

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Назначение и область применения .....	3
2 Технические характеристики.....	3
3 Устройство и принцип работы.....	4
4 Маркировка и пломбирование .....	11
5 Указание мер безопасности .....	11
6 Подготовка к работе и порядок работы.....	122
7 Техническое обслуживание и эксплуатация .....	20
8 Гарантийные обязательства.....	22
9 Паспорт.....	24
Приложение А Программа связи и дополнительной обработки .....	25
Приложение Б Сопряжение планшета и датчика.....	27

Руководство по эксплуатации содержит информацию о принципе действия и конструкции, технические характеристики и другие сведения, необходимые для нормальной эксплуатации прибора для диагностики свай СПЕКТР-4.1.

Эксплуатация прибора допускается только после изучения настоящего руководства.

## **1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Прибор диагностики свай СПЕКТР-4.1 (далее – прибор) предназначен для определения длины свай, обнаружения и локализации скрытых в грунте дефектов свай, получения сейсмоспектрального профиля свай. Прибор позволяет проанализировать реакцию объекта на ударное воздействие во временной и спектральной области.

## **2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Количество каналов регистрации	1
Диапазон частот (минус 3 дБ), Гц	10 – 23000
Динамический диапазон, дБ	92
Частота дискретизации, кГц	46,9
Количество линий в спектре	1000
Карта памяти, Гбайт	>2

Количество сохраняемых измерений, не менее, шт.	100000
Количество точек экрана планшетного ПК:	
- 8"	1280×800
- 7"	1024×600
Тип аккумулятора	Li-Pol
Время непрерывной работы, ч	10
Рабочие условия эксплуатации:	
- рабочий диапазон температур окружающего воздуха, °С	от минус 20 до плюс 40
- относительная влажность воздуха при плюс 25 °С, %	до 90
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	
- планшет	210×130×15
- датчик	100×53×53
Масса базового комплекта, не более, кг	2,6

### **3 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ**

#### **3.1 Состав прибора**

Прибор состоит из:

- планшетного ПК 7" или 8" под управлением ОС Android;
- беспроводного датчика виброускорения ДАЦ-1БТ;
- молотка.

Всё оборудование размещено в специализированном кейсе.

### 3.2 Устройство прибора

Датчик 1 воспринимает механические колебания исследуемого объекта, возбуждаемые молотком 2, преобразует их в электрический сигнал, оцифровывает его и по беспроводному интерфейсу связи Bluetooth передает в планшет 3. Планшет производит запись и последующую обработку полученного сигнала. Для увеличения продолжительности работы планшета прибор комплектуется портативным зарядным устройством 4 (ПЗУ).

Общий вид прибора представлен на рис. 1. Общий вид окна программы прибора представлен на рис. 2.



Рисунок 1 – Общий вид прибора СПЕКТР-4.1

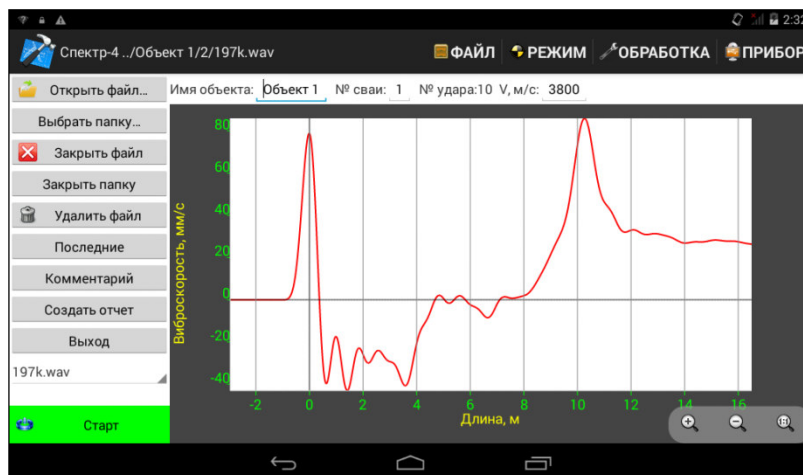


Рисунок 2 – Общий вид окна программы

Управление функциями прибора осуществляется через сенсорный экран планшета. Перед использованием прибора рекомендуется ознакомиться с руководством по эксплуатации планшета (при поставках планшета без печатного руководства по эксплуатации, следует найти руководство в файловой системе планшета).

### 3.3 Принцип работы

Принцип работы прибора основан на свойстве акустической волны отражаться от границ раздела сред с различным акустическим импедансом. Акустическая волна возбуждается в свае с помощью удара молотком. Волна распространяется вдоль сваи, отражается от ее основания и от дефектов и регистрируется датчиком, установленным на верхнем торце сваи.

Длина сваи и расстояние до дефекта рассчитывается по формуле:

$$H = \frac{V \cdot \Delta t}{2}, \quad (1)$$

где  $V$  – скорость распространения волны в свае, м/с;

$\Delta t$  – промежуток времени между ударом и отражением, с.

Пример реакции железобетонной сваи на ударное воздействие показан на рисунке 3.

