



**ИНДИКАТОР-БАЛАНСИРОВЩИК  
РОТОРОВ ВРАЩАЮЩИХСЯ МАШИН  
ИБР-02**

Руководство по эксплуатации  
ИБР-02.00.000 РЭ



## Назначение

1.1 Индикатор предназначен для контроля вибрации вращающихся машин, динамической балансировки (одно- и двухплоскостной) их роторов в собственных подшипниках и обеспечивает:

1) оценку интенсивности вибрации машины;

2) определение частоты вращения ротора, виброскоростей на частоте вращения ротора и их фазовых углов;

3) автоматический расчет корректирующих масс и углов коррекции.

1.2 Основными потребителями индикаторов являются предприятия, эксплуатирующие или ремонтирующие вращающиеся машины с жестким ротором с частотой вращения от 300 до 15000 об/мин.

1.3 Климатическое исполнение – УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150 (температура воздуха: -10...+40°C).

## 2 Технические данные

- |   |  |
|---|--|
| 1) контролируемый параметр при оценке интенсивности вибрации машины | виброскорость (среднеквадратическое значение);   |
| 2) динамический диапазон, мм/с                                      | 0,4-200;   |
| 3) частотный диапазон, Гц   | 5-1000;  |
| 4) индикация  | жидкокристаллическая алфавитно-цифровая (2 строки по 8 символов);                      |
| 5) способ определения фазового угла виброскорости                   | визуальный, с помощью луча встроенного стробоскопа, синхронизированного вибросигналом; |
| 6) питание  | автономное или от внешнего блока питания;  |
| 7) напряжение питания, В  | $5^{+0,6}_{-1,0}$ ;  |
| 8) потребляемая мощность, Вт, не более                              | 1,2;   |
| 9) габаритные размеры, мм   | 205 x 80 x 50;   |
| 10) масса*, кг, не более  | 0,5;   |
| 11) рабочее положение   | произвольное;  |
| 12) параметры внешнего блока питания:                               |  |

---

\* указана масса индикатора с аккумуляторами, масса комплекта поставки составляет  $0,71 \pm 0,03$  кг.

- номинальное постоянное напряжение на выходе, В 5;
- номинальный ток на выходе, А 1;
- номинальное переменное напряжение на входе, В 220.

### **3 Комплект поставки**

- 1) ИБР-02, шт. 1;
- 2) аккумулятор (размер AA), шт 4;
- 3) блок питания БПИД-2, шт. 1;
- 4) датчик вибрации, шт. 1;
- 5) ручной щуп, шт. 1;
- 6) крепежный магнит, шт. 1;
- 7) руководство по эксплуатации, экз. 1;
- 8) футляр, шт. 1.

### **4 Устройство и работа индикатора**

#### 4.1 Конструкция индикатора (рис. 4.1, 4.2)

Конструктивно индикатор выполнен в виде портативного прибора, корпус которого состоит из двух пластмассовых крышек, стянутых резиновыми окантовками.

На верхней крышке корпуса расположены окошко жидкокристаллического дисплея, кнопки для набора цифровой информации и надписи, поясняющие назначение органов управления.

