (п. 1.8).

После регистрации первого и последующих датчиков каждое изменение любого из четырёх перечисленных выше регистров как в таблице любого датчика, так и в таблице станции автоматически дублируется в соответствующие регистры остальных датчиков и станции. Значения этих регистров будут синхронизироваться до тех пор, пока в системе не зарегистрируется датчик нового (отличного от предыдущих) типа или пока станции не будут выданы команды (п. 0) отключения синхронизации значений этих параметров у станции и датчиков.

7.6.1. На успешность штатных сеансов связи между датчиком и станцией могут оказывать влияние внешние радиопомехи, как естественные (например, атмосферные разряды - молнии), так и искусственные (например, электродуговая сварка). Если помеха носит короткий разовый характер, то сеанс связи между БИВ2 и БИВ3, на который отводится не более 3 секунд, может быть испорчен помехой, и данные от датчика станции не будут переданы. В этом случае сеанс связи считается несостоявшимся, и счётчик несостоявшихся сеансов связи (регистр 4_{ADDR} Табл. 3) этого датчика увеличивается на единицу. Если помеха носила разовый временный характер, то при следующем успешном сеансе связи счётчик несостоявшихся сеансов связи (регистр 4_{ADDR} Табл. 3) этого датчика сбросится в 0. Но если помеха носит постоянный характер или отсутствие сеансов связи вызвано неисправностью (например, разрядкой батареи) датчика, то счётчик несостоявшихся сеансов связи каждый следующий запланированный, но не состоявшийся сеанс связи будет инкрементироваться, пока не достигнет значения записанного в регистр 7_{ADDR} Табл. 4 этого датчика. При равенстве значений регистра 4_{ADDR} Табл. 3 и регистра 7_{ADDR} Табл. 4 регистрация этого датчика в системе автоматически аннулируется, а MODBUS-адрес этого датчика высвобождается для дальнейшего его использования этим же датчиком (например, после замены батареи) или другим устройством, работающим с контроллером АСУ ТП по этому же промышленному интерфейсу .

Параметр «Количество несостоявшихся подряд сеансов связи для автоматического удаления датчика из системы» может быть задан (п. 3.3.4) как одновременно для всех зарегистрированных датчиков в случае использования однотипных датчиков, так и индивидуально для каждого датчика.

8. Штатное функционирование

- 8.1.** Устройства БИВ2 в соответствии с согласованным со станцией БИВ3 расписанием работы выходят («пробуждаются») из режима низкого энергопотребления, получают от ПП результаты замера и передают эти данные станции БИВ3.
- 8.2.** Станция БИВ3, получив данные замера от БИВ2, размещает эти данные в соответствующих регистрах (таблицу данных замеров см. в Приложении), читаемых контроллером АСУ ТП командой чтения 0x04 по MODBUS-адресу этого БИВ2 (п. 6.1.3).
- 8.3.** Время (синхронизировано со временем станции БИВ3) получения данных замера от ПП фиксируется в БИВ2, затем передаётся вместе с данными замера станции и прописывается в соответствующих регистрах времени замера этого БИВ2 (таблицу замеров см. в Приложении). В случае возникновения каких-либо проблем с получением данных следующего замера (проблемы со связью, обменом БИВ2 с ПП и т.д.), время проведённого предыдущего успешного замера зафиксировано в регистрах времени и не изменится до следующего успешного замера.
- 8.4.** Статусы работы датчика с ПП и состояние линии связи станции с БИВ2 можно проконтролировать в регистрах статусов (Табл. 3, п. 1.9).
- 8.5.** В случае появления непродолжительной помехи связи и, следовательно, невозможности получения данных о текущем замере от БИВ2 (что можно понять по состоянию регистров статуса (Табл. 3), данные о предыдущем замере (амплитуда, единицы измерения, время замера) этого БИВ2 замораживаются (не изменяются) в таблице данных замеров (см. в Приложении). Как только помеха исчезает, и штатная связь между БИВ2 и БИВ3 восстанавливается, данные в таблице данных замеров обновляются.
- 8.6.** Если БИВ2 не выходит на связь (например, вследствие севшей батареи питания) определённое в регистре 7_{ADDR} («Количество несостоявшихся подряд сеансов связи для автоматического удаления датчика из системы») Табл. 4 количество сеансов связи подряд, то регистрация этого датчика в БКСД станцией аннулируется, а MODBUS-адрес высвобождается (т.е. в дальнейшем допускается появление в сети связи с АСУ ТП (RS485) другого устройства с аналогичным MODBUS-адресом).
- 8.7.** В случае замены батареи питания БИВ2 (п. 14.1) датчик регистрируется (появляется) в Табл. 1 как новый датчик (в новой строке перечня MODBUS-адресов датчиков). Даже если этот БИВ2 по таймауту ожиданию сеанса связи (п. 8.6) не успел автоматически удалиться из системы (в случае, если батарею заменили довольно быстро), то БИВ2 регистрируется в системе всё равно как новый датчик (в свободной строке таблицы датчиков). Далее станция по данным, полученным от БИВ2, распознаёт, что в системе уже имеется предыдущая регистрация этого БИВ2 и автоматически аннулирует предыдущую регистрацию в системе и в таблице датчиков. Следовательно, этому БИВ2 после перерегистрации в таблице датчиков присваивается другой номер в списке. Именно поэтому рекомендуется при планировании количества датчиков в системе закладывать одну-две строки в таблице датчиков на случаи перерегистрации (т.е. на один-два датчика планировать больше, чем предполагается использовать в системе).
- 8.8.** Может возникнуть ситуация, когда в БКСД уже зарегистрировано максимальное количество датчиков (32 датчика). В этом случае после отключения старой батареи и перед подключением свежей батареи необходимо или дождаться автоматического удаления датчика, в котором менялась батарея, (см. п. 8.6) из системы (из перечня зарегистрированных датчиков (Табл. 1) станции по счётчику несостоявшихся

сеансов связи подряд (регистр 7_{ADDR} Табл. 4)), или принудительно удалить его регистрацию командой 404_{DEC} (п. 3.7). Как только в перечне зарегистрированных датчиков (Табл. 1) появится свободная строка (п. 8.7) на месте обслуживаемого (путём замены батареи) БИВ2, свежую батарею можно подключать к обслуживаемому датчику и отслеживать появление данных об этом устройстве в перечне зарегистрированных датчиков и в регистре 1_{ADDR} («Количество зарегистрированных датчиков») Табл. 1.

8.9. При исчезновении (даже кратковременном) питания станции БИВ3 её внутренние часы сбиваются. После включения питания БИВ3 вновь автоматически регистрирует все БИВ2, входящие в БКСД (имеющие одинаковый с БИВ3 № БС), и формирует новое расписание в течение последующих 30...60 минут после подачи питания. Для исключения подобных ситуаций рекомендуется питание станции БИВ3 осуществлять через источник бесперебойного питания (ИБП, UPS).



После перебоев в связи (мощные помехи) или при исчезновении (от кратковременного и вплоть до нескольких суток) питания у БИВ3 станция автоматически восстанавливает работоспособность всей БКСД в течение 20...60 минут, нет необходимости открывать крышки БИВ2 и повторять ручную процедуры регистрации в БКСД каждого датчика. Необходимо иметь в виду, что при исчезновении и последующем включении питания БИВ3 все параметры расписания работы БКСД будут сброшены в стартовые значения! Аналогично после замены батареи питания в БИВ2 датчик автоматически регистрируется в системе и начнёт работу со станцией со стартовыми значениями расписания для этого датчика (предыдущие (установленные до замены батареи) значения будут утеряны).

8.10. В случае зависания программы БИВ2 или БИВ3 (это может происходить по причине наведения в электронной схеме устройства паразитных импульсов от мощных близких электромагнитных импульсов, например, от проводимых поблизости сварочных работ, грозовых разрядов, отключения мощного агрегата от электросети с появлением электрической дуги между контактами коммутатора и т.п.) внутри электронной схемы начинается обратный отсчёт времени «сторожевого таймера» (интервалы срабатывания таких таймеров в БИВ2 и БИВ3 см. в Табл. 6).

8.10.1. При перезагрузке станции БИВ3 от «сторожевого таймера» её штатная работа продолжается без изменений. Каждая перезагрузка БИВ3 от сторожевого таймера инкрементирует значение счётчика перезагрузок (регистр 3_{ADDR} Табл. 1).

8.10.2. При перезагрузке БИВ2 от «сторожевого таймера» происходит повторная регистрация датчика на станции и дальнейшая работа со станцией по новому полученному от неё расписанию.

9. Индикация

На передних панелях блоков БИВ2 и БИВ3 располагаются три светодиода индикации текущих режимов работы. Несмотря на то, что светодиоды имеют обозначения («Запрос», «Антенна», «Ответ») применимые в первую очередь к сеансам связи, на других режимах работы они также используются для индикации работы программы и контроля состояния оборудования.

9.1. Индикация режимов работы БИВ3.

9.1.1. При включении питания БИВ3 станция начинает опрос своих переключателей «Адрес» (Рис. 19) и «№ БС» (Рис. 18), в ходе этого опроса все светодиоды четыре раза мигнут одновременно.

9.1.2. Затем станция переходит в режим поиска запроса на регистрацию нового датчика - светодиод «Антенна» начинает редко переключаться раз в 3 секунды. С этого момента данные и параметры станции становятся доступны для контроллера АСУ ТП по промышленному протоколу MODBUS по установленному на БИВ3 MODBUS-адресу.

9.1.3. В ходе регистрации нового датчика включаются светодиоды «Антенна» и «Запрос», а затем через секунду и светодиод «Ответ». По окончании регистрации нового датчика все три включенных светодиода одновременно выключаются. С этого момента данные и параметры зарегистрированного датчика становятся доступны для контроллера АСУ ТП по промышленному протоколу MODBUS по установленному на БИВ2 MODBUS-адресу.

9.1.4. При запланированным сеансе связи станции с зарегистрированным датчиком одновременно включаются два светодиода «Антенна» и «Запрос». В случае успешно проведенного сеанса связи дополнительно к двум включенным светодиодам включается светодиод «Ответ» и затем все три светодиода одновременно выключаются. В случае отсутствия ответа от датчика или наличия ошибки при приеме данных светодиод «Ответ» остаётся в выключенном состоянии.



