



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СМАФ.421451.004 РЭ

Эльф

Вычислители

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	6
ПЕРЕЧЕНЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ	7
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА	9
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	9
1.2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	9
1.2.1. Характеристики электропитания	11
1.3. ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	11
1.4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ	12
1.4.1. Характеристики входных сигналов ИПРВ, ИПРГ, ВС и СВЧ.....	13
1.4.2. Характеристики входных сигналов ИПТ, КИПТ	13
1.4.3. Характеристики входных сигналов ИПД	13
1.5. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ	13
1.6. УСТРОЙСТВО И МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ.....	14
1.6.1. Устройство.....	14
1.6.2. Методика измерений.....	16
1.7. ОТОБРАЖЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ	19
1.7.1. Отображение мгновенных значений	19
1.7.2. Отображение архивных значений	19
1.7.3. Отображение параметра ошибки	20
1.8. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	21
1.9. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	22
1.9.1. Обмен данными по оптическому интерфейсу	22
1.9.2. Обмен данными по контактному интерфейсам	24
1.9.3. Обмен данными по радиointерфейсу	25
1.10. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ	25
1.11. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ	25
1.12. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	26
2. ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	27
2.1. РЕЖИМЫ РАБОТЫ	27
2.2. МЕНЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ	27
2.3. ФОРМИРОВАНИЕ ИМЕНИ ПАРАМЕТРА	29
2.4. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	30
2.4.1. Отображение информации на ЖКИ.....	30
2.4.2. Работа клавиш управления и навигации	32
2.5. КОНФИГУРИРОВАНИЕ (НАСТРОЙКА)	34
3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	44
3.1. СТАРТОВЫЙ ЭКРАН ВЫЧИСЛИТЕЛЯ	44
3.2. ОТОБРАЖЕНИЕ ДАННЫХ В АРХИВЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ	45
3.2.1. Отображение данных в помесечном архиве.....	46
3.2.2. Отображение данных в посуточном архиве	47
3.2.3. Отображение данных в почасовом архиве	48
3.2.3. Отображение текущих данных	49
3.3. ОПИСАНИЕ КОДОВ НС	49
3.4. МЕНЮ УСТАНОВКИ	52

4. МОНТАЖ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ	55
5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	56
5.1. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	56
5.2. ПОРЯДОК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	56
5.2.1. Внешний осмотр.....	56
5.2.2. Проверка работоспособности.....	57
5.2.3. Поверка.....	57
5.2.4. Консервация	57
6. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	57
7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	58
8. УТИЛИЗАЦИЯ	59
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Габаритные и установочные размеры.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Внешний вид монтажного отсека.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Схемы подключения ИП к вычислителю	66

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- БП** – блок питания (источник постоянного тока);
- ВС** – водосчётчик холодной воды или горячей воды с дистанционным выходом;
- ИМ** – инструкция по монтажу вычислителя;
- ИП** – измерительный преобразователь;
- НС** – нештатная ситуация;
- ПК** – персональный компьютер;
- ПО** – программное обеспечение;
- СИ** – средства измерений;
- ХИ** – холодный источник;
- ЭД** – эксплуатационная документация;
- ГВС** – горячее водоснабжение;
- ЖКИ** – жидкокристаллический индикатор;
- ИПД** – измерительный преобразователь избыточного давления;
- ИПР** – измерительный преобразователь расхода;
- ИПТ** – измерительный преобразователь температуры;
- СВЧ** – счётчик ватт-часов (электроэнергии);
- УПД** – устройство передачи данных;
- ХВС** – холодное водоснабжение;
- ЭСО** – энергоснабжающая организация;
- ИПРВ** – измерительный преобразователь расхода воды;
- ИПРГ** – измерительный преобразователь расхода природного газа;
- КИПТ** – комплект измерительных преобразователей температуры;
- МКСП** – модуль контроля сетевого питания;
- АССПД** – автоматизированная система сбора и передачи данных.

ПЕРЕЧЕНЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Измерительные преобразователи (ИП) – измерительные преобразователи воды (ИПРВ, ВС), газа (ИПРГ), температуры (ИПТ, КИПТ), давления (ИПД) и электроэнергии (СВЧ).

Интерфейс пользователя – совокупность программных и аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие пользователя с прибором.

Контактный последовательный интерфейс RS-232 – стандарт последовательной двунаправленной передачи данных между терминалом и конечным устройством.

Контактный последовательный интерфейс RS-485 – стандарт последовательной двунаправленной передачи данных по двухпроводному полудуплексному многоточечному последовательному симметричному каналу связи.

Конфигурирование (настройка) вычислителя – ввод (запись) системных параметров в память вычислителя и объединение их в подсистемы учёта, необходимые для реализации заданной схемы измерения.

Меню вычислителя – элемент интерфейса пользователя, отображающий на ЖКИ список архивных и настроечных параметров вычислителя, позволяющий выбрать для просмотра и редактирования требуемую информацию.

Modbus RTU – открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер», применяется для организации связи между электронными устройствами. Используется для передачи данных через контактные последовательные интерфейсы: RS-485, RS-232, оптический порт (оптопорт).

Номинальная статическая характеристика преобразования – номинально приписываемая средству измерений зависимость между значениями величин или сигналов на выходе и входе средства измерений в статическом режиме, выраженная в виде формулы, графика или таблицы.

Оптический порт – интерфейс последовательной двунаправленной бесконтактной передачи данных, использующий инфракрасный оптический канал связи, соответствующий рекомендациям «МЭК 1107. Оптический интерфейс». Предназначается для бесконтактного считывания данных с вычислителя компьютером через COM-порт или USB-порт.

Параметр наработки – время безаварийной работы подсистемы учёта за отчётный период архивирования. Если за отчётный период не возникло нештатных ситуаций (НС), то наработка подсистемы учёта за этот период считается полной. Если за отчётный период возникла одна или несколько НС, то наработка – считается не полной.

