

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

НК ИП. 408233.100 РЭ

ПУЛЬСАР-2.2



ИЗМЕРИТЕЛЬ ВРЕМЕНИ
И СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
УЛЬТРАЗВУКА



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ИНТЕРПРИБОР

СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА.....	3
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	4
3 СОСТАВ ПРИБОРА	6
4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА.....	6
4.1 Принцип работы.....	6
4.2 Устройство прибора	8
4.3 Клавиатура.....	9
4.4 Структура меню	10
4.5 Режим измерения	20
5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	25
6 РАБОТА С ПРИБОРОМ	25
6.1 Подготовка к использованию	25
6.2 Калибровка	26
6.3 Подготовка к измерениям	29
6.4 Проведение измерений	33
6.5 Просмотр результатов измерений	36
6.6 Вывод результатов на компьютер	37
7 ГРАДУИРОВКА ПРИБОРА	38
8 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	42
9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	42
10 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ.....	43
11 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ	44
12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	44
13 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	46
14 КОМПЛЕКТНОСТЬ	47
ПРИЛОЖЕНИЕ А Программа связи прибора с компьютером	48
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Примеры коэффициентов градуировочных зависимостей преобразования скорости (V , м/с) в прочность (R , МПа).....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ В Усреднённые значения скоростей распространения продольных ультразвуковых волн в некоторых твёрдых материалах, м/с	54

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения характеристик, принципа работы, устройства, конструкции и порядка использования измерителя времени и скорости распространения ультразвука ПУЛЬСАР-2 модификации ПУЛЬСАР-2.2 (далее - прибор) с целью правильной его эксплуатации.

В связи с постоянной работой по совершенствованию прибора, улучшением его технических и потребительских качеств, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

Эксплуатация прибора допускается только после изучения руководства по эксплуатации.

ВНИМАНИЮ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ!

Прибор предназначен для профессионального применения. Перед началом работы с прибором внимательно изучите требования нормативных документов на используемый ультразвуковой метод определения прочности. С перечнем нормативных документов можно ознакомиться в разделе 13 настоящего РЭ.

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

1.1 Прибор предназначен для оценки свойств и дефектоскопии твердых материалов по времени и скорости распространения, и форме принимаемых ультразвуковых (УЗ) импульсов при поверхностном и сквозном прозвучивании.

1.2 Прибор позволяет выявлять дефекты, определять прочность, плотность и модуль упругости строительных материалов, а также звуковой индекс абразивов по предварительно установленным градуировочным зависимостям данных параметров от скорости распространения УЗ импульсов.

1.3 Прибор имеет дополнительную функцию вычисления класса бетона по схеме Г п. 4.3 ГОСТ 18105.

1.4 Основные области применения:

- определение прочности бетона согласно ГОСТ 17624 при технологическом контроле, обследовании зданий и сооружений, в том числе в сочетании с методом отрыва со скалыванием (прибор ОНИКС-ОС) и методом скалывания ребра (прибор ОНИКС-СР);

- поиск дефектов в бетонных сооружениях по аномальному снижению скорости и по форме визуализируемых сигналов УЗ импульсов;

- оценка глубины трещин;

- оценка пористости, трещиноватости и анизотропии композитных материалов и горных пород;

- определение модуля упругости и плотности материалов.

1.5 Прибор выпускается с базовой настройкой, ориентированной на тяжелый бетон средних марок. Для других марок и материалов требуется градуировка и корректировка в условиях пользователя согласно ГОСТ 17624, ГОСТ 24332 и методических рекомендаций МДС 62-2.01 ГУП «НИИЖБ».

1.6 Прибор обеспечивает работу:

- при поверхностном прозвучивании с датчиком поверхностного прозвучивания в сборе на фиксированной базе (120 ± 1) мм с сухим контактом;

- при сквозном прозвучивании с датчиками сквозного прозвучивания на произвольной базе с контактной смазкой или поверхностном и угловом прозвучивании с сухим контактом (конусные насадки).

1.7 Рабочие условия эксплуатации:

- диапазон температур окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 40 °С;

- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре плюс 25 °С и более низких температурах, без конденсации влаги;

- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

1.8 Прибор соответствует обыкновенному исполнению изделий третьего порядка по ГОСТ Р 52931.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измерений скорости распространения УЗ импульсов, м/с	1000 - 10000
Диапазон измерений времени распространения УЗ импульсов, мкс	10 - 100
Диапазон показаний времени распространения УЗ импульсов, мкс	10 - 20000
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения скорости распространения УЗ импульсов, м/с: - в диапазоне скоростей от 1000 до 2499 м/с - в диапазоне скоростей от 2500 до 6499 м/с - в диапазоне скоростей от 6500 до 10000 м/с	$\pm (0,02V_{д}+10)$ $\pm (0,01V_{д}+10)$ $\pm (0,02V_{д}+10)$

<p>Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения времени распространения УЗ импульсов, мкс:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне скоростей от 1000 до 2499 м/с - в диапазоне скоростей от 2500 до 6499 м/с - в диапазоне скоростей от 6500 до 10000 м/с 	<p>$\pm (0,02T_0+0,1)$ $\pm (0,01T_0+0,1)$ $\pm (0,02T_0+0,1)$</p>
<p>Предел допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения скорости и времени распространения УЗ импульсов при отклонении температуры окружающей среды от границ нормальной области на каждые 10 °С в пределах рабочего диапазона температур, в долях от основной погрешности, не более</p>	<p>0,5</p>
<p>База измерений при поверхностном прозвучивании, мм</p>	<p>120 ± 1</p>
<p>Пределы установки периода зондирования импульсов, с</p>	<p>0,2 - 1</p>
<p>Рабочая частота УЗ колебаний, кГц</p>	<p>60 ± 10</p>
<p>Питание, В:</p> <ul style="list-style-type: none"> - от встроенного аккумулятора - от внешнего источника питания (зарядное устройство) 	<p>$3,7 \pm 0,5$ $5 \pm 0,25$</p>
<p>Потребляемая мощность, Вт, не более</p>	<p>8,0</p>
<p>Масса прибора в полной комплектации, кг, не более</p>	<p>2,5</p>
<p>Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электронного блока - датчика поверхностного прозвучивания - датчика сквозного прозвучивания 	<p>$220 \times 100 \times 35$ $300 \times 130 \times 40$ 52×50</p>
<p>Средняя наработка на отказ, ч, не менее</p>	<p>8000</p>
<p>Полный средний срок службы, лет, не менее</p>	<p>10</p>

3 СОСТАВ ПРИБОРА

В состав прибора входят:

- блок электронный;
- датчики сквозного прозвучивания П111-0.06-И2 (2 шт.) и датчик поверхностного прозвучивания П111-0.06-И3 или датчики сквозного прозвучивания с гидроизоляцией П111-0.06-И4 (2 шт.) и датчик поверхностного прозвучивания с гидроизоляцией П111-0.06-И5;
- комплект кабелей 1,5 м (2 шт.) и 3 м.

4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

4.1 Принцип работы

Работа прибора основана на измерении времени прохождения ультразвукового импульса в материале изделия от излучателя к приемнику. Скорость ультразвука вычисляется делением расстояния между излучателем и приемником (база прозвучивания) на измеренное время. Для повышения достоверности в каждом измерительном цикле автоматически выполняется 5 измерений и результат формируется путем их статистической обработки с отбраковкой выбросов. Оператор выполняет серию измерений (в серии можно задать от 1 до 10 измерений), которая также подвергается математической обработке с отбраковкой выбросов и определением среднего значения, коэффициента вариации, коэффициента неоднородности.

Скорость распространения ультразвуковой волны в материале зависит от его плотности и упругости, от наличия дефектов (трещин и пустот), определяющих прочность и качество. Прозвучивая элементы изделий, конструкций и сооружений можно получать информацию о:

- прочности и однородности;
- модуле упругости и плотности;
- наличию дефектов и их локализации;
- форме А-сигнала.

Возможны варианты прозвучивания со смазкой и сухим контактом (конусные насадки) (рис. 1).

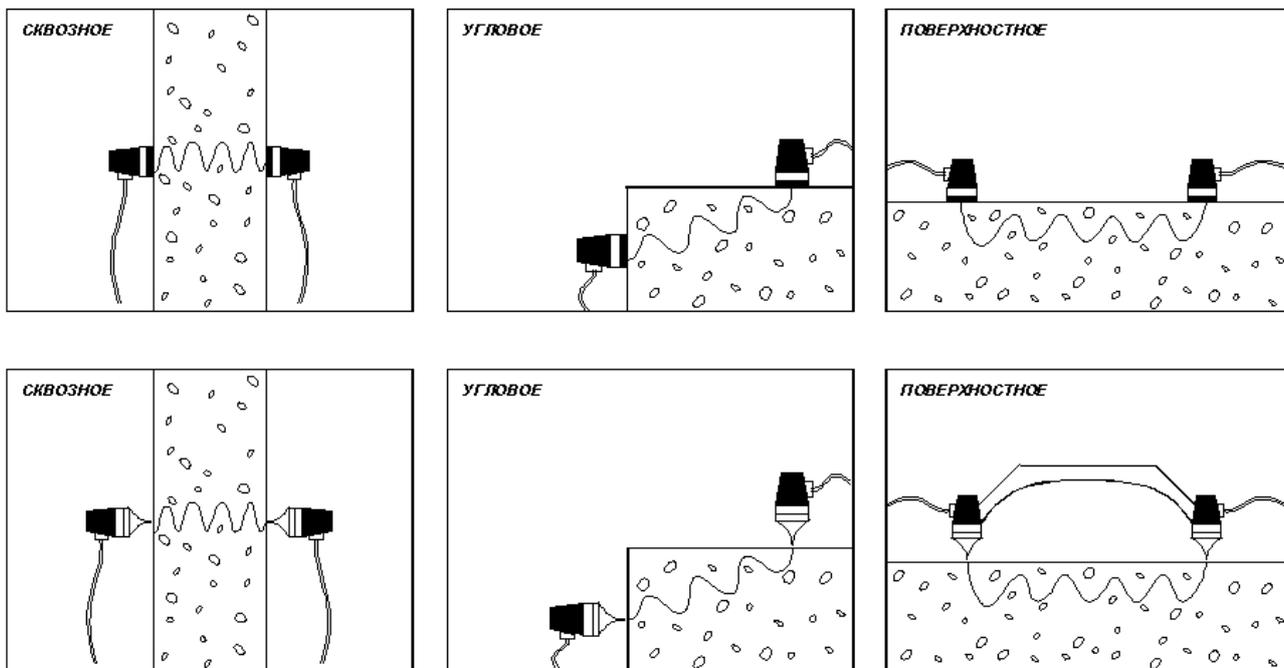


Рисунок 1 – Варианты прозвучивания

Прибор осуществляет запись и визуализацию принимаемых УЗ импульсов, имеет встроенные цифровые и аналоговые фильтры, улучшающие соотношение «сигнал-шум». Режим визуализации позволяет просматривать сигналы на дисплее в задаваемом масштабе времени, вручную устанавливать курсор в положение контрольной метки первого вступления. Пользователь имеет возможность вручную изменять усиление измерительного тракта, а также смещать ось времени для просмотра и анализа А-сигналов (сигналов первого вступления и огибающей УЗ импульса).

ВНИМАНИЮ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ!

Прибор определяет прочность, модуль упругости и плотность материала материала *косвенным* методом с использованием градуировочных зависимостей для конкретного вида материала, предварительно определенных согласно методикам раздела 7 настоящего РЭ и установленных в меню прибора.

Только при таком условии могут быть определены параметры: прочность, модуль упругости и плотность материала с получением значений, близких к реальным.

4.2 Устройство прибора

Прибор (рис. 2) состоит из электронного блока **1** и ультразвуковых преобразователей - датчиков сквозного прозвучивания **2** и датчика поверхностного прозвучивания **3**. На лицевой панели электронного блока расположены 15-ти кнопочная клавиатура **4** и графический дисплей **5**. В верхней торцевой части корпуса установлены разъёмы **6** для подключения датчика поверхностного прозвучивания или датчиков сквозного прозвучивания. На правой торцевой части прибора расположен разъем USB интерфейса **7**. В корпусе электронного блока находится встроенный литиевый аккумулятор (извлечение и замена литиевого аккумулятора потребителем не допускается).



