

# Исполнительная система ®DiademCore

Описание функциональных блоков  
(технологических модулей)

Редакция 1.0

ООО «АСУ-ЛИДЕР», 2020 г

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 1
-----------------	---	------------

## Оглавление

1.	Введение .....	4
1.1.	Исполнительное ядро .....	4
1.2.	Принципы технологического программирования.....	5
1.3.	Свойства технологического модуля.....	8
1.4.	Свойства подключения .....	9
1.5.	Репозиторий структур.....	10
1.6.	Общая часть структуры ТМ .....	11
2.	Технологические модули для программирования .....	11
2.1.	ТМ дискретной логики .....	11
2.1.1.	RS-триггер .....	11
2.1.2.	Компаратор.....	12
2.1.3.	Оператор AND.....	13
2.1.4.	Оператор OR .....	15
2.1.5.	Оператор XOR .....	16
2.1.6.	Оператор сравнения на больше .....	17
2.1.7.	Оператор сравнения на меньше .....	18
2.1.8.	Переключатель входов .....	19
2.1.9.	Переключатель выходов.....	20
2.2.	ТМ временной логики .....	21
2.2.1.	Задержка .....	21
2.2.2.	Запаздывание .....	22
2.2.3.	Импульсатор .....	23
2.2.4.	Абсолютное время.....	24
2.2.5.	Составляющие времени .....	25
2.2.6.	Сумматор времени .....	26
2.3.	ТМ нелинейной логики .....	27
2.3.1.	Апертура .....	27
2.3.2.	Аппроксиматор .....	28
2.3.3.	Генератор синуса.....	29
2.3.4.	Математическая функция .....	30
2.3.5.	Степень.....	31
2.3.6.	Фильтр .....	32
2.4.	ТМ целочисленной логики .....	33
2.4.1.	Битовый сдвиг .....	33
2.4.2.	Выделение достоверности .....	34
2.4.3.	Присоединение достоверности .....	35
2.4.4.	Целочисленное разложение .....	35
2.4.5.	Целочисленное формирование.....	36

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 2
-----------------	---	------------

2.5.	ТМ линейной логики .....	37
2.5.1.	Выбор минимального/максимального значения .....	37
2.5.2.	Вычитатель.....	38
2.5.3.	Делитель.....	39
2.5.4.	Расчет среднего значения .....	40
2.5.5.	Сумматор.....	41
2.5.6.	Умножитель .....	42
2.5.7.	Уставка.....	43
2.6.	ТМ динамической логики .....	44
2.6.1.	Демпфер .....	44
2.6.2.	Дифференциатор.....	45
2.6.3.	Интегратор с ограничениями .....	46
2.6.4.	Интегро-дифференциатор .....	48
2.7.	Прочие ТМ .....	49
2.7.1.	2 из 3-х .....	49
2.7.2.	2 из 3-х (плавающее).....	50
2.7.3.	Аккумулятор .....	51
2.7.4.	Диапазон.....	52
2.7.5.	Заглушка .....	54
2.7.6.	Счетчик импульсов .....	55
2.7.7.	Ячейка памяти.....	56
2.8.	Системные ТМ .....	57
2.8.1.	Системный конфигуратор .....	57
2.8.2.	Системная задача.....	59
2.9.	Макромодуль.....	60
2.9.1.	Общая характеристика.....	60
2.9.2.	Вход макромодуля.....	61
2.9.3.	Выход макромодуля .....	62
2.9.4.	Такт макромодуля.....	62
3.	Технологические модули для обеспечения ввода/вывода .....	63
3.1.	Протокол Modbus.....	63
3.1.1.	Общая схема работы .....	63
3.1.2.	MODBUS IP master service .....	66
3.1.3.	MODBUS RTU master service .....	67
3.1.4.	MODBUS source to read (function 1,2).....	68
3.1.5.	MODBUS source to read (function 3,4).....	69
3.1.6.	MODBUS source to write (function 15) .....	70
3.1.7.	MODBUS source to write (function 16) .....	72
3.1.8.	MODBUS source to read/write (function 23) .....	73

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 3
-----------------	---	------------

3.1.9.	MODBUS IP slave service.....	74
3.1.10.	MODBUS RTU slave service.....	75
3.1.11.	MODBUS destination for read (function 3,4) .....	76
3.1.12.	MODBUS destination for write (function 16).....	77
3.1.13.	MODBUS destination for read/write (function 23) .....	78
3.1.14.	MODBUS Input Flag .....	80
3.1.15.	MODBUS Input Value .....	80
3.1.16.	MODBUS Output Flag .....	82
3.1.17.	MODBUS Output Value .....	82
3.1.18.	Входной элемент RF-датчиков .....	83
3.2.	Протокол MQTT .....	85
3.2.1.	Общая схема работы .....	85
3.2.2.	MQTT broker connection.....	88
3.2.3.	MQTT topic subscriber .....	90
3.2.4.	MQTT topic publisher .....	91
3.2.5.	MQTT string selector published .....	92
3.3.	Интерфейс GPIO.....	93
3.3.1.	Общая схема работы .....	93
3.3.2.	Группа GPIO .....	93
3.3.3.	Дискретный вывод .....	94
3.3.4.	Дискретный ввод.....	95
3.3.5.	Аналоговый ввод .....	96

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 4
-----------------	---	------------

## 1. Введение

В настоящем документе приводится описание базовых принципов и механизмов работы исполнительного ядра программируемого логического контролера с возможностью загрузки в него пользовательских технологических программ, построенных в виде функционально-блоковых диаграмм стандарта IEC 61131-3.

В документе приняты следующие сокращения:

ИС – исполнительная система;

ИЯ – ядро исполнительной системы, оно же исполнительное ядро;

ОС – операционная система;

ПК – персональный компьютер;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ТМ – технологический модуль;

ТП – технологическая программа;

ФБ – функциональный блок;

ФБД (FBD) – функционально-блоковая диаграмма (functional block diagram);

SoC – System of Cristal (Система на Кристалле)

Слова, напечатанные *наклонным шрифтом*, являются терминами, далее по тексту будут печататься обычным шрифтом полным названием или принятым сокращением.

### 1.1. Исполнительное ядро

*Исполнительное ядро (ИЯ)* представляет собой платформенно-независимый программный сервис, предварительно запущенный в ОС ПЛК, либо в ОС ПК или сервера, и взаимодействующий с его аппаратной частью посредством стандартных обращений к функциям ОС. В ИЯ содержится реализация стандартных прикладных протоколов взаимодействия с внешними устройствами, серверами ввода-вывода, и другими поставщиками, и потребителями оперативной информации: Modbus-RTU, Modbus-TCP(UDP), MQTT, OPC UA.

Основные функции ИЯ:

- обеспечение корректной загрузки, сохранения и автоматического запуска спроектированной пользователем технологической прикладной программы;
- циклическое выполнение технологической программы в режиме реального времени;
- обеспечение возможности отладки и поиска ошибок работы технологической программы в реальном времени и пошаговом режиме;
- формирование входных параметров из устройств, подключенных по стандартным прикладным протоколам с определением их качества по различным критериям;
- формирование выходных параметров для потребителей, подключаемым по стандартным прикладным протоколам, с присвоением меток времени и признаков качества в рамках используемых протоколов;
- обеспечение взаимодействия по аппаратно-зависимым интерфейсам ввода/вывода (например, GPIO);
- обеспечение схемы лицензирования прикладной технологической программы пользователя.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 5
-----------------	---	------------

ТП разрабатывается, загружается и отлаживается в специализированном редакторе <sup>®</sup>DiademLogic, использующим принцип построения схемы FBD из набора *функциональных блоков* (ФБ). Большинство ФБ реализуют общепринятую логику систем стандарта IEC 61131-3 (ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016). Совокупность ИЯ и набора ФБ для построения прикладной технологической программы является *исполнительной системой* (ИС) и носит название <sup>®</sup>DiademCore. ФБ в данной ИС называется *технологическим модулем* (ТМ), который имеет свои особенности по сравнению с ФБ, описанным в стандарте IEC 61131-3.

ИС <sup>®</sup>DiademCore и редактор <sup>®</sup>DiademLogic являются частями общего комплекса программ <sup>®</sup>ДИАДЕМА, разработанным компанией ООО «АСУ-ЛИДЕР».

ИС может выполняться в составе ОС Microsoft Windows, Linux (с версией libc не ниже 2.24 и поддержкой SystemD), QNX Neutrino, Free RTOS. Аппаратная платформа в случае установки на нее вышеуказанных ОС ограничений не имеет. ИЯ поддерживает стандартные интерфейсы связи: последовательный UART (в виде аппаратных или виртуальных СОМ-портов) и сетевой протокол TCP/IP (работающей на Ethernet, WiFi, GPRS и т.д.). Для использования особенностей некоторых аппаратных платформ в состав свойств ТМ для этих платформ могут быть внесены незначительные изменения либо добавлены специализированные ТМ.

На данный момент существуют 3 реализации ИС:

- UniPlatform – ИС, работающая на любой типовой указанной выше программно-аппаратной платформе;
- Raspberry – ИС, работающая на семействе процессорных модулей Raspberry PI;
- ESP8266 – ИС, работающая на SoC Espressif Systems ESP8266.

## 1.2. Принципы технологического программирования

Основой технологического программирования является ТМ. ТМ также является основной единицей конфигурирования ИС. Под конфигурированием ИС в данном случае понимается настройка среды исполнения (создание задач, расстановка приоритетов, длин очередей т.д.), настройка коммуникационных интерфейсов, формирование каналов ввода/вывода по прикладным протоколам. ТМ обеспечивает периодическое выполнение некоторого внутреннего алгоритма. ТМ состоит из фиксированного набора *констант*, уникального для каждого *типа* ТМ, а также *входов и выходов*, предназначенных для формирования межмодульных *ассоциаций*. Ассоциация может быть *подключением* или *отношением*. *Подключения* предназначены для передачи *элемента данных* от выхода одного ТМ во вход другого ТМ внутри ИС отдельного устройства. *Отношения* формируют логическую группировку сходных по назначению ТМ вокруг одного группового ТМ. Некоторые входы ТМ могут иметь аналогичные по назначению *настройки*, которые отличаются от входов тем, что их значения могут быть изменены из редактора ТП без необходимости перезагрузки всего проекта в устройство. Часть настроек служит для начальной установки определенного состояния ТМ после включения устройства. Подключенные не сохраняемые в настройках входы в начальный момент времени устанавливаются в нулевое достоверное значение. Неподключенные входы учитываются или не учитываются в зависимости от реализованного алгоритма работы конкретного типа ТМ. Подключенный вход ТМ также называется *задействованным*.

Все ТМ создаются внутри проекта единой ТП устройства, который формируется в редакторе <sup>®</sup>DiademLogic как многостраничный документ и затем загружается в ИС одного устройства (в случае резервирования в пару). В ТП должна быть определена одна или более *Системных задач*, которые обеспечивают последовательное тактовое выполнение внутренних алгоритмов, привязанных к ним ТМ. Порядок обхода ТМ задается при проектировании. ТМ, привязанные к разным *Системным задачам*, будут выполняться параллельно, выдерживая приоритет своей

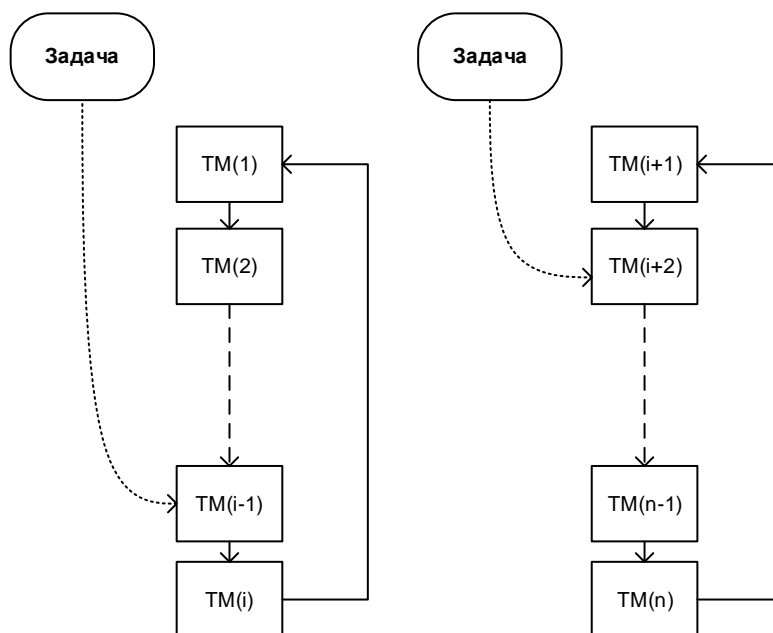
ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 6
-----------------	---	------------

задачи. Общий такт задачи задается в соответствующей константе ТМ «Системная задача» (описание в соответствующем разделе).

На каждом такте *Системная задача* проверяет необходимость запуска обсчета внутреннего алгоритма ТМ в цепочке, суммируя время последнего запуска и такт обсчета ТМ. Такт обсчета ТМ задается в константе этого ТМ (Рисунок 1.2.1). Запущенный внутренний алгоритм ТМ анализирует изменение элементов данных своих входов, настроек, областей обмена с задачами прикладных протоколов, а также состояния активных внутренних таймеров, и при любом изменении свойств выполняет однократный обсчет. Результаты обсчета передаются на собственные выходы, откуда, в случае наличия *ассоциаций* типа *подключение*, передаются на входы других подключенных к нему ТМ.

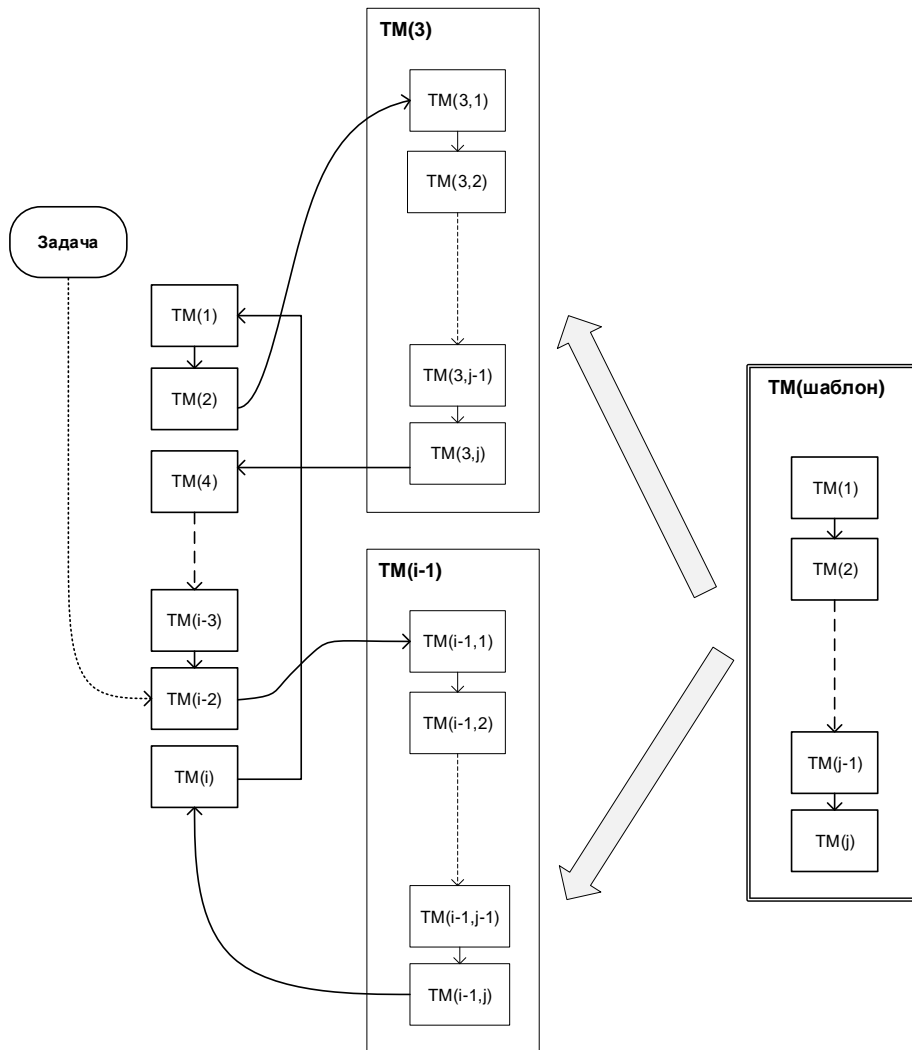
ТМ в составе группы, то есть соединенные со своим *группообразующим* ТМ *ассоциацией* типа *отношение*, обсчитываются в цепочке *Системной задачи*, заданной для группообразующего. ТМ, не соединенные отношением со своим группообразующим, из обсчета исключаются.

Рисунок 1.2.1



Кроме ТМ, представленных в наборе с используемой ИС, допускается создание пользовательских ТМ (*макромодулей*), внутренний алгоритм которых формируется по принципу, схожему с принципом построения основного документа, но с некоторыми ограничениями. Алгоритм макромодуля, формируемого пользователем, называется *макрошаблоном*. Подробно о формировании *макромодулей* описано в соответствующем разделе. Экземпляры макромодулей обозначаются при построении ТП, а создаются в ИС автоматически при инициализации загруженной в устройство ТП. Несколько *макромодулей*, сформированных на основе одного и того же *макрошаблона*, выполняются по единому алгоритму, как самостоятельные ТМ, со своими сохраненными настройками и состояниями входящих ТМ. ТМ внутри *макрошаблона* обсчитываются за один проход по всей цепочке с тактом, определенным в константе *макромодуля* (Рисунок 1.2.2).

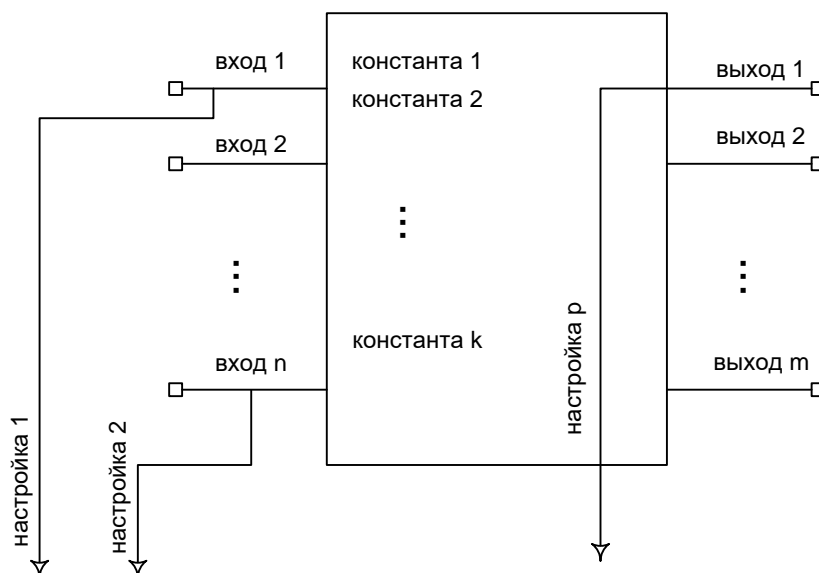
Рисунок 1.2.2





### 1.3. Свойства технологического модуля

Рисунок 1.3.1



ТМ включает в себя ряд определенных данным типом свойств, таких как константы, настройки, входы и выходы (Рисунок 1.3.1). Часть из них являются обязательными, часть опциональными. Обязательные свойства должны быть определены на этапе создания ТП в редакторе.

Константа представляет собой значение фиксированного типа, задаваемое на этапе создания ТП. Структура константы для описания в редакторе проекта включает в себя:

- номер по порядку нахождения в структуре конкретного ТМ;
- краткое уникальное наименование на английском языке;
- краткое неуникальное название на локализованном языке;
- описание на локализованном языке;
- дополнительные атрибуты;
- значение типа из приведенных в Таблица 1.3.1;
- сформированное значение в соответствии с типом константы.