Параметр ошибки – отображает список нештатных ситуаций, которые возникали за отчётный период архивирования в подсистеме учёта.

Подсистема учёта (измерительный канал) – набор системных параметров, необходимых для измерения или вычисления какого-либо ресурса, например, количества потреблённой холодной воды, горячей воды, тепловой энергии и т. д. Каждая подсистема учёта имеет параметр ошибки и параметр наработки.

Сервер – программно-аппаратный компонент вычислительной системы, сохраняющий информационные ресурсы и предоставляющий доступ к ним по запросу.

Системные параметры (параметры конфигурации) – набор физических параметров, которые записываются в память вычислителя при его конфигурировании. Из этих параметров формируются подсистемы учёта, которые обеспечивают учёт коммунальных (энергетических) ресурсов для заданной схемы измерения.

Система теплоснабжения – совокупность взаимосвязанных источников (источника) теплоты, тепловых сетей и приборов теплоснабжения. По способу присоединения систем ГВС к тепловым сетям, подразделяется на два типа:

- **закрытая система теплоснабжения** – вода, идущая на нужды ГВС, забирается из водопровода ХВС и нагревается в теплообменнике водой циркулирующей в тепловых сетях;
- **открытая система теплоснабжения** – вода, идущая на нужды ГВС, забирается непосредственно из тепловых сетей.

Схема измерения – набор подсистем учёта, необходимых для реализации задач учёта энергетических ресурсов, применительно к конкретным условиям потребителя энергоресурсов.

Технологический учёт коммунальных ресурсов – определение количества потреблённых коммунальных (энергетических) ресурсов с помощью специальных приборов, на основании показаний которых контролируется внутреннее потребление энергоресурсов, составляется их энергетический баланс, рассчитываются удельные энергетические затраты.

Учёт коммунальных ресурсов – определение количества потреблённых энергетических (коммунальных) ресурсов с помощью СИ, типы которых внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. На основании показаний данных СИ осуществляются расчёты между потребителями и поставщиками энергоресурсов.

Физические параметры – применительно к вычислителю параметры объёма (расхода), температуры, давления, массы, тепловой и электрической энергии.

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. Назначение и область применения

Вычислители ЭЛЬФ (в дальнейшем – вычислители или приборы) предназначены:

- для измерений выходных электрических сигналов измерительных преобразователей (далее ИП) расхода, объёма, температуры, давления, счетчиков электрической энергии;
- для преобразования измеренных сигналов ИП в соответствующие физические величины;
- для расчёта объёма и массы воды, объёма природного газа, тепловой и электрической энергии.

Вычислители применяются в условиях круглосуточной эксплуатации на объектах ЖКХ, энергетики и промышленности:

- в узлах учёта коммунальных ресурсов, индивидуальных и центральных тепловых пунктах;
- в энергетических и промышленных установках;
- в информационно-измерительных системах учёта, контроля и управления энергетическими и технологическими процессами.

1.2. Основные технические характеристики

Вычислители представляют собой микропроцессорные измерительно-вычислительные устройства с жёстко программируемой структурой в части измерения, расчёта и представления выходной информации. Вычислители обладают:

- установленными метрологическими характеристиками;
- двумя режимами работы: «Пользовательский» и «ТЕСТ»;
- различными видами входных сигналов, которые позволяют измерять параметры расхода, температуры и давления;
- почасовыми, посуточными и помесечными архивами;
- встроенным оптическим интерфейсом;
- встраиваемыми интерфейсными модулями, обеспечивающими передачу данных на внешние устройства:
 - модулями контактных интерфейсов RS-232, RS-485, M-Bus;
 - модулем радиоинтерфейса KAPAT-929;
- встраиваемым модулем МКСП, предназначенным для контроля наличия напряжения на ИПРВ с питанием от внешних источников;
- жидкокристаллическим индикатором (ЖКИ), на котором отображаются значения: измеряемых, архивируемых и служебных параметров.

Вычислители выпускаются в пяти исполнениях: ЭЛЬФ-01, ЭЛЬФ-02, ЭЛЬФ-03, ЭЛЬФ-04, ЭЛЬФ-05. Исполнения отличаются друг от друга:

- количеством и назначением измерительных входов;
- наличием или отсутствием подсветки экрана ЖКИ:
 - ЭЛЬФ-01, ЭЛЬФ-02, ЭЛЬФ-05 выпускаются без подсветки;
 - ЭЛЬФ-03, ЭЛЬФ-04 выпускаются с подсветкой.

Комплектность исполнений вычислителя по количеству и назначению измерительных входов приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Выпускаемые исполнения вычислителя

Исполнение вычислителя	Измерительные входы (подключаемые ИП)			
	ИПРВ (ВС), ИПРГ	СВЧ	ИПТ	ИПД
ЭЛЬФ-01	2	0	2	0
	1	1		
ЭЛЬФ-02	5	0	2	0
	4	1		
ЭЛЬФ-03	5	0	4	0
	4	1		
ЭЛЬФ-04	5	0	4	4
	4	1		
ЭЛЬФ-05	5	0	0	0
	4	1		

Все исполнения вычислителя обладают встроенным оптическим интерфейсом. Встраиваемые интерфейсные модули RS-232, RS-485, M-Bus и КАРАТ-929, представляют собой УПД с соответствующим интерфейсом, и устанавливаются по заказу. В вычислителе **может быть установлен один из перечисленных выше модулей**. Модуль МКСП устанавливается на место элемента питания и может применяться **в комбинации** с интерфейсными модулями.

