



РАСХОДОМЕР - СЧЕТЧИК УЛЬТРАЗВУКОВОЙ  
ДНЕПР - 7

(портативный вариант на базе ноутбука

для гомогенных сред и воды)

ДНПР 0.02.012.2 РЭ

Made in Russia

Сделано в России

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство предназначено для изучения принципа действия и конструкции ультразвукового расходомера ДНЕПР-7 (портативный вариант), правил монтажа, подготовки, проверки, наладки и технического обслуживания в условиях эксплуатации.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Расходомер-счетчик ультразвуковой ДНЕПР-7 является прибором промышленного назначения с накладным монтажом датчиков, на базе ноутбука.

Расходомер-счетчик ультразвуковой ДНЕПР-7 предназначен для технологических и коммерческих измерений, контроля и учета объемного расхода, количества жидкости в системах холодного, горячего водоснабжения, теплоснабжения.

Расходомер-счетчик ультразвуковой ДНЕПР-7 может применяться на объектах ЖКХ, в химической, нефтедобывающей, металлургической целлюлозобумажной, пищевой, и в других отраслях промышленности, так же на энергетических объектах ТЭЦ, АЭС.

### **Контролируемая среда:**

**Вода:** чистая питьевая, горячая, сиаманская, речная, и т.д.

**Жидкости:** кислоты, ацетоны, спирты и их растворы и т.д.

Расходомер может применяться на металлических и пластмассовых трубопроводах.

Расходомер может быть применен для автономных измерений объемного расхода и количества воды, а так же для расчета расходуемой тепловой энергии.

Расходомер содержит два накладных, прикрепляемых к наружной поверхности трубопровода, ультразвуковых преобразователя (ПП) с со-

единительными кабелями, сервисным блоком (СБ), оснащенным компьютером, на экране которого отображаются результаты измерения.

Расходомер обеспечивает цифровую индикацию количества жидкости с нарастающим итогом, мгновенного значения объемного расхода, среднего значения объемного расхода, текущего времени, обеспечивает архивацию и просмотр результатов измерений.

Ультразвуковые преобразователи расходомера (ПП) могут устанавливаться на действующем трубопроводе в местах с повышенной влажностью, включая колодцы и сырые не отапливаемые помещения.

### **3.ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**

3.1. Расходомеры ДНЕПР-7 используются с накладными ультразвуковыми первичными преобразователями (ПП), прикрепляемыми снаружи к действующему трубопроводу без нарушения его целостности и остановки технологического процесса.

3.2. Температура контролируемой среды: от +1 °С до +150 °С.

3.3. Расходомер устанавливается на трубопроводах с диаметрами условного прохода от 50 мм до 1600 мм., при толщине стенки от 2 мм до 20 мм.

3.4. Материал стенки трубопровода: сталь, пластик.

3.4 Диапазоны измерения объемного расхода, в которых нормируется погрешность, представлены в таблице 1 приложения А.

3.5 Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения объемного расхода и количества жидкости составляет  $\pm 2\%$ .

3.6 Габаритные размеры составных частей расходомера-счетчика приведены в приложении Б.

3.7 Питание расходомера-счетчика осуществляется от сети переменного тока напряжением от 187 до 242 В, частотой  $(50 \pm 1)$  Гц.

Автономный источник питания +12 В, зарядное устройство.

3.8 Мощность, потребляемая расходомером-счетчиком от сети, - не более 50 ВА.

3.9 Условия эксплуатации расходомеров-счетчиков следующие:

- температура окружающего воздуха:

1) ПП - от минус 50 до 150 °С;

2) блока электронного (далее – БЭ), – от минус 20 до 50 °С;

- относительная влажность окружающего воздуха – 80 % при температуре 25 °С.

3.10 Степень защиты оболочки ПП - IP54, оболочки БЭ - IP20 по ГОСТ 14254.

3.11 Расходомер-счетчик обеспечивает хранение в энергонезависимой памяти и вывод через последовательный интерфейс RS232 или RS485 архивной измерительной информации.

#### **4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ**

4.1. Расходомер ДНЕПР-7 относится к измерительным приборам с непрерывным излучением и приемом ультразвукового сигнала пьезоэлектрическими преобразователями.

4.2. Расходомер производит непрерывное зондирование трубопровода ультразвуковыми импульсами с синтезом частот по потоку и против потока жидкости и преобразование этих частот, в цифровую индикацию суммарного количества воды и мгновенного значения объемного расхода.

4.3. Параметры преобразования, обработки сигнала с соответствующими масштабными коэффициентами (в зависимости от сечения трубопровода, контролируемой среды, выбранного диапазона и т.п.) и единицами измерений вводятся в память компьютера расходомера при его настройке.

4.4. Первичные преобразователи ПП представляют собой два ультразвуковых датчика : «Датчик 1» и «Датчик 2,»,- работающих в качестве излучателя и приемника ультразвуковых колебаний. ПП выполнены с преломляющими ультразвук стальными призмами, содержащими стандартные пьезоэлектрические преобразователи.

4.5. Формирование излучаемых и принятых датчиками сигналов ультразвуковой частоты и обработка полученной информации производится в сервисном блоке ультразвукового расходомера.

4.6. Соотношение между разностной и суммарной частотами синтезированных сигналов частот по потоку  $F_1$  и против потока жидкости  $F_2$ , пропорционально скорости и расходу контролируемой среды.

$$(F_1 - F_2)/(F_1 + F_2) = m \cdot N \cdot (\sin(\alpha) / C) \cdot Q / Q_{\max}, \quad (1)$$

где  $m=3$  [м/с]- масштабный коэффициент;

$N$ - номер диапазона;

$Q$  – объемный расход, [м<sup>3</sup>/ч];

$Q_{\max}$  – максимальный объемный расход, [м<sup>3</sup>/ч];

$\alpha$  - угол ввода ультразвукового луча в контролируемую среду;

$C$ - скорость звука в контролируемой среде, [м/с];

$F_1$  и  $F_2$ -частота синтезированных сигналов по потоку и против потока жидкости, [Гц].

Поскольку ультразвуковой луч вводится в контролируемую среду из ПП через стенку трубопровода с преломлением, то, согласно закону Снелиуса, выполняется равенство:

$$\sin(\alpha) / C = \sin(\alpha_p) / C_p, \quad (2)$$

где  $\alpha_p$  - угол призмы-держателя ПП;

$C_p$  - скорость звука в призме-держателе ПП, [м/с].

Этим достигается независимость показаний ультразвукового расходомера от скорости звука в контролируемой среде и формула (1) приобретает вид:

$$(F_1 - F_2)/(F_1 + F_2) = m \cdot N \cdot (\sin(\alpha)/C) \cdot Q/Q_{\max}. \quad (3)$$

Соотношение между разностной и суммарной частотами синтезированных сигналов частот по потоку  $F_1$  и против потока жидкости  $F_2$  выделяется и обрабатывается в процессорной части расходомера.

Объемный расход воды вычисляется по измеренной скорости потока и вычисленной площади поперечного сечения трубопровода.

Максимум диапазона измеряемого расхода  $Q_{\max}$ , рассчитывается по формуле:

$$Q_{\max} = 2,120575 \times 10^{-3} \times 2^N \times (D_{\text{в}})^2, \quad (4)$$

где  $D_{\text{в}}$  - внутренний диаметр трубопровода, [м];

$N$  - номер диапазона измерения (1; 2 или 3).

#### **4.8. Практические выводы:**

4.8.1. Для измерения объемного расхода не требуется нарушение целостности трубопровода, расходомер не вносит дополнительного гидравлического сопротивления.

4.8.2. Показания накладного ультразвукового расходомера практически не зависят от скорости звука в контролируемой среде, от ее состава, температуры и давления.

4.8.3. Показания ультразвукового расходомера не зависят от незначительных отклонений места установки ПП от диаметральной плоскости. Допускается смещение ПП относительно рекомендуемой базы в осевом направлении на  $\pm 10$  мм, смещение ПП по диаметру на  $\pm 10^\circ$ .