Таблица 1.3.1

Метка типа	Значение типа	Описание типа	ГОСТ Р МЭК 61131-3	Длина, байт
bool	1	0 либо 1 (false либо true)	BOOL	1
float	2	Формат IEEE 754 одинарной точности	REAL	4
int32	3	Знаковое целое 32-бит	DINT	4
uint32	4	Беззнаковое целое 32-бит	DWORD	4
ushort	5	Беззнаковое целое 16-бит	INT	2
short	6	Знаковое целое 16-бит	WORD	2
byte	7	Байт (8-бит)	BYTE	1
string	8	Строка ASCII или произвольный объект	STRING	>0
InfoType	9	Тип элемента данных	Enum_Type	1

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 9
-----------------	---	------------

Сохраняемая настройка может опционально создаваться для определенных входов различных ТМ с целью начальной установки значения входа ТМ после загрузки устройства. Она может быть изменена с помощью отладочных команд с последующим сохранением значения в ТП устройства. Структура настройки для описания в редакторе проекта включает в себя:

- номер по порядку нахождения в структуре конкретного ТМ;
- краткое уникальное наименование на английском языке;
- краткое неуникальное название на локализованном языке;
- описание на локализованном языке;
- дополнительные атрибуты;
- значение типа из приведенных в Таблица 1.3.2;
- сформированное значение в соответствии с типом настройки.

Типы значений некоторых настроек могут задаваться соответствующей управляющей константой с типом элемента данных.

**Таблица 1.3.2**

Метка типа	Значение типа	Описание типа	ГОСТ Р МЭК 61131-3	Длина, байт
Discret	0	0, либо 1	BOOL	4
Float	1	Формат IEEE 754 одинарной точности	REAL	4
Integer	2	Знаковое целое 32-бит	DINT	4
Unsigned	3	Беззнаковое целое 32-бит	DWORD	4

Входы или выходы ТМ имеют predetermined либо заданные на этапе создания ТП в режимных константах типы входной и выходной информации.

## 1.4. Свойства подключения

Подключение формируется на этапе создания ТП и обозначает направление передачи элемента данных между выходом ТМ источника и входом ТМ приемника, а также предварительную обработку элемента данных перед выполнением вычисления внутреннего алгоритма принимающего ТМ. В элементе данных всегда присутствует *признак качества*, который может быть учтен в алгоритме ТМ приемника. Признак качества представляет собой целочисленное двухбайтовое число, где в соответствующих битах формируются недостоверности, представленные в Таблица 1.4.1.

**Таблица 1.4.1**

Бит недостоверности	Описание
0	Переполнение при выполнении математической операции
1	Недостоверность по исходному источнику (физическому или цифровому)
2	Недостоверность по внутреннему алгоритму
3	Ручная подмена значения ассоциации

Структура элемента представлена в Таблица 1.4.2.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 10
-----------------	---	-------------

Таблица 1.4.2

Байта начала поля	Тип поля	Описание поля	Длина в байтах
0	ushort	Уникальный для цепочки ТМ идентификатор ассоциации	2
2	ushort	Идентификатор ТМ источника	2
4	byte	Номер выхода источника	1
5	ushort	Идентификатор ТМ приемника	2
7	byte	Номер входа приемника	1
8	byte	Маска режимов предобработки для значения элемента данных	1
9	ushort	Маска битов достоверности для признака качества элемента данных	2

Устанавливаемая маска режимов предобработки значения элемента данных производит предварительные действия над значением до передачи его во вход принимающего ТМ. Существуют следующие режимы предобработки:

- *инверсия значения*: для типа Float и Integer - производится операция умножение на (-1), для типа Unsigned – битовая операция NOT полного значения, для типа Discret – битовая операция NOT младшего бита;
- *маска достоверности* предназначена для удаления выбранных битов достоверности из признака качества элемента данных до передачи его во вход принимающего ТМ.

Маски предобработки и достоверности могут изменяться с помощью отладочных команд с последующим сохранением значений в ТП устройства.

Спроектированное подключение автоматически преобразует значение элемента данных, передаваемое от выхода ТМ источника к типу входа ТМ приемника. Таким образом, ИС не накладывает ограничение на соответствие типов данных для источника и приемника.

Значение элемента данных на дискретном входе или выходе ТМ называется *состоянием*. Применительно к состоянию возможно использование термина *установлено*, если значение “1”, и *сброшено*, если значение “0”.

## 1.5. Репозиторий структур

Структуры ТМ хранятся в виде файлов общего *репозитория* и наполняются в зависимости от типа устройства и номера версии ПО исполнительной системы устройства. Отдельные ТМ могут присутствовать только в некоторых версиях устройства, а некоторые ТМ могут иметь различную структуру в разных версиях одного и того же устройства.

При создании ТП структура ТМ фиксируется в создаваемом проекте и может быть впоследствии изменена только путем конвертирования проекта в другую версию или другой тип устройства. В Таблица 1.5.1 приведены поддерживаемые версии структур. В первом столбце указана ссылка, которая будет использована ниже по тексту для указания применимости структуры для конкретной версии устройства.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 11
-----------------	---	-------------

Таблица 1.5.1

Ссылка	Устройство	Версия	Описание
Rp1	ESP8266	1.0	Устройства и на базе ESP8266
Rp2	Raspberry	1.0	Устройства на базе Raspberry PI
Rp3	UniPlatform	1.0	Универсальная прошивка для типовых платформ на базе ОС Windows, Linux, QNX

## 1.6. Общая часть структуры ТМ

В общей части структуры задается номер типа ТМ (byte) и уникальный идентификатор ТМ в цепочке (ushort), порядок обсчета в цепочке ТМ, а также несколько констант, представленных в Таблица 1.6.1.

Таблица 1.6.1

Номер	Тип	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Byte	NumTask	Номер задачи исп. системы для обсчета	Ссылка на созданный ТМ "Системная задача"
2	Ushort	Takt	Такт обсчета	мсек.
3-9			Резерв	

Для ТМ, входящих в состав шаблона макромодуля, не задаются *Номер задачи* и *Такт обсчета*. Они берутся автоматически из установленных констант созданного экземпляра макромодуля.

## 2. Технологические модули для программирования

### 2.1. ТМ дискретной логики

#### 2.1.1. RS-триггер

Метка типа: Trigger

Номер типа: 16

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.1.1.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	S	Установка	Должен быть подключен
2	Discret	R	Сброс	Должен быть подключен

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 12
-----------------	---	-------------

Таблица 2.1.1.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	OutVal	Выходное значение	

ТМ “RS-триггер” предназначен для запоминания установленного в “1” состояния входа “S” с последующим отображением этого состояния на выходе “OutVal” до явного сброса в “0” этого состояния путем установки “1” на входе “R”. Логика работы этого ТМ представлена в Таблица 2.1.1.3.

Таблица 2.1.1.3

S	R	OutVal
1	0	1
0	0	OutVal <sub>i</sub> = OutVal <sub>i-1</sub>
1	1	0
0	1	0

При недостоверности любого из входов его значение не используется для вычисления состояния RS-триггера. Выход ТМ всегда достоверен.

## 2.1.2. Компаратор

Метка типа: Compare

Номер типа: 9

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.1.2.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeData	Тип данных	Определяет типы входов и настройки

Таблица 2.1.2.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	InVal1	Входное значение 1	Должен быть подключен
2	Variant	InVal2	Входное значение 2	Должен быть подключен
3	Variant	Zn	Допустимое расхождение	Исключает настройку 1

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 13
-----------------	---	-------------

Таблица 2.1.2.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	OutEq	Сигнал при InVal1 = InVal2	
2	Discret	OutMr	Сигнал при InVal1 > InVal2	
3	Discret	OutLs	Сигнал при InVal1 < InVal2	

Таблица 2.1.2.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Zn	Допустимое расхождение	

ТМ “Компаратор” реализует сравнение двух величин, поступающих на входы InVal1 и InVal2 в соответствии с допустимым отклонением величин, задаваемых в настройке или входе Zn. Результат сравнения отображается в состояниях выходов OutEq, OutMr и OutLs по следующему алгоритму:

если  $|InVal1 - InVal2| \leq Zn$ , то OutEq = 1, OurMr = 0, OutLs = 0;

если  $InVal1 - InVal2 > Zn$ , то OutEq = 0, OurMr = 1, OutLs = 0;

если  $InVal1 - InVal2 < -Zn$ , то OutEq = 0, OurMr = 0, OutLs = 1.

Если хотя бы один из входов недостоверен, сравнение не проводится и значения выходов не изменяется. Значение выходов всегда достоверное.

### 2.1.3. Оператор AND

Метка типа: OperatorAND

Номер типа: 12

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.1.3.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода: допускаются Discret или Unsigned

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 14
-----------------	---	-------------

Таблица 2.1.3.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	In1	Операнд	Должен быть подключен
2	Variant	In2 - In32	Операнд	Должен быть подключен хотя бы 1

Таблица 2.1.3.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Результат операции	

TM “Оператор AND” реализует функцию логического “И” над входами, значения которых могут быть представлены дискретными или целочисленными типами, в зависимости от константы InfoType. Значение выхода для дискретных типов вычисляется как логическое “И” от всех задействованных входов. Значение выхода для целочисленных типов вычисляется как поразрядное логическое “И” от всех задействованных входов. Максимальное число задействованных входов 16. Операция логического “И” представлена в Таблица 2.1.3.4.

Таблица 2.1.3.4

A	B	A and B
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

При определении недостоверности выхода используются следующие правила: если хотя бы один задействованный вход достоверен и равен “0”, выход Out достоверен, иначе недостоверность выхода вычисляется, как побитовое “или” из недостоверностей задействованных входов.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 15
-----------------	---	-------------

#### 2.1.4. Оператор OR

Метка типа: OperatorOR

Номер типа: 13

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

**Таблица 2.1.4.1 (Константы)**

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода: допускаются Discret или Unsigned

**Таблица 2.1.4.2 (Входы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	In1	Операнд	Должен быть подключен
2	Variant	In2 - In32	Операнд	Должен быть подключен хотя бы 1

**Таблица 2.1.4.3 (Выходы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Результат операции	

ТМ «Оператор OR» реализует функцию логического «ИЛИ» над входами, значения которых могут быть представлены дискретными или целочисленными типами, в зависимости от константы InfoType. Значение выхода для дискретных типов вычисляется как логическое «ИЛИ» от всех задействованных входов. Значение выхода для целочисленных типов вычисляется как поразрядное логическое «ИЛИ» от всех задействованных входов. Максимальное число задействованных входов 16. Операция логического «ИЛИ» представлена в Таблица 2.1.4.4.

**Таблица 2.1.4.4**

A	B	A or B
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 16
-----------------	---	-------------

При определении недостоверности выхода используются следующие правила: если хотя бы один задействованный вход достоверен и равен "1", выход Out достоверен, иначе недостоверность выхода вычисляется, как побитовое "или" из недостоверностей задействованных входов.

### 2.1.5. Оператор XOR

Метка типа: OperatorXOR

Номер типа: 44

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

**Таблица 2.1.5.1 (Константы)**

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода: допускаются Discret или Unsigned

**Таблица 2.1.5.2 (Входы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	In1	Операнд	Должен быть подключен
2	Variant	In2 - In32	Операнд	Должен быть подключен хотя бы 1

**Таблица 2.1.5.3 (Выходы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Результат операции	

ТМ "Оператор XOR" реализует функцию логического "Исключающего ИЛИ" над входами, значения которых могут быть представлены дискретными или целочисленными типами, в зависимости от константы InfoType. Значение выхода для дискретных типов вычисляется как логическое "Исключающее ИЛИ" от всех задействованных входов. Значение выхода для целочисленных типов вычисляется как поразрядное логическое "Исключающее ИЛИ" от всех задействованных входов. Максимальное число задействованных входов 16. Операция логического "Исключающего ИЛИ" представлена в Таблица 2.1.5.4.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 17
-----------------	---	-------------

Таблица 2.1.5.4

A	B	A xor B
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

При определении недостоверности выхода используются следующие правила: если хотя бы один задействованный вход достоверен и равен "1", выход Out достоверен, иначе недостоверность выхода вычисляется, как побитовое "или" из недостоверностей задействованных входов.

## 2.1.6. Оператор сравнения на больше

Метка типа: CmpMore

Номер типа: 14

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.1.6.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Float	Zd	Уставка	Исключает настройку 1
3	Float	Zb	Зона возврата	Исключает настройку 2.

Таблица 2.1.6.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.1.6.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Zd	Уставка	
2	Float	Zb	Зона возврата	

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 18
-----------------	---	-------------

ТМ “Оператор сравнения на больше” реализует сравнение входного значения, установленного на входе InVal, с уставкой Zn, задаваемой настройкой или соответствующим входом, и формирует на выходе OutVal дискретное состояние, о превышении заданной уставки. Для исключения нежелательного “дребезга” состояния, от значения, находящегося на границе условия, может быть учтен гистерезис, определяемый уставкой Zb, задаваемой настройкой или соответствующим входом.

Таким образом, внутренний алгоритм ТМ следующий: выход OutVal меняет значение с “0” на “1”, если значение входа InVal больше или равно Zd, и меняет значение с “1” на “0”, если значение входа  $InVal < Zd - Zb$ . Недостоверность выхода вычисляется, как побитовое “или” из недостоверностей задействованных входов.

### 2.1.7. Оператор сравнения на меньше

Метка типа: CmpLess

Номер типа: 15

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.1.7.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Float	Zd	Уставка	Исключает настройку 1
3	Float	Zb	Зона возврата	Исключает настройку 2.

Таблица 2.1.7.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.1.7.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Zd	Уставка	
2	Float	Zb	Зона возврата	

ТМ “Оператор сравнения на меньше” реализует сравнение входного значения, установленного на входе InVal, с уставкой Zn, задаваемой настройкой или соответствующим входом, и формирует на выходе OutVal дискретное состояние о принижении заданной уставки. Для исключения нежелательного “дребезга” состояния от значения, находящегося на границе условия,

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 19
-----------------	---	-------------

может быть учтен гистерезис, определяемый уставкой  $Z_b$ , задаваемой настройкой или соответствующим входом.

Таким образом внутренний алгоритм ТМ следующий: выход  $OutVal$  меняет значение с "0" на "1", если значение входа  $InVal$  меньше или равно  $Z_d$ , и меняет значение с "1" на "0", если значение входа  $InVal > Z_d + Z_b$ . Недостоверность выхода вычисляется, как побитовое "или" из недостоверностей задействованных входов.

### 2.1.8. Переключатель входов

Метка типа: SwitchIn

Номер типа: 23

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.1.8.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	In1	Входное значение 1	
2	Variant	In2	Входное значение 2	
3	Variant	In3	Входное значение 3	
4	Variant	In4	Входное значение 4	
5	Variant	In5	Входное значение 5	
6	Discret	Ctrl1	Управляющий вход 1	
7	Discret	Ctrl2	Управляющий вход 2	
8	Discret	Ctrl3	Управляющий вход 3	
9	Discret	Ctrl4	Управляющий вход 4	
10	Discret	Ctrl5	Управляющий вход 5	

Таблица 2.1.8.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	OutVal	Выходное значение	
2	Unsigned	CtrlNum	Номер транслируемого входа	

ТМ "Переключатель входов" реализует трансляцию значения со своим признаком качества на выход  $OutVal$  с одного из задействованных входов  $In1 - In5$ , в соответствии с управляющим достоверным воздействием (дискретной "1"), поданным на задействованные входы  $Ctrl1 - Ctrl5$ , так что управление транслируемым входом  $In$  осуществляется управляющим входом  $Ctrl$  с

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 20
-----------------	---	-------------

одинаковым номером. Номер транслируемого входа отображается в выходе CtrlNum, он всегда достоверен.

В случае наличия более одного управляющего воздействия по входам Ctrl1 - Ctrl5, обнаруженным на начало очередного цикла обсчета, значение на выход OutVal транслируется со входа In, управляемого входом Ctrl с меньшим номером. Если на начало очередного цикла обсчета не обнаружено ни одного управляющего воздействия, то выходу OutVal приписывается "0" с недоуверенностью по "внутреннему алгоритму", выход CtrlNum устанавливается в достоверный "0".

### 2.1.9. Переключатель выходов

Метка типа: SwitchOut

Номер типа: 34

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.1.9.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Discret	Ctrl	Управляющий вход	

Таблица 2.1.9.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out1	Выходное значение	
2	Variant	Out2	Выходное значение	
2	Unsigned	CtrlNum	Номер транслируемого выхода	

ТМ "Переключатель выходов" реализует трансляцию значения со своим признаком качества со входа InVal на вход Out1 или Out2 в соответствии с дискретным воздействием на управляющем входе Ctrl и алгоритмом, представленным ниже:

Если на Ctrl установлена "1" или он не задействован, то Out1 = InVal, Out2 = 0 и CtrlNum = 1.  
 Если на Ctrl установлен "0", то Out1 = 0, Out2 = InVal и CtrlNum = 2.  
 Недостоверность входа Ctrl не учитывается, выход CtrlNum всегда достоверный.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 21
-----------------	---	-------------

## 2.2. ТМ временной логики

### 2.2.1. Задержка

Метка типа: Delayer

Номер типа: 10

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.2.1.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	Mode	Режим работы	0 - задержка выключения; 1 - задержка включения

Таблица 2.2.1.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Unsigned	Tdelay	Длительность задержки	Исключает настройку 1, мсек.

Таблица 2.2.1.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	Value	Выходное значение	

Таблица 2.2.1.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Tdelay	Длительность задержки	мсек

ТМ “Задержка” реализует задержку по времени между появлением или исчезновением (в зависимости от режимной константы Mode) дискретного состояния на входе InVal и выходе Value.

Алгоритм работы ТМ следующий:

- для режима “задержка включения” при появлении на входе InVal достоверной дискретной “1” начинается отсчет времени задержки, заданной в настройке Tdelay, по завершению которого на выходе Value появляется достоверная дискретная “1” (отрабатывается состояние “включено”), появление в процессе отсчета достоверного “0” немедленно прерывает отсчет. При появлении на входе достоверного “0” после перевода ТМ в состояние “включено”, на

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 22
-----------------	---	-------------

выходе Value достоверный “0” появляется без задержки (отрабатывается состояние “выключено”).

- для режима “задержка выключения” при появлении на входе InVal достоверного дискретного “0” начинается отсчет времени задержки, заданной в настройке Tdelay, по завершению которого на выходе Value появляется достоверный дискретный “0” (отрабатывается состояние “выключено”), появление в процессе отсчета достоверной “1” немедленно прерывает отсчет. При появлении на входе достоверной “1” после перевода ТМ в состояние “выключено”, на выходе Value достоверная “1” появляется без задержки (отрабатывается состояние “включено”).
- изменение настройки Tdelay в процессе отработки задержки, изменяет интервал задержки немедленно, и, в случае истечения времени от начала отработки задержки (с учетом новой настройки), состояние выхода Value изменяется немедленно.

## 2.2.2. Запаздывание

Метка типа: Lag

Номер типа: 24

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.2.2.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	ushort	Tlag	Длительность запаздывания	мсек

Таблица 2.2.2.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	InVal	Входное значение	Должен быть подключен

Таблица 2.2.2.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	OutVal	Выходное значение	

ТМ “Запаздывание” реализует запаздывание значений выхода OutVal относительно времени появления этих значений на входе InVal на время, заданное как настройка Tlag в соответствии с представленным ниже алгоритмом.

Значение на выходе OutVal формируется в соответствии со следующими условиями:

$OutVal(t) = 0$ , для  $t < Tlag$ ,

где  $t$  - текущее время,

$OutVal(t)$  - значение выхода OutVal на момент времени  $t$ ;

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 23
-----------------	---	-------------

$OutVal(t) = InVal(t - Tlag)$ , для  $t \geq Tlag$ ,  
где  $InVal(t - Tlag)$  - значение входа  $InVal$  на момент времени  $(t - Tlag)$ .

В течение  $Tlag$  от начала работы внутреннего алгоритма ТМ значения входа  $InVal$ , полученные при каждом обсчете, запоминаются во внутреннем буфере ТМ, максимальный размер которого ограничен размером 1365 значений (для реализации  $Rp1$  размером 20 значений). По истечении времени  $Tlag$  от начала работы на каждый такт обсчета одно значение из буфера выдается на выход  $OutVal$  и одно записывается в буфер из входа  $InVal$ .

При инициализации ИС размер требуемого буфера ТМ определяется как частное от деления  $Tlag$  на такт обсчета ТМ. Если размер требуемого буфера превышает допустимый максимальный, буфер не формируется, а ТМ работает в режиме сквозной трансляции, т.е. на каждом такте перезаписывает в выход  $OutVal$  значение входа  $InVal$ .

Выходу  $OutVal$  присваивается признак качества входа  $InVal$ .

### 2.2.3. Импульсатор

Метка типа: Impuls

Номер типа: 22

Представлен:  $Rp1$ ,  $Rp2$ ,  $Rp3$

Таблица 2.2.3.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	Mode	Режим работы	0 – однократный; 1 – постоянный

Таблица 2.2.3.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	InCtrl	Управляющий вход	Должен быть подключен
2	Unsigned	Timp	Длительность импульса	мсек., исключает настройку 1
3	Unsigned	Tpause	Длительность паузы	мсек., исключает настройку 2

Таблица 2.2.3.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	OutVal	Выходное значение	



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 24
-----------------	---	-------------

Таблица 2.2.3.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Тimp	Длительность импульса	мсек.
2	Unsigned	Траuse	Длительность паузы	мсек.

