Научно-производственное предприятие
УРАЛТЕХНОЛОГИЯ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
СМАФ.407200.002-03 РЭ

ТЕПЛОСЧЁТЧИКИ КАРАТ-Компакт 2-223

Редакция 1.2.11, июнь 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ....4
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ....5
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА....6
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ....6
1.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ....6
1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАТЕРИСТИКИ....6
1.4. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ....9
1.5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА....10
1.6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ....11
1.7 КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ....12
1.8. АРХИВИРУЕМЫЕ ДАННЫЕ....14
1.9. САМОДИАГНОСТИКА....14
1.10. МАРКИРОВКА....15
1.11. ПЛОМБИРОВАНИЕ....15
1.12. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ....15
1.13. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА....16
2. ОПИСАНИЕ И РАБОТА....16
2.1. МЕНЮ ТЕПЛОСЧЁТЧИКА....16
2.2. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ....16
2.3. ГРУППА 1 – ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ....17
2.4. ГРУППА 2 – АРХИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ....19
2.5. ГРУППА 3 – СЕРВИСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ....20
2.6. КОДЫ ОШИБОК....21
3. МОНТАЖ ТЕПЛОСЧЁТЧИКА....21
4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ....22
5. ПОВЕРКА....22
6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ....22
7. СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ....23
8. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ....23
Приложение А- Варианты маркировки жил коммуникационного кабеля....24

ВВЕДЕНИЕ

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства и работы теплосчётчиков, содержит сведения, необходимые для монтажа, эксплуатации и поверки.

Права ООО НПП «Уралтехнология» на теплосчётчики КАРАТ-Компакт 2 -223 защищены законодательством Российской Федерации.

Теплосчётчики КАРАТ-Компакт 2-223 зарегистрированы:

- в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- в реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

т/с – теплосчётчик;
ч/и – числоимпульсный (например, вход/выход);
ВС – счётчик холодной или горячей воды с импульсным выходом;
КС – контрольная сумма;
МБ – моноблок (вычислитель не отсоединяется от УПР);
МП – методика поверки;
НС – нештатная ситуация;
ОТ – обратный трубопровод;
ПК – персональный компьютер;
ПО – программное обеспечение;
ПТ – подающий трубопровод;
СИ – средства измерений;
СП – сплит (вычислитель может отсоединяться от УПР);
ЭД – эксплуатационная документация;
ЭК – веб-сервис ЭНЕРГОКабинет;
ЭС – электросчётчик;
ЖКИ – жидкокристаллический индикатор;
ИПТ – измерительный преобразователь температур;
ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь;
УПР – ультразвуковой преобразователь расхода (проточная часть);
КИПТ – комплект измерительных преобразователей температуры;
АССПД – автоматизированная система сбора/передачи данных;
IRDA – инфракрасный порт;
DN (Ду) – типоразмер теплосчётчика (диаметр условного прохода УПР);
LPWAN – энергоэффективная радиосеть дальнего радиуса действия;
LoRaWAN – стандарт протокола LPWAN.

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Теплосчётчики КАРАТ-Компакт 2-223 (далее по тексту теплосчётчики (т/с) или приборы) предназначены для измерений тепловой энергии, объёма и температуры теплоносителя в закрытых водяных системах теплопотребления.

Теплосчётчики применяются на объектах ЖКХ в условиях круглосуточной эксплуатации в составе информационно-измерительных систем и узлов коммерческого учёта тепловой энергии и теплоносителя.

1.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ

В технической документации теплосчётчики обозначаются:

КАРАТ-Компакт 2 – 223 – МБ – 15 – 1,5 – ОТ – 3В – 1И – RS-485F
1 2 3 4 5 6 7* 8* 9*

Где: 1 – наименование теплосчётчика – **КАРАТ-Компакт 2;**
2 – модификация теплосчётчика – **223;**
3 – исполнение теплосчётчика – **МБ** – моноблок**;**
– **СП** – сплит**;**
4 – типоразмер – **15** или **20** – Ду15 мм или Ду20 мм;
5 – номинальный расход – **1,5** или **2,5** – 1,5 м^3/ч или 2,5 м^3/ч;
6 – место установки в трубопровод: – **ПТ** – подающий**;**
– **ОТ** – обратный**;**
7* – ч/и вход – **2В**, **3В** или **4В** – 2, 3 или 4 импульсных входа**;**
8* ч/и выход – **1И** – 1 импульсный выход**;**
9* – тип интерфейса – **M-BUS** – контактный интерфейс M-Bus**;**
– **RS-485F** – контактный интерфейс RS-485**;**
– **LW** – радиоинтерфейс LoRaWAN**;**
– **NB** – радиоинтерфейс NBIoT**.**

***** – *Если опции нет, то она в обозначении прибора отсутствует.*

В базовой комплектации теплосчётчик имеет коммуникационные каналы:
- встроенный оптический порт;
- жидкокристаллический цифробуквенный индикатор.

Прочие проводные и беспроводные интерфейсы устанавливаются опционально.

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАТЕРИСТИКИ

Теплосчётчики изготовлены по ТУ 4218-024-32277111-2015 «Теплосчётчики КАРАТ-Компакт 2. Технические условия», представляют собой микропроцессорные измерительные устройства, которые выполняют измерения по установленным алгоритмам и соответствуют:
- ГОСТ Р ЕН 1434-1-2011 Теплосчётчики. Часть 1. Общие требования;
- ГОСТ Р 51649-2014 Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические условия;
- ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия;

в части требований, заложенных в ТУ 4218-024-32277111-2015.

