



**РАСХОДОМЕР - СЧЕТЧИК УЛЬТРАЗВУКОВОЙ  
ДНЕПР – 7**

(портативный вариант для гомогенных сред и воды)

Руководство по эксплуатации

ДНПРО.02.011.2 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.

Расходомеры-счетчики ультразвуковое ДНЕПР-7 предназначены для технологических и коммерческих измерений, контроля и учета объемного расхода, объема гомогенных (однофазных) жидкостей и воды 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 в комплекте с тепловычислителем.

Расходомер содержит два накладных (прикрепляемых к наружной поверхности трубопровода) ультразвуковых преобразователя (ПП) с соединительным кабелем и электронный блок. Электронный блок расходомера (БЭ), оснащен графическим ЖК дисплеем, на котором отображаются результаты измерения.

Расходомер обеспечивает цифровую индикацию мгновенного значения объемного расхода и количества жидкости с нарастающим итогом.

Расходомер имеет унифицированный выходной сигнал постоянного тока (0-5 мА или 4-20 мА), который может быть использован для контроля и измерения объемного расхода.

Расходомер имеет частотно-импульсный выходной сигнал с частотой от 0 до 1000 Гц., который может быть использован для подключения тепловычислителя (например, типа СТД или ВКТ).

Выходные сигналы имеют линейную зависимость от величины расхода жидкости.

Ультразвуковые преобразователи расходомера (ПП) могут устанавливаться на действующем трубопроводе в местах с повышенной влажностью, включая колодцы и сырые неотапливаемые 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 Расходомеры-счетчики обеспечивают унифицированный выходной сигнал постоянного тока (0-5) мА или (4-20) мА (ГОСТ 26.010-80), пропорциональный объемному расходу жидкости.

3.7 Предел допускаемой приведенной погрешности преобразования объемного расхода жидкости в выходной токовый сигнал составляет  $\pm 1,5 \%$ , при изменениях сопротивления нагрузки: от 100 Ом до 2,5 кОм для сигнала (0-5) мА; и от 100 Ом до 1 кОм для сигнала (4-20) мА.

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

3.9 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.

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

3.11 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.

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

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

#### **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 выходные сигналы и 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, выбранного диапазона и т.п.) вводятся в память 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 электронном блоке ультразвукового расходомера.

4.6. Представление результатов измерений производится ЖК дисплеем, размещенным на панели БЭ. Результаты измерений дублируются на дополнительном светодиодном индикаторе.

4.7. Соотношение между разностной и суммарной частотой 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, [рад];

$C_p$  - 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 частотой 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).

Для расходомера с токовым выходом, объемный расход рассчитывается по формуле:

$$Q = Q_{\max} \cdot (I - I_0) / (I_{\max} - I_0), \quad (5)$$

где  $I$  - показание прибора в миллиамперах;

$I_0$  и  $I_{\max}$  - начальное и максимальное значения выходного сигнала,

(для сигнала (0-5) мА:  $I_0=0$  мА,  $I_{\max}=5$  мА; для сигнала (4-20) мА:  $I_0=4$  мА,  $I_{\max}=20$  мА)

#### **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 С ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСХОДОМЕРА ДНЕПР-7

