

В. И. Рожков

**МЕТРОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ НА СТЕНДАХ
УУТЭ И ИПДРТ4**

Учебно-методическое пособие

**Санкт-Петербург
2026**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики

В. И. Рожков

**МЕТРОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ НА СТЕНДАХ
УУТЭ И ИПДРТ4**

Учебно-методическое пособие

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД

Санкт-Петербург
2026

УДК 64.062.4
ББК 34.9
Р 631

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-измерительных технологий и систем управления Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна

А. В. Бахтин;

менеджер по продукции ООО «ИВТрейд» (ЗАО «Теплоком»)

А. А. Гольцов

Рожков, В. И.

Р 631 Метрология, технологические измерения и автоматизация. Практические занятия на стендах УУТЭ и ИПДРТ4: учебно-методическое пособие / В. И. Рожков. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2026. — 61 с.

Учебно-методическое пособие соответствует программам и учебным планам дисциплины «Метрология, технологические измерения и автоматизация» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебно-методическое пособие состоит из теоретической части, в которой описываются состав, принцип действия, функционирование входящих в состав узла учета тепловой энергии устройств и средств измерения (СИ). В третьем разделе представлено 5 лабораторных работ, выполнение которых позволяет студентам получить практические навыки по обслуживанию самого тепловычислителя (ТВ) и входящих в него СИ УУТЭ, снятию показаний с ТВ с использованием компьютера и переносного пульта НП-5, навыкам определения метрологических характеристик расходомеров различных типов и классов.

Учебно-методическое пособие предназначено для бакалавров всех форм обучения. Учебно-методическое пособие может быть рекомендовано студентам направления подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» по дисциплине «Автоматизированные системы контроля и учета энергоносителей».

УДК 64.062.4
ББК 34.9

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2026
© Рожков В. И., 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЙ СОСТАВ ТИПОВОГО УЗЛА УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ, ПЕРЕЧЕНЬ ФУНКЦИЙ, СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ (СИ).....	5
2. СОСТАВ И НАЗНАЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УЗЛА УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ЛАБОРАТОРНОМ СТЕНДЕ	8
2.1. Тепловычислитель (ТВ) ВКТ-9.....	8
2.2. Расходомер ПРЭМ-20	14
2.3. Датчик (преобразователь) температуры (ДТ (ПТ))	19
2.4. Датчик (преобразователь) давления (ДД (ПД))	20
2.5. Электромагнитный расходомер «Питерфлоу РС» Ду20	21
3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	26
3.1. Организация проведения практических занятий	26
3.2. Инструменты и принадлежности.....	26
3.3. Результаты практических занятий.....	27
3.4. Общие требования к оформлению отчета	27
4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О РАБОТЕ С ТЕПЛОВЫЧИСЛИТЕЛЕМ ВКТ-9	28
5. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	39
5.1. Практическое занятие № 1. Порядок подключения стенда УУТЭ и проверка подключения ТВ и СИ	39
5.2. Практическое занятие № 2. Снятие показаний ЭМ расходомеров с ТВ, водосчетчиков, сравнение полученных значений параметров, расчет метрологических характеристик.....	40
5.3. Практическое занятие № 3. Снятие показаний с ТВ с помощью ПО компьютера и составление отчета о потреблении ресурса	41
5.4. Практическое занятие № 4. Снятие параметров с ТВ с помощью переносного накопителя данных НП-5 (АДС91) и составление отчета о потреблении ресурса	42
5.5. Практическое занятие № 5. Ввод базы данных в ТВ, корректировка базовых настроек, изменение веса импульса	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	44
Приложение 1. Внешний вид лабораторного стенда ИПДРТ4 и УУТЭ	45
Приложение 2. Параметры числоимпульсного сигнала для расходомера ПРЭМ	48
Приложение 3. Настроечные параметры ВКТ-9-02.....	49
Приложение 4. Требования к длине прямых участков.....	55
Приложение 5. Форма титульного листа отчета по выполнению практического занятия	56
Приложение 6. Формулы для расчета метрологических характеристик к ПЗ № 5.2	57
Приложение 7. Нештатные ситуации в ТВ ВКТ-9-02	58
Приложение 8. Программа «Конфигуратор приборов ВКТ-9»	59

ВВЕДЕНИЕ

После выхода Постановления Правительства РФ № 261 от 2009 г. [1] появилась необходимость в учете материальных ресурсов (воды, пара, газа и т.д.) во всех областях промышленности и в сфере жилищно-коммунального хозяйства страны. Вместе с тем появилась потребность в специалистах, которые грамотно обслуживают средства измерения ресурсов, имеют четкое представление об особенностях метрологических характеристик различных типов оборудования, применяемого в узлах учета ресурсов.

В 2023 году был введен в деловой оборот Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 20.12.2022 № 794Н «Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по обеспечению энергосбережения и повышения энергетической эффективности"». Появление данного документа показало, что государство уделяет огромное внимание вопросам энергоэффективности предприятий, рачительному отношению к потреблению энергоресурсов, ставит вопрос о качественной подготовке специалистов по вопросам энергоэффективности.

Целью данного учебно-методического пособия является ознакомление студентов и слушателей с типовыми узлами учета тепловой энергии, перечнем осуществляемых ими функций, схемами их подключения к тепловым сетям зданий и сооружений. На представленном стенде узла учета тепловой энергии (УУТЭ) студенты должны получить начальные практические навыки по оценке состояния средств измерения (СИ), входящих в данный узел учета тепловой энергии (УУТЭ), вводу и корректировке базы данных в тепловычислитель (ТВ), использованию переносных накопителей данных для съема параметров с ТВ, проведению метрологических расчетов СИ и сравнению полученных данных.

Ознакомление студентов с правилами применения компьютера с использованием программного обеспечения (ПО) для снятия показаний с ТВ и переносным устройством для снятия накопительных данных НП-5 с ТВ позволит в будущем выпускникам вуза использовать полученные знания и навыки в практической жизни на предприятиях промышленности.

1. ОБЩИЙ СОСТАВ ТИПОВОГО УЗЛА УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ, ПЕРЕЧЕНЬ ФУНКЦИЙ, СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ (СИ)

В соответствии с Постановлением правительства «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя» [2] существует несколько схем подключения узлов учета тепла к тепловым сетям зданий и сооружений (табл. 1.1 –1.3).

Схемы подключения систем теплоснабжения

Таблица 1.1. Схемы закрытых систем теплоснабжения

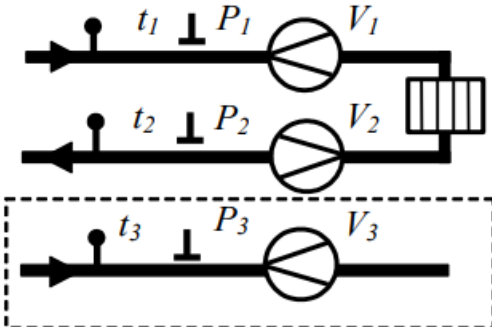
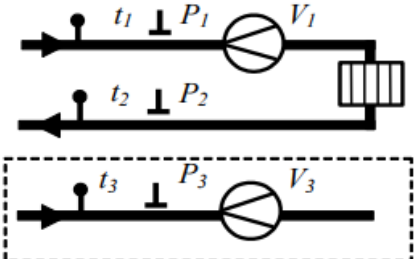
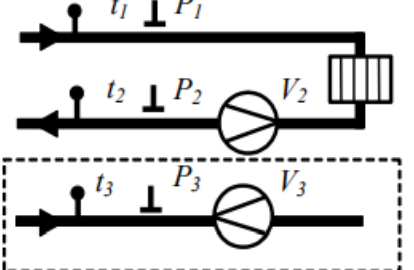
№	Схема	dM	Qo	QГВС
1		-	$M1 \times (h1 - h2)$	-
		M1-M2	$M1 \times (h1 - h2) + dM \times (h2 - hx)$	-
		-	$M2 \times (h1 - h2)$	
		M1-M2	$M2 \times (h1 - h2) + dM \times (h1 - hx)$	
		-	$M1 \times (h1 - h2)$	$M3 \times (h3 - hx)$
		M1-M2	$M1 \times (h1 - h2) + dM \times (h2 - hx)$	$M3 \times (h3 - hx)$
		-	$M2 \times (h1 - h2)$	$M3 \times (h3 - hx)$
		M1-M2	$M2 \times (h1 - h2) + dM \times (h1 - hx)$	$M3 \times (h3 - hx)$
2		-	$M1 \times (h1 - h2)$	-
		-	$M1 \times (h1 - h2)$	$M3 \times (h3 - hx)$
3		-	$M2 \times (h1 - h2)$	-
		-	$M2 \times (h1 - h2)$	$M3 \times (h3 - hx)$

Таблица 1.2. Схемы открытых систем теплоснабжения

№	Схема	dM	Qo	Qгвс
1		M1-M2	$M1 \times (h1-h2) + dM \times (h2-hx)$	-
		M1-M2	$M2 \times (h1-h2) + dM \times (h1-hx)$	-
		M1-M2	$M1 \times (h1-h2) + dM \times (h2-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
		M1-M2	$M2 \times (h1-h2) + dM \times (h1-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
2		M1-M2	$M1 \times (h1-h2) + dM \times (h2-hx)$	$dM \times (h3-hx)$
		M1-M2	$M2 \times (h1-h2) + dM \times (h1-hx)$	$dM \times (h3-hx)$
		M3	$M1 \times (h1-h2) + M3 \times (h2-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
		M3	$M2 \times (h1-h2) + M3 \times (h1-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
3		M3	$M1 \times (h1-h2) + M3 \times (h2-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
		M3	$M2 \times (h1-h2) + M3 \times (h1-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
4		(M1-M2) + M3	$M1 \times (h1-h2) + dM \times (h2-hx)$	-
		(M1-M2) + M3	$M2 \times (h1-h2) + dM \times (h1-hx)$	-
		(M1-M2) + M3	$M1 \times (h1-h2) + dM \times (h2-hx)$	-
		(M1-M2) + M3	$M2 \times (h1-h2) + dM \times (h1-hx)$	-
5		M3	$M1 \times (h1-h2) + M3 \times (h2-hx)$	$M3 \times (h2-hx)$
		M3	$M2 \times (h1-h2) + M3 \times (h1-hx)$	$M3 \times (h2-hx)$

6		M3	$M1 \times (h1-h2) + M3 \times (h2-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
		M3	$M2 \times (h1-h2) + M3 \times (h1-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$

Таблица 1.3. Схемы тупиковых систем ГВС

№	Схема	Q ₀	Q _{ГВС}
1		$M1 \times (h1-hx)$	-
		$M1 \times (h1-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
2		$M2 \times (h2-hx)$	-
		$M2 \times (h2-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$
3		$M1 \times (h1-hx) + M2 \times (h2-hx)$	-
		$M1 \times (h1-hx) + M2 \times (h2-hx)$	$M3 \times (h3-hx)$

В зависимости от выбранной схемы подключения здания (сооружения) формируется и набор применяемого оборудования и СИ. Выбор состава узлов учета тепловой энергии зависит от предпочтений Заказчика и проектировщиков.

Вместе с тем с учетом специфики того или иного производства к применяемым СИ узла учета тепла могут предъявляться повышенные требования к таким характеристикам как надежность, помехоустойчивость, противодействие химическим факторам и факторам внешней среды. Перечень основного оборудования, применяемого при проектировании узлов учета тепла, приведен в [4].

Внешний вид стенда УУТЭ, его сопряжение со стендом ИПДРТ4 приведено в Приложении 1 на рисунках П1.1, П1.2 и П1.3.

2. СОСТАВ И НАЗНАЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УЗЛА УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ЛАБОРАТОРНОМ СТЕНДЕ

В данном лабораторном стенде УУТЭ используются следующие приборы и средства измерения:

- тепловычислитель ВКТ-9,
- расходомеры ПРЭМ-20 (ЗАО «Теплоком»),
- расходомер Питерфлоу РС Ду20 (ООО «Термотроник»),
- датчик температуры и датчик давления,
- блоки питания для расходомеров и датчика давления,
- адаптер для расходомера Питерфлоу РС.

Внешний вид лабораторного стенда, схема подключения ТВ и средств измерения представлены на рисунке в Приложении 1.

Стенд УУТЭ сопряжен с системой подачи воды от лабораторного стенда ИПДРТ4. В процессе проведения практических занятий на стенде УУТЭ используются компьютер с программой от стенда ИПДРТ4, с помощью которой осуществляется контроль за работой водосчетчика с импульсным выходом (ИВ) и снятие параметров расхода, а также визуально производится снятие параметров с водосчетчика СВХ-15, установленного на трубопроводе стенда ИПДРТ4. С этой целью на стенде ИПДРТ4 производится подключение компьютера и запуск ПО для осуществления контроля за работой оборудования. Контроль за расходом воды через водосчетчик с ИВ осуществляется по показанию параметра – объем V , литр.

При проведении практических занятий со стендом УУТЭ необходимо ОТКЛЮЧИТЬ подачу воды на стенд ИПДРТ4, закрыв кран подачи воды на стенд, и открыть кран подачи воды на стенд УУТЭ.

2.1. Тепловычислитель (ТВ) ВКТ-9

Вычислители могут применяться в составе теплосчетчиков и измерительных систем, предназначенных для измерений параметров теплоносителя (расхода, объема, температуры, давления), количества теплоты (тепловой энергии) (мощности) теплоносителя в водяных системах теплоснабжения по ГОСТ Р 51649-2014 (рис. 2.1).



Рисунок 2.1. Внешний вид ТВ ВКТ-9-02:

1 – индикатор и клавиатура; 2 – разъем DSUB-9, интерфейс RS-232, порт 1, для подключения персонального компьютера или GSM-модема; 3 – разъем DSUB-9, интерфейс RS-232, порт 2, только для подключения персонального компьютера; 4 – разъем USB-B, интерфейс USB, только для подключения персонального компьютера; 5 – гермовводы PG11, 4 шт., для кабелей диаметром от 7 до 10 мм; 6 – места для установки навесных пломб, 2 шт., пломбируется инспектором снабжающей организации при вводе вычислителя в эксплуатацию

В зависимости от количества подключаемых устройств и потребности в установке на 1-м или 2-х тепловых вводах существует 2 модификации приборов: ВКТ-9-01 и ВКТ-9-02. На данном стенде установлен ТВ ВКТ-9-02. Более подробно с назначением, способам подключения дополнительных устройств можно ознакомиться в [3].

Крышка ТВ ВКТ-9 изображена на рисунке 2.2 с описанием элементов, в нее входящих.

В нижней части корпуса (основании) размещен коммутационный модуль. На рисунке 2.3 показан пример для вычислителя модели 01.