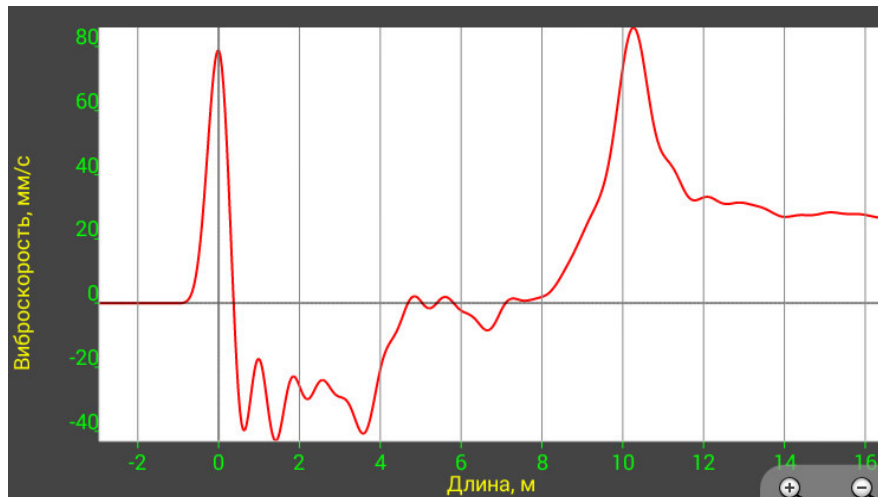


Рисунок 3 – Пример сигнала

### 3.4 Система меню программы

Меню программы двухуровневое: состоит из главного меню и вложенных меню.

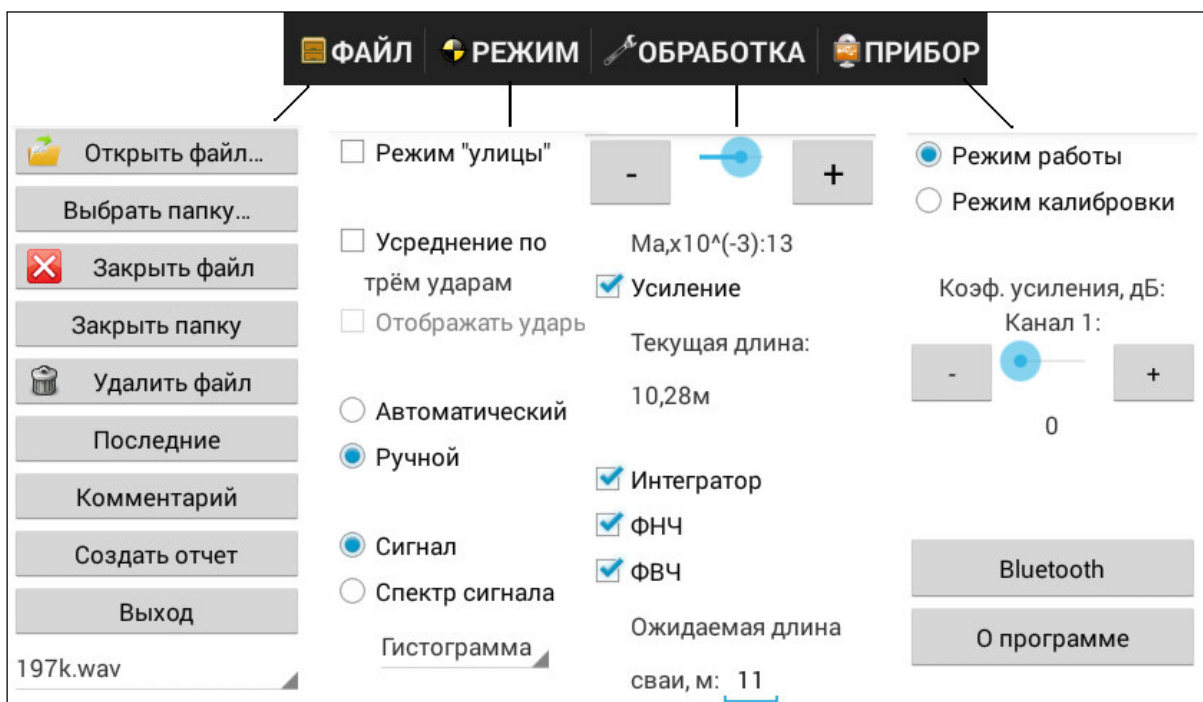


Рисунок 4 – Главное меню и вложенные меню программы

Главное меню программы (рисунок 4) расположено в правой части верхней строки окна программы. Выбор нужного пункта главного меню осуществляется нажатием на этот пункт и вложенные подменю открываются слева от графика. Главное меню состоит из следующих пунктов:

Файл – меню работы с файлами сигналов. Позволяет открывать/закрывать файлы/папки с файлами сигналов, создавать файлы отчетов;

Режим – позволяет выбрать один из нескольких режимов проведения измерений и отображения полученных данных;

Обработка – меню настроек обработки записанного сигнала;

Прибор – меню для настройки работы прибора;

Вложенные меню отображаются в левой части окна программы. Для выбора требуемого пункта вложенного меню следует нажать на него.



Рисунок 5 – меню «Файл»

Меню «Файл» (рисунок 5) содержит следующие пункты:

- «Открыть файл...» - предназначено для открытия файла сигнала.

- «Выбрать папку...» - предназначено для открытия папки с файлами.

- «Закреть файл» - необходимо для закрытия открытого файла сигнала.

- «Закреть папку» - позволяет закрыть открытую папку с файлами.

- «Удалить файл» - удаление открытого файла.

- «Последние» - позволяет открыть один из последних просмотренных файлов.

- «Комментарий» - для ввода и просмотра комментария к сигналу.

- «Создать отчет» - необходим для создания файла отчета на основе текущего открытого файла сигнала.

- «Выход» - закрывает программу.

- Поле для выбора и отображения текущего файла удара в папке. Отображается, только если выбрана папка.

Меню «Режим» содержит следующие пункты:

- «Режим улицы» - позволяет включить прорисовку графиков толстыми линиями, улучшая их видимость.

- «Усреднение по трем ударам» - позволяет включить режим, при котором в качестве одного результата будет учитываться усредненный сигнал по трем ударам с корреляцией,



удовлетворяющей заданным в программе условиям.

– «Отображать удары» - включение режима отдельного отображения графиков трех сигналов вместо одного усредненного. Пункт доступен при включенной опции «Усреднение по трем ударам».

– «Автоматический/Ручной» - переключение режима обработки графика сигнала.