## **5. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСХОДОМЕРА «ДНЕПР-7» С КОМПЬЮТЕРНЫМ БЛОКОМ**

5.1. Компьютерный блок выполняет следующие функции:

- отображение результатов измерения;
- настройка расходомера на конкретном трубопроводе;
- анализ и устранения неисправностей в процессе измерения;
- архивация результатов измерений и просмотр архива;
- учет тепловой мощности теплосети.

### **5.2. Описание работы с расходомером «Днепр-7», оснащенного портативным компьютером (ноутбук)**

Портативный расходомер «Днепр-7» со встроенным ноутбуком представляет собой ультразвуковой частотно-импульсный расходомер для: оперативного измерения расхода жидкости в технологических трубопроводах, коммерческих измерений и учета тепла (энергоаудита).

Встроенный в прибор портативный компьютер соединен посредством интерфейса RS-232C с частотно-импульсным измерительным блоком. Таким образом, организуется интерактивный интерфейс с расходомером в среде MS Windows, что позволяет решать следующий комплекс задач:

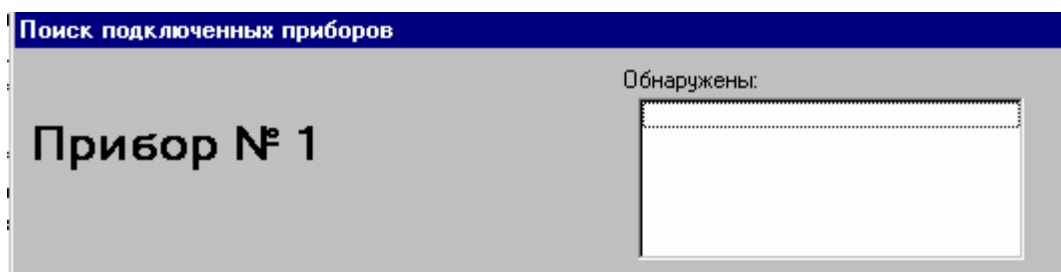
1. Гибкая и удобная настройка расходомера на работу на конкретном трубопроводе.
2. Оперативный анализ и преодоление возникающих при работе прибора неисправностей и нестандартных ситуаций.
3. Архивация показаний расходомера с низким дискретном (порядка 10 секунд) за практически неограниченный промежуток времени (ограничением является лишь объем жесткого диска компьютера).

4. Учет тепловой мощности в теплосети путем измерения расхода теплоносителя с одновременным измерением его температуры на подающем и обратном трубопроводах (температура измеряется отдельным прибором).

### 5.3. Порядок работы с расходомером

#### 5.3.1. Начало работы

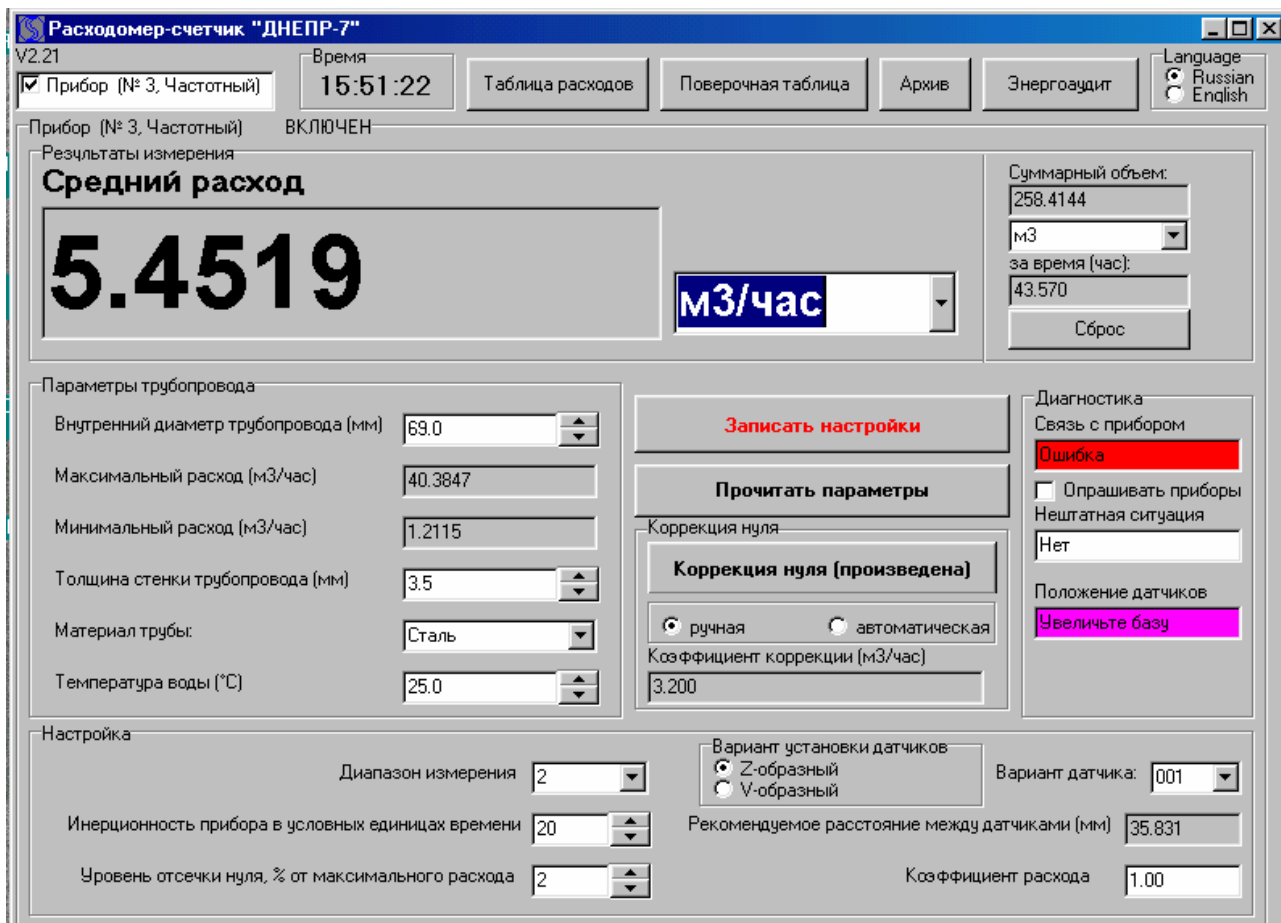
После включения питания компьютер производит загрузку операционной системы MS Windows, после чего автоматически запускается программа распознавания подключенных к компьютеру измерительных блоков:



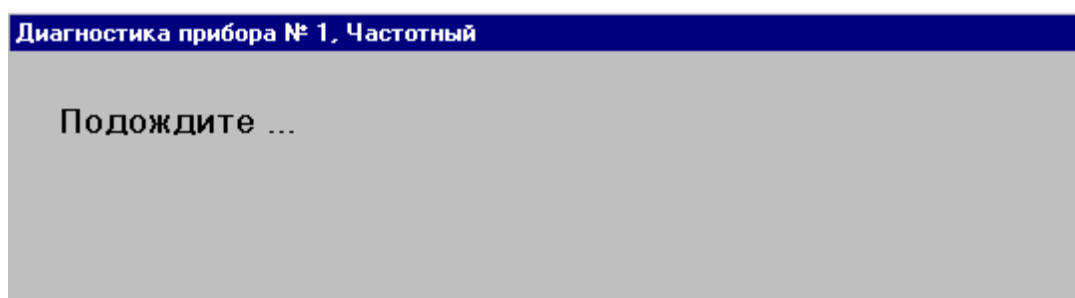
Возможна комплектация прибора несколькими разнотипными измерительными блоками, однако, в настоящее время поставляется прибор с одним частотно-импульсным измерительным блоком.