Измеряют и отображают на экране ЖКИ:
- тепловую энергию Гкал, ккал, ГДж, МДж, МВт·ч, кВт·ч;
- объем (или массу) теплоносителя (воды), м^3 (т);
- температуру воды в подающем и обратном трубопроводах, °С;

- разность температуры теплоносителя в ПТ и ОТ, °С;
- объём воды, измеренный ВС, подключенными к импульсным входам, м^3;

отображают на экране ЖКИ:

- мгновенный объёмный (или массовый) расход воды, м^3/ч (т/ч);
- мгновенную тепловую мощность, Гкал/ч, ккал/ч, ГДж/ч, МДж/ч, МВт, кВт.

Отображаемые на экране теплосчётчика параметры индицируются в международной системе единиц измерения (латинскими буквами).

Теплосчётчики регистрируют и сохраняют данные в виде архива:

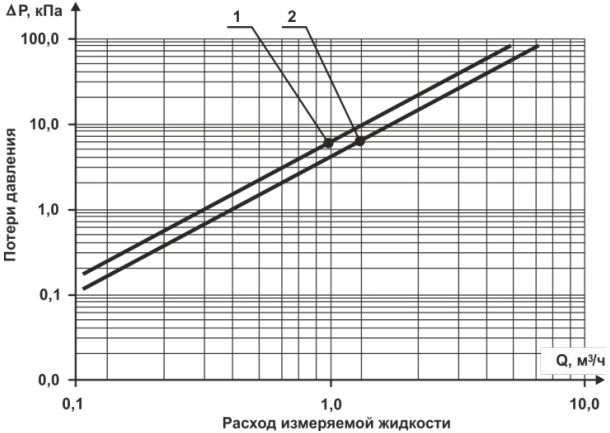
- помесячного интегрального – не менее 144 месяца (записей);
- помесячного – не менее 144 месяца (записей);
- посуточного интегрального – не менее 400 суток (записей);
- посуточного – не менее 460 суток (записей);
- почасового – не менее 1440 часов (записей);
- журнала событий – не менее 256 событий (записей).

На ЖКИ прибора отображается помесячный интегральный архив. Остальные архивы скачиваются на ПК. Для скачивания архивов на компьютер следует установить программу, формирующую архивные файлы, например КАРАТ ДАТА (находится в свободном доступе на сайте). Время хранения данных в энергонезависимой памяти теплосчётчика не ограничено.

Питание теплосчётчика осуществляется от литиевого элемента питания с номинальным напряжением 3,6 В. Потребляемая прибором от элемента питания мощность не более 0,1 мВт.

Теплосчётчики обладают функцией самодиагностики.

На рисунке 1 представлена номограмма потери давления на теплосчетчике в зависимости от текущего расхода теплоносителя.



1 – **КАРАТ-Компакт 2–223 (Ду15); 2 – КАРАТ-Компакт 2 – 223 (Ду20)**

Рисунок 1 *– Номограмма потери давления в теплосчётчиках*

Таблица 1 – *Метрологические и технические характеристики*

Наименование характеристики	Значение	
Диапазон измерений температуры, °С	0 – 105	
Диапазон измерений разности температуры, °С	3 – 95	
Суммарное значение с нарастающим итогом при измерении объема, $м^3$	до 99999,999	
Суммарное значение с нарастающим итогом при измерении тепловой энергии, Гкал (ГДж, МВт·ч, кВт·ч)	до 99999,999	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры, °С	± (0,3 + 0,005·t) где: t – измеренное значение температуры, °С	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении разности температуры, °С	± (0,09 + 0,005·Δt) где: Δt - значение разности температуры в подающем и обратном трубопроводах, °С	
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объёма, % в диапазонах: ▪ от q_{min} до q_t (исключая) ▪ от q_t (включая) до q_{max}	 ± 5 ± 2	
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении тепловой энергии, %	±(2+12/Δt + 0,01·q_{max}/q_l) где: q_l и q_{max}- значение расхода теплоносителя и его наибольшее значение, $м^3$/ч	
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении и преобразовании количества импульсов, не менее 3000 импульсов, в измеряемые величины, %	± 0,04	
Пределы допускаемого суточного хода часов, с	± 9	
Максимальное рабочее давление, МПа	1,6	
Диаметр условного прохода, мм	15	20
Максимальный расход q_{max}, $м^3$/ч	3,0	5,0
Номинальный расход q_n, $м^3$/ч	1,5	2,5
Переходный расход q_t, $м^3$/ч	0,15	0,25
Минимальный расход q_{min}, $м^3$/ч	0,015	0,025
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более	110x90x125	130x90x120
Длина УПР с переходниками, мм, не более	190	230
Напряжение питания встроенного элемента, В	3,6	
Рабочие условия эксплуатации: ▪ температура окружающего воздуха, °С ▪ атмосферное давление, кПа ▪ относительная влажность окружающего воздуха при температуре 35 °С, %	 5 – 50 от 84 до 106,7 до 95	
Длина кабеля измерительного преобразователя температуры, м, не более	1,5 (5,0[1)])	
Диаметр измерительного преобразователя температуры, мм, не более	5,2	

Таблица 1 – *Продолжение таблицы 1*

Наименование характеристики	Значение
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	75000
Средний срок службы, лет	12
Масса, кг, не более	1,5
Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-2015	IP65
[1]– поставляется по отдельному заказу	

Качество сетевого теплоносителя должно соответствовать требованиям:

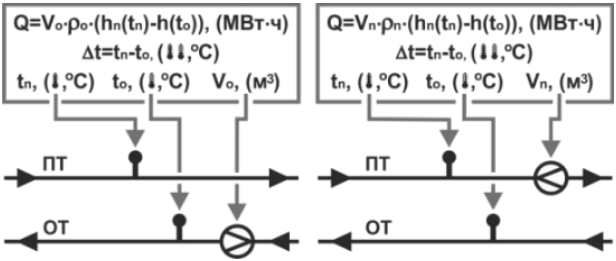
- «Типовой инструкции по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения», приказ Госстроя РФ от 13.12.2000 №225, (раздел 6 «Эксплуатация тепловых сетей и тепловых пунктов»);
- СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» (раздел «Схемы тепловых сетей»).