ТМ “Импульсатор” реализует формирование на выходе OutVal однократной или многократной (в зависимости от режимной константы Mode) установки дискретной “1” с последующим сбросом её в “0”.

Алгоритм работы ТМ следующий:

- для режима “однократный”, если внутренний алгоритм ТМ на очередном такте определяет наличие на входе InCtrl достоверной “1” после достоверного “0”, либо при первом обсчете ТМ после запуска ИС, на выходе OutVal немедленно устанавливается “1” и выдерживается с длительностью, заданной значением настройки или входа Тimp независимо от дальнейшего состояния входа InCtrl, после чего сбрасывается в “0”. Изменение значения длительности импульса после установки “1” на выходе OutVal немедленно учитывается в расчете длительности выдерживания, и, в случае его превышения, сбрасывает значение OutVal в “0”. В признак качества выхода OutVal транслируются недостоверности входа Тimp, если он задействован, иначе выход OutVal всегда достоверен.
- для режима “постоянный”, если внутренний алгоритм ТМ на очередном такте определяет наличие на входе InCtrl достоверной “1” после достоверного “0”, либо при первом обсчете ТМ после запуска ИС, на выходе OutVal немедленно устанавливается “1” и выдерживается с длительностью, заданной значением настройки или входа, после чего сбрасывается в “0”. Процесс установки “1” на выходе OutVal циклически повторяется через интервал, заданный значением настройки или входа Траuse. Цикл работает постоянно, пока на входе InVal не появится достоверный “0”. Появление на входе InVal достоверного “0” приводит к немедленному сбросу в “0” выхода OutVal. Изменение значений Тimp и Траuse немедленно учитывается в работе цикла. Недостоверность выхода OutVal вычисляется, как побитовое “или” из недостоверностей задействованных входов Тimp и Траuse. Если входы Тimp и Траuse не задействованы, выход OutVal всегда достоверен.

#### 2.2.4. Абсолютное время

Метка типа: TimeNow

Номер типа: 45

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.2.4.1 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Now	Текущее время	сек. от 01.01.1970

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 25
-----------------	---	-------------

TM “Абсолютное время” на каждом такте обчета формирует на выходе Now текущее время в секундах, прошедших с 01.01.1970 0:00 в поясе UTC+0.

## 2.2.5. Составляющие времени

Метка типа: TimePart

Номер типа: 46

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.2.5.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	Byte	TypeTime	Тип метки времени	Выбор типа метки: 0 – системное время; 1 – локальное время

Таблица 2.2.5.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	InTime	Входная метка времени	Должен быть подключен

Таблица 2.2.5.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Year	Год	
2	Unsigned	Month	Месяц	
3	Unsigned	Day	День	
4	Unsigned	DayWeek	День недели	
5	Unsigned	Hour	Час	
6	Unsigned	Minute	Минута	
7	Unsigned	Second	Секунда	
8	Unsigned	Millsec	Миллисекунда	

TM “Составляющие времени” предназначен для преобразования формата абсолютного времени, представленного в секундах, прошедших с 01.01.1970 0:00 в поясе UTC+0, в составляющие полного формата времени в виде календарного года, месяца, дня, дня недели, часа в текущих сутках в 24-м формате, количества минут от начала текущего часа, количества секунд от начала текущей минуты, количества миллисекунд в от начала текущей секунды. Составляющие времени обновляются на соответствующих выходах (Таблица 2.2.5.3 (Выходы)) на

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 26
-----------------	---	-------------

каждом такте обсчета ТМ. Представление полного формата в зависимости от константы TrueTime может учитывать смещение локального пояса, который задан в настройках базовой ОС, кроме Rp1, где смещение задается при формировании ТП в соответствующей константе ТМ “Системный конфигуриатор”.

На выходах ТМ может быть сформирована недостоверность “по внутреннему алгоритму” в случае невозможности календарного преобразования метки абсолютного времени.

## 2.2.6. Сумматор времени

Метка типа: TimeAdder

Номер типа: 47

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.2.6.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	Byte	TimePart	Часть времени	Выбор извлекаемой части времени: 0 – год; 1 – месяц; 2 – день; 3 – час; 4 – минута; 5 – секунда

Таблица 2.2.6.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	InTime	Входная метка времени	Должен быть подключен
2	Integer	Add	Добавка	Исключает настройку 1

Таблица 2.2.6.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	OutTime	Выходная метка времени	

Таблица 2.2.6.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Integer	Add	Добавка	

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 27
-----------------	---	-------------

ТМ “Сумматор времени” выполняет операцию суммирования (с учетом знака) части полного формата времени, выбранного в константе TimePart, значения, задаваемого в настройке или входе Add со значением, поступающим на вход InTime в виде числа секунд, прошедших с 01.01.1970 0:00 в поясе UTC+0. Полученная новая метка времени передается на выход OutTime. Признак качества выхода OutTime транслируется со входа InTime.

### 2.3. ТМ нелинейной логики

#### 2.3.1. Апертура

Метка типа: Aprt

Номер типа: 48

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.3.1.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входная величина	Должен быть подключен
2	Float	Za	Уставка	Исключает настройку 1

Таблица 2.3.1.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Выходная величина	

Таблица 2.3.1.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Za	Уставка	

ТМ “Апертура” реализует трансляцию на выход OutVal величины, поступающей на вход InVal, в случае отклонения последующего значения поступающей величины от предыдущего транслируемого на величину большую либо равную заданной уставки Za.

Таким образом, условие трансляции величины определяется как:

- при первом обсчете ТМ после запуска:  $IM\ OutVal_0 = InVal_0$ ;
- при последующих обсчетах:  
 $OutVal_i = InVal_i$ , если  $|OutVal_j - InVal_i| \geq Za$ ,  
 $OutVal_i = OutVal_j$ , если  $|OutVal_j - InVal_i| < Za$ ,  
где  $InVal_i$  - величина поступающая на вход InVal на i-м такте,  $OutVal_j$  - транслируемая величина на такте  $j < i$ .

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 28
-----------------	---	-------------

Признак качества выхода OutVal транслируется вместе с входной величиной со входа InVal.

### 2.3.2. Аппроксиматор

Метка типа: Approxim

Номер типа: 43

Представлен: Rp1, Rp2, Rp30

Таблица 2.3.2.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InX	Входное значение X	Должен быть подключен
$2+2*(n-1)$	Float	Xn	Абсцисса n-ого узла	Исключает настройку $1+2*(n-1)$
$3+2*(n-1)$	Float	Yn	Ордината n-ого узла	Исключает настройку $2+2*(n-1)$

где n = [1...16]

Таблица 2.3.2.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutY	Выходное значение Y	

Таблица 2.3.2.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
$1+2*(n-1)$	Float	Xn	Абсцисса n-ого узла	
$2+2*(n-1)$	Float	Yn	Ордината n-ого узла	

где n = [1...16]

ТМ "Аппроксиматор" реализует кусочно-линейную аппроксимацию аналоговых значений, поступающих на вход InX. Закон, по которому должна быть проведена аппроксимация, задается координатами узлов в значениях настроек или соответствующих входов, между которыми предполагается линейная зависимость Y(X). Узлы должны быть упорядочены по возрастанию значения абсциссы ( $X_{i-1} < X_i$ ). Максимальное количество узлов равно 16.

Значение точки InX, попавшей в некоторый интервал ( $X_{i-1}; X_i$ ), будет вычислено так:

$$\text{OutY} = \begin{cases} (\text{InX} - X_{i-1}) * (Y_i - Y_{i-1}) / (X_i - X_{i-1}) + Y_{i-1}, & X_{i-1} < \text{InX} \leq X_i \\ Y_1, & \text{InX} \leq X_1 \\ Y_n, & \text{InX} \geq X_m \end{cases}$$

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 29
-----------------	---	-------------

Предельное число узлов  $m \leq 16$  определяется по условию  $X_m > X_{m+1}$ . Изменение значений абсцисс или ординат узлов приводит к немедленному пересчету значения OutY. Недостоверности значений узлов, поступающих на задействованные входы  $X_n, Y_n$ , не учитываются при расчете. Признак качества выхода OutVal транслируется со входа InVal.

### 2.3.3. Генератор синуса

Метка типа: GnSin

Номер типа: 8

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.3.3.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	OnCmd	Управление работой	Должен быть подключен
2	Float	Ampl	Амплитуда	Исключает настройку 1
3	Unsigned	Period	Период	Исключает настройку 2, мсек.
4	Float	Phase	Фаза	Исключает настройку 3

Таблица 2.3.3.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Value	Значение	

Таблица 2.3.3.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Ampl	Амплитуда	
2	Unsigned	Period	Период	мсек.
3	Float	Phase	Начальная фаза	рад

ТМ “Генератор синуса” предназначен для генерации значений синуса во времени с тактом просчета ТМ после воздействия на управляющий вход OnCmd достоверной “1”. Генерация останавливается после воздействия на управляющий вход OnCmd достоверного “0”.

На каждом такте расчета при работающем генераторе значение выхода Value определяется по формуле:

$Value = Ampl * \sin(2 * \pi * t / Period + Phase)$ , где  $\pi$  – число ПИ,  $t$  – время от начала работы генератора.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 30
-----------------	---	-------------

При неработающем генераторе значение выхода Value сохраняется на момент отключения генератора или "0", если генератор ни разу не включался с момента запуска ИС. Изменение значений Ampl, Period или Phase при работающей генераторе приводит к немедленному изменению формулы генерации синуса. Недостоверность выхода Value вычисляется, как побитовое "или" из недостоверностей задействованных входов Ampl, Period и Phase. Нулевое значение Period формирует недостоверность "математическое переполнение" в признаке качества выхода Value.

#### 2.3.4. Математическая функция

Метка типа: MathFunc

Номер типа: 37

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.3.4.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	Byte	Function	Функция	Выбор: 0 – квадрат числа; 1 – корень квадратный; 2 – логарифм десятичный; 3 – логарифм натуральный; 4 – экспонента; 5 – модуль числа; 6 – синус; 7 – косинус; 8 – тангенс; 9 – арксинус; 10 – арккосинус; 11 – арктангенс

Таблица 2.3.4.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входное значение	Должен быть подключен

Таблица 2.3.4.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Выходное значение	

TM "Математическая функция" выполняет операции вычисления значения выхода OutVal на каждом такте обсчета по аргументу функции, поступающему на вход InVal, где расчетная функция предварительно выбирается константой Function (Таблица 2.3.4.1 (Константы)). Признак качества входа InVal транслируется на выход OutVal. Дополнительно может быть сформирована

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 31
-----------------	---	-------------

недостоверность “математическое переполнение”, если аргумент вышел из области определения выбранной математической функции.

### 2.3.5. Степень

Метка типа: Power

Номер типа: 40

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.3.5.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Основание	Должен быть подключен
2	Float	Pwr	Показатель	Исключает настройку 1

Таблица 2.3.5.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Результат	

Таблица 2.3.5.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Pwr	Показатель	

ТМ “Степень” выполняет на каждом такте обсчета математическую функцию *степень* над основанием, поступающим на вход InVal, с показателем Pwr, заданным настройкой или задействованным входом. Значение передается на выход OutVal.

$$\text{OutVal} = (\text{InVal})^{\text{Pwr}}$$

Признак качества входа InVal транслируется на выход OutVal. Дополнительно может быть сформирована недостоверность “математическое переполнение”, если сочетание основания и показателя находится вне области определения функции.



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 32
-----------------	---	-------------

### 2.3.6. Фильтр

Метка типа: Filter

Номер типа: 27

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.3.6.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	FltType	Тип фильтра	0 – скользящее среднее; 1 – среднее на интервале

Таблица 2.3.6.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Unsigned	Depth	Глубина фильтрации	Исключает настройку 1, мсек.

Таблица 2.3.6.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.3.6.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Depth	Глубина фильтрации	мсек.

ТМ “Фильтр” реализует фильтрацию значений, поступающих на вход InVal, по правилам “скользящего среднего” или “среднего на интервале”, определяемым константой FltType. Отфильтрованное значение поступает на выход OutVal.

Для правила “скользящего среднего” – выход обновляется каждый такт обсчета и вычисляется как среднее значение из последних N значений входа, где  $N = \text{Depth} / \text{Takt}$ , Depth – глубина фильтрации, задаваемая соответствующей настройкой или входом, Takt – такт обсчета ТМ. Пока не получены N значений, выход вычисляется, как среднее из имеющихся значений.

Для правила “интервального среднего” – выход обновляется через заданное значение глубины фильтрации Depth и вычисляется, как среднее из накопленных за интервал входных значений, считываемых каждый такт обсчета ТМ. Таким образом, необходимое количество значений, собранное для вычисления среднего, будет также определяться по формуле  $N = \text{Depth} /$

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 33
-----------------	---	-------------

Takt, где Depth – глубина фильтрации, задаваемая соответствующей настройкой или входом, Takt – такт обсчета ТМ. Пока не получены N значений, выход OutVal не обновляется, а в начальный момент времени после запуска ИС устанавливается в достоверный "0". Глубина фильтрации Depth может быть изменена во время работы ИС.

При выборе параметра Depth необходимо учитывать, что внутренний буфер ТМ, задействованный для промежуточного накопления N входных значений ограничен 500 для ИЯ Rp2, Rp3 и 20 для ИЯ Rp1.

Выходу OutVal присваивается признак качества входа InVal на момент обновления выхода.

## 2.4. ТМ целочисленной логики

### 2.4.1. Битовый сдвиг

Метка типа: BitShift

Номер типа: 20

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.4.1.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	TypeShift	Тип сдвига	0 – левый сдвиг; 1 – правый сдвиг

Таблица 2.4.1.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Unsigned	Shift	Количество сдвигаемых бит	Исключает настройку 1

Таблица 2.4.1.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.4.1.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Shift	Количество сдвигаемых бит	

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 34
-----------------	---	-------------

ТМ “Битовый сдвиг” реализует математическую операцию битового сдвига входного целочисленного значения InVal в направлении, определяемом константой TypeShift, на количество битовых позиций, заданных в настройке или входе Shift.

Пример,

- правый сдвиг 64(0100 0000) на 5:  $64 \gg 5 = 2$  (000 0010)
- левый сдвиг 9 (0000 1001) на 5:  $9 \ll 4 = 144$  (1001 0000)

Признак качества входа InVal транслируется на выход OutVal. Операция сдвига не выполняется, если задействованный вход Shift недостоверен.

## 2.4.2. Выделение недостоверности

Метка типа: DeQual

Номер типа: 25

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.4.2.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	InVal	Входное значение	Должен быть подключен

Таблица 2.4.2.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	OutVal	Выходное достоверное значение	
2	Unsigned	OutQual	Выделенная недостоверность	

ТМ “Выделение недостоверности” выделяет признак качества с установленными битами недостоверности из значения, поступающего на вход InVal, и отображает его в значении выхода OutQual. Эта операция применяется для возможной схемной обработки битов недостоверности. Собственно значение входа InVal передается в неизменном виде на выход OutVal, но без установленных битов недостоверности.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 35
-----------------	---	-------------

### 2.4.3. Присоединение недоверности

Метка типа: AddQual

Номер типа: 28

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.4.3.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Unsigned	InQual	Присоединяемая недоверность	Должен быть подключен

Таблица 2.4.3.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	OutVal	Выходное значение	

ТМ “Присоединение недоверности” выполняет присоединение битов недоверности, сформированных схемой и переданных на вход InQual, к битам недоверности признака качества значения, поданного на вход InVal. Недоверности вычисляются по “или”. Результат в виде собственно значения и нового признака качества поступает на выход OutVal.

Присоединяться могут только те биты недоверности, которые описаны в ИС (Таблица 1.4.1).

### 2.4.4. Целочисленное разложение

Метка типа: UIntDecomp

Номер типа: 30

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.4.4.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	InVal	Входное значение	

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 36
-----------------	---	-------------

Таблица 2.4.4.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1-32	Discret	Out	Выходное значение	

ТМ “Целочисленное разложение” выполняет битовое разложение целочисленного 32-битного значения, поданного на вход InVal, в отдельные дискретные состояния, отображая соответствующий бит исходного значения в выход с номером от 1 до 32. При этом младший расположенный справа бит исходного значения в битовом представлении будет отображен в выход Out1, а старший в Out32.

Признак качества исходного значения транслируется во все выходы Out с дискретными состояниями.

## 2.4.5. Целочисленное формирование

Метка типа: UIntForm

Номер типа: 17

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.4.5.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1 -32	Discret	In1 - In32	Входное значение	

Таблица 2.4.5.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	OutVal	Выходное значение	

ТМ “Целочисленное формирование” предназначен для формирования целочисленного 32-битного значения из задействованных дискретных состояний, поданных на входы In1 – In32. Состояния с дискретной “1” в сформированном значении будут установлены в соответствующую битовую позицию, в которой младшему биту, расположенному справа, будет соответствовать состояния входа In1. Недействительные входы In будут установлены в “0” в соответствующих битовых позициях значения OutVal.

Недостоверность выхода OutVal вычисляется, как побитовое “или” из недостоверностей задействованных входов.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 37
-----------------	---	-------------

## 2.5. ТМ линейной логики

### 2.5.1. Выбор минимального/максимального значения

Метка типа: MinMax

Номер типа: 35

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.5.1.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода: допускаются Float, Integer или Unsigned
11	Byte	Operation	Операция	Выбор: 0 - выбор минимального; 1 - выбор максимального

Таблица 2.5.1.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Ctrl	Управляющий вход	
2-17	Variant	InVal1 - InVal16	Значение 1(-16)	

Таблица 2.5.1.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Результат операции	
2	Unsigned	GoodCtrl	Последнее достоверное упр. значение	

ТМ “Выбор минимального/максимального значения” предназначен для определения на каждом такте обсчета минимального или максимального, в зависимости от константы Operation, значения из значений задействованных входов InVal1-InVal16 с учетом возможного сужения выбора путем задания маски выбора на управляющем входе Ctrl.

Если вход Ctrl не подключен, то в сравнении участвуют все задействованные входы InVal1-InVal16. Если Ctrl подключен и достоверен, то в сравнении участвуют только те задействованные входы InVal1-InVal16, которым на текущем такте обсчета соответствует “1” в битовой позиции управляющего значения, где 0-й бит отвечает за выбор входа InVal1, 15-й бит за выбор выхода InVal16, биты 16-31 в выборе не участвуют. Выбор по недостоверному Ctrl не осуществляется, а маска выбора сохраняется с последнего достоверного значения Ctrl, которое отображается в выходе GoodCtrl.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 38
-----------------	---	-------------

Значения задействованных входов InVal1-InVal16 перед выполнением сравнения приводятся к единому типу, определяемому константой TypeInputs.

Выбранное значение транслируется в выход Out. Недостоверность выхода Out вычисляется, как побитовое “или” из задействованных входов InVal1-InVal16. Выход GoodCtrl всегда достоверен.

Если выход Ctrl задействован и установлен в достоверный “0”, то выбор значений не производится, а в выходе Out устанавливается достоверный “0”.

## 2.5.2. Вычитатель

Метка типа: Sub

Номер типа: 4

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.5.2.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода

Таблица 2.5.2.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	In1	Уменьшаемое	
2	Variant	In2	Вычитаемое	

Таблица 2.5.2.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Разность	

ТМ “Вычитатель” реализует арифметическую операцию вычитание значений, поступающих на выходы In1 и In2, и отображает результат в выход Out:

$$\text{Out} = \text{In1} - \text{In2}.$$

Преобразование значения в этом ТМ определяется константой TypeInputs и выполняется следующим образом:

- если константой TypeInputs определен тип Float, то входные значения преобразуются к типу Float и после операции вычитания результат этого типа будет записан в выход Out;
- если константой TypeInputs определен тип Discret, Integer или Unsigned, то входные значения преобразуются к типу Integer, а после операции вычитания результат будет преобразован в выбранный тип и записан в выход Out.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 39
-----------------	---	-------------

Недостоверность выхода Out вычисляется, как побитовое “или” из входов In1 и In2.