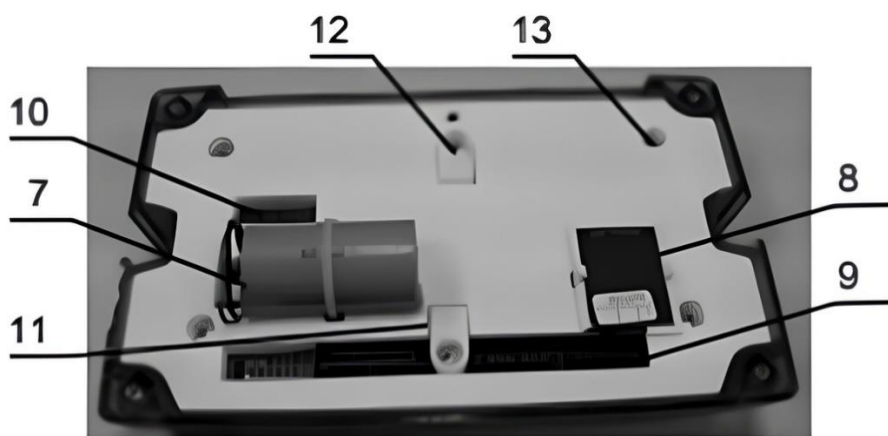


Рисунок 2.2. Крышка ТВ:

11 – колпачок для защиты от несанкционированного изменения настроечных параметров, закрывает перемычку J1; 12 – колпачок для защиты от несанкционированной калибровки и поверки, закрывает перемычку J2, пломбируется поверителем; 13 – винт крепления измерительного модуля, пломбируется изготовителем или сервисным центром при выпуске из производства и после ремонта

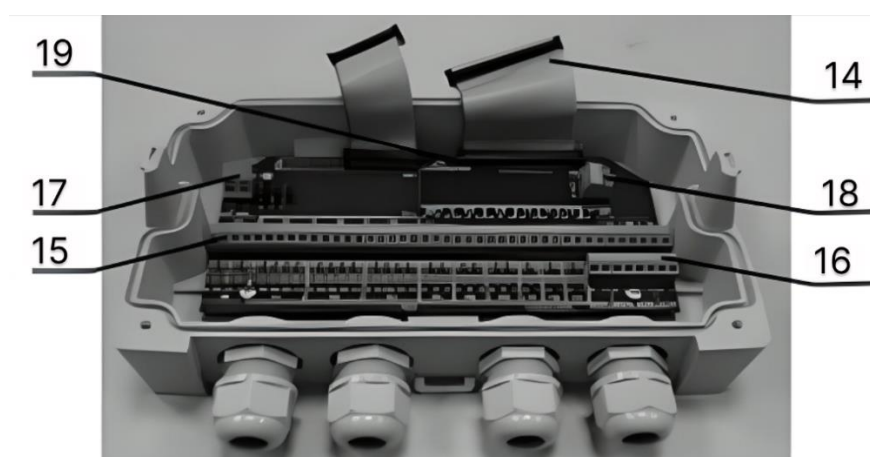


Рисунок 2.3. Основание ТВ ВКТ-9:

14 – шлейфы с разъемами, 2 шт., подключаются к разъемам поз. 9 измерительного модуля; 15 – разъемы измерительных каналов, для подключения датчиков, маркировки содержат обозначение системы (ТС1 – в ТВ моделей 01 и 02, ТС2 – только в вычислителях модели 02) и/или буквенное обозначение канала (t, V, P) с индексом (1, 2, 3 – номер трубопровода; 7, 8, 9 – номер дополнительного канала); 16 – разъемы дискретных входов и дискретных выходов, для подключения контактных датчиков (блоков питания ПР), исполнительных устройств; 17 – разъем питания, только в вычислителе с модулем питания, для подключения внешнего источника питания; 18 – модуль с разъемом интерфейса RS-485, только по заказу, для подключения компьютера, модема; 19 – винт крепления коммутационного модуля, пломбируется изготовителем или сервисным центром при выпуске из производства и после ремонта

Режимы работы ТВ

Вычислители работают в любом из следующих режимов: РАБОТА, НАСТРОЙКА, КАЛИБРОВКА, ПОВЕРКА. Уровень доступа к режимам работы определяется комбинацией перемычек J1 и J2, установленных в измерительном модуле, по данным табл. 2.1 (Знак «—» означает, что перемычка отсутствует, а знак «+» означает, что перемычка установлена).

Таблица 2.1. Уровни доступа

Уровень доступа	J1	J2
РАБОТА	—	—
НАСТРОЙКА	+	—
КАЛИБРОВКА	—	+
ПОВЕРКА	+	+

**** РАБОТА***

Используют для штатной работы (по прямому назначению) вычислителя. Обеспечивается: измерение и вычисление, диагностика, формирование архивов, просмотр всех параметров вычислителя.

**** НАСТРОЙКА***

Используют для настройки вычислителя. Обеспечивается: измерение и вычисление, диагностика, формирование архивов, изменение настроечных параметров.

**** КАЛИБРОВКА***

Используют для калибровки вычислителя. Обеспечивается: измерение и вычисление, диагностика, изменение настроечных параметров, изменение калибровочных коэффициентов, работа в сервисном демонстрационном режиме, работа в тестовом ускоренном режиме и формирование архивов.

**** ПОВЕРКА***

Используют для поверки вычислителя. Обеспечивается: измерение и вычисление, изменение настроечных параметров, проведение поверки.

Защита от несанкционированного вмешательства

1. Защита от выполнения операций калибровки.

Защиту обеспечивают снятием перемычки J2 измерительного модуля, установкой защитного колпачка поз. 12 по рисунку 2.2 и пломбированием. Пломбирование выполняется поверителем после поверки вычислителя. Дополнительная защита обеспечена программными средствами путем формирования КС, относящейся к калибровочным коэффициентам (КС калибр.).

2. Защита от изменения настроечных параметров.

Защиту обеспечивают снятием перемычки J1 измерительного модуля и установкой защитного колпачка поз. 11 по рисунку 2.2. Выполняется пользователем перед вводом вычислителя в эксплуатацию. Дополнительная защита обеспечена программными средствами путем формирования КС, относящейся к настроечным параметрам (**КС настр.**).

3. Защита метрологически значимой части программного обеспечения.

Уровень защиты ПО вычислителя от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» документа Р 50.2.077-2014. Защита выполняется путем формирования КС исполняемого кода. Значение **КС метр.ПО** установлено в описании типа. Все КС отображаются на индикаторе вычислителя и представляются по интерфейсу на внешние устройства. Порядок просмотра КС приведен в разделе *Ввод в эксплуатацию* [5].

4. Журнал действий оператора.

В вычислителе формируется журнал действий оператора, в котором фиксируются все изменения настроечных параметров, выполненные оператором (с клавиатуры или по внешнему интерфейсу) и влияющие на метрологические характеристики вычислителя. Дополнительно фиксируются события, связанные с изменением даты и (или) времени, со сменой периода теплоснабжения (лето/зима), с заменой элемента питания, со сбросом архива (сохраняются показания всех счетчиков, предшествующие очистке), с изменением калибровочных коэффициентов.

Данные журнала действий оператора передаются только на компьютер.

Индикатор, клавиатура, меню

В качестве индикатора применен двухстрочный жидкокристаллический дисплей с подсветкой. Клавиатура состоит из шести клавиш следующего назначения (рис.2.4).

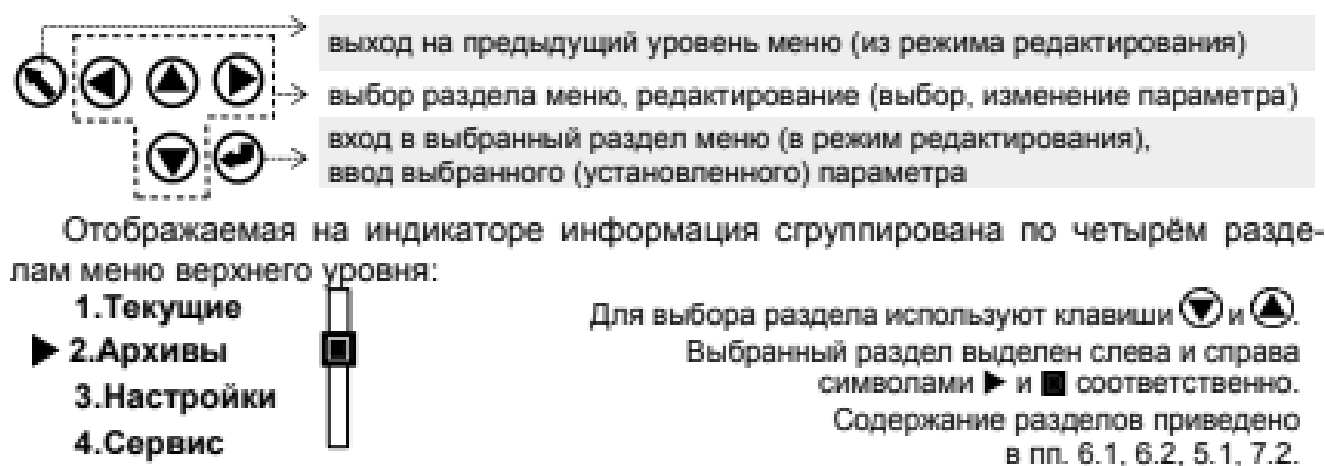


Рисунок 2.4. Обозначения кнопок клавиатуры

Отображаемая информация сменяется заставкой вида

день / месяц / год
час: минута : секунда

без нажатия клавиш в течение заданного промежутка времени. Задание промежутка времени выполняют в меню верхнего уровня **3. Настройки** по рисунку 2.5 при установленной перемычке J1.

В ТВ с модулем питания (при питании от внешнего источника) обеспечивается постоянная подсветка индикатора и постоянная индикация.

В ТВ с встроенным элементом питания (без модуля питания) подсветка индикатора гаснет через заданное время, и индикация отключается без нажатия клавиш в течение заданного промежутка времени. Задание продолжительности подсветки выполняют в разделе 2. Подсветка аналогично заставке. Подсветка индикатора включается после нажатия любой клавиши. Задание времени отключения индикации выполняют в разделе 4. Отключение аналогично заставке.

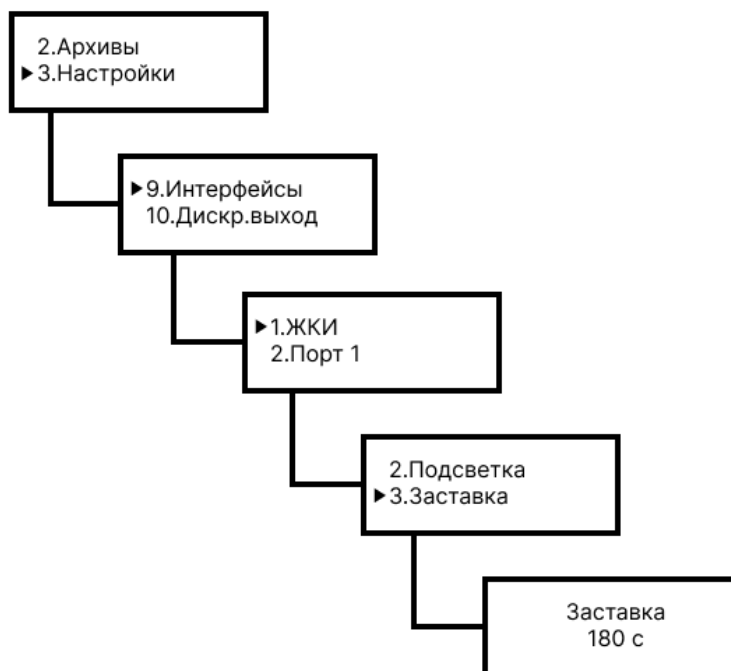


Рисунок 2.5. Заставка ТВ. Значения вводятся поразрядно в диапазоне 0 – 255 с. Выбранный разряд выделен нижним подчеркиванием _

Индикация включается после нажатия любой клавиши, при этом отображается информация, соответствующая моменту отключения индикации.

Преобразователи расхода (расходомеры)

Преобразователи предназначены для измерений и преобразований в выходные электрические сигналы объемного расхода и объема электропроводящих жидкостей.

Преобразователи могут быть применены для контроля и учета, в том числе при учетно-расчетных операциях, объемного расхода и объема жидкостей на объектах теплоэнергетического комплекса, на промышленных предприятиях и в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Преобразователи, в зависимости от их исполнения, обеспечивают следующие функциональные возможности:

- представление измерительной информации и результатов диагностики на внешние устройства посредством унифицированных выходных сигналов;
- индикацию измерительной и сервисной информации посредством встроенного в электронный блок табло (опция по заказу);
- архивирование измерительной (сервисной) информации и результатов диагностики;
- регистрацию изменений настроечных параметров и калибровочных коэффициентов в фискальном архиве.

Преобразователи могут иметь следующие выходные сигналы:

- один или два импульсных сигнала, формируемых дискретным изменением сопротивления выходной цепи при прохождении через преобразователь (в одном или в двух направлениях потока) заданного объема измеряемой среды или при наличии диагностируемого события;
- токовый сигнал в диапазоне изменения тока (4-20) мА, пропорциональный измеренному расходу;
- цифровой сигнал (интерфейс RS-232, RS-485), несущий информацию о результатах измерений и диагностики.

Преобразователи имеют исполнения, отличающиеся:

- диаметром условного прохода (Ду);
- классом, определяющим диапазон преобразования расхода, в котором нормирована погрешность измерений;
- наличием дополнительных выходных сигналов (импульсный и/или токовый);
- наличием/отсутствием электронного блока с табло;
- конструктивным исполнением (присоединение фланцевое или типа «сэндвич»).

2.2. Расходомер ПРЭМ-20

Устройство, конструкция и принцип работы преобразователей расхода

Преобразователи расхода (расходомеры) применяются для вычисления объема (куб. м) и/или количества (тонн) проходящего через него теплоносителя и состоят из измерительного участка (ИУ) и электронного блока (ЭБ). Конструктивно ИУ и ЭБ представляют собой единое изделие.

Преобразователи имеют различные конструктивные исполнения (рис. 2.6), определяющие способы монтажа на трубопроводе: исполнение «сэндвич» без защиты футеровки (а), исполнение «сэндвич» с защитой футеровки (б), фланцевое исполнение (в).

ИУ представляет собой отрезок трубопровода, выполненный из немагнитной стали, заключенный в защитный кожух (металлический или пластмассовый). Внутренняя поверхность ИУ защищена от вредного воздействия измеряемой среды фторопластом Ф4. Внутри ИУ диаметрально расположены электроды, предназначенные для съема ЭДС сигнала, пропорциональной расходу (скорости) измеряемой среды. Диаметрально

электродам установлены электромагниты, создающие переменное магнитное поле в измеряемой среде.

Корпус ЭБ выполнен из пластмассы. Конструктивно корпус может быть установлен как в горизонтальном, так и в вертикальном положении.

Для выравнивания потенциалов между расходомером и измеряемой жидкостью корпус преобразователя соединяется с помощью токопроводов с трубопроводом.

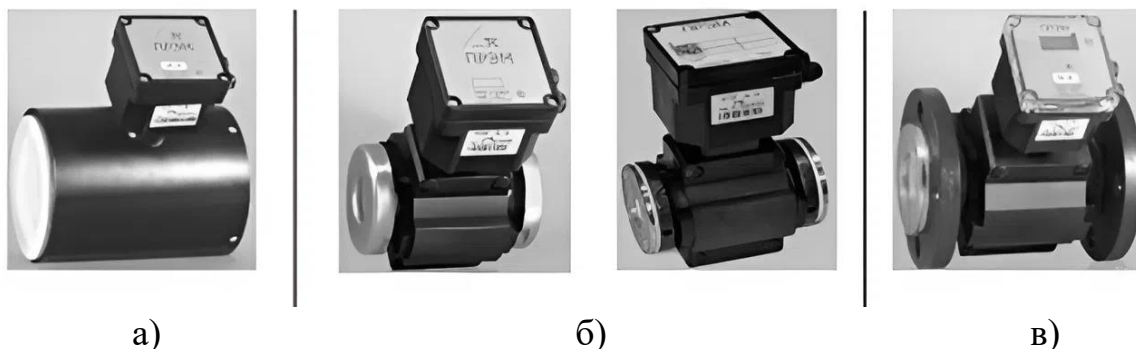


Рисунок 2.6. Внешний вид преобразователей расхода

Внутри корпуса ЭБ расположена электронная плата (рис. 2.7). На плате установлены клеммники для подсоединения числоимпульсных выходов, блока питания, токового выхода/интерфейса RS-485, разъем для подключения адаптера интерфейса RS232 или табло и два переключателя (джампера). Назначение джамперов:

FILTER ON (J1) – включение/выключение фильтрации выходного сигнала;
PROTECT (J4) – выбор протокола обмена по интерфейсам RS-232/RS-485.