1.4. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Теплосчётчики измеряют объём теплоносителя, полученного по подающему (или возвращённого по обратному) трубопроводу и температуру теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах. По измеренным значениям объёма и температуры вычислитель теплосчётчика определяет:

- плотность и энтальпию теплоносителя в ПТ и ОТ;
- полученную (потреблённую) тепловую энергию.

Алгоритмы вычисления тепловой энергии, реализованные в теплосчётчике, соответствуют МИ 2412-97, смотрите, рисунок 2.



где: **Q** – потреблённая тепловая энергия, МВт·ч;
V_n , V_o – объём теплоносителя прошедшего по ПТ и ОТ, м³;
t_n, t_o – температура теплоносителя в ПТ и ОТ, °С;
ρ_n, ρ_o – плотность теплоносителя в ПТ и ОТ, кг/м³;
$h_n(t_n)$* – энтальпия теплоносителя в ПТ, кДж/кг;
$h_o(t_o)$* – энтальпия теплоносителя в ОТ, кДж/кг.

Рисунок 2 *– Алгоритмы вычисления тепловой энергии*

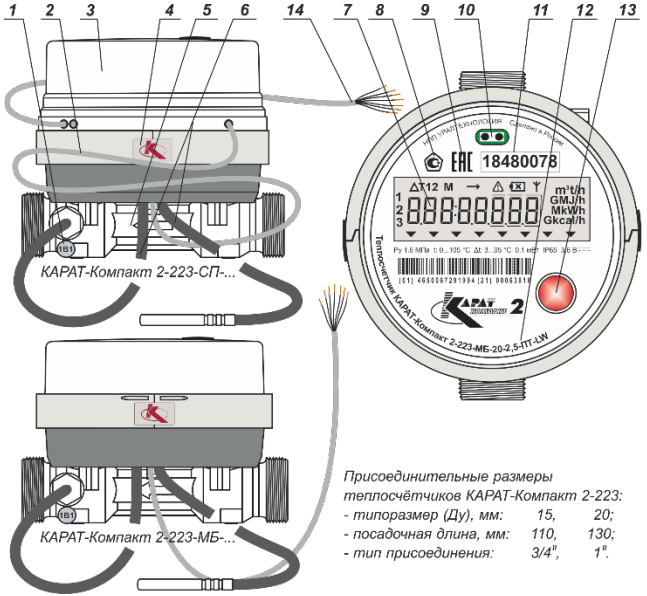
Теплосчётчики для обратного трубопровода, не могут монтироваться в подающий трубопровод и наоборот. Это связано с тем, что для расчёта тепловой энергии в подающем и обратном трубопроводах применяются разные алгоритмами расчёта (смотрите рис.2), а при настройке на производстве, приборы запрограммированы на реализацию только одного алгоритма расчёта тепловой энергии (по ПТ

или ОТ).

1.5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Теплосчётчики состоят из конструктивно соединённых между собой ультразвукового преобразователя расхода, вычислителя и КИПТ, смотрите рисунок 3. Выпускаются в модификациях МБ и СП:

- МБ (моноблок) – вычислитель теплосчётчика жестко соединен с УПР;
- СП (сплит) – вычислитель и УПР конструктивно выполнены в виде двух составных частей (легко отсоединяемых/соединяемых между собой), которые связаны соединительным кабелем, за счёт чего вычислитель можно устанавливать раздельно от УПР на расстояние до 0,6 м.



Присоединительные размеры теплосчётчиков КАРАТ-Компакт 2-223:

- типоразмер (Ду), мм:	*15,*	*20;*
- посадочная длина, мм:	*110,*	*130;*
- тип присоединения:	*3/4", *	*1".*

1 – пломба с нанесённым знаком поверки; 2 – соединительный кабель (модификация СП); 3 – вычислитель теплосчётчика; 4 – пломба ОТК изготовителя; 5 – УПР; 6 – КИПТ; 7 – ЖКИ; 8 – знак утверждения типа СИ; 9 – единый знак обращения продукции; 10 – порт оптического интерфейса; 11 – заводской номер теплосчётчика; 12 – обозначение теплосчётчика; 13 – кнопка управления прибором; 14 – коммуникационный кабель

***Рисунок 3** – Внешний вид теплосчётчика*

Вычислитель вычисляет количество потреблённой абонентом тепловой энер-

гии. Состоит из корпуса и узла электроники. На лицевой панели прибора размещается жидкокристаллический индикатор, порт оптического интерфейса, кнопка управления меню прибора, а также нанесена маркировка.

Ультразвуковой преобразователь расхода (УПР) представляет собой полую конструкцию цилиндрической формы, в которой находится измерительный (акустический) тракт. Корпус УПР выполнен из латуни и имеет два прилива, в которых устанавливаются датчики ПЭП. Акустический тракт состоит из 2-х датчиков ПЭП и 2-х зеркал, строго ориентированных по отношению друг к другу. Минимальная длина прямых участков до и после УПР составляет не менее 2 Ду.

В боковой проекции корпуса УПР есть прилив для установки ИПТ.