Светодиоды индицируют только успешность проведенного сеанса связи между БИВ2 и БИВ3 и никак не индицируют успешность проведенного замера ПП датчика. Об успешности замера можно судить только по читаемым с помощью MODBUS-протокола данным, полученным станцией от БИВ2.

9.2. Индикация режимов работы БИВ2 индивидуальна для каждого типа датчика. Информация по работе индикации БИВ2 представлена в разделах, посвящённых соответствующим типам датчиков.

10. Первичный преобразователь уровня жидкости «ПЛП-1012».

10.1. Первое включение.

10.1.1. После подачи питания (подключения батареи, п. 5.14) в БИВ2 с ПП типа ПЛП-1012 в случае штатной работы датчик осуществляет последовательно следующие действия:

- 1) Переводит ПП в «автономный режим» - около 3 секунд. Светодиоды выключены.
- 2) Считывание положений переключателей «Адрес» и «№ БС» (п. 6.1.2 и п. 6.1.3) – около 5 секунд, все светодиоды одновременно мигают с темпом 1 секунда.
- 3) Запрос на регистрацию БИВ2 в БКСД – до завершения регистрации. Во время ожидания регистрации ежесекундные короткие вспышки светодиода «Запрос»¹. По окончании успешной регистрации в БКСД - выключение светодиода «Запрос», включение на 1 секунду светодиода «Ответ» и последующий уход БИВ2 в «сон» с отключением питания устройства до предстоящего «пробуждения» по расписанию, полученному от станции. В этот момент таблицы данных (команда на чтение 0x04, п. 1.9) и параметров (команда на чтение 0x03, п. 1.10) датчика становятся доступны для АСУ ТП по MODBUS-адресу, установленному переключателями «Адрес» на БИВ2.

10.2. Дальнейшая штатная работа по расписанию.

10.2.1. При штатном «пробуждении» (из состояния «сна») по расписанию датчик осуществляет последовательно следующие действия:

- 1) БИВ2 включает питание ПП и проводит замер уровня поплавка (поплавок), светодиоды выключены.
- 2) По окончании замера БИВ2 индицирует о готовности передать данные замера станции миганием светодиода «Запрос». При успешной отправке данных станции светодиод «Запрос» гаснет, включается светодиод «Антенна», через секунду гаснет и датчик переходит в «сон» с отключением питания устройства до следующего «пробуждения» по расписанию, полученному от станции.
- 3) Значение регистра 13_{ADDR.DEC} [статус работы ПП] Табл. 3 равно 0, что характеризует работу ПП в штатном режиме. Даже нулевое значение найденных ПП поплавков (значение регистра 15_{ADDR.DEC} [количество найденных поплавков] Табл. 7 равно 0) не означает отсутствие связи между БИВ2 и ПП.
- 4) Количество найденных электронной схемой ПП позиционеров (поплавок) можно проконтролировать чтением регистра 15_{ADDR.DEC} [количество найденных поплавков] Табл. 7.
- 5) Измеренные значения уровней позиционеров (поплавок) можно считывать из регистров 15_{ADDR.DEC} [уровень позиционера (поплавок) № 1], 19_{ADDR.DEC} [уровень позиционера (поплавок) № 2] и 21_{ADDR.DEC} [уровень позиционера (поплавок) № 3] Табл. 7. Измерение уровней производится в метрах (например, значение 0.2 означает 0.2 метра = 20 см = 200 мм). По умолчанию точкой отсчёта до поплавка является его место крепления (от электронного блока, расположенного обычно сверху от поплавков.) Если есть сомнения в значениях уровней поплавков, рекомендуется проверить установки параметров смещения каждого позиционера чтением регистров 29_{ADDR.DEC} [смещение позиционера (поплавок) № 1], 31_{ADDR.DEC}

¹ При удачном совпадении (что бывает нередко) времени запроса датчика на регистрацию с готовностью станции к регистрации нового датчика светодиод «Запрос» датчика может успеть моргнуть всего лишь один раз, после чего сразу же гаснет и включается светодиод «Ответ», сообщая о завершении успешной регистрации в БКСД.

[смещение позиционера (поплавка) № 2] и $33_{ADDR.DEC}$ [смещение позиционера (поплавка) № 3] Табл. 7, а также значение параметра «База» в регистре $27_{ADDR.DEC}$ Табл. 7.

10.2.2. Изменение некоторых параметров ПП «ПЛП-1012» возможно в ходе штатной работы БИВ2 с помощью записи новых значений этих параметров в соответствующие регистры Табл. 8:

1) Возможность задать рабочее количество обслуживаемых датчиком позиционеров (в текущей версии ПП - не более трёх) путём записи числа в регистр¹ $17_{ADDR.DEC}$ [задать кол-во поплавков] Табл. 8.

2) Возможность задать значение параметра «База» путём записи числа в регистр²¹ $18_{ADDR.DEC}$ [задать значение Базы] Табл. 8.

3) Возможность задать значения смещений для каждого позиционера путём записи чисел в регистры²¹ $20_{ADDR.DEC}$ [задать смещение позиционера № 1], $22_{ADDR.DEC}$ [задать смещение позиционера № 2] и $24_{ADDR.DEC}$ [задать смещение позиционера № 3] Табл. 8.

10.2.3. Изменение некоторых параметров ПП «ПЛП-1012» возможно в ходе штатной работы БИВ2 с помощью записи команд в регистр ввода команд 0_{ADDR} [ввод кода команд] Табл. 4. После записи кода команды в регистр команд (п. 3.1) значение принятой команды декодируется и записывается сразу в два регистра: регистр 3_{ADDR} [код последней введённой команды] Табл. 4 и регистр $16_{ADDR.DEC}$ [код команды для отправки датчику] Табл. 4. Команды, предназначенные для передачи ПП «ПЛП-1012» перечислены ниже:

1) Команда 302_{DEC} предназначена для смещения точки отсчёта позиций поплавков в текущее положение позиционера №1. Т.е. при получении этой команды значение положения позиционера № 1 становится равным нулю (или очень близко к нулю, т.к. существует ненулевая погрешность определения положения поплавка), а положение остальных позиционеров (если они установлены) будет отсчитываться уже от позиционера № 1. Команду 302_{DEC} допускается использовать и в случае использования только одного позиционера. Следует учитывать, что результат команды будет виден (в соответствующих регистрах Табл. 7) не ранее, чем через два сеанса связи. Также следует учитывать, что эта команда выполняется только в том случае, если измерительной системой ПП обнаружен хотя бы один позиционер, т.е. если значение регистра $15_{ADDR.DEC}$ [количество найденных поплавков] Табл. 7 равно 0, команда не принимается к исполнению.

2) Команда 308_{DEC} предназначена для инверсии отсчёта позиций поплавков. Команду 308_{DEC} допускается использовать в случае использования только одного позиционера. Следует учитывать, что результат команды будет виден (в соответствующих регистрах Табл. 7) не ранее, чем через два сеанса связи. Также следует учитывать, что эта команда выполняется только в том случае, если

1



В первый момент после записи числа в регистр параметра значение регистра становится равным только что записанному числу, сигнализируя о том, что значение получено станцией и готово к отправке датчику. Но после ближайшего сеанса связи с датчиком (которому в ходе сеанса передаётся этот изменённый параметр) значение регистра вновь примет предыдущее значение, поскольку оно пока не соответствует остальным данным таблиц замеров и параметров, т.к. данные в таблицах были получены при предыдущем значении только что изменённого параметра. И только после следующих двух сеансов связи, когда в ПП уже будет записан изменённый параметр, и с этим изменённым параметром будет произведён замер, в таблице параметров Табл. 7 появится новое (то самое, что было записано в регистр) значение параметра и новые данные замеров в Табл. 8, полученные уже с этим изменённым параметром.

измерительной системой ПП обнаружен хотя бы один позиционер, т.е. если значение регистра 15_{ADDR.DEC} [количество найденных поплавков] Табл. 7 равно 0, команда не принимается к исполнению.

10.3. Нештатные ситуации.

10.3.1. При подключении батареи питания к БИВ2 (п. 5.14) в случае, если датчик не смог перевести ПП в «автономный режим» или от датчика нет какого-либо ответа, светодиод «Ответ» часто мигает около 5 секунд, затем БИВ2 отключает питание ПП и уходит в «сон». В этой ситуации рекомендуется отключить на 30 секунд батарею от датчика и затем провести процедуру включения питания заново. Если вышеописанная ситуация с частым миганием светодиода «Ответ» повторилась, следует связаться с представителем завода-изготовителя устройства.

10.3.2. Дальнейшие штатные ситуации рекомендуется отслеживать по состоянию регистров в таблицах данных (Табл. 3, Табл. 7) датчика (команда на чтение 0x04, п. 1.9):

1) В случае отсутствия связи БИВ2 с ПП значение регистра 13_{ADDR.DEC} [статус работы ПП] Табл. 3 равно 2 (в случае штатной работы (после получения данных замера) равно 0).

2) В случае отсутствия найденных ПП позиционеров (поплавков) значение регистра 15_{ADDR.DEC} [количество найденных поплавков] Табл. 7 равно 0. Варианты некоторых причин отсутствия сигнала позиционера (поплавок) можно узнать по значениям битов регистра 16_{ADDR.DEC} [статус точек измерения] Табл. 7.

3) В случае отсутствия связи станции с датчиком (несостоявшийся сеанс связи) значение регистра 3_{ADDR} [статус радиообмена с БИВ2] в Табл. 3 этого датчика становится равным 0, а регистр 4_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи] в этой же таблице увеличивается с каждым несостоявшимся сеансом связи на единицу (при штатной работе значение этого регистра равно 0). По достижению равенства значений регистра 4_{ADDR.DEC} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи] Табл. 3 и регистра 7_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи для удаления регистрации датчика] Табл. 4 регистрация датчика в БКСД аннулируется. Если сеансы связи не состоялись в связи с помехами в радиозэфире (например, проводимая на объекте электродуговая сварка) или благодаря каким-либо другим временным проблемам, то после удаления в системе регистрации этого датчика через некоторое время (в течение 10...40 минут) датчик автоматически восстановит регистрацию в системе и продолжит штатную работу через станцию с АСУ ТП посредством прежнего MODBUS-адреса. И даже если помехи в радиозэфире были довольно продолжительными (например, сутки и более), всё равно датчик будет пытаться зарегистрироваться не реже одного раза в 40 минут и не прекратит эти попытки пока не зарегистрируется для дальнейшей штатной работы в БКСД или же пока не разрядится его батарея (например, если датчик был снят с объекта без отключения его батареи и перемещён на склад).