## Общий вид индикатора ИБР-02

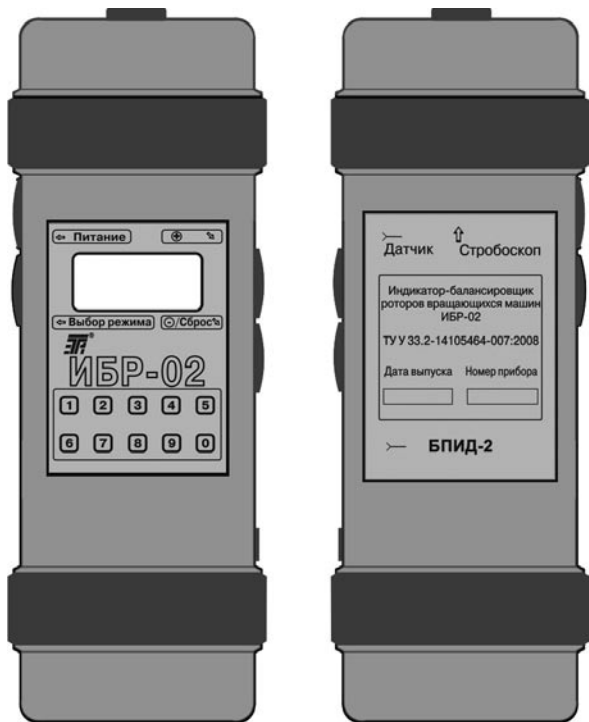


Рис. 4.1

## Принадлежности к индикатору ИБР-02

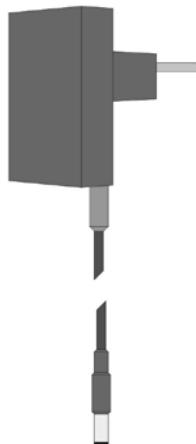
Крепежный  
магнит



Датчик  
вибрации



Блок питания  
БПИД-2



Ручной  
щуп



Рис. 4.2

В верхней торцевой части корпуса находится окошко встроенного стробоскопа.

На левой боковой стенке корпуса имеются две кнопки: «**ПИТАНИЕ**» – для включения-выключения индикатора и «**ВЫБОР РЕЖИМА**» – для выбора режима работы индикатора:

- «**ВИБРАЦИЯ**» – режим контроля интенсивности вибрации машины;
- «**→ п**» – режим ввода частоты вращения ротора в память индикатора;
- «**Корр. п**» – режим коррекции введенной или определения неизвестной частоты вращения ротора;
- «**ИЗМЕР. V**» – режим измерения виброскорости на частоте вращения ротора;
- «**СМОТРИТЕ УГОЛ**» – режим определения фазового угла виброскорости на частоте вращения ротора;
- «**→V...**», «**→∠V...**», «**→Mп...**», «**→∠Mп...**» – режимы ввода значений параметров (виброскоростей на частоте вращения ротора и их фазовых углов, пробных масс и углов их установки) в память индикатора;
- «**←Mк...**», «**←∠Mк...**» – режимы вывода значений параметров (корректирующих масс и углов их установки (углов коррекции)) из памяти индикатора.

На правой боковой стенке корпуса размещаются гнезда «**Датчик**», «**БПИД-2**» – для подключения к индикатору датчика вибрации и внешнего блока питания БПИД-2 (далее «блока питания») соответственно – и кнопки «**+**», «**-/СБРОС**» – для увеличения и уменьшения частоты мигания стробоскопа и отображаемого дисплеем значения частоты вращения соответственно. Кнопка



«-/Сброс» также служит для сброса числовой информации и перевода индикатора в режим контроля достоверности показаний. Кратковременное (меньше 1 с) нажатие кнопки «+» или кнопки «-/Сброс» изменяет отображаемое значение на 1, длительное – с увеличивающейся скоростью.

На нижней крышке корпуса приведены надписи, поясняющие назначение гнезд индикатора и содержащие основную информацию о нем, а также надпись, указывающая местонахождение окошка стробоскопа.

Внутри корпуса расположены печатная плата с элементами схемы индикатора и аккумулятора.

## 4.2 Принцип работы индикатора.

4.2.1 При контроле интенсивности вибрации измеряется виброскорость (среднеквадратическое значение (СКЗ)) в диапазоне 5-1000 Гц.

4.2.2 При балансировке ротора определяются частота вращения ротора, виброскорости (СКЗ) на частоте вращения ротора и их фазовые углы при проб-ных пусках и с их помощью автоматически вычисляются корректирующие массы и углы коррекции.

## 5 Указание мер безопасности

5.1 Перед работой с индикатором изучить настоящее руководство.

5.2 При контроле вибрации и балансировке ротора машина должна быть надежно заземлена.

## 6 Подготовка к работе

6.1 Перед работой индикатора в помещении с плюсовой температурой воздуха при необходимости (если он находился до этого на холоде) выдержать его при указанной температуре не менее 2 часов во избежание появления конденсата.

6.2 Провести внешний осмотр индикатора.

6.2.1 Проверить комплектность в соответствии с комплектом поставки.

6.2.2 Убедиться в отсутствии внешних повреждений корпуса и кабеля датчика вибрации.

6.3 Проверить питание индикатора.