Рисунок 2 – Общий вид прибора Пульсар-2.2



Рисунок 3 – Общий вид датчиков с гидроизоляцией

4.3 Клавиатура

	- Включение и выключение прибора
	- Перевод прибора из режима меню в режим измерения (measuring) - Фиксация очередного результата в памяти (memory)
	- Выход из режима измерения - Вход и выход из пунктов главного меню и подменю с сохранением выполненных изменений
	- Быстрый вход в пункт главного меню « УСТАНОВКИ »
	- Выбор строки меню
	- Переход к другой устанавливаемой величине; - Просмотр памяти результатов по датам из « Архива »
	- Управление курсором (мигающий знак, цифра и т.п.) в режиме установки рабочих параметров
	- Просмотр памяти результатов по номерам из « Архива »
	- Установка числовых значений параметров
	- Регулировка коэффициента усиления - Регулировка масштаба осциллограммы сигнала по горизонтали - Быстрый выбор первой/последней строки меню
	- Смещение окна осциллограммы сигнала по горизонтали
	- Смещение окна осциллограммы сигнала по горизонтали

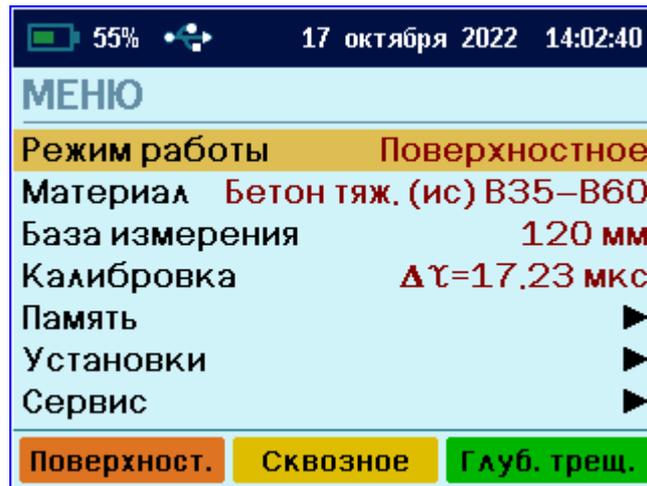


- «**Программные кнопки**». Выполняют команды, расположенные на дисплее над ними. В зависимости от выбранного пункта меню и режима работы функции кнопок изменяются

4.4 Структура меню

4.4.1 Главное меню прибора

Главное меню содержит пункты меню, позволяющие оперативно изменять параметры работы прибора.



В верхней части дисплея прибора во всех режимах работы выводится строка статуса, в которой отображается состояние заряда встроенного аккумулятора, подключение к USB-порту компьютера или к внешнему источнику питания, текущее время.

Требуемая строка меню или параметр выбирается кнопками  . Выбранная строка выделяется желто-оранжевым фоном.

Кнопки   осуществляют быстрый переход на первую/последнюю строку меню соответственно.

Кнопкой  осуществляется вход и выход из пунктов главного меню и подменю.

Кнопка  используется для быстрого входа в пункт главного меню «**УСТАНОВКИ**»

При установке числовых значений параметров кнопками   выбирается разряд числа для изменения, а кнопками

,  устанавливается его значение. Для сохранения установленного значения параметра и возврата в меню необходимо нажать программную кнопку «**Сохран.**» или кнопку .

В верхнем ряду клавиатуры прибора располагаются «**Программные кнопки**» . «**Программные кнопки**» выполняют команды, расположенные в нижней части дисплея над ними. В зависимости от выбранного пункта меню и режима работы функции кнопок изменяются.

4.4.2 Пункт главного меню «Режим работы»

В приборе предусмотрены три режима работы:

- Поверхностное прозвучивание;
- Сквозное прозвучивание;
- Измерение глубины трещины.



При выборе режима измерения глубины трещины пункт главного меню «**Материал**» изменяется на «**Датчик**» для выбора типа используемого датчика поверхностного или сквозного прозвучивания.



4.4.3 Пункт главного меню «Материал»



66% 18 октября 2022 09:55:18

МЕНЮ

Режим работы Поверхностное

Материал Бетон тяж. (ис) В35-В60

База измерения 120 мм

Калибровка $\Delta\gamma=17.23$ мкс

Память ▶

Установки ▶

Сервис ▶

Изменить Козф-ты Базовые

«**Изменить**» - Выбор вида и состава материала исследуемого объекта.



66% 18 октября 2022 09:54:17

МАТЕРИАЛ

Выберите:

Бетон тяжелый известного состава

Универсальный-В35-В60

Сохранить Отмена

«**Козф-ты**» - Установка индивидуальных калибровочных коэффициентов для выбранного состава материала и измеряемого параметра.



66% 18 октября 2022 09:55:36

КОЭФФИЦИЕНТЫ

Бетон тяжелый (ис) В35-В60

Прочность

$A_0 = -3.7600E+01$

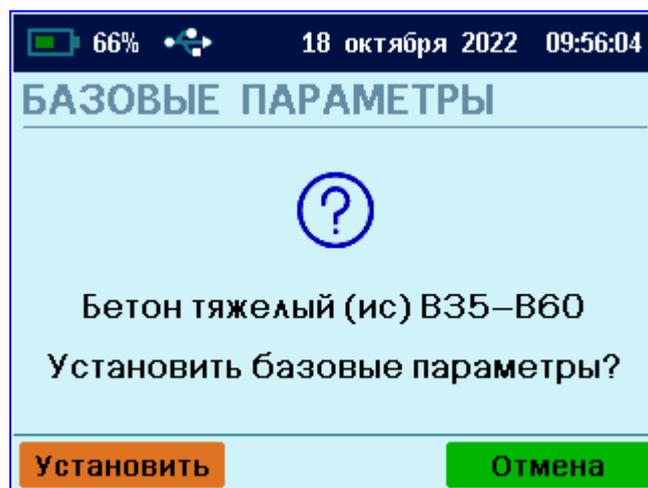
$A_1 = +2.0000E-02$

$A_2 = +0.0000E+00$

$A_3 = +0.0000E+00$

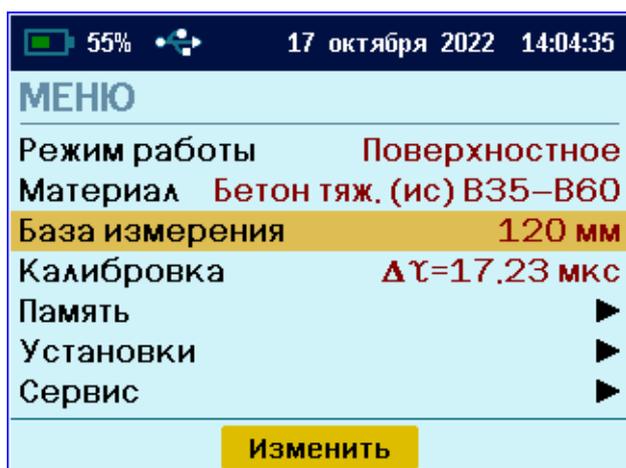
Сохранить Отмена

«**Базовые**» - Возвращение индивидуальных калибровочных коэффициентов выбранного материала к заводским значениям.

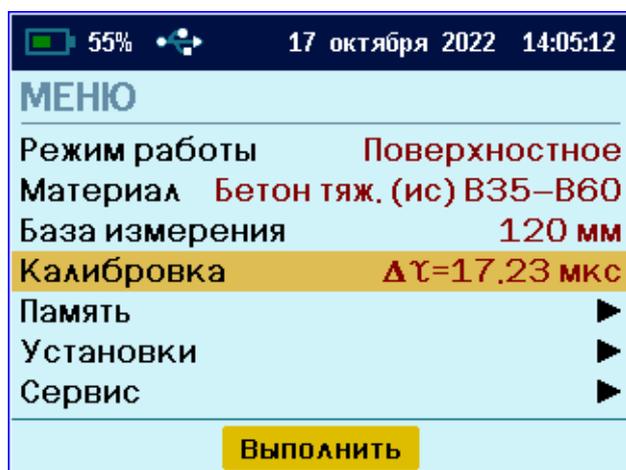


4.4.4 Пункт главного меню «База измерения»

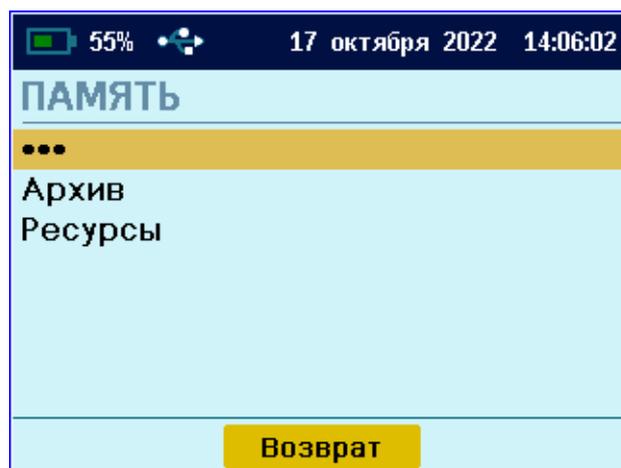
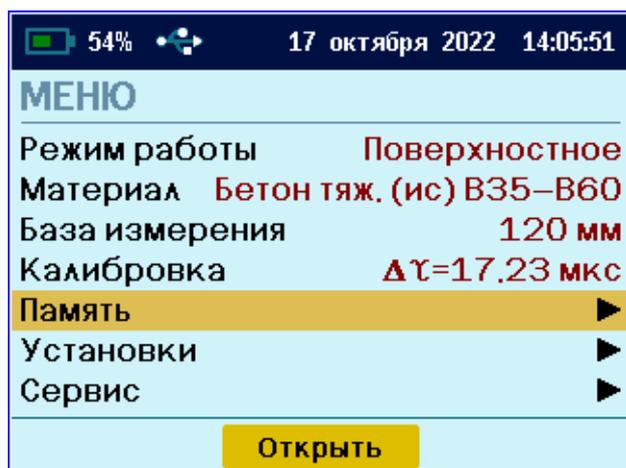
Задание базы измерения.



4.4.5 Пункт главного меню «Калибровка»



4.4.6 Пункт главного меню «ПАМЯТЬ»



4.4.6.1 Пункт подменю «Архив»

Просмотр данных о результатах серий измерений.



53% 7 ноября 2022 15:51:44

№	T, мкс	V, м/с	R, МПа	Вф
1	44.44	2700	16.4	В12.5
2	44.28	2710	16.6	В12.5
3	44.49	2697	16.3	В12.5
4	44.39	2703	16.5	В12.5
5	44.38	2704	16.5	В12.5

Удалить Текстовый Архив

4.4.6.2 Пункт подменю «Ресурсы»

Просмотр имеющихся ресурсов памяти: общее количество записей, число свободных и число занятых мест.

Объем встроенной в прибор флеш-памяти данных позволяет хранить до 2000 результатов измерений.



При необходимости, в данном пункте подменю можно полностью очистить память.

4.4.7 Пункт главного меню «УСТАНОВКИ»

Настройка параметров режима измерения.



В режимах поверхностного и сквозного прозвучивания



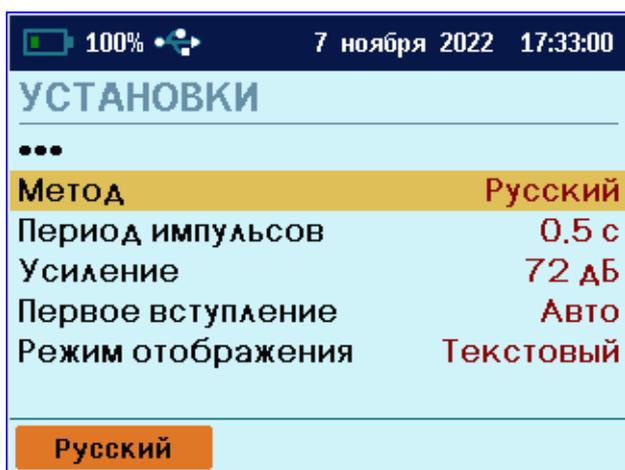
В режиме измерения глубины трещины

«Измер. параметр» - Выбор измеряемого прибором параметра и его размерности (например, параметр - «Прочность»,

размерность - «МПа») (для режимов поверхностного и сквозного прозвучивания).



«Метод» - Выбор метода измерения глубины трещины «Русский» или «Английский» (для режима измерения глубины трещины). При выборе английского метода возможно использование только сквозных датчиков.



«Период импульсов» - Установка периода следования зондирующих импульсов от 0,2 до 2,0 с.



«**Измерений в серии**» - Установка числа измерений в серии (от 1 до 10).



«**Усиление**» - Установка усиления входного сигнала в пределах 24...72 дБ.

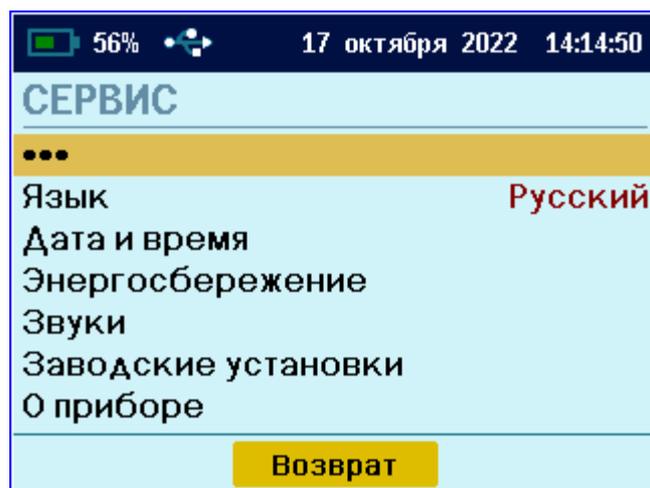


«**Первое вступление**» - В приборе реализована автоматическая обработка сигнала первого вступления.