Значение регистра 7_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи для удаления регистрации датчика] Табл. 4 в момент регистрации датчика в системе равно 5. Это число можно изменить сразу после процедуры регистрации датчика в системе, его максимальное значение - 50.

Табл. 7

продолжение Табл. 3 данных датчика (стр. 12),

доступ к регистрам в соответствии с п. 1.9

Адрес регистра (DEC)	Параметр	Значение ¹
5	Статус работы датчика ПЛП-1012	В регистр копируются статусные данные регистра состояния из ПП «ПЛП -1012»
на регистры с адресами 6...12 см. описание в Табл. 3		
13	Статус работы ПП (uint)	Значения регистра имеют смысл только в случае успешного сеанса связи с датчиком: 0 – замер выполнен успешно 1 – замер выполнен успешно, но сработала сигнализация превышения порога амплитудой сигнала установленных границ (динамических или статических) 2 – ПП не отвечает 3 – данные от ПП пришли, но содержат ошибку 4 – отказ оборудования, обеспечивающего связь с ПП
14	Резерв	
15	Найдено поплавков при замере (uint)	Количество поплавков ПП, найденных при замере. Стандартно это значение больше нуля. Но сразу после регистрации датчика в системе или в случае ошибки в работе ПП (в ходе штатного замера датчика) значение регистра равно 0. См. также следующий регистр.

¹ Форматы значений регистров сокращённо указаны в данных столбца «Параметр» в скобках:
 (uint) - MODBUS unsigned int (16 бит)
 (float) - MODBUS float (32 бита, последовательность байт: CDAB)

16	Статус точек измерения (uint)	<p>Состояние каждой пары битов (справа налево в бинарном коде) в регистре отображает статус замера соответствующим поплавком. Первая (справа) пара битов индицирует результат замера уровня позиционера (поплавка) № 1:</p> <p>xxxx'xxx'xxx'xx00_{BIN} – позиционер № 1 не найден или замер пока не проводился (сразу после регистрации) xxxx'xxx'xxx'xx01_{BIN} – позиционер № 1 найден, сигнал получен xxxx'xxx'xxx'xx10_{BIN} – нет сигнала от позиционера xxxx'xxx'xxx'xx11_{BIN} – сигнал сильно зашумлён, данные могут быть ошибочны</p> <p>Вторая (справа) пара битов индицирует результат замера уровня позиционера (поплавка) № 2:</p> <p>xxxx'xxx'xxx'00xx_{BIN} – позиционер № 2 не найден или замер пока не проводился (сразу после регистрации) xxxx'xxx'xxx'01xx_{BIN} – позиционер № 2 найден, сигнал получен xxxx'xxx'xxx'10xx_{BIN} – нет сигнала xxxx'xxx'xxx'11xx_{BIN} – сигнал сильно зашумлён, данные могут быть ошибочны</p> <p>Третья (справа) пара битов индицирует результат замера уровня позиционера (поплавка) № 3, расшифровка состояния третьей пары битов аналогична предыдущим парам битов (см. выше).</p>
17	Уровень позиционера (поплавка) № 1 (float)	Уровень позиционера (поплавка) № 1 [метры]
19	Уровень позиционера (поплавка) № 2 (float)	Уровень позиционера (поплавка) № 2 [метры]
21	Уровень позиционера (поплавка) № 3 (float)	Уровень позиционера (поплавка) № 3 [метры]
23...26	Резерв	
27	Значение параметра «База» (float)	Значение высоты резервуара, в который установлен измерительный элемент датчика [метры]
29	Смещение позиционера №1 (float)	Требуемое смещение значения положения позиционера (поплавка) № 1 на измерительном элементе датчика (требуется для компенсации погрешности погружения поплавка в среде) [метры]
31	Смещение позиционера №2 (float)	Требуемое смещение значения положения позиционера (поплавка) № 2 на измерительном элементе датчика (требуется для компенсации погрешности погружения поплавка в среде) [метры]
33	Смещение позиционера №3 (float)	Требуемое смещение значения положения позиционера (поплавка) № 3 на измерительном элементе датчика (требуется для компенсации погрешности погружения поплавка в среде) [метры]
35...40	Резерв	
41	Заданное количество позиционеров (поплавков) (uint)	Записываемое в память ПП количество позиционеров (поплавков), которое он должен искать после включения питания БИВ2. Максимальное количество позиционеров для текущей версии ПП – 3 позиционера, минимальное количество – 1 позиционер.

Табл. 8

**продолжение Табл. 4 параметров датчика (стр. 14),
 доступ к регистрам в соответствии с пп. 1.10, 1.11**

Адрес регистра (DEC)	Параметр	Значение ¹
16	Код команды, предназначенный для отправки ПП датчика	В регистр записывается декодированное (распознанное, валидное именно для этого типа датчика) значение кода команды. При первом же сеансе связи с БИВ2 код команды передаётся датчику, а значение регистра становится равным 0. Выполнение команды ПП датчика произойдёт не ранее, чем по прошествии двух сеансов связи. Если код команды не предназначен для этого типа датчика, то значение регистра остаётся равным нулю.
17	Задать количество позиционеров (поплавок) (uint)	Количество позиционеров (поплавок), установленных на ПП. В некоторых ситуациях может не соответствовать количеству найденных (в ходе измерений) измерительным устройством ПП позиционеров (см. регистр 15 _{ADDR.DEC} [количество найденных поплавок] Табл. 7). Максимальное количество позиционеров для текущей версии ПП – 3 позиционера, минимальное количество – 1 позиционер.
18	Задать значение параметра «База» (float)	Значение высоты резервуара, в который установлен измерительный элемент датчика [метры]
20	Задать сдвиг уровня позиционера (поплавка) № 1 (float)	Сдвинуть уровень позиционера (поплавка) № 1 [метры].
22	Задать сдвиг уровня позиционера (поплавка) № 2 (float)	Сдвинуть уровень позиционера (поплавка) № 2 [метры]
24	Задать сдвиг уровня позиционера (поплавка) № 3 (float)	Сдвинуть уровень позиционера (поплавка) № 3 [метры]

¹ Форматы значений регистров сокращённо указаны в данных столбца «Параметр» в скобках:
 (uint) - MODBUS unsigned int (16 бит)
 (float) - MODBUS float (32 бита, последовательность байт: CDAB)

11. Первичный преобразователь величины давления «АИР-10».

11.1. Первое включение.

11.1.1. После подачи питания (подключения батареи, п. 5.14) в БИВ2 с ПП типа АИР-10 в случае штатной работы датчик осуществляет последовательно следующие действия:

- 1) Переводит ПП в режим «однократный замер» - около 3 секунд. Светодиоды выключены.
- 2) Считывание положений переключателей «Адрес» и «№ БС» (п. 6.1.2 и п. 6.1.3) – около 5 секунд, все светодиоды одновременно мигают с темпом 1 секунда.
- 3) Запрос на регистрацию БИВ2 в БКСД – до завершения регистрации. Во время ожидания регистрации ежесекундные короткие вспышки светодиода «Запрос»¹. По окончании успешной регистрации в БКСД - выключение светодиода «Запрос», включение на 1 секунду светодиода «Ответ» и последующий уход БИВ2 в «сон» с отключением питания устройства до предстоящего «пробуждения» по расписанию, полученному от станции. В этот момент таблицы данных (команда на чтение 0x04, п. 1.9) и параметров (команда на чтение 0x03, п. 1.10) датчика становятся доступны для АСУ ТП по MODBUS-адресу, установленному переключателями «Адрес» на БИВ2.

11.2. Дальнейшая штатная работа по расписанию.

11.2.1. При штатном «пробуждении» (из состояния «сна») по расписанию датчик осуществляет последовательно следующие действия:

- 1) БИВ2 включает питание ПП и проводит замер величины давления, светодиоды выключены.
- 2) По окончании замера БИВ2 индицирует о готовности передать данные замера станции миганием светодиода «Запрос». При успешной отправке данных станции светодиод «Запрос» гаснет, включается светодиод «Антенна», через секунду гаснет и датчик переходит в «сон» с отключением питания устройства до следующего «пробуждения» по расписанию, полученному от станции.
- 3) Значение регистра 13_{ADDR.DEC} [статус работы ПП] Табл. 3 равно 0, что характеризует работу ПП в штатном режиме.
- 4) Значение давления следует считывать из регистра 16_{ADDR.DEC} [величина давления] Табл. 9. Измерение давления производится в *килопаскалях* (например, значение 2.345 означает 2345 Па).

11.3. Нештатные ситуации.

11.3.1. При подключении батареи питания к БИВ2 (п. 5.14) в случае, если датчик не смог перевести ПП в режим «однократный замер» или от датчика нет какого-либо ответа, светодиод «Ответ» часто мигает около 5 секунд, затем БИВ2 отключает питание ПП и уходит в «сон». В этой ситуации рекомендуется отключить на 30 секунд батарею от датчика и затем провести процедуру включения питания заново. Если вышеописанная ситуация с частым миганием светодиода «Ответ» повторилась, следует связаться с представителем завода-изготовителя устройства.

¹ При удачном совпадении (что бывает нередко) времени запроса датчика на регистрацию с готовностью станции к регистрации нового датчика светодиод «Запрос» датчика может успеть моргнуть всего лишь один раз, после чего сразу же гаснет и включается светодиод «Ответ», сообщая о завершении успешной регистрации в БКСД.

11.3.2. Дальнейшие нештатные ситуации рекомендуется отслеживать по состоянию регистров в таблицах данных (Табл. 3, Табл. 9) датчика (команда на чтение 0x04, п. 1.9):

1) В случае отсутствия связи БИВ2 с ПП значение регистра 13_{ADDR.DEC} [статус работы ПП] Табл. 3 равно 2 (в случае штатной работы (после получения данных замера) равно 0).