После поиска должно появиться основное окно программы следующего вида (возможно, с другими значениями параметров):



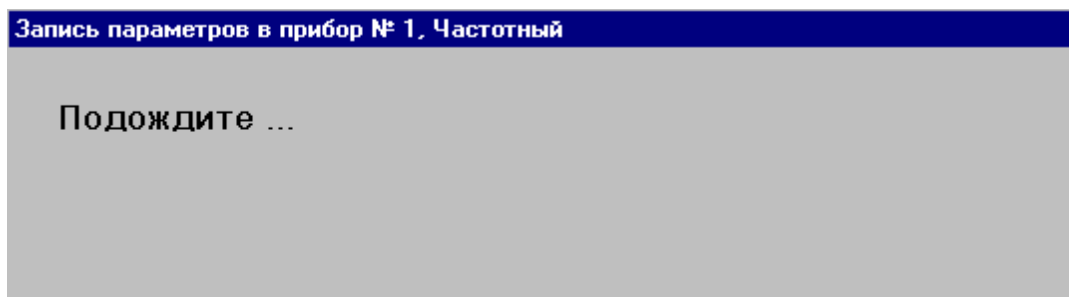


До того, как окно станет доступно для работы, автоматически производятся следующие операции:



Диагностика:

При успешной диагностике в строке «Результат диагностики» раздела «Диагностика» в правой части основного окна появится надпись «Ошибок нет»; в противном случае там появится код ошибки, выделенный красным цветом.



Запись параметров:

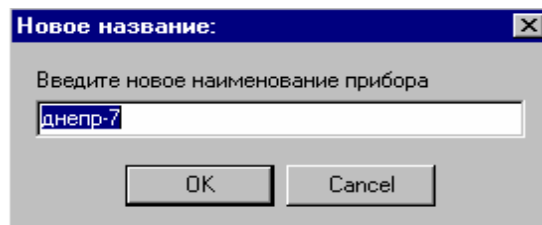
При этом в измерительный блок записываются текущие значения параметров работы прибора. Если запись проведена успешно, кнопка «Записать изменения» в центре основного окна исчезнет. Вообще говоря, кнопка «Записать изменения» появляется в случае модификации параметров, влияющих на работу измерительного блока. Для записи измененных значений необходимо нажать кнопку, что приведет к появлению приведенного выше окна («Запись параметров в прибор ...»). Для корректной работы прибора необходимо нажать указанную кнопку по окончании модификации параметров (например, после установки параметров нового трубопровода).

Кнопка  позволяет считать параметры ранее запрограммированные в измерительной части расходомера.

### 5.3.2. Главное окно программы

В левом верхнем углу окна расположен список подключенных измерительных блоков с указанием их типов – должен, как и в приведенном примере, присутствовать ровно один частотный блок.

Двойной щелчок мышью на прибор в этом списке приводит к появ-



лению окна:

Здесь можно изменить наименование измерительного блока.

Также в верхней части окна имеются следующие разделы:

«Время»: текущее реальное время по часам компьютера

«Таблица расходов»: Диапазоны измеряемых расходов воды для напорных трубопроводов.

«Архив»: вывод окна графической индикации части архива в пределах 1 часа (см. ниже).

«Энергоаудит»: вывод окна, предназначенного для организации обмера теплосети с целью учета тепла (см. ниже).

#### **Измерение расхода и настройка частотно-импульсного расходомера**

Раздел «Результаты измерения»

«Мгновенный расход» - текущее (не усредненное) показание расходомера; может отображаться в [м<sup>3</sup>/ч], [т/ч], скорость потока в [м/с]. Показание обновляется примерно раз в 10 секунд.

«Среднее значение ... за время (час) ...» - показания расходомера в тех же единицах, что и «мгновенный расход», усредненные за указанный промежуток времени.

«Суммарный объем» - измеряется в [м<sup>3</sup>] или в [Тоннах] – объем измеряемой среды, прошедшей через трубопровод за тот же промежуток времени.

Кнопка «Сброс» - обнуляет значения среднего расхода, суммарного объема и времени измерения.

### **Раздел «Параметры трубопровода»**

«Внутренний диаметр трубопровода [мм]» - внутренний диаметр трубопровода, на котором производится замер – от 20 до 1600 [мм].

«Максимальный расход [м<sup>3</sup>/ч]» -  $Q_{max}$  - максимальный допустимый расход в трубопроводе.

«Минимальный расход [м<sup>3</sup>/ч]» -  $Q_{min}$  - минимальный отслеживаемый расход;  $Q_{min} = Q_{max} \cdot (z/100 \%)$ , где  $z$  – уровень отсечки нуля (%). Если расход меньше  $Q_{min}$ , он считается нулевым.

«Толщина стенки трубопровода [мм]» - от 1 до 20 [мм] – измеряется отдельным прибором (толщиномером).

«Материал трубы» (сталь/пластик).

«Температура воды [°C]» - измеряется отдельным прибором – используется для энергоаудита.

### **Раздел «Настройка»**

«Диапазон измерения» - 1, 2 или 3 – определяет максимальный расход  $Q_{max}$  в соответствии с «Таблицей расходов».

«Инерционность прибора в условных единицах времени» - 2...255 – определяет степень инерционности измерительного блока.

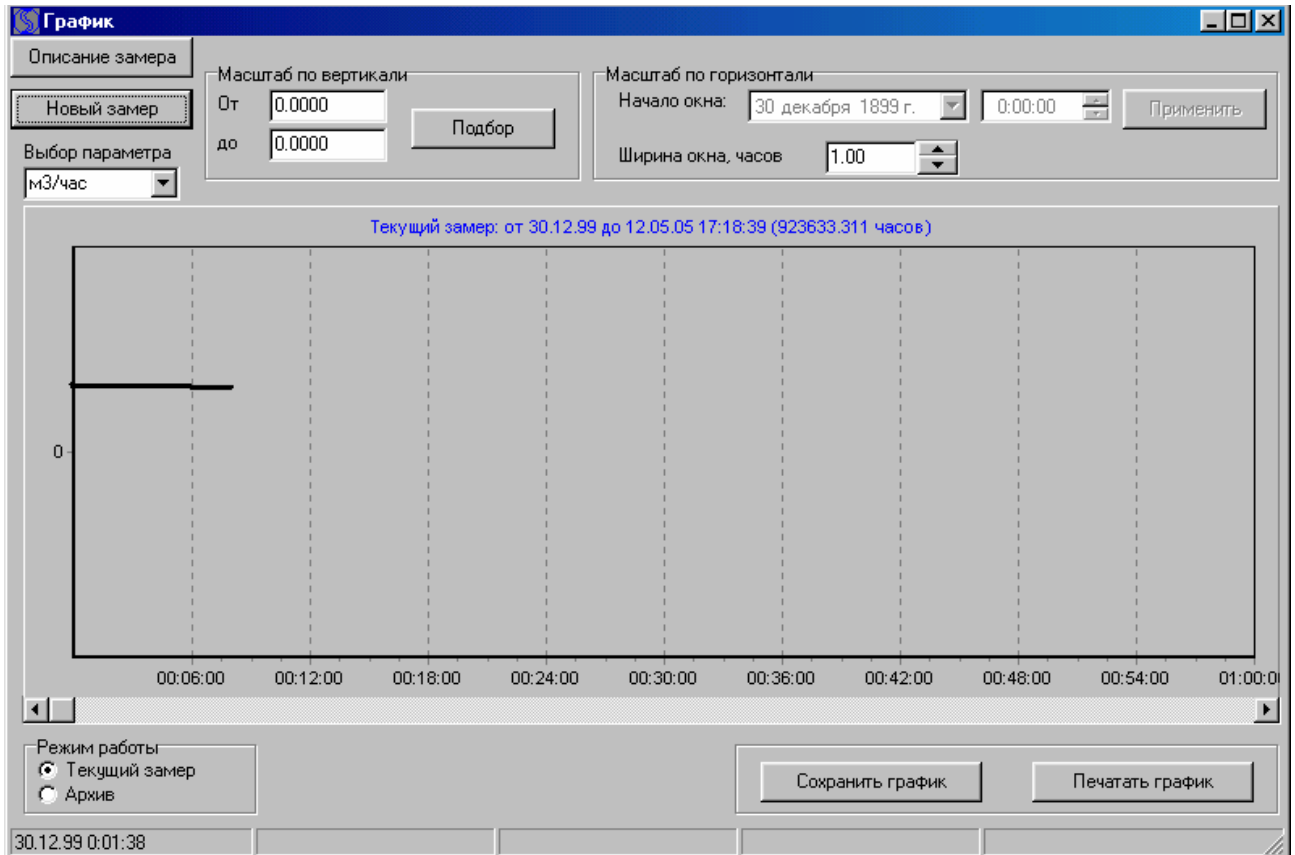
«Уровень отсечки нуля, % от максимального расхода» - см. «Минимальный расход»

«Рекомендуемое расстояние между датчиками (смещение датчиков при монтаже) [мм]» – расчетная оптимальная база между датчиками для обеспечения наилучшего сигнала.