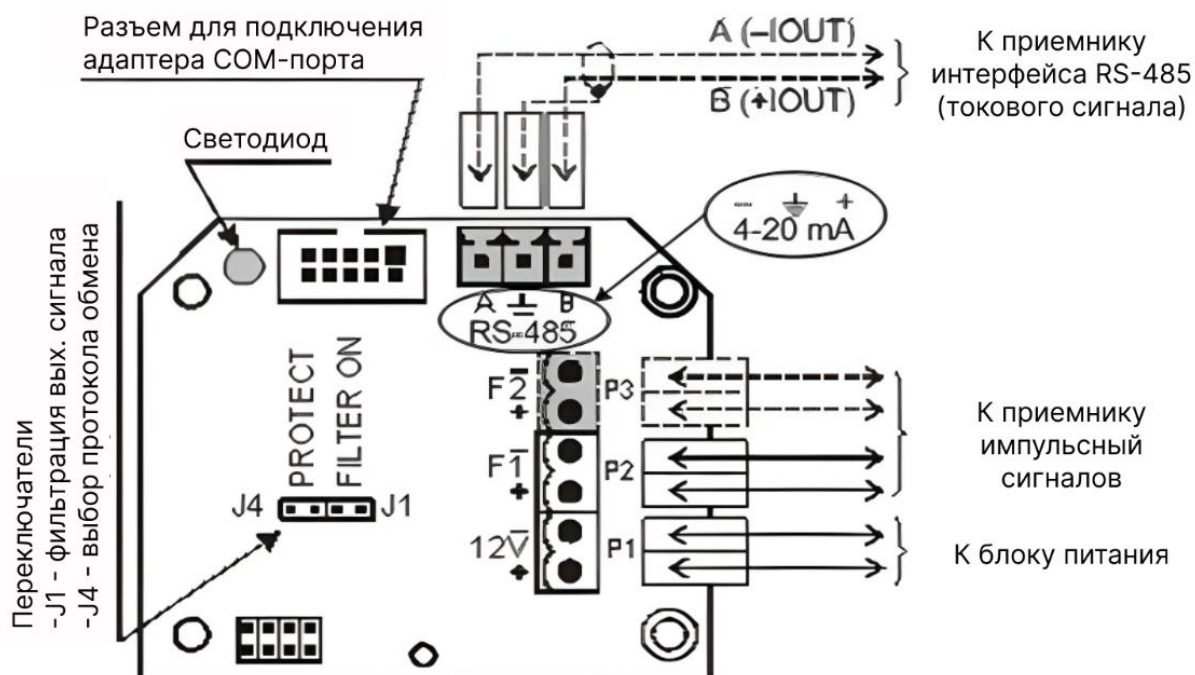


Рисунок 2.7. Внешний вид платы подключения ЭП

На плате также установлен светодиод, предназначенный для контроля работоспособности измерительного блока преобразователя. В работоспособном состоянии светодиод светится непрерывно.

Подключение внешних приборов к преобразователю производится с помощью кабельных линий связи. Ввод кабелей в ЭП осуществляется через герметизированные вводы PG7. При этом нижний гермоввод применяется для подключения блока питания, а верхний – для подключения сигнальных линий.

Принцип работы расходомера

Принцип работы преобразователя основан на явлении индуцирования ЭДС в движущемся в магнитном поле проводнике – измеряемой среде. Значение индуцируемой ЭДС, пропорциональное скорости (расходу) измеряемой среды, воспринимается электродами и подается в ЭБ, который преобразует сигнал ЭДС в сигналы, пропорциональные расходу (токовый выход, RS-232 / RS-485) и объему (числоимпульсные сигналы F1 и F2).

Индикатор

Представление результатов измерений обеспечивается посредством табло – ЖКИ-индикатора, при этом возможна поочередная индикация следующих величин:

- средний расход, м³/ч;
- суммарный объем с нарастающим итогом, л или м³;
- объемы в прямом и обратном потоках с нарастающим итогом, л или м³;
- время наработки, час.

При выпуске преобразователей время индикации показаний составляет 10 с, цена единицы младшего разряда объемов 1 м³. Обратное направление потока при индикации расхода отображается знаком «←».

Числоимпульсные выходы

Числоимпульсный сигнал формируется на ПАССИВНОМ ВЫХОДЕ, представленном оптроном (рис. 2.6).

Форма сигнала: прямоугольная.

Максимальная выходная частота: 500 Гц.

Длительность импульса: не более 0,5 с и не менее значения, определяемого отношением $0,5/f$ [с], где f – частота сигнала, Гц.

Оба выхода (F1 и F2) независимы, но имеют ОБЩИЙ ВЕС импульса.

Вес импульса может быть задан при заказе расходомера. Значения весов импульсов, устанавливаемых по умолчанию при выпуске, и соответствующие им значения частоты выходного сигнала приведены в Приложении 2.

Числоимпульсные выходы имеют несколько режимов. Каждый из выходов настраивается независимо друг от друга. Режимы числоимпульсных выходов представлены в таблице 4 [4]. По умолчанию устанавливается реверсный режим выхода.

Система диагностики

В процессе работы ПРЭМ контролирует исправность аппаратной и программной части, внешних электронных цепей, конструктивные неисправности прибора. Осуществляется контроль измеряемой среды, в том числе регистрация возникновения обратного потока измеряемой среды и отсутствия воды в трубопроводе.

Критические ошибки – аппаратные, программные, конструктивные неисправности, при которых невозможна нормальная работа прибора, сигнализируются встроенным световым индикатором.

Интерфейсы

ПРЭМ имеет интерфейсы – RS-232 (всегда) и RS-485 (по заказу).

Интерфейсы имеют два протокола:

- протокол ПРЭМ1(ПРЭМ2);
- протокол ПРЭМ-3.

Переключение протоколов реализовано через джампер J4 (PROTECT) (рис. 2.6). При снятом джампере преобразователь работает по протоколу ПРЭМ1 (ПРЭМ2), при установленном – по протоколу ПРЭМ-3.

Работа с ПРЭМ по интерфейсу RS-232 возможна только при наличии адаптера. Скорость обмена постоянна и равна 1200 бит/с.

Выбор места установки

Для нормального функционирования ПРЭМ необходимо выполнение следующих условий:

- ПРЭМ должен быть постоянно заполнен измеряемой жидкостью;
- Должен быть электрический контакт между ПРЭМ и измеряемой жидкостью.

В случае неполного заполнения (завоздушивания) канала появляются ошибки измерения. Поэтому при монтаже следует придерживаться следующих рекомендаций:

- а) не устанавливать ПРЭМ в самой высокой точке канала системы;
- б) не устанавливать ПРЭМ в трубопроводе с открытым концом.

Примеры установки расходомера приведены на рисунке 2.8.

При измерении расхода в частично заполненных трубопроводах или в трубопроводах с открытым концом для гарантированного заполнения жидкостью ПРЭМ следует устанавливать в наклонном или U-образном трубопроводах (рис. 2.9).

Требования к месту установки ПРЭМ

Установку ПРЭМ следует производить в местах, где трубопровод не подвержен вибрации. При возможной вибрации трубопровода в диапазоне частот и амплитуд, превышающих допустимые для ПРЭМ значения, трубопровод до и после ПРЭМ должен опираться на неподвижное основание.

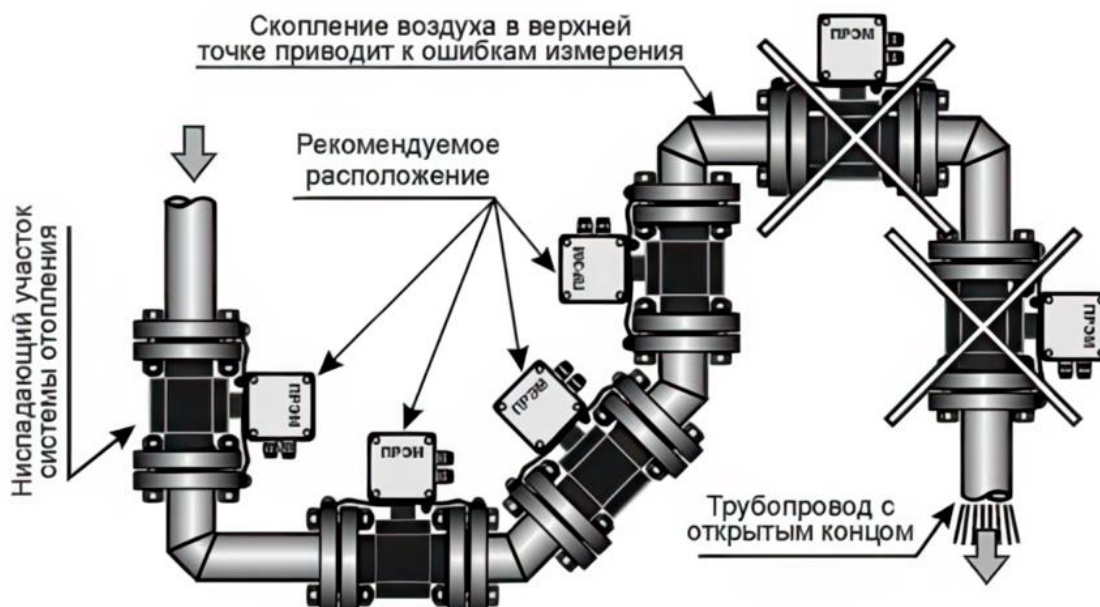


Рисунок 2.8. Пример установки расходомеров ПРЭМ

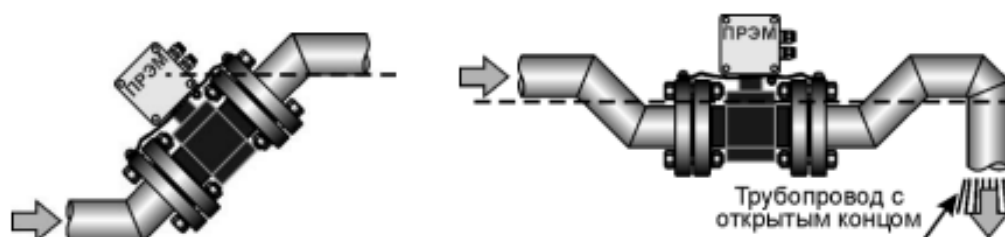


Рисунок 2.9. Установка ПРЭМ в частично заполненном трубопроводе

Требования к длине прямых участков

ПРЭМ необходимо располагать в той части трубопровода, где пульсации и завихрения минимальны. При установке необходимо обеспечить прямолинейные участки трубопровода до и после ПРЭМ (Приложение 4). На этих участках не должно быть никаких устройств или элементов, вызывающих искажение потока жидкости.

В случае применения ПРЭМ для реверсного измерения потока длина прямого участка ПОСЛЕ ПРЭМ определяется так же, как и для участка ДО ПРЭМ.

Учет направления движения измеряемой жидкости

При установке ПРЭМ на трубопровод следует учитывать класс расходомера (динамические диапазоны в прямом и обратном направлениях) и режимы настройки импульсного выхода.

При использовании режимов с раздельным измерением потока (прямом или обратном) устанавливать ПРЭМ следует только по стрелке на корпусе.

В стандартном исполнении импульсные выходы устанавливаются в реверсном режиме. Поэтому для удобства монтажа разрешается устанавливать ПРЭМ на трубопроводе без учета направления стрелки.

Подключение преобразователей расхода

К любому каналу V вычислителя допускается подключать ПР с активным выходом (вариант 1) или ПР с пассивным выходом (вариант 2). Пример подключения ПР показан на рисунке 2.10. Использовать двухжильный кабель длиной до 300 м.

Вариант 1: НЕ УСТАНОВЛИВАТЬ в вычислителе перемычку в цепи канала V!

Вариант 2: УСТАНОВИТЬ в вычислителе перемычку, обеспечивающую питание цепи (пассивного выхода ПР).

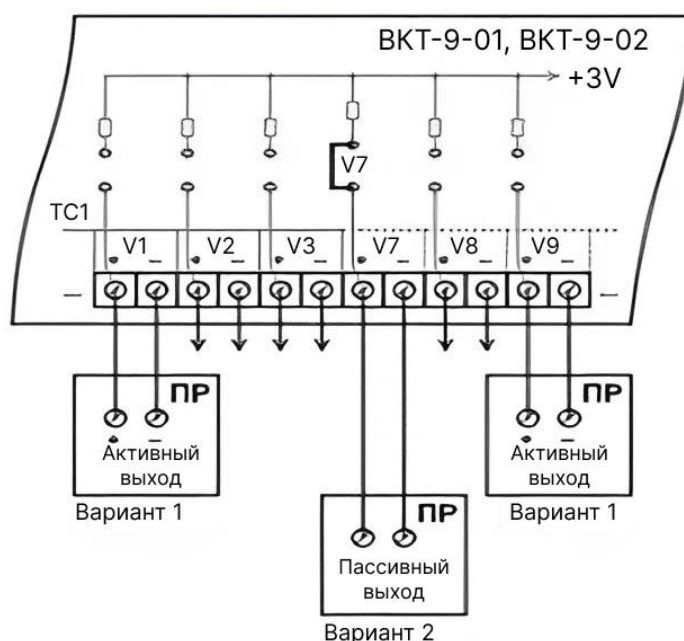


Рисунок 2.10. Схема подключения ПР

2.3. Датчик (преобразователь) температуры (ДТ (ПТ))

К любому каналу t вычислителя допускается подключать ПТ по 4-проводной схеме (вариант 1) или по 2-проводной схеме (вариант 2, только для ПТ, имеющих неразъемный двухжильный кабель). Пример подключения ПТ показан на рисунке 2.11. Вариант 1: использовать четырехжильный кабель длиной до 300 м при условии, что сопротивление каждой жилы кабеля не более 100 Ом (рис. 2.10).

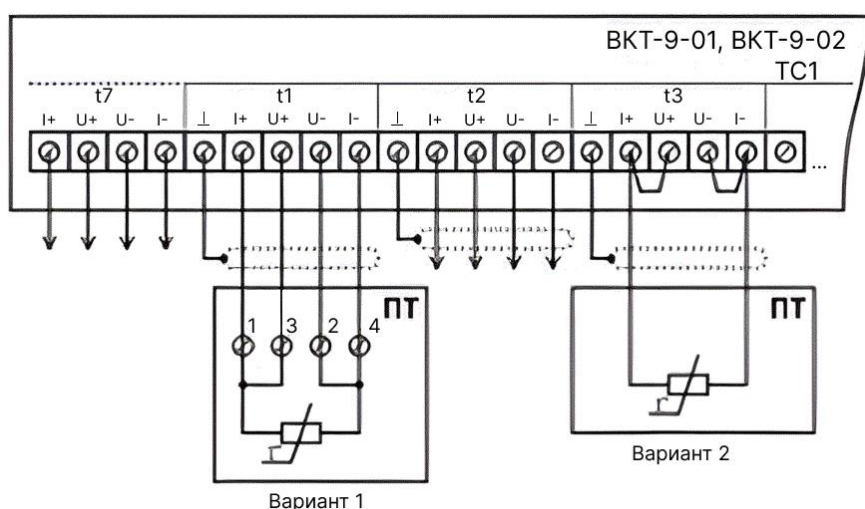


Рисунок 2.11. Схема подключения датчика температуры

2.4. Датчик (преобразователь) давления (ДД (ПД))

В узлах учета тепловой энергии могут применяться различные типы датчиков (преобразователей) давления, совместимость которых с конкретным типом ТВ отражается в Сертификате на средство измерения. Для подключения ПД используется дополнительный источник питания.

Подключение ПД возможно к любому каналу Р ТВ. Пример подключения ПД с собственным блоком питания показан на рисунке 2.12. Использовать двухжильный кабель длиной до 300 м.

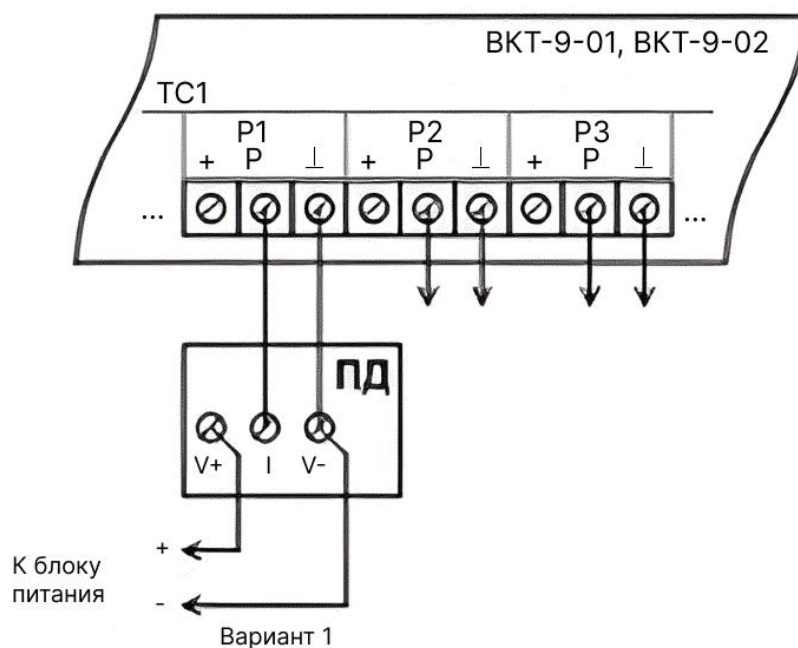


Рисунок 2.12. Схема подключения ПД с блоком питания

2.5. Электромагнитный расходомер «Питерфлоу РС» Ду20

Расходомеры данного типа (рис. 2.13) обеспечивают следующие функциональные возможности:

- отображение результатов измерений посредством встроенного индикатора;
- накопление значений объемов по результатам измерений;
- представление результатов измерений и диагностической информации на внешние устройства посредством унифицированных выходных сигналов.