2) В случае отсутствия связи станции с датчиком (несостоявшийся сеанс связи) значение регистра 3_{ADDR} [статус радиообмена с БИВ2] в Табл. 3 этого датчика становится равным 0, а регистр 4_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи] в этой же таблице увеличивается с каждым несостоявшимся сеансом связи на единицу (при штатной работе значение этого регистра равно 0). По достижению равенства значений регистра 4_{ADDR.DEC} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи] Табл. 3 и регистра 7_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи для удаления регистрации датчика] Табл. 4 регистрация датчика в БКСД аннулируется. Если сеансы связи не состоялись в связи с помехами в радиоэфире (например, проводимая на объекте электродуговая сварка) или благодаря каким-либо другим временным проблемам, то после удаления в системе регистрации этого датчика через некоторое время (в течение 10...40 минут) датчик автоматически восстановит регистрацию в системе и продолжит штатную работу через станцию с АСУ ТП посредством прежнего MODBUS-адреса. И даже если помехи в радиоэфире были довольно продолжительными (например, сутки и более), всё равно датчик будет пытаться зарегистрироваться не реже одного раза в 40 минут и не прекратит эти попытки пока не зарегистрируется для дальнейшей штатной работы в БКСД или же пока не разрядится его батарея (например, если датчик был снят с объекта без отключения его батареи и перемещён на склад).

Значение регистра 7_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи для удаления регистрации датчика] Табл. 4 в момент регистрации датчика в системе равно 5. Это число можно изменить сразу после процедуры регистрации датчика в системе, его максимальное значение - 50.

Табл. 9

продолжение Табл. 3 данных датчика (стр. 12),

доступ к регистрам в соответствии с п. 1.9

Адрес регистра (DEC)	Параметр	Значение ¹
5	Статус работы ПП БИВ2	Для ПП давления не используется
на регистры с адресами 6...12 см. описание в Табл. 3		

¹ Форматы значений регистров сокращённо указаны в данных столбца «Параметр» в скобках:
 (uint) - MODBUS unsigned int (16 бит)
 (float) - MODBUS float (32 бита, последовательность байт: CDAB)

13	Статус работы ПП (uint)	Значения регистра имеют смысл только в случае успешного сеанса связи с датчиком: 0 – замер выполнен успешно 1 – замер выполнен успешно, но сработала сигнализация превышения порога амплитудой сигнала установленных границ (динамических или статических) 2 – ПП не отвечает 3 – данные от ПП пришли, но содержат ошибку 4 – отказ оборудования, обеспечивающего связь с ПП
14, 15	Резерв	
16	Измеренное давление (float)	Измеренное давление в килопаскалях (кПа)

12. Первичный преобразователь величины температуры «ПТМ».

12.1. Первое включение.

12.1.1. После подачи питания (подключения батареи, п. 5.14) в БИВ2 с ПП типа ПТМ в случае штатной работы датчик осуществляет последовательно следующие действия:

1) Определяет тип ПП (имеются разные варианты схемных решений, датчик определяет какой вариант используется) – от 3 до 7 секунд. Светодиоды «Запрос» и «Ответ» включены.

2) Считывание положений переключателей «Адрес» и «№ БС» (п. 6.1.2 и п. 6.1.3) – около 5 секунд, все светодиоды одновременно мигают с темпом 1 секунда.

3) Запрос на регистрацию БИВ2 в БКСД – до завершения регистрации. Во время ожидания регистрации ежесекундные короткие вспышки светодиода «Запрос»¹. По окончании успешной регистрации в БКСД - выключение светодиода «Запрос», включение на 1 секунду светодиода «Ответ» и последующий уход БИВ2 в «сон» с отключением питания устройства до предстоящего «пробуждения» по расписанию, полученному от станции. В этот момент таблицы данных (команда на чтение 0x04, п. 1.9) и параметров (команда на чтение 0x03, п. 1.10) датчика становятся доступны для АСУ ТП по MODBUS-адресу, установленному переключателями «Адрес» на БИВ2.

12.2. Дальнейшая штатная работа по расписанию.

12.2.1. При штатном «пробуждении» (из состояния «сна») по расписанию датчик осуществляет последовательно следующие действия:

1) БИВ2 включает питание ПП и проводит замер величины температуры, светодиоды выключены.

2) По окончании замера БИВ2 индицирует о готовности передать данные замера станции миганием светодиода «Запрос». При успешной отправке данных станции светодиод «Запрос» гаснет, включается светодиод «Антенна», через секунду гаснет и датчик переходит в «сон» с отключением питания устройства до следующего «пробуждения» по расписанию, полученному от станции.

3) Значение регистра 13_{ADDR.DEC} [статус работы ПП] Табл. 3 равно 0, что характеризует работу ПП в штатном режиме.

4) Значения температур в разных точках измерений (количество точек замера температуры зависит от типа ПП и может составлять от 1 до 32) следует считывать из регистров 20_{ADDR.DEC} [температура в точке № 1], 22_{ADDR.DEC} [температура в точке № 2], 24_{ADDR.DEC} [температура в точке № 3] (и т.д. каждый четный адрес) Табл. 10. Измерение температуры производится в *градусах Цельсия [°C]* (например, значение 2.345 означает 2 целых 345 тысячных градуса Цельсия).

12.3. Нештатные ситуации.

12.3.1. При подключении батареи питания к БИВ2 (п. 5.14) в случае, если датчик не смог определить тип ПП или от датчика нет какого-либо ответа, светодиод «Ответ» часто мигает около 5 секунд, затем БИВ2 отключает питание ПП и уходит в «сон». В этой ситуации рекомендуется отключить на 30 секунд батарею от датчика и затем провести процедуру включения питания заново. Если

¹ При удачном совпадении (что бывает нередко) времени запроса датчика на регистрацию с готовностью станции к регистрации нового датчика светодиод «Запрос» датчика может успеть моргнуть всего лишь один раз, после чего сразу же гаснет и включается светодиод «Ответ», сообщая о завершении успешной регистрации в БКСД.

вышеописанная ситуация с частым миганием светодиода «Ответ» повторилась, следует связаться с представителем завода-изготовителя устройства.

12.3.2. Дальнейшие нештатные ситуации рекомендуется отслеживать по состоянию регистров в таблицах данных (Табл. 3, Табл. 10) датчика (команда на чтение 0x04, п. 1.9):

1) В случае отсутствия связи БИВ2 с ПП значение регистра 13_{ADDR.DEC} [статус работы ПП] Табл. 3 равно 2 (в случае штатной работы (после получения данных замера) равно 0).

2) В случае отсутствия связи станции с датчиком (несостоявшийся сеанс связи) значение регистра 3_{ADDR} [статус радиообмена с БИВ2] в Табл. 3 этого датчика становится равным 0, а регистр 4_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи] в этой же таблице увеличивается с каждым несостоявшимся сеансом связи на единицу (при штатной работе значение этого регистра равно 0). По достижению равенства значений регистра 4_{ADDR.DEC} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи] Табл. 3 и регистра 7_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи для удаления регистрации датчика] Табл. 4 регистрация датчика в БКСД аннулируется. Если сеансы связи не состоялись в связи с помехами в радиоэфире (например, проводимая на объекте электродуговая сварка) или благодаря каким-либо другим временным проблемам, то после удаления в системе регистрации этого датчика через некоторое время (в течение 10...40 минут) датчик автоматически восстановит регистрацию в системе и продолжит штатную работу через станцию с АСУ ТП посредством прежнего MODBUS-адреса. И даже если помехи в радиоэфире были довольно продолжительными (например, сутки и более), всё равно датчик будет пытаться зарегистрироваться не реже одного раза в 40 минут и не прекратит эти попытки пока не зарегистрируется для дальнейшей штатной работы в БКСД или же пока не разрядится его батарея (например, если датчик был снят с объекта без отключения его батареи и перемещён на склад).

Значение регистра 7_{ADDR} [количество подряд несостоявшихся сеансов связи для удаления регистрации датчика] Табл. 4 в момент регистрации датчика в системе равно 5. Это число можно изменить сразу после процедуры регистрации датчика в системе, его максимальное значение - 50.

Табл. 10

продолжение Табл. 3 данных датчика (стр. 12),

доступ к регистрам в соответствии с п. 1.9

Адрес регистра (DEC)	Параметр	Значение ¹
5	Статус работы ПП БИВ2	Для ПП температуры не используется
на регистры с адресами 6...12 см. описание в Табл. 3		

¹ Форматы значений регистров сокращённо указаны в данных столбца «Параметр» в скобках:
(uint) - MODBUS unsigned int (16 бит)
(float) - MODBUS float (32 бита, последовательность байт: CDAB)

13	Статус работы ПП (uint)	Значения регистра имеют смысл только в случае успешного сеанса связи с датчиком: 0 – замер выполнен успешно 1 – замер выполнен успешно, но сработала сигнализация превышения порога амплитудой сигнала установленных границ (динамических или статических) 2 – ПП не отвечает 3 – данные от ПП пришли, но содержат ошибку 4 – отказ оборудования, обеспечивающего связь с ПП
14	Количество успешных точек замера (uint)	Количество точек, в которых была успешно измерена температура. В штатном режиме значение этого регистра должно быть равно количеству точек замера в датчике ПТМ.
16	Статус замера температуры в первых 16 точках датчика (uint)	Каждый бит, начиная с младшего (первого справа), сигнализирует о результате замера в соответствующей точке замера – логическая единица сигнализирует об успешном замере температуры, логический ноль – о проблеме в процедуре замера. Нулевой бит – в первой точке измерения температуры (отсчёт точек производится от места крепления измерительного «хвоста» к электронному блоку датчика), первый бит – во второй точке измерений и т.д. Пример: xxxx'xxxx'xxxx'xxx0 – температура в точке № 1 не была измерена xxxx'xxxx'xxxx'xxx1 – температура в точке № 1 измерена успешно xxxx'xxxx'xxxx'xx0x – температура в точке № 2 не была измерена xxxx'xxxx'xxxx'xx1x – температура в точке № 2 измерена успешно
17	Статус замера температуры в следующих 16 точках датчика (uint)	Каждый бит, начиная с младшего (первого справа), сигнализирует о результате замера в соответствующей точке замера – логическая единица сигнализирует об успешном замере температуры, логический ноль – о проблеме в процедуре замера. Нулевой бит – в 17 точке измерения температуры (отсчёт точек производится от места крепления измерительного «хвоста» к электронному блоку датчика), первый бит – в 18 точке измерений и т.д. Пример: xxxx'xxxx'xxxx'xxx0 – температура в точке № 17 не была измерена xxxx'xxxx'xxxx'xxx1 – температура в точке № 17 измерена успешно xxxx'xxxx'xxxx'xx0x – температура в точке № 18 не была измерена xxxx'xxxx'xxxx'xx1x – температура в точке № 18 измерена успешно
18	Средняя температура всех точек измерения (float)	Среднее арифметическое всех температур во всех точках измерения. Например, для 3 точек измерения: $t_{\text{средн.}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$
20	Измеренная температура в точке № 1 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 1
22	Измеренная температура в точке № 2 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 2