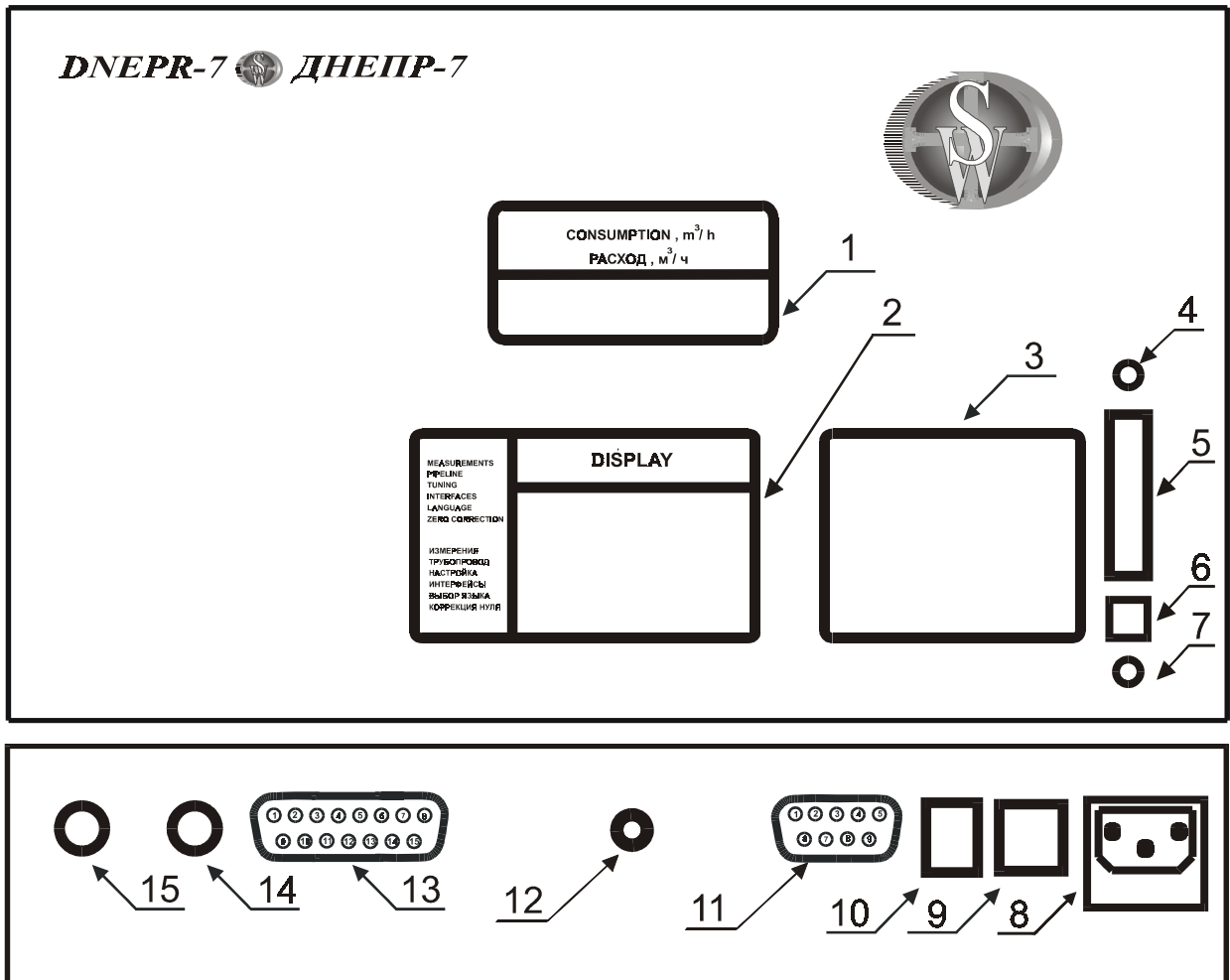


Рисунок 1

На лицевой панели электронного блока (смотри Рис.1) располагаются:

1 – Дополнительный цифровой светодиодный индикатор, служащий для дополнительной индикации расхода.

2 – Графический дисплей, служащий для отображения информации.

3 – Клавиатура управления.

4 – Двухцветный индикатор штатной / нештатной ситуации в трубопроводе. Измерение расхода возможно только при штатной ситуа-

ции в трубопроводе. Нештатная ситуация может быть вызвана большой (более 1%) концентрацией пузырьков воздуха в жидкости, или не полным заполнением трубопровода.

5 – Индикатор амплитуды принимаемого сигнала. Измерение расхода возможно только при амплитуде больше минимальной. Уменьшение амплитуды принимаемого сигнала может быть обусловлено не правильным монтажом датчиков, или чрезмерным обрастанием стенок трубопровода (наросты более 5 мм.)

6 – Индикатор направления потока. Стрелка индикатора указывает направление потока жидкости.

7 – Индикатор разряда аккумулятора. Зеленый – если аккумулятор нормально заряжен, красный – если аккумулятор разряжен. При разряженном аккумуляторе расходомер следует выключить и поставить на подзарядку.

8– Сетевой разъем с предохранителем.

9 – Кнопка включения / выключения прибора.

10 – Переключатель режима индикации «Сигнал»/«Аккумулятор».

11 – Разъем для подключения к СОМ порту компьютера.

12- Ручка регулировки контрастности графического дисплея.

13 - Разъем для подключения внешних устройств.

14 – Разъем для подключения датчика 2.

15 – Разъем для подключения датчика 1.

5.1. Электронный блок выполняет следующие функции:

- настройка прибора;
- отображение результатов измерения;
- архивирование данных и передача их в компьютер;
- формирование выходного сигнала (токовый или частотный).

5.2. Электронный блок оснащен графическим -ЖК дисплеем, на котором отображаются результаты измерения и прочие параметры. Параметры сгруппированы в шесть пунктов меню. В каждый момент времени на дисплее отображается один параметр из текущего меню. Смена отображаемого параметра, а также его модификация производится с помощью клавиатуры.