6.3.1 Включить индикатор нажатием кнопки **«Питание»**. При этом на дисплее должны появиться надписи **«Тест»** и после автонастройки (через 3 с) – надпись **«Вибрация»**. Если при включении индикатора на дисплее установится рекомендация **«Зарядите батарею»**, то необходимо произвести заряд аккумуляторов. Для этого:

- 1) выключить индикатор нажатием кнопки **«Питание»**;
- 2) присоединить блок питания к индикатору (см. рис. 4, 1, 4.2);
- 3) включить блок питания в сеть переменного тока напряжением 220 В с частотой 50 Гц. При этом на корпусе блока питания должны засветиться светодиоды **«Сеть»** и **«Заряд»**. Свидетельством окончания заряда аккумуляторов служит выключение светодиода **«Заряд»**;
- 4) отсоединить блок питания от индикатора и от сети.

## ПРИМЕЧАНИЯ

1. При работе индикатора от блока питания заряд аккумуляторов осуществляется автоматически.

2. При контроле интенсивности вибрации до 1 мм/с рекомендуется использовать только внутренний источник питания (аккумуляторы), т.к. возможные в данном случае помехи от внешнего блока питания могут исказить полезный сигнал.

6.3.2 Выключить индикатор нажатием кнопки «ПИТАНИЕ».

## 7 Порядок работы

7.1 Оценка интенсивности вибрации машины.

7.1.1 Присоединить к датчику вибрации ручной щуп или крепежный магнит и подключить его к индикатору (см. рис. 4,1, 4.2).

7.1.2 Включить индикатор. На дисплее появится надпись «Тест», а через 3 с – надпись «ВИБРАЦИЯ».

7.1.3 Установить датчик вибрации на подшипниковый щит или на корпус подшипника (для подшипников с корпусами) работающей машины в соответствующем направлении (радиальном вертикальном, радиальном горизонтальном или осевом). При этом на дисплее поочередно отображаются значения виброскоростей (в мм/с) и соответствующие им зоны оценки интенсивности вибрации для трех классов машин (например, показанию «2,4» соответствует показание «1С; 2В; 3В», где цифры обозначают классы машин, а буквы – зоны оценки интенсивности вибрации).

7.1.4 Снять датчик вибрации с машины.

7.1.5 Оценить интенсивность вибрации машины в исследуемом направлении с помощью показаний индикатора и таблицы 7.1.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

В индикаторе и в таблице 7.1 приняты следующие обозначения (на основании международного стандарта ISO 10816-1):

Класс 1 – машины мощностью до 15 кВт.

Класс 2 – машины мощностью от 15 до 75 кВт.

Класс 3 – машины мощностью свыше 75 кВт.

Зона А – зона, в пределах которой находятся вибрации недавно изготовленных машин.

Зона В – зона, в пределах которой располагаются вибрации, допускающие неограниченно длительную эксплуатацию машин.

Зона С – зона, в пределах которой размещаются вибрации, неразрешающие длительную непрерывную работу машин. Машины с такими вибрациями могут работать в течение ограниченного периода времени – до тех пор, пока не возникнет подходящая возможность для устранения неисправностей.

Зона D – зона, в пределах которой имеют место вибрации, способные вызвать поломку машин.

7.1.6 Выключить индикатор.

7.2 Балансировка ротора.

7.2.1 Отсоединить машину от агрегата, если она работает в составе агрегата, или установить ее на амортизаторах, если она не находится на месте штатной установки.

Таблица 7.1 – Зоны оценки интенсивности вибрации машин.

Виброскорость, мм/с	Зоны оценки интенсивности вибрации машин		
	Класс 1 (<15 кВт)	Класс 2 (15-75 кВт)	Класс 3 (>75 кВт)
71 - 112	D	D (неудовл.)	D
45 - 71			
28 - 45			
18 - 28			
11,2 - 18			C
7,1 - 11,2			
4,5 - 7,1	C (удовл.)	B	
2,8 - 4,5			
1,8 - 2,8		C	B (удовл.)
1,12 - 1,8			
0,71 - 1,12	B	A (норм.)	A
0,45 - 0,71			
0,28 - 0,45			

7.2.2 Установить на торце вала лимб диаметром 50-100 мм с угловой разметкой, имеющей шаг не более, чем 10 градусов, и направленной против направления вращения ротора. Отметку угла (нулевую метку) выделить жирной радиальной линией или точкой.