24	Измеренная температура в точке № 3 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 3
26	Измеренная температура в точке № 4 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 4
28	Измеренная температура в точке № 5 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 5
30	Измеренная температура в точке № 6 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 6
32	Измеренная температура в точке № 7 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 7
34	Измеренная температура в точке № 8 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 8
36	Измеренная температура в точке № 9 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 9
38	Измеренная температура в точке № 10 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 10
40	Измеренная температура в точке № 11 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 11
42	Измеренная температура в точке № 12 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 12
44	Измеренная температура в точке № 13 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 13
46	Измеренная температура в точке № 14 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 14
48	Измеренная температура в точке № 15 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 15

50	Измеренная температура в точке № 16 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 16
52	Измеренная температура в точке № 17 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 17
54	Измеренная температура в точке № 18 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 18
56	Измеренная температура в точке № 19 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 19
58	Измеренная температура в точке № 20 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 20
60	Измеренная температура в точке № 21 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 21
62	Измеренная температура в точке № 22 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 22
64	Измеренная температура в точке № 23 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 23
66	Измеренная температура в точке № 24 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 24
68	Измеренная температура в точке № 25 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 25
70	Измеренная температура в точке № 26 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 26
72	Измеренная температура в точке № 27 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 27
74	Измеренная температура в точке № 28 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 28

76	Измеренная температура в точке № 29 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 29
78	Измеренная температура в точке № 30 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 30
80	Измеренная температура в точке № 31 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 31
82	Измеренная температура в точке № 32 (float)	Измеренная температура в градусах Цельсия в точке № 32

13. Типовые задачи в практических примерах.

13.1. Задача: максимально часто получать от датчика результаты замеров.

Реализация (последовательность действий важна!):

- Записать в регистр 8_{ADDR} [интервал между замерами в секундах] Табл. 4 значение 1. Программа автоматически изменит значение на минимально возможное для текущих временных установок системы.
- Записать в регистр 9_{ADDR} [количество замеров между сеансами связи] Табл. 4 значение 1.

13.2. Задача: как можно реже получать от датчика результаты замеров для максимальной экономии батареи питания БИВ2.

Реализация (последовательность действий важна!):

- Записать в регистр 8_{ADDR} [интервал между замерами в секундах] Табл. 4 значение 2000. Программа автоматически изменит значение на максимально возможное для текущих временных установок системы.
- Записать в регистр 9_{ADDR} [количество замеров между сеансами связи] Табл. 4 значение 200. Программа автоматически изменит значение на максимально возможное для текущих временных установок системы.

13.3. Задача: проводить замер с передачей данных замера станции примерно каждые 10 минут (с точность до секунды установить желаемый интервал между замерами и желаемый интервал между выходами на связь не всегда представляется возможным из-за жесткого расписания сеансов связи станции с остальными зарегистрированными датчиками, но программа БИВ3 при установке временных интервалов попытается максимально приблизиться к задаваемым пользователем значениям).

Реализация (последовательность действий важна!):

- Записать в регистр 8_{ADDR} [интервал между замерами в секундах] Табл. 4 значение 600 (10 минут = 600 секунд). Программа автоматически изменит значение регистра на максимально близкое к заданному, но при этом допустимое для текущих временных установок системы.
- Записать в регистр 9_{ADDR} [количество замеров между сеансами связи] Табл. 4 значение 1.

13.4. Задача: определить успешность прошедшего сеанса связи с датчиком?

Реализация:

- Прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [статус беспроводного канала обмена данными со станцией] Табл. 3, которое должно иметь значение 2 сразу после успешной регистрации датчика и затем через 30...80 секунд это значение должно измениться на число 3 после первого успешного запланированного (о внеплановых – ниже в этом же разделе) сеанса связи. Далее это значение при последующих успешных запланированных сеансах связи должно оставаться равным 3.

Если содержимое регистра 3_{ADDR} Табл. 3 не равно значениям 2 или 3, то запланированный сеанс связи не состоялся (если дело в кратковременной радиопомехе - следующий сеанс связи должен пройти успешно, если дело в продолжительной радиопомехе – восстановление связи (и, не исключено, через повторную автоматическую регистрацию датчика в системе) произойдёт автоматически только после устранения помехи, если села батарея питания БИВ2 – нормальная работа будет возможна только после замены батареи).

13.5. Задача: определить MODBUS-адрес датчика.

Реализация:

- Прочитать содержимое регистра 0_{ADDR} Табл. 3, которое содержит MODBUS-адрес датчика.

13.6. Задача: получить статус данных замера?

Реализация:

- Прочитать содержимое регистра $13_{ADDR.DEC}$ [статус работы БИВ2 с ПП] Табл. 3, которое должно иметь значение 0 или 1 (см. пп. 13.7 и 13.8) при успешном замере. Любое другое значение (даже при успешном сеансе связи, п. 13.3) сигнализирует об ошибке в работе измерительной системы датчика.

13.7. Задача: получение сигнала оповещения (т.е. изменения значения одного из регистров, описано ниже в этом же пункте) о превышении амплитудой замера заданной границы (срабатывании уставки на превышение). Частота измерений и сеансов связи максимально частая.

Реализация (рекомендованная последовательность действий):

- Выполнить операции в соответствии с п. 13.1.
- Записать в регистр $14_{ADDR.DEC}$ Табл. 4 значение верхней границы амплитуды¹, при превышении которой (срабатывании верхней уставки) должно происходить оповещение.
Внимание, записываемое в регистр верхней уставки значение не может быть меньше значения регистра $12_{ADDR.DEC}$ [граница нижней уставки] Табл. 4! В этом случае прежде измените значение регистра $12_{ADDR.DEC}$.
- Записать в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 значение 211_{DEC} (команда включения слежения за переходом амплитуды через жестко заданные границы, стр. 93). В результате действия команды в регистре $10_{ADDR.DEC}$ [статус управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы] первый бит устанавливается в «1»: xxxx'xxxx'xxxx'xx1x.
- (необязательное действие): прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [контроль получения команды] Табл. 4. Значение регистра должно быть равно 211_{DEC} , что подтверждает получение станцией команды.
- Записать в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 значение 201_{DEC} (команда включения оповещения о срабатывании уставки перехода границы, стр. 93). В результате действия команды в регистре $10_{ADDR.DEC}$ [статус управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы] нулевой бит устанавливается в «1»: xxxx'xxxx'xxxx'xxx1.
- (необязательное действие): прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [контроль получения команды] Табл. 4. Значение регистра должно быть равно 201_{DEC} , что подтверждает получение станцией команды.
- Прочитать содержимое регистра $13_{ADDR.DEC}$ [статус работы БИВ2 с ПП] Табл. 3, значение которого в случае превышения амплитудой замера заданной границы становится равным 1 (когда амплитуда ниже верхней границы, значение регистра равно 0). Пока амплитуды замеров будут превышать заданную границу, значение регистра будет равно 1. Обратите внимание, что если задана также и нижняя граница, то при переходе амплитудой замера нижней границы также сработает уставка и произойдет аналогичное оповещение, в результате которого значение регистра станет равным 1. Если нужна работа только верхней уставки, рекомендуется в регистр $12_{ADDR.DEC}$

¹ Формат значений регистра: MODBUS float (32 бита, последовательность байт: CDAB)

[нижняя уставка] Табл. 4 записать заведомо недостижимое значение измеряемого параметра (например, для температуры: -273°C).

13.8. Задача: получение сигнала оповещения (т.е. изменения значения одного из регистров, описано ниже в этом же пункте) о переходе амплитудой замера заданной нижней границы (срабатывании уставки на уменьшение). Частота измерений и сеансов связи максимально частая.

Реализация (рекомендованная последовательность действий):

- Выполнить операции в соответствии с п. 13.1.
- Записать в регистр $12_{\text{ADDR.DEC}}$ Табл. 4 значение нижней границы амплитуды, при переходе которой (срабатывании нижней уставки) должно приходить оповещение.
Внимание, записываемое в регистр нижней уставки значение не может быть больше значения регистра $14_{\text{ADDR.DEC}}$ [граница верхней уставки] Табл. 4! В этом случае прежде измените значение регистра $14_{\text{ADDR.DEC}}$.
- Записать в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 значение 211_{DEC} (команда включения слежения за переходом амплитуды через жестко заданные границы, стр. 93). В результате действия команды в регистре $10_{\text{ADDR.DEC}}$ [статус управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы] первый бит устанавливается в «1»: $\text{xxxx'xxxx'xxxx'xx1x}$.
- (необязательное действие): прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [контроль получения команды] Табл. 4. Значение регистра должно быть равно 211_{DEC} , что подтверждает получение станцией команды.
- Записать в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 значение 201_{DEC} (команда включения оповещения о срабатывании уставки перехода границы, стр. 93). В результате действия команды в регистре $10_{\text{ADDR.DEC}}$ [статус управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы] нулевой бит устанавливается в «1»: $\text{xxxx'xxxx'xxxx'xxx1}$.
- (необязательное действие): прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [контроль получения команды] Табл. 4. Значение регистра должно быть равно 201_{DEC} , что подтверждает получение станцией команды.
- Считать содержимое регистра $13_{\text{ADDR.DEC}}$ [статус работы БИВ2 с ПП] Табл. 3, значение которого в случае перехода амплитудой замера нижней заданной границы становится равным 1 (когда амплитуда выше нижней границы, значение регистра равно 0). Пока амплитуды замеров будут ниже заданной границы, значение регистра будет равным 1. Обратите внимание, что если задана также и верхняя граница, то при переходе амплитудой замера верхней границы также сработает уставка и произойдет аналогичное оповещение, в результате которого значение регистра станет равным 1. Если нужна работа только нижней уставки, рекомендуется в регистр $14_{\text{ADDR.DEC}}$ [верхняя уставка] Табл. 4 записать заведомо недостижимое значение измеряемого параметра (например, для температуры: 10000°C).