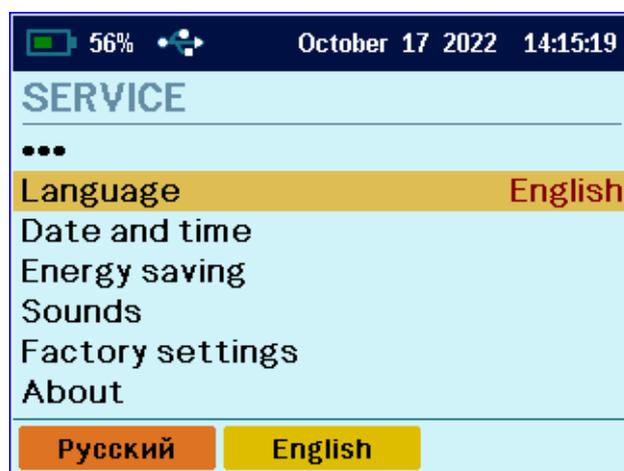
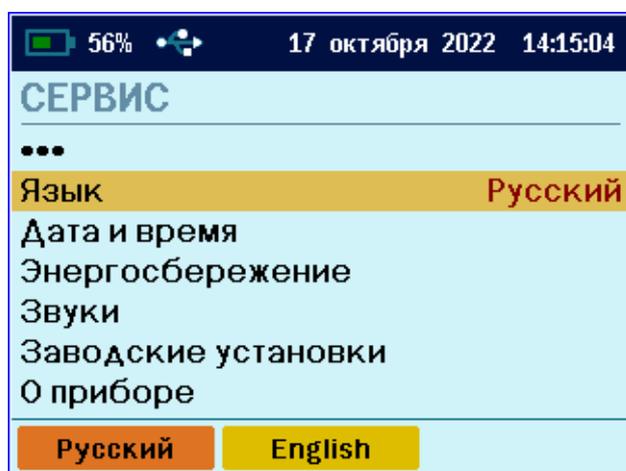
«**Режим отображения**» - Выбор режима отображения результата измерения «**Текстовый**» или «**Графический**».



4.4.8 Пункт главного меню «СЕРВИС»



«Язык» - Выбор русского «Русский» или английского «English» языка интерфейса.



«Дата и время» - Установка даты, времени и коррекция хода внутренних часов прибора.



«Энергосбережение» - Установка яркости дисплея и времени, по истечении которого прибор автоматически перейдёт в режим энергосбережения, если с ним не будет осуществляться

никаких действий. Под действиями понимается нажатие кнопок, перемещение и вибрация.

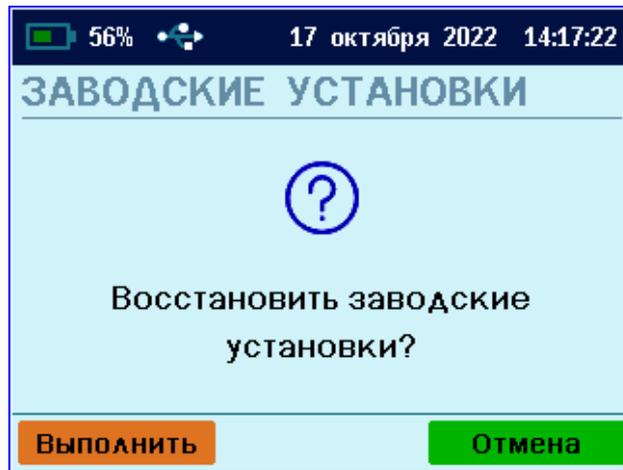


Примечание - При выборе значения яркости дисплея следует иметь в виду, что при увеличении яркости возрастает потребляемая мощность прибора и, следовательно, снижается время работы от аккумулятора. Продолжительность работы до разряда аккумулятора при яркости 30 % больше, чем при 100 % примерно в два раза. Не рекомендуется устанавливать значение яркости дисплея более 80 %, т.к., в данном случае, при незначительном увеличении яркости значительно увеличивается потребление энергии прибором.

«**Звуки**» - Включение звуковой сигнализации подтверждения нажатия на кнопки и при разряде литиевого аккумулятора.

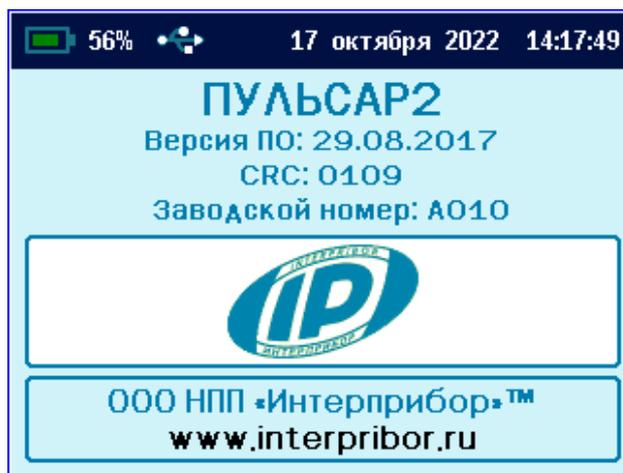


«**Заводские установки**» - Восстановление заводских настроек прибора.



Внимание! Не рекомендуется без необходимости восстанавливать заводские установки, так как это приводит к сбросу индивидуальных настроек (кроме коэффициентов материалов) и может потребоваться калибровка аппаратной задержки по контрольному образцу.

«**О приборе**» - Краткие сведения о модификации, производителе и версии программного обеспечения (ПО) прибора.



4.5 Режим измерения

4.5.1 Нажатие кнопки  переводит прибор в режим измерения.

Прибор имеет два режима отображения:

- **текстовый** - измерение параметров без визуализации с автоматической стабилизацией положения временной метки первого вступления;

- **графический** - измерение параметров с визуализацией А-сигналов и установкой временной метки первого вступления в автоматическом режиме.

Визуализация А-сигналов позволяет:

- полностью просмотреть А-сигнал, оценить форму и фронт первого вступления;
- оценить правильность определения сигнала первого вступления.

Для переключения отображения режима измерения «**текстовый/графический**» необходимо нажать соответствующую программную кнопку.

Для приостановки посылки зондирующих импульсов и удержания результата нужно нажать программную кнопку «**Удержание**», при этом её название сменится на «**Продолжить**».

Нажатие программной кнопки «**Продолжить**» или кнопки  возобновит посылку зондирующих импульсов.

Сохранение и архивирование результата измерений производится нажатием кнопки  при этом на индикаторе появляется сообщение - «**Сохранение...**»

Для выхода из режима измерения и возврата в меню прибора необходимо нажать кнопку .

4.5.2 В режиме измерения при текстовом отображении в верхней строке дисплея указывается вид материала и номер текущего измерения, заносимого в память прибора. Ниже индицируется выбранная база измерения **L**, мм, время прохождения УЗ импульса - **T**, мкс и класс прочности бетона **Вф**.

В центре дисплея (в зависимости от установок в пункте главного меню «**УСТАНОВКИ**», подменю «**Измер. параметр**») индицируется скорость УЗ импульса - **V**, м/с и один из четырёх параметров: прочность **R**, плотность **ρ**, модуль упругости **E**, или звуковой индекс **C**.

В центральной части дисплея индицируется режим работы: поверхностное или сквозное прозвучивание.



Одно измерение в серии

Несколько измерений в серии

Значение коэффициента вариации **W** и коэффициента неоднородности **H** индицируются при завершении серии измерений.

Коэффициент вариации **W** характеризует отличие максимальной и минимальной прочности от средней. Чем больше разница, тем больше коэффициент вариации.

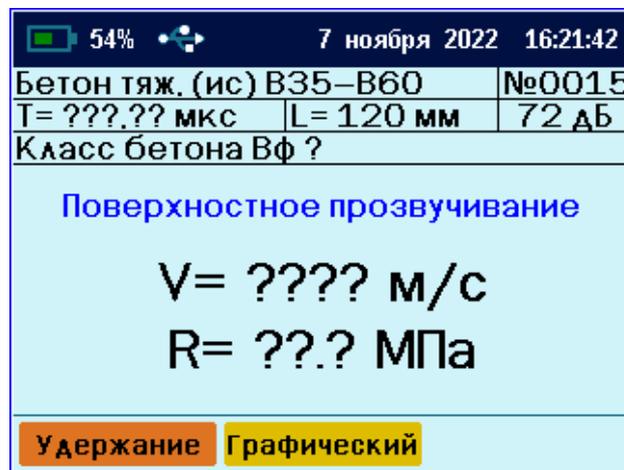
Согласно ГОСТ 18105 (п.5.4, формула (7)), текущий коэффициент вариации прочности бетона рассчитывают по результатам контроля в контролируемой партии бетонных смесей, изделий, зоне конструкции, отдельной конструкции или группе конструкций. Средний внутрисерийный коэффициент вариации прочности бетона определяют по результатам испытания любых последовательных 30 серий образцов бетона одного класса (марки). Для этого находят размах в каждой серии, а также средний размах и среднюю прочность по всем 30 сериям (ГОСТ 10180, Приложение А).

Неоднородность прочности бетона обусловлена, например, технологической изменчивостью процессов изготовления и укладки, а также наличием в нём пустот, микротрещин и участков с пониженной прочностью.

Коэффициент неоднородности **H** характеризует отличие максимальной прочности от минимальной. Данный коэффициент носит исключительно справочный характер.



Знаками «?» отображаются измеряемые параметры, выходящие за допустимый диапазон измерения, или пока не накоплены данные для вычисления результата.



Если измеренное время выходит за допустимый диапазон измерения или сигнал отсутствует вследствие нарушения акустического или электрического контактов, цвет знаков меняется на красный.



Одно измерение в серии



Несколько измерений в серии

При наличии нескольких измерений в серии появляется возможность просмотра таблицы результатов единичных измерений в серии с помощью программной кнопки «**Таблица**».

№	T, мкс	V, м/с	R, МПа	Вф
1	44.16	2717	16.7	B12.5
2	44.19	2715	16.7	B12.5
3	44.24	2712	16.6	B12.5

Графический Измерение

Для удаления сохраняемого результата в серии измерений нужно нажать кнопку .

4.5.3 В графическом режиме отображения на экране будет индцироваться осциллограмма принимаемого УЗ сигнала и основные измеряемые величины.

Положение мерцающего маркера на осциллограмме соответствует времени первого вступления.

Коэффициент усиления можно изменять кнопками , . Изменения можно производить непосредственно во время измерения, визуально контролируя принимаемый сигнал на дисплее.

Прокрутка осциллограммы по оси времени осуществляется кнопками , .

При необходимости изменения масштаба осциллограммы по оси времени нажать программную кнопку «**Масштаб**» и произвести изменение кнопками , .



- 1 - масштаб осциллограммы по горизонтали (мкс/деление);
- 2 - уровень первого вступления;
- 3 - осциллограмма принимаемого УЗ сигнала;
- 4 - маркер времени первого вступления;
- 5 - время, соответствующее маркеру первого вступления;
- 6 - вычисленное значение скорости ультразвука;
- 7 - один из четырёх параметров: прочность **R**, плотность **ρ** , модуль упругости **E**, или звуковой индекс **C**;
- 8 - текущее значение коэффициента усиления сигнала;
- 9 - номер измерения в серии.

5 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током прибор соответствует классу III ГОСТ 12.2.007.0 и не требует заземления.

5.2 К работе с прибором должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ.

5.3 Прибор не содержит компонентов, опасных для жизни и здоровья людей.

6 РАБОТА С ПРИБОРОМ

6.1 Подготовка к использованию

В зависимости от способа прозвучивания подсоединить к прибору с помощью комплекта кабелей датчик поверхностного прозвучивания или датчики сквозного прозвучивания.



Внимание! Во избежание выхода прибора из строя и потери гарантии, подключение к прибору кабелей и датчиков следует производить при отключенном питании, не допуская случайного замыкания выхода прибора на его вход одним из соединительных кабелей.

Включить питание прибора нажатием кнопки  электронного блока. На дисплее кратковременно появится информация о самотестировании, модификации прибора и напряжении источника питания прибора, затем прибор переключится в главное меню.

Если индицируется сообщение о необходимости заряда батареи или прибор выключается сразу после включения, следует зарядить аккумулятор в соответствии с п. РЭ «**Техническое обслуживание**».

6.2 Калибровка

Калибровка прибора должна выполняться при изменении режима работы, при отклонении температуры окружающей среды от $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, с целью периодической проверки исправности прибора, датчиков и соединительных кабелей, а также при отклонении показаний времени от значения, указанного на контрольном образце из оргстекла более чем на $\pm 0,5$ мкс.

Калибровка производится в двух режимах работы прибора при сквозном и поверхностном прозвучивании.