#### **Включение и выключение.**

5.3. Сразу после включения прибора на дисплее отображается сообщение: «Диагностика. Подождите...» (при этом производится диагностика измерительного блока на наличие ошибок). Через несколько секунд появляется новое сообщение: «Программирование. Подождите...» (при этом производится передача в измерительный блок ряда параметров). Еще через несколько секунд должно появиться главное меню - это означает, что прибор включился успешно.

5.4. Если сообщение о диагностике или программировании длительное время не исчезает, это свидетельствует об отсутствии связи между электронным и измерительным блоками. Перезапустите процессор прибора, для этого выключите расходомер и через 5 – 10 секунд включите снова.

5.5. При выключении прибора производится сохранение значений параметров в энергонезависимой памяти прибора, а при

включении прибора - считывание этих значений (прибор «запоминает» параметры при выключении).

### **5.6. Описание подсистемы ввода и отображения информации портативного частотно-импульсного расходомера «Днепр-7»**

Подсистема ввода и отображения информации состоит из следующих элементов:

- клавиатура
- жидкокристаллический дисплей
- дополнительный светодиодный индикатор

Клавиатура представляет собой пластиковый прямоугольник с нанесенными на него изображениями следующих клавиш: цифры «0» ... «9», «ESC», «ENT», «F», «.», «←», «→», «↓», «↑». Клавиатура предназначена для управления режимами работы ЖК дисплея и ввода параметров, задаваемых пользователем.

Жидкокристаллический (ЖК) дисплей предназначен для отображения измеряемых и задаваемых пользователем параметров, индикации режимов работы прибора, отображения неисправностей, выявленных в ходе самодиагностики прибора. Для управления режимами работы ЖК дисплея служит клавиатура. Подробно эти режимы описаны ниже.

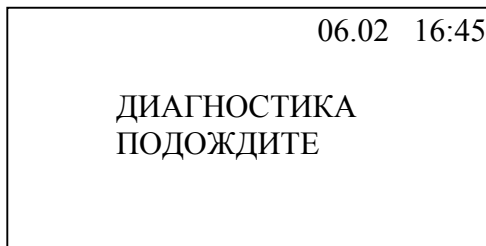
Дополнительный светодиодный индикатор представляет собой горизонтальный ряд из семи семисегментных светодиодных индикаторов. Предназначен для индикации значения объемного расхода жидкости в ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ). Направление потока определяется наличием или отсутствием знака «-» у отображаемого числа. Отображаемое на до-

полнительном светодиодном индикаторе число совпадает с параметром «Расход», отображаемым на ЖК дисплее.

## 5.7. Режимы работы ЖК дисплея

### Режим диагностики.

Дисплей имеет вид:

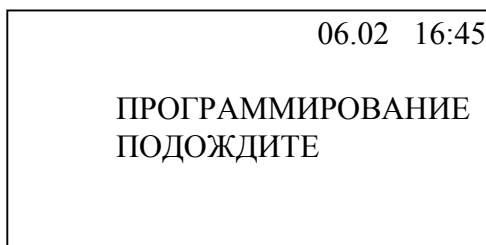


В режиме диагностики прибор выполняет некоторые операции самотестирования. Если самотестирование прошло успешно, дисплей переходит в режим программирования. Режим диагностики включается автоматически при включении прибора.

В верхней строке отображается (слева направо) текущий день, месяц, час и минута по встроенным в прибор часам реального времени. Эта информация отображается во всех режимах работы дисплея.

### Режим программирования.

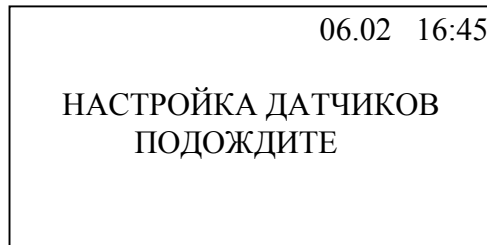
Дисплей имеет вид:



В режиме программирования прибор выполняет самонастройку в соответствии с текущими значениями параметров (диаметром трубопровода, толщиной стенки и т. п.). Режим программирования включается автоматически при включении прибора после режима диагно-

стики, а также после изменения пользователем некоторых параметров при переходе в главное меню.

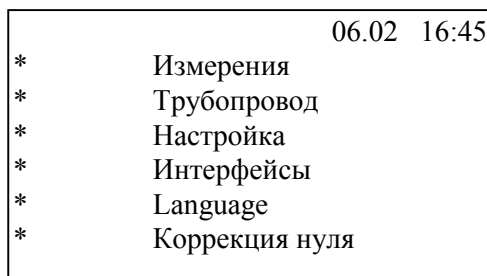
### Режим настройки датчиков.