Расходомеры имеют следующие выходные сигналы:

- два импульсных сигнала, формируемых дискретным изменением сопротивления выходной цепи;
- цифровой сигнал LIN, несущий информацию о результатах измерений и диагностики.

Расходомеры имеют исполнения, отличающиеся:

- диаметром условного прохода (DN);
- классом, определяющим диапазон преобразования расхода, в котором нормирована погрешность измерений;
- конструктивным исполнением, определяющим способ подсоединения к трубопроводу (фланцевый или «сэндвич»);
- диапазоном измерений расхода при одном и том же диаметре условного прохода.



Рисунок 2.13. Внешний вид расходомера (со стороны индикатора, со стороны разъема) и адаптеров интерфейса

Расходомеры всех исполнений хранят накопленные значения объемов в прямом и обратном направлениях потока, времени наработки и времени работы с ошибкой.

Расходомеры при значении расхода менее порога чувствительности (табл. 2.2) обеспечивают:

- обнуление показаний расхода на индикаторе и по интерфейсу;
- отсутствие выходных импульсов.

Расходомеры при отсутствии напряжения питания:

- сохраняют накопленные значения объема и времени наработки;
- прекращают измерение времени наработки. Дискретность регистрации времени наработки составляет 1 мин.

Расходомеры с помощью интерфейса обеспечивают передачу измерительной, архивной и диагностической информации на внешнее устройство.

Таблица 2.2. Значения порога чувствительности Q_0

Тип РС	РС20-6	РС20-12	РС32-15	РС32-30	РС50-36	РС50-72	РС80-90	РС100-140
$Q_0, [м^3/ч]$	0,006	0,012	0,015	0,03	0,036	0,072	0,09	0,14

Принцип работы данного расходомера аналогичен предыдущему расходомеру ПРЭМ.

Расходомеры состоят из измерительного участка (ИУ), электронного блока (ЭБ) и внешнего (выносного) адаптера.

ИУ представляет собой футерованный защитным материалом отрезок трубопровода из немагнитной стали, заключенный в кожух, защищающий элементы магнитной системы расходомера.

ЭБ расходомера выполнен в герметичном корпусе, внутри которого расположены печатная плата и элементы присоединения внешних цепей. ЭБ снабжен индикатором, отображающим результаты измерений и диагностики. Расходомер имеет два импульсных выхода, формируемых дискретным изменением сопротивления выходной цепи при прохождении через расходомер заданного объема измеряемой среды в одном или в двух направлениях потока.

Подключение внешних приборов к расходомеру производится с помощью кабельных линий связи. Ввод кабелей в ЭБ осуществляется через герметизированные вводы, рассчитанные на подключение кабелей или гофрошлангов (рис. 2.14).

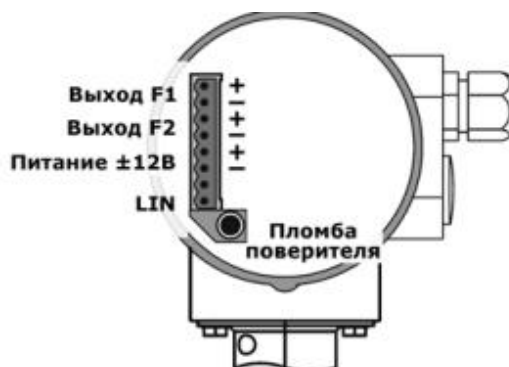


Рисунок 2.14. Подключение внешних приборов

Числоимпульсные выходы

Числоимпульсные сигналы формируются на ПАССИВНОМ ВЫХОДЕ, представленном открытым коллектором (рис. 2. 13).

Форма сигнала - прямоугольная.

Максимальная выходная частота 5000 Гц.

Максимальная длительность импульса 0,5 с.

Оба выхода (F1 и F2) независимы, но имеют ОБЩИЙ ВЕС импульса.

Значения весов импульсов, устанавливаемых по умолчанию при выпуске, приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Веса импульсов (по умолчанию)

Тип РС	РС20-xx	РС32-xx	РС50-xx	РС80-xx	РС100-xx
ВИ, л/имп	0,25	0,5	1,25	5	5

Индикатор

Расходомер имеет графический ЖКИ индикатор для отображения результатов измерений и диагностики, а также служебной и настроечной информации. Данные представляются на четырех последовательно сменяемых экранах (рис. 2.15).



Рисунок 2.15. Содержимое информационных экранов

Система диагностики

В процессе работы расходомер контролирует состояние измеряемой среды и работоспособность электронной схемы. При выявлении нештатных ситуаций формируется код ошибки, который записывается в архивы событий и архивы измерений, а также отображаются на индикаторе.

Различаются 2 типа нештатных ситуаций:

1. Ошибки, при которых невозможно измерить текущий расход. Тип ошибки отображается на индикаторе вместо значения текущего расхода.

При ошибках на импульсном выходе формируется сигнал, который идентифицируется ТВ как неисправность расходомера.

При наличии ошибок расходомер следует отправить в ремонт.

2. Предупреждения, при которых расходомер измеряет расход, но следует устранить выявленные замечания.

Коды предупреждений представлены на рис. 2.16:

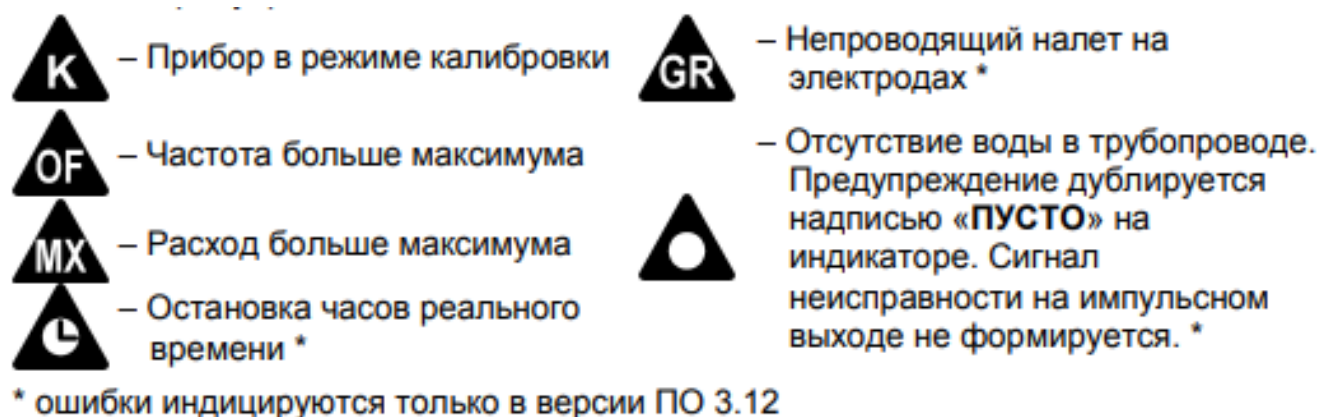


Рисунок 2.16. Коды предупреждения ошибок расходомера

Интерфейсы

Расходомер подключается к внешним устройствам через внешние адаптеры.

Адаптеры крепятся на DIN-рейку. Адаптеры обеспечивают связь с внешними устройствами по интерфейсам RS-232 или Ethernet.

Протоколы обмена:

- Modbus ASCII при работе с адаптером RS232;
- ModBus TCP при работе с адаптером Ethernet.

Скорость передачи данных 19200 кбит/с.

Питание адаптеров осуществляется от блоков питания расходомеров. Схемы подключения адаптера приведена в [5].

Архивы

Результаты измерений в архивах привязываются к показаниям часов реального времени (устанавливаются по отдельному заказу) или ко времени наработки расходомера. Питание часов реального времени при отсутствии сетевого напряжения осуществляется от встроенной литиевой батареи.

Архивные данные записываются в конце каждого отчетного интервала (минута, час, сутки).

Структура архивных записей:

- временная метка записи (Время) (только при наличии часов реального времени);
- суммарное время наработки (Нараб.);
- накопленный объем в прямом направлении (V+);
- накопленный объем в обратном направлении (V-);
- ошибки измерений на отчетном интервале (Ошибки);
- суммарное время наработки с ошибкой (Нараб. при ош.);

- минимальный расход на отчетном интервале (G_{min});
- максимальный расход на отчетном интервале (G_{max}).

Пример архивной записи приведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4. Пример архивной записи.

№	Время	Нараб.	V+, м ³	V-, м ³	Ошибки	Нараб. при ош.	Gmin, м ³ /ч	Gmax, м ³ /ч
28	22.02.2012 23:14	183 ч. 0 мин	230469,74	1013,517	МХ	1 ч. 18 мин	2,341	2,344

С целью оперативного контроля за внесением изменений в настройки и встроенное ПО на индикатор выводится информация о весе импульса, режимах выходов (экран 2, п. 4.3 Индикатора), а также версия и контрольная сумма встроенного ПО (экран 4).

Метрологически значимые параметры (вес импульса, режимы выходов и калибровочные коэффициенты) записываются в паспорт прибора.

Все внесенные в параметры настройки изменения фиксируются в нестираемом архиве событий. В архивы измерений записывается признак изменений калибровок. Чтение всех архивов производится с помощью программы «Архиватор».

Подготовка к работе

Перед началом работы проверить правильность монтажа преобразователя и его электрических цепей.

При работе со вторичными приборами установить вес импульса, равный значению веса импульса в расходомере.

Проверить работоспособность расходомера, для чего выполнить следующие операции:

- заполнить ИУ расходомера неподвижной средой и проверить герметичность его соединения с трубопроводом по отсутствию подтеканий, капель и т.п.;
- включить напряжение питания;
- обеспечить циркуляцию среды и убедиться в наличии выходного сигнала расходомера. Контроль сигнала может осуществляться по вторичному измерительному прибору, измеряющему частоту, период или количество импульсов.

Сравнить показания текущего расхода на индикаторе с показаниями вторичного прибора (ТВ).

При монтаже расходомеров необходимо соблюдать требования к длине прямых участков (Приложение 4).

3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

3.1. Организация проведения практических занятий

Перед началом занятий преподаватель производит инструктаж по технике безопасности при работе с лабораторными стендами, выдает материалы по практическим занятиям (ПЗ), объясняет порядок их проведения. Группа делится на подгруппы численностью 2–3 человека, каждой подгруппе выдается отдельное ПЗ. Выделяется время 15–20 минут для ознакомления с материалами ПЗ и лабораторного стенда.

Под руководством старшего подгруппы с применением предложенного инструмента (компьютера) и принадлежностей (накопителя данных) проводятся измерения необходимых параметров с записью в подготовленные ранее таблицы. Производится расчет и сравнение полученных значений параметров с требованиями ГОСТ.

3.2. Инструменты и принадлежности

Для снятия показаний расходомеров с ТВ и водосчетчиков следует использовать следующие инструменты:

1. Компьютер с программным обеспечением (ПО) для снятия показаний с ТВ.
2. Компьютер стенда ИПДРТ4 с ПО для снятия показаний с электронного водосчетчика с ИВ.
3. Переносные накопители данных НП-5 или АДС-91 (рис. 3.1) [8,9].



Рисунок 3.1. Накопители данных НП-5 и АДС91

3.3. Результаты практических занятий

По результатам выполнения ПЗ в предназначенное для самостоятельной подготовки в домашних условиях время выполняется отчет, в который должны входить следующие разделы:

- краткое описание стенда и порядка выполнения ПЗ с приложением расчетов метрологических характеристик (МХ);
- выводы по проделанной работе.

Отчет о выполнении ПЗ предоставляется преподавателю на проверку.

При формировании отчета о потреблении ресурса необходимо его распечатать и добавить в отчет по выполнению ПЗ.

3.4. Общие требования к оформлению отчета

1. На титульном листе должны быть указаны наименование университета, кафедры, название работы, фамилия студента (группы студентов), выполнивших ПЗ, номер группы и год (Приложение 5).

2. Текстовая часть отчета выполняется на одной стороне листа белой бумаги формата А4 машинописным способом через 1,15–1,5 межстрочных интервала, шрифт Times New Roman, размер 14. Допускается выполнение отчетов рукописным способом аккуратным разборчивым почерком.

3. Результаты замеров параметров расхода воды прилагаются к отчету в виде заполненных таблиц.

4. После выполнения ПЗ преподавателем проводится опрос по знанию студентами изученного материала, составу УУТЭ, СИ, их технических и метрологических характеристик, принципам работы, областям применения.

4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О РАБОТЕ С ТЕПЛОВЫЧИСЛИТЕЛЕМ ВКТ-9

Включение ТВ, настройка, ввод программы в ТВ, корректировка базовых настроек, изменение веса импульса

Включение ТВ осуществляется нажатием любой кнопки на панели.

Настройку вычислителя рекомендуется выполнять до подключения датчиков и внешних устройств. Значения настроечных параметров, выбранные с учетом требований проекта узла учета и характеристик применяемых датчиков и внешних устройств, рекомендуется свести воедино в виде таблицы и согласовать с представителем теплоснабжающей организации.

Установить переключку J1. В меню верхнего уровня **4. Сервис** (в соответствии с рисунком 4.1) убедиться в том, что установлен уровень доступа НАСТРОЙКА.



Рисунок 4.1. Уровень доступа НАСТРОЙКА

Ввод значений настроечных параметров выполнять с помощью программы «Конфигуратор приборов» или в меню верхнего уровня 3. Настройки производятся путем задания численного (поразрядно) значения или выбора параметра из списка. Если введено значение вне разрешенного диапазона, то оно игнорируется (или отображается подсказка с указанием допустимого диапазона). Перечень и содержание настроечных параметров указаны в таблице ПЗ.1 Приложения 3.

Настройка и подключение

1. В меню верхнего уровня **3. Настройки** убедиться в правильности установки часов и в корректности заданных настроечных параметров (параметров ТС, преобразователей и других устройств, алгоритмов диагностики

и типов реакций вычислителя на НС). (Если до подключения датчиков и устройств настройка не производилась, то следует выполнить ввод настроечных параметров в соответствии с Приложением 3).

2. Проверить правильность подключения питания, датчиков и устройств.

3. Убедиться в наличии (отсутствии) перемычек в цепях каналов V, к которым подключены ПР с пассивным (активным) выходом. На рисунке 4.2 показан пример установки двух перемычек TC2.V3 и V7 при подключении (к одноименным импульсным входам) ПР с пассивными выходами.

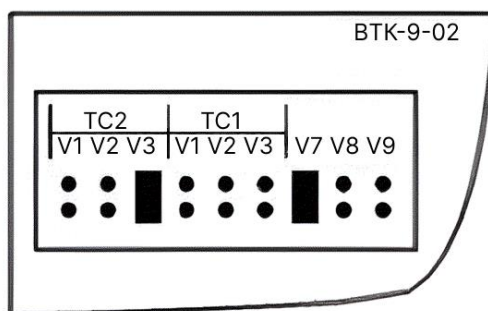


Рисунок 4.2. Пример перемычки каналов

Перемычку устанавливают, если подключен ПР с пассивным выходом. Если подключен ПР с активным выходом, перемычку не устанавливают.

Штатная работа

Снять перемычку J1 и обеспечить уровень доступа **РАБОТА**.

Примечание – В режиме **РАБОТА** обеспечивается только просмотр заданных настроечных параметров, редактирование невозможно, кроме параметра «txв дистанц.» (если в общих настройках установлен параметр «Дист.ввод» для канала txв) и параметра «Регистр упр.» (для управления дискретными выходами DOUT1, DOUT2).

В меню верхнего уровня **4. Сервис** (Рисунок 4.3) убедиться в правильности показаний времени и даты начала работы вычислителя. Время и дата начала работы соответствуют моменту последнего сброса архива.