6.2.1 Установить:

- в пункте главного меню «**Режим работы**» режим «**Поверхн.**» для поверхностного прозвучивания или «**Сквозное**» для сквозного прозвучивания в зависимости от используемых датчиков;

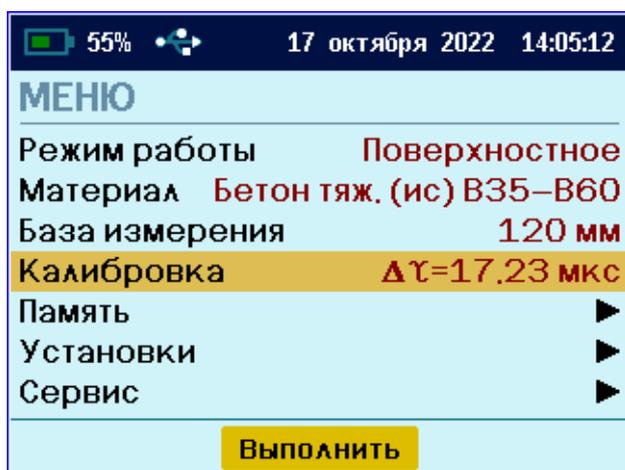
- в пункте главного меню «**База измерения**» внести значение базы прозвучивания **120 мм** для датчика поверхностного прозвучивания или **140 мм** (длина образца из оргстекла) для датчиков сквозного прозвучивания;

- в пункте главного меню «**УСТАНОВКИ**» подменю «**Измерений в серии**» установить **одно** измерение в серии.

Проверить правильность установки времени контрольного образца через пункт главного меню «**Калибровка**». Установленное время должно соответствовать времени $\tau_{\text{пов}}$ (база – 120 мм) или $\tau_{\text{скв}}$ (база - 140 мм), указанному на контрольном образце из оргстекла (далее - образец) в зависимости от используемых датчиков.

При отклонении температуры от $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, необходимо пересчитать время контрольного образца с учетом следующей корректировки - время изменяется на $\pm 0,11\%$ на каждый $^\circ\text{C}$.

6.2.2 Выбрать в главном меню пункт «**Калибровка**» и нажать программную кнопку «**Выполнить**».



Для датчика поверхностного прозвучивания: Установить датчик на контрольный образец из оргстекла, удерживать датчик неподвижным в плоскости перпендикулярной к поверхности образца и прижать с усилием 5...10 кг.

Для датчиков сквозного прозвучивания: Нанести техническую смазку на рабочую плоскость датчиков (для датчиков с конусными насадками дополнительно установить на рабочую плоскость конусную насадку и закрепить насадку на корпусе резьбовым кольцом). Установить датчики соосно по линии прозвучивания на противоположных сторонах контрольного образца из оргстекла, прижать и притереть к поверхности (датчики с конусными насадками удерживать неподвижными перпендикулярно к поверхностям образца и прижать с усилием 5...10 кг).

Нажать кнопку «**Калибровка**». Калибровка выполняется автоматически и на дисплей выдается сообщение о завершении калибровки с указанием времени аппаратной задержки $\Delta\tau$. Для датчиков **поверхностного** прозвучивания $\Delta\tau \approx 17...20$ мкс,

для датчиков **СКВОЗНОГО** прозвучивания без насадок $\Delta\tau \approx 0,0...3,0$ мкс, с конусными насадками $\Delta\tau \approx 17...20$ мкс.

Калибровку следует выполнить 2-4 раза до получения стабильных показаний.



Кнопка «**Повторить**» запускает серию измерений $\Delta\tau$.

В случае, если измерения в серии имеют недопустимый разброс или среднее значение имеет недопустимое отклонение от результата сохранённой калибровки, среднее значение серии окрашивается в красный цвет.

При этом завершить калибровку с сохранением результата в памяти прибора не получится. В этом случае, необходимо повторить калибровку с получением стабильных результатов.

При нажатии на кнопку «**Завершить**» происходит переход на экран вывода результата калибровки. Конечный результат калибровки фиксируют нажатием кнопки «**Сохранить**» с выходом в главное меню.

6.2.3 Перейти в режим измерения нажав кнопку  и проверить результат калибровки прибора на контрольном образце.

Контролируя на дисплее прибора измеряемое время **T**, мкс и скорость **V**, м/с распространения УЗ импульса убедиться в стабильности показаний.

Прибор должен индцировать время **T**, мкс, указанное на образце (в пределах $T = \pm 0,1$ мкс) и скорость **V**, м/с, распространения УЗ импульса в интервале $V = 2600...2800$ м/с.

6.2.4 Если показания прибора существенно отличаются от указанных значений, необходимо проверить качество акустического контакта, исправность датчика(ов) и соединительных кабелей.

При невозможности приведения показаний в норму необходимо направить прибор в ремонт.

6.3 Подготовка к измерениям

Перед началом измерений необходимо установить необходимые параметры. Большинство установок выполняются при первом включении прибора и в дальнейшем производятся эпизодически при изменении условий измерений.

6.3.1 Выбор режима работы

В пункте главного меню «**Режим работы**» выбрать способ прозвучивания.

Поверхност. Сквозное Глуб. трещ.

«**Поверхност.**» - поверхностное прозвучивание.

«**Сквозное**» - сквозное прозвучивание.

«**Глуб. трещ.**» - измерение глубины трещины.

Примечание - В случае выбора режима «**Глуб. трещ.**» необходимо в пункте главного меню «**Датчик**» выбрать тип используемого датчика «**Поверхност.**» или «**Сквозной**».

6.3.2 Установка базы измерения

В пункте главного меню «**База измерения**», установить базу измерения в соответствии с выбранным режимом работы:

- для **поверхностного прозвучивания** установить базу измерения $L = 120$ мм;

- для **сквозного прозвучивания** измерить штангенциркулем толщину контролируемого объекта на планируемом участке измерения и ввести это значение с точностью до 1 мм.

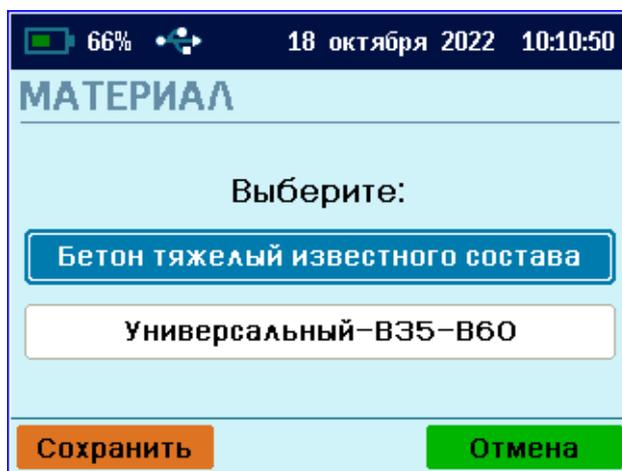
«**Сохранить**» (или ) - сохранение установленного значения базы измерения и возврата в главное меню.

«**Отмена**» - возврат в главное меню без сохранения изменений.

Примечание - Значение базы измерения запоминается и хранится в приборе индивидуально для каждого режима работы прибора.

6.3.3 Выбор вида и состава материала

6.3.3.1 В пункте главного меню «**Материал**» нажать программную кнопку «**Изменить**» для выбора вида и состава материала исследуемого объекта.



Кнопкой  или  выбрать требуемый вид материала.

Кнопкой  или  перейти в окно выбора состава материала.

Кнопкой  или  выбрать и *сохранить* требуемый состав материала.

В приборе доступны следующие виды и составы материалов:

- «**Бетон тяжёлый известного состава**» составы «**Универсальный-В7,5-В35**», «**Универсальный-В35-В60**», «**Состав-1**», ..., «**Состав-3**»;

- «**Бетон тяжёлый неизвестного состава**» составы «**Состав-1**», ..., «**Состав-5**»;

- «**Бетон лёгкий**» составы «**Состав-1**», ..., «**Состав-5**»;

- «**Кирпич**» составы «**Вид-1**», ..., «**Вид-5**»;

- «**Абразивы**» составы «**Вид-1**», ..., «**Вид-5**»;

- «**Разные**» составы «**Без имени-1**», ..., «**Без имени-5**».

Примечание - Вид и состав материала исследуемого объекта также можно выбрать в пункте главного меню «**Материал**», нажав программную кнопку «**Козф-ты**». Далее кнопками ,  циклическим перебором выбрать требуемый вид и состав материала.

6.3.3.2 Выбрав вид и состав материала, пользователь автоматически выбирает соответствующую ему градуировочную зависимость - базовую или индивидуальную.

Для материалов «**Бетон тяжелый известного состава**» составов «**Универсальный-В35-В60**» и «**Универсальный-В7,5-В35**» градуировочные зависимости соответствуют требованиям ГОСТ 17624.

Градуировочные зависимости материала «**Бетон тяжелый известного состава**» составы «**Состав-1**» и «**Состав-2**» основаны на измерениях бетона тяжелого средних марок на предприятиях Челябинской области.



Внимание! В соответствии с ГОСТ 17624 наличие предустановленных градуировочных зависимостей не освобождает пользователя от проведения испытаний и ввода индивидуальных градуировочных зависимостей «**скорость ультразвука - измеряемый параметр**» под свои виды сырья и материалы.

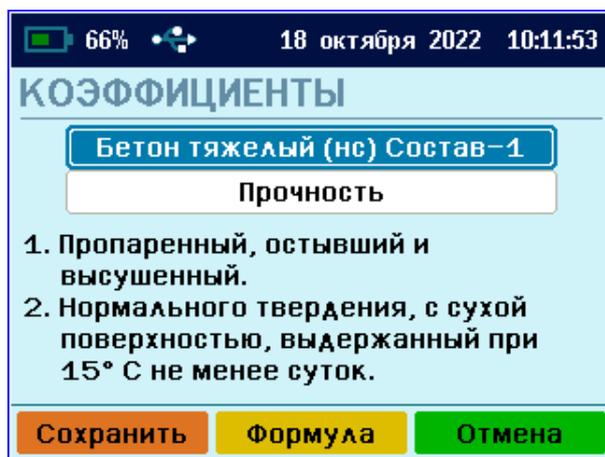
Для каждого материала (кроме материала «**Бетон тяжёлый неизвестного состава**» составов «**Состав-1**», ..., «**Состав-5**») можно установить свои коэффициенты индивидуальных градуировочных зависимостей «**скорость ультразвука - измеряемый параметр**» (см. п. РЭ «**Градуировка прибора**»).

6.3.3.3 Для материала «**Бетон тяжёлый неизвестного состава**» составов «**Состав-1**», ..., «**Состав-5**» градуировочные характеристики жёстко заданы в приборе.

При выборе данного материала, нажав программную кнопку «**Коэф-ты**», для каждого из составов можно получить информацию о состоянии бетона и виде заданной в приборе характеристики.

Так, градуировочную характеристику тяжёлого бетона неизвестного состава «**Состав-1**» возможно использовать в двух случаях:

- 1 - для пропаренного, остывшего и высушенного бетона;
- 2 - бетона нормального твердения, с сухой поверхностью, выдержанного при температуре 15 °С не менее суток.



Формула, по которой будет производиться пересчет скорости ультразвука в значение прочности, доступна по нажатию программной кнопки «**Формула**».



6.3.4 Установка параметров измерения

В пункте главного меню «**УСТАНОВКИ**»:

- в подменю «**Измер. параметр**» выбрать измеряемую величину и её размерность:

- «**Прочность**» **R** («МПа», «Н/мм²», «кг/см²»);
- «**Плотность**» **ρ** («кг/м³», «т/м³», «г/см³»);
- «**Модуль упругости**» **E** («ГПа», «Н/мм²», «кг/см²»);
- «**Звуковой индекс**» **C** (только для абразивов).

- в подменю «**Период импульсов**» установить период следования зондирующих импульсов **от 0,2 с до 2 с**. Для повышения производительности контроля целесообразно устанавливать минимальный период **0,2 с**, однако при контроле изделий небольших размеров и с малым затуханием ультразвука период следует увеличивать, чтобы не допускать больших разбросов показаний в серии измерений;

- в подменю «**Измерений в серии**» установить требуемое число измерений в серии **от 1 до 10**;
- В подменю «**Длительность измерения**» установить длительность измерений **1 мс**;
- В подменю «**Усиление сигнала**» установить максимальный коэффициент усиления входного сигнала **72 дБ**. При необходимости, для снижения уровня помех или при исследовании формы первого вступления и формы огибающей УЗ сигнала при дефектоскопии, коэффициент усиления может быть уменьшен. В графическом режиме отображения при изменении коэффициента усиления можно визуально контролировать фактическое усиление сигнала.

6.4 Проведение измерений

6.4.1 Поверхностное и сквозное прозвучивание

Нажатием кнопки  перейти в режим измерения.

Для датчика поверхностного прозвучивания: Установить датчик на поверхность контролируемого объекта, удерживать датчик неподвижным в плоскости перпендикулярной к поверхности образца и прижать с усилием 5-10 кг.