Кнопка «Коррекция нуля» - вывод окна процедуры коррекции нуля (см. ниже).

### 5.3.3. Окно «Архив» - график архива за час.

При нажатии на кнопку «Архив» появляется окно отображения графика динамики показаний расходомера:



На этом графике отображается динамика изменения измеряемых показателей:


- объемный расход (мгновенный) в  $[м^3/ч]$ ;
- массовый расход (мгновенный) в  $[т/ч]$ ;
- скорость потока в  $[м/с]$ ;
- расход в процентах от максимального ( $Q_{max}$ );
- суммарный объем в  $[м^3]$ ;
- суммарная масса в [тонн].

Выбор показателя производится в строке «Выбор параметра» в левой верхней части окна.

Для первых четырех из данных параметров на графике цветом выделяется направление потока: синий – положительное направление; зеленый – отрицательное.

При перемещении указателя «мыши» (или устройства, заменяющего «мышь») по графику, под графиком выводится время, соответствующее позиции указателя по горизонтали и значение параметра в этот момент времени.

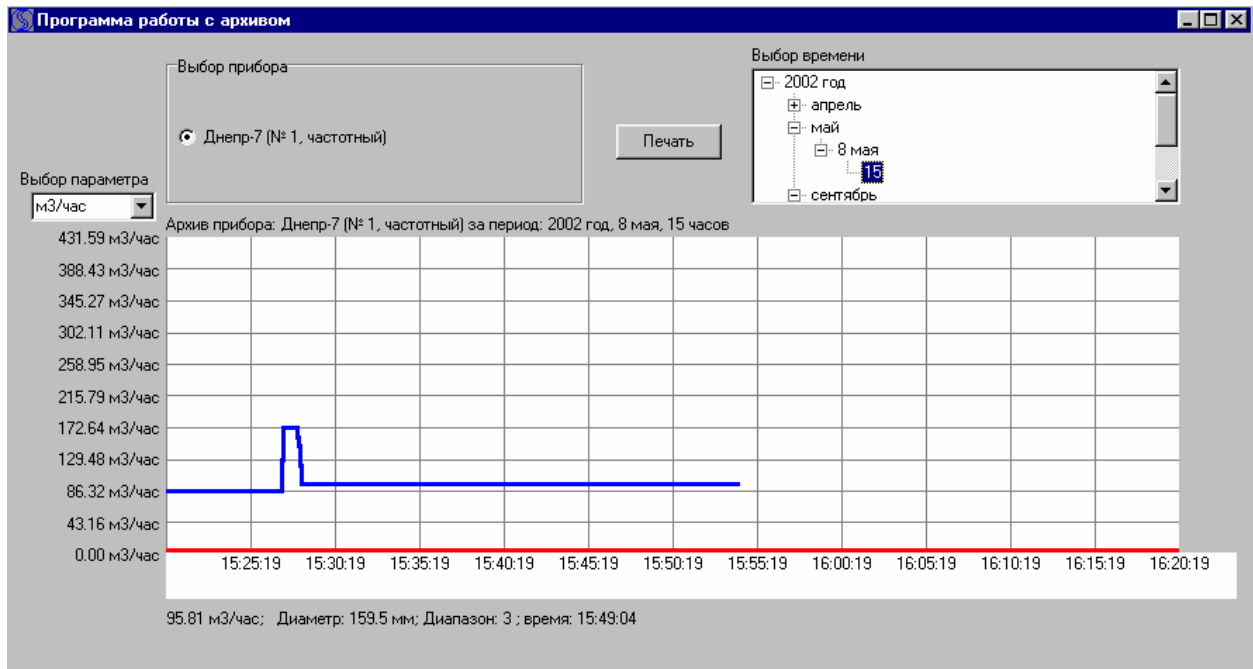
Нажатие кнопки «Начать» приводит к очистке графика и начинается формирование нового графика начиная с момента нажатия кнопки. При этом крайний левый край графика соответствует времени нажатия кнопки.

После того, как график за час сформирован (или при выходе из программы – нажатии кнопки  в правом верхнем углу главного окна), производится запись накопленных значений в архив, и формирование графика начинается сначала.

Просмотр почасовых графиков из архива производится отдельной программой, описанной в следующем разделе.

### 5.3.4. Программа просмотра архива.

Для просмотра накопленных значений из архива и вывода графиков на печать используется программа «arcwork». Окно программы имеет вид:



Выбор времени производится в древообразном меню «Выбор времени» в правой верхней части окна. При этом сначала выбирается год, затем месяц, день месяца и час. После выбора часа на графике отображается информация из архива. Работа с графиком производится так, как описано в предыдущем разделе.

Кнопка «Печать» позволяет вывести на принтер окно программы с графиком.

### 5.3.5. Окно «Энергоаудит»

После нажатия кнопки «Энергоаудит» основного окна программы появляется окно следующего вида:

Имеется возможность производить энергоаудит в двух типах теплосетей, выбор которой производится в разделе «Выбор типа теплосети» в верхней части окна:

1. **Закрытая система.** Система состоит из двух трубопроводов: прямого и обратного. На одном из них производится замер объемного расхода, а замер температуры (отдельным прибором) производится на обоих трубопроводах.

Для проведения замера объемного расхода выберите тип трубопровода (подающий или обратный) в разделе «Замер», в основном окне программы установите параметры трубопровода (включая температуру воды), установите датчики в соответствии с инструкцией. Когда расход



установится, в окне «Энергоаудит» нажмите кнопку «Мгновенный» или «Средний». При этом в качестве результата замера принимается значение соответственно мгновенного расхода либо среднего расхода за весь период измерения (с момента нажатия кнопки «Сброс»). Окно принимает следующий вид:

Энергоаудит (расчет тепловой мощности)

Выбор типа теплосети

Закрытая система (производится одно измерение на подающем или обратном трубопроводе)

Система из нескольких подающих и обратных трубопроводов, на каждом из которых производится замер

Описание проводимого измерения (произвольный текст)

Отобразить график динамики тепловой мощности

Замер

Подающий трубопровод

Обратный трубопровод

Запомнить расход

Сброс

Результат замера

Объемный расход (м<sup>3</sup>/час) 5.45

Массовый расход (Тн/час) 5.44

Температура воды (°C) 25.0

Прочие параметры  выводить в отчет

Тип прибора - частотно-импульсный расходомер "Днепр-7"

Параметры трубопровода:  
Внутренний диаметр трубопровода: 63.0 мм

Отчет о результатах измерений и вычислений

Полный сброс

После этого необходимо произвести замер температуры на втором трубопроводе. Для этого выберите второй трубопровод (обратный или подающий) и введите температуру воды в этом трубопроводе в окно «Температура воды»:

18

**Энергоаудит (расчет тепловой мощности)**

Выбор типа теплосети

Закрытая система (производится одно измерение на подающем или обратном трубопроводе)

Система из нескольких подающих и обратных трубопроводов, на каждом из которых производится замер

Описание проводимого измерения (произвольный текст)

**Отобразить график динамики тепловой мощности**

Замер

Подающий трубопровод

Обратный трубопровод

Температура воды (°C)

Результат замера

**Отчет о результатах измерений и вычислений** **Полный сброс**

После этого замер считается выполненным и можно провести расчет тепловой мощности, нажав на кнопку «Отчет о результатах измерений и вычислений». Появится окно отчета.