13.9. Задача: для экономии энергии батареи делать замеры амплитуды сигнала примерно (с точность до секунды установить желаемый интервал между замерами и желаемый интервал между выходами на связь не всегда представляется возможным из-за жесткого расписания сеансов связи станции с остальными зарегистрированными датчиками, но программа БИВ3 при установке временных интервалов попытается максимально приблизиться к задаваемым пользователем значениям) один раз в минуту, по расписанию выходить на связь примерно один раз в 20 минут, но при этом внепланово (не дожидаясь плановой связи со станцией по

расписанию, в нашем случае – не дожидаясь окончания 20-минутного интервала) выходить на связь и передавать результаты замеров при выходе амплитуды сигнала за установленные пользователем верхнюю или нижнюю границы (т.е. если амплитуда находится внутри интервала границ уставок, то замеры – раз в минуту и сеансы связи – раз в 20 минут, а если амплитуда перешла какую-либо границу уставок – замер с сеансом связи максимально часто пока амплитуда не вернётся в зону нормальных амплитуд.

Реализация (рекомендованная последовательность действий):

- Записать в регистр 14_{ADDR.DEC} Табл. 4 значение верхней границы амплитуды, при переходе которой (срабатывании верхней уставки) должен состояться внеочередной сеанс связи со станцией.
Внимание, записываемое в регистр верхней уставки значение не может быть меньше значения регистра 12_{ADDR.DEC} [граница нижней уставки] Табл. 4! В этом случае прежде измените значение регистра 12_{ADDR.DEC}.
- Записать в регистр 12_{ADDR.DEC} Табл. 4 значение нижней границы амплитуды, при переходе которой (срабатывании нижней уставки) должен состояться внеочередной сеанс связи со станцией.
Внимание, записываемое в регистр нижней уставки значение не может быть больше значения регистра 14_{ADDR.DEC} [граница верхней уставки] Табл. 4! В этом случае прежде измените значение регистра 14_{ADDR.DEC}.
- Записать в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 значение 211_{DEC} (команда включения слежения за переходом амплитуды через жестко заданные границы, стр. 93). В результате действия команды в регистре 10_{ADDR.DEC} [статус управления реакцией на выход амплитуды за установленные границы] первый бит устанавливается в «1»: xxxx'xxxx'xxxx'xx1x.
- (необязательное действие): прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [контроль получения команды] Табл. 4. Значение регистра должно быть равно 211_{DEC}, что подтверждает получение станцией команды.
- Записать в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 значение 201_{DEC} (команда включения разрешения выхода на связь при срабатывании уставки перехода границы, стр. 93). В результате действия команды в регистре 10_{ADDR.DEC} [статус управления реакцией на выход амплитуды за установленные границы] нулевой бит устанавливается в «1»: xxxx'xxxx'xxxx'xxx1.
- (необязательное действие): прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [контроль получения команды] Табл. 4. Значение регистра должно быть равно 201_{DEC}, что подтверждает получение станцией команды.
- Записать в регистр 8_{ADDR} [интервал между замерами в секундах] Табл. 4 значение 60 (т.к. 1 минута = 60 секунд). Программа автоматически изменит значение регистра на максимально близкое к заданному, но при этом допустимое для текущих временных установок системы.
Пусть, к примеру, в регистр записалось число 63_{DEC}.
- Поскольку наша задача требует осуществлять плановые (внеплановые выходы на связь, осуществляемые в случае срабатывания уставок по амплитуде, в расчёт сейчас не берём) выходы на связь каждые 20 минут (20 минут = 1200 секунд), то следует разделить 1200 секунд на 63 секунды (63 секунды – это в нашем примере время между замерами, см. предыдущий абзац): $1200/63 \approx 19$ (более точный результат деления - 19.05, но нам необходимо ближайшее округление до секунды). Следовательно, нам следует записать в регистр 9_{ADDR} [количество замеров между сеансами связи] Табл. 4

значение 19_{DEC}. В итоге, каждый 19-й замер (что соответствует интервалу 19 минут 57 секунд) датчик будет инициировать плановый сеанс связи со станцией.

Если же амплитуда очередного замера (который будет происходить каждые 63 секунды) вдруг выйдет за какую-либо границу уставок (или верхнюю, или нижнюю), то произойдет внеплановый сеанс связи со станцией, и сеансы связи будут происходить до тех пор (каждые 63 секунды), пока амплитуда замера не вернется в границы нормальных значений, или пока пользователь не запишет новое значение в регистр уставки (отодвинув тем самым границу срабатывания уставки), или пользователь вообще не решит выключить контроль за уровнем амплитуды записью команды 200_{DEC} (стр. 93) в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 датчика.

Значение регистра 13_{ADDR.DEC} [статус работы БИВ2 с ПП] Табл. 3 при срабатывании уставок будет становится равным 1, в случае плановых сеансов связи без срабатывания уставок значение равно 0.

13.10. Задача: получение сигнала оповещения (т.е. изменения значения одного из регистров, описано ниже в этом же пункте) об изменении амплитуды (значение в абсолютных единицах, например, если измерение давления проводится в кПа, то и изменение амплитуды давления (ΔP) также соответствует изменению в кПа) между двумя замерами на величину большую, чем задано в уставке (срабатывании уставки на динамику изменения амплитуды). Частота замеров с передачей данных замеров станции примерно каждые 10 минут.

Реализация (рекомендованная последовательность действий):

- Выполнить операции в соответствии с п. 13.3 для установки интервалов между замерами с передачей данных станции равными примерно 10 минутам.
- Записать в регистр 14_{ADDR.DEC} Табл. 4 значение уставки изменения амплитуды между двумя последующими замерами (т.е. если изменение амплитуды за 10 минут между замерами превышает значение уставки, то должно происходить оповещение).

Внимание, записываемое в регистр уставки значение не может быть меньше значения регистра 12_{ADDR.DEC} [граница нижней уставки для случая жестких границ] Табл. 4! В этом случае прежде измените значение регистра 12_{ADDR.DEC}. В дальнейшем значение этого регистра не будет браться в расчёт при контроле за динамикой амплитуды.

- Записать в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 значение 210_{DEC} (команда включения слежения за динамикой изменения амплитуды, стр. 93). В результате действия команды в регистре 10_{ADDR.DEC} [статус управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы] первый бит устанавливается в «0»: xxxx'xxxx'xxxx'xx0x.
- (необязательное действие): прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [контроль получения команды] Табл. 4. Значение регистра должно быть равно 210_{DEC}, что подтверждает получение станцией команды.
- Записать в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 значение 201_{DEC} (команда включения оповещения о срабатывании уставки, стр. 93). В результате действия команды в регистре 10_{ADDR.DEC} [статус управления реакцией на выход амплитуды замера за установленные границы] нулевой бит устанавливается в «1»: xxxx'xxxx'xxxx'xxx1.
- (необязательное действие): прочитать содержимое регистра 3_{ADDR} [контроль получения команды] Табл. 4. Значение регистра должно быть равно 201_{DEC}, что подтверждает получение станцией команды.

- Считать содержимое регистра $13_{ADDR.DEC}$ [статус работы БИВ2 с ПП] Табл. 3, значение которого в случае срабатывания уставки становится равным 1 (когда амплитуда между замерами изменяется не так значительно и не превышает значение уставки, то значение регистра равно 0). Пока изменения амплитуды между замерами будут значительными (например, идёт продолжительное заполнение ёмкости жидкостью и изменение положения поплавка от замера к замеру превышает заданные пользователем граничные значения динамики изменения уровня), значение регистра будет равным 1. Обратите внимание, что контроль за динамикой происходит в обе стороны (как на увеличение, так и на уменьшение) изменения амплитуды сигнала (т.е. при опустошении резервуара и быстром снижении уровня поплавка уставка также будет срабатывать)!

Оповещение будет приходиться каждый раз, пока изменение амплитуды между замерами не вернётся в границы нормальных значений, или пока пользователь не запишет новое значение в регистр уставки (расширив тем самым границы срабатывания уставки), или пользователь вообще не решит выключить контроль за уровнем амплитуды записью команды 200_{DEC} (стр. 93) в регистр 0_{ADDR} [регистр команд] Табл. 4 датчика.

14. Обслуживание

14.1. Элемент питания БИВ2-ЭП подлежит замене по окончании его срока службы или снижении напряжения питания вследствие разряда. Порядок проведения замены элемента питания должен проводиться по следующему алгоритму:

- 1) Открутите глухую крышку корпуса БИВ2, под которой находится съемный элемент питания.
- 2) Отсоедините разъем питания и извлеките старый ЭП.
- 3) Проверьте тип нового элемента питания (маркировка БИВ2-ЭП).
- 4) Вставьте новый элемент питания и подключите разъем питания.
- 5) Закрутите глухую крышку корпуса БИВ2 убедившись, что провода не пережаты.

14.2. После длительного (более 12 месяцев) хранения или хранения при повышенной температуре у автономных элементов питания БИВ2 может снизиться нагрузочная способность.

14.2.1. Допускается перед вводом в эксплуатацию проверять напряжение на ЭП датчика под нагрузкой (ток нагрузки – 100...150 мА). В качестве нагрузки можно использовать резистор с сопротивлением 22...36 Ом / 0.5 Вт, подключив его к разъему элемента питания. У исправного элемента питания напряжение на нагрузке (резисторе) должно быть не менее 3.2 В.

