

Прибор контроля, диагностики и локации
дефектов в изоляции высоковольтного
оборудования методом частичных разрядов

PD-Unit

Руководство по эксплуатации

ВЦ.419999.019 РЭ

г. Пермь

Оглавление

1. Техническое описание прибора «PD-Unit».....	4
1.1. Назначение	4
1.2. Технические характеристики прибора	6
1.3. Расположение внешних разъемов и встроенных датчиков.....	8
1.4. Дополнительные внешние датчики.....	9
1.5. Описание принципа действия прибора	10
1.6. Описание приемопередатчика синхронизирующих сигналов «PFR-2.2»	11
2. Работа с прибором «PD-Unit»	12
2.1. Включение прибора.....	12
2.2. Подключение к прибору	12
2.3. Измерение	15
2.3.1. PRPD	15
2.3.2. PRPS.....	16
2.3.3. Параметры	17
2.3.4. Fly map.....	19
2.3.5. Исходный сигнал	20
2.3.6. Локация местоположения источника ЧР.....	21
2.3.7. Настройка параметров измерений.....	24
2.4. Архив данных	25
3. Программа INVA-S.....	28
3.1 Пользовательский интерфейс.....	28
3.2 USB подключение	29
3.3 Настройки.....	30
3.4 Окно отображения замеров	30

1. Техническое описание прибора «PD-Unit»

1.1. Назначение

Прибор контроля, диагностики и локации дефектов в изоляции высоковольтного оборудования «PD-Unit» (далее - прибор) предназначен для регистрации и анализа частичных разрядов (далее - ЧР), а также оперативной локации мест возникновения дефектов в изоляции. «PD-Unit» имеет пять измерительных каналов, позволяющих регистрировать импульсы от частичных разрядов в широком диапазоне частот.

Метод контроля частичных разрядов позволяет выявлять дефекты высоковольтной изоляции на самых ранних стадиях развития, когда разряды еще имеют очень малый уровень. Прибор может применяться в условиях воздействия повышенных электромагнитных полей промышленной частоты - на распределительных подстанциях.

При помощи «PD-Unit» возможно проведение измерений и поиск дефектов в измерительных трансформаторах тока и напряжения, в силовых трансформаторах, КРУЭ, РУ, выключателях, а также в опорной и подвесной изоляции.

Прибор является современным микропроцессорным устройством, позволяющим решать одну из наиболее сложных задач современной диагностики высоковольтного оборудования – контролировать состояние изоляции по уровню частичных разрядов.

Управление всеми функциями регистрации и анализа ЧР, просмотр информации, её сохранение выполняются с помощью смартфона/планшета с операционной системой «Android» и беспроводного канала связи «Bluetooth».



Рисунок 1.1
Внешний вид прибора «PD-Unit»

1.2. Технические характеристики прибора

Основные технические параметры прибора «PD-Unit» приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Основные технические данные и характеристики

Параметр	Значение
Количество каналов измерения	5
Канал акустический (встроенный и внешний)	
Частотный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов	40 ± 2 кГц
Амплитудный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов	80 dB
Регулируемый коэффициент усиления	0 ÷ 80 dB
Канал акустической эмиссии	
Частотный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов (выбирается из ряда ФВЧ (HPF) 10/20/30/50/100 кГц; ФНЧ (LPF) 50/100/200/300/500 кГц)	10 ÷ 500 кГц
Амплитудный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов	80 dB
Регулируемый коэффициент усиления	0 ÷ 80 dB
TEV-канал (встроенный)	
Частотный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов	0,1 ÷ 50 МГц
Амплитудный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов	60 dB
Канал высокочастотный (HF)	
Частотный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов	0,1 ÷ 50 МГц
Амплитудный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов	60 dB
Канал сверхвысокочастотный (UHF)	
Частотный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов (выбирается программно из ряда: 440-1500/440-700/1000-1500 МГц)	440 ÷ 1500 МГц
Амплитудный диапазон регистрируемых импульсов частичных разрядов	от -5 до -70 dBm
Канал синхронизации	
Количество каналов синхронизации	1
Несущая частота канала синхронизации	433 МГц

Таблица 1.1.

Общие характеристики прибора	
Параметр	Значение
Объем памяти для хранения архива выполненных измерений ЧР	256 МВ
Время работы от внутреннего аккумулятора	6 часов
Тип используемых аккумуляторов	Li-ion, 1 шт.
Напряжение заряда аккумулятора	5 В, 2 А
Диапазон допустимых внешних рабочих температур	от -20°C до +45°C
Срок службы	не менее 10 лет
Габаритные размеры прибора	170*116*46 мм
Масса прибора	0,7 кг

1.3. Расположение внешних разъемов и встроенных датчиков

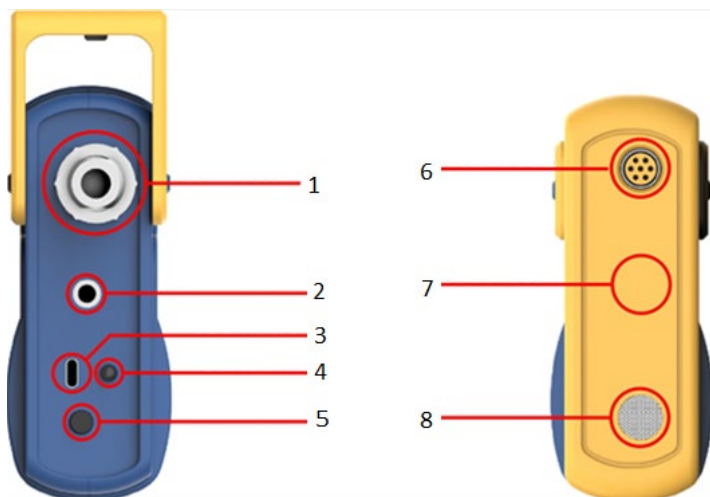


Рисунок 1.2

1. Type N разъём для подключения СВЧ(UHF) антенн.
2. Место для крепления диэлектрической штанги.
3. USB Micro-B разъем для зарядки прибора.
4. Светодиод статуса.
5. Кнопка включения прибора
6. FGG.1B.307.CLAD52Z разъём для подключения внешних датчиков. Каждый датчик должен подключаться к прибору соответствующим кабелем.
7. Встроенный TEV датчик. Назначение – измерение ЧР на корпусах высоковольтного оборудования, измеряет поверхностные токи растекания. Для измерения нужно прижать прибор к заземленной металлической части высоковольтного оборудования. Может быть использован для регистрации ЧР в электрических генераторах, электродвигателях, высоковольтных выключателях, в ячейках КРУ/КРУЭ, на баке трансформатора.
8. Встроенный акустический датчик. Назначение – измерение ЧР, источник которых не закрыт преградой для низкочастотных сигналов (например, измерение ЧР в кабельных муфтах). При измерении направлять на предполагаемый источник ЧР.