Технические характеристики вычислителя приведены в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Напряжение питания от встроенного элемента, В	3,6
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более	178×125×70
Масса, кг, не более	0,7
Рабочие условия эксплуатации: <ul style="list-style-type: none"> ▪ температура окружающего воздуха, °С ▪ относительная влажность при температуре 35 °С, %, не более ▪ атмосферное давление, кПа 	1 - 55 80 84 – 106,7
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	75000
Средний срок службы, лет, не менее	12

Вычислитель выполнен прочным к воздействию синусоидальной вибрации частотой от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения не более 0,35 мм по ГОСТ Р 52931.

Степень защиты оболочки вычислителя от попадания пыли и воды по ГОСТ 14254 – IP65.

Внешний вид вычислителя представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Внешний вид вычислителя ЭЛЬФ

1.2.1. Характеристики электропитания

Питание вычислителя осуществляется от внутреннего источника постоянного тока – литиевой батареи напряжением $3,6 \text{ В} \pm 0,2 \text{ В}$:

- в вычислителях ЭЛЬФ-01, ЭЛЬФ-02, ЭЛЬФ-05 используется литиевая батарея типоразмера «АА» ёмкостью 2,1 А·ч;
- в вычислителях ЭЛЬФ-03, ЭЛЬФ-04 используется литиевая батарея типоразмера «С» ёмкостью 7,2 А·ч.

Ресурс непрерывной работы батареи вычислителя составляет **не менее 4 лет**, при условии соблюдения следующих ограничений:

- время считывания данных через оптический порт или интерфейсные модули не должно превышать **30 минут в месяц**;
- время просмотра данных на экране ЖКИ не должно превышать **2 часов в месяц**.

При установленном в вычислителе МКСП ресурс непрерывной работы прибора без подключения к сети (220 В, 50 Гц) составляет, в среднем, 0,5 года (в МКСП используется литиевая батарея ёмкостью 1,4 А·ч). Поэтому, при наличии в вычислителе МКСП, необходимо регулярно проверять наличие питания в сети

1.3. Основные метрологические характеристики

Вычислитель обладает установленными метрологическими характеристиками, которые представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Метрологические характеристики вычислителя

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений и преобразований в температуру, °С	минус 50 – 150
Диапазон измерений и преобразований в разность температуры, °С	3 – 147
Диапазон измерений и преобразований в давление, МПа	0 – 2,5
Диапазон измерений и преобразований в объём и массу воды, м ³ (т)	10 ⁻³ – 10 ⁷
Диапазон измерений и преобразований в электроэнергию, кВт	10 ⁻³ - 10 ⁷
Диапазон измерений и преобразований в объём природного газа, м ³	10 ⁻³ - 10 ⁷
Диапазон измерений и преобразований в тепловую энергию, Гкал	10 ⁻³ - 10 ⁷
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении электрического сопротивления ИПТ и преобразовании в температуру, °С	± 0,15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении разности сопротивления комплектов ИПТ и преобразовании в разность температуры, °С	± 0,04
Пределы допускаемой приведённой погрешности при измерении силы тока ИП давления и преобразовании в давление, %	± 0,1
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении и преобразовании количества импульсов, не менее 2500 импульсов, в объём воды, природного газа и электрическую энергию, %	± 0,04
Пределы допускаемой относительной погрешности расчёта массы воды по измеренным сигналам ИП, %	± 0,15
Пределы допускаемой относительной погрешности расчёта тепловой энергии по измеренным сигналам ИП, %	± (0,5+Δ t _{min} /Δ t), где: Δ t _{min} – минимальное значение разности температуры, °С Δ t – измеренное значение разности температуры, °С
Пределы допускаемого суточного хода часов, с	± 5

1.4. Характеристики входных сигналов

Схемы подключения первичных ИП к вычислителю приведены в **Приложении В** настоящего руководства.

1.4.1. Характеристики входных сигналов ИПРВ, ИПРГ, ВС и СВЧ

Вычислитель для подключения ИПРВ, ИПРГ, ВС и СВЧ обладает универсальными импульсными входами, которые принимают два типа числоимпульсных сигналов «сухой контакт» или «потенциальный выход» со следующими характеристиками.

Сигнал типа «сухой контакт» (или «открытый коллектор»):

- длительность импульса, не менее..... 5 мс;
- частота следования импульсов, не более..... 18 Гц;
- сопротивление в состоянии «замкнуто», не более..... 50 кОм;
- сопротивление в состоянии «разомкнуто», не менее... 700 кОм.

Сигнал типа «потенциальный выход»:

- длительность импульса, не менее..... 5 мс;
- частота следования импульсов, не более..... 100 Гц;
- уровень логической единицы..... от 1,9 до 4,0 В;
- уровень логического нуля, не более..... 0,8 В;

При этом электрические цепи выходных сигналов СВЧ должны иметь гальваническую развязку от контролируемой сети.

1.4.2. Характеристики входных сигналов ИПТ, КИПТ

Для измерения температуры теплоносителя и окружающего воздуха к вычислителю подключаются платиновые термопреобразователи сопротивления класса А или В с номинальным сопротивлением 100, 500 или 1000 Ом по ГОСТ 6651-2009.

1.4.3. Характеристики входных сигналов ИПД

Для измерения избыточного давления к вычислителю подключаются измерительные преобразователи избыточного давления с выходным токовым сигналом 4-20 мА по ГОСТ 26.011.

1.5. Характеристики электромагнитной совместимости

Вычислители устойчивы к следующим видам электромагнитных помех:

- воздушным электростатическим разрядам по ГОСТ 30804.4.4.2, с параметрами, определёнными разделом 5 ГОСТ Р 51649 и 6.15 ГОСТ Р ЕН 1434-4;
- радиочастотному электромагнитному полю ГОСТ 30804.4.4.3, с параметрами, определёнными разделом 5 ГОСТ Р 51649 и 6.17 ГОСТ Р ЕН 1434-4;
- воздействию внешнего магнитного поля напряженностью 400 А/м, образованного переменным током частотой 50 Гц.