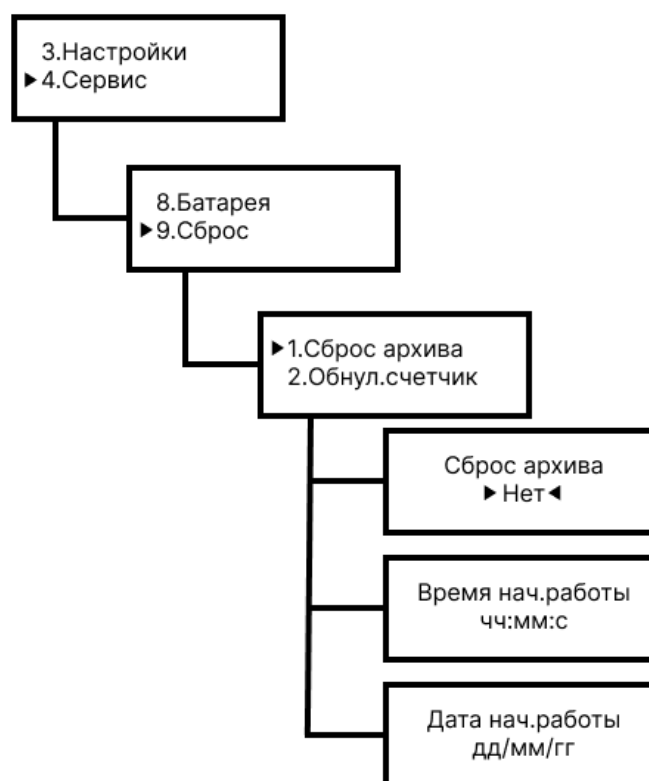


Рисунок 4.3. Меню «Начало работы».

В меню верхнего уровня **4. Сервис** (рисунок 4.4) убедиться в соответствии значений **КС метр.ПО** и **КС калибр.** данным паспорта.

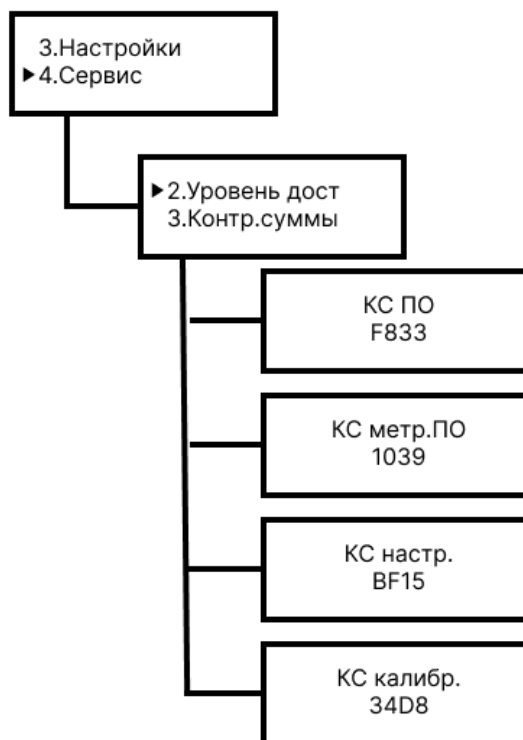


Рисунок 4.4. Меню «Контрольные суммы»

Просмотр текущих значений

Просмотр текущих значений измеряемых величин, указанных в таблице 4.1, выполнять с помощью программы «**Конфигуратор приборов**» или в меню верхнего уровня **1. Текущие**.

В штатном режиме показания тепловой энергии, массы и объема отображаются значениями с тремя разрядами после запятой. Для отображения указанных параметров с повышенной разрядностью (до шести разрядов после запятой) включить соответствующую опцию в программе «Конфигуратор приборов» или длительно нажать клавишу при просмотре на индикаторе выбранного параметра (в меню верхнего уровня **1. Текущие**).

Считывание архивов, сохранение архивов, экспорт считанных данных в Excel выполнять с помощью программы «Конфигуратор приборов», которую можно скачать с сайта ЗАО «ТЕПЛОКОМ».

Просмотр журнала НС выполнять с помощью программы «Конфигуратор приборов». В журнале фиксируется дата и время установки и снятия всех флагов и НС.

Просмотр журнала действий оператора выполнять с помощью программы «Конфигуратор приборов». В журнале фиксируется дата, время, наименование измененного параметра, старое и новое значения измененного параметра.

Таблица 4.1. Меню «Текущие показания»

1. Текущие		Параметр		
1.ТС1	Энерг. ¹⁾	Q ₀	~~~~~	тепловая энергия, общая в системе
		Q _{ГВС}	~~~~~	тепловая энергия, потребленная по ГВС
	Траб.ТС		~~-сут~~:~~	время (работы), в течение которого выполнялся счет тепловой энергии
	Тепл.мощн.	W ₀	~~~~~	тепловая мощность, общая в системе
		W _{ГВС}	~~~~~	тепловая мощность, потребленная по ГВС
	Тотс.ТС		~~-сут~~:~~	время (отсутствие счета), в течение которого отсутствовал счет тепловой энергии
	Масса ¹⁾	M1(Т)	~~~~~	масса воды
		M2(Т)	~~~~~	
		M3(Т)	~~~~~	
		M1R(Т)	~~~~~	масса воды при обратном потоке
		M2R(Т)	~~~~~	
		M3R(Т)	~~~~~	
	Расход	Gm1	~~~~~ Т/ч	массовый расхов воды
		Gm2	~~~~~ Т/ч	
		Gm3	~~~~~ Т/ч	

Продолжение табл. 4.1.

Масса ¹⁾	dM(т)	~~~~~	масса воды, потребленной системой
Расход	dGм	~~~~~ т/ч	расход воды, потребленной системой
Схема		~~~~~	номер схемы измерений
Объем ¹⁾	V1(м3)	~~~~~	объем воды
	V2(м3)	~~~~~	
	V3(м3)	~~~~~	
	V1R(м3)	~~~~~	объем воды при обратном потоке
	V2R(м3)	~~~~~	
	V3R(м3)	~~~~~	
Расход	Gv1	~~~~~ м ³ /ч	объемный расход воды
	Gv2	~~~~~ м ³ /ч	
	Gv3	~~~~~ м ³ /ч	
Температура	t1	~~~~~°C	температура воды
	t2	~~~~~°C	
	t3	~~~~~°C	
Разность	dt1	~~~~~°C	разность температур воды между каналами
	dt2	~~~~~°C	
	dt3	~~~~~°C	
Давление	P1	~~~~~МПа	давление воды
	P2	~~~~~МПа	
	P3	~~~~~МПа	
Траб.шт		-сут~::~~	время, в течение которого выполняется счет тепловой энергии в штатном режиме
Tmin		-сут~::~~	время, в течение которого расход теплоносителя был меньше нижнего порога
Tmax		-сут~::~~	время, в течение которого расход теплоносителя был больше верхнего порога

Окончание табл. 4.1.

	Tdt		-сут~::~~	время, в течение которого разность температур t1 – t2 была меньше допустимого нормированного значения
	Tф		-сут~::~~	время, в течение которого счет тепловой энергии был остановлен из-за остальных нештатных ситуаций
	Tпуст.тр		-сут~::~~	время, в течение которого отсутствовал теплоноситель в любом из трубопроводов
	Канальные нс		0...F	канальные НС, раздел А1 приложения А [5]
	Канальные НС		G...V	
	НС_ТС		0...F	общесистемные НС, раздел А2 приложения А [5]
Итоговые значения на текущее время (нарастающим итогом)				

Просмотр архивных значений

Просмотр на индикаторе архивных значений, указанных в таблице 4.2, выполнять с помощью программы «Конфигуратор приборов» или в меню верхнего уровня **2. Архивы**.

Таблица 4.2. Меню «Архивы».

2. Архивы		Параметр	
1. ТС1	1. Часовой архив	Часовой архив ~::~~	дата архива
		~::~~ 01 час ~::~~ 02 час ... ~::~~ 24 час	час выбранной даты, от 1 до 24
		Q _о = ~::~~	тепловая энергия, общая в системе
		Q _{гвс} = ~::~~	тепловая энергия, потребленная по ГВС
		M1= ~::~~ Т	масса воды
		M2= ~::~~ Т	
		M3= ~::~~ Т	
		M1R= ~::~~ Т	масса воды при обратном потоке
		M2R= ~::~~ Т	
		M3R= ~::~~ Т	
		dM= ~::~~	масса воды, потребленной системой
		V1= ~::~~ м ³	объем воды
		V2= ~::~~ м ³	
		V3= ~::~~ м ³	
		V1R= ~::~~ м ³	объем воды при обратном потоке
		V2R= ~::~~ м ³	
		V3R= ~::~~ м ³	
		t1= ~::~~ °C	температура воды, среднее значение за час
		t2= ~::~~ °C	
		t3= ~::~~ °C	
		tсв1= ~::~~ °C	температура воды средневзвешенное (по массе) значение за час
		tсв2= ~::~~ °C	
		tсв3= ~::~~ °C	

Продолжение табл. 4.2.

		dt1= ~~~~~ °C	разность температур воды, среднее значение за час
		dt2= ~~~~~ °C	
		dt3= ~~~~~ °C	
		P1= ~~~~~ МПа	давление воды, среднее значение за час
		P2= ~~~~~ МПа	
		P3= ~~~~~ МПа	
		Схема=~~	номер схемы измерений
		Траб.ТС= ~:~	время (работы), в течение которого выполнялся счет тепловой энергии
		Тотс.ТС= ~:~	время (отсутствие счета), в течение которого выполнялся счет тепловой энергии
		Траб.шт	время, в течение которого отсутствовал счет тепловой энергии в штатном режиме
		Tmin	время, в течение которого расход теплоносителя был меньше нижнего порога
		Tmax	время, в течение которого расход теплоносителя был больше верхнего порога
		Tdt	время, в течение которого разность температур t1 – t2 была меньше допустимого нормированного значения
		Тф	время, в течение которого счет тепловой энергии был остановлен из-за остальных нештатных ситуаций
		Тпуст.тр	время, в течение которого отсутствовал теплоноситель в любом из трубопроводов
		Кан.нс=8...F	начальные НС, раздел А1 приложения А [5]
		Кан.НС=П=G...N	
		нс_тс=0...7	общесистемные НС, раздел А2 приложения А [5]
		НС_ТС=8...F	
	2. Суточный архив	Суточный архив ~/~/~	дата архива
		Аналогично «1. Часовой архив» ¹⁾	
	3. Месячный архив	Месячный архив 00/~/~	дата архива
		Аналогично «1. Часовой архив» ¹⁾	
	4. Итоговый архив	Итоговый архив ~/~/~	дата архива
		Q _о = ~~~~~	тепловая энергия, общая в системе
		Q _{гвс} = ~~~~~	тепловая энергия, потребленная по ГВС
		M1= ~~~~~ т	масса воды
		M2= ~~~~~ т	
		M3= ~~~~~ т	
		M1R= ~~~~~ т	масса воды при обратном потоке
		M2R= ~~~~~ т	
		M3R= ~~~~~ т	
		dM= ~~~~~	масса воды, потребленной системой
		V1= ~~~~~ м ³	объем воды
		V2= ~~~~~ м ³	
		V3= ~~~~~ м ³	
		V1R= ~~~~~ м ³	объем воды при обратном потоке
		V2R= ~~~~~ м ³	
		V3R= ~~~~~ м ³	

Продолжение табл. 4.2.