Дисплей имеет вид:

В этом режиме прибор выполняет некоторые операции настройки датчиков. Режим включается автоматически при включении прибора, а также в процессе процедуры коррекции нуля.

### Главное меню.



Дисплей имеет вид:

В этом режиме пользователь выбирает одно из шести вторичных меню. Кнопки « ↓ », « ↑ » перемещают курсор по пунктам, кнопкой «ENT» производится переход в выбранное меню. Режим главного меню включается автоматически при включении прибора после режима настройки датчиков. Находясь во вторичном меню, можно вернуться в главное меню кнопкой «ESC» или «F».

### 5.8. Вторичные меню.

Режимы вторичных меню включаются при выборе кнопкой «ENT» в основном меню соответствующего пункта. Во всех вторичных меню в строке под датой отображается название меню, а в нижней строке (под горизонтальной чертой) – значение выбранного па

раметра. Между ними отображаются названия параметров, расположенные в один или два столбца. Выбор параметра производится кнопками «←», «→», «↓», «↑»; выбранный параметр подсвечивается курсором. Кнопки «ESC» и «F» переводят дисплей в режим главного меню. Кнопка «ENT» переводит дисплей в режим редактирования параметра или его просмотра (если параметр не редактируемый).

### Меню «Измерения».

	06.02 16:45
*	Измерения
*	Расход
*	Вр. нароб
	Сум. объём
	Объём (+)
	Объём (-)

Дисплей имеет вид:

В этом режиме отображаются измеряемые параметры:

«Расход» – расход измеряемой среды в (м<sup>3</sup>/ч);

«Сум. объём» - суммарный объем в (м<sup>3</sup>);

«Объём (+)» - кол-во (м<sup>3</sup>), прокачанных в прямом направлении;

«Объём (-)» - кол-во (м<sup>3</sup>), прокачанных в обратном направлении;

«Вр. нароб» - время наработки прибора в часах.

Все эти параметры не редактируемые, поэтому при нажатии кнопки «ENT» происходит переход в режим просмотра соответствующего параметра.

## Меню «Трубопровод».

	06.02 16:45
Трубопровод	
Диаметр	Qmax
Толщина	Qmin
Материал	
Реком. база	
-----	

Дисплей имеет вид:

В этом режиме отображаются параметры трубопровода:

«Диаметр» – внутренний диаметр трубопровода в (мм);

«Толщина» - толщина стенки трубопровода в (мм);

«Материал» - материал трубопровода;

«Реком. база» - рекомендуемая база между датчиками (расстояние между датчиками вдоль трубопровода) в (мм);

«Qmax» - максимальный расход в (м<sup>3</sup>/ч);

«Qmin» - минимальный расход в (м<sup>3</sup>/ч).

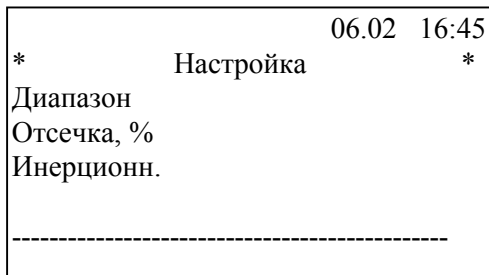
Параметры «Реком. база», «Qmax», «Qmin» - не редактируемые; при нажатии «ENT» происходит переход в режим просмотра соответствующего параметра.

Параметры «Диаметр», «Толщина» - числовые редактируемые; при нажатии «ENT» происходит переход в режим редактирования соответственно диаметра и толщины стенки. Диаметр может принимать значения от 20 до 1600 мм, а толщина стенки – от 1 до 20 мм.

Параметр «Материал» - выбираемый; при нажатии «ENT» происходит переход в режим выбора материала трубопровода. Доступны материалы - сталь и пластик.



## Меню «Настройка»



Дисплей имеет вид:

В этом режиме отображаются параметры настроек:

«Диапазон» – диапазон измерения;

«Отсечка, %» - отсечка нуля в процентах от  $Q_{max}$ ;

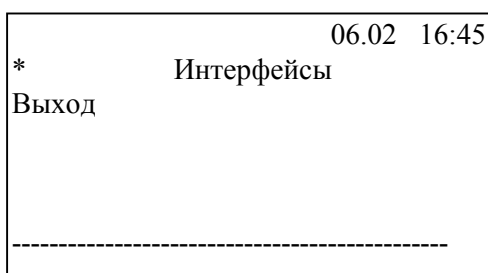
«Инерционн.» - степень инерционности процесса измерений.

Параметр «Диапазон» - выбираемый; при нажатии «ENT» происходит переход в режим выбора диапазона; допустимые значения: 1; 2; 3; 4.