Для датчиков сквозного прозвучивания: Нанести техническую смазку на рабочую плоскость датчиков (для датчиков с конусными насадками дополнительно установить на рабочую плоскость конусную насадку и закрепить насадку на корпусе резьбовым кольцом).



Внимание! Без необходимости в установке конусных насадок строго запрещается откручивать и снимать штатные гайки с датчиков сквозного прозвучивания.

Установить датчики соосно по линии прозвучивания на противоположных сторонах контролируемого объекта, прижать и притереть к поверхности (датчики с конусными насадками удерживать неподвижными перпендикулярно к поверхностям образца и прижать с усилием 5...10 кг).

Контролируя на дисплее прибора измеряемое время **T**, мкс и скорость **V**, м/с убедиться в стабильности показаний и при отклонениях показаний времени на 0,1...0,2 мкс от установившегося значения, нажать кнопку , зафиксировав в памяти единственный замер.

Аккуратно без усилий снять датчик(и) с объекта и аналогичным образом провести измерения на следующих контролируемых участках, фиксируя каждый замер серии нажатием кнопки .

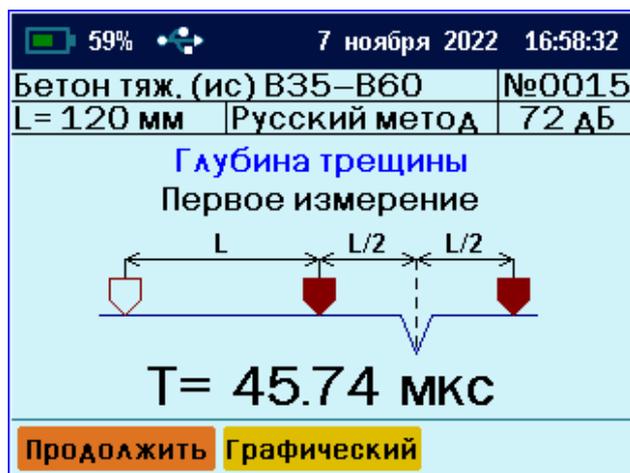
После фиксации последнего измерения в серии выдается результат измерения - среднее значение времени распространения УЗ импульса, среднее значение скорости распространения УЗ импульса, среднее значение измеряемого параметра, коэффициент вариации **W**, коэффициент неоднородности **H** и класс бетона **Вф**, при этом происходит автоматическое сохранение результата в память прибора (архив).

После нажатия кнопки  прибор автоматически начнёт новую серию измерений.

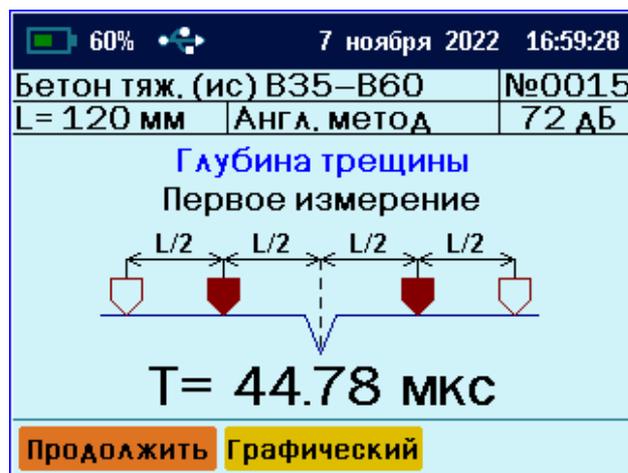
6.4.2 Режим измерения глубины трещины

6.4.2.1 Режим измерения глубины трещины является дополнительным. При измерениях следует учитывать, что трещины имеют различные свойства, размеры и характеристики, а также могут быть заполнены крошкой материала, пылью и водой. Поэтому, реальная относительная погрешность при измерении размеров трещины может достигать 40 %.

6.4.2.2 Нажатием кнопки  перейти в режим измерения.



«Русский метод» измерения глубины трещины

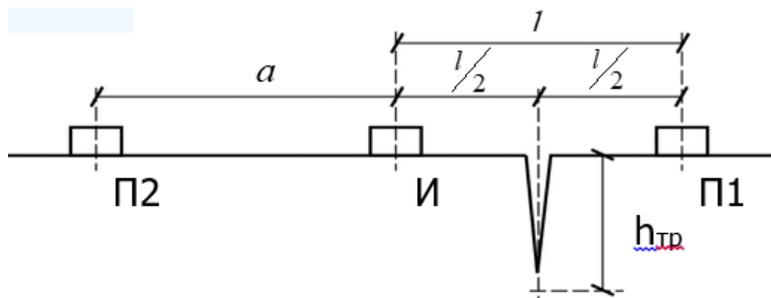


«Английский метод» измерения глубины трещины

Для выполнения измерений следует установить датчики как указано на схеме и провести первое измерение.

Затем нажать кнопку  (для фиксации первого этапа измерения), переместить датчики согласно новой схеме и выполнить второе измерение. После очередного нажатия кнопки  на дисплее выводится время первого и второго измерения в мкс и рассчитанное значение глубины трещины.

6.4.2.3 По принятой в России методике датчики устанавливаются согласно приведенной ниже схеме.



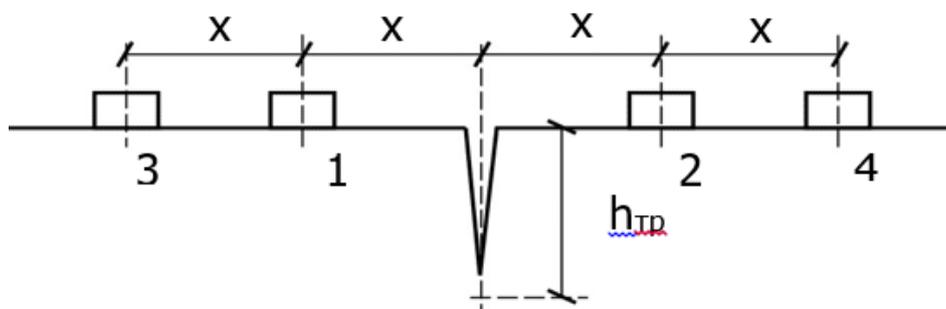
Сначала датчики устанавливаются на точки И-П1 (трещина находится ровно посередине) и измеряется время t_1 , затем датчики устанавливаются на точки И-П2, измеряется время t_a и автоматически вычисляется глубина трещины по формуле (1):

$$h_{\text{тр}} = \frac{a}{2} \sqrt{\left(\frac{t_1}{t_a}\right)^2 - 1}, \quad (1)$$

где a - база измерения на бетоне без дефектов (положение датчиков И-П2), при обязательном условии $a=l$;

l - база измерения на бетоне через трещину (положение датчиков И-П1).

6.4.2.4 По методике, принятой в Великобритании (стандарт BS 1881 р.203) применяется разностная схема установки преобразователей.



Сначала датчики устанавливаются на точки 1-2 схемы (трещина находится посередине, т.е. $l=2x$) и измеряется время t_1 , затем датчики устанавливаются на точки 3-4 (трещина - посередине

$l=4x$), измеряется время t_2 и автоматически вычисляется глубина трещины по формуле (2):

$$h_{\text{тр}} = x \sqrt{\frac{4t_1^2 - t_2^2}{t_2^2 - t_1^2}} \quad (2)$$

6.5 Просмотр результатов измерений

6.5.1 По каждой серии измерений сохраняется следующая информация:

- номер измерения, дата и время получения результата;
- режим работы, вид материала, величина базы прозвучивания (**L**, мм), время (**T**, мкс) и скорость (**V**, м/с) распространения УЗ импульса, прочность (**R**) и класс бетона (**Вф**).

Данные заносятся в память подряд, начиная с первого номера для каждой даты календаря. Если память прибора заполнена полностью, то при записи нового результата для освобождения места будет удален самый старый результат.

7 ноября 2022, Пон, 15:42:10		
Бетон тяжелый (ис) В35-В60	№0006	
T= 44,36 мкс	L= 120 мм	1/1
Класс бетона Вф В12.5		
Поверхностное прозвучивание Архив		
V= 2705 м/с R= 16.5 МПа		
Удалить	Графический	

7 ноября 2022, Пон, 16:19:13		
Бетон тяжелый (ис) В35-В60	№0014	
T= 44,34 мкс	L= 120 мм	5/5
Класс бетона Вф В12.5		
Поверхностное прозвучивание Архив		
V̄= 2707 м/с R̄= 16.5 МПа W= 0.3 % H= 0.7 %		
Удалить	Графический	Таблица

Одно измерение в серии

Несколько измерений в серии

Данные можно просмотреть как по номерам – кнопками



так и по датам - кнопками , .

6.5.2 Для перехода к просмотру таблицы единичных результатов в серии измерений и обратно необходимо нажать программную кнопку «Таблица»/«Архив».

60% 7 ноября 2022 17:03:48				
№	T, мкс	V, м/с	R, МПа	Вф
1	44.38	2704	16.5	B12.5
2	44.29	2709	16.6	B12.5
3	44.36	2705	16.5	B12.5
4	44.36	2705	16.5	B12.5
5	44.29	2709	16.6	B12.5

Удалить Графический Архив

6.5.3 Для перехода к просмотру осциллограммы сигнала единичных измерений в серии и обратно необходимо нажать программную кнопку «Графический»/«Текстовый».

Положение мерцающего маркера на осциллограмме соответствует времени первого вступления.

Прокрутка осциллограммы по оси времени осуществляется кнопками , .

Осциллограмма масштабируется по оси времени нажатием кнопок , .



Для просмотра графиков единичных измерений в серии в прямом или обратном порядке необходимо нажать кнопку  или  соответственно.

Любой результат можно удалить нажатием программной кнопки «Удалить».

6.6 Вывод результатов на компьютер

Прибор оснащен USB интерфейсом для связи с компьютером. Работа с программой описана в Приложении А.

7 ГРАДУИРОВКА ПРИБОРА

7.1 Расчёт и установка коэффициентов градуировочной зависимости

Градуировка прибора производится потребителем под свои виды сырья и материалы в соответствии с действующими методиками и ГОСТами, которые регламентируют получение характеристик, связывающих скорость ультразвука с измеряемым параметром. Экспериментально полученные коэффициенты градуировочных зависимостей скорости УЗ от измеряемого параметра заносятся в память прибора индивидуально для каждого вида и состава материала.

Для расчёта коэффициентов градуировочных зависимостей рекомендуется пользоваться известными математическими методами определения параметров полиномов или программой «Аппроксиматор» (рис.4), устанавливающейся на компьютер одновременно с программой связи прибора с компьютером.

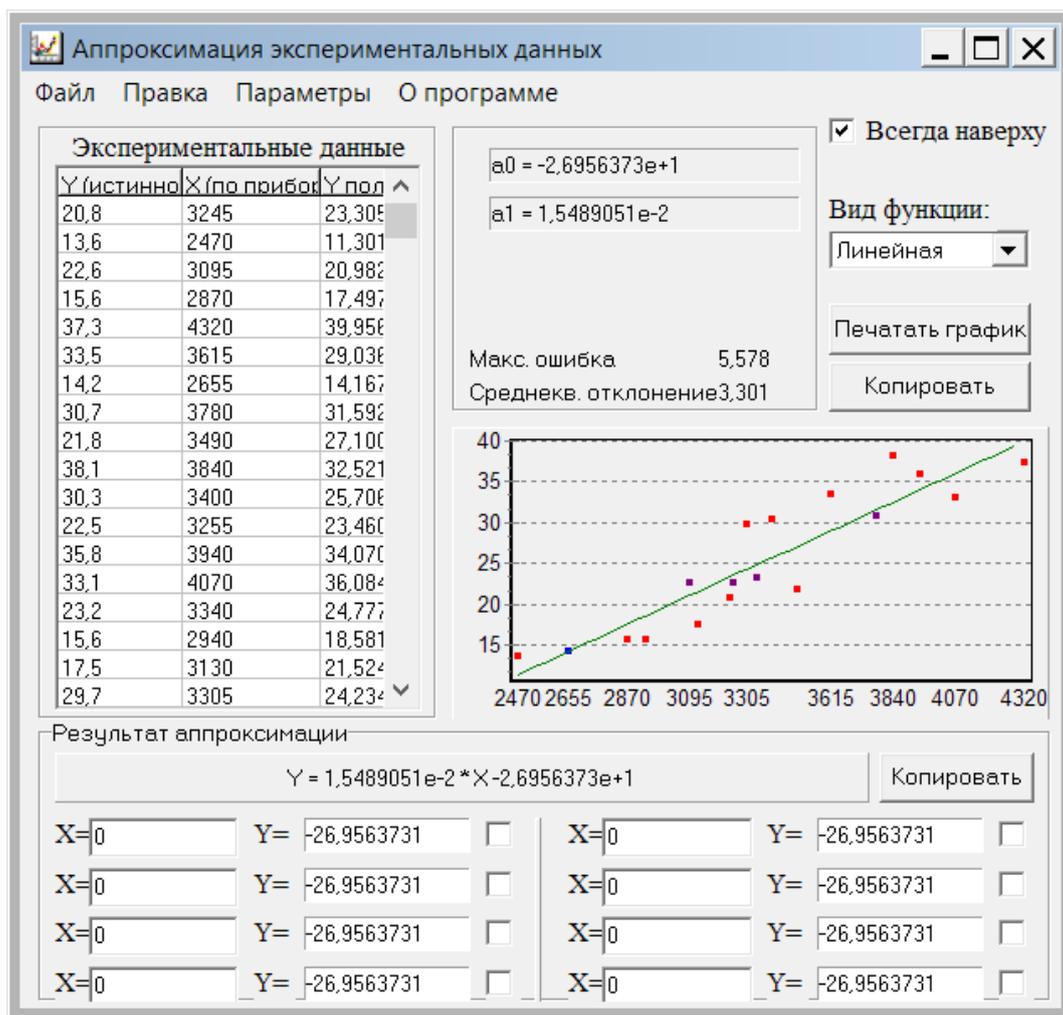


Рисунок 4

Для внесения в прибор рассчитанных значений коэффициентов градуировочной зависимости в пункте главного меню «**Материал**» нажать программную кнопку «**Коэф-ты**», кнопками ,  выбрать измеряемый параметр и установить (или изменить) значения коэффициентов градуировочной зависимости, связывающие измеряемый параметр (прочность **R**, плотность ρ , модуль упругости **E**, звуковой индекс **C**) со скоростью ультразвука.