1.4. Дополнительные внешние датчики

На рисунке 1.3. датчики, используемые в приборе «PD-unit» для регистрации сигналов, создаваемыми ЧР:

1. Высокочастотный трансформатор тока RFCT-5. Диапазон измерения – ВЧ(HF). Позволяет измерять ЧР в цепях заземления.

Внимание! Датчики устанавливаются только на элементы заземления, так как они имеют изоляцию на напряжение не более 500 Вольт.

2. Устройство контроля ЧР TSM-3. Диапазон измерения – ВЧ(HF). Используется так же, как и встроенный TEV датчик, имеет магнитное крепление и тумблер включения.
3. Датчик акустической эмиссии. Диапазон измерения – НЧ. Используется при измерении ЧР на заземленных корпусах электрооборудования. Для измерения нужно прижать датчик к корпусу.
4. СВЧ-Антенна. Диапазон измерения – СВЧ(UHF). Антенны можно использовать при обследовании оборудования ОРУ, подвесной изоляции ВЛ.
5. Направленный акустический датчик. Диапазон измерения – НЧ. При измерении направлять на предполагаемый источник ЧР.



Рисунок 1.3

Датчики 1 и 2 нужно подключать кабелем с маркировкой «PD-Unit RFCT».

Датчик 3 нужно подключать кабелем с маркировкой «PD-Unit AE 28V».

При подключении к прибору антенн, встроенных производителем в высоковольтное оборудование (КРУЭ, трансформаторы) необходимо использовать устройство «OVP-1» (Over Voltage Protection). Устройство «OVP-1» предназначено для защиты от импульсных высоковольтных напряжений, изображено на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4

1.5. Описание принципа действия прибора

Прибор «PD-Unit» измеряет импульсы частичных разрядов с выбранного канала измерения и передаёт их на смартфон/планшет. На смартфоне происходит анализ и фильтрация шумов, для этого используются специальные алгоритмы, оценивающие параметры входных импульсов. Благодаря этому пользователь принимает участие только в процедуре анализа распределения импульсов, что оптимизирует процесс диагностики. Рассчитывается амплитуда импульсов, энергия импульсов, количество импульсов и другие параметры.

Измерение ЧР может быть синхронизировано с частотой сети при помощи дистанционного блока синхронизации PFR-2.2, который подключается к сети 220В. Синхронизация важна для проведения диагностики и определения типа дефекта в изоляции.

1.6. Описание приемопередатчика синхронизирующих сигналов «PFR-2.2»

Приемопередатчик синхронизирующих сигналов «PFR-2.2» (далее – приемопередатчик «PFR-2.2»), показанный на рисунке 1.5, предназначен для передачи или приема по радиоканалу синхронизирующих сигналов, синхронных с частотой питающей сети. В качестве источника синхросигналов используется питающая сеть.



Рисунок 1.5

После включения в сеть 220В на приёмопередатчике загорается зелёный светодиод, что означает, что прибор передаёт синхросигнал по радиоканалу.

2. Работа с прибором «PD-Unit»

Перед работой с прибором PD-Unit необходимо установить на смартфон/планшет приложение «Inva-S» из магазина приложений Google Play Market.

2.1. Включение прибора

Для включения прибора нажмите и удерживайте кнопку «Питание» в течение нескольких секунд до тех пор, пока не засветится светодиод «Статус». После этого отпустите кнопку, прибор загрузится и светодиод начнет мигать синим цветом с периодом 1 сек. После включения прибор начинает рассылать по радиоканалу сообщения о готовности к работе. Если аккумулятор прибора разряжен, то через несколько секунд после включения прибор мигнёт красным светодиодом и выключится. Если прибор не измеряет в течение 20 минут, то он автоматически выключится.

2.2. Подключение к прибору

Для подключения к прибору запустите приложение «Inva-S». На рисунке 2.1 изображен первый экран приложения.

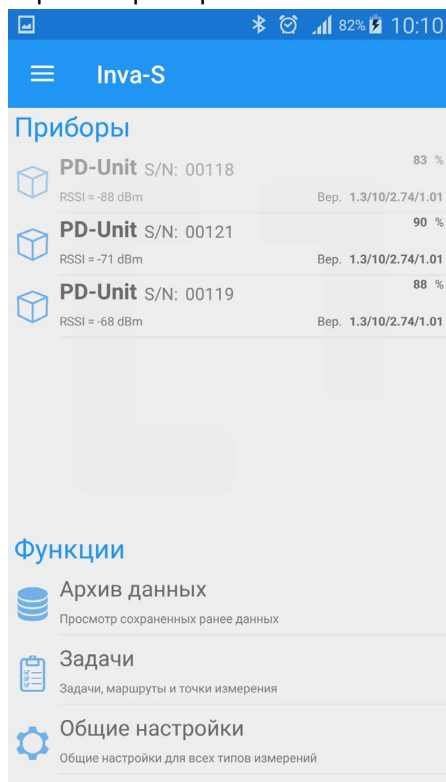


Рисунок 2.1 Список доступных приборов

На первом экране приложения список приборов, которые находятся рядом со смартфоном.

Возле каждого доступного для подключения прибора выводится информация о серийном номере прибора, проценте заряда батареи, версии микропрограммы, уровне сигнала Bluetooth. Также доступен архив данных и задачи.

Также доступны такие функции, как «Архив данных», «Задачи», «Общие настройки».

Архив данных – архив данных, сохранённый на смартфоне/планшете. Результат каждого измерения можно сохранить, также можно сохранить фото/видео, оставить комментарии к замеру.