На корпусе УПР нанесены следующие маркировочные обозначения:

- «стрелка» – установка прибора в трубопровод по направлению потока;
- «DN15 или DN20» – типоразмер теплосчётчика.

***Таблица 2** – Присоединительные размеры УПР*

Присоединительные размеры преобразователей расхода		
Типоразмер (Ду), мм	15	20
Посадочная длина, мм	110	130
Тип трубного соединения	3/4"	1"

ВНИМАНИЕ!

Ультразвуковой преобразователь расхода предназначен для работы с теплоносителем, температура которого не превышает 95 °С.

КИПТ служит для измерения температуры воды в ПТ и ОТ. Состоит из 2-х ИПТ. Один ИПТ монтируется в корпус УПР, другой устанавливается в трубопровод, свободный от теплосчётчика. Кабели ИПТ имеют длину по 1,5 м.

Коммуникационный кабель предназначен:

- для приёма/передачи числоимпульсных сигналов;
- для передачи данных по M-Bus или RS-485;
- для подключения внешнего источника питания интерфейса RS-485.

Длина коммуникационного кабеля – 1,6 метра. Кабель устанавливается при наличии интерфейса или числоимпульсного входа/выхода.

Соединительный кабель – обеспечивает обмен данными между вычислителем и УПР, устанавливается только в исполнении СП. Длина кабеля – до 0,6 м.

Работа теплосчётчика – в процессе работы генератор импульсов поочерёдно подаёт на датчики ПЭП электрические сигналы, которые преобразуются в ультразвуковые (у/з) сигналы, направление распространения у/з сигналов чередуется. Каждый датчик ПЭП поочерёдно становится то излучателем, то приёмником. Достигая приёмника, у/з сигналы преобразуются в электрические и подаются на микроконтроллер, который измеряя разность времени прохождения у/з сигналов по потоку и против потока, выдаёт результирующий сигнал, соответствующий объёму воды, прошедшей через УПР теплосчётчика.

1.6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ПО теплосчетчика встроенное, не перезагружаемое. В пользовательском и связном интерфейсах теплосчетчика отсутствуют процедуры модификации ПО и накопленных архивов. ПО теплосчетчика разделено на две части: метрологически значимую и метрологически не значимую.

Идентификационные данные ПО представлены в таблице 3.

Конструкция теплосчетчика обеспечивает полное ограничение доступа метрологически значимой части ПО и измерительной информации. Уровень защиты ПО теплосчётчиков от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» по Р 50.2.077-2014.

***Таблица 3 –** Идентификационные данные ПО теплосчетчика*

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	Karat_kompakt_2x3.msc
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.112
Цифровой идентификатор ПО (КС исполняемого кода)	7A29
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16

1.7 КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Удалённый доступ к данным т/с обеспечивается посредством порта IrDA и одного из интерфейсов M-Bus, RS-485, LoRaWAN, NBIoT. Также реализована возможность приёма/передачи ч/и сигналов через импульсные входы/выход.

ВНИМАНИЕ!

1. Частоту сеансов связи рекомендуется ограничивать:
- не более 2-х минут в сутки – по оптическому интерфейсу;
- не более 2-х раз в сутки – по радиоинтерфейсу LoRaWAN;
- не более 1-го раза в 7 суток – по радиоинтерфейсу NBIoT;
- не более 1-го раза в час – по контактным интерфейсам.

2. Минимальные требования к ПК, необходимые для работы программ, находятся на сайте предприятия-изготовителя.

Контактные интерфейсы – характеристики представлены в таблице 4.

***Таблица 4 –** Характеристики контактных интерфейсов*

Характеристика	RS-485	M-Bus
Скорость передачи данных, бит/с	2400, 4800, 9600 (по умолчанию)	2400
Питание: – тип источника – номинальное напряжение, В – ток нагрузки, мА, не менее	 от внешнего источника 12, допустимо (8…13,5(25[2]))) 100 (для одного прибора[3])	 от линии M-Bus [1] – –
Маркировка жил кабеля[4]: – коричневый – белый – красный – чёрный	 A B +12 В GND	 M-Bus-линия 1 M-Bus-линия 2 – –
Частота сеансов связи	не более 1 раза в час	не более 1 раза в час [1]
Протокол обмена	Modbus RTU	
Длина линии связи, м	до 1200	
Подключаемые приборы, шт.	до 247	
Диапазон значений адреса в сети	от 1 до 247	

[1] – для приборов, выпускаемых с октября 2022 г.
[2] – для приборов, выпускаемых с 2023 г
[3] – при подключении к линии связи нескольких теплосчетчиков, значение параметра «ток нагрузки» определяется по формуле:

I = 100 + (N - 1) x 16 где: I – ток нагрузки источника питания, мА; N – количество приборов, подключаемых к одному источнику постоянного тока; 100 – постоянная величина силы тока, мА; 16 – постоянная величина силы тока, мА. **4)** – другие возможные варианты маркировки жил кабеля приведены в Приложении А.

Радиоинтерфейсы – характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 – *Характеристики радиоинтерфейсов*

Характеристики LoRaWAN	Значение
Протокол обмена	LoRaWAN
Региональные частотные планы	RU864-870 MHz ISM Band
Соответствие спецификации LoRaWAN	1.0.2
Питание: – тип источника – номинальное напряжение, В	от элемента питания прибора 3,6
Частота сеансов связи	не более 2 раз в сутки
Характеристики NBIoT	Значение
Частотный диапазон – LTE Cat NB1	B3/B8/B20
Сим-карта	USIM 1,8V
Формат сим-карты	нанoСим, Сим-чип (под заказ)
Поддерживаемые протоколы	TCP/MQTT(s)/TLS/NIDD**1)**
Частота сеансов связи	не более 1-го раза в 7 суток
1) - NIDD – компании МТС.	