Кнопками ,  выбрать редактируемый параметр.

Кнопками ,  выбрать разряд числа для изменения.

Кнопками ,  установить значение разряда.

Нажать программную кнопку «**Сохранить**» или кнопку  для сохранения изменений.

В качестве примера рассмотрим вариант ввода в прибор коэффициентов градуировочной зависимости «**Скорость ультразвука - прочность бетона**» $R = 1,55 \times 10^{-2} \times V - 2,70 \times 10^1$, МПа из приложения В ГОСТ 17624.

Приведённые выше коэффициенты градуировочной зависимости при вводе в прибор будут иметь вид:

- $A_0 = -2,70E+1$;
- $A_1 = +1,55E-2$;
- $A_2 = +0,00E+0$;
- $A_3 = +0,00E+0$.

7.2 Установка коэффициентов градуировочной зависимости «скорость ультразвука - прочность»

Установка коэффициентов градуировочной зависимости «**Скорость ультразвука - прочность бетона**» производится по ГОСТ 17624.



Полином, связывающий прочность со скоростью ультразвука:

$$R = A_0 + A_1 \times V + A_2 \times V^2 + A_3 \times V^3, \quad (3)$$

где R - прочность, обязательно в МПа;

V - числовое значение скорости ультразвука, м/с;

A_i - коэффициенты (i = 0,1,2,3), заносятся в прибор в экспоненциальной форме (например, если A_i=256, его следует записать как A_i=+2,56E+2, что соответствует A_i=+2,56×10²).

Вычисление фактического класса В_ф бетона по прочности при контроле по схеме Г п. 4.3 ГОСТ 18105 производится по формуле:

$$B_{\phi} = 0,8 \times R_m, \quad (4)$$

где R_m - фактическая прочность бетона, МПа.



Внимание! Коэффициенты преобразования для расчёта прочности следует вводить только с размерностью в **МПа**.

7.3 Установка коэффициентов градуировочной зависимости «скорость ультразвука - плотность»

Полином, связывающий плотность со скоростью ультразвука:

$$\rho = B_0 + B_1 \times V + B_2 \times V^2, \quad (5)$$

где ρ - плотность, г/см³, т/м³;

V - числовое значение скорости ультразвука;

B_i - коэффициенты (i = 0,1,2), записанные в экспоненциальной форме, (например, B_i=256 следует записать как B_i=+2,56E+2, что соответствует B_i=2,56×10²).

7.4 Установка коэффициентов градуировочной зависимости «скорость ультразвука - модуль упругости»

Зависимость, связывающая модуль упругости со скоростью ультразвука:

$$E = \frac{\gamma \times V^2}{9,81 \times \varphi} \times 10^{-5}, \quad (6)$$

где E - модуль упругости, ГПа;

V - скорость ультразвука, м/с;

γ - плотность материала, т/м³;

φ - коэффициент, по умолчанию - 1,00.

The screenshot shows a mobile application interface titled "КОЭФФИЦИЕНТЫ" (Coefficients). At the top, it displays the battery level at 66%, the date as 18 октября 2022, and the time as 10:16:09. Below the title, there is a dropdown menu showing "Бетон тяжелый (ис) В35-В60". A blue button labeled "Модуль упругости" (Modulus of elasticity) is selected. Below this, there are two input fields: the first is labeled "γ = 0.00 т/м³" and the second is labeled "φ = 1.00". At the bottom of the screen, there are two buttons: "Сохранить" (Save) in orange and "Отмена" (Cancel) in green.

7.5 Установка коэффициента градуировочной зависимости «скорость ультразвука - звуковой индекс»

The screenshot shows a mobile application interface titled "КОЭФФИЦИЕНТЫ" (Coefficients). At the top, it displays the battery level at 66%, the date as 18 октября 2022, and the time as 10:16:55. Below the title, there is a dropdown menu showing "Бетон тяжелый (ис) В35-В60". A blue button labeled "Звуковой индекс" (Sound index) is selected. Below this, there is one input field labeled "K = 1.00". At the bottom of the screen, there are two buttons: "Сохранить" (Save) in orange and "Отмена" (Cancel) in green.

При измерении звукового индекса необходимо задавать коэффициент в соответствии с формулой:

$$ЗИ = K \times \frac{V}{100}, \quad (7)$$

где ЗИ - звуковой индекс;

V - числовое значение скорости ультразвука;

K - безразмерный коэффициент (возможность установки значения от 1,00 до 1,20).

8 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

8.1 Поверку прибора проводят по документу МП-03-2020-20 «Измеритель времени и скорости распространения ультразвука ПУЛЬСАР-2. Методика поверки», утвержденной ФБУ «Челябинский ЦСМ» 14.08.2020 г.

8.2 Интервал между поверками - 1 год.

9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1 Прибор требует аккуратного и бережного обращения для обеспечения заявленных технических характеристик.

9.2 Прибор и датчики необходимо содержать в чистоте, оберегать от падений, ударов, вибрации, пыли и сырости. Периодически, не реже одного раза в 6 месяцев, удалять пыль сухой и чистой фланелью и производить визуальный осмотр прибора.

9.3 По завершении измерений датчики необходимо очистить от смазки и частиц материала и т.п.

9.4 При появлении на дисплее информации о разряде аккумулятора необходимо его зарядить.

Для заряда аккумулятора необходимо подключить прибор через поставляемое зарядное устройство с разъемом USB к сети напряжением 220 В или к работающему компьютеру кабелем USB. Заряд аккумулятора начинается автоматически. При включенном приборе пиктограмма батареи в статус-строке будет последовательно менять вид. По окончании заряда останется пиктограмма полностью заряженной батареи.



Внимание! Запрещается производить заряд аккумулятора с помощью зарядного устройства, не входящего в комплект поставки.

Примечания

1) При достижении уровня разряда аккумулятора близкого к критическому прибор автоматически выключается.

2) Заряд аккумулятора происходит вне зависимости от включения прибора. В выключенном состоянии заряд может идти несколько быстрее.

9.5 Для снижения расхода энергии аккумулятора, рекомендуется включать прибор непосредственно перед измерениями и отключать сразу после их выполнения.

9.6 Если прибор не реагирует на кнопку включения питания, следует зарядить аккумулятор.

9.7 Если в процессе работы прибор перестает реагировать на нажатие кнопок, необходимо нажать и отпустить кнопку включения. Прибор должен выключиться не более, чем через 10 секунд. После чего включить прибор снова.

9.8 В случаях большого разброса показаний по прочности (плотности, модулю упругости, звуковому индексу) на исследуемом участке или при его смене следует проверить стабильность результатов измерения по скорости и времени, качество акустического контакта системы «датчик-объект», правильность установки базы прозвучивания и коэффициентов преобразования, соответствие уровня сигнала выбранному режиму, отсутствие дефектов бетона и влияния арматуры.

9.9 Прибор является сложным техническим изделием и не подлежит самостоятельному ремонту. При всех видах неисправностей необходимо обратиться к изготовителю.

10 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

10.1 Маркировка прибора содержит:

- товарный знак изготовителя;
- знак утверждения типа;
- условное обозначение модификации прибора «Пульсар-2.2» на лицевой панели;
- полное наименование прибора «Измеритель времени и скорости распространения ультразвука ПУЛЬСАР-2» на задней панели;
- заводской номер прибора;
- дату выпуска.

10.2 На прибор, прошедший приемо-сдаточные испытания, ставится пломба. Пломба находится в отверстии на винте крепления корпуса электронного блока.

11 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

11.1 Транспортирование приборов должно проводиться в упакованном виде любым крытым видом транспорта (авиатранспортом - в отапливаемых герметизированных отсеках) в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на данном виде транспорта.

11.2 Расстановка и крепление ящиков с приборами в транспортных средствах должны исключать возможность их смещения и ударов друг о друга.

11.3 Погрузочно-разгрузочные работы должны осуществляться в соответствии с транспортной маркировкой по ГОСТ 14192.

11.4 Температурные условия транспортирования приборов от минус 25 °С до плюс 40 °С.

11.5 Упакованные приборы должны храниться в условиях 1 по ГОСТ 15150.

12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

12.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие выпускаемых приборов требованиям технических условий. Гарантийный срок - 18 месяцев с момента продажи прибора.

12.2 Предприятие-изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно производить ремонт прибора, если он выйдет из строя.

12.3 Гарантийное обслуживание осуществляется в месте нахождения предприятия-изготовителя. Срок гарантии на изделие увеличивается на время его нахождения в ремонте.

Изделие предъявляется в гарантийный ремонт в следующей комплектации: блок электронный в чехле, датчик поверхностного прозвучивания, комплект датчиков сквозного прозвучивания, комплект соединительных кабелей, контрольный образец из оргстекла, чехол для контрольного образца из оргстекла, руководство по эксплуатации, сумка или кейс, транспортная упаковка, обеспечивающая сохранность и надлежащую транспортировку оборудования, дополнительно (при наличии): датчик поверхностного прозвучивания с гидроизоляцией, комплект датчиков сквозного прозвучивания с гидроизоляцией, комплект соединительных кабелей с гидроизоляцией.



Внимание! Оборудование для гарантийного ремонта должно быть предоставлено в чистом виде.

12.4 Срок проведения ремонтных работ - 30 рабочих дней с момента получения прибора предприятием-изготовителем.

12.5 Срок замены прибора - 30 рабочих дней с момента получения прибора предприятием-изготовителем. Замена производится при наличии существенного недостатка (стоимость устранения недостатков равна или превышает 70 % от стоимости товара), а также при повторном проявлении дефекта после его устранения.

12.6 Недополученная в связи с неисправностью прибыль, транспортные расходы, а также косвенные расходы и убытки не подлежат возмещению.

12.7 Гарантия не распространяется на:

- литиевый аккумулятор;
- зарядное устройство;
- быстроизнашивающиеся запчасти и комплектующие (соединительные кабели, разъёмы и т.п.);
- расходные материалы (карты памяти и т.п.).

12.8 Гарантийные обязательства теряют силу, если:

- нарушены заводские пломбы;
- прибор подвергался механическим, тепловым или атмосферным воздействиям;
- прибор вышел из строя из-за попадания внутрь посторонних предметов, жидкостей, агрессивных сред;
- на приборе удален, стерт, не читается или изменен заводской номер.

12.9 Гарантийный ремонт и организацию периодической проверки осуществляет предприятие-изготовитель ООО НПП «Интерприбор»: 454080, Челябинск, а/я 12771, бесплатные звонки по России 8-800-775-05-50, тел. (351) 729-88-85.

13 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем РЭ использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 17624-2021 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.

ГОСТ 18105-2018 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.

ГОСТ 24332-88 Кирпич и камни силикатные. Ультразвуковой метод определения прочности при сжатии.

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

МДС 62-2.01 Методические рекомендации по контролю прочности бетона монолитных конструкций ультразвуковым методом способом поверхностного прозвучивания» ГУП «НИИЖБ».