Задачи – список задач, маршрутов и точек измерения, которые можно раздать пользователям приборов.

Общие настройки – общие для всех типов измерения настройки. Доступны следующие настройки:

- Фазовая синхронизация. Может быть внутренняя от собственного источника прибора либо внешняя от устройства синхронизации PFR-2.2.
- Частота. Частота внутреннего источника синхронизации.
- Накопление PRPD. Время накопления на PRPD графике.
- Фильтрация исходных данных. Аппаратная фильтрация шума в приборе.
- Перезапуск измерения по ошибке. Если прибор во время измерения перезагрузился, то возможен автоматический перезапуск последнего измерения.
- Показывать комментарии при сохранении. Позволяет включить добавление комментариев/фото для каждого сохраняемого замера.

После выбора прибора откроется меню измерений и функций прибора, которое изображено на рисунке 2.2. В нижней части экрана отображается информация о возможном подключении внешних датчиков.

В списке измерений перечислены все измерения, которые может производить прибор.

В списке функций доступны такие пункты, как «Архив данных» и «Тестовый режим».

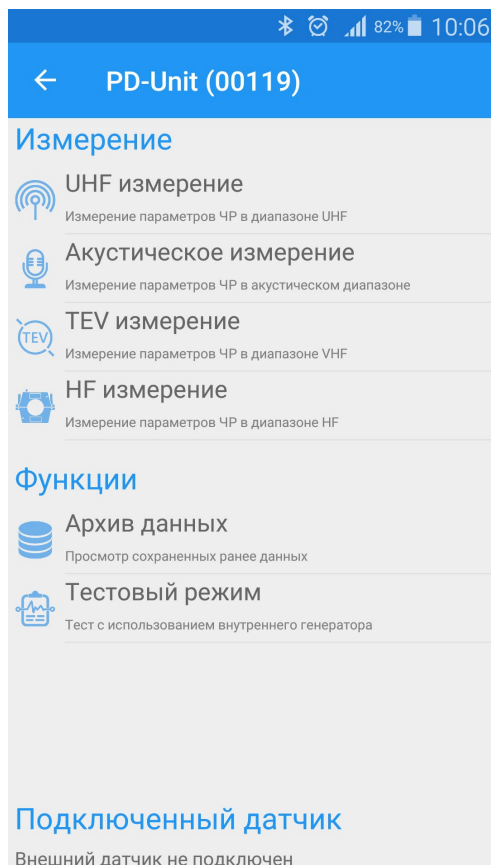


Рисунок 2.2

UHF измерение – измерение по UHF(СВЧ) каналу. Для этого измерения необходимо подключить антенну к разъёму Type N.

Акустическое измерение – измерение по акустическому каналу. Если внешний датчик не подключен, измерение производится при помощи встроенного акустического датчика, иначе – при помощи внешнего датчика.

TEV измерение – измерение встроенным TEV (Transient Earth Voltage) датчиком.

HF измерение – измерение по HF(ВЧ) каналу. Для этого измерения необходимо подключить датчик RFCT-5 либо датчик TSM-3. В некоторых случаях при помощи HF измерения возможно установить местоположение источника ЧР в кабеле при помощи рефлектометрии.

Архив данных – архив замеров, которые были ранее сделаны и сохранены в памяти смартфона.

Тестовый режим – возможность выполнять тестовые измерения для проверки функционирования прибора. В этом режиме прибор измерят сигнал с внутреннего генератора.

2.3. Измерение

После запуска измерения смартфон начнет показывать онлайн данные с прибора. Для всех типов измерения существуют одинаковые органы управления измерением, но разные способы представления данных. Различные представления данных доступны на отдельных вкладках.

2.3.1. PRPD

PRPD – это Phase Resolved Partial Discharge, амплитудно-фазовая диаграмма распределения частичных разрядов, показывает расположение импульсов ЧР относительно одного периода синусоиды напряжения. Ось X – это фаза (0-360°), ось Y – амплитуда ЧР, цветом показано количество импульсов одинаковой амплитуды и фазы. Вкладка PRPD представлена на рисунке 2.3.

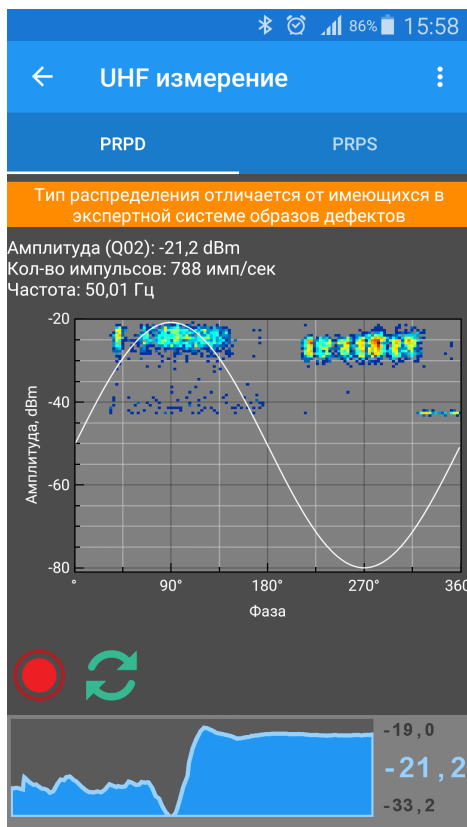


Рисунок 2.3

В нижней части представлен график зависимости амплитуды ЧР от времени, а также кнопка  - «запись» и кнопка  - «обновить». Кнопка «запись» позволяет начать запись данных, измеряемых прибором, в архив данных. Кнопка «обновить» удалит накопленные данные, замер начинается заново.

Вкладка PRPD доступна для всех типов измерений.

2.3.2. PRPS

PRPS – это Phase Resolved Partial Discharge Sequence, трехмерное анимированное амплитудно-фазово-временное распределение частичных разрядов. По двум осям этого графика отложены фаза синусоиды напряжения питающей сети и амплитуда импульса (как в диаграмме PRPD), а третья

ось – это периоды синусоиды напряжения питающей сети. На графике представлены данные за последнюю секунду замера (например, для частоты 50Гц это 50 периодов). Цветом показаны амплитуды импульсов. Вкладка PRPD представлена на рисунке 2.4.