Вычислители устойчивы к динамическим изменениям напряжения электропитания по ГОСТ Р 52931.

1.6. Устройство и методика измерений

1.6.1. Устройство

Принципиальное устройство вычислителя показано на рисунке 1.2. Вычислитель приспособлен для настенного монтажа. Корпус прибора изготовлен из ударопрочного пластика и состоит из верхней и нижней части. В верхней части корпуса располагается электронный модуль вычислителя, позиция 17. Нижняя часть корпуса образует монтажный отсек, в котором располагается коммуникационный модуль и элемент питания, позиция 10.

Верхняя и нижние части вычислителя электрически соединяются между собой соединительным разъёмом, позиция 9, и при сборке прибора герметизируются силиконовым уплотнителем, и двумя невыпадающими винтами, позиция 15.

Верхняя часть вычислителя

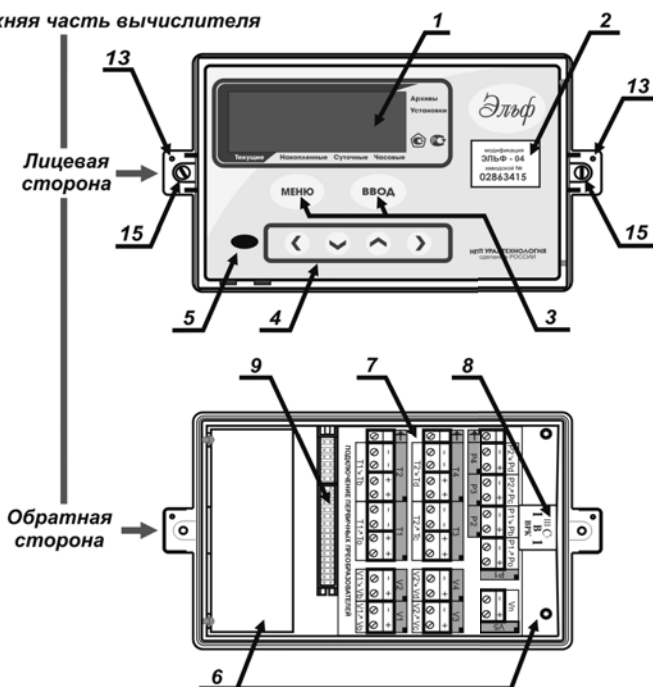
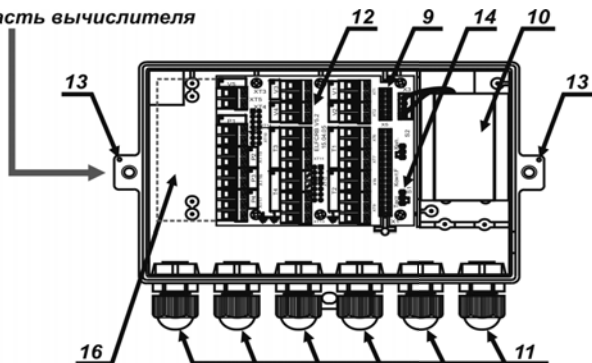
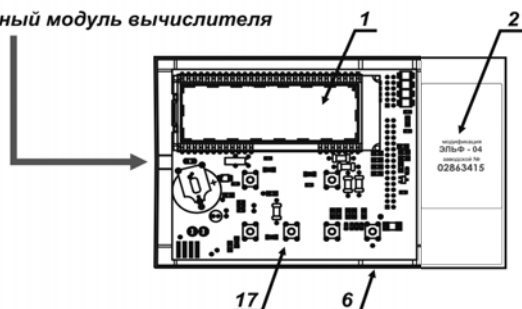


Рисунок 1.2 – Устройство вычислителя (начало)

Нижняя часть вычислителя



Электронный модуль вычислителя



1 – ЖКИ вычислителя; 2 – наклейка с заводским номером прибора; 3 – клавиши управления; 4 – клавиши навигации; 5 – оптический порт; 6 – корпус вкладыша; 7 – схема «Подключение первичных преобразователей»; 8 – защитная пломба с оттиском поверительного клейма; 9 – соединительный разъём; 10 – место размещения элемента питания (или МКСР); 11 – кабельный ввод; 12 – плата подключений; 13 – отверстия, используемые при пломбировании вычислителя; 14 – переключатель режимов работы; 15 – винт невыпадающий; 16 – место установки модулей интерфейса; 17 – печатная плата с электронными компонентами

Рисунок 1.2 – Устройство вычислителя (окончание)

На лицевой стороне корпуса вычислителя расположены:

- жидкокристаллический индикатор (ЖКИ), позиция 1;
- наклейка (с заводским номером и исполнением), позиция 2;
- встроенный оптический порт, позиция 5;
- клавиши управления, позиция 3, и клавиши навигации, позиция 4, образующие блок управления.

С обратной стороны верхней часть корпуса вычислителя закрывается вкладышем, позиция 6. Вкладыш соединяется с верхней частью корпуса при помощи защёлки, образуя измерительный отсек, в котором находится электронный модуль прибора, позиция 17. Соединение электронного модуля с платой подключений, позиция 12, происходит при помощи разъёма, позиция 9, вилка, которого вмонтирована во вкладыш. На тыльную сторону вкладыша наклеивается схема «Подключение первичных преобразователей» (для данного типа исполнения вычислителя), позиция 7, которая показывает назначение контактов платы подключений. Защитная пломба с оттиском поверительного клейма, позиция 8, также наклеивается на тыльную сторону вкладыша, и служит для защиты электронного модуля от несанкционированного доступа.