14 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Блок электронный, шт.	1
Датчик поверхностного прозвучивания П111-0.06-ИЗ, шт.	___ *
Датчик поверхностного прозвучивания с гидроизоляцией П111-0.06-И5, шт.	___ *
Комплект датчиков сквозного прозвучивания П111-0.06-И2 (2 шт.), шт.	___ *
Комплект конусов с гайками для датчиков сквозного прозвучивания П111-0.06-И2 (2 конуса и 2 гайки), шт.	___ *
Комплект датчиков сквозного прозвучивания с гидроизоляцией П111-0.06-И4 (2 шт.), шт.	___ *
Комплект кабелей (1,5 м × 2 шт.), шт.	___
Комплект кабелей (1,5 м × 2 шт.) с гидроизоляцией, шт.	___ *
Кабель 3 м, шт.	___
Кабель с гидроизоляцией, шт.	___ *
Контрольный образец из оргстекла, шт.	1
Чехол для контрольного образца из оргстекла, шт.	1**
Чехол, шт.	1**
Смазка техническая Литол-24, 100 мл, шт.	1***
Руководство по эксплуатации, экз.	1
Зарядное устройство USB (1А), шт.	1
Кабель USB для связи с компьютером, шт.	1
Программа связи с ПК (USB-флеш), шт.	1
Сумка, шт.	1**
Кейс, шт.	1*

* По заказу

** Отсутствуют при заказе прибора в кейсе

*** При заказе датчиков сквозного прозвучивания

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРОГРАММА СВЯЗИ ПРИБОРА С КОМПЬЮТЕРОМ

Программа связи предназначена:

- для переноса результатов измерений в компьютер, их сохранения, просмотра и выборки из полученного массива;
- для экспорта в Excel результатов измерений в табличной и графической формах с указанием номера, времени и даты проведения испытаний, скорости ультразвука, вида материала, значений измеренных параметров (прочности, плотности, модуля упругости, звукового индекса, глубины трещины);
- с помощью встроенной функции «Редактирование параметров материалов» пользователь может считывать из прибора и при необходимости изменять коэффициенты преобразования «Скорость УЗ - измеряемый параметр» для любого материала, хранящегося в памяти прибора (исключая «Бетон тяжелый неизвестного состава»).

Работа с программой требует обучения персонала или привлечения квалифицированного специалиста.

Минимально необходимые требования к компьютеру

Компьютер с аппаратной конфигурацией, соответствующей операционной системе.

Операционная система MS Windows 7/8/10.

Установка программы

Для установки программы на компьютер нужно вставить USB-флеш-накопитель «Интерприбор» в компьютер, найти папку «Пульсар», открыть её содержимое и в папке «Программа связи с ПК» запустить программу SetupPulsar2.exe. Появится диалоговое окно приглашения в программу установки.

Далее, следуя указаниям с экрана, последовательно через нажатия кнопки «Далее» провести установку.

Для завершения программы установки нажать кнопку «Готово». Установка окончена.

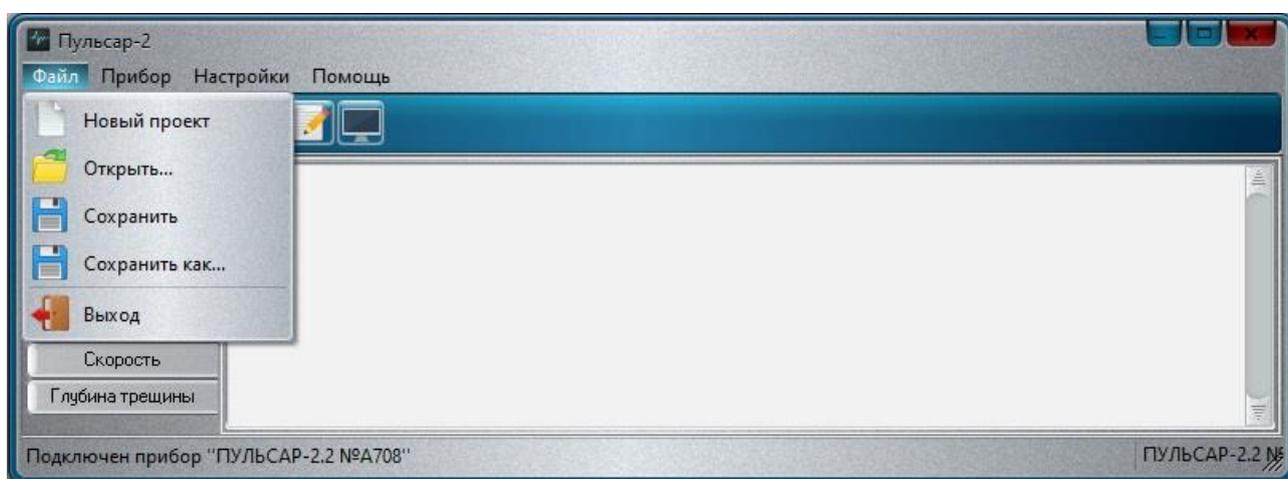
Работа с программой

Запуск программы

Из меню «Программы» - «Интерприбор» - «Пульсар-2» вызвать программу «Пульсар-2». На мониторе появится окно программы с предоставлением пользователю возможности считывания данных из прибора (пиктограмма «Чтение из прибора»), сохранения считанных данных в виде файла проекта или работы с ранее сохраненными данными (пиктограмма «Открыть проект»).

Все ранее сохраненные файлы проектов размещены в папке проектов по следующему пути:

c:\Users\Documents\Interpribor\PULSAR2\Devices\XXXX\Project,
где XXXX – серийный номер прибора.



Создание нового и открытие существующего проекта

Чтобы возможности просмотра результатов измерения с прибора и экспорта результатов измерений в другие программы необходимо первоначально создать новый проект! Для этого нажать пиктограмму «Новый проект» или воспользоваться меню «Файл», подменю «Новый проект». После создания нового проекта считать данные из прибора, для чего воспользоваться пиктограммой «Чтение из прибора».

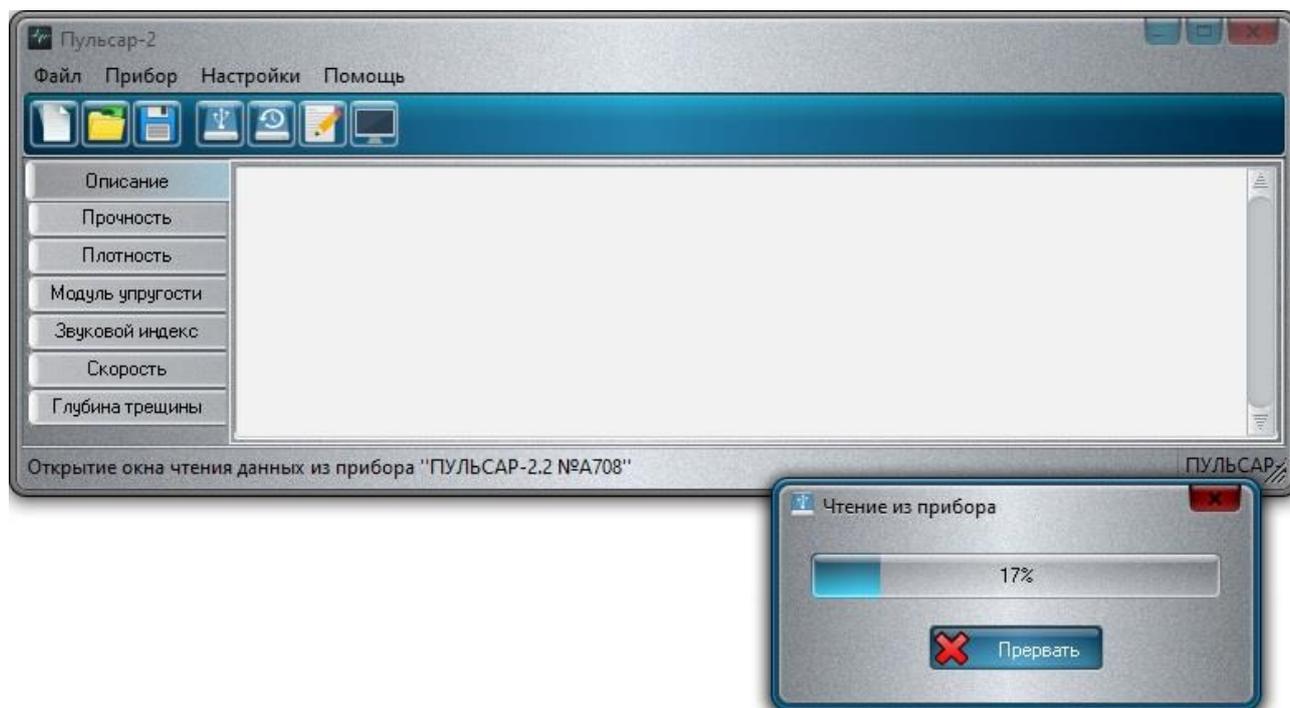
Если проект, с которым вы собираетесь работать, был создан ранее, то для его открытия следует нажать пиктограмму «Открыть».

Считывание информации

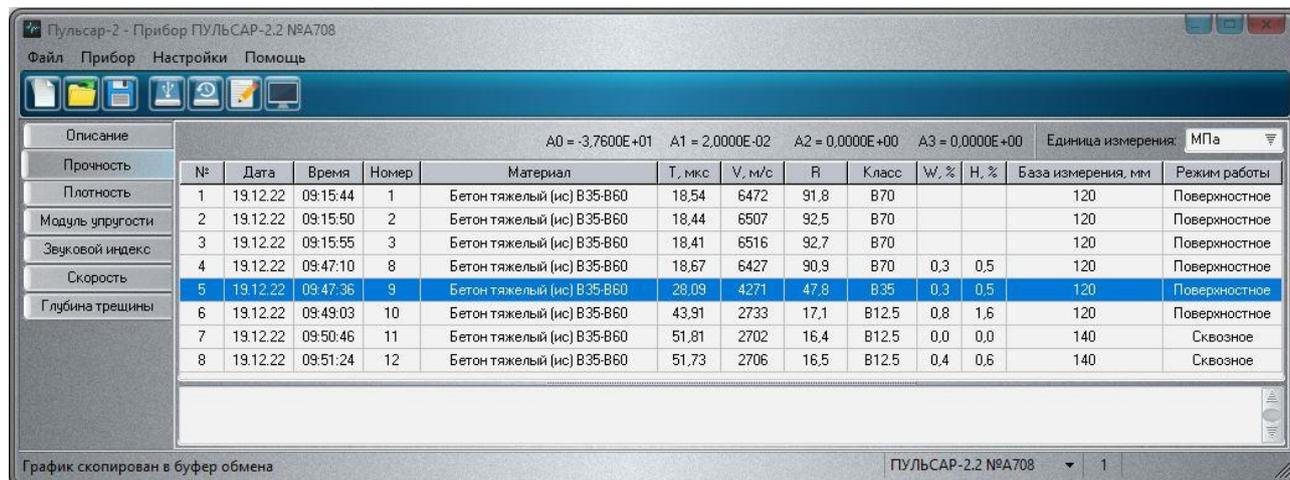
Включить компьютер и вызвать программу «Пульсар-2».

Подключить прибор с помощью USB-кабеля к компьютеру.

Включить прибор, нажать пиктограмму «Чтение из прибора» в окне программы, - на экране появится изображение линейного индикатора процесса считывания.



После завершения процесса считывания на мониторе в окне программы появится информация о считанных результатах.



Работа с данными

Программа позволяет производить избирательный анализ считанных результатов из массива данных (дата, вид материала и т.д.) и экспорт таблиц параметров в буфер обмена с их дальнейшей вставкой в Excel.

При создании проекта программа открывает несколько окон с названиями «Описание», «Прочность», «Плотность», «Модуль упругости», «Звуковой индекс», «Скорость» и «Глубина трещины».

В окне «Описание» пользователь может указать общую информацию о проекте.