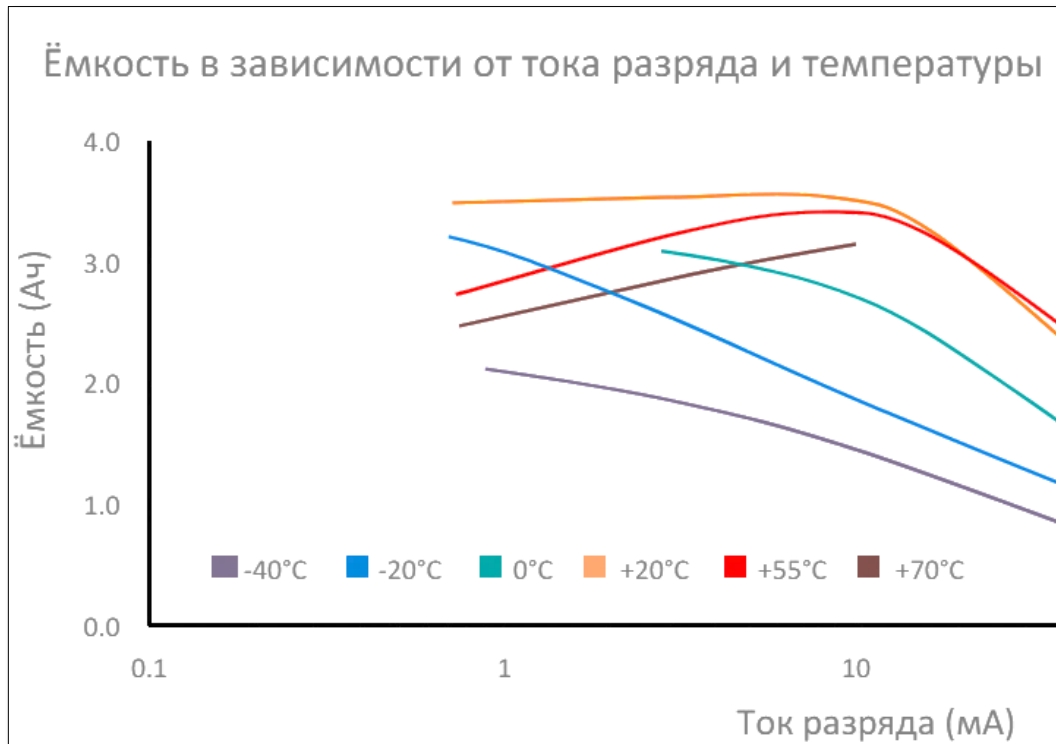
14.2.2. В случае более значительной просадки напряжения при отсутствии запасного ЭП возможно провести частичное восстановление батареи следующей поэтапной тренировкой:

- 1) Работа на вышеуказанную (п. 14.2.1) нагрузку в течение 5...10 мин.
- 2) Пауза без нагрузки в течение 30 минут.
- 3) Контроль напряжения на выводах батареи при подключенной вышеуказанной нагрузке, принятие решения о продолжении тренировки.

Для достижения восстановления ЭП до допустимого для дальнейшей работы состояния может потребоваться повторить процедуру тренировки пп. 1)...3) до 3...5 раз.

14.3. Следует иметь в виду, что в низкотемпературные сезоны продолжительность работоспособности датчика БИВ2 от свежей батареи значительно снижается (по времени может сокращаться в 1,5...2 раза) вследствие уменьшения ёмкости ЭП при снижении температуры окружающей среды (график от производителя ЭП для понимания относительного изменения ёмкости батареи от температуры на Рис. 21).

Рис. 21



15. Ремонт

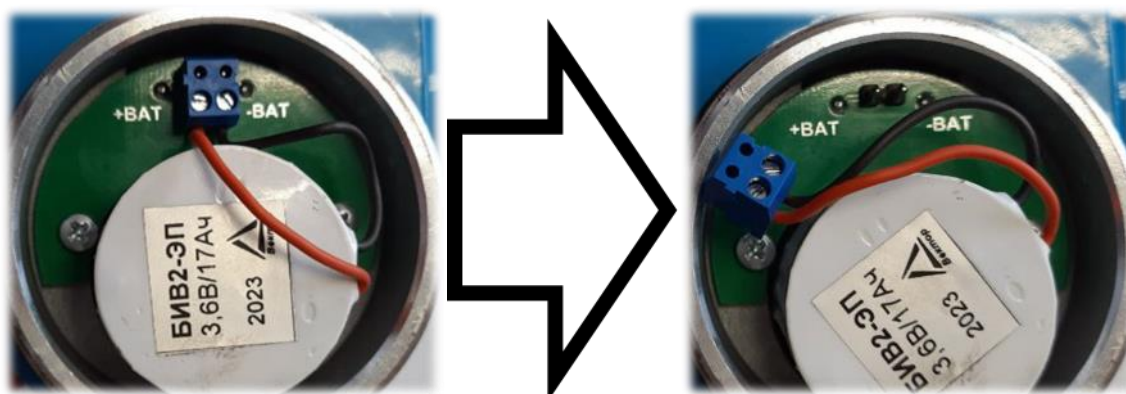
15.1. При выходе из строя БИВ (БИВ2, БИВ3) подлежат ремонту только на [предприятии-изготовителе](#).

16. Демонтаж оборудования

16.1. Демонтаж устройств входящих в БКСД может осуществляться с соблюдением мер предосторожности (п. 18) в любом порядке следования независимо от типа устройства (БИВ2 или БИВ3).

16.2. Если БИВ2 демонтируется для последующего складского хранения, следует после демонтажа корпуса открутить глухую (без стекла) крышку устройства и отсоединить разъём батареи от разъёма на плате устройства (Рис. 22). Затем закрутить глухую крышку блока.

Рис. 22



16.3. Если БИВ2 предполагается хранить весьма продолжительное (более 2 лет) время (например, в составе ЗиП), рекомендуется извлечь из корпуса устройства автономный ЭП (батарею) и хранить его в нежарком помещении.

17. Условия эксплуатации, транспортировки и хранения

17.1. Безопасная эксплуатация БКСД обеспечивается:

- 1) использованием БКСД согласно его назначению (п. 1) и в соответствии с техническими характеристиками (п. 0);
- 2) соблюдением условий и требований безопасной эксплуатации, транспортировки, хранения (Табл. 11, п. 17.3);
- 3) соблюдением порядка обслуживания (п. 9.2);
- 4) соблюдением требований правильного монтажа и подключения (п. 5).

17.2. Условия эксплуатации, транспортировки, хранения представлены в Табл. 11.

Табл. 11

Параметр		Характеристика	Примечание
Климатическое исполнение		Климатическое исполнение ОМ при категории размещения 1 и 5 по ГОСТ 15150	
Температура	Работа	-55 °С ...+85 °С	
	Транспортировка и хранение	В помещениях, соответствующих группе «Л» по ГОСТ 15150	Перед длительным хранением (более 2-х лет) из БИВ2 рекомендуется извлекать батарею питания (п. 16.2)
Колебания температуры	Работа	не более $\pm 10^{\circ}/ч$	
	Транспортировка и хранение	не более $\pm 20^{\circ}/ч$	
Относительная влажность	Работа	5...100 %	100 % при 35° С
	Транспортировка и хранение	УХЛ4 по ГОСТ 15150	
Удары, вибрация	Работа	По устойчивости к механическим воздействиям согласно исполнению N1 по ГОСТ Р 52931	
Атмосферное давление	Работа	84...106,7 кПа (630...800 мм рт. ст.)	
Пыль и загрязнения	Работа	IP66/IP68 по ГОСТ 14254	

17.3. Каждая единица БКСД поставляется в индивидуальной таре (обычно это деревянный ящик). Внутри тары находится устройство (БИВ), упакованное в полиэтиленовую мягкую транспортировочную пленку. Транспортировка устройства допускается любым видом транспорта, кроме негерметизированных отсеков самолета, с защитой от прямого попадания атмосферных осадков.

17.4. Срок бесперебойной эксплуатации БКСД в целом ограничивается ресурсом батареи каждого БИВ2. Ресурс батареи зависит от:

- 1) Типа используемого ПП, установленного в БИВ2.

2) Температуры окружающего воздуха. Ёмкость батареи несколько уменьшается при работе на отрицательных температурах.

3) Условий распространения радиосигнала. Большая удалённость датчика от станции или зашумлённость эфира на рабочих радиочастотах связи влияют на экономичность работы приёмопередающего устройства БИВ.

17.5. Гарантийный срок эксплуатации составляет 12 месяцев с момента ввода в опытную/штатную эксплуатацию в составе АСУ ТП. Гарантийные обязательства несет ООО «ОКБ Вектор» при соблюдении заказчиком условий эксплуатации.

17.6. Гарантийный срок хранения БКСД составляет 12 месяцев с момента поставки оборудования. Гарантийные обязательства несет ООО «ОКБ Вектор» при соблюдении заказчиком условий хранения.

17.7. Назначенный ресурс работы БКСД составляет 10 лет при соблюдении условий и требований безопасной эксплуатации, порядка обслуживания, диагностирования, ремонта и хранения.

17.8. Средняя наработка на отказ БИВ с учетом технического обслуживания, регламентируемого данным руководством, не менее 50000 ч.

18. Меры предосторожности

18.1. Коммутацию внешних цепей БИВЗ следует производить только при отключенном питании!

18.2. Монтаж и демонтаж БИВЗ следует проводить только с отсоединёнными внешними цепями.

18.3. В месте установки БИВ необходимо наличие контура заземления.

18.4. При монтаже устройств цепь заземления подключается в первую очередь, при демонтаже отключается в последнюю очередь.

18.5. При работе с автономными элементами питания (БИВ2) запрещается их заряжать, замыкать накоротко, нагревать выше 100°C.

19. Идентификация и маркировка

19.1. На каждом корпусе устройства БИВ имеется этикетка, которая содержит:

- 1) наименование изделия полное и сокращенное;
- 2) код и знак взрывозащиты;
- 3) наименование организации, выдавшей сертификат взрывозащиты;
- 4) знак соответствия техническому регламенту Таможенного Союза;
- 5) диапазон рабочих температур;
- 6) серийный заводской номер изделия;
- 7) товарный знак, наименование и адрес официального сайта организации-изготовителя.

19.2. На транспортную тару нанесены:

- 1) товарный знак предприятия-изготовителя;
- 2) наименование организации, выдавшей сертификат взрывозащиты;
- 3) наименование и тип изделия;
- 4) заводской номер;
- 5) дата выпуска.