– «Сигнал/Спектр сигнала (гистограмма/линия)» - служит для переключения между отображением записанного сигнала во временной и спектральной областях.

Включение/выключение и переключение режимов осуществляется нажатием на соответствующем пункте.

Меню «Обработка» содержит следующие пункты:

– «Усиление» - включение усиления сигнала и установка коэффициента усиления.

– «Интегратор» - включение функции интегрирования сигнала виброускорения в сигнал виброскорости.

– «ФНЧ» - включение фильтра нижних частот для фильтрации высокочастотного шума.

– «ФВЧ» - включение фильтра верхних частот для фильтрации постоянной составляющей.

– «Ожидаемая длина сваи» служит для ввода ожидаемой длины сваи с целью улучшения качества обработки и отображения сигнала.

– «Текущая длина» - длина сваи, определенная исходя из положения курсора на графике сигнала/спектра. Положение курсора

устанавливается пользователем в процессе анализа графика.

Меню «Прибор» содержит следующие пункты:

– «Режим работы/Режим калибровки» - выбор между основным рабочим режимом и служебным калибровочным.

– «Коэф. усиления, дБ» - позволяет изменять аппаратный коэффициент усиления сигнала в датчике.

– «Bluetooth» - поиск датчиков по Bluetooth (приложение B).

– «О программе» - отображает информацию о версии программы и изготовителе.

Во второй строке программы (над графиком) находятся поля для записи названия объекта (Имя объекта), номера сваи (№ сваи), номера удара (№ удара) и скорости распространения волны в свае ( $V$ , м/с). Там же находится индикатор заряда батареи датчика.

## **4 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ**

Маркировка прибора содержит:

- 1) товарный знак предприятия-изготовителя;
- 2) условное обозначение прибора СПЕКТР-4.1;
- 3) порядковый номер прибора;
- 4) дату выпуска.

## **5 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 К работе с прибором допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по правилам

техники безопасности, действующим на предприятиях стройиндустрии, строительных площадках, при обследовании зданий и сооружений.

5.2 Прибор не содержит компонентов, опасных для жизни и здоровья пользователя.

## **6 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ**

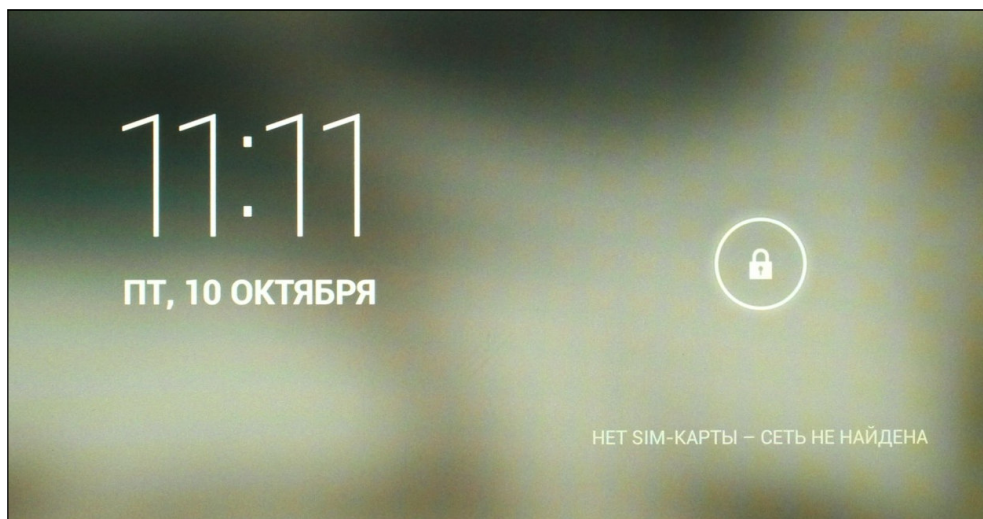
### **6.1 Подготовка к работе**

Для подготовки прибора к работе следует:

1) Установить датчик на объекте исследования. Датчик устанавливается на торец сваи посредством приклеивания на мастику, «сырую резину», пластилин, солидол, литол. При этом торец сваи должен быть очищен от пыли, мусора и посторонних предметов. Если отсутствует доступ к верхнему торцу сваи, допустимо закрепить датчик на металлический уголок, жестко прикрепленный анкером к боковой поверхности сваи.

2) Включить датчик однократным нажатием на кнопку включения. При этом светодиод датчика должен светиться красным непрерывно в течение 7 секунд, затем светиться зеленым 3 секунды, затем начать мигать зеленым редко (1Гц). При мигании светодиода датчика зеленым датчик считается включенным. Если светодиод датчика светится по-другому – см. п. 7.3;

3) Длительным нажатием (более трех секунд) кнопки включения  включить планшет и дождаться его полной загрузки. На дисплее появится экран блокировки;



4) разблокировать планшет, перетащив символ закрытого замка вправо;

5) если сенсорный экран отключился, включить его кратковременным нажатием кнопки включения и разблокировать (п.4);

6) при подключении датчика и планшета через проводной USB-интерфейс - соединить датчик и планшет с помощью USB A - miniB кабеля и переходника USB-OTG.

При установке беспроводного соединения по Bluetooth – сопряжение планшета и датчика установлено на предприятии – изготовителе, подробнее в п. 6.2.

7) найти на рабочем столе или в меню приложений планшета ярлык программы Спектр-4.1, запустить программу нажатием на ярлык. При работе с программой рекомендуется горизонтальная ориентация экрана планшета.

## **6.2 Порядок работы**

Ввести название объекта, номер сваи и скорость волны в свае во второй строке программы. В меню «Режим» выбрать требуемые

параметры записи и отображения сигнала с помощью следующих переключателей:

–«Усреднение по трем ударами». Включение данной опции позволяет записывать и усреднять три удара в серии, соответствующие заданным в программе условиям корреляции.

