

# Теплосчётчик ЛОГИКА 9943

## Руководство по эксплуатации

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47    Казахстан (772)734-952-31    Таджикистан (992)427-82-92-69

Эл. почта: [lgk@nt-rt.ru](mailto:lgk@nt-rt.ru) | Сайт: <https://logika.nt-rt.ru>

# Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для специалистов, осуществляющих монтаж и обслуживание теплосчетчиков ЛОГИКА 9943.

Руководство содержит основные сведения о составе, технических характеристиках и монтаже теплосчетчиков. Оно не заменяет эксплуатационную документацию оборудования, входящего в состав теплосчетчиков. При проектировании и эксплуатации следует дополнительно пользоваться документацией, поставляемой в комплекте этого оборудования.

Пример записи теплосчетчика:

"Теплосчетчик ЛОГИКА 9943-Э1, ТУ 4218-048-23041473-2005".

## 1 Назначение

Теплосчетчики предназначены для измерения тепловой энергии и количества теплоносителя в открытых и закрытых водяных системах теплоснабжения на объектах ЖКХ и промышленных предприятий.

Теплосчетчики соответствуют ГОСТ Р 51649-2000, ГОСТ Р 8.591-2002 и МИ 2412-97.

## 2 Состав

В состав теплосчетчиков входит тепловычислитель СПТ943 и преобразователи, перечисленные в таблице 2.1. Допускается в составе одной модели теплосчетчика использовать дополнительно преобразователи расхода из других моделей.

Основные характеристики преобразователей приведены в приложении А.

Таблица 2.1 – Составные части теплосчетчиков

Модель тепло- счетчика	Преобразователи			
	расхода	разности температур	температу- ры	давления
9943-Э1	ПРЭМ	ТЭМ-110 КТСПР 001 КТПТР-01 КТПТР-05	ТЭМ-100 ТСП 001 ТПТ-1 ТПТ-15 ТСП-Р	МИДА-13П-К Метран-100 Метран-55 Сапфир-22МТ
9943-Э2	ВЗЛЕТ-ЭР			
9943-У1	СУР-97			
9943-У2	ВЗЛЕТ-РС			
9943-У3	ВЗЛЕТ-МР			
9943-У4	SONO-2500 СТ			
9943-В1	ВЭПС-ПБ2			
9943-В2	ВЭПС-ТИ			
9943-В3	ВПС			
9943-В4	7КВ			
9943-Т1	ТЭМ-211 (-212)			
9943-Т2	ВМГ			
9943-Т3	МСГ, МСТ			

## 3 Технические данные

### 3.1 Эксплуатационные характеристики

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха – от 5 до 50 °С;
- относительная влажность – 80 % при 35 °С;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- вибрация – амплитуда 0,35 мм, частота 5-35 Гц.

Электромагнитная совместимость – по ГОСТ Р 51649-2000.

Степень защиты от пыли и воды – IP54 по ГОСТ 14254-96.

Электропитание – (220 +22/-33) В, (50±1) Гц или встроенные батареи.

Средняя наработка на отказ – 17000 ч.

Средний срок службы – 12 лет.

### 3.2 Функциональные возможности

Теплосчетчики рассчитаны на обслуживание двух теплообменных контуров, содержащих до шести трубопроводов, обеспечивая при этом:

- измерение<sup>1</sup> тепловой энергии, объема, массы, расхода, давления, температуры и разности температур;

<sup>1</sup> Уравнения измерений приведены в приложении Б.

- архивирование часовых (за 45 суток), суточных (за 12 месяцев) и месячных (за 2 года) значений тепловой энергии, объема, массы, средней температуры, средней разности температур и среднего давления, а также признаков нештатных ситуаций (100 записей) и изменений настроечных параметров (100 записей);
- ввод настроечных параметров;
- показания текущих, архивных и настроечных параметров;
- ведение календаря и времени суток и учет времени работы (счета);
- защиту данных от несанкционированного изменения.

Коммуникация с внешними устройствами осуществляется через оптический и RS232-совместимый порты.

### 3.3 Диапазоны измерений

Диапазоны измерений:

- 0-800000 – расход [ $\text{м}^3/\text{ч}$ ];
- 0-150 – температура [ $^{\circ}\text{C}$ ];
- 3-145 – разность температур [ $^{\circ}\text{C}$ ];
- 0-1,6 – давление [МПа];

Диапазон представления результатов измерений тепловой энергии [Гкал, ГДж, МВт·ч], объема [ $\text{м}^3$ ], массы [т] и времени [ч] – 0-99999999.