Перед началом эксплуатации необходимо зарегистрировать теплосчётчик у оператора сети (LoRaWAN или NBIoT), путем передачи данных о регистрации. Данные находятся в паспорте прибора СМАФ.407200.003 ПС. Приборы поставляются из производства с интерфейсами, переведёнными в режим пониженного энергопотребления («транспортный» режим).

Для перевода прибора в «рабочий» режим необходимо выполнить следующие действия:

- войти в 3-ю группу параметров меню т/с и активировать радиоинтерфейс (смотрите рисунок 7). Прибор, в зависимости от типа радиоинтерфейса, регистрируется в сети за 1 минуту – LoRaWAN, за 3 минуты – NBIoT;
- проверить в личном кабинете оператора регистрацию теплосчётчика в сети. При работе в сетях НПО КАРАТ или партнеров проверку провести через сервис ЭНЕРГОКабинет. При работе в сетях иных операторов, руководствоваться указаниями оператора.

Оптический интерфейс обеспечивает передачу данных в соответствии с протоколом обмена Modbus RTU со скоростью – 57600 бит/с. Отсчитывающее устройство USB-IrDA (оптоголовка) поставляется отдельно (раздел 1.12).

Импульсные входы/выход – обеспечивают приём/передачу ч/и сигналов:

- импульсные входы:
  - максимальное сопротивление замкнутого контакта, 0,5 кОм;
  - сопротивление изоляции, не менее 10 МОм;
  - минимальный интервал между импульсами, ≥ 200 мс (≤ 5 Гц);
  - длительность импульса, не менее 100 мс;
  - общая длина линии связи импульсного входа, не более 20 м;
  - вес импульса по импульсным входам, 10 л/имп (указано в паспорте);
- импульсный выход:

- минимальный интервал между импульсами 125 мс;
- длительность импульса 62 мс;
- напряжение в выходной цепи, не более 27 В;
- минимальный ток, обеспечиваемый в выходной цепи 1 мА;
- максимальный коммутируемый ток в выходной цепи 10 мА;
- вес импульса по импульсному выходу 100 ккал/имп (0,0001 Гкал/имп);
- общая длина линии связи импульсного выхода, не более 20 м.

Таблица 6 – *Подключение числоимпульсных входов/выхода*

Каналы	Маркировка жил кабеля ч/и входов/выходов т/с [1]		Назначение жил
	(2В-1И) или 3В	(3В-1И) или 4В	
IN 1	Зеленый	Зеленый	Вход 1
IN 2	Желтый	Желтый	Вход 2
IN 3	Серый или Синий [2]	Серый или Синий [2]	Вход 3 или Выход 1
IN 4	-	Розовый или Оранжевый [2]	Вход 4 или Выход 1
GND	Розовый или Оранжевый [2]	Чёрный	Общий провод

[1] – для приборов, выпущенных с начала 2025 года, возможные варианты маркировки жил кабеля приведены в приложении А.
[2] – возможные варианты маркировки жил кабеля.

1.8. АРХИВИРУЕМЫЕ ДАННЫЕ

В архиве теплосчётчика сохраняются следующие параметры:
- Дата – час, день, месяц, год архивной записи;
- Q – тепловая энергия;
- V – объем теплоносителя;
- G – масса теплоносителя;
- T1 – температура теплоносителя в подающем трубопроводе;
- T2 – температура теплоносителя в обратном трубопроводе;
- ΔT – разность температур между ПТ и ОТ;
- V1, V2, V3, V4 – объем воды по числоимпульсным входам;
- Тнар – время наработки.

Журнал событий отображает информацию о НС, возникающих в процессе эксплуатации, доступен к просмотру только на ПК. Перечень и обозначение параметров, отображающихся на экране ПК, приведён ниже:
- Включение – включение прибора или сброс процессора;
- Батарея – пониженное напряжение элемента питания;
- Vmin – расход воды ниже минимального порога;
- Vmax – расход воды выше максимального порога;
- Verr – отсутствие воды в теплосчётчике;
- t1min – температура воды в ПТ вышла за минимальные значения;
- t1max – температура воды в ПТ вышла за максимальные значения;
- t2min – температура воды в ОТ вышла за минимальные значения;
- t2max – температура воды в ОТ вышла за максимальные значения;
- t1err – обрыв или короткое замыкание кабеля ИПТ в ПТ;
- t2err – обрыв или короткое замыкание кабеля ИПТ в ОТ;
- Tdt<3 – разность температур между ПТ и ОТ меньше 3 °С;
- Уст. времени – коррекция времени по каналу связи;
- Интерфейс – коррекция параметров интерфейса связи;
- Очистка! **–** очистка архивов.

1.9. САМОДИАГНОСТИКА

Теплосчётчики обладают функцией самодиагностики, которая оповещает о возникших неисправностях путём отображения кодов и символов ошибок на ЖКИ прибора, смотрите разделы 2.2 и 2.6.

1.10. МАРКИРОВКА

На корпусе теплосчётчика размещается маркировка, которая содержит:

- наименование страны-изготовителя;
- наименование предприятия-изготовителя;
- заводской номер прибора;
- знак утверждения типа средств измерений;
- знак обращения продукции на рынке государств-членов ЕАС;
- тип СИ (наименование и условное обозначение прибора);
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- технические характеристики теплосчётчика:
  - максимальное рабочее давление;
  - диапазон измерения температуры;
  - диапазон измерения разности температуры;
  - максимальная потребляемая мощность;
  - степень защиты оболочки;
  - номинальное значение напряжения питания;
  - вид питания;
- год выпуска;
- «стрелка» – указывает направление движения измеряемого потока;
- типоразмер теплосчётчика.