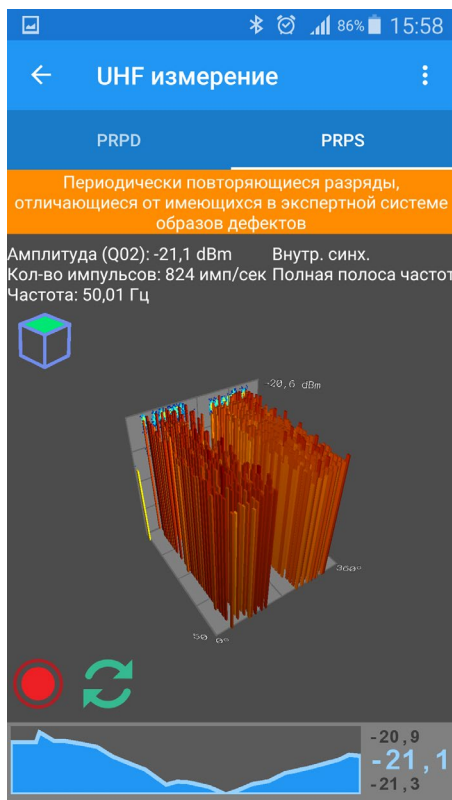


Рисунок 2.4



Кнопка  - позволяет переключать вид графика (вид сверху, вид сбоку). Также можно менять вид графика, двигая пальцем по полю с трёхмерным изображением ЧР.

Вкладка PRPS доступна для всех типов измерений.

2.3.3. Параметры

Вкладка «Параметры» представлена на рисунке 2.5. На этой вкладке отображаются 4 параметра ЧР: это СКЗ – среднеквадратическое значение ЧР

за последнюю секунду, Пик - пиковое значение ЧР за последнюю секунду, Спектр (F1p), Спектр (F2P) – это амплитуды импульсов, которые повторяются 1 раз за период (F1P) или 2 раза за период (F2P). Соотношение этих четырех параметров позволяет быстро определить, не используя амплитудно-фазовые распределения, есть ли в измеряемом сигнале ЧР.

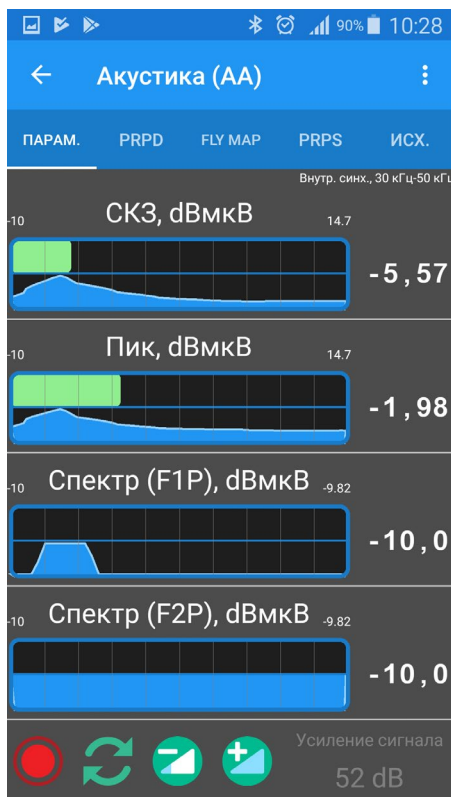


Рисунок 2.5



Кнопки позволяют увеличить или уменьшить усиление сигнала. Если обе кнопки зеленого цвета, то это значит, что сигналу не требуется изменение усиления. Если измеряемый сигнал оказался вне диапазона измерения, одна из кнопок окрасится в красный цвет, сигнализируя о том, что необходимо изменить коэффициент усиления встроенного усилителя. По умолчанию в настройках выбран автоматический контроль усиления, при этом прибор сам подбирает нужный коэффициент усиления, оператору не требуется вручную его изменять.

Вкладка Парам. доступна для измерений акустическими датчиками – встроенным микрофоном (AA – Acoustic Airborne), внешними датчиками акустической эмиссии (AE – Acoustic Emission), встроенным датчиком TEV.

2.3.4. Fly map

Fly map – это диаграмма, по оси X которой отложено время между импульсами ЧР, по оси Y отложена амплитуда импульсов ЧР, цветом показано количество импульсов с одинаковыми параметрами. Такая диаграмма используется для определения наличия и характера загрязнения компонентов элегазового оборудования металлическими частицами. Вкладка Fly map представлена на рисунке 2.6.

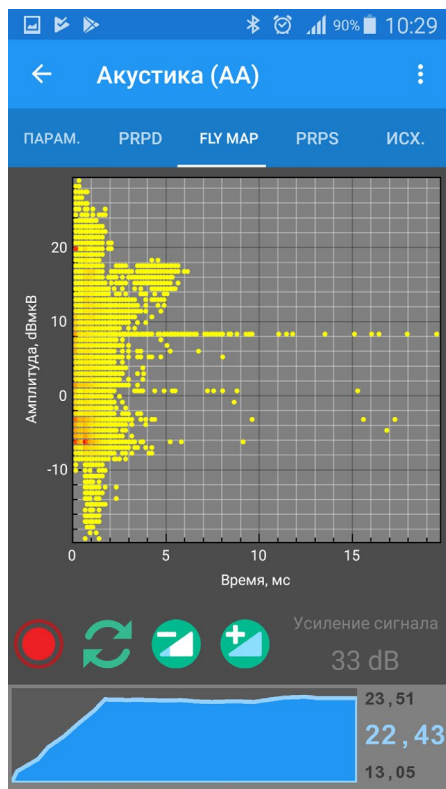


Рисунок 2.6

Вкладка Парам. доступна для измерений при помощи акустических датчиков – встроенного микрофона (AA – Acoustic Airborne), датчиков акустической эмиссии (AE – Acoustic Emission).

2.3.5. Исходный сигнал

Вкладка Исходный сигнал (Исх.) отображает огибающую исходного сигнала, приходящего с датчика. Вкладка Исх. представлена на рисунке 2.7.