7.2.3 Наметить на подшипниковых опорах (подшипниковой опоре) (маркером, мелом и т. д.) места установки датчика вибрации в радиальном вертикальном и радиальном горизонтальном направлениях.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Под подшипниковой опорой подразумевается подшипниковый щит или корпус подшипника (для подшипников с корпусами).
2. При одноплоскостной балансировке места установки датчика вибрации намечаются на одной опоре.
3. Одноплоскостная балансировка рекомендуется в тех случаях, когда на один конец вала отбалансированной машины устанавливается механическое устройство (муфта, шкив и др.).

7.2.4 Запустить машину (нулевой пуск) и включить индикатор.

7.2.5 После появления надписи «**ВИБРАЦИЯ**» нажать кнопку «**ВЫБОР РЕЖИМА**». При этом индикатор переходит в режим «→ **n**». На дисплее появляется значение частоты вращения ротора в об/мин, которое сохранилось в памяти индикатора после предыдущего ввода.

Если новое значение частоты вращения известно, то нажать кнопку «**-/СБРОС**» и при помощи кнопок для набора цифровой информации ввести это значение. Нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим «**КОРР. n**». При этом должен включиться стробоскоп.

Если новое значение частоты вращения неизвестно, то нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим «**КОРР. n**».

7.2.6. Если в память индикатора было введено известное значение частоты вращения ротора, то, направляя стробоскоп на лимб и нажимая кнопки «+», «-/СБрос», откорректировать это значение, добиваясь остановки изображения лимба с одной нулевой меткой, и перейти к п. 7.2.7.

Если значение частоты вращения ротора неизвестно, то, направляя стробоскоп на лимб и нажимая кнопки «+», «-/СБрос», определить его, добиваясь остановки изображения лимба с одной нулевой меткой. При этом надо учитывать, что остановившиеся изображения лимба с одной нулевой меткой будут наблюдаться и при значениях частот, меньших частоты вращения ротора и кратных ей, но они будут нечеткими (размытыми).

Для проверки правильности определения значения частоты вращения ротора следует удвоить его, выключив и снова включив индикатор и выполнив рекомендации п. 7.2.5, направить стробоскоп на лимб и удостовериться в наличии на остановившемся изображении лимба двух нулевых меток.

При удовлетворительных результатах проверки установить предыдущее значение частоты вращения ротора, выключив и снова включив индикатор и выполнив рекомендации п. 7.2.5, и при необходимости откорректировать его.

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Изображение лимба можно считать остановившимся, если оно медленно движется с угловой скоростью не более 0,1 об/с.

7.2.7. Нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим «**ИЗМЕР.V**».

Устанавливая датчик на отмеченные на опорах (опоре) точки, произвести измерения значений виброскоростей. По величине наибольшего из измеренных значений выбрать направление, в котором будут проводиться измерения при балансировке – вертикальное или горизонтальное, и (при двухплоскостной балансировке) опору с бóльшим значением виброскорости в указанном направлении, присвоив ей номер 1.

### **ПРИМЕЧАНИЯ**

1.  $V_{ij}$ ,  $\angle V_{ij}$  – виброскорость  $i$ -ой опоры при  $j$ -ом пуске и ее фазовый угол соответственно ( $i$  – номер опоры,  $j$  – номер пуска);

$M_{pi}$ ,  $\angle M_{pi}$  – пробная масса и угол ее установки для плоскости коррекции со стороны  $i$ -ой опоры соответственно;

$M_{ki}$ ,  $\angle M_{ki}$  – корректирующая масса и угол коррекции для плоскости коррекции со стороны  $i$ -ой опоры соответственно.

2. При отсутствии вибрации на частоте вращения ротора на дисплее отображается надпись «**Нет дисбаланса**». В этом случае для продолжения работы с индикатором его следует выключить и снова включить.

7.2.8. Установить датчик на опору (при двухплоскостной балансировке – на опору с бóльшим значением виброскорости) в выбранном для измерений направлении. Измерить значение виброскорости этой опоры и записать его в соответствующую таблицу.