Нажав кнопку «Сохранить», можно сохранить отчет в текстовом файле и в последствии распечатать его с помощью программы «Блокнот» .

**Отчет об измерении тепловой мощности**

Отчет об измерении тепловой мощности

Описание измерения:

-----

| Результат измерения:  
10.2340 ГДж/ч

-----

Тип теплосети:  
Закрывающая система (производится одно измерение на подающем или обратном трубопроводе)

Температура в подающем трубопроводе: 65.0 °C  
Температура в обратном трубопроводе: 40.0 °C

Замер расхода на подающем трубопроводе:  
Дата и время: 15:01:42, 04.09.02  
Результат: (мгновенный расход)  
100.00 м<sup>3</sup>/ч  
98.05 Тн/ч

Сохранить

2. Система из нескольких подающих и обратных трубопроводов, на каждом из которых производится замер объемного расхода.

В этом случае окно «Энергоаудит» имеет вид:

**Энергоаудит (расчет тепловой мощности)**

Выбор типа теплосети

Закрывающая система (производится одно измерение на подающем или обратном трубопроводе)

Система из нескольких подающих и обратных трубопроводов, на каждом из которых производится замер

Описание проводимого измерения (произвольный текст)

Количество трубопроводов

Подающих  Обратных

Температура холодной воды

Замер

Подающий трубопровод  
 Обратный трубопровод

номер

Запомнить расход

Сброс

Результат замера

Объемный расход (м<sup>3</sup>/час)

Массовый расход (Тн/час)

Температура воды (°C)

Прочие параметры  выводить в отчет

Отчет о результатах измерений и вычислений

Полный сброс

и позволяет задавать количество подающих и обратных трубопроводов в системе и температуру холодной воды.

Замер объемного расхода производится как и для закрытой системы, однако, необходимо задавать также номер подающего или обратного трубопровода, на котором производится замер.

В окне «Описание проводимого измерения» можно ввести любой текст, описывающий данное измерение. Этот текст помещается в отчет.

Кнопка «Сброс» позволяет сбросить результат измерения на выбранном трубопроводе, а кнопка «Полный сброс» - все результаты измерений на всех трубопроводах.

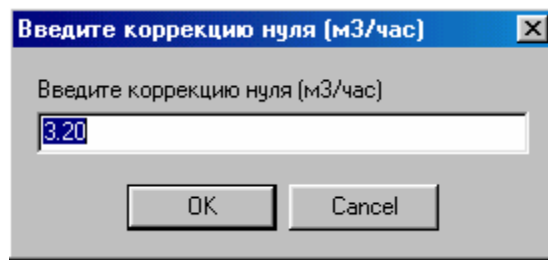
### **5.3.6. Коррекция нуля.**

Коррекцию нуля необходимо проводить после установки прибора на новый трубопровод. Она позволяет добиться того, чтобы при отсутствии расхода в трубопроводе прибор показывал нулевой объемный расход.

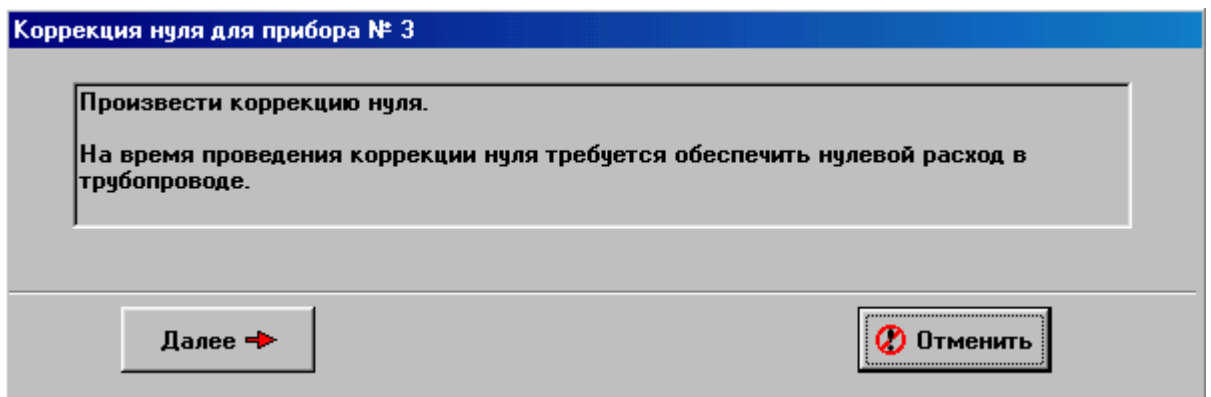
Кнопка «Коррекция нуля» появляется после модификации параметров трубопровода. Существуют два варианта коррекции нуля: ручная коррекция нуля и автоматическая коррекция нуля.

При ручной коррекции нуля можно ввести любое значение объемного расхода, которое будет автоматически вычитаться из результата.

При нулевом расходе в трубопроводе (при закрыто задвижке) в качестве значения для ручной коррекции нуля следует использовать индицируемое значение объемного расхода с обратным знаком. При ручной коррекции нуля на экране появится окно следующего вида:



После нажатия кнопки «Коррекция нуля» автоматическая запускается программа автоматической коррекции нуля, окно которой имеет следующий вид:



Нажатие кнопки «Далее» приводит к выполнению следующего этапа алгоритма. В текстовом окне появляются комментарии, руководства к действию и сообщения об ошибках. При проведении серии измерений индикатор прогресса под текстовым окном показывает долю выполнения замера.

Если коррекция нуля завершена успешно, в текстовом окне появляется надпись «Уточнение нуля завершено. Сохранить данные.» и после нажатия кнопки «Далее» результат работы программы сохраняется и кнопка «Коррекция нуля» на основном окне программы исчезает.

Нажатие кнопки «Отменить» на любом этапе прерывает работу алгоритма коррекции нуля. Окно «Коррекция нуля» закрывается и результаты работы алгоритма не сохраняются.

## **6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ**

6.1. К монтажу (демонтажу), эксплуатации, техническому обслуживанию расходомера должны допускаться лица, изучившие техническое описание и инструкцию по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электрическими установками и радиоэлектронной аппаратурой.

6.2. В расходомере имеются цепи, находящиеся под опасным для жизни напряжением 220 В.

6.3. Категорически запрещается эксплуатация расходомеров при снятой лицевой панели.

6.4. Запрещается вскрывать расходомер во включенном состоянии.

6.5. Все измерительное оборудование (осциллограф, вольтметр и др.), используемое при отыскании неисправностей, поверке, профилактических осмотрах и др. работах, должно иметь надежное заземление.

6.6. Все виды технического обслуживания и монтажа (демонтажа), связанные с пайкой электро- и радиоэлементов, распайка кабелей, замена вышедших из строя элементов, устранение обрывов проводов и т.д. производить только при отключении расходомера от сети питающего напряжения.

6.7. Не допускается эксплуатация расходомеров при неплотно вставленных и закрепленных разъемах, при неуплотненных кабелях.

6.8. Не допускается эксплуатация расходомеров без заземления.

## 7. ПОДГОТОВКА И ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1. При установке и монтаже расходомеров должны строго соблюдаться правила техники безопасности, изложенные в разделе «Указания мер безопасности» и в нормативно-технических документах, действующих на предприятии-потребителе.

7.2. Требования к длине прямолинейных участков.