### 3.4 Метрологические характеристики

Пределы допускаемой погрешности<sup>1</sup> в условиях эксплуатации:

- тепловая энергия в закрытой системе теплоснабжения (относительная)..... по ГОСТ Р 51649-2000, класс С
- тепловая энергия в открытой системе теплоснабжения (относительная)..... по ГОСТ Р 8.591-2002
- объем, масса и расход (относительная)..... $\pm 2\%$
- температура (абсолютная)..... $\pm(0,25 + 0,002 \cdot t) ^{\circ}\text{C}$
- разность температур (относительная)..... $\pm(0,2 + 12/\Delta t) \%$
- давление (приведенная к диапазону измерений)..... $\pm 1\%$
- время (относительная)..... $\pm 0,01\%$ .

---

<sup>1</sup> Оценка погрешности – по МИ 2553-99.

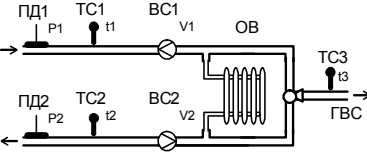
### 3.5 Схемы потребления

Специфические особенности узла учета – конфигурация трубопроводов, состав и размещение оборудования и средств измерений – объединены понятием схемы потребления. В таблице 3.1 приведены поддерживаемые теплосчетчиками схемы потребления и соответствующие им расчетные формулы. В таблице приняты следующие обозначения: ТС1, ТС2, ТС3 – преобразователи температуры; ВС1, ВС2, ВС3 – преобразователи расхода; Q – тепловая энергия; V1, V2, V3 – объем; M1, M2, M3 – масса; t1, t2 – температура; Δt – разность температур; C1, C2, C3 – цена импульса; N1, N2, N3 – количество импульсов; ρ1, ρ2, ρ3 – плотность теплоносителя; h1, h2 – энтальпия теплоносителя; hx – энтальпия холодной воды; ПД1, ПД2 – преобразователи давления; P1, P2 – давление.

Приведенные схемы являются базовыми – состав и расположение их элементов могут быть в определенных пределах изменены. Основное условие для применения той или иной схемы – справедливость приведенных уравнений измерений. Примеры схем потребления при изменении топологии теплообменного контура приведены в РАЖГ.421412.019 "Тепловычислители СПТ943. Руководство по эксплуатации".

Для схем, в расчетных формулах которых в качестве температуры холодной воды используется константное значение, результаты измерений тепловой энергии при необходимости следует корректировать по методике, изложенной в ГОСТ Р 8.592-2000.

Таблица 3.1 – Схемы потребления

№	Топология (для каждого теплообменного контура)	Уравнения измерений
0		$V1 = C1 \cdot N1$ $V2 = C2 \cdot N2$ $\Delta t = t1 - t2$ $M1 = \rho1 \cdot V1$ $M2 = \rho2 \cdot V2$ $M3 = M1 - M2$ $Q = M1 \cdot (h1 - h2) + (M1 - M2) \cdot (h2 - hx)$ $Qr = M3 \cdot (h3 - hx)$

№	Топология (для каждого теплообменного контура)	Уравнения измерений
1		$V1 = C1 \cdot N1$ $V2 = C2 \cdot N2$ $V3 = C3 \cdot N3;$ $\Delta t = t1 - t2$ $M1 = \rho1 \cdot V1$ $M2 = \rho2 \cdot V2$ $M3 = \rho3 \cdot V3$ $Q = M1 \cdot (h1 - h2) + M3 \cdot (h2 - hx)$ $Qr = M3 \cdot (h3 - hx)$
2		$V1 = C1 \cdot N1$ $V2 = C2 \cdot N2$ $V3 = C3 \cdot N3$ $\Delta t = t1 - t2$ $M1 = \rho1 \cdot V1$ $M2 = \rho2 \cdot V2$ $M3 = M1 - M2 + \rho2 \cdot V3$ $Q = M1 \cdot (h1 - h2) + M3 \cdot (h2 - hx)$
3		$V1 = C1 \cdot N1$ $V2 = C2 \cdot N2$ $V3 = C3 \cdot N3$ $\Delta t = t1 - t2$ $M1 = \rho1 \cdot V1$ $M2 = \rho2 \cdot V2$ $M3 = \rho3 \cdot V3$ $Q = M1 \cdot (h1 - h2) + M3 \cdot (h3 - hx)$ $Qr = M3 \cdot (h3 - hx)$
4		$V1 = C1 \cdot N1$ $V2 = C2 \cdot N2$ $V3 = C3 \cdot N3$ $\Delta t = t1 - t2$ $M1 = \rho1 \cdot V1$ $M2 = \rho2 \cdot V2$ $M3 = \rho3 \cdot V3$ $Q = M1 \cdot (h1 - h2) + (M1 - M2) \cdot (h2 - hx)$ $Qr = M3 \cdot (h3 - hx)$