### 2.5.3. Делитель

Метка типа: Devsn

Номер типа: 7

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.5.3.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода

Таблица 2.5.3.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	In1	Делимое	Должен быть подключен
2 - 16	Variant	In2 - In16	Делитель	Должен быть подключен хотя бы 1

Таблица 2.5.3.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Частное	

ТМ “Делитель” выполняет операцию арифметического деления значения, поступающего на вход In1, на значения, поступающие на любые задействованные входы In2-In16, и отображает результат в выход Out:

$$\text{Out} = \text{In1} / (\text{In}_j * \dots * \text{In}_k), \text{ где } 2 \leq j, k \leq 16 \text{ и } j < k.$$

Значения задействованных входов In1-In16 перед выполнением деления приводятся к единому типу, определяемому константой TypeInputs.

Недостоверность выхода Out вычисляется, как побитовое “или” из задействованных входов In1-In16. Если в процессе тактового вычисления внутренний алгоритм ТМ на любом из входов In2-In16 обнаруживает “0”, то выходу Out присваивается недостоверность “переполнение при выполнении математической операции”, вычисление прекращается на этом входе, а значение выхода Out формируется из задействованных входов с меньшим номером, чем тот, на котором обнаружен “0”.



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 40
-----------------	---	-------------

#### 2.5.4. Расчет среднего значения

Метка типа: Avg

Номер типа: 36

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.5.4.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Ctrl	Управляющий вход	
2-17	Float	InVal1 - InVal16	Значение 1(-16)	

Таблица 2.5.4.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Out	Результат операции	
2	Unsigned	GoodCtrl	Последнее достоверное упр. значение	

ТМ «Расчет среднего значения» предназначен для вычисления на каждом такте обчета среднего значения из значений задействованных входов InVal1-InVal16 с учетом возможного сужения выбора путем задания маски выбора на управляющем входе Ctrl.

Если вход Ctrl не подключен, то в вычислении участвуют все задействованные входы InVal1-InVal16. Если Ctrl подключен и достоверен, то в вычислении участвуют только те задействованные входы In1-In16, которым на текущем такте обчета соответствует «1» в битовой позиции управляющего значения, где 0-й бит отвечает за выбор входа InVal1, 15-й бит за выбор выхода InVal16, биты 16-31 в выборе не участвуют. Выбор по недостоверному Ctrl не осуществляется, а маска выбора сохраняется с последнего достоверного значения Ctrl, которое отображается в выходе GoodCtrl.

Значения задействованных входов InVal1-InVal16 перед выполнением вычисления приводятся к единому типу Float. Среднее значение вычисляется по формуле:  $Out = \sum(InVal_k) / n$ , где InVal<sub>k</sub> – любой задействованный и выбранный через управляющую маску вход InVal1 – InVal16, n – количество таких входов.

Результат транслируется в выход Out. Недостоверность выхода Out вычисляется, как побитовое «или» из задействованных входов InVal1-InVal16. Выход GoodCtrl всегда достоверен.

Если выход Ctrl задействован и установлен в достоверный «0», то выбор значений не производится, а в выходе Out устанавливается достоверный «0».

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 41
-----------------	---	-------------

## 2.5.5. Сумматор

Метка типа: Adder

Номер типа: 5

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

**Таблица 2.5.5.1 (Константы)**

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода

**Таблица 2.5.5.2 (Входы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1 - 16	Variant	In1 - In16	Слагаемое	Должен быть подключен хотя бы 1

**Таблица 2.5.5.3 (Выходы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Сумма	

ТМ “Сумматор” выполняет операцию арифметического суммирования значений, поступающих на любые задействованные входы In1-In16, и отображает результат в выход Out:

$$Out = \sum (In_k), \text{ где } 1 \leq j \leq 16.$$

Преобразование значения в этом ТМ определяется константой TypeInputs и выполняется следующим образом:

- если константой TypeInputs определен тип Float, то входные значения преобразуются к типу Float, и после операции сложения результат этого типа будет записан в выход Out;
- если константой TypeInputs определен тип Discret, Integer или Unsigned, то входные значения преобразуются к типу Integer, а после операции сложения результат будет преобразован в выбранный тип и записан в выход Out.

Недостоверность выхода Out вычисляется, как побитовое “или” из задействованных входов In1-In16.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 42
-----------------	---	-------------

## 2.5.6. Умножитель

Метка типа: Multp

Номер типа: 6

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.5.6.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода

Таблица 2.5.6.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1 - 16	Variant	In1 – In16	Множитель	Должен быть подключен хотя бы 1

Таблица 2.5.6.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Произведение	

ТМ “Сумматор” выполняет операцию арифметического умножения значений, поступающих на любые задействованные входы In1-In16, и отображает результат в выход Out:

$$\text{Out} = \prod (\text{In}_k), \text{ где } 1 \leq j \leq 16.$$

Преобразование значения в этом ТМ определяется константой TypeInputs и выполняется следующим образом:

- если константой TypeInputs определен тип Float, то входные значения преобразуются к типу Float, и после операции умножения результат этого типа будет записан в выход Out;
- если константой TypeInputs определен тип Discret, Integer или Unsigned, то входные значения преобразуются к типу Integer, а после операции умножения результат будет преобразован в выбранный тип и записан в выход Out.

Недостоверность выхода Out вычисляется, как побитовое “или” из задействованных входов In1-In16.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 43
-----------------	---	-------------

### 2.5.7. Уставка

Метка типа: Setting

Номер типа: 11

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.5.7.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeData	Тип данных	
11	bool	FlagSave	Сохранение значения	

Таблица 2.5.7.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Value	Входное значение	

Таблица 2.5.7.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Value	Выходное значение	

Таблица 2.5.7.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	SetValue	Сохраненное/заданное значение	

ТМ “Уставка” предназначен для задания и сохранения фиксированного значения, которое может быть использовано как присоединенная константа к какому-либо входу ТМ. Тип этого значения определяется константой TypeData.

Существуют 2 способа использования ТМ “Уставка” в ТП:

- как *изменяемое значение*: при этом применении вход Value не задействуется, а собственно значение уставки устанавливается при формировании ТП и может быть изменено через настройку SetValue при работе ИС;
- как *сохраняемое значение*: при этом применении задействуется вход Value, достоверное значение с которого, если установлен флаг сохранения константой FlagSave, сохраняется в постоянной памяти ИС и транслируется на выход Value; это значение восстанавливается после перезагрузки ИС.

Если FlagSave не установлен, то в этом режиме *сохраняемого значения* ТМ “Уставка” фактически превращается в промежуточный буфер между входом и выходом. Этот вариант

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 44
-----------------	---	-------------

применения может быть полезен, например, при использовании обратной связи на вычитателе для расчета разницы значения с предыдущим тактом. Тогда, используя ТМ “Уставка” в цепи обратной связи, можно получить смещение значения ровно на один такт обсчета.

Выход Value при неподключенном входе Value всегда достоверен, при подключенном копирует недостоверности со входа.

## 2.6. ТМ динамической логики

### 2.6.1. Демпфер

Метка типа: Damper

Номер типа: 31

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.6.1.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Discret	InStart	Разрешение	
3	Discret	InPause	Останов	
4	Float	Kf	Коэффициент передачи	Исключает настройку 1
5	Unsigned	Td	Постоянная времени	Исключает настройку 2, мсек.

Таблица 2.6.1.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.6.1.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Kf	Коэффициент передачи	
2	Unsigned	Td	Постоянная времени	мсек.

ТМ “Демпфер” реализует алгоритм инерционного звена, представленного следующей передаточной функцией:

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 45
-----------------	---	-------------

$$W(p) = \frac{K}{Tp + 1}$$

где коэффициентами К и Т являются соответственно настройки и входы Kf и Td. Недостоверности входов Kf и Td не учитываются.

Преобразование выполняется над значением, поступающим на вход InVal, результат преобразования отображается в выходе OutVal. Управление преобразованием осуществляется через управляющие дискретные входы InStart и InPause по следующему алгоритму:

- ТМ считается пока InStart = 1, InPause = 0;
- если InStart = 1 и InPause = 1, то счет приостанавливается до тех пор, пока InPause = 0 при InStart = 1, значение выхода, на котором прервался счет, запоминается и при возобновлении счета становится начальным;
- если InStart = 0 и InPause = 0, то счет прекращается и возобновляется при InStart = 1 и InPause = 0 со сброса накопленного значения, если в момент возобновления счет InPause = 1, то ситуация трактуется как останов и сброса накопленного не происходит;
- если управляющие входы InStart и InPause не подключены, алгоритм реализуется без остановов и сбросов;
- если подключен только один управляющий вход InStart, то счет будет прекращаться при InStart = 0 и возобновляться со сброса, накопленного при InStart = 1;
- если подключен только один управляющий вход InPause, счет будет запускаться при запуске ИС, останавливаться по InPause = 1 и запускаться вновь по InPause = 0, сброса накопленного не будет;
- учитываются только достоверные состояния InStart и InPause.

На выход OutVal транслируется признак качества InVal на текущем такте обсчета ТМ, если работает счет алгоритма.

## 2.6.2. Дифференциатор

Метка типа: Differ

Номер типа: 32

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.6.2.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Discret	InStart	Разрешение	
3	Float	Kd	Коэффициент передачи	Исключает настройку 1
4	Unsigned	Td	Постоянная времени	Исключает настройку 2, мсек.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 46
-----------------	---	-------------

Таблица 2.6.2.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.6.2.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Kd	Коэффициент передачи	
2	Unsigned	Td	Постоянная времени	мсек.

ТМ “Демпфер” реализует алгоритм инерционно-дифференцирующего звена, представленного следующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{Kp}{Tp + 1}$$

где коэффициентами К и Т являются соответственно настройки и входы Kd и Td. Недостоверности входов Kd и Td не учитывается.

Преобразование выполняется над значением, поступающим на вход InVal, результат преобразования отображается в выходе OutVal. Управление преобразованием осуществляется через управляющие дискретные вход InStart по следующему алгоритму:

- ТМ считается пока InStart = 1;
- при InStart = 0 счет прекращается, и на входе OutVal сохраняется последнее значение счета;
- при возобновлении счета (InStart = 1) расчет выходного значения продолжается с сохраненного на момент остановки;
- если вход InStart не подключен, счет будет запускаться при запуске ИС;
- учитывается только достоверное состояние InStart.

На выход OutVal транслируется признак качества InVal на текущем такте обчета ТМ, если работает счет алгоритма.

### 2.6.3. Интегратор с ограничениями

Метка типа: Integrator

Номер типа: 29

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.6.3.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входное значение	Должен быть подключен

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 47
-----------------	---	-------------

2	Discret	InStart	Разрешение	
3	Discret	InPause	Останов	
4	Float	BoundLo	Ограничение снизу	Исключает настройку 1
5	Float	BoundHi	Ограничение сверху	Исключает настройку 2
6	Unsigned	Tint	Постоянная времени	Исключает настройку 4, мсек.

Таблица 2.6.3.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.6.3.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	BoundLo	Ограничение снизу	
2	Float	BoundHi	Ограничение сверху	
3	Unsigned	Tint	Постоянная времени	мсек.

ТМ “Интегратор с ограничениями” реализует алгоритм интегрирующего звена, представленного следующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{1}{Tp}$$

где коэффициентом Т является настройка и вход Tint. Недостоверность входа Tint не учитывается.

В данной реализации алгоритма интегрирующего звена возможно введение ограничения на результат интегрирования как по верхней, так и по нижней границе. Ограничения задаются настройками и входами BoundLo и BoundHi. Изменение ограничений при работе счета немедленно переводит результат счета в допустимый диапазон, в случае если на текущем такте результат счета лежит вне нового диапазона. Учет недостоверностей по входам BoundLo и BoundHi не производится.

Преобразование выполняется над значением, поступающим на вход InVal, результат преобразования отображается в выходе OutVal. Управление преобразованием осуществляется через управляющие дискретные входы InStart и InPause по следующему алгоритму:

- ТМ считается пока InStart = 1, InPause = 0;
- если InStart = 1 и InPause = 1, то счет приостанавливается до тех пор, пока InPause = 0 при InStart = 1, значение выхода, на котором прервался счет, запоминается и при возобновлении счета становится начальным;
- если InStart = 0 и InPause = 0, то счет прекращается и возобновляется при InStart = 1 и InPause = 0 со сброса накопленного значения, если в момент возобновления счет InPause = 1, то ситуация трактуется как останов и сброса накопленного не происходит;



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 48
-----------------	---	-------------

- если управляющие входы InStart и InPause не подключены, алгоритм реализуется без остановов и сбросов;
- если подключен только один управляющий вход InStart, то счет будет прекращаться при InStart = 0 и возобновляться со сброса накопленного при InStart = 1;
- если подключен только один управляющий вход InPause, счет будет запускаться при запуске ИС, останавливаться по InPause =1 и запускаться вновь по InPause = 0, сброса накопленного не будет;
- учитываются только достоверные состояния InStart и InPause.

На выход OutVal транслируется признак качества InVal на текущем такте обсчета ТМ, если работает счет алгоритма.

#### 2.6.4. Интегро-дифференциатор

Метка типа: IDiffer

Номер типа: 33

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.6.4.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Discret	InStart	Разрешение	
3	Discret	InPause	Останов	
4	Float	K	Коеф. пропорциональности	Исключает настройку 1
5	Unsigned	T	Постоянная времени	Исключает настройку 2, мсек.

Таблица 2.6.4.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.6.4.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	K	Коеф. пропорциональности	
2	Unsigned	T	Постоянная времени	мсек.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 49
-----------------	---	-------------

ТМ “Интегро-дифференциатор” реализует алгоритм интегро-дифференцирующего звена, представленного следующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{Kp + 1}{Tp + 1}$$

где коэффициентами К и Т являются соответственно настройки и входы К и Т. Недостоверности входов К и Т не учитывается.

Преобразование выполняется над значением, поступающим на вход InVal, результат преобразования отображается в выходе OutVal. Управление преобразованием осуществляется через управляющие дискретные входы InStart и InPause по следующему алгоритму:

- ТМ считается пока InStart = 1, InPause = 0;
- если InStart = 1 и InPause = 1, то счет приостанавливается до тех пор, пока InPause = 0 при InStart = 1, значение выхода, на котором прервался счет, запоминается и при возобновлении счета становится начальным;
- если InStart = 0 и InPause = 0, то счет прекращается и возобновляется при InStart = 1 и InPause = 0 со сброса накопленного значения, если в момент возобновления счет InPause = 1, то ситуация трактуется как останов и сброса накопленного не происходит;
- если управляющие входы InStart и InPause не подключены, алгоритм реализуется без остановов и сбросов;
- если подключен только один управляющий вход InStart, то счет будет прекращаться при InStart = 0 и возобновляться со сброса накопленного при InStart = 1;
- если подключен только один управляющий вход InPause, счет будет запускаться при запуске ИС, останавливаться по InPause = 1 и запускаться вновь по InPause = 0, сброса накопленного не будет;
- учитываются только достоверные состояния InStart и InPause.

На выход OutVal транслируется признак качества InVal на текущем такте обсчета ТМ, если работает счет алгоритма.

## 2.7. Прочие ТМ

### 2.7.1. 2 из 3-х

Метка типа: Major

Номер типа: 38

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.7.1.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	InVal1	Входное значение 1	Должен быть подключен
2	Variant	InVal2	Входное значение 2	Должен быть подключен
3	Variant	InVal3	Входное значение 3	Должен быть подключен

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 50
-----------------	---	-------------

Таблица 2.7.1.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	OutVal	Выходное значение	
2	Discret	OutChoice	Сигнал о сделанном выборе	

ТМ “2 из 3-х” реализует мажоритарный выбор значения по схеме “2 из 3-х”, оценивания точное совпадение хотя бы 2-х значений, поступающих на входы InVal1 – InVal3. Если такой выбор удастся провести, совпавшее значение поступает на выход OutVal, а на выходе OutChoice устанавливается “1”. Если выбор провести невозможно, то результат на выходе OutVal не меняется, а на выходе OutChoice устанавливается достоверный “0”. Оцениваются значения только одинакового типа.

В оценке участвуют только достоверные входы InVal1 – InVal3.

### 2.7.2. 2 из 3-х (плавающее)

Метка типа: MajorFI

Номер типа: 49

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.7.2.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal1	Входное значение 1	Должен быть подключен
2	Float	InVal2	Входное значение 2	Должен быть подключен
3	Float	InVal3	Входное значение 3	Должен быть подключен
4	Float	Za	Уставка	Исключает настройку 1

Таблица 2.7.2.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	OutVal	Выходное значение	

Таблица 2.7.2.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Za	Уставка	

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 51
-----------------	---	-------------

ТМ “2 из 3-х (плавающее)” реализует мажоритарный выбор значения по схеме “2 из 3-х”, оценивания совпадение хотя бы 2-х значений, поступающих на входы InVal1 – InVal3, с учетом уставки Za, заданной значением настройки или входа:

$$|InVal1 - InVal2| < Z_a,$$

$$|InVal1 - InVal3| < Z_a,$$

$$|InVal2 - InVal3| < Z_a,$$

Если такой выбор удастся провести, совпавшее значение поступает на выход OutVal, а на выходе OutChoice устанавливается “1”. Если выбор провести невозможно, то результат на выходе OutVal не меняется, а на выходе OutChoice устанавливается достоверный “0”. Перед оценкой значения входов InVal1 – InVal3 приводятся к типу Float. Успешный результат совпадения в группе берется из значения входа с минимальным номером.

В оценке участвуют только достоверные входы InVal1 – InVal3.

### 2.7.3. Аккумулятор

Метка типа: Accumulator

Номер типа: 42

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.7.3.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	InfoType	TypeInputs	Тип входных параметров	Определяет типы входов и выхода: допускаются Float, Integer или Unsigned

Таблица 2.7.3.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Discret	Ctrl	Управляющий вход	Должен быть подключен
3	Discret	Reset	Управление сбросом	Должен быть подключен
4	Variant	Limit	Предел	Исключает настройку 1

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 52
-----------------	---	-------------

Таблица 2.7.3.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	OutVal	Выходное значение	
2	Discret	OverLimit	Сигнал о превышении предела	

Таблица 2.7.3.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Limit	Предел	

ТМ “Аккумулятор” предназначен для суммирования значений, считанных со входа InVal, в момент, когда состояние управляющего входа Ctrl меняется с достоверного “0” на достоверную “1”. Накопленное значение отображается в выходе OutVal. При отработке алгоритма накопления происходит сравнение накопленного значения с установленным пределом, заданным настройкой или входом Limit, и в случае его превышения на выходе OverLimit устанавливается достоверная “1”, при этом накопление не останавливается.

Алгоритм работы ТМ:

- при появлении на входе Reset достоверного состояния “1” реализуется сброс накопленного значения в “0”, и начинается счет суммы значений со входа InVal в моменты достоверных переходов состояний входа Ctrl из “0” в “1”;
- при появлении на входе Reset достоверного “0” после достоверной “1” накопление суммы заканчивается.

Значение выхода OutVal всегда достоверно.

#### 2.7.4. Диапазон

Метка типа: Range

Номер типа: 41

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.7.4.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	Float	MinRng1	Мин. граница диапазона 1	
11	Float	MaxRng1	Макс. граница диапазона 1	
12	Float	MinRng2	Мин. граница диапазона 2	
13	Float	MaxRng2	Макс. граница диапазона 2	

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 53
-----------------	---	-------------

14	Float	MinRng3	Мин. граница диапазона 3	
15	Float	MaxRng3	Макс. граница диапазона 3	
16	Float	MinRng4	Мин. граница диапазона 4	
17	Float	MaxRng4	Макс. граница диапазона 4	
18	Float	MinRng5	Мин. граница диапазона 5	
19	Float	MaxRng5	Макс. граница диапазона 5	

Таблица 2.7.4.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	InVal	Значение	Должен быть подключен

Таблица 2.7.4.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	OutRng	Номер диапазона	

ТМ “Диапазон” предназначен для вычисления номера заданного константами диапазона величин для значения, поступающего на вход InVal. Номер диапазона от 1 до 5, если его возможно установить, передается на выход OutRng. В случае невозможности его определения, выходу присваивается “недоверность источника” со значением номера ближайшего диапазона.

Алгоритм определения номера диапазона зависит от вида шкалы: *прямая* или *обратная*. Вид шкалы определяется по результату сравнения значений в константах MinRng1 и MaxRng1. Задание MinRng1 = MaxRng1 = 0 не допускается.