Окно «Прочность» предназначено для работы с данными, полученными при измерениях прочности материалов:

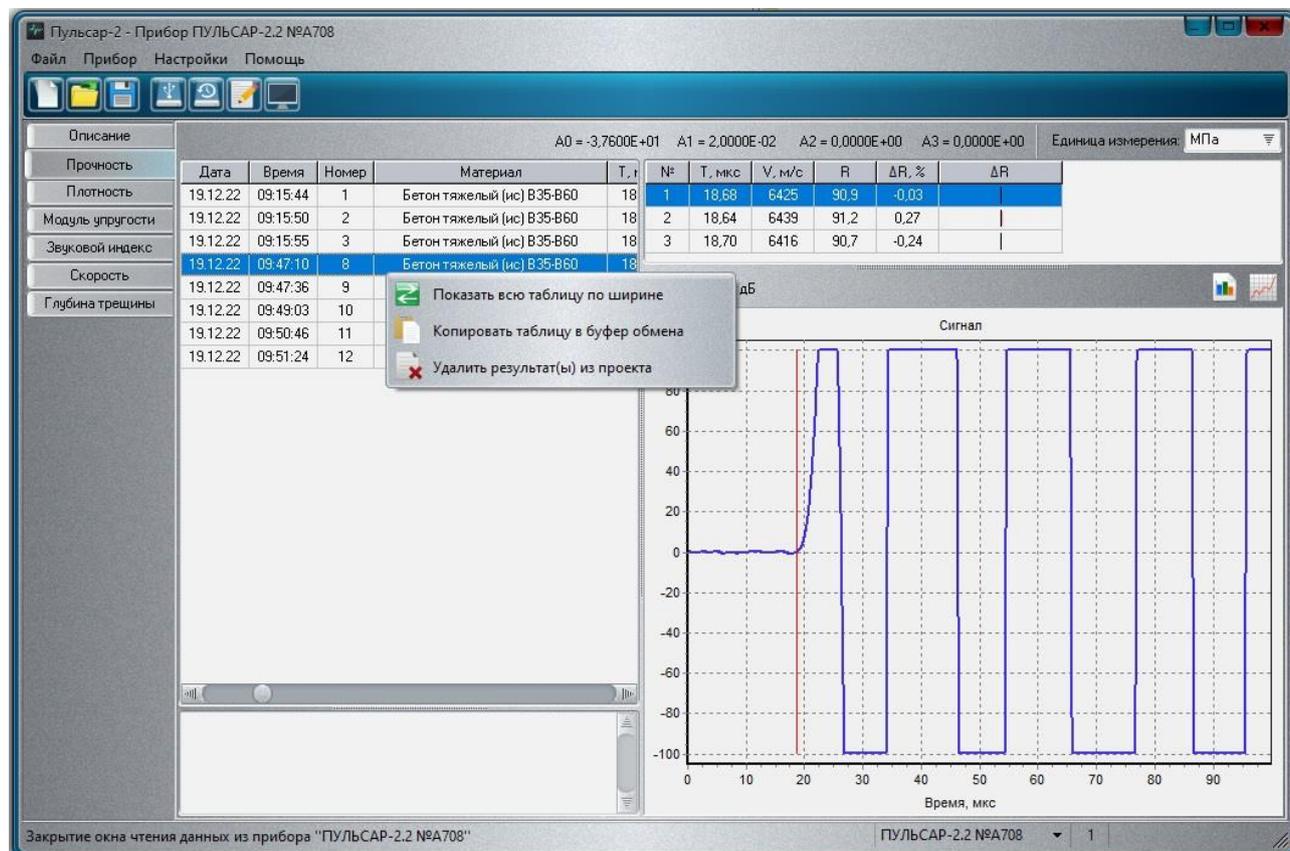
- в первую таблицу окна выведены полные данные о результатах серий измерений (дата, время, номер, материал, измеренное время, скорость, прочность, класс прочности, коэффициент вариации, база измерений, режим работы);

- во вторую таблицу - данные о времени, скорости и прочности единичных результатов той серии, которая выбрана курсором;

- в отдельную четверть окна выведено графическое представление записанного сигнала, выбранного курсором из анализируемой серии;

- в верхнем правом углу окна можно выбрать требуемую размерность прочности.

- в правом верхнем углу окна графического представления сигнала размещена пиктограмма (кнопка) с изображением графика сигнала. По нажатию кнопки график выводится в отдельном окне, где его можно масштабировать и прокручивать по обеим осям.

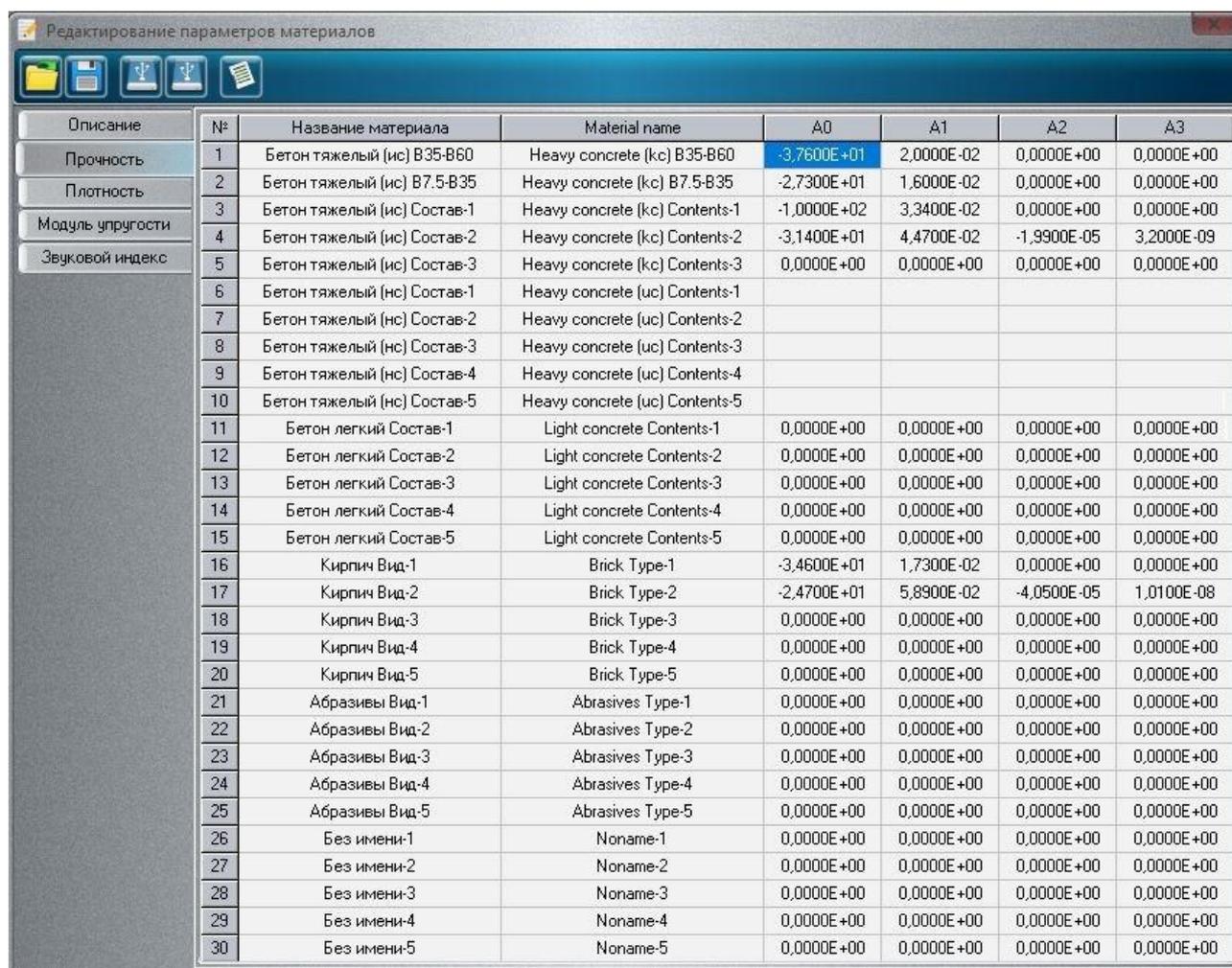


Окна выводов других параметров выполнены аналогично.

Вкладка «Редактирование параметров материалов»

Вкладка вызывается нажатием на пиктограмму с одноименным названием или из меню «Прибор», подменю «Редактирование параметров материалов».

Вкладка предназначена для считывания из прибора в отдельное окно программы коэффициентов преобразования «Скорость УЗ - измеряемый параметр» для возможности быстрого редактирования и последующей записи новых коэффициентов в прибор.



The screenshot shows a software window titled "Редактирование параметров материалов" (Editing material parameters). It features a toolbar with icons for file operations and a table with 8 columns: "Описание" (Description), "№" (Number), "Название материала" (Material name), "Material name", "A0", "A1", "A2", and "A3". The table lists 30 rows of material data, including various types of concrete and bricks, with their corresponding coefficients.

Описание	№	Название материала	Material name	A0	A1	A2	A3
Прочность	1	Бетон тяжелый (ис) В35-В60	Heavy concrete (kc) B35-B60	-3,7600E+01	2,0000E-02	0,0000E+00	0,0000E+00
Плотность	2	Бетон тяжелый (ис) В7,5-В35	Heavy concrete (kc) B7.5-B35	-2,7300E+01	1,6000E-02	0,0000E+00	0,0000E+00
Модуль упругости	3	Бетон тяжелый (ис) Состав-1	Heavy concrete (kc) Contents-1	-1,0000E+02	3,3400E-02	0,0000E+00	0,0000E+00
Звуковой индекс	4	Бетон тяжелый (ис) Состав-2	Heavy concrete (kc) Contents-2	-3,1400E+01	4,4700E-02	-1,9900E-05	3,2000E-09
	5	Бетон тяжелый (ис) Состав-3	Heavy concrete (kc) Contents-3	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	6	Бетон тяжелый (ис) Состав-1	Heavy concrete (uc) Contents-1				
	7	Бетон тяжелый (ис) Состав-2	Heavy concrete (uc) Contents-2				
	8	Бетон тяжелый (ис) Состав-3	Heavy concrete (uc) Contents-3				
	9	Бетон тяжелый (ис) Состав-4	Heavy concrete (uc) Contents-4				
	10	Бетон тяжелый (ис) Состав-5	Heavy concrete (uc) Contents-5				
	11	Бетон легкий Состав-1	Light concrete Contents-1	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	12	Бетон легкий Состав-2	Light concrete Contents-2	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	13	Бетон легкий Состав-3	Light concrete Contents-3	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	14	Бетон легкий Состав-4	Light concrete Contents-4	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	15	Бетон легкий Состав-5	Light concrete Contents-5	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	16	Кирпич Вид-1	Brick Type-1	-3,4600E+01	1,7300E-02	0,0000E+00	0,0000E+00
	17	Кирпич Вид-2	Brick Type-2	-2,4700E+01	5,8900E-02	-4,0500E-05	1,0100E-08
	18	Кирпич Вид-3	Brick Type-3	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	19	Кирпич Вид-4	Brick Type-4	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	20	Кирпич Вид-5	Brick Type-5	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	21	Абразивы Вид-1	Abrasives Type-1	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	22	Абразивы Вид-2	Abrasives Type-2	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	23	Абразивы Вид-3	Abrasives Type-3	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	24	Абразивы Вид-4	Abrasives Type-4	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	25	Абразивы Вид-5	Abrasives Type-5	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	26	Без имени-1	Noname-1	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	27	Без имени-2	Noname-2	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	28	Без имени-3	Noname-3	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	29	Без имени-4	Noname-4	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
	30	Без имени-5	Noname-5	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00

Пользователь имеет возможность считать из прибора имеющиеся коэффициенты, отредактировать их и записать изменённые коэффициенты в текущий прибор. Также он может сохранить коэффициенты в виде файла для возможности их быстрого переноса в другой прибор.

Файлы коэффициентов размещены в папке данных программы по следующему пути:

c:\Users\Documents\Interpribor\PULSAR2\Devices\XXXX\ Material_Parameters,

где XXXX – серийный номер прибора.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Примеры коэффициентов градуировочных зависимостей преобразования скорости (V, м/с) в прочность (R, МПа)

$$R=A_0+A_1\times V+A_2\times V^2+A_3\times V^3, \text{ МПа}$$

Материал	Коэффициенты			
	A0	A1	A2	A3
Бетон тяжёлый известного состава: Универсальный В35-В60	-3,76E+1	+2,00E-2		
Бетон тяжёлый известного состава: Универсальный В7,5-В35	-2,73E+1	+1,60E-2		
Бетон тяжёлый известного состава: Состав-1	-1,00E+2	+3,34E-2		
Кирпич: Вид-1 (силикатный)	-3,46E+1	+1,73E-2		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Усреднённые значения скоростей распространения продольных ультразвуковых волн в некоторых твердых материалах, м/с

Алюминий	6260
Алюминиевый сплав Д16Т	6320
Базальт	5930
Бетоны	от 2000 до 5400
Бериллий	12800
Бронза (фосфористая)	3530
Ванадий	6000
Висмут	2180
Вольфрам	5460
Габбро 38	6320
Гипс	4790
Гнейс	7870
Гранит	4450
Диабаз 85	5800
Доломит 9	4450
Железо	5850
Золото	3240
Известняк	6130
Известняк 86	4640
Капролон	2787
Капрон	2640
Кварц плавленый	5930
Константан	5240
Лабрадорит 44	5450
Латунь	4430
Латунь ЛС-59-1	4360
Лед	3980
Магний	5790
Манганин	4660
Марганец	5561
Мрамор	6150
Медь	4700
Молибден	6290

Никель	5630
Олово	3320
Осмий	5478
Плексиглас	2670
Полистирол	2350
Резина	1480
Свинец	2160
Серебро	3600
Ситалл	6740
Слюда	7760
Сталь ХН77ТЮР	6080
Сталь 40ХНМА	5600
Сталь ХН70ВМТЮ	5960
Сталь ХН35ВТ	5680
Сталь Х15Н15ГС	5400
Сталь Ст3	5930
Стекло органическое	2550
Стекло силикатное	5500
Тантал	4235
Текстолит	2920
Тефлон	1350
Фарфор	5340
Хром	6845
Цинк	4170
Цирконий	4900
Чугун	3500-5600
Эбонит	2400
Эпоксидная смола ЭД-5	2580

Редакция 2025 01 29