–«Отображать удары». Включение данной опции позволяет увидеть единичные удары в серии вместо усредненного удара.

–«Автоматический/Ручной» режимы. Автоматический режим будет корректно работать в простых случаях (свая без дефектов забита в неплотный однородный грунт). В сложных условиях (наличие дефектов, слоев грунта, высокое затухание сигнала в грунте) рекомендуется ручной режим определения длины и анализа дефектов сваи.

– «Сигнал/Спектр сигнала». Этот переключатель позволяет выбрать между временным и спектральным отображением сигнала. Спектр может быть представлен в виде линии или гистограммы. Для удобства интерпретации сигнала рекомендуется выбрать опцию «Сигнал». В этом случае анализ сигнала производится во временной области в соответствии с «Методикой диагностики свай методом акустической дефектоскопии», которая поставляется в комплекте с прибором.

В меню «Обработка» ввести «Ожидаемую длину сваи», либо оставить значение по умолчанию.

В случае если выбран ручной режим, в меню «Обработка» установить параметры обработки сигнала. Рекомендуется включить «Интегратор», «ФВЧ» и «ФНЧ». Коэффициент

усиления сигнала рекомендуется подобрать эмпирически по результатам первых нескольких замеров таким образом, чтобы амплитуда ударного импульса и амплитуда предполагаемого отражения от конца сваи были примерно одинаковы.

После завершения подготовительных действий нажать кнопку «Старт» (в левом нижнем углу окна программы). Планшет установит с датчиком соединение по Bluetooth<sup>\*\*</sup>, или по USB, если планшет и датчик соединены кабелем (при подключении по USB нужно будет открыть доступ к USB-устройству, нажав ОК в открывшемся диалоговом окне), и перейдет в режим ожидания измерения. После установки соединения светодиод датчика начнет мигать часто. В этом режиме прибор ожидает сигнала, превышающего порог запуска.

Произвести удар молотком по торцу сваи. Прибор произведет запись сигнала с датчика, выведет сигнал на экран и автоматически сохранит его в виде файла. Файл будет сохранен в папке `../Spectr/data/[Название объекта]/[Номер сваи]`. В имени файла будет содержаться информация о номере удара по данной свае и о дате/времени удара. Если выбран режим усреднения по трем ударам, для получения файла сигнала потребуются нанести три или более (в случае отбраковки прибором некоторых измерений) удара.

Для удаления файла текущей записи следует нажать кнопку «Удалить файл» в меню «Файл».

---

\* - в случае отсутствия соединения планшета с датчиком, проверить, включен ли датчик

После записи сигнала можно произвести изменения в параметрах обработки и отображения сигнала (меню «Режим» и «Обработка»), при этом изменения отобразятся на текущем сигнале.

После записи сигнала имеется возможность изменять масштаб графика жестами или с помощью кнопок масштаба в правом нижнем углу экрана (рисунок 10), устанавливать метки (в меню «Обработка»), писать комментарий к графику сигнала (в меню «Файл»).

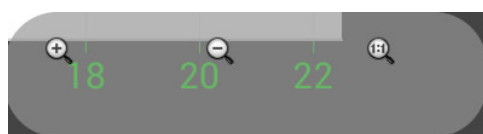


Рисунок 10 – Кнопки управления масштабом графика

При отображении сигнала во временной области (выбрана опция «Сигнал» в меню «Режим») на горизонтальной оси отображается расстояние от верхнего торца сваи (в метрах), вычисляемое по формуле:

$$H = \frac{V \cdot t}{2}, \quad (2)$$

где  $V$  – значение скорости волны в свае;  
 $t$  – время от момента удара.

Для перемещения датчиков на другое место измерения следует предварительно нажать кнопку «Стоп», чтобы избежать ложных срабатываний датчиков.

После завершения всех измерений в целях экономии заряда аккумуляторов планшет и датчик следует выключить. Датчик выключается однократным нажатием на кнопку включения; планшет выключается длительным

нажатием на кнопку включения  и последующим нажатием на подтверждающую кнопку на экране.

### 6.3 Просмотр результатов

Для просмотра результатов, сохраненных в памяти прибора, следует нажать «Открыть файл...» (для просмотра единичного сигнала) или «Выбрать папку...» (для просмотра всех сигналов в данной папке). В появившемся окне (рисунок 11) выбрать нужный файл (папку) и нажать кнопку «Выбрать». Для отмены открытия файла нажать «Отмена». Для перехода во вложенную папку нажать на строку с этой папкой. Для перехода на уровень выше нажать на строку «../».



Рисунок 11 – Окно открытия файла/папки

Если для просмотра выбрана папка, то слева на экране самой нижней строкой меню будет отображен элемент с названием текущего файла (рисунок 12). При нажатии на этот элемент выводится полный список файлов в



данной папке (с пролистыванием при большом количестве файлов). Нажатием на названии файла меняется текущий просматриваемый файл. Для удаления текущего файла нажать кнопку «Удалить файл» и подтвердить намерение в открывшемся диалоговом окне.

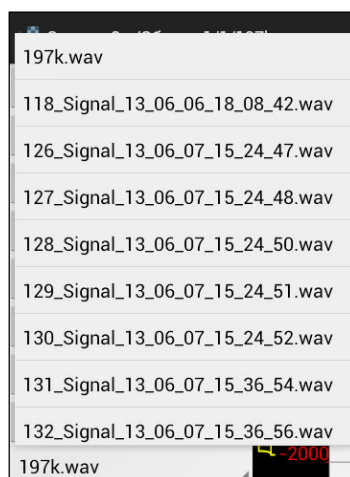


Рисунок 12 – Элемент выбора файла в папке

При просмотре сохраненных результатов также как и в режиме измерения есть возможность изменять параметры обработки и отображения сигнала, устанавливать метки, писать комментарии к графикам.