Нижняя часть корпуса вычислителя образует монтажный отсек, в котором расположены:

- элемент питания вычислителя или модуль МКСП, позиция 10;
- плата подключений, позиция 12, соединённая с розеткой соединительного разъёма, позиция 9. На плате подключений установлен переключатель режима ТЕСТ, позиция 14;
- уплотняемые кабельные вводы, позиция 11. Количество кабельных вводов колеблется от 3 до 6 штук, в зависимости от исполнения вычислителя;
- место для установки интерфейсных модулей, позиция 16.

Габаритные и присоединительные размеры вычислителя показаны в ПРИЛОЖЕНИИ А, обозначение и расположение клеммных соединителей на плате подключений для различных исполнений вычислителя приводятся в ПРИЛОЖЕНИИ Б.

Вычислитель поставляется с завода с отключенным элементом питания во избежание его преждевременного разряда в процессе хранения и транспортирования.

1.6.2. Методика измерений

Принцип действия вычислителей заключается в измерении сигналов ИП температуры, давления, расхода воды, объёма природного газа и электрической энергии, преобразовании измеренных сигналов в измеряемые величины; сохранении почасовых, посуточных и помесечных значений измеренных величин в памяти вычислителя в виде архивов, включающих дату и время корректной работы за период архивирования.

Номинальная статическая характеристика преобразования сопротивления КИПТ (ИПТ) в показания температуры соответствует интерполяционным уравнениям по ГОСТ 6651 при значениях температурного коэффициента сопротивления:

$$W_{100} = 1,391 \text{ и } W_{100} = 1,385$$

где: W_{100} – температурный коэффициент сопротивления.

Номинальная статическая характеристика преобразования числоимпульсного сигнала расхода (объема) теплоносителя в показания объема соответствует выражению:

$$V = n \cdot S : 1000$$

где: S – вес импульса, л/имп;

n – число импульсов, принятое за интервал архивирования;

V – объем теплоносителя, м³.

Номинальная статическая характеристика преобразования токового сигнала ИПД в показания избыточного давления соответствует выражению:

$$P = (P_0 + (P_{max} - P_0) \cdot (I - 4)) : 16$$

где: I – измеряемый электрический ток, мА;

P_{max} – верхний предел диапазона измерения давления, МПа;

P_0 – нижний предел диапазона измерения давления, МПа;

P – избыточное давление, МПа.

Определение массового расхода осуществляется в соответствии с выражением:

$$G = V \cdot \rho$$

где: V – объем теплоносителя, м³;

ρ – плотность теплоносителя в трубопроводе, по которому рассчитывается объем V , т/м³;

G – масса теплоносителя, т.

Определение количества потребленной тепловой энергии Q осуществляется в соответствии с выражением:

$$Q = V \cdot \rho \cdot (h_{\mathcal{A}} - h_{\mathcal{B}})$$

где: $h_{\mathcal{A}}$ – энтальпия воды в подающем трубопроводе, Гкал/т;

$h_{\mathcal{B}}$ – энтальпия воды в обратном трубопроводе, Гкал/т;

Q – потребленная тепловая энергия, Гкал.

Вычисления плотности и энтальпии производятся вычислителем в соответствии с **МИ 2412-97**.

Номинальная статическая характеристика преобразования числоимпульсного сигнала СВЧ в показания потребленной электроэнергии соответствует выражению:

$$C = n : P$$

где: P – постоянная счетчика ватт-часов, имп/(кВт·ч);

n – число импульсов, принятое за интервал архивирования;

C – потребленная электрическая энергия, кВт·ч.

В процессе работы вычислитель:

- на цифровых входах непрерывно измеряет количество импульсов, пришедших от ИПР (СВЧ);
- на аналоговых входах один раз в минуту измеряет значения сопротивления от КИПТ (ИПТ) и силы тока от ИПД.

Исходя из измеренных значений сопротивления, силы тока и количества принятых импульсов вычислитель ежеминутно рассчитывает

ежеминутные приращения объёма (массы) теплоносителя, а также потребляемой тепловой и электрической энергии.

Вычислитель формирует почасовые архивы путём вычисления:

- средних значений измеряемых раз в минуту параметров температуры и давления;
- сумм минутных приращений объёма (массы), тепловой и электрической энергии.

Аналогично формируются посуточные и помесечные архивы:

- по окончании суток из почасовых записей создаётся запись в посуточном архиве;
- по окончании отчётного месяца из посуточных записей формируется запись в помесечном архиве.

Дата архивной записи (метка времени), отображаемая на ЖКИ вычислителя, имеет следующие форматы:

- **XX** (день). **XX** (месяц). **XX** (час) – для почасового архива;
- **XX** (день). **XX** (месяц). **XX** (год) – для посуточного и помесечного архива.

Для **почасового архива** дата архивной записи соответствует **дате и времени начала периода накопления данных**. Например, запись «14.08.15» означает, что накопление данных происходило 14 августа с 15 часов 00 минут до 15 часов 59 минут включительно.

Запись в архиве вычислителя возникает в начале периода накопления данных, при этом на ЖКИ отображаются средние значения измеряемых и накапливаемые значения минутных приращений вычисляемых параметров. Такая запись называется **незавершённой** или **текущей записью**.

Для **посуточного архива** дата архивной записи также соответствует **дате начала периода накопления данных**. Например, запись «15.08.15» означает, что накопления данных происходило 15 августа 2015 года с 00 часов 00 минут до 23 часов 59 минут включительно.

Запись в архиве вычислителя возникает в начале периода накопления данных, в незавершённой записи на ЖКИ отображаются средние значения измеряемых и накапливаемые часовые значения вычисляемых параметров.

Для **помесечного архива** дата архивной записи соответствует **дате окончания периода накопления данных**. Например, запись «31.07.15» означает период накопления данных с 1 июля 2015 года с 00 часов 00 минут по 31 июля до 23 часов 59 минут включительно.