Если MinRng1 <= MaxRng1, то шкала считается прямой, и расчет диапазона производится следующим образом:

- InVal < MinRng1                               =>   диапазон 1 с недоверностью “источника”
- MinRng1 ≤ InVal ≤ MaxRng1               =>   диапазон 1
- .....
- MinRng5 ≤ InVal ≤ MaxRng5               =>   диапазон 5
- InVal > MaxRng5                               =>   диапазон 5 с недоверностью “источника”

В случае пресечения диапазонов, например,

MinRng1 < MinRng2 < InVal < MaxRng1 < MaxRng2 => диапазон 1

В случае пропуска диапазона, например,

MinRng1 < MaxRng1 < InVal < MinRng2 < MaxRng2 => диапазон 2 с недоверностью “источника”

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 54
-----------------	---	-------------

Если  $MinRng1 > MaxRng1$ , то шкала считается обратной, и расчет диапазона производится следующим образом:

$InVal > MinRng1 \Rightarrow$  диапазон 1 с недоверностью “источника”

$MaxRng1 \leq InVal \leq MinRng1 \Rightarrow$  диапазон 1

.....

$MaxRng5 \leq InVal \leq MinRng5 \Rightarrow$  диапазон 5

$InVal < MaxRng5 \Rightarrow$  диапазон 5 с недоверностью “источника”

В случае пресечения диапазонов, например,

$MinRng1 > MinRng2 > InVal > MaxRng1 > MaxRng2 \Rightarrow$  диапазон 1

В случае пропуска диапазона, например,

$MinRng1 > MaxRng1 > InVal > MinRng2 > MaxRng2 \Rightarrow$  диапазон 2 с недоверностью “источника”

На выход  $OutRng$  транслируется признак качества входа  $InVal$ .

### 2.7.5. Заглушка

Метка типа:  $OutTerm$

Номер типа: 21

Представлен:  $Rp1, Rp2, Rp3$

Таблица 2.7.5.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	$InVal$	Входное значение	

ТМ “Заклушка” предназначен для наблюдения за значением и признаком качества выхода какого-либо ТМ в режиме отладки ТП, если выход этого ТМ не был ранее задействован для подключения к входу другого ТМ.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 55
-----------------	---	-------------

## 2.7.6. Счетчик импульсов

Метка типа: Counter

Номер типа: 39

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

**Таблица 2.7.6.1 (Входы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Discret	Ctrl	Управляющий вход	Должен быть подключен
3	Unsigned	Limit	Предел	Исключает настройку 1

**Таблица 2.7.6.2 (Выходы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	OutCount	Выходное значение	
2	Discret	OverLimit	Сигнал о превышении предела	

**Таблица 2.7.6.3 (Настройки)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Limit	Предел	

ТМ "Счетчик импульсов" предназначен для подсчета достоверных переходов с "0" на "1" на входе InVal, пока на управляющем Ctrl держится "1". Результат отображается в выходе OutVal. При отработке алгоритма накопления происходит сравнение накопленного значения с установленным пределом, заданным настройкой или входом Limit, и в случае его превышения, на выходе OverLimit устанавливается достоверная "1", при этом накопление не останавливается.

Алгоритм работы ТМ:

- при появлении на входе Ctrl достоверного значения "1" реализуется сброс счетчика в исходное состояние, и начинается счет достоверных переходов состояний входа InVal из "0" в "1";
- значение выходов OutCount и OverLimit сохраняются до тех пор, пока на входе Ctrl не зафиксируется новый переход с достоверного "0" на достоверную "1";

Значение выхода OutVal всегда достоверно.



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 56
-----------------	---	-------------

### 2.7.7. Ячейка памяти

Метка типа: Memory

Номер типа: 26

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.7.7.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	Mode	Режим работы	0 – без трансляции; 1 – с трансляцией

Таблица 2.7.7.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	InVal	Входное значение	Должен быть подключен
2	Discret	Ctrl	Управляющий вход	Должен быть подключен

Таблица 2.7.7.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	OutVal	Выходное значение	

ТМ “Ячейка памяти” предназначен для запоминания значения входа InVal с признаком качества в момент выполнения условия, определяемого состоянием управляющего входа Ctrl и значением режимной константы Mode.

Алгоритм работы режима “без трансляции” (Mode = 0):

- ТМ реализует передачу на выход OutVal значения входа InVal с признаком качества, запоминаемое в момент, когда при очередном просчете ТМ обнаружено, что состояние входа Ctrl изменилось с достоверного “0” на достоверную “1”;
- запомненное значение хранится и выдается на выход OutVal до обнаружения следующего такого перехода.

Алгоритм работы режима “с трансляцией” (Mode = 1):

- пока состояние входа Ctrl равно “0”, ТМ транслирует на выход OutVal значение входа InVal с признаком качества;
- пока состояние входа Ctrl равно “1”, ТМ передает на выход OutVal значение входа InVal с признаком качества, запомненное в момент появления “1” на входе Ctrl;
- недостоверные состояния входа Ctrl не влияют на работу этого режима.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 57
-----------------	---	-------------

## 2.8. Системные ТМ

### 2.8.1. Системный конфигурактор

Метка типа: SystemCnfg

Номер типа: 100

ТМ “Системный конфигурактор” предназначен для конфигурирования некоторых настроек ИЯ и ОС, управления общими функциями ИЯ, и наблюдения (мониторинга) за некоторыми характеристиками ИЯ и в отдельных случаях ОС. Этот ТМ в обязательном порядке должен быть создан в каждой ТП в единичном экземпляре. Реализация отдельных ИЯ может иметь отличия друг от друга и, соответственно, требовать специальных способов конфигурирования и управления. Поэтому структура ТМ “Системный конфигурактор” различается в существующих на данный момент 3-х реализациях ИЯ. Минимальный на данный момент набор свойств присутствует в ИЯ Rp2 и Rp3 в силу того, что большая часть настроек выполняется средствами ОС, на которых работают эти ИЯ (конфигурирование систем этих ИЯ описывается в специальных инструкциях). Общая структура для Rp2 и Rp3 приводится ниже.

Таблица 2.8.1.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	DebugAddress	Адрес посылки отладочной инф-и по UDP	
11	ushort	DebugPort	Порт UDP для передача отладочной инф-и	
12	ushort	TimeBias	Смещение часового пояса	час

Таблица 2.8.1.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	PntControl	Командный вход	Выбор: 0 - нет команды; 3 - подтвердить новую конфигурацию; 4 - отменить новую конфигурацию; 5 – перезагрузить устройство
2	Unsigned	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1

Таблица 2.8.1.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	State	Состояние устройства	Битовое поле: 1 бит - в работе первый конф. файл;

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 58
-----------------	---	-------------

				2 бит - в работе второй конф. файл; 3 бит - ожидание решения по применению новой конфигурации; 4 бит - бит, устанавливающийся на 1 такт после перезагрузки устройства; 5 бит - вывод Error-сообщений; 6 бит - вывод Error и Warning-сообщений; 7 бит - вывод всех сообщений;
2	Unsigned	HeapFree	Размер "свободной кучи" оперативной памяти	байт
3	Unsigned	CancelCfg	Остаток сек. до отката конфигурации	
4	Unsigned	Performance	Производительность системы	%

**Таблица 2.8.1.4 (Настройки)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	DebugMode	Режим отладки	0 - без отладки; 1 - только ошибки; 2 - ошибки и предупреждения; 3 - вся информация

Фактически в константах задаются только параметры создания удаленного отладочного UDP-порта (DebugAddress и DebugPort), куда пересылается внутренняя информация о работе ИС, уровни которой определяются настройкой или входом DebugMode. Информация поступает в текстовом представлении и может быть получена любым программным средством, открывшим на указанном адресе указанный UDP-порт. В реализации Rp1, если при включенном DebugMode <> 0 не задан DebugAddress, отладочная информация будет перенаправлена в UART1.

Константа смещения часового пояса TimeBias в этих реализациях не используется, а текущий часовой пояс задается средствами ОС.

В выходы ТМ транслируется общее состояние ИС и некоторые диагностические параметры ОС (Таблица 2.8.1.3 (Выходы)).

Вход PntControl предназначен для управления ИС командами, которые могут быть спроектированы в ТП (Таблица 2.8.1.2 (Входы)).

Реализация ТМ "Системный конфигуризатор" для Rp1 на данный момент имеет отличия только в константной части.

**Таблица 2.8.1.5 (Константы)**

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	WifiPntName	Имя WiFi-точки доступа	
11	string	WifiPntPassword	Пароль WiFi-точки	
12	byte	WifiPntAuthMode	Режим аутентификации	Выбор: 0 - Open; 1 - WEP;

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 59
-----------------	---	-------------

				2 - WPA-PSK; 3 - WPA2-PSK; 4 - WPA-WPA2-PSK; 5 - MAX
13	byte	IPSetMode	Способ задания IP-адреса	Выбор: 0 - DHCP; 1 – вручную
14	string	StaticIPAddr	Статический IP-адрес	Для DHCP игнорируется
15	string	MaskIPAddr	Маска подсети	Для DHCP игнорируется
16	string	DebugAddress	Адрес посылка отладочной инф-и по UDP	
17	ushort	DebugPort	Порт UDP для передача отладочной инф-и	
18	string	SntpServer	Адрес SNTP-севера	
19	ushort	TimeBias	Смещение часового пояса	час

Здесь, в силу особенностей аппаратной части, а также невозможности конфигурирования устройства из применяемой на ней ОС, присутствуют некоторые настройки сетевого интерфейса, реализованного в Rp1 в виде встроенного WiFi-адаптера, а также настройки SNTP-канала синхронизации системного времени с заданием локального часового пояса.

## 2.8.2. Системная задача

Метка типа: Task

Номер типа: 111

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.8.2.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
1	byte	NumTask	Номер задачи	Присваивается автоматически
2	ushort	Takt	Такт обчета задачи	мсек
10	byte	Priority	Приоритет задачи	0 - обычный; 1 - повышенный; 2 - высокий;
11	ushort	QueueLen	Размер очереди	не используется

ТМ “Системная задача” предназначен для конфигурирования системной задачи, которая будет создана в процессе запуска ИС с целью выполнения периодического циклического обчета ТМ, привязанных к этой задаче при формировании ТП. Этот ТМ должен быть создан первым при формировании ТП. Остальные ТМ привязываются к задаче с помощью выбора ссылки на нужную задачу в константе NumTask, которая присутствует в структуре каждого ТМ. Обычно ТМ привязываются к “Задаче 0” автоматически при добавлении в ТП.

ТМ, входящие в группу, которая обозначается через ассоциацию типа “отношение” с вышестоящим групповым ТМ, обчитываются в задаче вышестоящего группового ТМ, поэтому отдельных ссылок в константе NumTask не требуют. Ссылка на задачу требуется только в

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 60
-----------------	---	-------------

наивысшем групповом ТМ. Если ТМ имеет в своей структуре вход типа “отношение”, но связь по этому входу не сформирована, то он не обсчитывается, хотя и может быть загружен в ИС.

В ИС могут быть сформированы несколько ТМ “Системная задача” с разными начальными настройками (например, приоритетом Priority). ТМ, привязанные к разным задачам, будут обсчитываться параллельно и не синхронно друг с другом. Поэтому цепочки ТМ, которые должны выдерживать строгий порядок обсчета, должны привязываться к одной задаче. Предполагается, что в ТП будут созданы задачи с разными тактами обсчета и разными приоритетами для разделения цепочек ТМ по степени важности, например, отдельная задача для обсчета цепочек защит. Не следует без необходимости увеличивать количество задач или увеличивать их приоритет работы, так как это может оказывать существенное влияние на производительность ИС в целом.

Константа QueueLen более не используется и будет удалена из структуры ТМ в следующих версиях ИС.

Допустимое количество системных задач в ИС ограничивается для Rp1 – 2, для Rp2 -3 и Rp3 – 3.

## 2.9. Макромодуль

### 2.9.1. Общая характеристика

Функциональность данного типа ТМ целиком определяется пользователем. ИС предоставляет только оболочку описанной ниже структуры и возможность увязать входы и выходы этой оболочки с входами и выходами того внутреннего алгоритма, который создаст пользователь в качестве шаблона макромодуля (*макрошаблона*). Схема участия макрошаблона в ИС представлена в п.1.2 настоящего документа.

Метка типа: [задается пользователем]

Номер типа: 103

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.9.1.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1-16	Variant	In1-16	Вход	

Таблица 2.9.1.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1-16	Variant	Out1-Out16	Выход	

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 61
-----------------	---	-------------

При формировании макршаблона пользователь определяет его уникальную метку и имя типа. Метку и имя можно впоследствии изменить без перестроения макршаблона. Макршаблон представляет собой, по существу, отдельный документ проекта со следующими особенностями:

- внутри макршаблона разрешено применять не все ТМ ИС, а только те, которые не подразумевают групповую связь, не участвуют в обмене с задачами ввода/вывода, не участвуют в конфигурировании ИС. Такие ТМ называются “чистые”. К ним относятся все логические ТМ, а также ТМ из группы Прочие, кроме ТМ “Заглушка”.
- настройки ТМ внутри макршаблона не могут изменяться при работе ИС командой и фактически превращаются в константы. Если необходимо менять настройку в течение работы, то следует использовать подключение аналогичного входа ТМ, который следует связать через ТМ “Вход макромодуля” с входом внешней оболочки макромодуля и на этот вход подключить ТМ “Уставка” в основном документе проекта.
- все ТМ макршаблона считаются за один проход с тактом, определяемым константой Такт макромодуля, созданного в ТП на основе данного макршаблона;
- все ТМ макршаблона привязаны к одной системной задаче, которая указывается в константе NumTask макршаблона;
- типы ТМ, которые допускаются для использования внутри макршаблона, дополняются некоторыми дополнительными типами, описанными ниже;
- внутри макршаблона допускается использование других макромодулей, но таким образом, чтобы внутри входящих макршаблонов не использовались вышестоящие по вложенности типы макромодулей, допускается вложенность макромодулей до уровня не более 20.

## 2.9.2. Вход макромодуля

Метка типа: MacroInput

Номер типа: 101

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 2.9.2.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	NumIn	Номер входа макромодуля	Уникальный в макршаблоне

Таблица 2.9.2.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Out	Транслируемое значение	Должен быть подключен

ТМ “Вход макромодуля” предназначен для обеспечения передачи элемента данных с входа оболочки макромодуля, номер которого указывается в константе NumIn, в алгоритм шаблона макромодуля. Этот элемент данных транслируется на выход Out. Подключение этого выхода не допускает установку режимов предобработки, так как использует режимы предобработки подключения входа оболочки.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 62
-----------------	---	-------------

### 2.9.3. Выход макромодуля

Метка типа: MacroOutput

Номер типа: 102

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

**Таблица 2.9.3.1 (Константы)**

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	NumOut	Номер выхода макромодуля	Уникальный в макрошаблоне

**Таблица 2.9.3.2 (Входы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	In	Транспируемое значение	Должен быть подключен

TM “Выход макромодуля” предназначен для обеспечения передачи элемента данных из алгоритма шаблона макромодуля на выход оболочки макромодуля, номер которого указывается в константе NumOut. Элемент данных транспируется со входа In. Подключение этого входа не допускает установку режимов предобработки, так как режимы предобработки устанавливаются на подключениях выхода оболочки.

### 2.9.4. Такт макромодуля

Метка типа: MacroTakt

Номер типа: 121

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

**Таблица 2.9.4.1 (Выходы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Float	Out	Такт макромодуля	мсек.

TM “Так макромодуля” предназначен для фиксирования времени в миллисекундах, прошедшие с момента последнего обсчета макромодуля, в алгоритме которого создан данный TM. Время выдается с выхода Out в формате Float. При первом обсчете макромодуля значения выхода равно такту обсчета макромодуля, указанному в константе Takt. При последующих обсчетах будет отображено фактическое время такта макромодуля.

### 3. Технологические модули для обеспечения ввода/вывода

#### 3.1. Протокол Modbus

##### 3.1.1. Общая схема работы

В ИС реализована возможность обмена данными по протоколам Modbus-RTU и Modbus-TCP/UDP в режимах Master и Slave. Типовые схемы работы представлены на рисунках ниже.

**Рисунок 3.1.1.1 (Режим Master)**

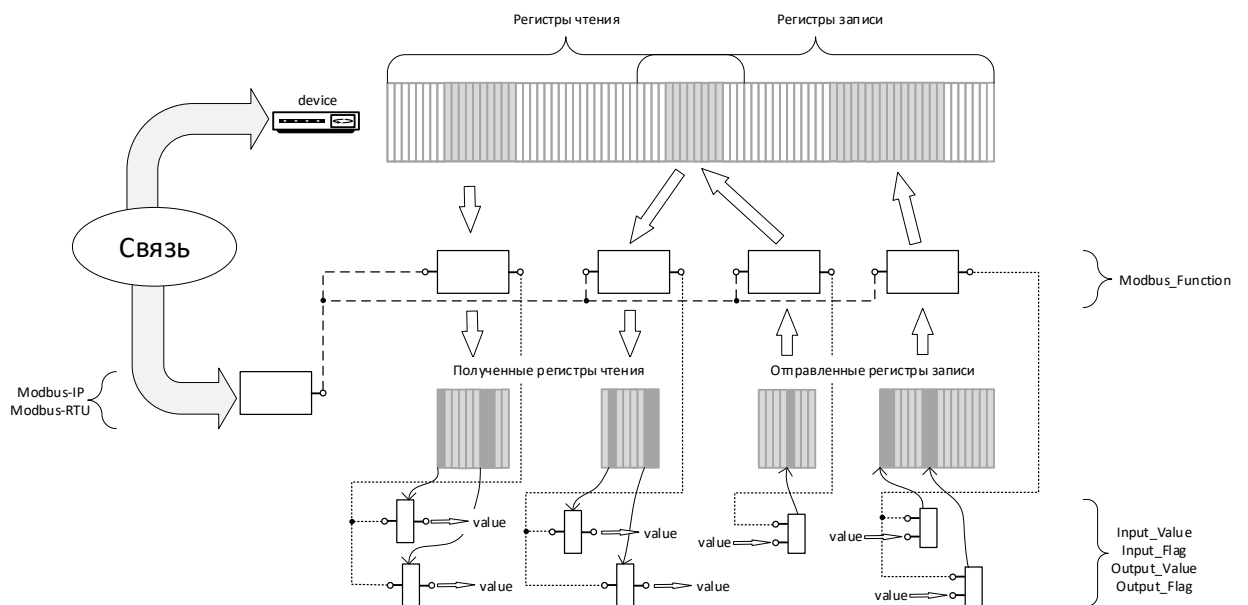




Рисунок 3.1.1.2 (Режим Slave)