№	Топология (для каждого теплообменного контура)	Уравнения измерений
5		$V1 = C1 \cdot N1$ $\Delta t = t1 - t2$ $M1 = \rho1 \cdot V1; M2 = M1$ $Q = M1 \cdot (h1 - h2)$
6		$V1 = C1 \cdot N1$ $V2 = C2 \cdot N2$ $V3 = C3 \cdot N3$ $M1 = \rho1 \cdot V1$ $M2 = \rho2 \cdot V2$ $M3 = \rho3 \cdot V3$ $Q = M1 \cdot (h1 - hx) +$ $+ M2 \cdot (h2 - hx) + M3 \cdot (h3 - hx)$ $Qr = M3 \cdot (h3 - hx)$
7		$V1 = C1 \cdot N1$ $M1 = \rho1 \cdot V1$ $Q = M1 \cdot (h1 - hx)$
8		$V1 = C1 \cdot N1$ $V2 = C2 \cdot N2$ $V3 = C3 \cdot N3$ $\Delta t = t1 - t2$ $M1 = \rho1 \cdot V1$ $M2 = \rho2 \cdot V2$ $M3 = \rho3 \cdot V3$ $Q = M1 \cdot (h1 - h2) +$ $+ (M1 - M2) \cdot (h2 - hx) +$ $+ M3 \cdot (h3 - hx)$ $Qr = M3 \cdot (h3 - hx)$
9		$V1 = C1 \cdot N1$ $V2 = C2 \cdot N2$ $V3 = C3 \cdot N3$

№	Топология (для каждого теплообменного контура)	Уравнения измерений
10		$V2 = C2 \cdot N2$ $V3 = C3 \cdot N3$ $M2 = \rho2 \cdot V2$ $M1 = M2$ $M3 = \rho3 \cdot V3$ $Q = M1 \cdot (h1 - h2) + M3 \cdot (h2 - hx)$ $Qr = M3 \cdot (h3 - hx)$

## 4 Безопасность

Безопасность оператора при работе с теплосчетчиками обеспечена конструкцией тепловычислителя. При этом действия оператора, связанные с эксплуатацией теплосчетчика, должны быть строго ограничены исключительно работой с лицевой панелью тепловычислителя.

При монтаже и техническом обслуживании теплосчетчиков источниками опасности являются напряжение 220 В переменного тока в силовой сети, а также и теплоноситель с предельными параметрами 1,6 МПа, 150 °С.

Подключение внешних цепей составных частей теплосчетчиков должно осуществляться при обесточенных цепях электропитания. Устранение дефектов и замену составных частей теплосчетчиков следует проводить при отсутствии избыточного давления в трубопроводах и их перекрытии непосредственно перед составными частями и за ними.

## 5 Подготовка к работе

### 5.1 Общие указания

После распаковки составных частей теплосчетчика необходимо проверить их комплектность на соответствие паспорту. Затем их помещают не менее чем на сутки в сухое отапливаемое помещение; после этого можно проводить работы по монтажу и вводу в эксплуатацию. На время проведения работ, когда крышки монтажных отсеков тепловычислителя и электронных блоков преобразователей сняты, необходимо обеспечить защиту от попадания пыли и влаги внутрь их корпусов.



## 5.2 Монтаж электрических цепей

Подключение датчиков и прочего оборудования к тепловычислителю выполняют многожильными кабелями.