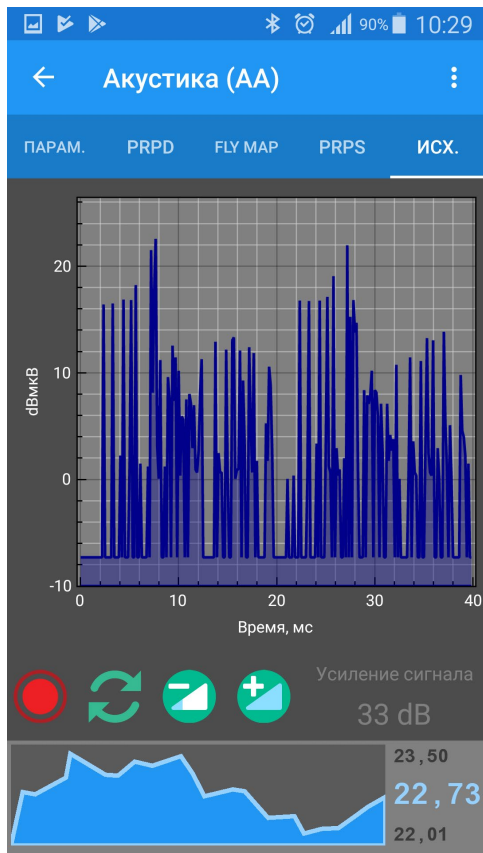


Рисунок 2.7

Вкладка Исх. доступна для измерений при помощи акустических датчиков – встроенного микрофона (AA – Acoustic Airborne), датчиков акустической эмиссии (AE – Acoustic Emission).

2.3.6. Локация местоположения источника ЧР

Если в кабеле обнаружена разрядная активность, то возможно установить местоположение источника частичных разрядов в кабеле. Высокочастотный импульс, возникающий в кабеле, распространяется в обоих направлениях и отражается от неоднородности волнового сопротивления (например, кабельная муфта). Таким образом, например, подключившись при помощи трансформатора RFCT-5 к экрану кабеля на одном его конце, можно регистрировать прямой и отраженный импульс ЧР. Зная длину участка кабеля, коэффициент укорочения, время регистрации прямого и отраженного импульса, можно рассчитать место возникновения импульса.

Для работы в режиме рефлектометра сначала нужно указать прибору амплитудную зону, в которой нужно регистрировать рефлектограммы. Для этого в режиме HF измерения нужно нажать на кнопку , в открывшемся меню нажать кнопку «Рефлектограмма». После этого двумя касаниями поля диаграммы выбрать минимальную и максимальную амплитуды, выбрав таким образом зону, в которой находятся прямой и отраженный импульсы. Выбранная зона будет отмечена на диаграмме двумя красными горизонтальными линиями. После подтверждения правильности выбранной зоны откроется окно с рефлектограммой. Это окно изображено на рисунке 2.8. На этом окне мы видим усреднённую рефлектограмму, на которой виден прямой и отраженный импульс. Ползунок в нижней части экрана позволяет указать начало отраженного импульса, а число в верхней части – это расстояние от датчика до источника ЧР, которое соответствует этому отражению.

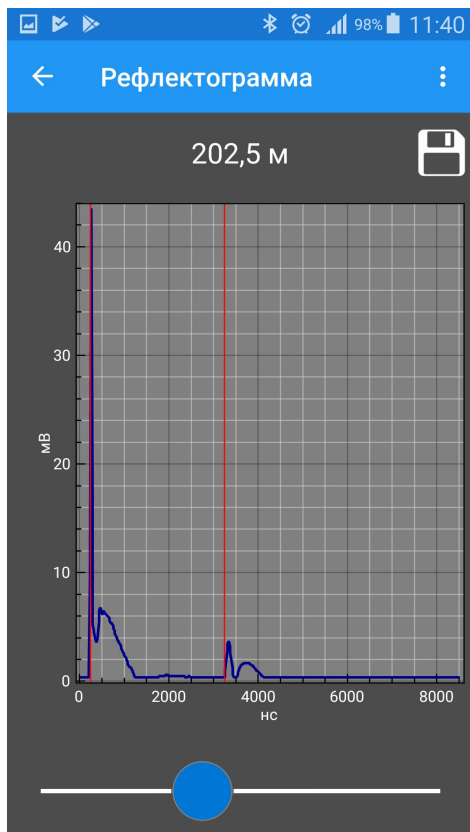


Рисунок 2.8

Для корректной работы нужно настроить рефлектометр. Чтобы открыть окно с настройками, нужно коснуться пальцем левой части экрана и, не отрывая пальца от экрана, провести слева направо. Окно с настройками рефлектометра показано на рисунке 2.9.

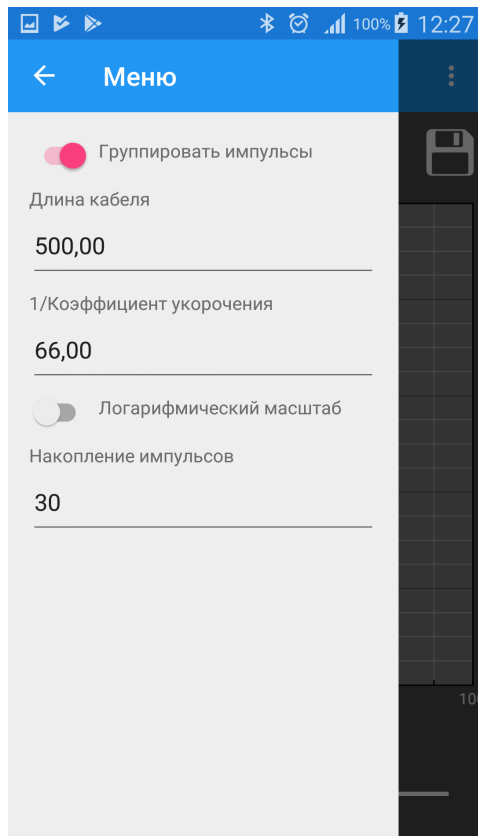


Рисунок 2.9

Группировать импульсы. Эта настройка включает автоматическую группировку импульсов по похожести друг на друга, чтобы не усреднять импульсы от разных источников.

Коэффициент укорочения. Величина, обратная коэффициенту укорочения в данном кабеле, используется для расчета времени распространения сигнала в кабеле.