Параметр «Отсечка, %» - редактируемый; при нажатии «ENT» происходит переход в режим редактирования этого параметра; допустимые значения: 0...10 (целое число).

Параметр «Инерционн.» - редактируемый; при нажатии «ENT» происходит переход в режим редактирования этого параметра; допустимые значения: 2...255 (целое число).

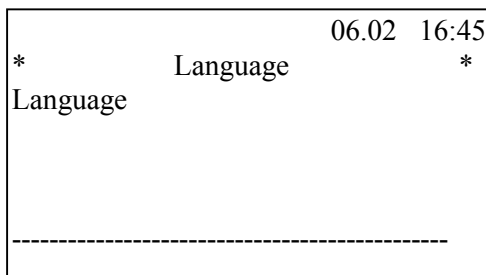
## Меню «Интерфейсы»



Дисплей имеет вид:

В этом режиме отображается единственный параметр – тип выходного сигнала. Этот параметр выбираемый; при нажатии «ENT» происходит переход в режим выбора типа выходного сигнала; доступны значения: «частотный», «(0-5) мА», «(4-20) мА».

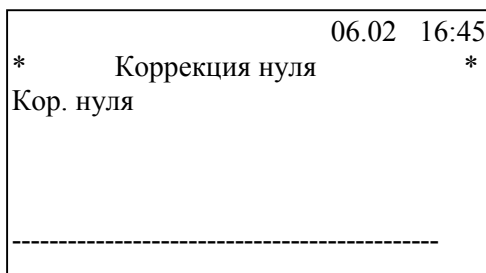
### Меню «Language»



Дисплей имеет вид:

В этом режиме отображается единственный параметр – язык надписей на ЖК дисплее. Этот параметр выбираемый; при нажатии «ENT» происходит переход в режим выбора языка; доступны значения: «English» (английский) , «Russian» (русский).

### Меню «Коррекция нуля»



Дисплей имеет вид:

В этом режиме отображается единственный пункт подменю – «Кор. нуля». При нажатии «ENT» происходит переход на процедуру коррекции нуля.

### **Режим редактирования числового параметра**

Этот режим включается при выборе кнопкой «ENT» во вторичном меню параметров «Диаметр», «Толщина», «Отсечка, %», «Инерционн.».

При этом в верхней строке (под датой) отображается название параметра, в самой нижней строке отображается строка состояния прибора, а между ними мигающий курсор – приглашение к вводу числового значения. Ввод осуществляется цифрами клавиатуры; у параметров «Диаметр» и «Толщина» можно ввести точку (на клавиатуре), после чего ввести цифрами дробную часть (десятые доли миллиметра).

После ввода числа необходимо нажать «ENT». Если введенное значение находится в допустимом диапазоне, происходит переход во вторичное меню и введенное значение запоминается. Если значение вне допустимого диапазона, выводится сообщение об этом и предлагается ввести число снова (введенное значение очищается).

Нажатие «ESC» в этом режиме переводит дисплей во вторичное меню с восстановлением того значения параметра, которое было до входа в редактор.

### **Режим выбора значения параметра**

Этот режим включается при выборе кнопкой «ENT» во вторичном меню параметров «Материал», «Диапазон», «Выход», «Language».

При этом в верхней строке (под датой) отображается название параметра, в следующей строке отображается значение параметра. В нижней строке отображается текущее состояние прибора. Выбор значения параметра производится кнопками «←», «→», «↓», «↑».

После выбора значения параметра необходимо нажать «ENT». После этого происходит переход во вторичное меню и выбранное значение запоминается.

Нажатие «ESC» в режиме выбора переводит дисплей во вторичное меню с восстановлением того значения параметра, которое было до входа в режим выбора.

### **Режим просмотра значения параметра**

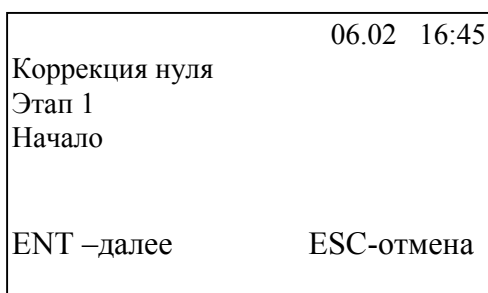
Этот режим включается при выборе кнопкой «ENT» во вторичном меню не редактируемых параметров: «Расход», «Сум. объем», «Объем (+)», «Объем (-)», «Вр.нараб», «Реком.база», «Qmin», «Qmax».

При этом в верхней строке (под датой) отображается название параметра, в следующей строке отображается значение параметра. В нижней строке отображается текущее состояние прибора.

Нажатие «ESC» в режиме просмотра значения переводит дисплей во вторичное меню.