Для защиты от влияния промышленных помех следует использовать экранированные кабели. В условиях эксплуатации помехи могут быть обусловлены различными факторами, например, работой тиристорных и иных преобразователей частоты, коммутацией мощных нагрузок с помощью контакторов и реле, короткими замыканиями в электроустановках, резкими изменениями нагрузки в электрических распределительных системах, срабатыванием защитных устройств в электрических сетях, электромагнитными полями от радио- и телевизионных передатчиков, токами растекания при разрядах молний и пр.

Если в непосредственной близости (в радиусе не менее 20 метров) от оборудования узла учета отсутствуют промышленные агрегаты, способные породить перечисленные выше и подобные факторы возникновения помех, допускается использовать неэкранированные кабели.

При использовании экранированных кабелей рабочее заземление их экранных оплеток должно выполняться только в одной точке, как правило, на стороне тепловычислителя. Оплетки должны быть электрически изолированы по всей длине кабеля, использование их для заземления корпусов датчиков и прочего оборудования не допускается.

Если для работы составных частей требуются вторичные источники питания постоянного тока, в качестве таковых следует использовать сетевые адаптеры АДП81 подходящих по выходным напряжениям моделей либо иные блоки питания, соответствующие требованиям стандартов электромагнитной совместимости и безопасности.

Предельная длина линий связи между тепловычислителем и датчиками определяется сопротивлением каждого провода цепи, которое не должно превышать 50 Ом. Исключение составляют преобразователи расхода SONO-1500 СТ; для них указанное сопротивление не должно превышать 0,5 Ом.

Электрическое сопротивление изоляции между проводами, а также между каждым проводом и экранированной оплеткой или рабочим заземлением должно быть не менее 20 МОм – это требование обеспечивается выбором кабелей и качеством монтажа цепей.

При использовании компьютера или модема они могут быть удалены от тепловычислителя на расстояние до 50 м.

По окончании монтажа электрических цепей следует убедиться в

правильности выполнения всех соединений, например, путем их "прозвонки". Этому этапу работы следует уделить особое внимание – ошибки монтажа могут привести к отказу оборудования.

### 5.3 Монтаж оборудования

Монтаж теплосчетчика следует выполнять, руководствуясь проектной документацией на узел учета и указаниями, содержащимися в эксплуатационной документации составных частей.

Для установки преобразователей температуры рекомендуется применять бобышки БТП1 и БТП2 и термометрические гильзы ГТ2.5 и ГТ6.3, для установки преобразователей расхода – присоединительные комплекты КП. Присоединение преобразователей давления следует выполнять при помощи отборных устройств, например ОС-100.

По окончании монтажа систему заполняют теплоносителем под рабочим давлением и проверяют герметичность соединений преобразователей с трубопроводом. Просачивание теплоносителя не допускается.

### 5.4 Комплексная проверка

На завершающем этапе подготовки к работе в тепловычислитель вводят настроечные данные, с помощью которых осуществляется "привязка" теплосчетчика к конкретным условиям узла учета (это можно сделать до монтажа тепловычислителя на объекте, в лабораторных условиях). Значения настроечных данных обычно приведены в паспорте узла учета или в его проектной документации. После ввода настроечных данных контролируют работоспособность смонтированной системы по показаниям измеряемых параметров, значения которых должны соответствовать режимам работы узла.

В завершение комплексной проверки пломбируют органы управления, настройки и регулировки составных частей теплосчетчика, разъемные соединения и клеммные коробки линий связи.

## 6 Транспортирование и хранение

Транспортирование теплосчетчиков в транспортной таре допускается проводить любым транспортным средством с обеспечением защиты от атмосферных осадков и брызг воды.

Условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха – от (-25) до 55 °С;
- относительная влажность – не более 95 % при 35 °С;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- удары (транспортная тряска) – ускорение до 98 м/с<sup>2</sup>, частота до 2 Гц.

Условия хранения теплосчетчиков в транспортной таре соответствуют условиям транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

# Приложение А

## Основные характеристики преобразователей

Характеристики, отмеченные знаком "\*", определяют пределы погрешности теплосчетчиков. Режимы работы преобразователей должны быть выбраны так, чтобы значения этих характеристик не превышали приведенных. Значения остальных характеристик даны для справки и могут отличаться от приводимых в документации преобразователей.