1.11. ПЛОМБИРОВАНИЕ

Пломбирование осуществляется в два этапа:

- после проведения настройки и первичной поверки пломбируется:
  - двумя пломбами ОТК – корпус вычислителя т/с;
  - пломбой с нанесённым знаком поверки – место монтажа ИПТ в УПР;
- при вводе т/с в эксплуатацию заинтересованной стороной пломбируется:
  - место установки прибора в трубопровод;
  - место монтажа ИПТ в трубопровод.

1.12. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Теплосчётчик упаковывается в картонную коробку. В комплектность поставки теплосчётчика входит:

- теплосчётчик КАРАТ-Компакт 2-223 СМАФ.407200.002;
- паспорт СМАФ.407200.003 ПС;
- руководство пользователя СМАФ.407200.002-03 РП.

На сайте предприятия-изготовителя (***www.karat-npo.com)*** в свободном доступе находятся следующие документы:

- руководство по эксплуатации СМАФ.407200.002-03 РЭ;
- инструкция по монтажу СМАФ.407200.002-03 ИМ;
- методика поверки.

По дополнительному заказу поставляется:

- комплект резьбовых соединителей (резьбовые соединители являются готовыми прямыми участками для монтажа прибора в трубопровод);
- комплект монтажной арматуры;
- оптоголовка USB-IrDA – КАРАТ-916 СМАФ.426434.001;

- коммуникационный модуль – КАРАТ-923 СМАФ.468152.001 – применяется при отсутствии в т/с интерфейса обмена, обеспечивает дистанционную передачу данных по одному из интерфейсов LoRaWAN, NBIoT, M-Bus, RS-485.

1.13. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

В процессе транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации теплосчётчика необходимо следовать указаниям и требованиям настоящего руководства. При их соблюдении предприятие гарантирует нормальную работу прибора в течение **5-ти лет** со дня продажи.

2. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

2.1. МЕНЮ ТЕПЛОСЧЁТЧИКА

Меню теплосчётчика состоит из трёх функциональных групп параметров:
- **ГРУППА 1** – параметры текущих значений;
- **ГРУППА 2** – параметры архивных значений;
- **ГРУППА 3** – сервисные параметры.

2.2. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Просмотр меню теплосчётчика осуществляется при помощи кнопки управления, рисунок 3. Кнопка позволяет производить 3 вида нажатия, при помощи которых осуществляется управление функциями, заложенными в прибор:

S - короткое нажатие (≤ 1 с) - переход между параметрами группы;
- включение индикации;

L - продолжительное нажатие (~ 2 с) - вход во вложенное меню;

H - длительное нажатие (≥ 5 с) - переход между группами параметров;
- выход из вложенного меню.

Если кнопку управления не нажимать в течении минуты, то индикация ЖКИ отключается, а сам прибор переключается на первый параметр первой группы. При новом коротком нажатии кнопки управления на ЖКИ отобразится первый параметр первой группы.

Для отображения информации на экране ЖКИ используются символы, цифры и знаки со строго определенным месторасположением, совокупность которых образует информационное поле ЖКИ, рисунок 4.

***Рисунок 4** – Информационное поле прибора, все символы включены*

Отображаемые на ЖКИ теплосчётчика символы указывают на различные режимы работы прибора, в том числе на наличие ошибок, возникающих в процессе эксплуатации, смотрите таблицу 7.

***Таблица 7** – Символы и знаки, индицируемые на ЖКИ*

Символ	Значение символа

	Разряд элемента питания. Необходимо заменить батарею для этого обратитесь в сервисную службу
→	Наличие циркуляции теплоносителя в системе отопления
1, 2, 3	Номер группы параметров. Показывает, какая группа параметров отображается на ЖКИ
	Передача данных через интерфейс. Символ отображается только во время сеанса передачи данных
M	Параметр содержит архивные данные
T1	Температура теплоносителя в ПТ
T2	Температура теплоносителя в ОТ

Таблица 7– *Продолжение таблицы 7*

Символ	Значение символа
ΔT	Разность температур между ПТ и ОТ
Pod	Теплосчётчик для установки в ПТ
ob	Теплосчётчик для установки в ОТ
_ _ _ _ _ _ _ _	Данные отсутствуют
▼	Индикатор перемещения по импульсным входам
⚠	Ошибка в работе. При индикации на ЖКИ знака ошибки перейти в 3-ю группу параметров и просмотреть код ошибки
⚠ **ERR**	Аварийная ситуация. Вся информация блокируется. Необходимо произвести ремонт прибора
Параметры состояния LoRaWAN/NBIoT (ГРУППА 3, параметр №8, см. рисунок 7)	
L	Прибор с LoRaWAN находится в транспортном режиме
H	Прибор с NBIoT находится в транспортном режиме
LA	Прибор с LoRaWAN переведён в рабочий режим
HA	Прибор с NBIoT переведён в рабочий режим
⚠	Прибор находится вне радиосети
	Прибор находится в сети
00	Значение параметра сигнал/шум, дБм
Соответствие единиц измерений	
m^3 – $м^3$, m^3/h – $м^3/ч$, t – т, t/h – т/ч, GJ – ГДж, GJ/h – ГДж/ч, MJ – МДж, MJ/h – МДж/ч, MWh – МВт·ч, kWh – кВт·ч, Gcal – Гкал, Gcal/h – Гкал/ч, kcal – ккал, kcal/h – ккал/ч	

Внимание!
Настройка теплосчётчиков под конкретные условия применения осуществляется в заводских условиях или в сервисных центрах. Пользователь не может самостоятельно изменять установленные настройки.