## Примеры таблиц:

### 1) Одноплоскостная балансировка

Параметр	Значение
V10	
$\angle V10$	
Mп1	
$\angle Mп1$	
V11	
$\angle V11$	
Mк1	
$\angle Mк1$	

## 2) Двухплоскостная балансировка

Параметр	Значение
V10	
$\angle V10$	
V20	
$\angle V20$	
Mп1	
$\angle Mп1$	
V11	
$\angle V11$	
V21	
$\angle V21$	
Mп2	
$\angle Mп2$	
V12	
$\angle V12$	
V22	
$\angle V22$	
Mк1	
$\angle Mк1$	
Mк2	
$\angle Mк2$	

Нажать кнопку «**ВЫБОР РЕЖИМА**». На дисплее появится надпись «**Ожидайте**», а через 10-15 с индикатор перейдет в режим «**Смотрите угол**» и включится стробоскоп. Направить стробоскоп на лимб. Определить значение фазового угла виброскорости опоры, учитывая, что место на разметке лимба, соответствующее определяемому углу, находится в одной осевой плоскости с датчиком со стороны датчика. Записать значение угла в соответствующую таблицу.

При двухплоскостной балансировке нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим «**Измер. V**». Установить датчик на другую опору, измерить значение ее виброскорости и записать его в соответствующую таблицу. Нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим «**Смотрите угол**». Направить стробоскоп на лимб, определить значение фазового угла виброскорости опоры и записать его в соответствующую таблицу.

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

При одноплоскостной балансировке «легкое место» располагается в одной радиальной плоскости с датчиком со стороны датчика.

7.2.9 Остановить машину, выключить индикатор и определить величину пробной массы  $M_{п1}$  (в г) по формуле:

$$M_{п1} = 8040 \frac{M_p \cdot V}{Rn_1 * n}$$

где  $M_p$  – масса ротора, кг;

$V$  – большее из значений  $V_{10}$  и  $V_{20}$  (при одноплоскостной балансировке  $V=V_{10}$ ), мм/с;

$R_{п1}$  – радиус установки пробной массы  $M_{п1}$ , мм;

$n$  – частота вращения ротора, об/мин.

Установить пробную массу на плоскость коррекции со стороны опоры 1 на радиальной линии, проходящей под углом  $90 \pm 10$  градусов относительно вектора виброскорости опоры 1. Записать в соответствующую таблицу значения пробной массы и угла ее установки.

### ПРИМЕЧАНИЕ

При отсутствии данных о массе ротора, величина пробной массы  $M_{п1}$  выбирается опытным путем из расчета, чтобы значение виброскорости изменилось на 20-40%.

7.2.10 Запустить машину (первый пуск), включить индикатор и нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести его в режим «**ИЗМЕР.V**».

При двухплоскостной балансировке определить опору с большим значением виброскорости в выбранном для измерений направлении.

Выполнить рекомендации п. 7.2.8.

7.2.11 Остановить машину, выключить индикатор и снять пробную массу  $M_{п1}$  с плоскости коррекции со стороны опоры 1.

При одноплоскостной балансировке перейти к п. 7.2.17.

При двухплоскостной балансировке установить пробную массу  $M_{п2}$  на плоскость коррекции со стороны опоры 2 на радиальной линии, проходящей под углом  $90 \pm 10$  градусов относительно вектора виброскорости опоры 2. Величину пробной массы  $M_{п2}$  и радиус ее установки  $R_{п2}$  следует выбрать из соотношения:

$$M_{п1} * R_{п1} = M_{п2} * R_{п2}.$$

Записать в соответствующую таблицу величину пробной массы и угла ее установки.

Запустить машину, включить индикатор (второй пуск) и нажатиями кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести его в режим «**ИЗМЕР.V**».

Выполнить рекомендации п. 7.2.8.

7.2.12 Остановить машину, выключить индикатор и снять пробную массу  $Mp_2$  со стороны опоры 2.

7.2.13 Включить индикатор. После появления надписи «**ВИБРАЦИЯ**» нажать и удерживать кнопку «**ВЫБОР РЕЖИМА**» (более 2-х с) до появления надписи «**Одноплоскостная**» или «**Двухплоскостная**». Нажатием кнопки «**-/СБРОС**» выбрать вид балансировки.

7.2.14 Нажатием кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» перевести индикатор в режим ввода значения параметра «**→ ...**». На дисплее появится обозначение вводимого параметра и его значение, хранящееся в памяти индикатора. При несовпадении этого значения с табличным кнопкой «**-/СБРОС**» обнулить цифровое показание дисплея и кнопками «**0...9**» набрать новое, взятое из таблицы (запятая не вводится).