Таблица А1 – Электромагнитные преобразователи расхода

Тип преобразователя	DN [мм]	Диапазон расхода		Прямые участки		$\delta_{\max}^*$ [%]	$T_{\max}$ [°C]	$P_{\max}$ [МПа]	$\Delta P_{\max}$ [МПа]
		$Q_B/Q_H$	$Q_B$ [м <sup>3</sup> /ч]	L1	L2				
ПРЭМ	15-150	100	6-630	2-10	2	1	150	1,6	0,01
ВЗЛЕТ ЭР	10-300	66,7	3,4-3056	3	2-3	1,8	150	1,6	0,01

Таблица А2 – Ультразвуковые преобразователи расхода

Тип преобразователя	DN [мм]	Диапазон расхода		Прямые участки		$\delta_{\max}^*$ [%]	$T_{\max}$ [°C]	$P_{\max}$ [МПа]	$\Delta P_{\max}$ [МПа]
		$Q_B/Q_H$	$Q_B$ [м <sup>3</sup> /ч]	L1	L2				
СУР-97	25-2000	100	20-120000	10-50	5	1,4	150	1,6	0,01
ВЗЛЕТ-РС	50-4200	30	75-530000	3-40	3-5	1,5	150	1,6	0,01
ВЗЛЕТ-МР	50-5000	100	75-530000	3-30	1-10	1,6	150	1,6	0,01
SONO-2500 СТ	25-80	100	9-80	5	3	2	150	1,6	0,04

Таблица А3 – Вихревые преобразователи расхода

Тип преобразователя	DN [мм]	Диапазон расхода		Прямые участки		$\delta_{\max}^*$ [%]	$T_{\max}$ [°C]	$P_{\max}$ [МПа]	$\Delta P_{\max}$ [МПа]
		$Q_V/Q_H$	$Q_V$ [м³/ч]	DN					
				L1	L2				
ВЭПС-ПБ2	20-300	25	8-1600	4	2	1,7	150	1,6	0,03
ВЭПС-ТИ	20-200	25	4-630	10	2	1,7	150	1,6	0,03
ВПС	20-200	50	10-630	10	2	1,7	150	1,6	0,03
7КВ	20-150	50	6,3-325	10	2	1	150	1,6	0,02

Таблица А4 – Тахометрические преобразователи расхода

Тип преобразователя	DN [мм]	Диапазон расхода		Прямые участки		$\delta_{\max}^*$ [%]	$T_{\max}$ [°C]	$P_{\max}$ [МПа]	$\Delta P_{\max}$ [МПа]
		$Q_V/Q_H$	$Q_V$ [м³/ч]	DN					
				L1	L2				
ТЭМ-211 (-212)	15-50	25	3-30	3	2	2	150	1,6	0,1
ВМГ	50-200	25	60-500	2	1	2	150	1,6	0,1
МСГ, МСТ	25-50	25	7-30	3	1	2	150	1,6	0,1

Таблица А.5 – Преобразователи разности температур

НСХ	Пределы относительной погрешности [%]*	Диапазон измерений [°С]
100П, Pt100	$\pm(0,2 + 9/\Delta t)$	3-145

Таблица А.6 – Преобразователи температуры

НСХ	Класс*	Диапазон измерений [°С]
100П, Pt100	A	0-150

Таблица А.7 – Преобразователи давления

Пределы приведенной погрешности [%]*	Рабочий диапазон*	Выходной сигнал [мА]
$\pm 1$	$(0,5...1) \cdot P_{ВП}$	4-20

# Приложение Б

## Уравнения измерений

Применяемость уравнений (Б.4), (Б.5) при измерении массы и уравнений (Б.6)-(Б.12) при измерении тепловой энергии определяется в зависимости от схемы потребления согласно таблице 3.1.

$$G_i = 3600 \cdot C_i \cdot F_i \quad (\text{Б.1})$$

$$V_i = C_i \cdot N_i \quad (\text{Б.2})$$

$$M_i = \rho_i \cdot V_i \quad (\text{Б.3})$$

$$M_3 = M_1 - M_2 \quad (\text{Б.4})$$

$$M_3 = M_1 - M_2 + \rho_2 \cdot V_3 \quad (\text{Б.5})$$

$$Q = M_1 \cdot (h_1 - h_2) \quad (\text{Б.6})$$

$$Q = M_1 \cdot (h_1 - h_x) \quad (\text{Б.7})$$

$$Q = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + M_3 \cdot (h_2 - h_x) \quad (\text{Б.8})$$

$$Q = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + M_2 \cdot (h_2 - h_x) \quad (\text{Б.9})$$

$$Q = M_1 \cdot (h_1 - h_x) + M_2 \cdot (h_2 - h_x) + M_3 \cdot (h_3 - h_x) \quad (\text{Б.10})$$

$$Q = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + (M_1 - M_2) \cdot (h_2 - h_x) + M_3 \cdot (h_3 - h_x) \quad (\text{Б.11})$$

$$Q = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + M_3 \cdot (h_3 - h_x) \quad (\text{Б.12})$$