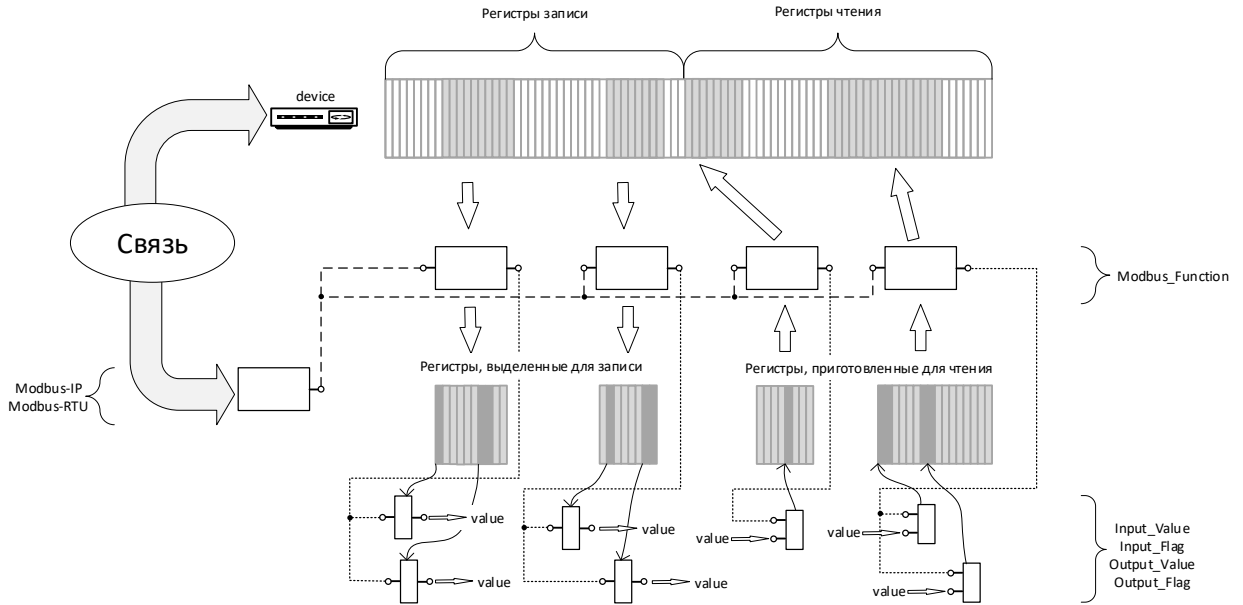
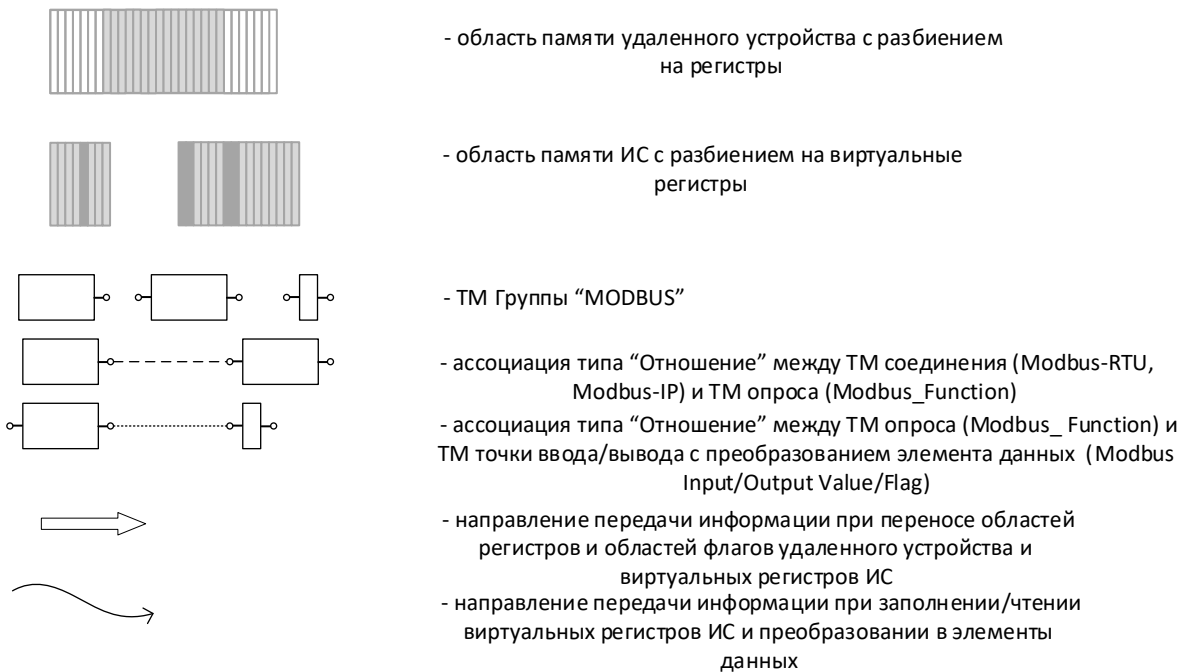


Рисунок 3.1.1.3 (Обозначения)



Для обеспечения взаимодействия ИС содержит 3 набора ТМ:

- 1) Сервисные ТМ, отвечающие за поддержание соединения через последовательные интерфейсы или сеть TCP/IP. К этому набору относятся ТМ: "MODBUS RTU master service", "MODBUS IP master service", "MODBUS RTU slave service", "MODBUS IP slave service".
- 2) Опросные ТМ, обеспечивающие запросы (в случае режима Master) и ответы (в случае режима Slave) с использованием протокольных функций Modbus. К этому набору относятся ТМ:

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 65
-----------------	---	-------------

“MODBUS source to read (function 1,2)”, “MODBUS source to read (function 3,4)”, “MODBUS source to read/write (function 23)”, “MODBUS source to write (function 15)”, “MODBUS source to write (function 16)”, “MODBUS destination for read (function 3,4)”, “MODBUS destination for read (function 3,4)”, “MODBUS destination for read/write (function 23)”, “MODBUS destination for write (function 16)”. Таким образом, в качестве Master-устройства ИС обеспечивает поддержку Modbus-функций 1, 2, 3, 4, 15, 16 и 23, а в качестве Slave-устройства поддержку функций 3, 4, 16 и 23.

- 3) ТМ точек ввода/вывода, обеспечивающие преобразование элементов данных простых типов и сложных структур в/из формы представления, принятой в протоколе Modbus (регистры и дискретные флаги). Эти ТМ фактически являются “клеммными элементами” между внутренней идеологией организации программной логики ИС и внешними устройствами, подключенными к ИС по протоколу Modbus.

Подробно о каждом типе ТМ из вышеперечисленных наборов будет описано в соответствующих пунктах настоящего документа.

Минимальный набор действий в ТП при организации обмена по Modbus следующий.

Для режима Master (Рисунок 3.1.1.1 (Режим Master)):

- в ТП добавить сервисный ТМ, отвечающий за соединение с устройством, в зависимости от типа протокола “MODBUS RTU master service” или “MODBUS IP master service”, настроить параметры соединения с устройством и параметры собственного интерфейса связи через соответствующие константы ТМ;
- в ТП добавить опросный ТМ, подключить его групповым входом к выходу добавленного выше сервисного ТМ, в константах установить номер используемой Modbus-функции, логический адрес удаленного Modbus-устройства, начальный рабочий адрес в области данных (входных или выходных) и количество элементов данных рабочей области (регистров или дискретных флагов);
- в ТП добавить ТМ ввода или вывода, подключить его групповым входом к выходу добавленного выше опросного ТМ, в константах выбрать адрес регистра (или дискретного состояния) из области, с которой работает вышестоящий групповой ТМ опроса, изменить (при необходимости) параметры преобразования элемента данных при копировании/вставки в область памяти по указанному адресу регистра;
- при использовании ТМ ввода подключить выход данных этого ТМ в программируемую логику ТП;
- при использовании ТМ вывода подключить вход данных этого ТМ в программируемую логику ТП.

Для режима Slave (Рисунок 3.1.1.2 (Режим Slave)):

- в ТП добавить сервисный ТМ, отвечающий за предоставление соединения с устройством, в зависимости от типа протокола “MODBUS RTU slave service” или “MODBUS IP slave service”, настроить параметры собственного интерфейса связи через соответствующие константы ТМ;
- в ТП добавить опросный ТМ, обеспечивающий ответ Master-устройству, подключить его групповым входом к выходу добавленного выше сервисного ТМ, в константах установить номер используемой Modbus-функции, свой логический адрес как адрес виртуального Modbus-устройства, начальный рабочий адрес регистра в области данных (входных или выходных) и количество регистров рабочей области;
- в ТП добавить ТМ ввода или вывода, подключить его групповым входом к выходу добавленного выше опросного ТМ, в константах выбрать адрес регистра из области, с которой работает вышестоящий групповой ТМ поддержки опроса, изменить (при необходимости) параметры преобразования элемента данных при копировании/вставки в область памяти по указанному адресу регистра;
- при использовании ТМ ввода подключить выход данных этого ТМ в логику ТП;
- при использовании ТМ вывода подключить вход данных этого ТМ в логику ТП.

Для ИЯ протокол Modbus-RTU в режиме Master, использующий функцию 23, применяется в качестве системной шины с цифровыми устройствами ввода/вывода, разработанной компанией ООО «АСУ-ЛИДЕР». Для удобного использования этих устройств в ТП применяются специализированные ТМ, преобразующие область памяти, копируемую между ИЯ и этими

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 66
-----------------	---	-------------

устройствами по протоколу Modbus-RTU, в структурный вид. В частности, для приема информации с беспроводных датчиков, приемник которых связан с ИЯ через Modbus-RTU, применяется ТМ “Входной элемент RF-датчиков”.

### 3.1.2. MODBUS IP master service

Метка типа: ModbusIPGroup

Номер типа: 109

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.2.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	NetworkAddress	Сетевой адрес	IP или DNS адрес
11	ushort	NetworkPort	Сетевой порт	по умолчанию 502
12	byte	ProtocolType	Транспортный протокол	0 – TCP; 1 – UDP
13	ushort	ActionTimeout	Предельное время выполнения команды	мсек

Таблица 3.1.2.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Группа опроса шины Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusRWMIReg, ModbusWMIReg, ModbusRMIReg, ModbusWMIFlag, ModbusRMIFlag

ТМ “MODBUS IP master service” предназначен для обеспечения клиентского соединения прикладного уровня протокола Modbus-TCP внутри транспортного уровня, построенного на протоколах TCP или UDP. За выбор типа транспортного протокола отвечает константа ProtocolType. Константы NetworkAddress и NetworkPort отвечают за сетевую часть выбранного протокола.

Константа ActionTimeout определяет тайм-аут ожидания подтверждения на операцию запроса к серверу. На время этого ожидания блокируются все следующие операции запроса. В случае превышения ожидания этой величины канал с сервером пересоздается с обработкой ошибки в протокольных ТМ. Величина тайм-аута определяется временем реакции удаленного Modbus-устройства. Рекомендуется оставлять значение константы по умолчанию.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 67
-----------------	---	-------------

### 3.1.3. MODBUS RTU master service

Метка типа: ModbusRTUGroup

Номер типа: 105

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

**Таблица 3.1.3.1 (Константы)**

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	PortName	Имя COM-порта	зависит от ОС
11	byte	PortBaudrate	Скорость по порту	Выбор 0 - 1200 бод; 1 - 2400 бод; 2 - 4800 бод; 3 - 9600 бод; 4 - 19200 бод; 5 - 38400 бод; 6 - 57600 бод; 7 - 115200 бод; 8 - 230400 бод; 9 - 460800 бод
12	byte	PortDataBits	Количество бит данных	4, 5, 6, 7, 8
13	byte	PortParity	Четность	Выбор 0 - None; 1 - Even; 2 - Odd
14	byte	PortStopBits	Количество стоповых бит	Выбор 0 - "1", 1 - "1,5", 2 - "2"
15	ushort	ActionTimeout	Предельное время выполнения команды	мсек

**Таблица 3.1.3.2 (Выходы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой опрос шины Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusRWMltReg, ModbusWMltReg, ModbusRMltReg, ModbusWMltFlag, ModbusRMltFlag

ТМ "MODBUS RTU master service" предназначен для обеспечения соединения прикладного уровня протокола Modbus-RTU через последовательный интерфейс UART, который в конкретной ОС может быть представлен в виде COM-порта интерфейса RS-232 или RS-485. Константы ТМ позволяют задать символьное имя COM-порта, принятое в системе, а также его параметры для согласования работы с ответной стороной. Иногда имя COM-порта может быть пропущено, что равносильно номеру 0, но эта особенность реализации ИЯ для некоторых программно-аппаратных платформ с единственным интерфейсом UART.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 68
-----------------	---	-------------

Примеры константы PortName:

- a) \\.\COM2 – порт COM2 в системе Windows;
- b) /dev/ttyS1 – порт COM2 в системе Linux;
- c) для Rp1 с FreeRTOS номер порта 0, можно не задавать.

Константа ActionTimeout имеет похожее предназначение, что и для ТМ “MODBUS IP master service” с той особенностью, что еще и определяет минимальный интервал между соседними кадрами, посылаемыми в UART. Рекомендация такая же, оставить по умолчанию 10 мсек, если будут обнаружены потери кадров на противоположной стороне, увеличивать с шагом 10 мсек (до 100 мсек), с шагом 100 мсек (до 1000 мсек) и с шагом 1000 мсек (выше 1000 мсек) до исчезновения пропадания.

### 3.1.4. MODBUS source to read (function 1,2)

Метка типа: ModbusRMItFlag

Номер типа: 120

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.4.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	DeviceAddress	Адрес устройства	1..247
11	byte	FlagsType	Тип дискретных флагов	0 - Discret Inputs; 1 - Coils
12	ushort	StartDiscretFlags	Начальный адрес дискретных флагов	
13	ushort	CountDiscretFlags	Количество дискретных флагов	1...2000

Таблица 3.1.4.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1
2	Variant	Grp	Группа подключения Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusRTUGroup и ModbusIPGroup

Таблица 3.1.4.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Сигналы Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusInputFlag
2	Integer	Err	Код ошибки	Код ошибки по протоколу Modbus

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 69
-----------------	---	-------------

Таблица 3.1.4.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ “MODBUS source to read (function 1,2)” реализует чтение с Modbus-устройств с использованием протокольных функций 1 (Read Discret Inputs) и 2 (Read Coils), их тип устанавливается константой FlagsType.

Для формирования опроса требуется указать адрес опрашиваемого устройства DeviceAddress, начальный адрес дискретного флага StartDiscretFlags и количество запрашиваемых дискретных флагов CountDiscretFlags. При задании значений этих констант требуется выдерживать протокольные ограничения.

Такт опроса устройства совпадает с тактом обсчета ТМ и задается общей константойTakt.

Выход Err отображает последний код ошибки на очередном опросе устройства, при отсутствии ошибок значение выхода “0”, положительные значения являются кодами ошибок протокола Modbus, их расшифровка представлена в спецификации стандарта, в случае отсутствия связи с устройством значение выхода “-1”.

ТМ может вести документирование кадров Modbus, получаемых от устройства. За включение этого режима отвечает настройка и соответствующий дискретный вход DebugMode, ему необходимо установить значение “1”. Режим задействуется, если присутствует разрешение вывода “всей информации” в ТМ “Системный конфигурактор” (DebugMode = 3). Принимаемые кадры будут отображаться в 16-ричном представлении в отладочном канале, сконфигурированном настройкой ТМ “Системный конфигурактор”, в случае если ответ получен без ошибок и есть изменения в ответе по сравнению с предыдущим, отображенным в отладочном канале (одинаковый ответ повторяться не будет).

### 3.1.5. MODBUS source to read (function 3,4)

Метка типа: ModbusRMltReg

Номер типа: 108

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.5.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	DeviceAddress	Адрес устройства	1..247
11	byte	RegsType	Тип регистров чтения	0 - Input Registers; 1 - Holding Registers
12	ushort	StartInputArea	Начало области входных данных	
13	ushort	CountInputRegs	Количество входных регистров	1...125

Таблица 3.1.5.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 70
-----------------	---	-------------

2	Variant	Grp	Группа подключения Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusRTUGroup и ModbusIPGroup
---	---------	-----	---------------------------	--

Таблица 3.1.5.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Сигналы Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusInput
2	Integer	Err	Код ошибки	Код ошибки по протоколу Modbus

Таблица 3.1.5.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ “MODBUS source to read (function 3,4)” реализует чтение с Modbus-устройств с использованием протокольных функций 3 (Read Holding Registers) и 4 (Read Input Registers), их тип устанавливается константой FlagsType.

Остальная структура и функционал похожи на ТМ “MODBUS source to read (function 1,2)”, назначение констант StartInputArea и CountInputRegs аналогично константам StartDiscretFlags и CountDiscretFlags, с учетом протокольных особенностей.

### 3.1.6. MODBUS source to write (function 15)

Метка типа: ModbusWMItFlag

Номер типа: 119

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.6.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	DeviceAddress	Адрес устройства	1..247
11	ushort	StartDiscretFlags	Начальный адрес дискретных флагов	
12	ushort	CountDiscretFlags	Количество дискретных флагов	1..2000

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 71
-----------------	---	-------------

Таблица 3.1.6.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1
2	Variant	Grp	Группа подключения Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи от типа ModbusRTUGroup и ModbusIPGroup

Таблица 3.1.6.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Сигналы Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusOutputFlag
2	Integer	Err	Код ошибки	Код ошибки по протоколу Modbus

Таблица 3.1.6.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ “MODBUS source to write (function 15)” реализует запись подготовленного буфера памяти в Modbus-устройство с использованием протокольной функции 15 (Write Multiple Coils). Адрес Modbus-устройства задается константой DeviceAddress. Начальный адрес дискретного флага и количество флагов, подлежащих записи, задаются константами StartDiscretFlags и CountDiscretFlags.

Периодическая запись подготовленного буфера памяти в устройство производится с тактом обсчета ТМ, который задается общей константой Takt, если нет изменений в буфере, или сразу после фиксации изменения в буфере, записанных одним из ТМ вывода.

Выход Err отображает последний код ошибки при записи в устройство, при отсутствии ошибок значение выхода “0”, положительные значения являются кодами ошибок протокола Modbus, их расшифровка представлена в спецификации стандарта, в случае отсутствия связи с устройством значение выхода “-1”.

Режим документирования пересылаемых кадров не предусмотрен, поэтому настройка и вход DebugMode не используются (они зарезервированы для будущих реализаций).



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 72
-----------------	---	-------------

### 3.1.7. MODBUS source to write (function 16)

Метка типа: ModbusSlvWMItReg

Номер типа: 115

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.7.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	DeviceAddress	Адрес устройства	1..247
11	ushort	StartInputArea	Начало области входных данных	
12	ushort	CountInputRegs	Количество входных регистров	1..120

Таблица 3.1.7.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1
2	Variant	Grp	Группа подключения Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusRTUSlave и ModbusIPServer

Таблица 3.1.7.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Сигналы Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusInput

Таблица 3.1.7.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ "MODBUS source to write (function 16)" реализует запись подготовленного буфера памяти в Modbus-устройство с использованием протокольной функции 16 (Write Multiple Registers).

Остальная структура и функционал, похожи на ТМ "MODBUS source to write (function 15)", назначение констант StartInputArea и CountInputRegs аналогично константам StartDiscretFlags и CountDiscretFlags, с учетом протокольных особенностей.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 73
-----------------	---	-------------

### 3.1.8. MODBUS source to read/write (function 23)

Метка типа: ModbusRWMltReg

Номер типа: 106

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.8.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	DeviceAddress	Адрес устройства	1..247
11	ushort	StartInputArea	Начало области входных данных	
12	ushort	CountInputRegs	Количество входных регистров	1...118
13	ushort	StartOutputArea	Начало области выходных данных	
14	ushort	CountOutputRegs	Количество выходных регистров	1..118

Таблица 3.1.8.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1
2	Variant	Grp	Группа подключения Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи от типа ModbusRTUGroup и ModbusIPGroup

Таблица 3.1.8.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Сигналы Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusInput и ModbusOutput
2	Integer	Err	Код ошибки	Код ошибки по протоколу Modbus

Таблица 3.1.8.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ “MODBUS source to read/write (function 23)” реализует чтение и запись за один запрос к Modbus-устройству с использованием протокольной функции 23 (Read/Write Multiple Registers). Этот ТМ объединяет в себе функционал и настройки ТМ “MODBUS source to read (function 3,4)” и ТМ “MODBUS source to write (function 16)”.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 74
-----------------	---	-------------

Режим отладки работает аналогично ТМ “MODBUS source to read (function 3,4) для принимаемых кадров.

### 3.1.9. MODBUS IP slave service

Метка типа: ModbusIPServer

Номер типа: 112

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.9.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	ushort	NetworkPort	Сетевой порт	по умолчанию 502
11	byte	ProtocolType	Транспортный протокол	0 – TCP; 1 – UDP
12	byte	MaxConnection	Максимальное число подключений	по умолчанию 2
13	ushort	ActionTimeout	Предельное время выполнения команды	мсек

Таблица 3.1.9.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Группа опроса шины Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusSivRWMIReg, ModbusSivWMIReg и ModbusSivRMIReg

ТМ “MODBUS IP slave service” предназначен для предоставления серверной части множества клиентских соединений прикладного уровня протокола Modbus-TCP внутри транспортного уровня, построенного на протоколах TCP или UDP. За выбор типа транспортного протокола отвечает константа ProtocolType. Константа NetworkPort отвечает за выбор номера TCP/UDP порта, открываемого ОС для ожидания клиентских подключений. Константа MaxConnection ограничивает количество одновременных клиентских TCP-подключений.

Константа ActionTimeout в основном определяет баланс между скоростью изъятия принятых сетевых кадров из сетевой прослойки ОС и общей нагрузкой процесса ИЯ в ОС. Чем выше скорость изъятия (меньше время ActionTimeout), тем быстрее принятые кадры поступают в обработку, но выше нагрузка на ОС, даже если входящий поток незначителен. Поэтому эту константу не рекомендуется менять без необходимости. В случае если средний входящий поток высокий, и отмечены частые пропуски ответов на запрос с опрашиваемой стороны, константу необходимо уменьшить до устранения пропусков.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 75
-----------------	---	-------------

### 3.1.10. MODBUS RTU slave service

Метка типа: ModbusRTUSlave

Номер типа: 113

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.10.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	PortName	Имя COM-порта	зависит от ОС
11	byte	PortBaudrate	Скорость по порту	0 - 1200 бод; 1 - 2400 бод; 2 - 4800 бод; 3 - 9600 бод; 4 - 19200 бод; 5 - 38400 бод; 6 - 57600 бод; 7 - 115200 бод; 8 - 230400 бод; 9 - 460800 бод
12	byte	PortDataBits	Количество бит данных	4, 5, 6, 7, 8
13	byte	PortParity	Четность	Выбор 0 - None; 1 - Even; 2 - Odd
14	byte	PortStopBits	Количество стоповых бит	Выбор 0 - "1"; 1 - "1,5"; 2 - "2"
15	ushort	ActionTimeout	Предельное время выполнения команды	мсек

Таблица 3.1.10.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой опроса шины Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusSivRWMIReg, ModbusSivWMIReg и ModbusSivRMIReg

ТМ "MODBUS RTU slave service" предназначен для предоставления соединения прикладного уровня протокола Modbus-RTU через последовательный интерфейс UART, который в конкретной ОС может быть представлен в виде COM-порта интерфейса RS-232 или RS-485. Константы ТМ позволяют задать символьное имя COM-порта, принятое в системе, а также его параметры для согласования работы с ответной стороной. Иногда имя COM-порта может быть пропущено, что равносильно номеру 0, но эта особенность реализации ИЯ для некоторых программно-аппаратных платформ с единственным интерфейсом UART.