		Схема=~~~	номер схемы измерений
		Траб.ТС= ~~~:~~~	время (работы), в течение которого выполнялся счет тепловой энергии
		Тотс.ТС= ~~~:~~~	время (отсутствие счета), в течение которого отсутствовал счет тепловой энергии
		Траб.шт	время, в течение которого выполнялся счет тепловой энергии в штатном режиме
		Tmin	время, в течение которого расход теплоносителя был меньше нижнего порога
		Tmax	время, в течение которого расход теплоносителя был больше верхнего порога
		Tdt	время, в течение которого разность температур t1 – t2 была меньше допустимого нормированного значения
		Tф	время, в течение которого счет тепловой энергии был остановлен из-за остальных нештатных ситуаций
		Тпуст.тр	время, в течение которого отсутствовал теплоноситель в любом из трубопроводов
3. Общие	1. Часовой архив	Часовой архив ~~~/~~~/~~~	дата архива
		~~~/~~~/~~~ 01час ~~~/~~~/~~~ 02час ... ~~~/~~~/~~~ 24час	час выбранной даты, от 1 до 24
		Q _{общ} = ~~~~~	суммарная тепловая энергия, потребленная по обоим ТС
		t _{хв} = ~~~~~ °C	температура холодной воды, среднее значение за час
		P _{хв} = ~~~~~ МПа	давление холодной воды, среднее значение за час
		t _{возд} = ~~~~~ °C	температура воздуха, среднее значение за час
		T _{вкл} = ~~~:~~~	время (включения), в течение которого подано питание ¹⁾
		T _{эп} = ~~~:~~~	время (выключения), в течение которого отсутствовало питание ¹⁾
		апп.нс=0...7	аппаратные НС, раздел А3 приложения А [5]
		Апп.НС=8...F	
		общ.нс=0...7	Общие НС, раздел А3 приложения А [5]
		Общ.НС=8... F	
	2. Суточный архив	Суточный архив ~~~/~~~/~~~	дата архива
		Аналогично «1. Часовой архив» ²⁾	
	3. Месячный архив	Месячный архив 00/~~~/~~~	дата архива
		Аналогично «1. Часовой архив» ³⁾	
	4. Итоговый архив	Итоговый архив ~~~/~~~/~~~	дата архива
		Q _{общ} = ~~~~~	суммарная тепловая энергия, потребленная по обоим ТС

		Твкл= ~:~	время (включения), в течение которого подано питание ¹⁾
		Тэп= ~:~	Время (выключения), в течение которого отсутствовало питание ¹⁾
4. Дополнител- ные	1. Часовой архив	Часовой архив ~/~/~	дата архива
		~/~/~ 01 час ~/~/~ 02 час ... ~/~/~ 24 час	час выбранной даты, от 1 до 24
		V7= ~~~~~	объем измеряемой среды по дополнительному каналу ¹⁾
		V8= ~~~~~	
		V9= ~~~~~	
		Траб.7= ~:~	время безаварийной работы по дополнительному каналу
		Траб.8= ~:~	
		Траб.9= ~:~	
		доп.нс=01...7 Доп.нс=89A...F	дополнительные НС, раздел А5 приложения А [5]
	2. Суточный архив	Суточный архив ~/~/~	дата архива
		Аналогично «1. Часовой архив» ¹⁾	
	3. Месячный архив	Месячный архив 00/~/~	дата архива
		Аналогично «1. Часовой архив» ¹⁾	
	4. Итоговый архив	Итоговый архив ~/~/~	дата архива
		V7= ~~~~~	объем измеряемой среды по дополнительному каналу ¹⁾
		V8= ~~~~~	
		V9= ~~~~~	
		Траб.7= ~:~	время безаварийной работы по дополнительному каналу
		Траб.8= ~:~	
		Траб.9= ~:~	

1) Отчет времени: с момента начала работы после сброса архива.

2) Температура, давление: среднее значение за сутки.

3) Температура, давление: среднее значение за месяц.

### Проверка функционирования

В меню верхнего уровня **4. Сервис** убедиться в том, что установлен уровень доступа РАБОТА.

В меню верхнего уровня **1. Текущие** и **2. Архивы** выполнить просмотр текущих и архивных значений по п.п. 6.1 и 6.2 соответственно. Убедиться в нормальном функционировании ТВ. Результаты диагностики отображаются в виде кодов НС, приведенных в Приложении 7.

Для получения дополнительной информации выполнить просмотр установленных параметров, а также результатов измерений и диагностики (по каналам V, t, P и по цепи питания) с помощью программы «Конфигуратор приборов» или в меню верхнего уровня **4. Сервис** по данным таблицы 4.3.

Таблица 4.3. Дополнительная информация

4. Сервис		Параметр
1. Версия ПО	ВКТ-9-01(-02)-v01.XX ¹⁾	для вычислителей модели 01 (02)
2. Уровень дост ¹⁾	РАБОТА	при отсутствии перемычек J1 и J2
3. Контр.суммы	КС ПО XXXX	для ПО в целом
	КС метр.ПО 1039 ¹⁾	для метрологически значимой части ПО
	КС настр. XXXX	для настроенных параметров
	КС калибр. XXXX ³⁾	для калибровочных коэффициентов

1) Записывают в паспорт [5.1] вычислителя при выпуске на производстве.

2) НАСТРОЙКА: при наличии перемычки J1.

КАЛИБРОВКА: при наличии перемычки J2.

ПОВЕРКА: при наличии перемычек J1 и J2.

3) Записывают в паспорт [5.1] вычислителя при поверке.

4. Сервис		Параметр	
4. Каналы V	1. Частоты	TC1.V1	~~~~ Гц
		TC1.V2	~~~~ Гц
		TC1.V3	~~~~ Гц
		TC2.V1	~~~~ Гц
		TC2.V2	~~~~ Гц
		TC2.V3	~~~~ Гц
		V7 ¹⁾	~~~~ Гц
		V8 ¹⁾	~~~~ Гц
		V9 ¹⁾	~~~~ Гц
	текущее значение, период измерений 6 с		
	2. Счетчик имп.	Аналогично «1. Частоты» (без размерности)	
	3. Расход	Аналогично «1. Частоты» (размерность «м ³ /ч»)	
	4. Диагностика	Аналогично «1. Частоты» (канальные НС, раздел А1 приложения А) [5]	
5. Каналы t	1. Код АЦП	TC1.t1	~~~~
		TC1.t2	~~~~
		TC1.t3	~~~~
		TC2.t1	~~~~
		TC2.t2	~~~~
		TC2.t3	~~~~
		t7	~~~~
		t8	~~~~
	текущее значение, период измерений задают при настройке		
	2. Сопротивление	Аналогично «1. Код АЦП» (размерность «Ом»)	
	3. Температура	Аналогично «1. Частоты» (размерность «°С»)	
	4. Диагностика	Аналогично «1. Код АЦП» (канальные НС, раздел А1 приложения А) [5]	
6. Каналы P	1. Код АЦП	TC1.P1	~~~~
		TC1.P2	~~~~
		TC1.P3	~~~~
		TC2.P1	~~~~
		TC2.P2	~~~~
		TC2.P3	~~~~
	2. Ток	Аналогично «1. Код АЦП» (размерность «мА»)	
	3. Давление	Аналогично «1. Частоты» (размерность «МПа», «кгс/см ² »)	
	4. Диагностика	Аналогично «1. Код АЦП» (канальные НС, раздел А1 приложения А) [5]	
	7. Калибр.коэф.	По приложению В [5]	

Окончание табл. 4.3.

	2. Каналы АЦР2			
	3. Каналы Р			
8. Батарея	Тек. напряжение		~~~~ В	текущее значение ²⁾
	Мин. напряжение		~~~~ В	минимальное значение ³⁾
	Ост. емкость		~~~~ %	до полного разряда
	Расч. время		~~~~ сут.	
	Емкость		~~~~ мА·ч	Номинальное значение ⁴⁾
9. Сброс	1. Сброс архива	Только просмотр		
	2. Обнул.счетчиков			

1) При измерении эл. энергии: E7(8,9).

2) Норма не менее 3,1 В.

3) С момента включения питания.

4) Задаются при заводской настройке (после замены элемента питания при эксплуатации).

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### 5.1. Практическое занятие № 1. Порядок подключения стенда УУТЭ и проверка подключения ТВ и СИ

Цель практического занятия – научить пользователя порядку подключения стенда УУТЭ и проверке подключения тепловычислителя ТВ и средств измерения расхода и давления (см. Приложение 1 рис. П1.1 и П1.2).

Для подключения стенда УУТЭ и выполнения практического задания необходимо выполнить следующие действия:

1. На стенде ИПДРТ4 включить тумблер «ПИТАНИЕ», на стенде УУТЭ включить питание расходомеров ПРЭМ и ЭР «Питерфлоу РС».
2. Подключить компьютер к стенду ИПДРТ4, включить его и после загрузки запустить программу.
3. Проверить закрытие клапана К3 подачи воды на стенде ИПДРТ4.
4. Открыть клапан К7 подачи воды на стенд УУТЭ.
5. Проверить положение выходного регулирующего клапана К8 стенда УУТЭ в положение «МИНИМУМ».
6. Перевести переключатель НАСОС на стенде ИПДРТ4 в положение ВКЛ. Проверить включение насоса.
7. Включить питание. Проверить наличие расхода воды через расходомеры по показаниям ТВ путем переключения индикации на ТВ или по индикаторам расходомеров.
8. Проверить наличие расхода по изменению показаний на водосчетчике с импульсным выходом (ИВ) (по показаниям в программе компьютера) и по водосчетчику СВХ-15.
9. Записать показания водосчетчиков на стенде ИПДРТ4, электронных ЭМ расходомеров на стенде УУТЭ в таблицу 5.1.
10. Через 5 мин снять показания расхода (объема) и записать показания в таблицу.

Таблица 5.1. Сводная таблица показаний расходомеров

Тип Расходомера	Водосчетчик с ИВ	Водосчетчик СВХ-15	ПРЭМ-20	ЭР «Питерфлоу РС»
Показания СИ на начало ПЗ				
Показания СИ на конец ПЗ				
Класс точности (по паспорту)				

11. Сообщить о выполнении практического задания преподавателю, предъявить записи замеров, ответить на вопросы преподавателя.
12. Выключить насос, отключить программу на компьютере, отключить питание стенда ИПДРТ4. Выключить питание расходомеров на стенде УУТЭ.

## 5.2. Практическое занятие № 2. Снятие показаний ЭМ расходомеров с ТВ, водосчетчиков, сравнение полученных значений параметров, расчет метрологических характеристик

Цель практического занятия – научиться правильному съему показаний с электромагнитных расходомеров, водосчетчиков, проведению расчета метрологических характеристик.

1. Выполнить п.1–10 практического занятия № 5.1. Записать показания расходомеров и водосчетчиков перед началом выполнения задания.
2. Прокачать воду через расходомеры в течение 15–30 мин.
3. Записать текущие показания объемов воды, прошедшей через расходомеры ПРЭМ и ЭР, водосчетчик СВХ-15 и водосчетчик с ИВ на стенде ИПДРТ4 (Рисунок 5.1) в таблицу 5.2.
4. Перевести переключатель НАСОС на стенде ИПДРТ4 в положение ВЫКЛ. Проверить выключение насоса.
5. Закрыть клапан К7 подачи воды на стенд УУТЭ.
6. Отключить стенд ИПДРТ4, закрыть программу на компьютере, снять питание с ЭР на стенде УУТЭ.
7. Произвести расчет метрологических характеристик по полученным данным и сравнить их. Пример производства расчетов приведен в Приложении 6.
8. Полученные данные по п.10 (ПЗ № 5.1) и п.3 (ПЗ № 5.2) записать в табл. 5.2.
9. Произвести сравнение показателей относительной погрешности каждого ИП с заводскими данными, оценить точность измерения.
10. Составить отчет и предоставить его преподавателю.

Датчики температуры			
Т1 (ДТС-100М)		Т2 (ДТС-100М)	
20.0 °С	108.6 Ом	20.0 °С	108.6 Ом
Т3 (ДТС-100М)		Т4 (ДТС-100М)	
20.0 °С	108.6 Ом	20.0 °С	108.6 Ом
Датчики давления			
Д1 (ДА 0..900кПа 0.5%)		Д2 (ДИ 0..1000кПа 0.5%)	
100 кПа	5.78 мА	0 кПа	4.00 мА
Д3 (ДИ 0..100кПа 0.5%)		Д4 (ДА 0..900кПа 0.5%)	
0 кПа	4.00 мА	100 кПа	5.78 мА
Датчики расхода			
Датчик расхода воздуха		Датчик расхода воды	
0.0 л/мин	4.00 мА	0.0 л/мин	0.0 имп/с
Время наполнения		Графики	
0:0:0	Сброс		
Выход			

Рисунок 5.1. Информационное табло программы для контроля расхода воды водосчетчика с ИВ

Таблица 5.2. Таблица показаний ИП расхода и расчет МХ

Марка насоса _____ Производительность насоса _____

Показания расходомеров	ПРЭМ-20	ЭР «Питер- флоу РС»	Водо- счетчик ВСХ-15	Водо- счетчик с ИВ	Расчетное значение производи- тельности насоса, л
Начальные показания					
Замер 15 мин, л					
Замер 20 мин, л					
Замер 25 мин, л					
Замер 30 мин, л					
Накопитель- ный расход, л *					
Вычисление абсолютной погрешн. $\Delta$					
Вычисление относительн. погрешн. $\delta$					
Заводские МХ, относит. погрешн. %					
* <i>Примечание:</i> после вычисления накопительных расходов выбрать расходомер с наименьшей относительной погрешностью, взять его в качестве контрольного и произвести вычисление МХ остальных расходомеров.					

### 5.3. Практическое занятие № 3. Снятие показаний с ТВ с помощью ПО компьютера и составление отчета о потреблении ресурса

Цель практического занятия – научиться правильному съему показаний с ТВ с помощью программного обеспечения с помощью компьютера и составлению отчета.

1. Включить компьютер с ПО для снятия показаний о работе ТВ.
2. Подключить питание расходомеров.
3. Подсоединить разъем RS-232 к ТВ.
4. Включить питание стенда ИПДРТ4.
5. Проверить закрытие клапана подачи воды на стенд ИПДРТ4.
6. Запустить насос.
7. Подать воду на стенд УУТЭ открытием крана подачи воды на стенде ИПДРТ4.
8. Включить питание ЭМ расходомеров.

9. Зафиксировать накопительные данные ЭМ расходомеров по показаниям ТВ или по индикаторам самих расходомеров.
10. Пропустить воду через стенд УУТЭ в течение 20–30 мин.
11. Отключить насос, выключить питание стенда ИПДРТ4, питание ЭМ расходомеров.
12. Запустить программу считывания данных.
  - 12.1. Запуск программы.

На компьютере открыть приложение DevConfig.exe. В открывшемся приложении справа от пустой плашки нажать на стрелочку, направленную вниз и в открывшемся окне выбрать ВКТ-9.
  - 12.2. Настройка канала:
    - а) во вкладке «Обмен» открыть окно «Настройка канала»;
    - б) убедиться, что тип канала стоит «Последовательный порт», скорость обмена «19200», таймаут чтения «1000», межбайтовый таймаут «20», сетевой адрес «0», поля под галочки оставить пустыми, СОМ порт, при правильном подключении ВКТ-9, автоматически выберет нужный «СОМ», нажать «ОК»;
    - в) во вкладке «Обмен» нажать на «Открыть канал»; при успешном выполнении действий в консоли появится надпись «Канал открыт».