### **Режим коррекции нуля**

Этот режим включается при нажатии «ENT» во вторичном меню «Коррекция нуля».



Дисплей имеет вид:

Это начальное состояние процедуры коррекции нуля. Нажатие клавиши «ENT» запускает автоматический поэтапный процесс коррекции нуля. Номер этапа отображается в третьей строке сверху.

	06.02 16:45
Коррекция нуля	
Этап 7	
Коррекция нуля	
завершена	
#####	
ENT –далее	ESC-отмена

В случае успешного завершения процесса на седьмом этапе дисплей принимает вид:

После этого нажатие кнопки «ENT» переводит дисплей в меню «Коррекция нуля» и результаты коррекции нуля вступают в силу.

Если процесс коррекции нуля завершился неудачно, на дисплее появляется одно из следующих сообщений:

«Расход не стабильный» - в процессе коррекции нуля существенно изменялся расход, что не допустимо;

«Проверьте установку датчиков» - необходимо проверить правильность установки датчиков на трубопроводе;

После устранения причины неудачи нужно нажать кнопку «ENT» - процесс коррекции нуля продолжится.

Процесс коррекции нуля можно прервать нажатием кнопки «ESC» - дисплей переходит в меню «Коррекция нуля».

### **Строка состояния прибора**

В режимах редактирования параметра, выбора значения параметра и просмотра значения параметра в нижней строке дисплея отображается строка состояния прибора, содержащая некоторые сведения о режимах работы, диагностиках и состоянии прибора.

В этой строке всегда отображается мигающий символ:

символ «\*» - штатный режим работы;

символ «H» - нештатная ситуация в трубопроводе;

символ «А» - процесс связи с компьютером.

Наличие других символов в строке состояния истолковывается ниже:

символ « $\longleftrightarrow$ » или « $\rightarrow\leftarrow$ » в левой части строки говорит о необходимости соответственно увеличения или уменьшения базы между датчиками;

символ «D» - признак выхода расхода за диапазон измерения;

символ «K» - признак необходимости коррекции нуля (появляется после изменения некоторых параметров);

символ «T» - неисправность часов реального времени;

символ «F» - неисправность flash-памяти;

символ «!» - признак отсутствия связи между измерительной подсистемой и подсистемой ввода и отображения информации;

символ «E» - признак неисправности измерительной подсистемы;

обратный числовой отсчет секунд – технологическая пауза в измерениях; пока идет этот отсчет, значение расхода на дисплее не обновляется.

## **5.9. Архивы.**

В электронном блоке предусмотрена возможность с определенной периодичностью сохранять в энергонезависимой памяти некоторые из текущих параметров, а именно: расход ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), объем + ( $\text{м}^3$ ), объем - ( $\text{м}^3$ ), дату, время, диаметр (мм), диапазон измерения. Последовательность таких наборов параметров, записанных с определенной периодичностью, называется архивом.

Прибор способен вести до трех архивов, для каждого из которых можно задавать свою периодичность записи и набор сохраняемых данных, а также долю энергонезависимой памяти, отводимую под этот архив.

Все эти настройки устанавливаются на вкладке «Настройка» в программе работы с архивом, прилагаемой к прибору и записываются в прибор при нажатии кнопки «Записать конфигурацию» (одновременно производится стирание архивов и синхронизация часов прибора с часами компьютера).

Указанная программа позволяет также считывать архивы из прибора, просматривать их в трех формах - в виде таблицы, в виде текстового файла и в виде графика, сохранять архив на диске и считывать его с диска, сохранять на диске и выводить на печать текстовый файл.

Более подробно использование программы описано во встроенной справочной системе. Для запуска справочной системы запустите программу и нажмите клавишу «F1».

Соединение СОМ порта компьютера с расходомером следует производить только при выключенном электропитании.

## **6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ**

6.1. К монтажу (демонтажу), эксплуатации, техническому обслуживанию расходомера допускаются 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, проверке, профилактических осмотрах и других 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 на дисплее, 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. На зачищенные места трубопровода нанести смазку типа ЛИТОЛ - 24 толщиной (3-4) мм.

7.3.6. Если поверхность трубопровода покрыта влагой, то перед нанесением смазки, протереть места установки ПП 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 ЛИТОЛ-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  $(0,5-1)$  кгс/см<sup>2</sup> с помощью крепежного устройства (цепочки) 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 двухцветный индикатор нештатной ситуации (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 5 м (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].

$$H_c = (H_{ст1} + H_{ст2} + \dots + H_{ст8})/8, \quad (10)$$

где  $H_{ст}$  - 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).

## **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, колена).

### **ВНИМАНИЕ!!!**

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

8.2. Подключить датчики к блоку.