7.2.1. Длина прямолинейных участков трубопроводов до места установки датчиков (ПП) указана в табл.1

Таблица 1

Тип местного сопротивления	Отношение длины прямолинейного участка трубопровода к его диаметру
Колено, тройник	21
- в одной плоскости	21
- в разных плоскостях	48
Диффузор	21
Конфузор	10
Полностью открытая задвижка	23
Наполовину открытая задвижка	48
Ответвление от основного потока при соотношении площадей не более 0.33	8

Длина прямолинейных участков трубопроводов за местом установки датчиков должна быть не менее  $5 \cdot D_u$ .

### 7.2.2. Оценка осесимметричности потока.

Ограничения на длины прямолинейных участков трубопроводов вызваны свойствами потока контролируемой среды, в частности, не симметричным относительно оси трубопровода, профилем течения потока.

В случае необходимости, длины прямолинейных участков трубопроводов могут быть сокращены после обследований конкретного трубопровода. Для этого требуется при неизменном расходе установить ПП в 3-х плоскостях (в горизонтальной плоскости, под углом  $60^\circ$  и под углом  $120^\circ$  к горизонтальной оси) с диаметрально противоположных сторон трубопровода и сравнить показания расходомера при установке в разных плоскостях.

Если показания расходомера отличаются друг от друга не более чем на 2 %, то в данном месте профиль скоростей потока можно считать осесимметричным и метрологические характеристики расходомера соответствуют паспортным значениям.

Если показания расходомера отличаются друг от друга более чем на 2 %, то в данном месте профиль скоростей потока является не осесимметричным и необходимо выбрать другое место установки ПП.

Такое обследование трубопровода рекомендуется проводить и в случае соблюдения длин прямолинейных участков для исключения случайных факторов, влияющих на свойства течения контролируемой среды.

### 7.3. Подготовка трубопровода.

7.3.1. Выбрать место установки ПП в соответствии с п.6.2.

7.3.2. Места установки желательно располагать в горизонтальной плоскости относительно оси трубопровода.

7.3.3. Произвести разметку трубопровода.



Для этого необходимо отметить центр места установки первого датчика - точка 0.

С диаметрально противоположной стороны отметить точку 1. От точки 1 обозначить линию, параллельную оси трубопровода в направлении течения жидкости. Отметить точку установки второго датчика - точка 2 со смещением от точки 1 на расстояние, указанное в паспорте на прибор, как – рекомендуемая база.

7.3.4. Произвести зачистку трубопровода в точке 0 и точке 2. Размер участка поверхности под место установки должен быть порядка 40 мм x100 мм. Зачистить трубопровод от грязи, краски, окалины, ржавчины и отшлифовать поверхность трубопровода до шероховатости не более Ra 2,5.

На шлифованной поверхности не должно быть раковин, царапин и иных повреждений (швов, следов от сварки).

7.3.5. Зачищенные места трубопровода смазкой типа ЛИТОЛ - 24 толщиной (3-4) мм.

7.3.6. Если поверхность трубопровода покрыта влагой, то перед нанесением смазки, протереть места установки ПП сухой тканью, а затем тканью смоченной ацетоном.

7.4. Подготовка расходомера.

7.4.1. Перед установкой на действующий трубопровод ПП должны быть подключены к расходомеру.

7.4.2. Датчик 1 подключить к разъему «Датчик1». Датчик 2 подключить к разъему «Датчик 2».

7.4.3. Закрепить на ПП направляющие, таким образом, чтобы при установке на трубопровод край направляющих касался стенки трубопровода.

7.4.4. Покрывать рабочие поверхности ПП смазкой типа ЛИ-ТОЛ-24 толщиной (3-4)мм.

7.4.5. Установить ПП на предварительно подготовленный участок трубопровода. ПП должны устанавливаться параллельно оси трубопровода так, чтобы стрелки на датчиках совпадали с направлением потока жидкости.

Оба преобразователя прижимаются к поверхности трубопровода с усилием (0,05-0,1) МПа с помощью хомута или крепежных скоб так, чтобы направление потока совпадало с направлением стрелки на датчике.

7.4.6. Ультразвуковой расходомер имеет расширенную систему защиты от сбоев. Достоверные показания расходомера гарантируются при отсутствии сбоев. При этом светодиод, расположенный на передней панели процессорного блока, должен непрерывно светиться зеленым цветом.

Уровень сигнала по индикаторной рейке должен быть не менее 2-х, то есть должны светиться не менее 2-х светодиодов рейки. При уровне сигнала менее 2-х, датчики снять и место их установки обстучать молотком (для устранения внутренних отложений).

Расстояние между датчиками двух приборов на одном трубопроводе должно быть не менее 30 метров.

### 7.5. Определить внутренний диаметр трубопровода.

В случае отсутствия сведений о внутреннем диаметре, определить его косвенным методом по результатам измерений диаметра и толщины стенки трубопровода следующим образом:

Перед измерением внешнего диаметра трубопровода необходимо убедиться, что в местах возможного прилегания ленты рулетки на трубопроводе отсутствуют выступы, наросты ржавчины, швы электросварки, остатки теплоизоляции и т.д. В противном случае они должны быть зачищены заподлицо с поверхностью трубопровода.

Наружные диаметры трубопроводов до  $D_n=120$  мм измеряют с помощью штангенциркуля (точность 0,05 мм).

С помощью рулетки длиной до 5м (ГОСТ 7502-89, погрешность  $\pm 1$  мм) определяется длина окружности трубопровода, при  $D_n > 120$  мм методом опоясывания.

Наружный диаметр вычисляется по формуле:

$$D_n = dL/3,1415926, \quad (8)$$

где  $dL$ - длина окружности трубы, [мм].

С помощью ультразвукового толщиномера (например, типа УТ-65 или УТ-60) измеряется толщина стенки трубопровода  $H_c$  в 8 точках, равномерно расположенных по окружности трубопровода в местах установки ПП.

Внутренний диаметр трубопровода вычисляется по формуле:

$$D_v = D_n - 2H_c, \quad (9)$$

где  $H_c$  - среднее значение толщины стенки, измеренное с помощью ультразвукового толщиномера, [мм].

$$H_c = (H_{c1} + H_{c2} + \dots + H_{c8})/8, \quad (10)$$

где  $H_{c1}$  - толщина стенки трубопровода в точке измерения.

Результаты проведенных измерений заносятся в протокол (приложение).

7.6. С помощью таблицы приложения 1 определить верхний предел преобразования расхода  $Q_{\max}$  в  $\text{м}^3/\text{ч}$  по полученному (п.7.5.) внутреннему диаметру трубопровода  $D_{\text{в}}$  и известному для применяемой модификации расходомера номеру диапазона. Если полученное в результате измерения и расчета значение  $D_{\text{в}}$  отличается от значений, перечисленных в таблице приложения 1, следует рассчитать расход  $Q_{\max}$  по формуле (4).

7.7. Ввести в компьютер значение внутреннего диаметра, толщины стенки и материала трубопровода, определенные в п. 7.5.

## **8. МОНТАЖ РАСХОДОМЕРА ДНЕПР-7 НА ОБЪЕКТЕ**

8.1. Выбрать место установки датчиков с соблюдением требований установки коммерческого расходомера. Подготовить участок трубопровода и расходомер к монтажу (смотри раздел 6). Рекомендуется устанавливать датчики до местных сопротивлений потока (задвижка, колесо).

### **ВНИМАНИЕ!!!**

#### **ПРАВИЛА МОНТАЖА ДАТЧИКОВ НА ТРУБОПРОВОД**

8.2. Подключить датчики к блоку.

8.3. Смонтировать к подготовленной поверхности на трубопровод так, чтобы датчик не вращался вокруг своей оси. Жестко закрепить направляющие на датчике с помощью резинового жгута или троса.

8.4. Смазать датчики пластичной смазкой ЛИТОЛ-24, слоем (3-5) мм по плоскости вдоль продольной оси датчика.

8.5. Смонтировать (приложить) датчики смазанной поверхностью к трубопроводу и закрепить их с помощью хомута или крепежных скоб на

подготовленных местах – точка 0 и точка 2. Сила прижатия датчика к поверхности (0,05 – 0,1) МПа.