где

$G_i$  – расход [ $\text{м}^3/\text{ч}$ ] теплоносителя в  $i$ -том трубопроводе;

$C_i$  – цена импульса [ $\text{м}^3$ ] выходного сигнала преобразователя расхода в  $i$ -том трубопроводе;

$F_i$  – частота следования [ $\text{Гц}$ ] импульсов выходного сигнала преобразователя расхода в  $i$ -том трубопроводе; если период следования импульсов превышает 20 мин, значение расхода приравнивается нулю;

$V_i$  – объем теплоносителя [ $\text{м}^3$ ], прошедшего по  $i$ -му трубопроводу;

$N_i$  – количество импульсов выходного сигнала преобразователя расхода, соответствующее объему теплоносителя, прошедшего по  $i$ -му трубопроводу;

$M_i$  – масса [ $\text{т}$ ] теплоносителя, прошедшего по  $i$ -му трубопроводу;

- $\rho_i$  – плотность [т/м<sup>3</sup>] теплоносителя в  $i$ -том трубопроводе;  
 $h_i$  – энтальпия [Гкал/т, ГДж/т, МВт·ч/т] теплоносителя в  $i$ -том трубопроводе;  
 $Q$  – тепловая энергия [Гкал, ГДж, МВт·ч];  
 $h_x$  – энтальпия холодной воды [Гкал/т, ГДж/т, МВт·ч/т].  
 $i$  – номер трубопровода;  $i = \{1, 2, 3\}$ ;  $i=1$  соответствует подающий трубопровод,  $i=2$  – обратный,  $i=3$  – трубопровод ГВС или подпитки.

Архангельск (8182)63-90-72  
 Астана (7172)727-132  
 Астрахань (8512)99-46-04  
 Барнаул (3852)73-04-60  
 Белгород (4722)40-23-64  
 Брянск (4832)59-03-52  
 Владивосток (423)249-28-31  
 Волгоград (844)278-03-48  
 Вологда (8172)26-41-59  
 Воронеж (473)204-51-73  
 Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
 Ижевск (3412)26-03-58  
 Иркутск (395)279-98-46  
 Казань (843)206-01-48  
 Калининград (4012)72-03-81  
 Калуга (4842)92-23-67  
 Кемерово (3842)65-04-62  
 Киров (8332)68-02-04  
 Краснодар (861)203-40-90  
 Красноярск (391)204-63-61  
 Курск (4712)77-13-04  
 Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
 Москва (495)268-04-70  
 Мурманск (8152)59-64-93  
 Набережные Челны (8552)20-53-41  
 Нижний Новгород (831)429-08-12  
 Новокузнецк (3843)20-46-81  
 Новосибирск (383)227-86-73  
 Омск (3812)21-46-40  
 Орел (4862)44-53-42  
 Оренбург (3532)37-68-04  
 Пенза (8412)22-31-16

Пермь (342)205-81-47  
 Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
 Рязань (4912)46-61-64  
 Самара (846)206-03-16  
 Санкт-Петербург (812)309-46-40  
 Саратов (845)249-38-78  
 Севастополь (8692)22-31-93  
 Симферополь (3652)67-13-56  
 Смоленск (4812)29-41-54  
 Сочи (862)225-72-31  
 Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35  
 Тверь (4822)63-31-35  
 Томск (3822)98-41-53  
 Тула (4872)74-02-29  
 Тюмень (3452)66-21-18  
 Ульяновск (8422)24-23-59  
 Уфа (347)229-48-12  
 Хабаровск (4212)92-98-04  
 Челябинск (351)202-03-61  
 Череповец (8202)49-02-64  
 Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47    Казахстан (772)734-952-31    Таджикистан (992)427-82-92-69

Эл. почта: [lgk@nt-rt.ru](mailto:lgk@nt-rt.ru) | Сайт: <https://logika.nt-rt.ru>