## 6.4 Создание отчетов

Чтобы создать отчет для текущего сигнала следует нажать на кнопку «Создать отчет» в меню «Файл». Отчет будет автоматически создан и сохранен в папке `../Spectr/reports/[Название объекта]/[Номер сваи]`. Пример отчета показан на рис. 13. Отчет создается в виде pdf-файла. Для просмотра отчета необходимо найти его в файловой системе (например, с помощью программы «Explorer») и открыть (нажатием). Для

печати отчета необходимо скопировать его на компьютер по п. 6.5.

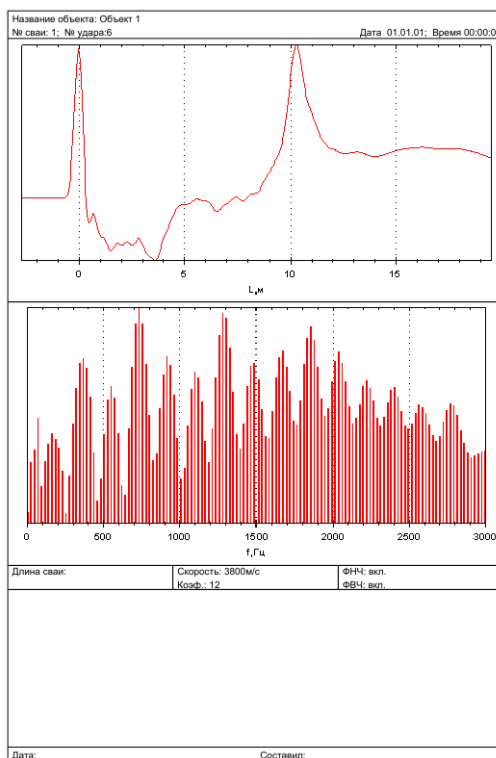


Рисунок 13 – Пример отчета

## 6.5 Связь с компьютером

Планшет имеет интерфейс USB для связи с компьютером, через который осуществляется копирование сохраненных файлов с измерениями для архивации. Планшет подключается к компьютеру с помощью прилагаемого кабеля связи. При этом на дисплее планшета появится информация о подключении по USB. Следует нажать на экране кнопку «Включить USB-накопитель» и скопировать нужные файлы средствами операционной системы компьютера. После завершения копирования файлов нажать на дисплее кнопку «Отключить USB-накопитель». В течение времени, пока USB-накопитель включен, запрещены любые

другие действия (кроме отключения USB-накопителя) с планшетом.

## **7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

7.1 Профилактический уход и контрольные проверки прибора производятся лицами, непосредственно эксплуатирующими прибор.

7.2 Прибор необходимо содержать в чистоте, периодически протирать его сухой и чистой фланелью, оберегать от ударов, пыли и сырости.

7.3 Светодиод датчика предназначен для индикации состояния самого датчика и его батареи. При допустимом для работы уровне заряда батареи светодиод в процессе включения датчика непрерывно горит красным (7с), затем непрерывно горит зеленым (3с).


Светодиод включенного датчика мигает зеленым редко (1Гц) при не нажатой кнопке «Старт», или часто (5Гц) при нажатой кнопке «Старт». Если светодиод мигает красным при включении или при работе датчика, значит, батарея датчика разряжена, и ее необходимо зарядить.

7.4 При появлении информации о разряде аккумуляторов планшета и/или датчика необходимо их зарядить. Для этого включить в сеть поставляемое в комплекте зарядное устройство, подключить его к USB-разъему на планшете или датчике соответствующим кабелем и дождаться полного заряда аккумуляторной батареи. Если аккумуляторная батарея план-


шета полностью разряжена, планшет перестанет включаться. В этом случае следует зарядить выключенный планшет.

7.5 Аккумуляторная батарея планшета достаточно быстро разряжается в режиме ожидания. Скорость разряда аккумуляторной батареи зависит от количества запущенных приложений, включенного экрана. Для экономии заряда рекомендуется:

1) не запускать на планшете приложения и не включать модули (Wi-Fi, GPS, и т.д.), кроме необходимых для обеспечения работы прибора;

2) в случае перерыва в работе с прибором выключать экран (нажатием кнопки «вкл»  на планшете);

3) при длительном перерыве в работе, а также при транспортировке и хранении рекомендуется полностью выключать планшет и датчик.

7.6 Если в процессе работы экран планшета перестает реагировать на нажатия, необходимо перезагрузить планшет. Для этого либо нажать разогнутой скрепкой кнопку сброса, расположенную в небольшом отверстии на корпусе, либо нажать и длительно удерживать кнопку включения  до начала перезагрузки.

7.7 При всех иных видах неисправностей необходимо подробно описать особенности их проявления и обратиться к изготовителю за

консультацией. Отправка прибора в гарантийный ремонт должна производиться с актом о претензиях к его работе.

7.8 Внимание! СПЕКТР-4.1 является сложным техническим изделием и не подлежит самостоятельному ремонту. Гарантийные обязательства теряют силу, если пользователь пытался вскрыть корпус планшета или датчика или они подвергались сильным механическим воздействиям.

## **8 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА**

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

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

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 полной комплектации, указанной в паспорте на изделие.

**ВНИМАНИЕ:** Оборудование для гарантийного ремонта должно быть предоставлено в чистом виде.

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

8.4 Гарантия не распространяется на:

- на литиевый аккумулятор;

- блок автономного питания;
- быстро изнашивающиеся запчасти и комплектующие (соединительные кабели, разъёмы и т.п.);
- расходные материалы (сменные аккумуляторы и батарейки, карты памяти и т.п.).