Логарифмический масштаб. Включение/выключение логарифмического масштаба для графика усреднённой рефлектограммы.

Накопление импульсов. Количество импульсов, которые используют для построения усреднённой диаграммы.

2.3.7. Настройка параметров измерений

Для каждого режима измерения существуют настройки параметров измерения. Для доступа к настройкам нужно запустить измерение и в любой из вкладок коснуться пальцем левой части экрана и, не отрывая пальца от экрана, провести слева направо. Окно с настройками для UHF измерения показано на рисунке 2.10.

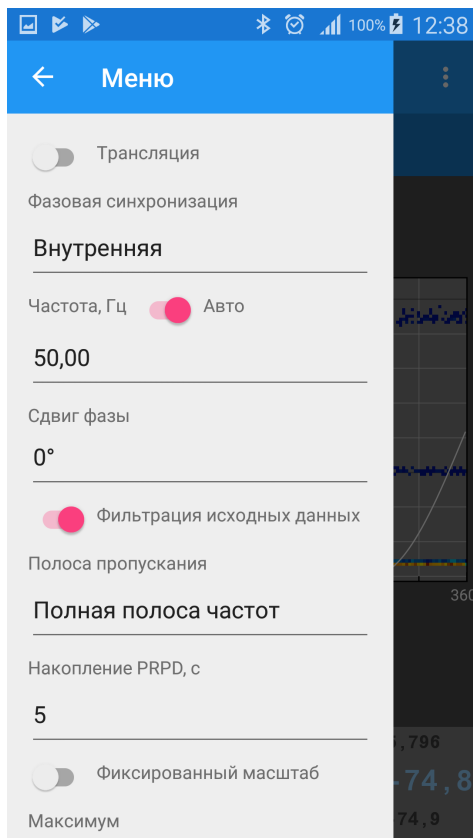


Рисунок 2.10

Трансляция. Включение возможности трансляции замера в режиме онлайн на сервер.

Единицы измерения (для некоторых режимов измерения). Изменение единиц измерения амплитуды ЧР.

Фазовая синхронизация. Выбор источника фазовой синхронизации. В качестве источника может выступать устройство PFR-2.2 либо внутренний источник прибора. Для внутреннего источника возможно задание частоты.

Возможно включение автоподстройки частоты по зарегистрированным частичным разрядам.

Сдвиг фазы. Дополнительный сдвиг фазы используется в том случае, если выбран внешний источник синхронизации и известен сдвиг.

Фильтрация исходных данных. Включение аппаратного фильтра прибора позволяет фильтровать шум, оставляя только сигналы ЧР.

Полоса пропускания. Выбор полосы пропускания. Для разных режимов измерения настройки фильтров могут меняться или отсутствовать.

Накопление PRPD. Настраивается время, в течение которого сохраняются зарегистрированные данные на PRPD.

Фиксированный масштаб. Позволяет включать авто масштаб (от минимума до максимума в сигнале) либо использовать фиксированный масштаб.

Авто усиление (для измерений акустическими датчиками). Включение/выключение режима авто усиления. При включенном режиме авто усиления прибор автоматически настраивает коэффициент усиления в соответствии с амплитудой измеряемого сигнала.

Включить звук (для измерений акустическими датчиками). Включение возможности транслировать звучание ЧР через динамик смартфона (происходит перенос частоты сигналов, измеренных акустическими датчиками, в слышимый человеком диапазон).

2.4. Архив данных

Архив данных – это набор замеров и дополнительных файлов, прикрепленных к замеру. Дополнительные файлы – это комментарии, фотографии, связанные с замером. Архив данных хранится в памяти смартфона/планшета.

Для того чтобы добавить замер в архив, нужно во время измерения



нажать на кнопку «Запись». После первого нажатия начинается запись всех данных, которые представлены на экране, в оперативную память смартфона. После второго нажатия на кнопку программа предложит сохранить замер в архив. На рисунке 2.11 представлено окно архива данных при сохранении замера.

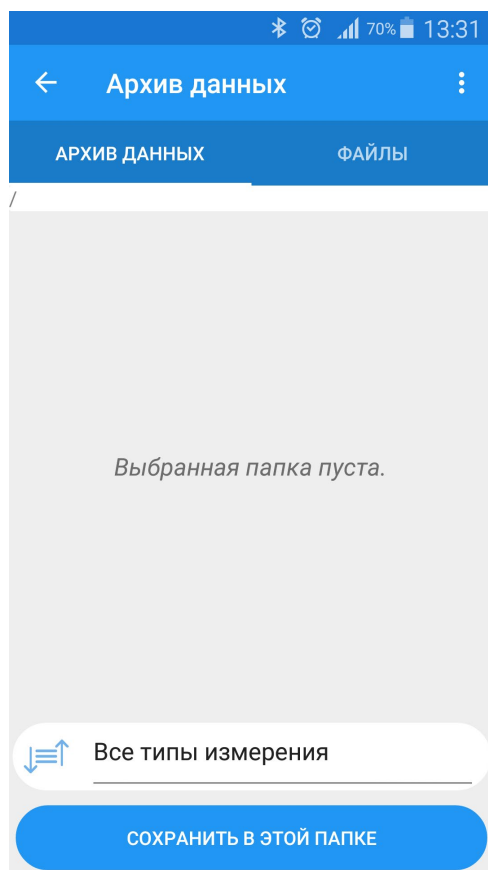


Рисунок 2.11

Если нажать на кнопку «Архив данных» в главном меню программы либо в меню с измерениями, то откроется архив данных, но без кнопки «Сохранить в этой папке». На рисунке 2.12 представлено окно архива данных.