  - 12.3. Снятие данных: во вкладке «Текущие» выбрать ТС1, затем нажать на кнопку «Считать».
13. Проверить окончание скачивания данных с ТВ.
14. Запустить программу формирования отчета о потреблении ресурса, начиная с даты и времени, указанных преподавателем.
15. Проверить полноту полученной информации.
16. Сформировать отчет. Распечатать. Передать преподавателю для проверки.

#### **5.4. Практическое занятие № 4. Снятие параметров с ТВ с помощью переносного накопителя данных НП-5 (АДС91) и составление отчета о потреблении ресурса**

Цель практического занятия – научиться правильному съему показаний с ТВ с помощью переносного накопителя данных НП-5 (АДС91) и составлению отчета о потреблении ресурса.

1. Включить питание стенда ИПДРТ4.
2. Проверить закрытие крана подачи воды на стенд ИПДРТ4.
3. Запустить насос.
4. Подать воду на стенд УУТЭ открытием крана подачи воды на стенде ИПДРТ4.
5. Включить питание ЭМ расходомеров.
6. Проверить прохождение воды через расходомеры по ТВ или индикаторам самих расходомеров.
7. Пропустить воду через стенд УУТЭ в течение 20–30 мин.
8. Подсоединить разъем RS-232 накопителя НП-5 (АДС91) к ТВ.
9. Включить накопитель НП-5 (АДС91).

10. Выбрать скорость скачивания данных.
11. Запустить программу скачивания данных.
12. Проверить окончание скачивания данных на накопитель.
13. Отсоединить разъем RS-232 от ТВ.
14. Отключить насос, выключить питание стенда ИПДРТ4, питание ЭМ расходомеров.
15. Включить компьютер и программу обработки данных на компьютере.
16. Подключить НП-5 (АДС91) к компьютеру с помощью разъема RS-232.
17. Включить НП-5 (АДС91).
18. Запустить программу скачивания данных с НП-5 (АДС91) в программу компьютера.
19. Проверить окончания скачивания данных с НП-5 (АДС91).
20. Запустить программу формирования отчета о потреблении ресурса, начиная с даты и времени, указанных преподавателем.
21. Проверить полноту полученной информации.
22. Сформировать отчет. Распечатать. Передать преподавателю для проверки.

#### **5.5. Практическое занятие № 5. Ввод базы данных в ТВ, корректировка базовых настроек, изменение веса импульса**

Цель практического занятия – научиться правильному вводу базы данных в ТВ, корректировке базовых настроек, изменению веса импульса.

Ввод базы данных в ТВ осуществляется в соответствии с разработанными и утвержденными теплоснабжающей организацией Техническими условиями, в которых отражены все данные о теплопотреблении здания (сооружения, предприятия). Основу для введения базы данных составляют электронные ячейки ТВ, представленные в Приложении 3.

Ввод значений настроечных параметров необходимо выполнять с помощью программы «Конфигуратор приборов» или в меню верхнего уровня 3. Настройки путем задания численного (поразрядно) значения или выбора параметра из списка. Если введено значение вне разрешенного диапазона, то оно игнорируется (или отображается подсказка с указанием допустимого диапазона). Перечень и содержание настроечных параметров указаны в таблице Приложения 3.

Заполнение ячеек производится путем выбора соответствующей ячейки и занесения в нее данных из рабочей программы, взятой из рабочего проекта УУТЭ.

Корректировка базовых настроек осуществляется в соответствии с предписаниями, изложенными в [5]. Там же имеются данные по изменению веса импульса.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // система ГАРАНТ : [сайт]. – 2025. – URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/12171109/paragraph/33264:0> (дата обращения: 30.11.2025). – Текст: электронный.
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 20.12.2022 № 794Н «Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по обеспечению энергосбережения и повышения энергетической эффективности" // / Официальный интернет-портал правовой информации : [официальный сайт]. – 2025. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202301260003?ysclid=m02glyvf6i931565291> (дата обращения: 30.11.2025). – Текст: электронный.
3. Постановление правительства РФ от 18 ноября 2013 г. N 1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя», // Контур Норматив : [сайт]. – 2025. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=330195&rangeId=6510473> (дата обращения: 30.11.2025). – Текст: электронный.
4. Рожков, В. И. Метрология, технические измерения и автоматизация : практикум по проведению лабораторных работ на лабораторно-исследовательском стенде ИПДРТ4. Часть 2 / В. И. Рожков, Г. П. Буйлов. – СПб: ВШТЭ СПбГУПТД, 2020. – 61 с. – Текст: непосредственный.
5. Вычислители количества теплоты ВКТ-9 : руководство по эксплуатации, РБЯК.400880.100 РЭ / ВТК Энерго. – 72 с. – Текст: непосредственный.
6. Преобразователи расхода электромагнитные : руководство по эксплуатации / ЗАО «Теплоком». – 2024. – 40 с. – Текст: непосредственный.
7. Расходомер электромагнитный Питерфлоу РС : руководство по эксплуатации ТРОН.407111.001 РЭ / ООО «Термотроник». – 2024. – 18 с. – Текст: непосредственный.
8. Накопитель АДС-91 : руководство по эксплуатации РАЖГ.426477.073 РЭ / АО НПФ «Логика». – 10 с. – Текст: непосредственный.
9. Накопительный пульт НП-5 : руководство пользователя РБЯК.426430.057 РП / ЗАО «Теплоком». – 7 с. – Текст: непосредственный.

## ВНЕШНИЙ ВИД ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ИПДРТ4 И УУТЭ

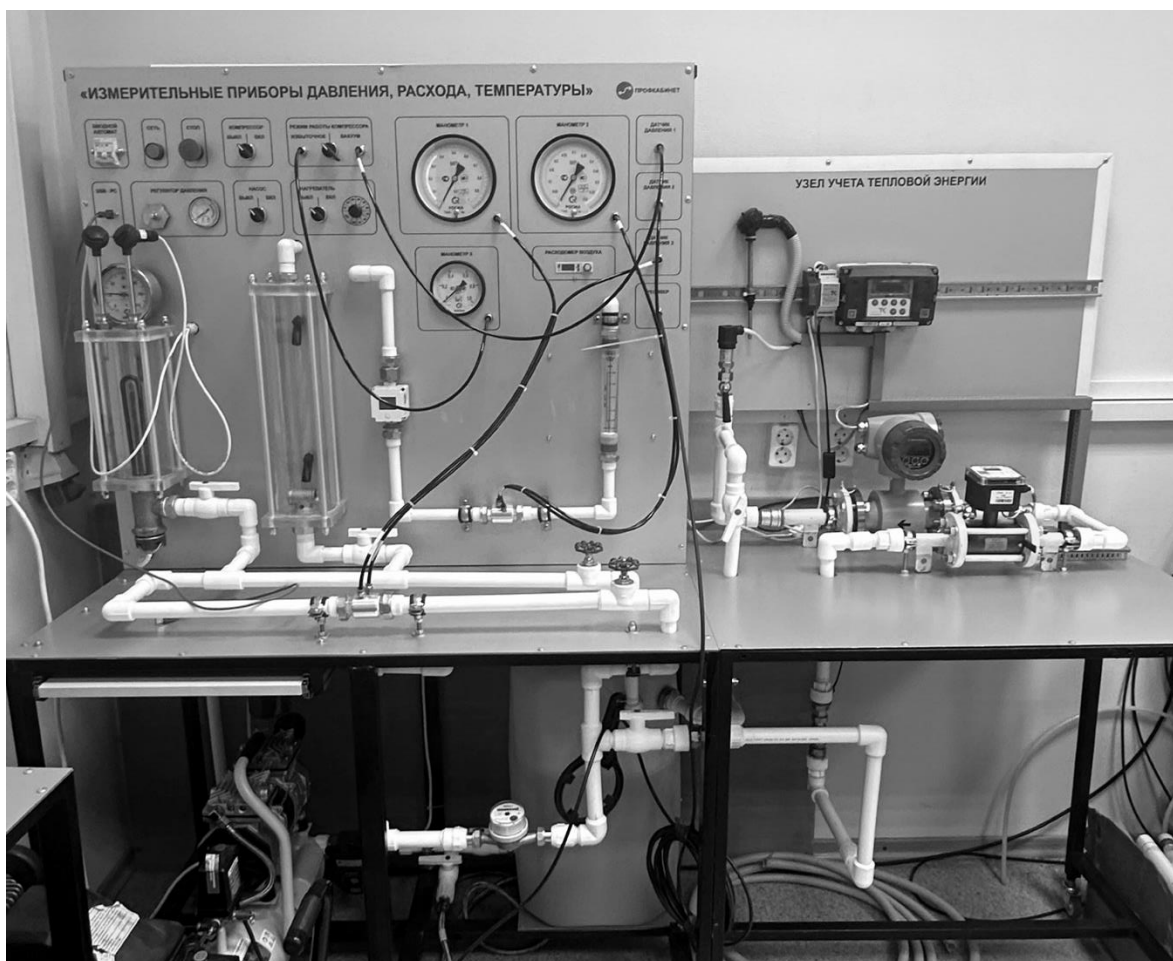


Рисунок П1.1. Внешний вид лабораторного стенда ИПДРТ4 и УУТЭ

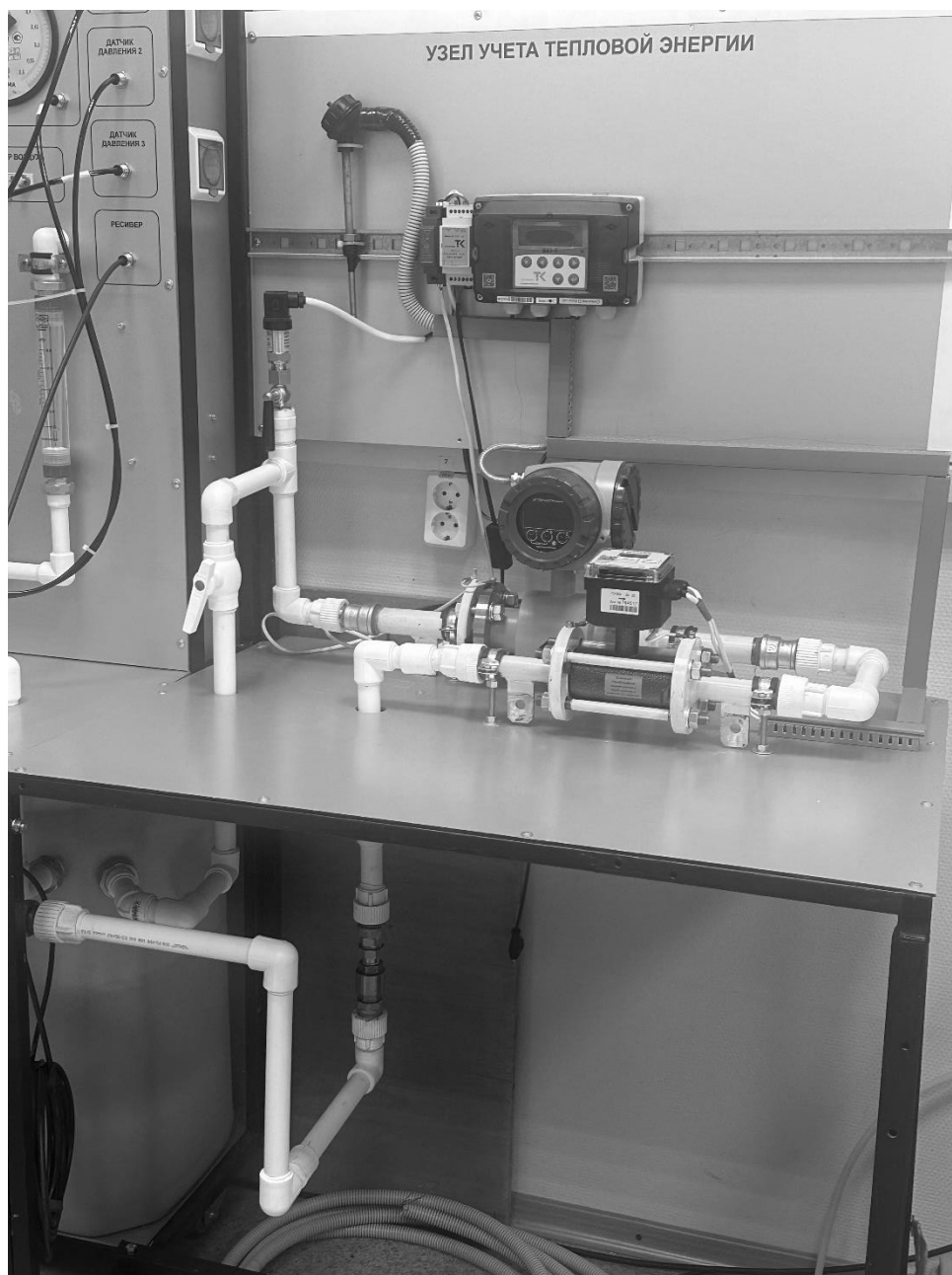


Рисунок П1.2. Внешний вид лабораторного стенда УУТЭ



Рисунок П1.3. Внешний вид лабораторного стенда ИПДРТ4 с водосчетчиком ВСХ-15 и водосчетчика с импульсным выходом

### ПАРАМЕТРЫ ЧИСЛОИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА ДЛЯ РАСХОДОМЕРА ПРЭМ

Частота выходного сигнала преобразователя зависит от объемного расхода и веса импульса и может быть рассчитана по формуле:

$$f = Q / (3,6 \times V) \text{ (Гц)}, \quad (\text{П2.1})$$

где: Q – объемный расход, м³/ч;

V – вес импульса преобразователя, л/имп.

Вес импульса может быть изменен по желанию заказчика в соответствии с картой заказа. Вес импульса указывается в паспорте.

Значения весов импульсов, устанавливаемых по умолчанию при выпуске, и соответствующие им значения частоты выходного сигнала приведены в таблице П2.

Таблица П2. Вес импульса по умолчанию для преобразователей с максимальным расходом Q_{max1}

ДУ	Q _{max1} , м ³ /ч	ВИ, л/имп	F _{Qmax1} , Гц
<b>20</b>	12	0,50	6,67
<b>32</b>	30	1,00	8,33
<b>40</b>	45	2,50	5,00
<b>50</b>	72	2,50	8,00
<b>65</b>	120	5,00	6,67
<b>80</b>	180	10,00	5,00
<b>100</b>	280	10,00	8,00
<b>150</b>	630	25,00	7,00

## НАСТРОЕЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВКТ-9-02

Таблица ПЗ. Настраеочные параметры

3.Настройки		Параметр		
1.Часы	1.Время	Текущее время	<u>чч:мм:сс</u>	час:минута:секунда
	2.Дата	Текущая дата	<u>дд/мм/гг</u>	день/месяц/год
	3.Коррекция	Коррекция суточного хода часов	<u>~ с/сут</u>	от минус 30 до 30 с/сутки
	4.Автоперевод	Зимнее и летнее время	►Нет◄ ►Да◄	
2.Идентификац.	1.Зав. номер	Заводской номер вычислителя	<u>xxxxxxxx</u>	редактирование только в режиме КАЛИБРОВКА
	2.Имя объекта	Обозначение вычислителя	<u>_____</u>	16 символов ¹⁾
	3.Код организац	Код организации	<u>_____</u>	16 символов
	4.Договор	Номер договора	<u>_____</u>	с теплоснабжающей организацией
	5.Адрес	Адрес объекта	<u>_____</u>	
3.Пароль	1.Ввести	Пароль	<u>_____</u>	установленный ранее пароль
	2.Задать	Пароль	<u>_____</u>	новый пароль
	3.Разрешить		►Нет◄ ►Да◄	разрешение на ввод пароля

- 1) Уникальная строка для идентификации вычислителя в системах диспетчеризации. Рекомендуется вместо пробелов использовать символы подчеркивания.

3.Настройки		Параметр		
4.Датчики	1.ТС1.V1	1.Каналы V		
		Вес импульса	<u>л/имп</u>	от 0,001 до 10000 л/имп
		G_дог	<u>м³/ч</u>	договорное значение
		G_вп	<u>м³/ч</u>	верхний порог
		G_нп	<u>м³/ч</u>	нижний порог
		G_отс	<u>м³/ч</u>	отсечка
		Контроль питания	◄Не использ.► ◄DIN1► ◄DIN2► ◄DINA► ◄DINB► ◄DINC► ◄DIND► ◄Внеш.питание► ¹⁾	дискретный (виртуальный) вход, для подключения блока питания ПР
		Сигнал реверс	◄Не использ.► ◄DIN1► ◄DIN2► ◄DINA► ◄DINB► ◄DINC► ◄DIND►	дискретный (виртуальный) вход, для сигнала обратного направления потока
		Пустая труба	◄Не использ.► ◄DIN1► ◄DIN2► ◄DINA► ◄DINB► ◄DINC► ◄DIND► ◄Импульс► ◄Низк.уровень► ²⁾	дискретный (виртуальный) вход, для сигнала отсутствия теплоносителя в трубопроводе

- 1) Только для вычислителей с модулем питания. Для контроля не требуется подключение блока питания ПР к дискретному входу.
- 2) Выбрать при использовании расходомеров ПРЭМ.

3.Настройки		Параметр		
4.Датчики	2.Каналы t			
	1.TC1.t1	НСХ ТСП	◀Pt100 (0,00385)▶ ◀100П (0,00391)▶ ◀Pt500 (0,00385)▶ ◀500П (0,00391)▶	
		t_дог	°C	договорное значение от минус 50 до 180 °C
		t_вп	°C	верхний и нижний пороги от минус 50 до 180 °C,
		t_нп	°C	t_нп < t_вп
	2.TC1.t2 3.TC1.t3 4.TC2.t1 5.TC2.t2 6.TC2.t3 7.t7 8.t8	Аналогично «1.TC1.t1»		
	3.Каналы P			
	1.TC1.P1	Датчик	◀Договорное▶ ◀0,1 МПа▶ ... ◀2,5 МПа▶	верхняя граница, ряд: 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,6; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5
		Ток датчика	◀4...20 мА▶ ◀0...20 мА▶ ◀0...5 мА▶	диапазон выходного тока
		P_дог	МПа	договорное значение от 0 до 2,5 МПа
		P_вп	МПа	верхний и нижний пороги от 0 до 2,5 МПа, P_нп < P_вп
		P_нп	МПа	
	2.TC1.P2 3.TC1.P3 4.TC2.P1 5.TC2.P2 6.TC2.P3	Аналогично «1.TC1.P1»		
	4.Период измер	Период измерения	◀6 с▶ ◀60 с▶ ◀180 с▶ ◀360 с▶ ◀600 с▶	для каналов t и P в режиме РАБОТА

- 1) Только для вычислителей с модулем питания

3.Настройки		Параметр	
5.Общие	1.Ед.изм.тепл.	Единица измерения тепловой энергии	◀ГДж▶ ▶Гкал▶
	2.Дата отчета	День формирования месячного архива	~ от 1 до 31
	3.Восст-е архива	Восстановление архива	▶Нет◀ ▶Да◀ ²⁾
	4.Козф.небалан	Коэффициент небаланса масс	~ число от 1 до 1,1
	5.Канал твозд		▶Не использ.▶ ▶TC1.t1▶ ▶TC1.t2▶ ▶TC1.t3▶ ▶TC2.t1▶ ▶TC2.t2▶ ▶TC2.t3▶ ▶t7▶ ▶t8▶
	6.Формула Qобщ	$\pm Q_{o1} \pm Q_{r1} \pm Q_{o2} \pm Q_{r2}$	Qo1 +Qo1 -Qo1 0 отсутствует Qo1
			Qr1 +Qr1 -Qr1 0 отсутствует Qr1
			Qo2 +Qo2 -Qo2 0 отсутствует Qo2
			Qr2 +Qr2 -Qr2 0 отсутствует Qr2
	7.Лето/зима	Текущий период	▶Летний▶ ▶Зимний▶
		Смена периода	▶По дате▶ ▶По сигналу▶ ▶Вручную▶
		Начало летнего	дд/мм/гг
		Начало зимнего	дд/мм/гг
		Сигнал	▶DIN1▶ ▶DIN2▶ ▶DINA▶ ▶DINB▶ ▶DINC▶ ▶DIND▶

- 1) Первый день месячного архива: день предыдущего месяца, на единицу больший заданной даты. Последний день месячного архива: заданная дата текущего месяца. При задании значения 31: интервал месячного архива совпадает с календарным месяцем.
- 2) Для восстановления архива за период времени, в течение которого вычислитель находился в выключенном состоянии.

3.Настройки		Параметр		
5.Общие	8.Хол.вода	Канал txв	◀Договорное ▶ ▶Дист.ввод ▶ ▶TC1.11▶ ▶TC1.12▶ ▶TC1.13▶ ▶TC2.11▶ ▶TC2.12▶ ▶TC2.13▶ ▶17▶ ▶18▶	
		Канал Rxв	▶Договорное ▶ ▶TC1.P1▶ ▶TC1.P2▶ ▶TC1.P3▶ ▶TC2.P1▶ ▶TC2.P2▶ ▶TC2.P3▶	
		txв_дог летняя	°C	от 0 до 180 °C
		Rxв_дог летнее	МПа	от 0 до 2.5 МПа
		txв_дог зимняя	°C	от 0 до 180 °C
		Rxв_дог зимнее	МПа	от 0 до 2.5 МПа
	9.Разм.давление	txв дистанц.	°C	от 0 до 180 °C
		Размерность давления	▶кгс/см² ▶ ▶МПа▶	

1) Редактирование возможно в режиме РАБОТА.

3.Настройки		Параметр		
6.ТС1	1.Схема зимняя	Номер схемы ¹⁾	▶Не использ.▶ ▶1.1▶ ... ▶1.18▶ ²⁾ ▶2.1▶ ... ▶2.12▶ ▶3.1▶ ... ▶3.6▶ ▶4.1▶ ... ▶4.4▶ ▶5.1▶ ... ▶5.6▶	
		Расчётные формулы ¹⁾	M1 M2 M3 dM Qo Qрас	редактирование невозможно, информационные параметры (только для чтения)
	2.Схема летняя	Аналогично «1.Схема зимняя»		
	3.dt_нп		°C	нижний порог для dt1(2,3) от 0 до 180 °C
	4.Маска Общ.НС		0...F	флаги общих НС ³⁾ , раздел А4 приложения А
	5.Смена схомы		▶Отключена▶ ⁴⁾ ▶Летний период▶ ⁵⁾ ▶По сигналу▶	
	6.Сигнал		▶DIN1▶ ▶DIN2▶ ▶DINA▶ ▶DINB▶ ▶DINC▶ ▶DIND▶	для смены по сигналу
	7.Доп.настр	Режим ост.ТС	▶Ост.счета M,V▶ ▶Счет M,V▶	действия при останове ТС
		Контроль dt	▶По текущим▶ ⁶⁾ ▶По часовым▶ ⁷⁾	

- 1) По п.3.3.
- 2) Схемы с номерами 1.11, 1.12, 1.15, 1.16: без датчиков  $t_3$  и  $P_3$ .
- 3) Только те общие НС, которые используются для формирования общесистемной НС «Внешнее событие» (код 0) по разделу А2 приложения А [5].
- 4) Без перехода на летнюю схему.
- 5) Условие перехода на летнюю схему: смена периода теплопотребления.
- 6) Контроль в режиме реального времени.
- 7) Контроль в конце часа по среднечасовым значениям.