8.5 Гарантийные обязательства теряют силу, если:

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

## 9 ПАСПОРТ

### Комплект поставки

Планшетный ПК, шт.	1
Беспроводной датчик виброускорения ДАЦ-1БТ, шт.	1
Молоток, шт.	1
Зарядное устройство USB (2A), шт.	1
Кабель USB A-miniB, шт.	1
Кабель USB A-microB, шт.	1
Переходник USB-OTG, шт.	1
Программа связи с ПК (USB-флеш), шт.	1
Кейс, шт.	1
Руководство по эксплуатации, шт.	1
Портативное зарядное устройство (ПЗУ)	1

### Программа связи и дополнительной обработки

Программа связи предназначена для переноса результатов измерений из памяти прибора в компьютер, их сохранения, просмотра и дополнительной обработки.

Минимальные требования к компьютеру:

- Процессор – не ниже PentiumIII 733.
- Память не менее 256 Мбайт.
- Наличие интерфейса USB.
- Операционная система WindowsXP, 7, 8, 10.

Установка программы.

Для установки программы на компьютер нужно вставить USB-флеш-накопитель «Интерприбор» в компьютер, найти папку «Программа обработки данных на компьютере» и запустить программу «SetupSpectr.exe». Следуя указаниям с экрана, последовательно, через нажатия клавиши «Далее» провести установку программы.

Работа с программой.

Запустить программу «СПЕКТР» (Пуск / Программы / Интерприбор / СПЕКТР). На мониторе появится окно программы (рис.14). Система меню, расположение элементов интерфейса и функциональные возможности программы практически полностью совпадают с теми, что есть в приборе.

Главное меню программы находится в верхней строке окна программы. Вложенные меню расположены в левой части окна. Во второй строке под главным меню находятся название объекта, номер сваи, номер удара и



скорость распространения волн в свае. В нижней строке программы указан полный путь к открытому файлу. Остальную часть окна занимает график.

Чтобы открыть, сохраненный на компьютере, файл сигнала, следует нажать «Открыть файл»/«Открыть папку» и выбрать нужный файл/папку в открывшемся окне.

Так же как и в приборе можно изменять параметры обработки/отображения сигнала, создавать отчеты.