Примеры константы PortName:

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 76
-----------------	---	-------------

- a) \\.\COM2 – порт COM2 в системе Windows;
- b) /dev/ttyS1 – порт COM2 в системе Linux;
- c) для Rp1 с FreeRTOS номер порта 0, можно не задавать.

Константа ActionTimeout имеет похожее предназначение, что и для ТМ “MODBUS IP slave service”.

### 3.1.11. MODBUS destination for read (function 3,4)

Метка типа: ModbusSlvRMIReg

Номер типа: 116

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.11.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	DeviceAddress	Адрес устройства	1..247
11	byte	RegsType	Тип регистров чтения	0 - Input Registers; 1 - Holding Registers
12	ushort	StartOutputArea	Начало области выходных данных	
13	ushort	CountOutputRegs	Количество выходных регистров	1...125

Таблица 3.1.11.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1
2	Variant	Grp	Группа подключения Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи от типа ModbusRTUSlave и ModbusIPServer

Таблица 3.1.11.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Сигналы Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusInput и ModbusOutput

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 77
-----------------	---	-------------

Таблица 3.1.11.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

TM “MODBUS destination for read (function 3,4)” предоставляет ответ на запрос чтения с master-устройства с использованием протокольных функций 3 (Read Holding Registers) и 4 (Read Input Registers), их тип устанавливается константой FlagsType.

Константа DeviceAddress определяет адрес виртуального Modbus-устройства, которое будет реагировать на запрос от master-устройства. В ИС не ограничивается количество виртуальных Modbus-устройств на одном открытом сетевом порту, что позволяет сконфигурировать ИС в качестве IP-шлюза группы нижестоящих Modbus-устройств, для которых ИС сама является Master-устройством. Но следует помнить, что в случае, если к вышестоящему slave-сервисному TM привязаны несколько опросных TM с одинаковыми адресами устройств и обрабатывающие одинаковую Modbus-функцию, то выбрано для обработки запроса будет любое устройство, имеющее этот номер и номер функции, остальные будут проигнорированы. Это говорит о том, что ИС допускает формирование только непрерывных областей регистровой памяти для каждой Modbus-функции.

Константы StartOutputArea и CountOutputRegs задают соответственно начальный адрес и количество регистров в выходной регистровой памяти, за наполнение которой отвечают нижестоящие по групповой иерархии TM точек вывода.

Режим документирования пересылаемых кадров не предусмотрен, поэтому настройка и вход DebugMode не используются (они зарезервированы для будущих реализаций).

### 3.1.12. MODBUS destination for write (function 16)

Метка типа: ModbusSlvWMIReg

Номер типа: 115

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.12.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	DeviceAddress	Адрес устройства	1..247
11	ushort	StartInputArea	Начало области входных данных	
12	ushort	CountInputRegs	Количество входных регистров	1..120

Таблица 3.1.12.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 78
-----------------	---	-------------

2	Variant	Grp	Группа подключения Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusRTUSlave и ModbusIPServer
---	---------	-----	---------------------------	---

Таблица 3.1.12.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Сигналы Modbus	Формирование группообразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusInput

Таблица 3.1.12.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ “MODBUS destination for write (function 16)” обрабатывает получения входного регистрового буфера памяти от master-устройства с использованием протокольной функции 16 (Write Multiple Registers). За выборку значений из этого входного буфера отвечают нижестоящие по групповой иерархии ТМ точек ввода.

Константы конфигурирования адреса виртуального Modbus-устройства и области входной регистровой памяти аналогичны по функционалу с константами ТМ “MODBUS destination for read (function 3,4)”.

ТМ может вести документирование кадров Modbus, получаемых от устройства. За включение этого режима отвечает настройка и соответствующий дискретный вход DebugMode, ему необходимо установить значение “1”. Режим задействуется, если присутствует разрешение вывода “всей информации” в ТМ “Системный конфигуриратор” (DebugMode = 3). Принимаемые кадры будут отображаться в 16-ричном представлении в отладочном канале, сконфигурированном настройкой ТМ “Системный конфигуриратор”, если есть изменения в регистровом буфере по сравнению с предыдущими, отображенным в отладочном канале (одинаковый буфер повторяться не будет).

### 3.1.13. MODBUS destination for read/write (function 23)

Метка типа: ModbusSlvRWMltReg

Номер типа: 114

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 79
-----------------	---	-------------

Таблица 3.1.13.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	DeviceAddress	Адрес устройства	1..247
11	ushort	StartInputArea	Начало области входных данных	
12	ushort	CountInputRegs	Количество входных регистров	1...118
13	ushort	StartOutputArea	Начало области выходных данных	
14	ushort	CountOutputRegs	Количество выходных регистров	1..118

Таблица 3.1.13.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1
2	Variant	Grp	Группа подключения Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи от типа ModbusRTUSlave и ModbusIPServer

Таблица 3.1.13.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Сигналы Modbus	Формирование группобразующей подчиненной связи для ТМ типов ModbusInput и ModbusOutput

Таблица 3.1.13.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ “MODBUS destination for read/write (function 23)” предоставляет отработку чтения и записи за один запрос master-устройства с использованием протокольной функции 23 (Read/Write Multiple Registers). Этот ТМ объединяет в себе функционал и настройки ТМ “MODBUS destination for read (function 3,4)” и ТМ “MODBUS destination for write (function 16)”.

Режим отладки работает аналогично ТМ “MODBUS destination for write (function 16)” для получаемых кадров.



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 80
-----------------	---	-------------

### 3.1.14. MODBUS Input Flag

Метка типа: ModbusInputFlag

Номер типа: 117

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.14.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	ushort	Address	Адрес точки во входной области	

Таблица 3.1.14.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой вход	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusRMItFlag

Таблица 3.1.14.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Value	Входное значение	

TM “MODBUS Input Flag” является одним из TM ввода и предназначен для чтения дискретного состояния точки из области флагов, полученной из удаленного устройства Modbus-функциями 1 или 2 через вышестоящий опросный TM “MODBUS source to read (function 1,2)”.

Константа Address указывает на адрес флага в сохраненном буфере дискретных флагов вышестоящего опросного TM. Адрес должен находиться в диапазоне адресов дискретных флагов, заданных соответствующими константами в опросном TM.

Выбранное значение дискретного состояния транслируется в выход Value. При фиксации ошибки в вышестоящем опросном TM признак качества элемента данных выхода Value получает недостоверность “по исходному источнику”.

### 3.1.15. MODBUS Input Value

Метка типа: ModbusInput

Номер типа: 18

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 81
-----------------	---	-------------

Таблица 3.1.15.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	ushort	Address	Адрес точки во входной области	
11	byte	DataSize	Размер ячейки данных точки	2 или 4 байта
12	InfoType	TypeData	Тип данных	
13	bool	Revers	Необходимость реверса байт	

Таблица 3.1.15.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой вход	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusRWMIReg, ModbusRMIReg, ModbusSlvRWMIReg, ModbusSlvWMIReg

Таблица 3.1.15.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Value	Входное значение	

TM “MODBUS Input Value” является одним из TM ввода и предназначен для чтения значения из области регистров, полученной из удаленного устройства Modbus-функциями 3,4,16 или 23 через вышестоящие опросные TM “MODBUS source to read (function 3,4)”, “MODBUS destination for write (function 16)”, “MODBUS source to read/write (function 23)” или “MODBUS destination for read/write (function 23)”. Кроме того, TM осуществляет преобразование значения читаемого регистра к типу элемента данных ИС.

Константа Address указывает на адрес регистра в сохраненном регистровом буфере вышестоящего опросного TM. Адрес должен находиться в диапазоне адресов регистров, заданных соответствующими константами в опросном TM.

Порядок чтения и преобразование значения следующий:

- 1) начиная с регистра по адресу Address из регистрового буфера читается 2 или 4 байта в ячейку памяти, в соответствии с установленной константой DataSize (регистр в стандарте Modbus имеет размер 2 байта);
- 2) если константой Revers обозначена необходимость реверса, прочитанные байты меняют свой порядок следования на противоположный (старший становится младшим, а младший старшим);
- 3) осуществляется приведение ячейки памяти к типу данных, указанному в константе TypeData.

Преобразованное значение транслируется в выход Value с выбранным типом. При фиксации ошибки в вышестоящем опросном TM признак качества элемента данных выхода Value получает недостоверность “по исходному источнику”.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 82
-----------------	---	-------------

### 3.1.16. MODBUS Output Flag

Метка типа: ModbusOutputFlag

Номер типа: 118

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.16.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	ushort	Address	Адрес точки в выходной области	

Таблица 3.1.16.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой вход	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusWMIFlag
2	Variant	Value	Выходное значение	

TM “MODBUS Output Flag” является одним из TM вывода и предназначен для формирования и записи дискретного состояния в область флагов, подготовленной вышестоящим опросным TM “MODBUS source to write (function 15)” для передачи в удаленное устройство Modbus-функцией 15.

Константа Address указывает на адрес флага в подготовленном буфере дискретных флагов вышестоящего опросного TM. Адрес должен находиться в диапазоне адресов дискретных флагов, заданных соответствующими константами в опросном TM.

Исходное значение любого типа поступает на задействованный вход Value и преобразуется в дискретное состояния стандартным способом, принятым в ИС. Недостоверность входа не учитывается.

### 3.1.17. MODBUS Output Value

Метка типа: ModbusOutput

Номер типа: 19

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.1.17.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	ushort	Address	Адрес точки в выходной области	

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 83
-----------------	---	-------------

11	byte	DataSize	Размер ячейки данных точки	2 или 4 байта
12	bool	Revers	Необходимость реверса байт	

Таблица 3.1.17.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой вход	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusRWMIReg, ModbusWMIReg, ModbusSlvRWMIReg, ModbusSlvRMIReg
2	Variant	Value	Выходное значение	

TM “MODBUS Output Value” является одним из TM вывода и предназначен для формирования и записи значения в область регистров, подготовленной вышестоящим опросным TM “MODBUS destination for read (function 3,4)”, “MODBUS source to write (function 16)”, “MODBUS source to read/write (function 23)” или “MODBUS destination for read/write (function 23)” для передачи в удаленные устройства Modbus-функциями 3,4,16 или 23.

Константа Address указывает на адрес регистра в подготовленном регистровом буфере вышестоящего опросного TM. Адрес должен находиться в диапазоне адресов регистров, заданных соответствующими константами в опросном TM.

Исходное значение поступает на задействованный вход Value и преобразуется в значение регистра в следующем порядке:

- 1) значение, поступившее на вход Value в составе элемента данных, располагается в ячейке размером 4 байта;
- 2) в соответствии с константой DataSize ячейка берется полностью (4 байта), либо только младшие 2 байта;
- 3) если константой Revers обозначена необходимость реверса, взятые байты меняют свой порядок следования на противоположный (старший становится младшим, а младший старшим);
- 4) взятые байты (2 или 4) копируются в подготовленный регистровый буфер, начиная с адреса константы Address.

Недостоверность входа Value не учитывается.

### 3.1.18. Входной элемент RF-датчиков

Метка типа: RFSensor

Номер типа: 3

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 84
-----------------	---	-------------

Таблица 3.1.18.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	ushort	Address	Адрес структуры во входной области	
11	ushort	SensorType	Код типа датчика	
12	byte	SensorChannel	Номер инф. канала	
13	byte	SensorIdent	Идентификатор датчика	
14	ushort	WaitInterval	Время ожидания инф. от датчика	сек

Таблица 3.1.18.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой вход	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа ModbusRWMIReg, ModbusRMIReg
2	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1

Таблица 3.1.18.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Integer	Value1	Значение 1	
2	Integer	Value2	Значение 2	
3	Integer	Value3	Значение 3	
4	Integer	Value4	Значение 4	
5	Integer	Value5	Значение 5	
6	Unsigned	State	Состояние	Битовое поле: 0 бит - режим отладки;

Таблица 3.1.18.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ "Входной элемент RF-датчиков" является специализированным ТМ ввода и предназначен для получения информации от беспроводных датчиков, работающих во внутреннем протоколе ®DiademRF. ТМ читает структуру из регистрового буфера ТМ "MODBUS source to read/write (function 23)" или ТМ "MODBUS source to read (function 3,4)", полученного через системную шину с удаленного устройства, являющегося приемником RF-датчиков.

Длина и адрес регистровой области, запрашиваемой с удаленного устройства, указаны в инструкции по работе с этим устройством. Запрашиваемая область обслуживает все беспроводные датчики, принимаемые RF-приемником, поэтому для всех ТМ "Входной элемент RF-датчиков", привязанным к одному опросному ТМ, адрес рабочей регистровой области будет

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 85
-----------------	---	-------------

одинаковым и определяемым константой Address. Адрес должен находиться в диапазоне адресов регистров, заданных соответствующими константами в опросном ТМ, с учетом длины структуры приемника.

Для выбора нужного датчика из всех получаемых и отображаемых в этой регистровой области введены идентификационные константы: код типа датчика (SensorType), номер информационного канала (SensorChannel), идентификатор датчика (SensorIdent). Подробно об идентификации датчиков описывается в инструкции конкретного RF-датчика. Посмотреть на идентификацию вновь введенного датчика можно, если перевести любой ТМ “Входной элемент RF-датчиков”, подключенный к тому же опросному ТМ, в режим отладки, установив настройку или вход DebugMode в “1”. В отладочный канал будут передаваться посылки всех датчиков, получаемых опрашиваемым RF-приемником.

Преобразованные параметры и состояние датчика отображаются в выходах Value1(-5) и State. Суть параметров и персональных состояний указывается в инструкциях на датчики. Если количество параметров датчика меньше 5, то неиспользуемым выходам Value присваивается “0”. При фиксации ошибки в вышестоящем опросном ТМ признак качества элементов данных выходов Value получает недостоверность “по исходному источнику”. Эта же недостоверность будет установлена, если за время, указанное в константе WaitInterval, от выбранного датчика не будет получена ни одна посылка.

## 3.2. Протокол MQTT

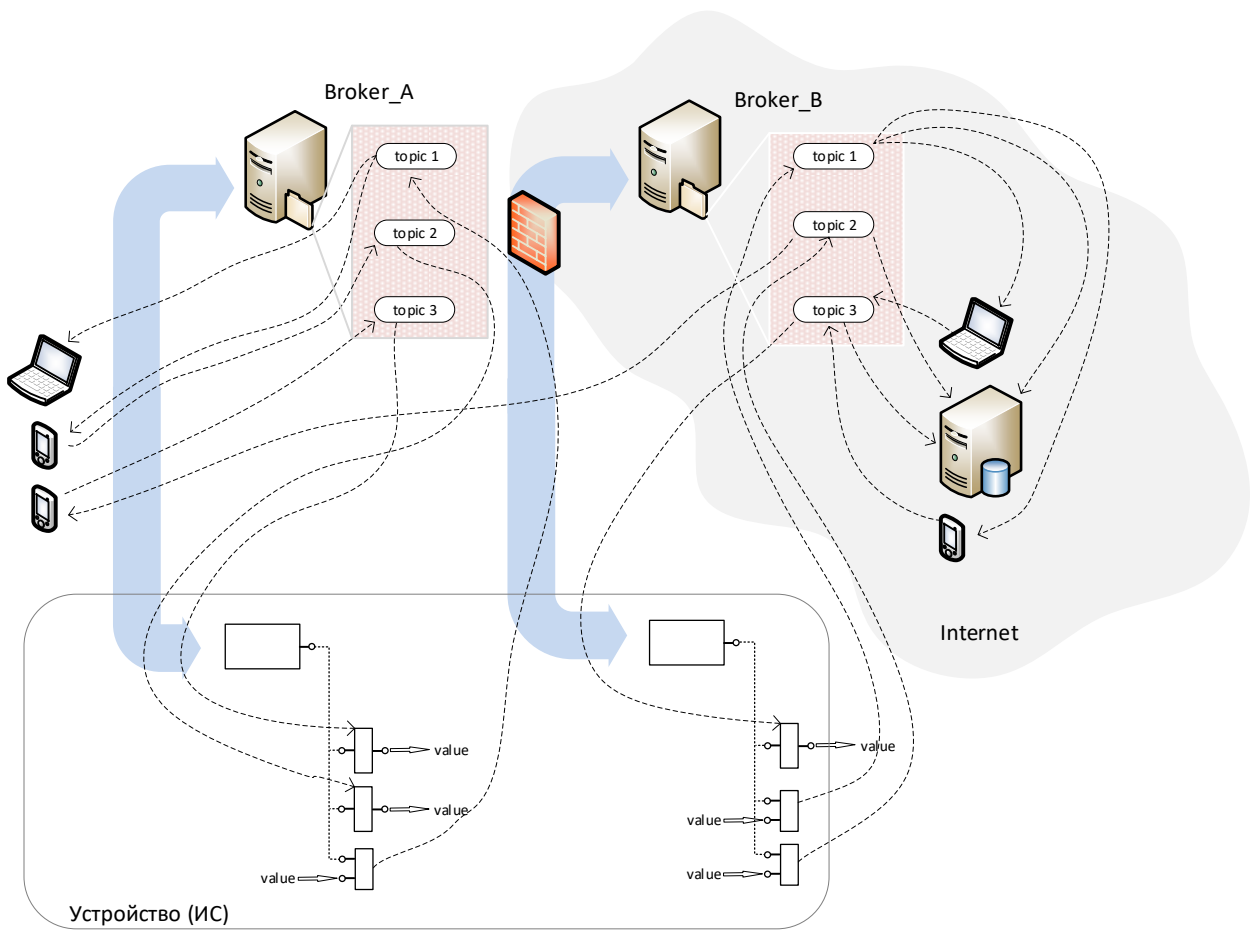
### 3.2.1. Общая схема работы

В ИС реализована возможность обмена данными по стандарту (протоколу) MQTT версии 3.1.1 с созданием как открытого соединения TCP, так и SSL-соединения с использованием протокола защиты TLS 1.2. Типовая схема работы представлена на рисунке ниже.

Протокол MQTT ориентирован для обмена сообщениями между устройствами по принципу “издатель-подписчик”. Схема взаимодействия устройств по этому протоколу предполагает наличие центрального звена обмена – *брокера*. Под устройствами понимаются все программно-аппаратные средства принимающие, и передающие сообщения в формате протокола MQTT. Устройства подключаются к выбранному сетевому брокеру, который выполняет роль посредника между конечными клиентами, обменивающимися информацией. Устройства, желающие передать информацию другим устройствам, посылают сообщения брокеру (публикуют) в формате: *имя элемента (топик) – значение (строка текста)*. Брокер фиксирует полученные топики в своем адресном пространстве. Устройства, желающие принять информацию от других устройств, обращаются к брокеру с запросом на получение (подписку) отдельных топиков (topic), либо группы топиков по выбранному шаблону имени. После этого все изменения значений топиков, отправляемые устройством-издателем (publisher), будут автоматически перенаправляться брокером устройствам-подписчикам (subscriber).