**ВНИМАНИЕ!!! ПОДКЛЮЧАТЬ РАСХОДОМЕР К СЕТИ, ТОЛЬКО УБЕДИВШИСЬ В ПРАВИЛЬНОСТИ МОНТАЖА**

8.6. Подключить прибор к сети переменного тока, напряжением 220 В частотой 50 Гц. (или использовать встроенный аккумулятор).

8.7. Двухцветный светодиод – индикатор сбоев в работе, должен светиться зеленым цветом.

Количество светящихся светодиодов на рейке зависит от качества монтажа и правильности установки датчиков. Необходимо добиваться максимального количества светящихся светодиодов при установке датчиков на поверхность трубопровода. Светодиодная рейка сигнализирует о правильности и точности установки датчиков.

8.8. Подключение регистрирующих приборов к токовому выходу только при наличии оторванного от земли входа.

8.9. В течение 5 минут после включения происходит самодиагностика расходомера. Показания счетчика следует снимать через 5 минут после включения расходомера.

8.10. При штатной работе (при отсутствии сбоев) светодиод светится зеленым цветом. Сбои в работе расходомера могут быть вызваны повышенным содержанием (более 1%) нерастворенного газа в контролируемой среде или большими отложениями (более 5 мм) на внутренних стенках трубопроводов. При сбоях, сигнальный светодиод светится красным цветом.

8.11. При больших отложениях (более 5 мм) на внутренних стенках трубопроводов и ослаблении приемного сигнала менее 2-х светодиодов на индикаторной рейке, необходимо выбрать другое место установки ПП.

**9. НАЛАДКА РАСХОДОМЕРА ДНЕПР-7 НА ОБЪЕКТЕ**

Расходомер-счетчик ультразвуковой имеет автоматическую систему настройки.

При наладке расходомера на объекте необходимо выполнить следующие операции.

А) Закрепить «Датчик 1» в точке 0 на трубопроводе.

Б) Закрепить «Датчик 2» в точке 1 на трубопроводе.

В) Измерить базу – смещение между центрами датчиков 1 и 2 вдоль оси трубопровода и сравнить ее с рекомендуемой базой – записанной в паспорте. Отклонение от рекомендуемой базы не должно превышать  $\pm 10$  мм.

Г) Определить амплитуду сигнала по индикаторной рейке.

Если амплитуда сигнала меньше 2-х., то следует обратить особое внимание на состояние контролируемой среды и трубопровода. Для дальнейшей настройки следует записать амплитуду сигнала.

Д) Смещая «Датчик 2» вдоль оси трубопровода и по диаметру добиться максимального сигнала по индикаторной рейке.

В процессе выбора положения датчика возможна индикация сбоев – красный цвет на двухцветном индикаторе определяет сбой в работе.

Е) Кратковременное свечение красного светодиода на двухцветном индикаторе сбоев в работе свидетельствует о повышенном содержании нерастворенного газа в контролируемой среде.

## 10. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Перечень основных проверок технического состояния приведен в таблице 2.

Таблица 2

Методика проверки	Технические требования
1. Проверка сопротивления изоляции сетевого кабеля расходомера с помощью мегаомметра.	20 МОм при относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80% и температуре (20±5) °С.
2. Визуальный осмотр.	См. раздел 6 «Подготовка и порядок работы».
3. Проверка правильности выбора места установки ПП.	Длины прямолинейных участков должны соответствовать таблице 1.
4. Проверка правильности установки ПП.	См. раздел 7. Трубопровод в месте установки предварительно очищенный от грязи, краски, окалины, ржавчины, отшлифован и покрыт слоем (3-5) мм смазки типа ЛИТОЛ-24. Датчики должны быть установлены на подготовленные места трубопровода.
5. Проверка правильности электрического монтажа.	Электрический монтаж должен соответствовать схемам соединений и подключения, приведенным в приложении.

## **11. КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, УЧАСТВУЮЩЕГО В ПРОЦЕССЕ ИЗМЕРЕ- НИЯ**

11.1. Ультразвуковой расходомер ДНЕПР-7 производит измерение объемного расхода посредством накладных ультразвуковых преобразователей, устанавливаемых снаружи действующего трубопровода.

В процессе измерения объемного расхода участвует не только расходомер, но и остальное технологическое оборудование, а также контролируемая среда.

11.2. Проверка состояния контролируемой среды.

Расходомер-счетчик ультразвуковой ДНЕПР-7 устойчиво работает при объемном содержании пузырьков нерастворенного газа до 1%.

Диаметр пузырьков нерастворенного газа зависит от давления в трубопроводе. При пониженном избыточном давлении ниже 0,1 МПа, использование данной модификации расходомера не рекомендуется.

11.3. Контроль за состоянием трубопровода.

Расходомер ДНЕПР-7 не рекомендуется устанавливать на трубопроводе без соблюдения длин прямолинейных участков.

Длина прямолинейных участков трубопроводов до места установки датчиков (ПП) указана в таблице 1.

В местах установки ПП, трубопровод не должен иметь раковин и заусенцев.

Особое внимание следует обратить на состояние внутренней поверхности трубопровода. Допустимая величина наростов на внутренней стенке трубопровода составляет не более 5 мм.

Следует особо учитывать величину внутренних отложений при оценке внутреннего диаметра трубопровода, поскольку погрешность в



определении внутреннего диаметра приводит к удвоенной погрешности измерения объемного расхода.

## 12. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

12.1 Перечень возможных неисправностей, вероятные причины их возникновения и методы устранения указаны в табл.3

Таблица 3

Признаки неисправностей и аварийные ситуации.	Вероятная причина и местонахождение неисправностей.	Методы устранения неисправностей.
1. При штатном включении прибора от сети нет индикации заряда аккумулятора.	а). Неисправен сетевой шнур	Замена сетевого шнура.
2. Недостаточный уровень принимаемого сигнала.	а) Отсутствует смазка между ПП и трубопроводом. б) Неплотное прилегание ПП к трубопроводу. в) Нарост на стенках трубопровода.	Обеспечить плотное прилегание ПП к трубе и заполнение смазкой зазоров в зоне контакта ПП с трубой. Поменять место установки ПП.
3. Прибор фиксирует внештатную ситуацию в трубопроводе.	а) Не полное заполнение трубопровода. Б) не правильно установлены ПП.	Поменять место установки ПП.

12.2. При замене вышедших из строя элементов строго руководствоваться указаниями разделов 5,6,7 и 8.

12.3. Замена вышедших из строя электро- и радио- элементов должна производиться квалифицированными электромонтажниками.

12.4. При образовании в верхней части трубопровода воздушной пробки, в местах установки ПП, происходит уменьшение фактического сечения трубопровода. Рекомендуется устанавливать ПП на наклонных

участках трубопровода, в местах, где не может образоваться воздушная пробка.

12.5. Диаметр трубопровода в месте установки ПП и номер диапазона измерения выбираются таким образом, чтобы номинальный расход составлял (30 – 60) % от максимума диапазона измеряемого расхода.

### **13. ПОВЕРКА РАСХОДОМЕРА**

13.1. Сведения о поверке изложены в методике поверки.

13.2. Методика поверки распространяется на первичную, периодическую, а также внеочередную поверки.

13.3. Первичная поверка производится при выпуске расходомеров из производства и ремонта.

13.4. Межповерочный интервал - 2 года.

13.5. Внеочередная поверка производится в случаях предусмотренных методикой поверки, а также нормативными документами по метрологическому обеспечению.

## 14. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

14.1. Изготовитель гарантирует безотказную работу расходомера при соблюдении потребителем: условий транспортирования, хранения, правильном выборе места установки, монтажа и условий эксплуатации.

14.2. Критерием отказа расходомера-счетчика ДНЕПР-7 служит несоответствие технических характеристик, выявленное в результате поверки расходомера, проведенной имитационным методом по методике поверки.