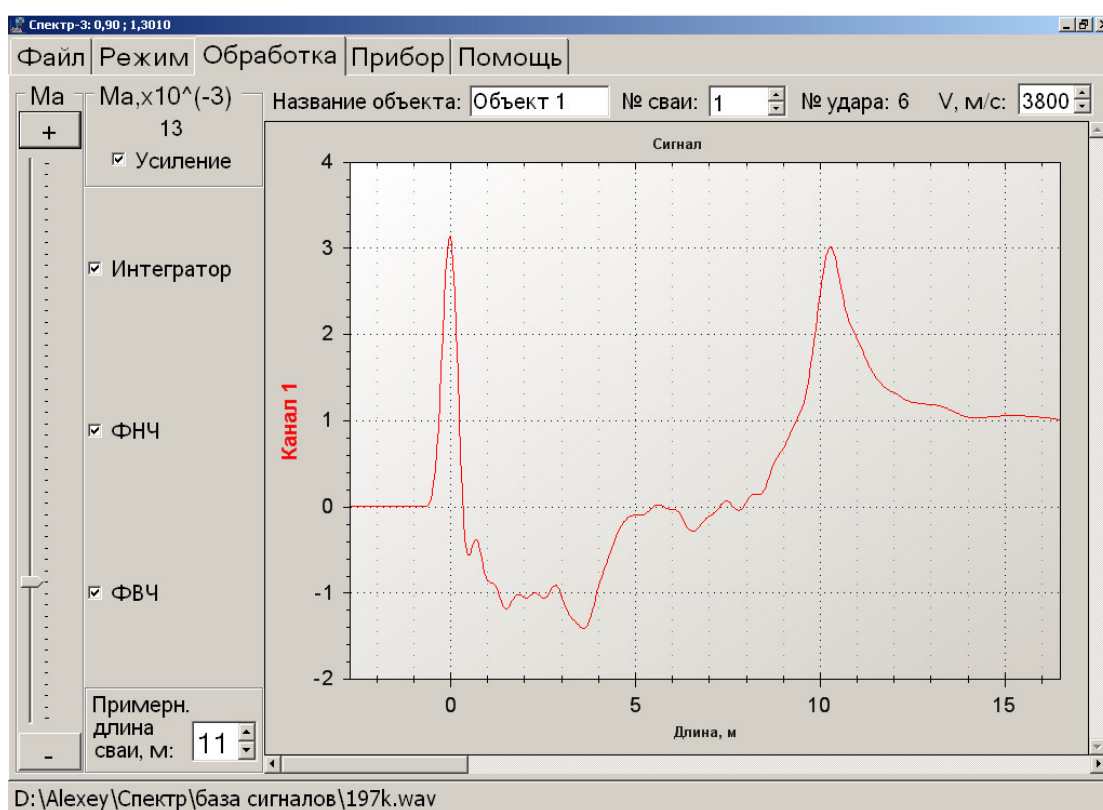


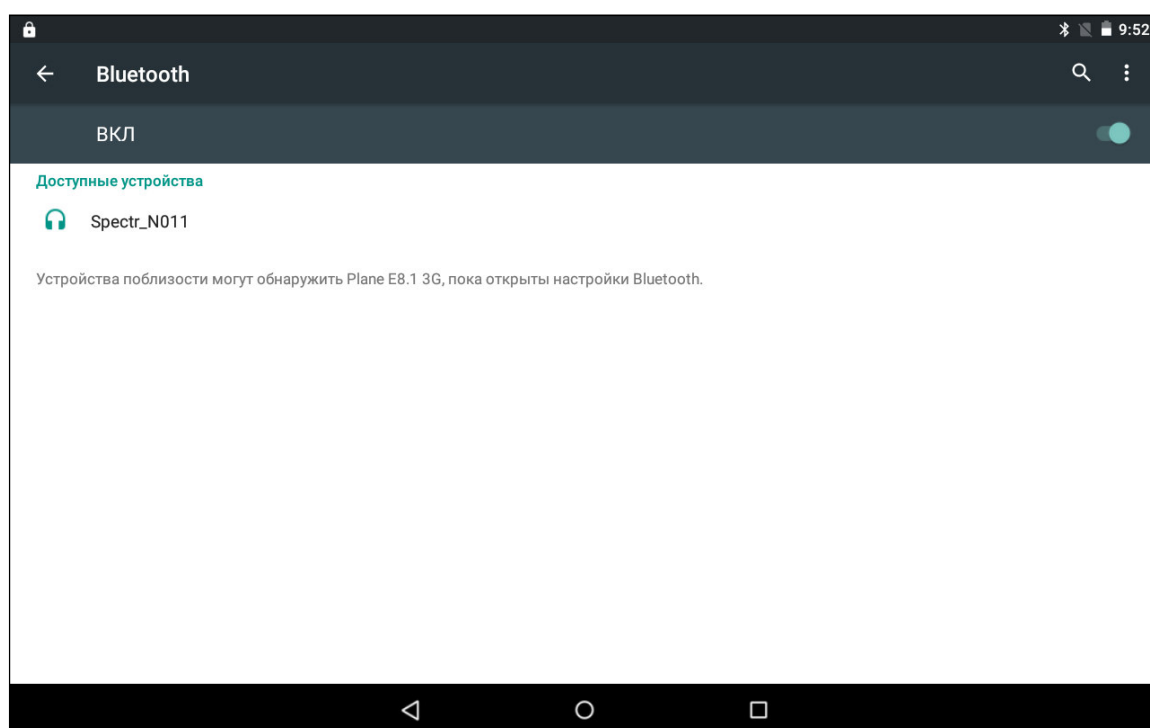
Рисунок 14 – Окно программы Спектр

## Приложение Б

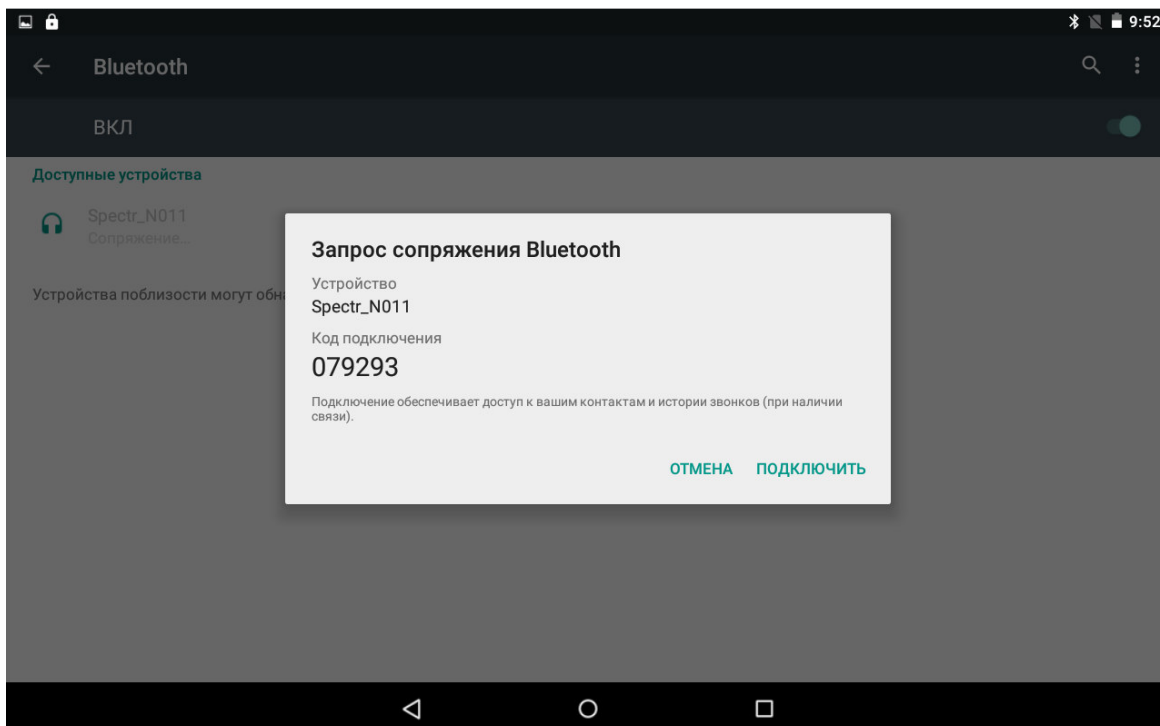
### Сопряжение планшета и датчика

На предприятии-изготовителе производится сопряжение датчика и планшета между собой. При необходимости (например, в случае замены датчика или планшета) процедуру сопряжения можно произвести следующим образом:

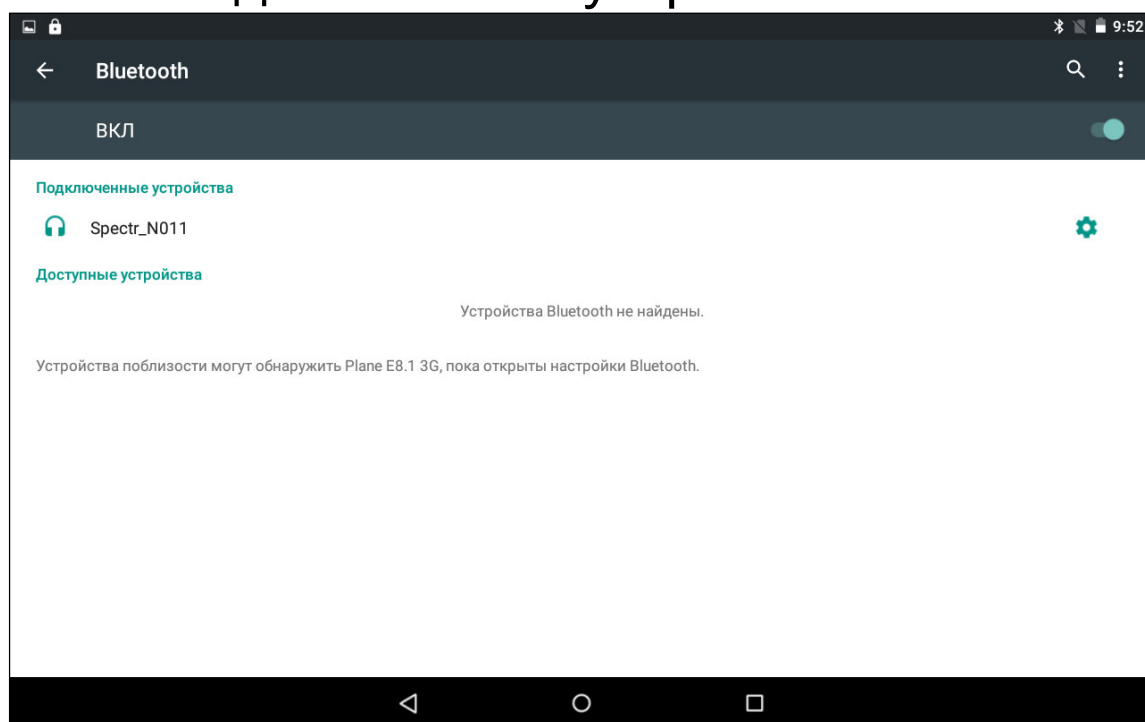
- Включить датчик.
- Включить планшет, в меню приложений выбрать пункт «Настройки». В настройках выбрать пункт «Bluetooth».
- Включить Bluetooth, найти в списке доступных устройств датчик с именем вида «Spectr\_Nxxx», где xxx – заводской номер датчика. Нажать на имени датчика.



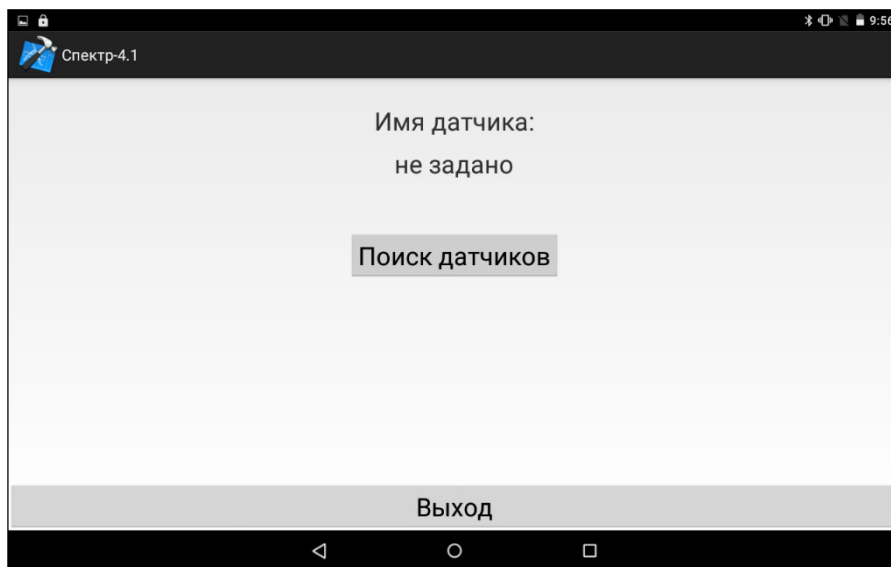
В появившемся диалоговом окне подтвердить сопряжение нажатием соответствующей кнопки (кнопка может называться «Сопряжение», «Подключить», и т.д.).



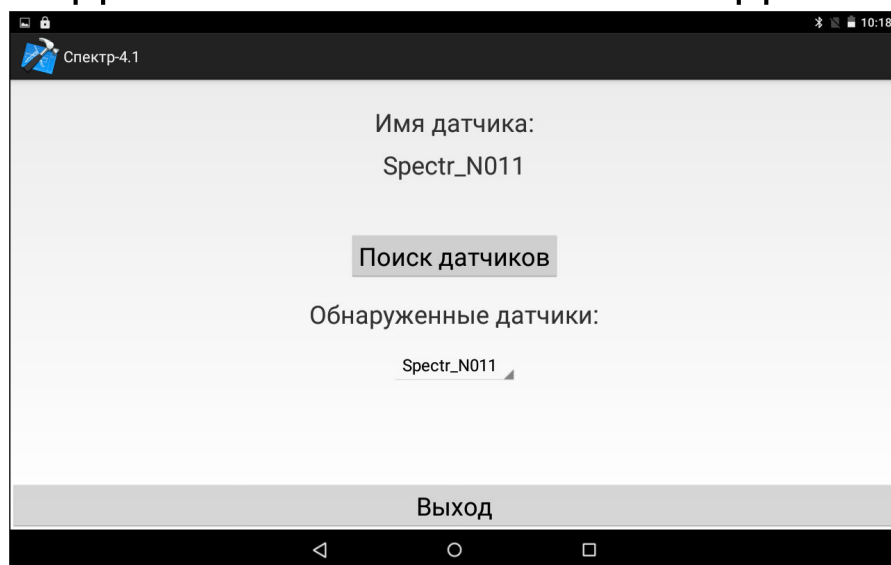
После этого имя датчика должно появиться в списке подключенных устройств.



- Запустить программу «Спектр-4.1», нажать на кнопку «Bluetooth» в меню «Прибор».
- В появившемся окне нажать на кнопку «Поиск датчиков».



По завершении процесса поиска имя датчика появится вверху экрана и в списке обнаруженных датчиков. Нажать «Выход».



Процедура сопряжения завершена.