2.3. ГРУППА 1 – ТЕКУЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ

Структура группы «Текущие значения» показана на рисунке 5.

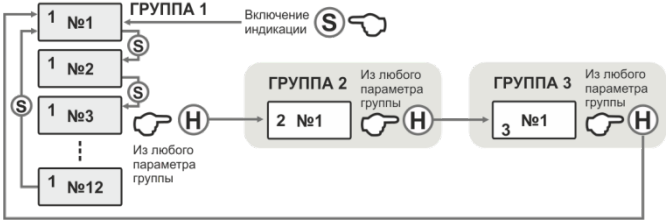
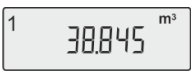
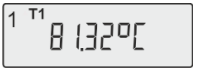
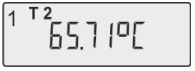


Рисунок 5 *– Структура группы «Текущие значения»*

№	Параметры группы «Текущие значения»	
1		Потребленная тепловая энергия с момента изготовления прибора.

№	Параметры группы «Текущие значения»	
2		Тест сегментов ЖКИ.
3		3.1. Объем воды ($м^3$), прошедшей через т/с (с последнего обнуления). 3.2. Масса воды (т), прошедшей через т/с (с последнего обнуления).
4		Текущая температура в подающем трубопроводе.
5		Текущая температура в обратном трубопроводе.
6		Разность температур.
7		Текущая мощность.
8		8.1.Текущий объемный расход ($м^3$/ч). 8.2.Текущий массовый расход (т/ч).
9 **10** **11**		1-й ч/и вход ($м^3$). 2-й ч/и вход ($м^3$). 3-й ч/и вход ($м^3$).

Параметры 9, 10, 11, 12 отображаются

12	4-й ч/и вход (м^3).	при наличии ч/и входов.

2.4. ГРУППА 2 – АРХИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

Структура группы «Архивные значения» показана на рисунке 6. Последнее значение интегрального архива становится доступным к просмотру по окончании отчётного месяца.

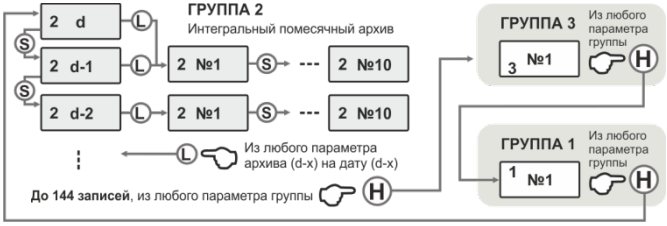
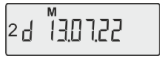
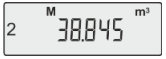
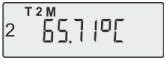


***Рисунок 6** – Структура группы «Архивные значения»*

№	Параметры группы «Архивные значения»	
d		Дата учётной записи: **XX** (день).**XX** (месяц).**XX** (год). (календарь, до 144 учётных записей)
1		Потребленная тепловая энергия с момента изготовления т/с.
2		2.1. Объем воды (м^3), прошедшей через т/с (с последнего обнуления). 2.2. Масса воды (т), прошедшей через т/с (с последнего обнуления).
3		Текущая температура в подающем трубопроводе.
4		Текущая температура в обратном трубопроводе.
5		Разность температур.
6		1-й ч/и вход (м^3).
7		2-й ч/и вход (м^3).
8		3-й ч/и вход (м^3).
9		4-й ч/и вход (м^3).
10		Наработка – время корректной работы прибора.

Параметры 6, 7, 8, 9 отображаются при наличии ч/и входов/выхода

2.5. ГРУППА 3 – СЕРВИСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Сервисные параметры характеризуют текущее техническое состояние т/с. Структура группы «Сервисные параметры» показана на рисунке 7.

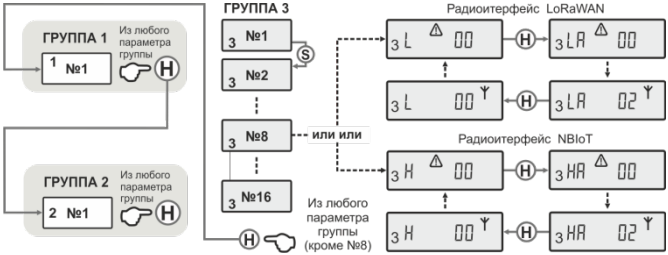
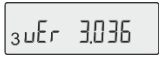


Рисунок 7 *– Структура группы «Сервисные параметры»*

№	Параметры группы «Сервисные параметры»	
1	3 Pod	Исполнение теплосчётчика для установки в подающий (Pod) или обратный (ob) трубопровод.
2	3 d 02.07.22	Текущая дата (d): **XX** (день).**XX** (месяц).**XX** (год).
3	3 08:30	Текущее время: часы:минуты.
4	3 Adr 009	Адрес прибора в сети (Adr).
5	3 SP 2400	Скорость передачи данных (смотрите п.1.7), бит/с.
6	3 SL 3600	Оставшееся допустимое время связи в секундах (от 0 до 3600 с): уменьшается на 1 каждую секунду при наличии обмена, каждые сутки добавляются допустимые 120 секунд на связь. Для проводных интерфейсов.
7	3 Err 176	Код ошибки – если ошибок несколько, то индицируется код, являющийся суммой кодов этих ошибок, например: 176 = 128 + 032 +016, смотрите таблицу 8.
8	3 L 00	Параметры состояния радиоинтерфейса (LoRaWAN или NBIoT), смотрите таблицу 7.