14.3. Испытания проливым методом могут проводиться только в присутствии представителя фирмы производителя, или лица, прошедшего обучение и имеющего соответствующее свидетельство.

14.4. Срок гарантии расходомера -12 месяцев с момента продажи.

14.5. Гарантийный срок хранения расходомера в упаковке - 6 месяцев с момента продажи.

14.6. Действие гарантийных обязательств прекращается при:

- 1) истечении гарантийного срока эксплуатации;
- 2) нарушении пломб, установленных производителем;
- 3) нарушении целостности корпусов прибора или датчиков вследствие механических повреждений, перегрева, действия агрессивных сред, неправильной эксплуатации, небрежного обращения или самостоятельного ремонта.

14.7. Предприятие изготовитель не несет ответственности за состояние технологического оборудования, участвующего в процессе измерения.

Состояние технологического оборудования контролируется специалистами, производящими измерение. Контроль состояния технологического оборудования производится в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации.

14.8. Предприятие изготовитель не несет ответственности за работу расходомера-счетчика в случае: проведения измерений, осуществления монтажно-наладочных работ и ввода расходомера в эксплуатацию организацией, не имеющей сертификата на право выполнения этих работ, выдаваемого предприятием изготовителем.

14.9. При появлении признаков нарушения работоспособности расходомера просим обращаться на наше предприятие для получения квалифицированной консультации и оказания технической помощи.

14.10. Изготовитель ведет работу по совершенствованию изделия, повышающую надежность и улучшающую эксплуатационные качества. Поэтому в изделие могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

14.11. Предприятие изготовитель не несет никаких других обязательств или ответственности, кроме тех, которые указаны в гарантийных обязательствах.

Сведения о рекламациях.

При обнаружении неисправности расходомера в период гарантийных обязательств, что должно быть подтверждаться актом поверки в соответствии с прилагаемой методикой поверки, просим обращаться на завод-изготовитель.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

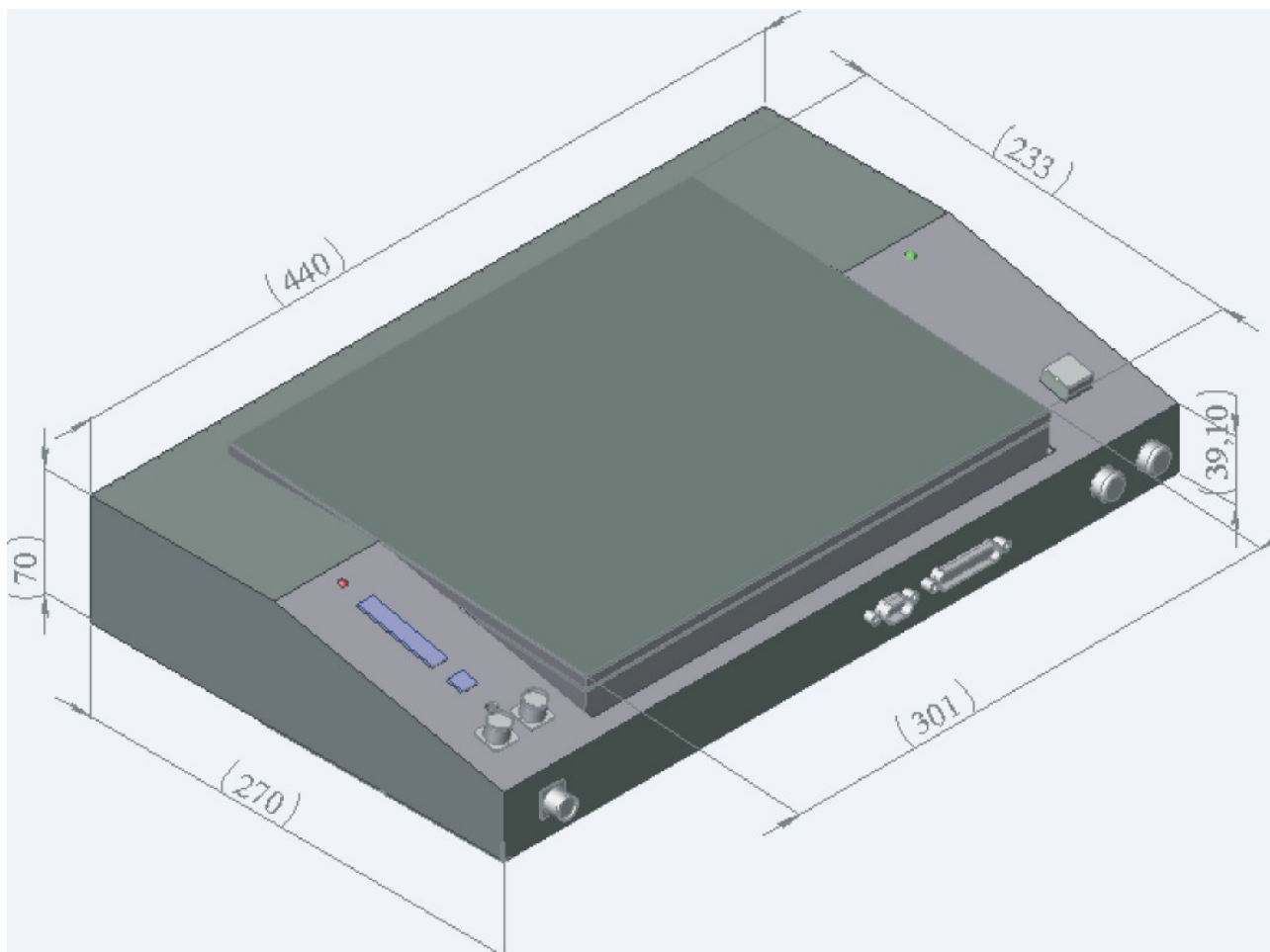
**ДИАПАЗОНЫ ИЗМЕРЯЕМЫХ РАСХОДОВ**

Таблица 1.

Номиналь- ный диа- метр, мм.	Объемный расход, м <sup>3</sup> /ч					
	Диапазон измерения					
	1		2 (основной)		3	
	0,05-1,5 м/с		0,1-3 м/с		0,2-6 м/с	
	Qmin	Qmax	Qmin	Qmax	Qmin	Qmax
DN50	0,32	10,6	0,64	21,2	1,27	42,4
DN65	0,54	17,9	1,08	35,8	2,15	71,7
DN80	0,81	27,1	1,63	54,3	3,26	108,6
DN100	1,27	42,4	2,54	84,8	5,09	169,6
DN125	1,99	66,3	3,98	132,5	7,95	265,1
DN150	2,86	95,4	5,73	190,9	11,45	381,7
DN200	5,09	169,6	10,18	339,3	20,36	678,6
DN250	7,95	265,1	15,9	530,2	31,81	1060,3
DN300	11,45	381,7	22,90	763,4	45,80	1526,8
DN350	15,59	519,5	31,17	1039,1	62,34	2078,2
DN400	20,36	678,6	40,72	1357,2	81,43	2714,3
DN500	31,81	1060,3	63,62	2120,6	127,23	4241,1
DN600	45,80	1526,8	91,61	3053,6	183,22	6107,3
DN700	62,34	2078,2	124,69	4156,3	249,38	8312,7
DN800	81,41	2714,3	162,86	5428,7	325,72	10857,3
DN1000	127,2	4241,1	254,47	8482,3	508,94	16964,6
DN1200	183,2	6107,3	366,44	12214	732,87	24429,0
DN1400	249,4	8312,7	498,76	16625	997,52	33250,6
DN1600	325,7	10857,3	651,44	21714	1302,88	43429,4

## ПРИЛОЖЕНИЕ

## ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ РАСХОДОМЕРА



## ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ И МАССА РАСХОДОМЕРА

Наименование	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, Не более
1.Сервисный блок	270 * 230 * 100	3,5
2.Первичный преобразователь	75 * 40 * 29	0,5

## ПРИЛОЖЕНИЕ

## Установка датчиков на трубопровод