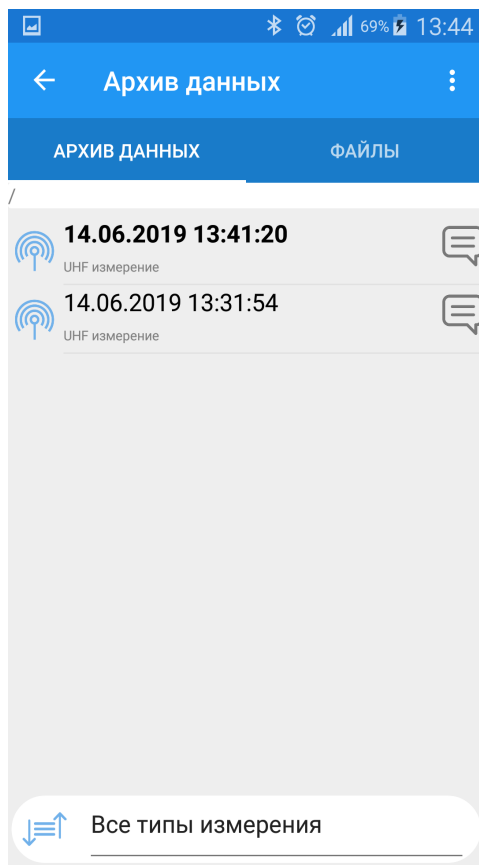


Рисунок 2.12

В центральной части окна представлен список замеров в архиве, при нажатии на замер откроется окно с просмотром этого замера. Кнопка  возле каждого замера позволяет привязывать к замеру файлы с фотографиями и комментарии. Кнопка  позволяют упорядочивать замеры по дате создания (новые вверху или старые вверху). Кнопка «Все типы измерений» позволяет включать фильтр по типам измерения, чтобы в списке были все замеры или только замеры определённого типа. Кнопка «Меню»  в правой верхней части окна открывает меню архива, в котором возможно добавлять новые папки в архив, вставлять, вырезать, удалять замеры, выгружать замеры на сервер и настраивать сервер данных.

Кнопка  позволяют упорядочивать замеры по дате создания (новые вверху или старые вверху). Кнопка «Все типы измерений» позволяет включать фильтр по типам измерения, чтобы в списке были все замеры или только замеры определённого типа. Кнопка «Меню»  в правой верхней части окна открывает меню архива, в котором возможно добавлять новые папки в архив, вставлять, вырезать, удалять замеры, выгружать замеры на сервер и настраивать сервер данных.

Кнопка «Меню»  в правой верхней части окна открывает меню архива, в котором возможно добавлять новые папки в архив, вставлять, вырезать, удалять замеры, выгружать замеры на сервер и настраивать сервер данных.

3. Программа INVA-S

3.1. Пользовательский интерфейс

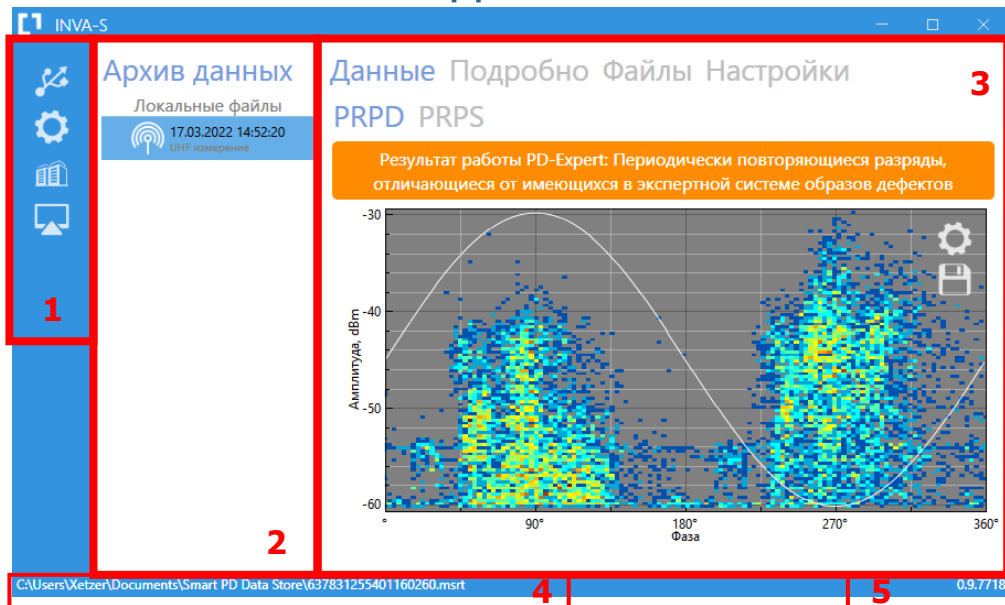


Рисунок 3.1

Главное окно программы Inva-S состоит из следующих частей:

1. Главное меню: USB соединение, Настройки, Структура данных, Доступные трансляции;
2. Архив данных;
3. Окно отображения замеров;
4. Путь к данным на диске;
5. Версия программного обеспечения.

3.2. USB подключение

Подключите смартфон к ПК и убедитесь, что на телефоне разрешена передача данных по USB.



Нажмите на иконку , чтобы увидеть данные на телефоне, смотри рисунок 3.2:

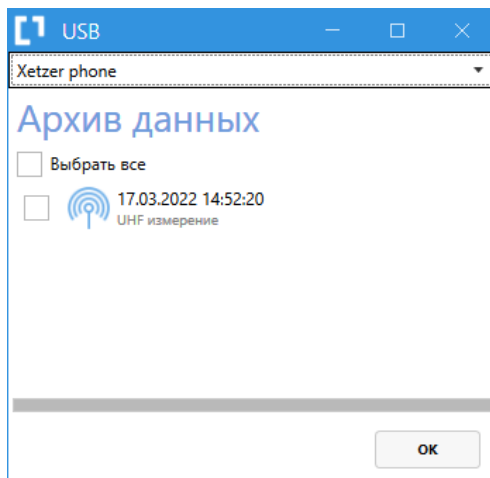


Рисунок 3.2

Необходимо выбрать папки и записи, которые необходимо скачать, и нажать кнопку ОК. Данные будут скопированы в соответствующую папку на ПК.

3.3. Настройки



Нажмите на иконку , чтобы открыть окно настройки программы.