3.Настройки		Параметр		
6.ТС1	8.Контроль НС			
	1.Схема зимняя			
	1.Канальные НС	Отказ V1	«Нет реакции» «Останов ТС» «Значение»догов» «Значение»0»	табл. А1.2 приложения А
		Отказ V2 Отказ V3	Аналогично «Отказ V1»	
		G>G_вл	«Не контролир.» «Нет реакции» «Останов ТС» «Значение»догов» «Значение»0» «Значение»порог»	
		G_отс<G<G_нп	Аналогично «G>G_вл»	
		G<G_отс	«Не контролир.» «Нет реакции» «Останов ТС» «Значение»догов» «Значение»0»	
		Отказ t	«Останов ТС» «Значение»догов»	
		t>t_вл, t<t_нп	«Не контролир.» «Нет реакции» «Останов ТС» «Значение»догов» «Значение»0» «Значение»порог»	
		Отказ P	«Останов ТС» «Значение»догов»	
		P>P_вл, P<P_нп	«Не контролир.» «Нет реакции» «Останов ТС» «Значение»догов» «Значение»0» «Значение»порог»	
	2.НС ТС	Внеш.соб-е	«Не контролир.» «Нет реакции» «Останов ТС»	табл. А2.2 приложения А
		dt<dt_нп dt<0	Аналогично «Внеш.соб-е»	
		Небал.<«Кнеб	«Тек.значение» «M2»M1» «M1»M2» «(M1+M2)/2»	табл. А2.3 приложения А
		Небал.>Кнеб	«Не контролир.» «Нет реакции» «Останов ТС»	
		Qo<0 Qгвс<0	Аналогично «Внеш.соб-е»	табл. А2.2 приложения А
	2.Схема летняя		Аналогично «1.Схема зимняя»	

3.Настройки		Параметр		
9.Интерфейсы	1.ЖКИ	1.Контраст	~	число от 0 до 31
		2.Подсветка ⁴⁾	~ с	время от 0 до 255 с
		3.Заставка ⁵⁾	~ с	
		4.Отключение ⁶⁾	~ с	
	2.Порт 1 ¹⁾	1.Скорость	◀1200 бод/с> ... ◀115200 бод/с>	ряд: 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200
		2.Сет. адрес	~	от 1 до 247
		3.Зад.таймаута ⁷⁾	~ мс	от 0 до 255 мс
		4.Внеш.устр.	◀ПК> ◀GSM модем>	
	3.Порт 2 ²⁾	1.Скорость	◀1200 бод/с> ... ◀115200 бод/с>	ряд: 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200
		2.Сет. адрес	~	от 1 до 247
		3.Зад.таймаута ⁷⁾	~ мс	от 0 до 255 мс
	4.SMS	1.Номер диспет	+7xxxxxxxxx или 8xxxxxxxxx	номер телефона
		2.Интервал	~ мин	повторная отправка SMS, от 0 до 65535 мин
		3.Маски SMS ⁸⁾		
		Аппаратные HC	0...F	16 разрядов 0...9A...F
		Общие HC	0...F	
		Доп. HC	0...F	
		ТС1.кан.нс	0...F	
		ТС1.Кан.НС	0...F	
		ТС1.НС_ТС	0...F	
		ТС1.кан.нс	0...F	
		ТС1.Кан.НС	0...F	
		ТС2.НС_ТС	0...F	
	5.Интернет ³⁾	1.IP сервера	~	
		2.Порт сервера	~	от 0 до 65535
		3.Исп. настройки	▶ Нет ◀ ▶ Да ◀	

- 1) RS-232 для подключения компьютера, модема.
- 2) RS-232 только для подключения компьютера.
- 3) Internet – только в следующих поколениях вычислителей.
- 4) Только для вычислителей без модуля питания. При задании 0 подсветка не включается.
- 5) При задании 0 подсветка не включается.
- 6) Только для вычислителей без модуля питания. Время отключения должно быть больше времени заставки. При задании значения от 0 до 6 устанавливается значение 6.
- 7) Для обнаружения границы кадра MODBUS при работе через модем.
- 8) Флаги событий, при которых отправляется SMS.

# ТРЕБОВАНИЯ К ДЛИНЕ ПРЯМЫХ УЧАСТКОВ



Прямой участок – прямолинейный отрезок трубопровода, не содержащий местных гидравлических сопротивлений (сужений, расширений, задвижек, клапанов, термопреобразователей и др.).

*Примечание:* Длины прямых участков указаны в Ду расходомера.

**ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ОТЧЕТА ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»  
ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

Отчет по выполнению практического задания №

Тема: *Название практического задания*

Выполнил (а): студент (ка) гр. № _____ / _____ /

Проверил: доцент кафедры _____ /В. И. Рожков /

Санкт-Петербург

202__г.

## ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК К ПЗ № 5.2

При выполнении практического задания необходимы провести следующие операции и расчеты:

*Замер 1, Замер 2* – снимаются показания с расходомеров и водосчетчиков. Данные заносятся в таблицу 5.2.

*Разность показаний* – вычисляется разность в показаниях по каждому расходомеру отдельно. Выбирается ЭМ расходомер с наименьшей относительной погрешностью, которая берется за основу для расчета относительной погрешности других расходомеров

$$\Delta V(1) = V_2 - V_1.$$

*Вычисление  $V_{ср}$*  производится по формуле:

$$V_{ср} = \text{сумма } V_i / n.$$

*Вычисление Дисперсии*

$$D = \sqrt{\frac{\sum_1^n (V_{ср} - V_i)^2}{n}}.$$

*Вычисление среднеквадратического отклонения,  $\sigma$*

$$\sigma = \sqrt{D}.$$

*Расчет относительной погрешности каждого расходомеров,  $\delta$  %*

$$\delta = \Delta * 100 / V_{ист}.$$

Полученные результаты занести в таблицу 5.2.

## НЕШТАТНЫЕ СИТУАЦИИ в ТВ ВКТ-9-02

Канальные НС, указанные в таблице П7.1, связаны с выходом величин, измеряемых по каналам V, t, P в ТС1 и в ТС2, за границы контролируемых диапазонов.

Функционирование вычислителя при наличии канальной НС определяется типом реакции по данным таблицы П7.2. Знаком «+» отмечены реакции, обеспечиваемые вычислителем. Знаком «—» отмечены реакции, не обеспечиваемые вычислителем.

Таблица П7.1. Канальные НС

Код	Признак	Описание НС
0	Отказ V1	Отказ ПР (отсутствие питания ПР)
1	Отказ V2	
2	Отказ V3	
3	G1>Gвп1	Объёмный расход большого верхнего порога
4	G2>Gвп2	
5	G3>Gвп3	
6	Gотс1<G1<Gнп1	Объёмный расход большого значения отсечки, но меньше нижнего порога
7	Gотс2<G2<Gнп2	
8	Gотс3<G3<Gнп3	
9	G1<Gотс1	Объёмный расход меньше значения отсечки
A	G2<Gотс2	
B	G3<Gотс3	
C	Отказ t1	Отказ ПТ: выход сопротивления за границы контролируемого диапазона, ошибка АЦП
D	Отказ t2	
E	Отказ t3	
F	t1>tвп1 или t1<tнп1	Текущая температура больше верхнего порога или меньше нижнего порога
G	t2>tвп2 или t2<tнп2	
H	t3>tвп3 или t3<tнп3	
I	Отказ P1	Отказ ПД: выход тока за границы контролируемого диапазона, ошибка АЦП
J	Отказ P2	
K	Отказ P3	
L	P1>Pвп1 или P1<Pнп1	Текущее давление больше верхнего порога или меньше нижнего порога
M	P2>Pвп2 или P2<Pнп2	
N	P3>Pвп3 или P3<Pнп3	

Таблица П 7.2. Реакции на канальные НС

Код и признак НС	Тип реакции ¹⁾					
	Не контролируется	Нет реакции	Остановка ТС	Значение		
				в догосе	в 0	в порог
0,1,2 Отказ V	—	+	+	+	+	—
3,4,5 G>Gвп	+	+	+	+	+	+
6,7,8 Gотс<G<Gнп	+	+	+	+	+	+
9,A,B G<Gотс	+	+	+	+	+	—
C,D,E Отказ t	—	—	+	+	—	—
F,G,H t>tвп или t<tнп	+	+	+	+	+	+
I,J,K Отказ P	—	—	+	+	—	—
L,M,N P>Pвп или P<Pнп	+	+	+	+	+	+

¹⁾ Задают при настройке (3.Настройки  $\hookrightarrow$  Б.ТС1 (7.ТС2)  $\hookrightarrow$  8.Контроль НС  $\hookrightarrow$  1.Схема зимняя (2.Схема летняя)  $\hookrightarrow$  1.Канальные НС).

## ПРОГРАММА «КОНФИГУРАТОР ПРИБОРОВ ВКТ-9»

### Назначение программы

При помощи конфигуратора ВКТ-9 можно просматривать, изменять настройки, считывать текущие и архивные параметры.

Программа-конфигуратор ВКТ-9 позволяет настраивать тепловычислитель и содержит следующие разделы:

- настройки и считывание текущих параметров тепловой системы (ТС1, ТС2);
- архивы тепловых систем (ТС1, ТС2), журналы НС, журнал оператора;
- настройки параметров датчиков расхода, давления, температуры, дискретных входов;
- настройка интерфейсов связи «Настройка выходов»;
- сервисный раздел (калибровочные коэффициенты, батарея, эффективность).

### Основное меню программы

Таблица П8.1. Элементы основного меню и рабочая панель программы конфигуратора ВКТ-9

Открыть	Загрузить данные для текущего выбранного модуля. Данные загружаются из XML файла. Если структура данных не соответствует выбранному типу прибора, выводится сообщение об ошибке. Если не выбран тип прибора, то перед загрузкой будет автоматически установлен тип устройства в зависимости от данных.
Сохранить	Сохранить данные текущего выбранного модуля. Данные сохраняются в XML формате. Структура файла зависит от типа выбранного прибора.
Экспорт в Excel	Экспортировать данные текущего выбранного модуля в Excel.
<b>Меню — ОБМЕН</b>	
Настройка канала	Открыть диалог настройки канала передачи данных.
Открыть / закрыть канал	Выполнить подключение/отключение к устройству по выбранному каналу.
Автозапрос — Режим автозапроса	При включенном режиме выполняется запрос по таймеру через определенный интервал или при смене страниц.
Считать все данные	Считать и обновить все данные на всех страницах.

Записать все данные	Данная функция доступна только для приборов, имеющих небольшой объем данных. Для остальных приборов запись ведется по отдельным параметрам или группам параметров.
Настройка канала	Открыть диалог настройки канала передачи данных.
<b>Меню — СЕРВИС</b>	
Лог обмена данных	Включить протоколирование данных, передаваемых к прибору и от него.
Лог обмена канала	Включить протоколирование данных, формируемых каналом связи (при работе через адаптер)
<i>Примечание:</i> Эти режимы необходимы для отладки и при поиске различных неполадок в работе ПО или прибора. Данные в HEX формате отправляются в окно консоли.	
<b>Меню — УТИЛИТЫ</b>	
Время работы ТМК	Утилита для оценки времени работы автономных тепловычислителей ТМК-Н20, ТМК-Н30 в зависимости от условий работы.

### Рабочая панель

Рабочая панель содержит кнопки, дублирующие пункты меню. На рабочей панели размещено окно с выпадающим списком для выбора библиотеки устройства. При выборе устройства подгружается соответствующая библиотека. Если открыт канал передачи данных, окно выбора приборов блокируется. Также на рабочей панели находятся индикаторы RX, TX, которые отображают, когда происходят прием и передача данных.

В нижней части главного окна программы расположено окно консоли. В это окно выдаются все сообщения, формируемые библиотеками приборов при работе, каналами связи, а также служебные данные. Для очистки консоли необходимо сделать двойной клик мышкой на окне консоли.

### Настройка канала связи

Диалог настройки канала содержит универсальные окна параметров, которые либо активны, либо нет в зависимости от типа канала. Если канал уже открыт, элементы параметров канала будут недоступны. Для каждого выбранного типа канала подгружаются свои параметры, значение которых сохраняется в реестре. Программа также запоминает последний используемый канал.

Некоторые приборы учета работают только с определенными настройками канала (скорость, уровни DTR, RTS) эти настройки описаны в пункте «Настройка подключения» для каждого такого прибора. В остальных случаях выбранная скорость канала должна соответствовать скорости, установленной в приборе. Также некоторые каналы имеют настройки, которые должны быть заданы в определенных диапазонах для правильной работы.

Обмен с приборами возможен по следующим каналам:

Последовательный порт

Модем (TAPI)

Ethernet (Moxa Adapter)

Адаптер АМ-02

Интернет GPRS

Настройка подключения ВКТ-9

При подключении вычислителя через интерфейс RS-232 необходимо подключить COM порт ПК с помощью нуль-модемного кабеля к порту RS232.1 или RS232.2. Сетевой адрес в параметре канала должен быть 0.

При подключении вычислителя ВКТ-9 через интерфейс RS-485 необходимо подключить его с ПК с помощью адаптера RS-485. В прибор должна быть установлена плата расширения RS-485 либо адаптер RS-485, подключенный к RS232.1. Сетевой адрес в приборе и в параметре канала должен совпадать.

Скорость в параметре канала должна совпадать со скоростью, установленной в приборе. DTR и RTS сигналы не установлены.

При подключении вычислителя через модем задержка таймаута в приборе и межбайтовый таймаут в параметре канала должны быть 50 мС (обусловлено особенностями работы при модемном соединении).

Таймаут чтения параметров измерительного канала должен быть 3000 мС (обусловлено большими задержками приемо-передачи при модемном соединении). Номер телефона может содержать служебные символы, например, паузу после набора 8.

*Пример: 8w903.....*

### **Минимальные требования к оборудованию**

Персональный компьютер (ПК) для подключения ВКТ-9, должен удовлетворять требованиям:

- объем оперативной памяти не менее 32 Мбайт;
- наличие свободного Com-порта;
- операционная система Windows XP, 7, 8, Windows 10.

Учебное издание

**Рожков Владимир Иванович**

**Метрология, технологические  
измерения и автоматизация**

**Практические занятия на стендах  
УУТЭ и ИПДРТ4**

*Учебно-методическое пособие*

Редактор и корректор Д. А. Романова  
Техн. редактор М. Д. Баранова

Учебное электронное издание сетевого распространения

Системные требования:  
электронное устройство с программным обеспечением  
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016), по паролю.  
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 04.03.2026 г. Рег.№ 5042/25

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД  
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.