7.2.15 Повторить действия, указанные в п. 7.2.14, для всех вводимых параметров.

7.2.16 После ввода значения последнего параметра индикатор перейдет в режим вывода значения параметра «**← ...**». На дисплее появятся обозначение выводимого параметра и соответствующее цифровое значение. Записать это значение в таблицу. Нажатиями кнопки «**ВЫБОР РЕЖИМА**» вывести на дисплей значения параметров: при одноплоскостной балансировке – «**Мк1**», «**∠ Мк1**», при двухплоскостной – «**Мк1**», «**∠ Мк1**», «**Мк2**», «**∠ Мк2**», рассчитанных индикатором, и тоже записать их в таблицу.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Для контроля значений параметров, введенных в память индикатора, и исключения ошибок, допущенных при вводе, следует после завершения действий, предписанных п. 7.2.16, или после входа в режим «**ВИБРАЦИЯ**» выполнить рекомендации п.п. 7.2.13 – 7.2.16.

7.2.17 Установить корректирующие массы (корректирующую массу)  $M_{ki}$  на плоскости (плоскость) коррекции на радиусах (радиусе)  $R_{pi}$ .

Если радиус установки  $R_{ki}$  корректирующей массы отличается от радиуса  $R_{pi}$ , то ее значение  $M'_{ki}$  следует выбрать из соотношения:

$$M'_{ki} \cdot R_{ki} = M_{ki} \cdot R_{pi}.$$

7.2.18 Произвести контрольный пуск. Устанавливая датчик на отмеченные на опорах точки, измерить виброскорости на частоте вращения ротора и, если результат балансировки неудовлетворителен, повторить балансировку.

7.2.19 Выключить индикатор.

## 8 Контроль достоверности показаний

8.1 Подключить к индикатору датчик вибрации и положить его на невибрирующую поверхность.

8.2 Включить индикатор. После появления надписи «**ВИБРАЦИЯ**» нажать и удерживать кнопку «**/СБРОС**» до появления на дисплее надписи «**Тест дат**» и цифрового значения, которое должно находиться в пределах 10–20.

8.3 Выключить индикатор.

8.4 Индикатор исправен, если выполняется требование п. 8.2.

## **9 Техническое обслуживание**

9.1 Техническое обслуживание индикатора заключается в ежегодном выполнении следующего перечня операций:

- 1) снять резиновые окантовки и верхнюю крышку корпуса индикатора;
- 2) удалить пыль с печатных плат струей воздуха;
- 3) собрать индикатор.

## **10 Транспортирование и хранение**

10.1 Условия транспортирования индикатора в части воздействия механических факторов – С по ГОСТ 23216, в части воздействия климатических факторов – 3 по ГОСТ 15150.

10.2 Условия хранения индикатора – 3 по ГОСТ 15150.

## 11 Свидетельство о приемке

Индикатор ИБР-02 № \_\_\_\_\_  
соответствует ТУ У 33.2-14105464.007:2008 и признан  
годным к эксплуатации.

Начальник ОТК

**МП**

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
год, число, месяц

## 12 Гарантийные обязательства

12.1 Изготовитель гарантирует работоспособность индикатора при соблюдении владельцем правил эксплуатации, изложенных в руководстве по эксплуатации.

12.2 Гарантийный срок эксплуатации - 24 месяца со дня продажи.

12.3 В течение гарантийного срока изготовитель обязуется безвозмездно производить ремонт или замену индикатора. В случае отказа индикатора следует обратиться к изготовителю.

Дата продажи \_\_\_\_\_



### **Разработчик и изготовитель**

ООО «ФИРМА «ТЭТРА, LTD»,  
Украина, 61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21,  
тел./факс (057) 714-09-43, тел. (057) 720-22-13, 714-38-38  
mark@tetra.kharkiv.com, <http://www.tetra.kharkiv.com>

### **Импортер в России**

ООО «ТЭТРА-ИНТЕР», Россия, 309296  
г. Шебекино, Белгородской обл., ул. Московская, 10,  
тел./факс (47248) 4-59-31, тел. (47248) 4-22-16  
e-mail: [tetrainter@mail.ru](mailto:tetrainter@mail.ru), <http://www.tetrainter.narod.ru>