Дата начала отчетного месяца является настраиваемым параметром и может быть числом от 1 до 28. Если параметр «дата начала отчетного месяца» устанавливается иным, отличным от единицы, например, равным 20, то записи меток времени в помесечном архиве будут следующими: «19.07.15», «19.08.15», «19.09.15»... Так запись «19.08.15» означает период накопления данных с 20 июля 2015

года с 00 часов 00 минут по 19 августа 2015 года до 23 часов 59 минут включительно.

Запись в архиве вычислителя возникает в начале периода накопления данных. Метка времени в незавершённой записи отображается в виде текущей даты, при этом на ЖКИ отображаются средние значения измеряемых и накапливаемые суточные значения вычисляемых параметров.

Незавершённые архивные записи (текущий: час, день, месяц) недоступны для считывания по интерфейсам передачи данных и отображаются только на экране ЖКИ вычислителя. Завершённые архивные записи доступны для считывания:

- через оптический порт;
- через встраиваемый интерфейсный модуль;
- визуально на экране ЖКИ.

1.7. Отображение параметров

1.7.1. Отображение мгновенных значений

Меню текущих (мгновенных) значений представляет собой список параметров, объединённых в подсистемы учёта. Список настраивается при конфигурировании вычислителя. В зависимости от схемы измерения, на ЖКИ вычислителя могут отображаться мгновенные и приведённые к часу значения следующих параметров:

- температуры теплоносителя (воды) в трубопроводе;
- разности температуры воды в подающем и обратном трубопроводе;
- объёмного (массового) расхода воды, приведенного к часу;
- разности объёмов (масс) воды в подающем и обратном трубопроводе, приведённой к часу;
- количества потреблённой тепловой энергии, приведенной к часу (тепловая мощность);
- разности тепловых энергий воды в подающем и обратном трубопроводе (для открытой схемы отопления), приведённой к часу;
- электрической мощности;
- давления теплоносителя (только для вычислителя ЭЛЬФ-04);
- объёмного расхода природного газа, приведённого к часу;
- температуры наружного воздуха (только для вычислителей ЭЛЬФ-03 и ЭЛЬФ-04).

1.7.2. Отображение архивных значений

Вычислитель накапливает и сохраняет данные о значениях измеренных и вычисленных параметров в архиве, который имеет следующую структуру:

- почасовой архив..... **960 записей (часов);**
- посуточный архив..... **128 записей (суток);**
- помесечный архив..... **37 записей (месяцев).**

В помесечном архиве вычислитель, в зависимости от настройки, сохраняет:

- или значения параметров тепловой энергии, объёма, массы, накопленные нарастающим итогом на начало отчетного месяца с момента последней очистки архива – интегральный помесечный архив;
- или значения параметров тепловой энергии, объёма, массы, накопленные за отчётный месяц – помесечный архив.

Значения параметров температуры и давления в обоих архивах сохраняются как средние за отчётный месяц.

Архивы вычислителя, в зависимости от его исполнения и выбранной схемы измерения, могут включать в себя значения следующих параметров за отчётный период (интервал архивирования):

- потребленной тепловой энергии;
- разности тепловых энергий воды в подающем и обратном трубопроводе;
- объёма (массы) прошедшей по трубопроводу воды;
- разности объёмов (масс) воды, прошедшей по подающему и обратному трубопроводу;
- объёма, прошедшего по трубопроводу природного газа;
- среднее значение температуры воды, прошедшей по трубопроводу;
- среднее значение разности температуры воды в подающем и обратном трубопроводе;
- среднее значение давления в трубопроводе;
- количество потребленной электрической энергии (по каждому из трёх тарифов);
- средней температуры наружного воздуха;
- времени наработки для каждой настроенной подсистемы учёта;
- параметра ошибки (если таковой присутствует) для каждой подсистемы учёта.

Параметры наработки и ошибки индицируются на экране ЖКИ вычислителя в **режиме альтернативного отображения информации** (смотрите раздел 2.2 руководства).

Время хранения данных в памяти вычислителя не ограничено.

1.7.3. Отображение параметра ошибки

Параметр ошибки представляется посредством наличия кодов НС, отображающихся при просмотре **посуточного** и **почасового** архивов, а также – меню **текущих значений**. Код НС указывает на причину возникновения нештатной ситуации.

Вычислитель регистрирует и отображает следующие нештатные ситуации:

- измеряемая температура выходит за установленный диапазон измерений;
- температура в обратном трубопроводе превышает температуру в соответствующем (обратному трубопроводу) подающем тру-

бопроводе;

- измеряемый расход теплоносителя выходит за установленный диапазон измерений;
- измеряемое давление выходит за установленный диапазон измерений;
- повреждение измерительных каналов ИПТ, ИПД;
- отсутствие основного питания вычислителя (размыкание корпуса прибора)
- разряд батареи питания;
- отсутствие сетевого питания 220 В (при наличии МКСП и включении функции контроля);
- тепловая мощность в подающем трубопроводе меньше тепловой мощности в соответствующем обратном трубопроводе (применяется в открытых системах теплоснабжения);
- невозможно вычислить массу теплоносителя.

Перечисленные выше коды НС отображаются на ЖКИ вычислителя в виде символа (или набора символов). Расшифровка кодов приводится в разделе 3.3 настоящего руководства.

1.8. Программное обеспечение

ПО вычислителя является встроенным и перезагружаемым. В пользовательском и связанном интерфейсах прибора отсутствуют процедуры модификации накопленных архивов.

ПО вычислителя разделено на метрологически значимую часть и метрологически не значимую части:

- **к метрологически значимой части** относятся программные модули, выполняющие функции:
 - сбора, передачи, обработки, хранения и представления измерительной информации;
 - идентификации и защиты программного обеспечения;
- **к метрологически не значимой части** относятся программные модули меню прибора:
 - формата отображения данных;
 - структуры коммуникационного протокола.