9		Версия встроенного ПО (смотрите п.1.6).
10		Цифровой идентификатор ПО – контрольная сумма исполняемого кода (смотрите п.1.6).
11		Версия интерфейса пользователя.
12		Заводской номер прибора.
13		1-й ч/и вход вес импульса, л/имп.
14		2-й ч/и вход вес импульса, л/имп.
15		3-й ч/и вход вес импульса, л/имп.
16		4-й ч/и вход, вес импульса, л/имп, ч/и выход 1 вес импульса, ккал/имп.

Параметры 13, 14 15, 16 отображаются при наличии ч/и входов/выхода.

2.6. КОДЫ ОШИБОК

При индикации на ЖКИ прибора знака ошибки, необходимо перейти в третью группу параметров и просмотреть код ошибки, смотрите таблицу 8

Таблица 8 *– Описание кодов ошибок*

Код ошибки	Состояние теплосчётчика	Рекомендуемые действия
001	Температура ИПТ вышла за минимум	Проверьте ИПТ
002	Температура ИПТ вышла за максимум	Проверьте ИПТ
004	Короткое замыкание или обрыв ИПТ	Проверьте ИПТ
016	ΔТ между ПТ и ОТ меньше 3 °С	Обратитесь к поставщику коммунальных услуг
032	Расход меньше минимального	
064	Расход больше максимального	
128	Отсутствие воды в теплосчетчике	
008	Аппаратный сбой	Обратитесь в сервис
512	Аппаратный сбой	

3. МОНТАЖ ТЕПЛОСЧЁТЧИКА

К проведению работ по монтажу/демонтажу теплосчётчиков допускается квалифицированный персонал, изучивший эксплуатационную документацию на теплосчётчики и подключаемые к ним приборы.

Перед началом работ необходимо убедиться, что на трубопроводах, предназначенных для установки приборов, отсутствует опасное для жизни напряжение переменного или постоянного тока.

Запрещается установка и эксплуатация теплосчётчиков на объектах, на которых эксплуатационные значения температуры и давления теплоносителя в трубопроводах могут быть выше допускаемых значений для аналогичных параметров теплосчётчиков.

Монтаж теплосчётчиков проводится в соответствии с требованиями настоящего руководства и инструкции по монтажу СМАФ.407200.002-03 ИМ.

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Техническое обслуживание теплосчётчика заключается в периодическом осмотре внешнего состояния элементов, входящих в его состав, и состояния электрических соединений. Осмотр рекомендуется проводить не реже одного раза в месяц. Конкретные сроки осмотра устанавливаются предприятием, ведущим техническое обслуживание приборов.

При внешнем периодическом осмотре теплосчётчика проверяется:

- отсутствие следов видимых повреждений и потёков воды на внешней оболочке прибора;
- маркировочные обозначения, которые должны быть четкими и легко читаемыми (в случае необходимости провести их очистку);
- наличие и целостность пломб, предусмотренных ЭД;
- состояние проводных линий связи теплосчетчика с внешними устройствами.

В случае заметного снижения расхода воды при постоянном давлении в магистрали необходимо прочистить входной фильтр от засорения;

При появлении течи, в местах резьбовых соединений, подтянуть их. Если течь не прекращается, перекрыть трубопровод, слить воду и заменить уплотнительные прокладки.

Ресурс элемента питания теплосчётчика рассчитан на 5 лет работы. Поэтому замену элемента питания, рекомендуется совмещать проведением периодической поверки прибора.

Для исключения возможности преждевременного разряда элемента питания рекомендуется создавать и поддерживать такие условия эксплуатации и хранения теплосчётчиков, при которых температура окружающего воздуха не будет превышать 35 °С.

Ремонт т/с производится на предприятии-изготовителе или в уполномоченных сервисных центрах.

5. ПОВЕРКА

Поверка теплосчётчика проводится в соответствии с МП 77-221-2016 «Теплосчётчики КАРАТ-Компакт 2. Методика поверки».

Интервал между поверками составляет 5 лет.

При нарушении целостности пломбы с нанесённым знаком поверки результаты поверки прибора считаются недействительными.

6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Условия транспортирования теплосчётчиков должны соответствовать условиям хранения 3 по ГОСТ 15150 при температуре не ниже минус 25 °С.

Условия хранения теплосчётчиков должны соответствовать условиям хранения 3 по ГОСТ 15150 при температуре не ниже 0 °С.

В зимнее время распаковывать теплосчётчики можно после выдержки их в отапливаемом помещении не менее 24 часов.

7. СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ

Теплосчётчики не содержат в своей конструкции драгоценных металлов, а также материалов и веществ, требующих специальных методов утилизации и представляющих опасность для жизни людей. При выработке эксплуатационного ресурса утилизация теплосчётчика осуществляется отдельно по группам материалов.

Приложение А- Варианты маркировки жил коммуникационного кабеля

Для теплосчетчиков, выпущенных с начала 2025 года, в качестве коммуникационного кабеля возможно использование восьмижильного провода с маркировкой жил, приведенной в Таблице А.1.

Таблица А.1 – Возможные варианты маркировки коммуникационного кабеля

Варианты маркировки		Контактные интерфейсы и ч/и входы/выход	
Вариант 1	Вариант 2	RS-485	M-Bus
Коричневый	Коричневый	A	M-Bus – линия 1
Белый	Белый	B	M-Bus – линия 2
Красный	Красный	12V	
Чёрный	Серый	GND	
Зелёный	Зелёный	Вход 1	
Жёлтый	Жёлтый	Вход 2	
Синий	Синий	Вход 3	
Оранжевый	Розовый	Вход 4 или Выход 1	