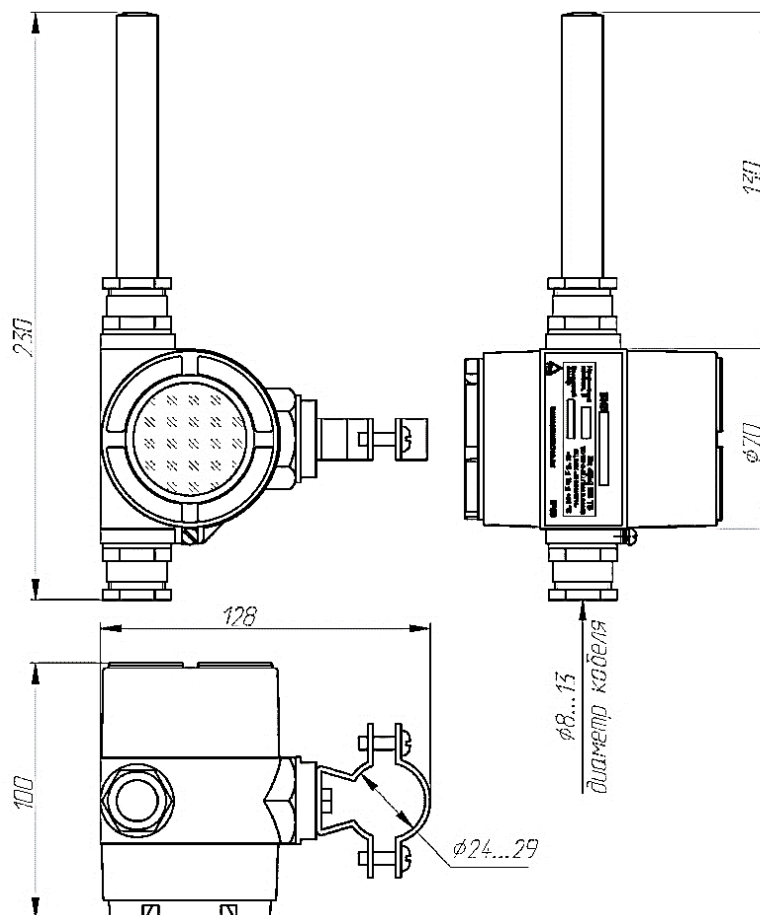
19.3. Также на транспортной таре могут быть нанесены дополнительные информационные надписи, манипуляционные знаки, соответствующие надписям: “Хрупкое – осторожно”, “Верх”, “Беречь от влаги”.

19.4. Рядом с клеммой заземления БИВ нанесен знак заземления.

20. Внешний вид и габариты

20.1. Основные габаритные размеры БИВ указаны на Рис. 23.

Рис. 23



21. Комплектность

21.1. Комплектность поставки БИВ приведена в Табл. 12

Табл. 12

Наименование	Кол-во, шт.
Блок интерфейсный взрывозащищенный ВГАР.426477.001	1
Элемент питания БИВ2-ЭП (для БИВ2)	1
Руководство по эксплуатации БКСД ВГАР.426477.010 РЭ	1
Тара ВГАР.320005.003	1
Паспорт ВГАР.426477.001ПС	1
Руководство по эксплуатации БИВ ВГАР.426477.001 РЭ	1
Паспорт БИВ ВГАР.426477.001 ПС	1

22. Предупреждения и ограничения

- 22.1.** Настоящее руководство разработано для пользователя с целью изучения и быстрого получения необходимых сведений по функционированию и техническим характеристикам изделия.
- 22.2.** Прежде чем приступать к работе с изделием внимательно ознакомьтесь с настоящим руководством.
- 22.3.** Никакая часть этого руководства не может быть передана третьей стороне без предварительного письменного разрешения ООО «ОКБ Вектор».
- 22.4.** ООО «ОКБ Вектор» сохраняет за собой право вносить коррективы в руководство и совершенствовать само изделие (улучшение параметров, замена компонентов, снятых с производства и т.п.) в любой момент времени без предварительного уведомления или обязательств.
- 22.5.** Если в процессе изучения документа у вас возникли какие-либо вопросы или вы обнаружили ошибки/опечатки в настоящем руководстве, обратитесь, пожалуйста, к нашим представителям по продажам или к вашему поставщику. На последней странице РЭ также указаны [контактные данные](#) технического отдела компании-изготовителя.

Приложение А. MODBUS-RTU

- А.1.** Протокол связи регламентирует обмен данными между БИВЗ и внешним устройством.
- А.2.** Протокол связи представляет собой совокупность правил, определяющих формат и процедуры обмена информацией между БИВЗ и внешним устройством.
- А.3.** Обмен данными осуществляется по интерфейсу RS485 с использованием промышленного протокола MODBUS-RTU.
- А.4.** В сети может присутствовать одно внешнее устройство, являющееся ведущим (далее – ведущий, чаще это контроллер АСУ ТП), и одно или несколько (в случае использования интерфейсов RS485) периферийных устройств, являющихся ведомыми (далее – ведомый, в нашем случае – это станция БИВЗ).
- А.5.** Обмен данными между ведущим и ведомыми устройствами осуществляется в режиме «запрос – ответ». Ведущий посылает запрос ведомому. Ведомый принимает, исполняет запрос и выдает ответ ведущему. Время с момента выдачи ведущим запроса до получения им ответа (таймаут) устанавливается в сетевых настройках ведущего.
- А.6.** Ведомый отвечает на запрос только в том случае, если запрос отправлен именно ему (а не другому ведомому), т.е. код запроса содержит адрес именно этого ведомого. Следовательно, для корректной работы ведущего с ведомыми должно соблюдаться условие отсутствия одинаковых адресов у ведомых устройств, чтобы на запрос ведущего не отвечало более одного ведомого.
- 22.6.** К одному интерфейсу RS485 при использовании на одном объекте может быть подключено параллельно до семи станций БИВЗ (Рис. 20). С каждой из этих станций может работать до 32 датчиков БИВ2. И на всех этих станциях и датчиках должны быть установлены неповторяющиеся MODBUS-адреса (п. 6.1.3)!
- А.7.** Обмен данными с БИВЗ по каналу связи RS485 производится со скоростью 9600 бод, 8 бит данных, без контроля чётности, 1 стоповый бит.
- А.8.** Чтение *данных*¹ датчиков (п. 1.9) и станции (п. 0) осуществляется запросом с использованием команды «чтения аналогового ввода» (код 0x04). Одним запросом можно прочитать любое количество регистров *данных* датчика или станции.
- А.9.** Чтение *параметров*² датчиков (п. 1.10) и станции (п. 1.7) осуществляется запросом с использованием команды «чтения аналогового вывода» (код 0x03). Одним запросом можно прочитать любое количество регистров *параметров* датчика или станции.
- А.10.** Изменение *параметра* какого-либо датчика (п. 1.11) или станции (п. 1.8) осуществляется запросом с использованием команды «записи аналогового вывода» (код 0x10). Одним запросом можно изменить только один *параметр* или датчика или станции.
- А.11.** Адрес БИВЗ в сети (MODBUS-адрес) устанавливается перед первым включением (п. 6.1.3) до подачи питания. После включения питания БИВЗ изменять адрес на запитанном устройстве недопустимо. По MODBUS-адресу ведомого устройства, установленного на БИВЗ, можно читать и изменять значения регистров данных и параметров БИВЗ в соответствии с пп. 0...1.8.

¹ Под «регистрами данных» понимаются регистры, в которых хранятся результаты замеров датчиков, а также данные, используемые для контроля работы датчиков и станции.

² Под «регистрами параметров» понимаются регистры, в которых хранятся значения, от которых зависят режимы работы датчика или станции. Большинство «регистров параметров» являются изменяемыми, т.е. значение этого регистра можно изменить командой записи (п. А.10)

Чтобы изменить MODBUS-адрес БИВ3 следует:

- 1) выключить питание БИВ3;
- 2) изменить адрес (п. 6.1.3);
- 3) включить питание БИВ3.

А.12. Адрес БИВ2 в сети (MODBUS-адрес) устанавливаются перед первым включением (п. 6.1.3) до подачи питания (подключения ЭП, Рис. 16). После включения питания БИВ2 изменять адрес на запитанном устройстве недопустимо. По MODBUS-адресу ведомого устройства, установленного на БИВ2, можно читать и изменять значения регистров данных и параметров БИВ2 в соответствии с пп. 1.9...1.11.

Чтобы изменить адрес БИВ2 следует:

- 1) отключить питание БИВ2 (извлечь разъём батареи питания, Рис. 22);
- 2) изменить адрес (п. 6.1.3);
- 3) подключить питание (вставить разъём батареи питания, Рис. 16).

Приложение Б. Команды БИВЗ

- ✓ Команда 300. Предупредительные уставки у каждого датчика индивидуальные.
- ✓ Команда 301. Предупредительные уставки у всех датчиков одинаковые.
- ✓ Команда 320. Максимальное количество невыходов на связь индивидуально.
- ✓ Команда 321. Максимальное количество невыходов на связь у всех датчиков одинаковое.
- ✓ Команда 330. Интервалы между замерами физических величин для каждого датчика индивидуальные.
- ✓ Команда 331. Интервалы между замерами физических величин для всех датчиков одинаковые.
- ✓ Команда 341. Интервалы между сеансами связи для каждого датчика индивидуальные.
- ✓ Команда 340. Интервалы между сеансами связи для всех датчиков одинаковые.
- ✓ Команда 200 - Контроль за амплитудой сигнала ВЫключить.
- ✓ Команда 201 - Контроль за амплитудой сигнала ВКлючить (также разрешает датчику инициировать сеанс связи для передачи данных станции в случае срабатывания любой (верхней или нижней) из уставок).
- ✓ Команда 210 - Контроль за относительным изменением амплитуды сигнала (контроль за динамикой изменения амплитуды сигнала).
- ✓ Команда 211 - Контроль за выходом амплитуды сигнала текущего замера за жёстко заданные границы уставок.
- ✓ Команда 404 – Быстрое удаление регистрации датчика в системе.

Приложение В.