Метрологически значимая часть ПО имеет возможность проведения идентификации посредством отображения на ЖКИ.

Идентификационные данные метрологически значимой части программного обеспечения находятся в таблице 1.4 и содержат информацию:

- о **номере версии** – идентификационном номере ПО;
- о **цифровом идентификаторе ПО** – контрольной сумме метрологически значимой части исполняемого кода.

Таблица 1.4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	Эльф
Номер версии (идентификационный номер) ПО	28.01.15
Цифровой идентификатор ПО	93C0
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16

Доступ к изменению ПО вычислителя защищён пломбами, устанавливаемыми на корпус.

Уровень защиты ПО вычислителя от непреднамеренных и преднамеренных изменений – **«высокий»** по Р 50.2.077-2014.

1.9. Коммуникационные возможности

В вычислителе используется протокол обмена **Modbus**, при помощи которого осуществляется доступ к текущим, архивным и служебным параметрам прибора. Варианты обмена данными между вычислителем и внешним устройством, например компьютером, реализуются следующими способами:

- по встроенному оптическому порту;
- по контактному последовательному порту;
- по радиопорту.

При реализации всех перечисленных способов передачи и приёма данных на ПК должно быть установлено специализированное ПО (например, КАРАТ-Экспресс, ЛЭРС-УЧЕТ).

Скорость передачи данных определяется при конфигурировании вычислителя и может составлять **1200, 2400, 4800 бит/с**. В режиме ТЕСТ скорость обмена данными по контактному последовательному порту составляет **9600 бит/с**.

Коммуникационные возможности прибора показаны на рисунке 1.3.

1.9.1. Обмен данными по оптическому интерфейсу

Встроенный оптический порт, рисунок 1.3, выполняет функции бесконтактного интерфейса. Обмен данными осуществляется посредством оптоволоконных RS-232 или USB.

Оптоголовка RS-232 позволяет производить обмен данными двумя способами:

- данные с вычислителя передаются на пульт переноса данных Луч-МК и сохраняются в его памяти. С Луч-МК информация передаётся на ПК по интерфейсу USB;
- данные с вычислителя передаются непосредственно на ПК, если компьютер имеет COM-порт с интерфейсом RS-232.

Оптоголовка USB позволяет производить обмен данными по интерфейсу USB непосредственно на ПК.

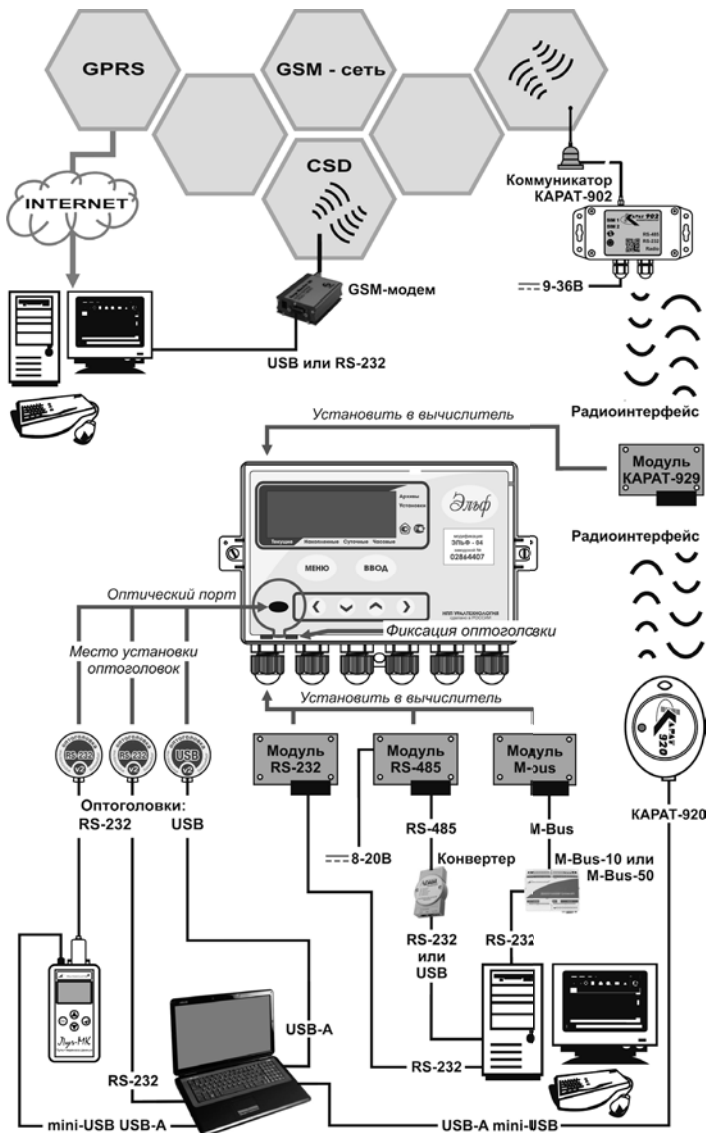


Рисунок 1.3 – Коммуникационные возможности вычислителя

Для передачи данных любая из оптоволоконных устанавливается на встроенный оптический порт, который расположен на лицевой стороне корпуса вычислителя, при этом выступ на корпусе оптоволоконной фиксируется в специальном пазе, расположенном на корпусе прибора, смотрите рисунок 1.3.

1.9.2. Обмен данными по контактному интерфейсу

Контактный последовательный порт, рисунок 1.3, выполняет функции контактного физического интерфейса, тип которого определяется типом установленного в вычислителе встраиваемого интерфейсного модуля: RS-232, RS-485 или M-Bus.