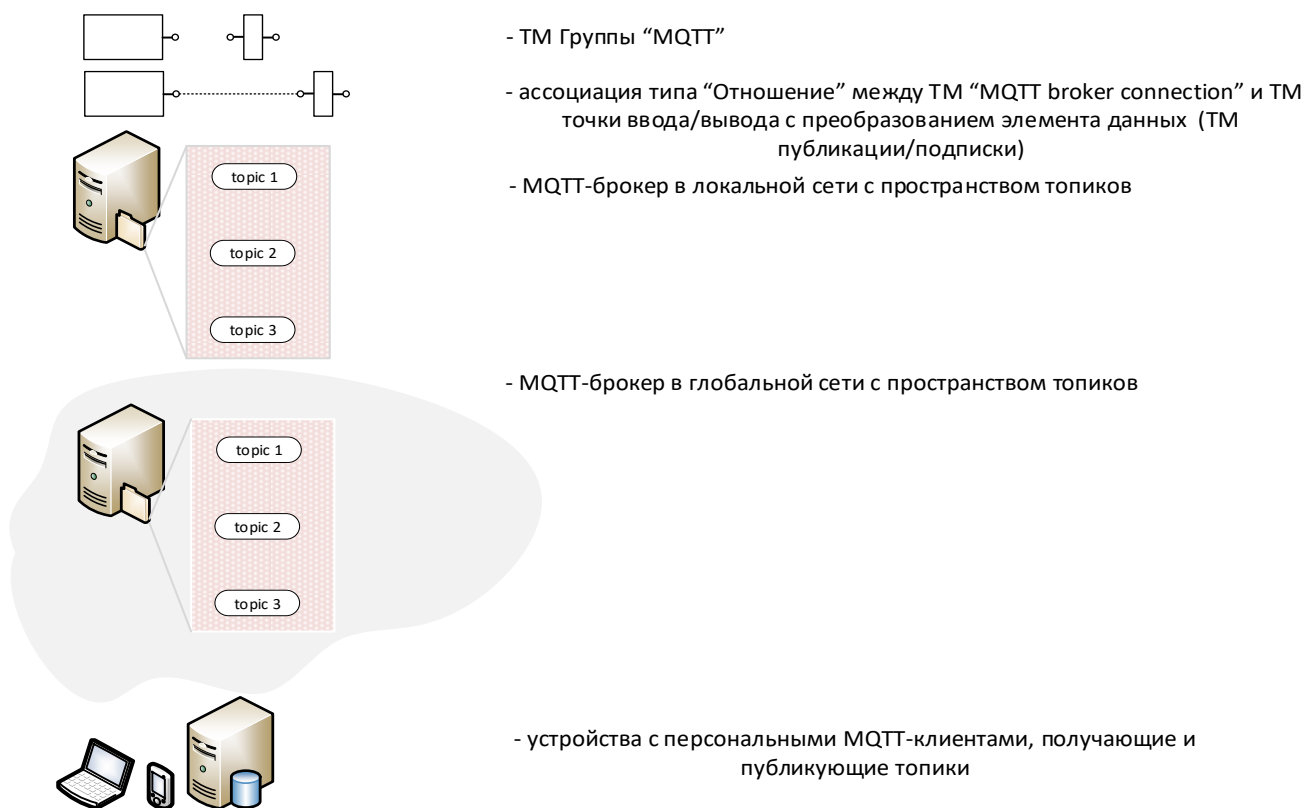
В сетевом плане брокер представляет собой TCP-сервер. Он может располагаться как в локальной сети объекта управления, так и в глобальной сети Internet, в том числе в виде “облачного” сервиса, предоставляемого сторонними компаниями на бесплатной или коммерческой основе. Брокер может также располагаться на той же аппаратной платформе, что и ИС, в виде отдельной системной службы. Брокер не является частью ИС, и в качестве его может использоваться любая программная реализация, поддерживающая стандарт MQTT версии не ниже 3.1.1. Проверка взаимодействия ИС осуществлялась с брокером Eclipse Mosquitto, в том числе в виде “облачного” сервиса CloudMQTT (<http://cloudmqtt.com>).

Рисунок 3.2.1.1 (Типовая схема)



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 87
-----------------	---	-------------

**Рисунок 3.2.1.2 (Обозначения)**



- ТМ Группы "MQTT"
- ассоциация типа "Отношение" между ТМ "MQTT broker connection" и ТМ точки ввода/вывода с преобразованием элемента данных (ТМ публикации/подписки)
- MQTT-брокер в локальной сети с пространством топигов
- MQTT-брокер в глобальной сети с пространством топигов
- устройства с персональными MQTT-клиентами, получающие и публикующие топики

Все устройства подключаются к брокеру как TCP-клиенты. В зависимости от конфигурации брокера клиенты могут проходить аутентификацию путем ввода имени пользователя (user) и пароля (password). Брокер может разрешать создание защищенного соединения, для этого клиент обязан иметь указанный сервером действительный цифровой сертификат, полученный от удостоверяющего центра. В отдельных случаях организация, обслуживающая брокер, может сама предоставлять цифровой сертификат. Любые соединения с брокером в глобальной сети рекомендуется устанавливать только через защищенное соединение. Брокер может также управлять разрешениями доступа к топикам в зависимости от подключаемого пользователя.

Формат текстового значения сообщения всегда определяется опубликовавшим его клиентом, и брокер не может указать получающему сообщение клиенту информацию о его типе данных или более сложной структуре. Согласование формата сообщений между клиентами выходит за рамки стандарта MQTT.

ИС допускает одновременное подключение к неограниченному количеству брокеров с созданием открытых или защищенных соединений. Формат посылаемых и допустимых к приему сообщений рассматривается в рамках описания ТМ ввода/вывода, работающих с протоколом MQTT.



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 88
-----------------	---	-------------

### 3.2.2. MQTT broker connection

Метка типа: MQTTConnector

Номер типа: 104

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

**Таблица 3.2.2.1 (Константы)**

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	BrokerAddress	Адрес MQTT-брокера	IP или DNS адрес
11	ushort	BrokerPort	TCP-порт MQTT-брокера	
12	string	MqttClientId	Идентификатор MQTT-клиента	
13	string	MqttUser	Пользователь MQTT-брокера	
14	string	MqttPassword	Пароль входа в MQTT-брокер	
15	ushort	MqttKeepalive	Интервал тестирования MQTT-соединения	сек
16	ushort	ActionTimeout	Таймаут ожидания завершения операции	мсек
17	byte	MqttDefaultSecurity	Признак SSL-соединения	Выбор 0 - отсутствует; 1 - TLS 1.2
18	string	ServerCertificate	Сертификат MQTT-сервера	Ссылка на файл
19	string	MqttWillTopic	Топик сообщения о потере связи с клиентом на MQTT-брокере	
20	string	MqttWillMessage	Сообщение о потере связи с клиентом	

**Таблица 3.2.2.2 (Входы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	PntControl	Командный вход	Резерв
2	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1

**Таблица 3.2.2.3 (Выходы)**

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой выход	Формирование группобразующей подчиненной связи для ТМ типов MqttInput и MqttOutput, MqttStrOutput
2	Unsigned	State	Состояние	Битовое поле: 0 бит – готовность работы с брокером;

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 89
-----------------	---	-------------

			1 бит – режим отладки
--	--	--	-----------------------

Таблица 3.2.2.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

TM “MQTT broker connection” предназначен для конфигурирования, установления и контроля соединения с MQTT-брокером. TM “MQTT broker connection” также является группообразующим для TM ввода/вывода, он формирует списки заказанных по подписке, а также публикуемых на выбранный брокер топиков, входящих в его подчиненную группу.

Параметры транспортного TCP-соединения задаются константами BrokerAddress и BrokerPort. Защищенный канал включается константой MqttDefaulSecurity путем выбора значения “TLS 1.2”. После этого может потребоваться подключение файла цифрового сертификата для последующей загрузки его в устройство вместе с ТП. Файл сертификата указывается в константе ServerCertificate, он должен быть представлен в стандарте X.509 и закодированной форме стандарта CER или DER (расширения файлов \*.crt, \*.der, \*.pem).

Константа ActionTimeout определяет таймаут ожидания подтверждения на операцию запроса к брокеру. На время этого ожидания блокируются все следующие операции запроса. В случае превышения ожидания этой величины канал с брокером пересоздается. Величина таймаута во многом определяется временем реакции удаленного MQTT-брокера, поэтому эту константу рекомендуется оставлять величиной по умолчанию (100 мсек), а при появлении проблем с соединениями, например, частых разрывов, увеличивать с шагом 100 мсек (до 1000 мсек) и с шагом 1000 мсек (выше 1000 мсек) до исчезновения самопроизвольных разрывов.

Далее следуют константы, участвующие в настройке прикладного уровня протокола MQTT:

- MqttClientId – определяет уникальный идентификатор клиента, в рамках подключения к выбранному брокеру, подключение второго клиента с одинаковым идентификатором уже подключенного, закрывает соединение первого; идентификатор выбирается клиентом самостоятельно, с учетом ограничений стандарта MQTT (строка, содержащая цифры или символы латинского алфавита без пробелов, не более 23 символов);
- MqttUser – согласованное с брокером имя пользователя или любое, если брокер допускает гостевое подключение;
- MqttPassword – согласованный с брокером пароль пользователя, если требуется;
- MqttKeepalive – интервал посылки тестового кадра клиентом брокеру в отсутствии других посылок; если брокер фиксирует отсутствие приема от данного клиента за время MqttKeepalive \* 1.5 секунд, то со своей стороны закрывает соединение с данным клиентом; отключить этот механизм проверки можно, установив в константу “0” (не заполнять поле), но этого делать не рекомендуется;
- MqttWillTopic и MqttWillMessage – соответственно топик и сообщение, которое брокер будет автоматически публиковать в случае некорректного отключения клиента от брокера (без получения от клиента пакета об отключении), например, при ошибке сетевого или транспортного уровня протокола, или принудительного отключения клиента по превышению KeepAlive-интервала; отключить этот механизм можно, не заполняя MqttWillTopic.

TM “MQTT broker connection” позволяет документирование событий протокола (открытия/закрытия канала, запросы подписок на топик, ошибки протокола) в рамках отладочной схемы ИС. За включение этого режима отвечает настройка и соответствующий дискретный вход DebugMode, ему необходимо установить значение “1”. Режим задействуется, если присутствует

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 90
-----------------	---	-------------

разрешение вывода “всей информации” в ТМ “Системный конфигуратор” (DebugMode = 3). События будут отображаться в отладочном канале, сконфигурированном настройкой ТМ “Системный конфигуратор”.

Выход State отображает установленные состояния готовности обмена с брокером (наличие канала и выполнение процедуры аутентификации) и включение режима отладки.

### 3.2.3. MQTT topic subscriber

Метка типа: MqttInput

Номер типа: 1

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.2.3.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	TopicName	Имя топика MQTT	
11	InfoType	TypeInput	Тип входного элемента	Преобразование из входной строки
12	ushort	HoldInterval	Время удержания до сброса в значение по умолчанию	мсек
13	bool	FlagSave	Сохранение значения	

Таблица 3.2.3.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой вход	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа MqttConnector

Таблица 3.2.3.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	OutData	Принятое значение	

Таблица 3.2.3.4 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	SetValue	Сохраненное/заданное значение	

ТМ “MQTT topic subscriber” является ТМ ввода и предназначен для заказа сообщений от брокера (подписки) выбранного константой TopicName топика и преобразования принятых сообщений этого топика в тип элемента данных, определяемый константой TypeInput.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 91
-----------------	---	-------------

Как уже отмечалось, значения сообщения топика имеют текстовый формат. Преобразованию подлежат только цифровые знаковые или беззнаковые представления десятичного вида. Для плавающего формата представление может быть записано как в простой форме с разделителем “.” (точка), так и в экспоненциальной с символом экспоненты “e” или “E”. Успешно преобразованное значение передается на выход OutData. При возникновении ошибки преобразования признак качества выхода получит недостоверность “математическое переполнение”.

Преобразованное достоверное значение может быть сохранено в настройке SetValue и восстановлено на выходе OutData после перезапуска ИС. Для этого необходимо включить опцию сохраненного значения в константе FlagSave.

Константа HoldInterval отвечает за удержание полученного значения на выходе OutData в течение заданного интервала времени с последующим автоматическим сбросом в достоверный “0”. Если константа не установлена, значение автоматически сбрасываться не будет.

### 3.2.4. MQTT topic publisher

Метка типа: MqttOutput

Номер типа: 2

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.2.4.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	TopicName	Имя топика MQTT	
11	byte	Mode	Режим работы	0 - передача значения; 1 - передача признака качества; 2 - передача метки времени; 3 - JSON-структура

Таблица 3.2.4.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой вход	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа MqttConnector
2	Variant	InData	Передаваемое значение	

TM “MQTT topic publisher” является TM вывода и предназначен для отправки сообщений брокеру (публикации) выбранного константой TopicName топика. Сообщение формируется из элемента данных, поступающего на вход InData, и представляет собой символьную строку, вид которой определяется значением режимной константы Mode:

- 1) [0] значение – из элемента данных выделяется значение и преобразуется в строку десятичного формата (для типа Float используется разделитель “.” точка);

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 92
-----------------	---	-------------

- 2) [1] качество – из элемента данных выделяется признак качества и преобразуется в строку в десятичном формате;
- 3) [2] время – фиксируется локальное время изменения элемента данных на входе InData и преобразуется в строку шаблона DD.MM.YYYY HH:NN:SS (DD – день, MM – месяц, YYYY – год, HH – час (в 24ч), NN – минута, SS – секунда), количество символов в строковой дате совпадает с количеством символов шаблона;
- 4) [3] JSON-структура – сформированная JSON структура вида {"value": [значение], "quality": [качество], "timestamp": "[время]"}, где [значение] – значение как п.1, [качество] – качество как п.2, [время] – время как п.3, но пояс UTC.

### 3.2.5. MQTT string selector published

Метка типа: MqttStrOutput

Номер типа: 110

Представлен: Rp1, Rp2, Rp3

Таблица 3.2.5.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	string	Str0	Строка при значении выхода 0	
11	string	Str1	Строка при значении выхода 1	
12	string	TopicName	Имя топика MQTT	

Таблица 3.2.5.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Групповой вход	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа MqttConnector
2	Discret	InData	Значение выбора строки	

TM "MQTT string selector published" является TM вывода и предназначен для отправки сообщения брокеру (публикации) выбранного константой TopicName топика.

Сообщение формируется из строк, заданных константами Str0 или Str1. Сообщение из константы Str1 возникает при смене на входе InData состояния с "0" на "1". Сообщение из константы Str0 возникает при смене на входе InData состояния с "1" на "0". Сразу после создания канала с брокером сообщение передается на основании существующего состояния InData. Недостоверность входа не учитывается. Возможно задание только одной из констант Str0 или Str1.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 93
-----------------	---	-------------

### 3.3. Интерфейс GPIO

#### 3.3.1. Общая схема работы

Интерфейс GPIO (интерфейс ввода/вывода общего назначения – [англ.] general-purpose input/output) применяется для прямой связи процессорного устройства (микроконтроллера) с периферийными устройствами: реле, кнопками, внешними управляющими контактами. Контакты GPIO (*pin*) могут конфигурироваться как в качестве входа, так и в качестве выхода. GPIO-контакты группируются в порты. Количество портов, контактов, а также особенности конфигурирования отдельного контакта зависят от конкретного разработчика процессорного устройства. Поэтому набор ТМ, обслуживающих GPIO, не может присутствовать в Rp3.

В схеме применения отдельные GPIO-контакты создаются в ТП как ТМ входа/вывода и связываются с группообразующим ТМ, отвечающим за порт.

#### 3.3.2. Группа GPIO

Метка типа: EspGPIO

Номер типа: 122

Представлен: Rp1

Таблица 3.3.2.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	Исключает настройку 1

Таблица 3.3.2.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Группа точек GPIO	Формирование группообразующей подчиненной связи для ТМ типов EspDO, EspDI и EspAI

Таблица 3.3.2.3 (Настройки)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	DebugMode	Режим отладки	

ТМ “Группа GPIO” предназначен для формирования схемы подключения к внутреннему GPIO-порту точек ввода/вывода GPIO-контактов. ТМ является группообразующим для ТМ “Дискретный ввод”, ТМ “Дискретный вывод” и ТМ “Аналоговый ввод”.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 94
-----------------	---	-------------

Режим документирования сигналов GPIO-порта не реализован, поэтому настройка и вход DebugMode не используются (они зарезервированы для будущих реализаций).

### 3.3.3. Дискретный вывод

Метка типа: EspDO

Номер типа: 123

Представлен: Rp1

Таблица 3.3.3.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	Pin	Имя контакта	0 – GPIO14; 1 – GPIO13 2 – GPIO5; 3 – GPIO4

Таблица 3.3.3.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Группа точек GPIO	Формирование группообразующей подчиненной связи от типа EspGPIO
2	Discret	Value	Выходное значение	

Таблица 3.3.3.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Integer	Err	Код ошибки	

TM “EspDO” является TM вывода устройства ESP8266 и предназначен для выдачи электрического сигнала высокого уровня (+3.3В) на GPIO-контакт, определенный константой Pin, если на входе Value установлена дискретная “1”, а также сброса сигнала в 0 при подаче на вход Value “0”. В константе Pin могут быть выбраны только те дискретные контакты устройства ESP8266, которые не задействованы для указания режима работы устройства либо организации UART-связи.

Выход Err отображает возможные коды ошибок конфигурирования контакта или работы драйвера GPIO. Код ошибки -1 говорит о том, что данный контакт уже был ранее сконфигурирован и задействован в другом TM ввода/вывода, и выдача сигнала через этот TM заблокирована.

ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 95
-----------------	---	-------------

### 3.3.4. Дискретный ввод

Метка типа: EspDI

Номер типа: 124

Представлен: Rp1

Таблица 3.3.4.1 (Константы)

Номер	Тип константы	Метка	Описание	Примечание, выбор, ед. измерения
10	byte	Pin	Имя контакта	0 – GPIO14; 1 – GPIO13 2 – GPIO5; 3 – GPIO4
11	bool	Pullup	Подтягивающий резистор	
12	byte	Event	Событие изменения сигнала	0 – нет; 1 – позитивный; 2 – негативный; 3 – любой

Таблица 3.3.4.2 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Группа точек GPIO	Формирование группобразующей подчиненной связи от типа EspGPIO
2	Discret	Reset	Сброс события	

Таблица 3.3.4.3 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Discret	Value	Входное значение	
2	Discret	Set	Фиксация события	
3	Integer	Err	Код ошибки	

TM “EspDI” является TM ввода устройства ESP8266 и предназначен для чтения состояния электрического сигнала, поступающего на выбранный в константе Pin GPIO-контакт. Состояние контакта транслируется на дискретный выход Value, где “1” соответствует сигналу высокого уровня (+3.3В), а “0” сигналу низкого уровня. Для исключения состояния “неопределенного уровня” в устройстве ESP8266 присутствует подтягивающий резистор к высокому уровню. Он включается константой Pullup.

Фиксация входного сигнала может производиться как по опросу в рамках такта обсчета TM, так и по аппаратному событию независимо от такта обсчета.



ООО «АСУ-ЛИДЕР»	Описание функциональных блоков (технологических модулей), ред.1.0	Страница 96
-----------------	---	-------------

Данный режим задается константой Event следующими значениями:

- 1) [0] нет – событие не фиксируется;
- 2) [1] позитивный – событие фиксируется в момент перехода сигнала на GPIO-контакте из низкого в высокий уровень;
- 3) [2] негативный – событие фиксируется в момент перехода сигнала на GPIO-контакте из высокого в низкий уровень;
- 4) [3] любой – событие фиксируется в момент любого изменения уровня сигнала на GPIO-контакте.

В случае фиксации сигнала по событию на очередном такте обсчета ТМ устанавливает на выходе Value зафиксированное значение, одновременно установив дискретную “1” на выходе Set. Это состояние ТМ будет сохраняться независимо от дальнейших изменений сигнала на GPIO-контакте до фиксации на входе Reset перехода из достоверного “0” в достоверную “1”. После чего состояние выхода Set сбрасывается “0”, а ТМ переходит в режим ожидания нового события изменения состояния GPIO-контакта. Независимо от ожидания события опрос по такту GPIO-контакта сохраняется, и значение выхода Value может изменяться пока не произошла очередная фиксация заданного события.

Выход Err отображает возможные коды ошибок конфигурирования контакта или работы драйвера GPIO. Код ошибки -1 говорит о том, что данный контакт уже был ранее сконфигурирован и задействован в другом ТМ ввода/вывода, в этом случае значение на Value будет всегда “0” с недостоверностью “по исходному источнику”.

### 3.3.5. Аналоговый ввод

Метка типа: EspAI

Номер типа: 125

Представлен: Rp1

Таблица 3.3.5.1 (Входы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Variant	Grp	Группа точек GPIO	Формирование группобразующей подчиненной связи от типа EspGPIO

Таблица 3.3.5.2 (Выходы)

Номер	Тип элемента данных	Метка	Описание	Примечание, ед. измерения
1	Unsigned	Value	Входное значение	

ТМ “EspAI” является ТМ ввода устройства ESP8266 и предназначен для чтения преобразованной в 10-битный целочисленный код величины электрического сигнала, поступающей на GPIO-контакт ADC. Чтение производится на очередном такте обсчета ТМ. Сигнал должен лежать в диапазоне от 0 до 1В. Преобразованное значение отображается в выходе Value.