8.3. Смонтировать датчик на подготовленной поверхности трубопровода так, чтобы датчик не вращался вокруг своей оси. Закрепить направляющие на датчике.

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 крепежного устройства (цепочки) 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 индикатор нештатной ситуации, 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. Нештатная ситуация может быть вызвана повышенным содержанием (более 1 %) нерастворенного газа в контролируемой среде или большими отложениями (более 5 мм) на внутренних стенках трубопроводов. При нештатной ситуации, сигнальный светодиод светится красным цветом.

8.11. При больших отложениях (более 5 мм) на внутренних стенках трубопроводов и ослаблении приемного сигнала менее 2-

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 2 на трубопроводе.

В) Измерить базу – смещение между центрами датчиков 1 и 2 вдоль оси трубопровода и сравнить ее с рекомендуемой базой, указанной на дисплее. 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 поверхности 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 нештатной ситуации – красный цвет на двухцветном индикаторе.

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



Ж) Подключить к расходомеру имитационный штекер и установить переключатель в режим измерения базы.

З) Смещая «Датчик 2» вдоль оси трубопровода и по диаметру добиться мигания индикатора направления потока. Закрепить датчик 2 на трубопроводе при помощи крепежного устройства (цепочки).

И) Отключить имитационный штекер и перевести дисплей в режим измерения.

## 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 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
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 жидкости 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 последнего приводит к удвоенной погрешности измерения объемного расхода.

Если амплитуда сигнала по индикаторной рейке меньше 2-х., рекомендуется выбрать другое место установки ПП.

## **12. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

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

Таблица 3

Признаки неисправностей и аварийные ситуации.	Вероятная причина и местонахождение неисправностей.	Методы устранения неисправностей.
1. При 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 на-

клонных 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 (20 – 80)% от максимального расхода (смотри таблицу 1 приложения 1) .

### **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 соблюдении 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 проливным 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.

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.