Модуль интерфейса RS-232 позволяет производить обмен данными между вычислителем и компьютером, который имеет COM-порт с интерфейсом RS-232. Если на компьютере, например, установлено 4 COM-порта с интерфейсом RS-232, то к нему можно подключить 4 вычислителя с интерфейсным модулем RS-232.

К одному COM-порту ПК подключается один вычислитель.

Модуль интерфейса RS-485 позволяет производить обмен данными между компьютером и подключёнными к нему по интерфейсу RS-485 вычислителями. При этом для подключения вычислителя к ПК необходимо:

- для обеспечения питания интерфейса подключить модуль RS-485 к источнику постоянного тока напряжением (8...20) В;
- для согласования сигналов интерфейса RS-485 с интерфейсом COM-порта компьютера, следует подключать модуль RS-485 к ПК посредством преобразователя интерфейса RS-232/RS-485 или USB/RS-485.

К COM-порту ПК можно подключить до 240 объединённых в сеть вычислителей с модулями интерфейса RS-485. Сеть разбита на сегменты, каждый из которых содержит до 32 приборов. Сегменты сети последовательно соединяются между собой посредством репитеров.

Модуль интерфейса M-Bus позволяет производить обмен данными между компьютером и подключёнными к нему по интерфейсу M-Bus вычислителями. Для согласования сигналов интерфейса M-Bus с интерфейсом RS-232 COM-порта компьютера, следует подключать встраиваемый интерфейсный модуль M-Bus к ПК посредством контроллера шины M-Bus-10 КАРАТ-911 или M-Bus-50 КАРАТ-912.

К одному контроллеру M-Bus-10 можно подключить до 10 вычислителей с модулями интерфейса M-Bus.

К одному контроллеру M-Bus-50 можно подключить до 50 вычислителей с модулями интерфейса M-Bus. К одному COM-порту компьютера можно подключить до 240 объединённых в сеть приборов. Объединение происходит при использовании контроллеров M-Bus-50, имеющих функцию повторителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Габаритные и установочные размеры

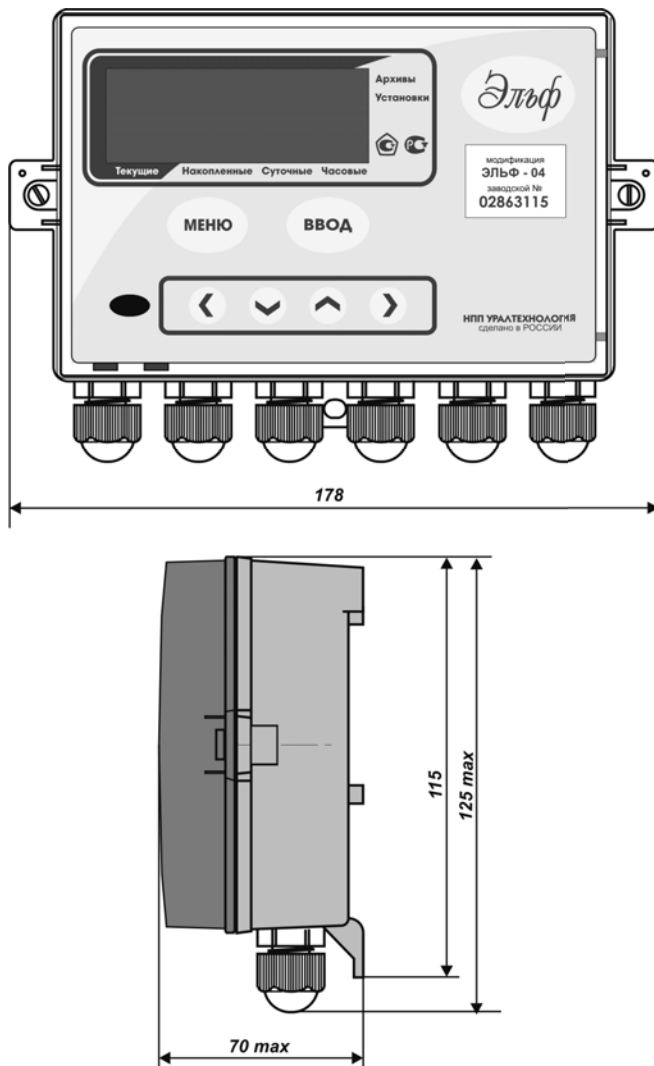


Рисунок А.1 – Габаритные размеры вычислителя

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Окончание

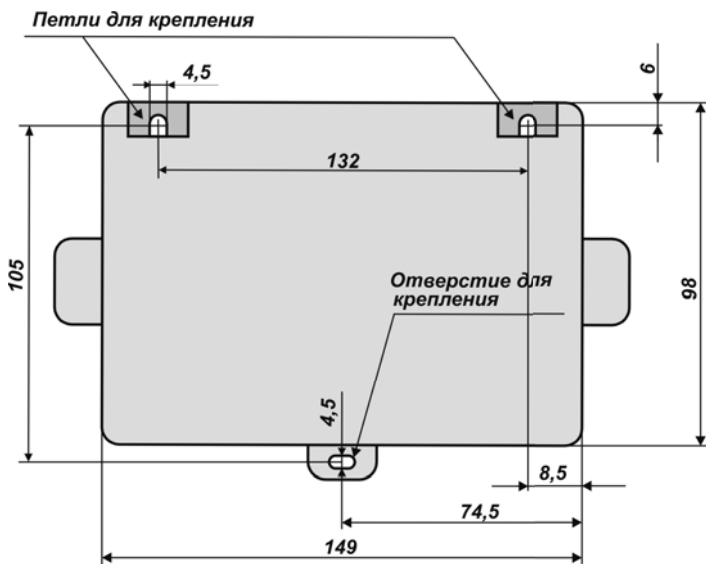


Рисунок А.2 – Установочные размеры вычислителя