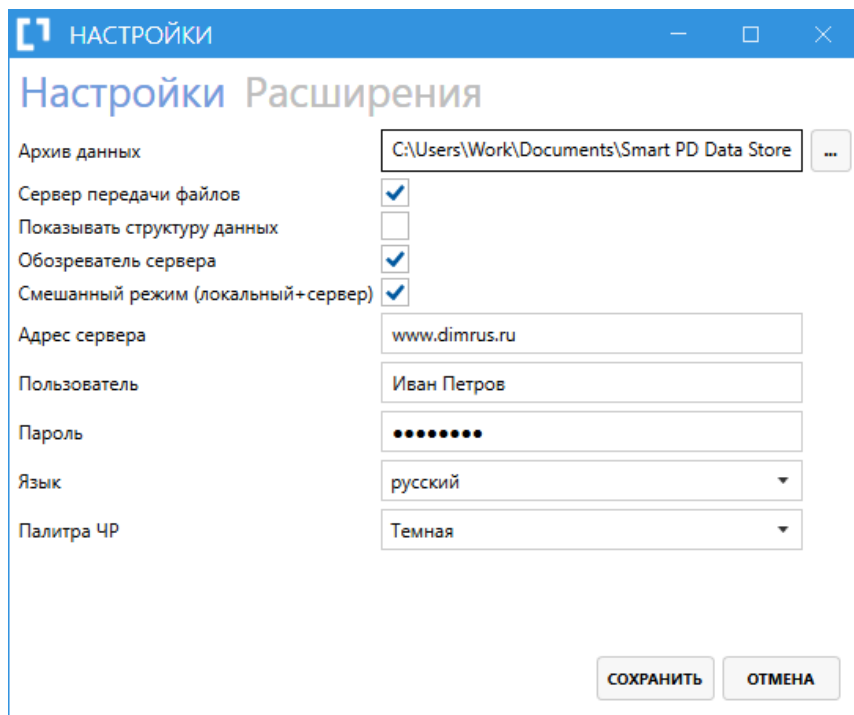


Рисунок 3.3

В этом меню можно выбрать путь, где программа будет сохранять архивы с данными, можно задать адрес сервера для подключения, изменить язык и тему интерфейса.

3.4. Окно отображения замеров

В программе осуществляется полная поддержка отображения замеров, полученных с помощью приложения для смартфона. Настройки прибора PD-Unit автоматически прикрепляются к замеру.

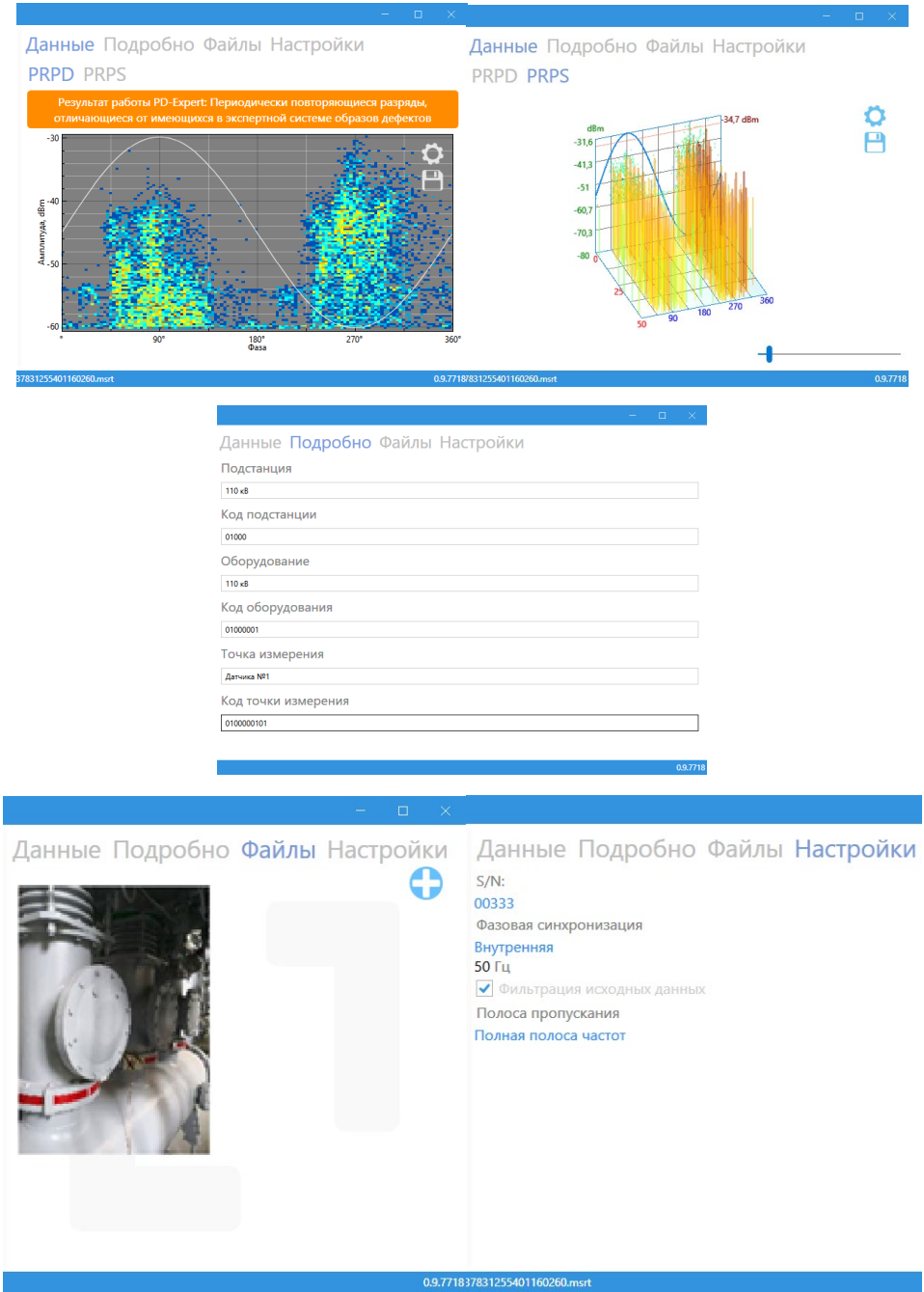


Рисунок 3.4

Информация о предприятии-изготовителе

ООО «ДИМУС» (г. Пермь)

Россия, 614500, Пермский край,
д. Ванюки, Шоссейный въезд, д.2

Тел.: (342) 212-23-18, 212-91-93

Адрес в интернете: <http://dimrus.ru>

e-mail: dimrus@dimrus.ru