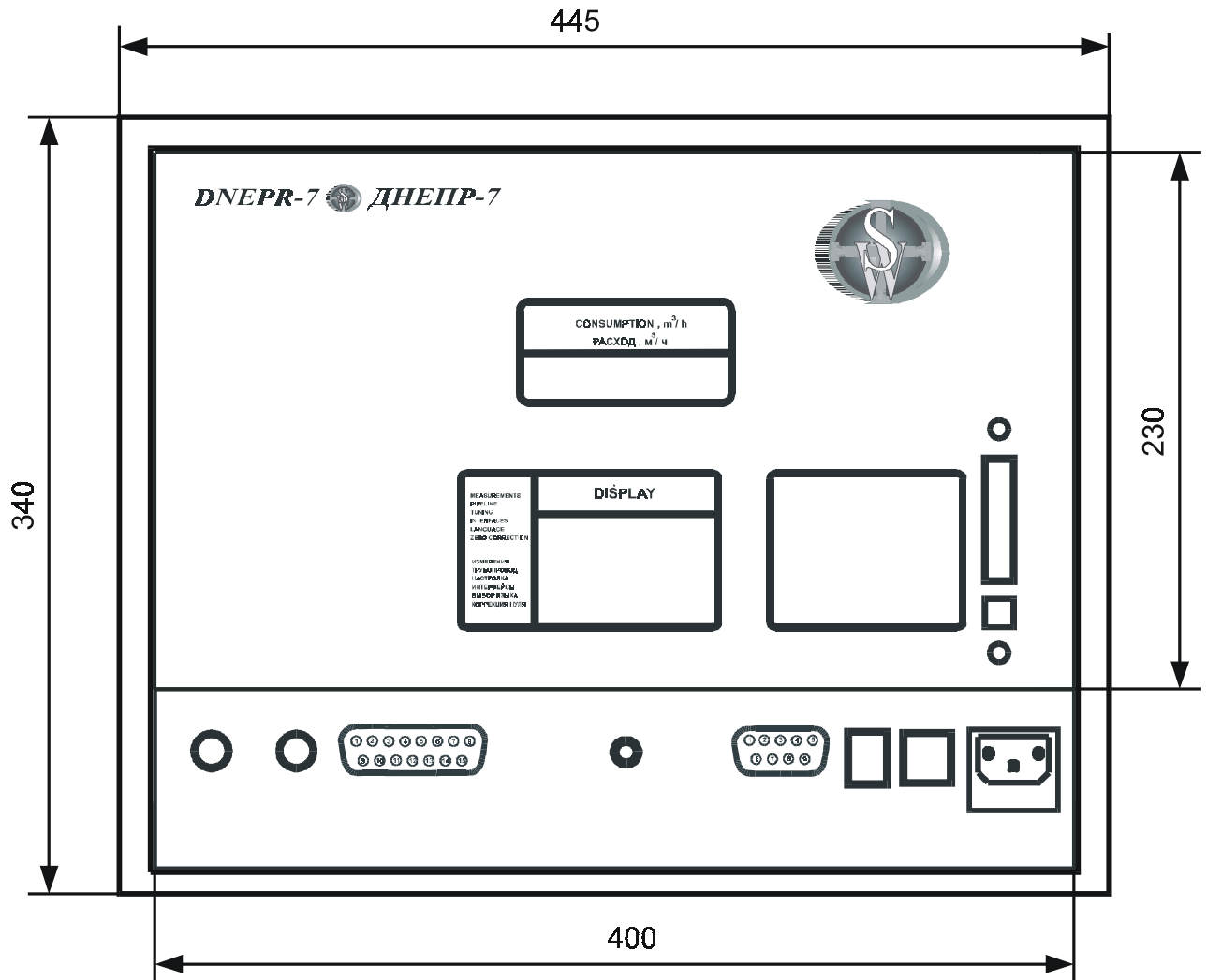
**ДИАПАЗОНЫ ИЗМЕРЯЕМЫХ РАСХОДОВ**

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



## ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ ПОРТАТИВНОГО РАСХОДОМЕРА



## ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ И МАССА РАСХОДОМЕРА

Наименование	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, Не более
1.Электронный блок	445 * 340 * 120	7,5
2.Первичный преобразователь	75 * 40 * 29	0,5

### Памятка заказчику.

Уважаемый заказчик!

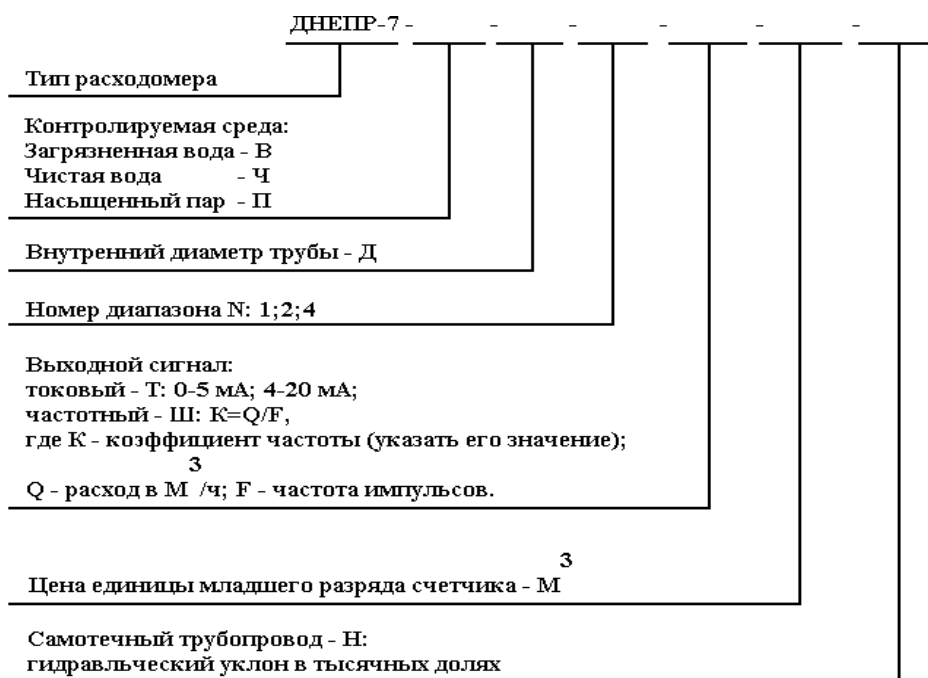
Обращаем Ваше внимание на желательность соблюдения некоторых формальностей при оформлении заказа на расходомер-счетчик ДНЕПР-7.

Выполнение этих формальностей позволит нам избежать путаницы при изготовлении приборов нужной Вам конфигурации. Кроме того, данные, указанные в заказе, будут занесены в паспорт Вашего прибора.

Пример заказа на "Расходомер-счетчик ДНЕПР-7 для воды на трубопровод с внутренним диаметром  $D_{вн} = 40\text{мм}$ , с номером диапазона измерения расхода  $N=2$ , с токовым выходным сигналом (Т) (4-20) мА и единицей младшего разряда счетчика  $0,01\text{м}^3$ :"

Расходомер...Днепр-7-В-Д40-Н2-Т4-20-0,01м<sup>3</sup>.

### СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ РАСХОДОМЕРА ДНЕПР-7



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

## Установка датчиков на трубопровод

