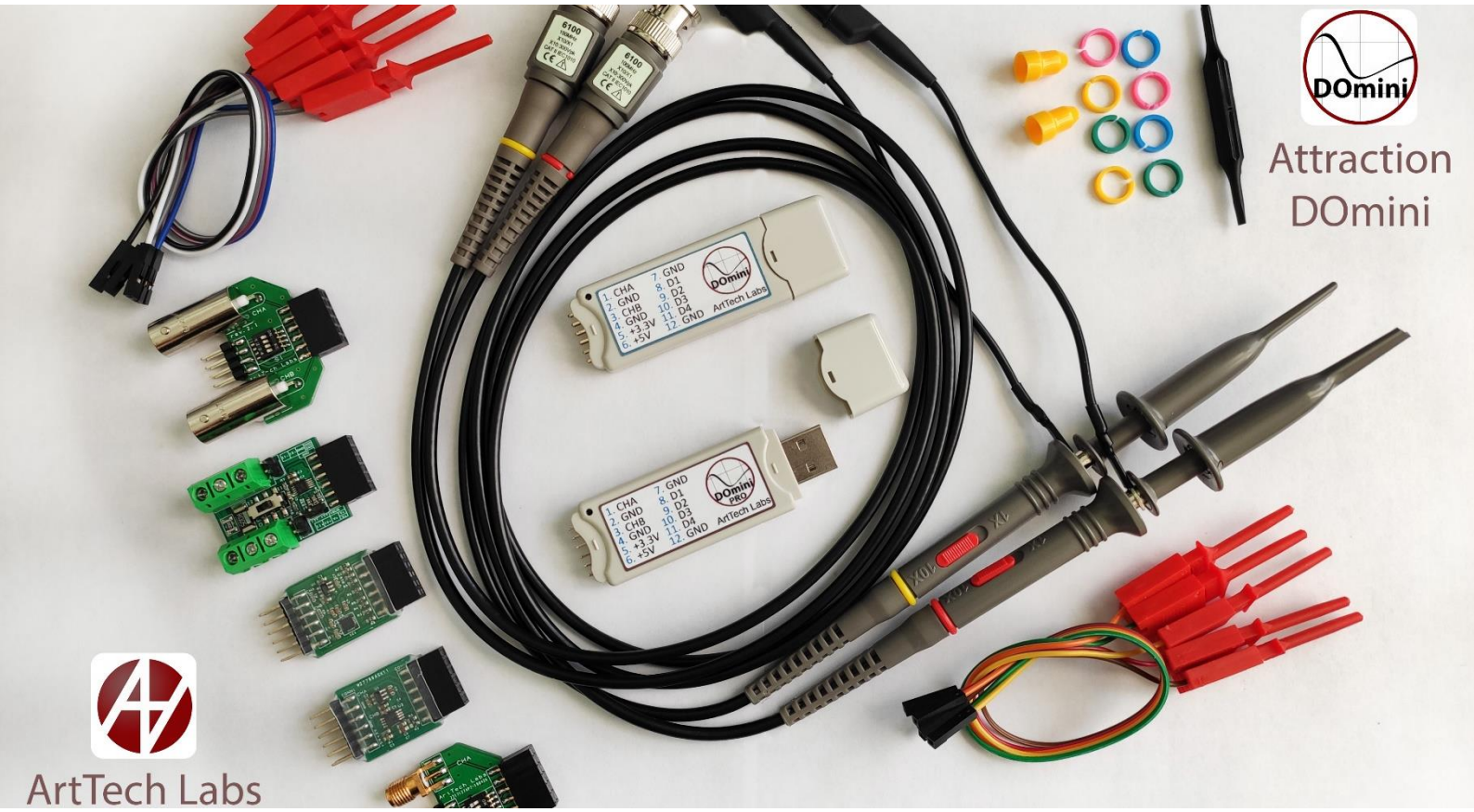
ArtTech Labs



Цифровой осциллограф

Attraction Domini PRO

Управляющая программа

arttech.device@gmail.com
arttechlabs.ru

Оглавление

1. Особенности....3
2. Применение....3
3. Оболочка программы....4
4. Вкладки настроек....6
6. Алгоритм калибровки....14
7. Восстановление заводских калибровочных коэффициентов....15
8. Сохранение/чтение конфигурации устройства....15
9. Сохранение данных....15
10. Просмотр сохраненных данных....16
11. Компенсация осциллографического щупа....16
12. Разъем осциллографа....18

1. Особенности

- 6 – измерительных каналов (2 аналоговых + 4 цифровых)
- 4 – режима измерения (одиночный, нормальный (ждущий), авто, самописец) (single, normal, auto, reader)
- Триггер событий с захватом данных по спаду и нарастанию сигнала.
- Фурье анализ в режиме реального времени
- Объём памяти осциллограммы 100K измерений (логический анализатор до 100K)
- Число измерений в секунду для аналоговых каналов от 5K до 20M
- Число измерений в секунду для цифровых каналов от 5K до 12M
- Доступны напряжения питания +3.3В и +5В
- Калибровка щупов и создание своих единиц измерения
- Совместим со стандартным щупом осциллографа x1, x10
- Диапазоны измеряемых напряжений: канал CHA и CHB: ±5В и ±20В с щупом x1.
- Разрешение АЦП 12 бит
- 4-х канальный логический анализатор с декодированием цифровых интерфейсов SPI, I2C, UART, 1-WIRE
- 4 цифровых входа/выхода, ШИМ
- Цифровые интерфейсы: SPI, I2C, UART, 1-WIRE.
- Поддерживаемые модули: **модуль АЦП 24 бита MCP3561, модуль ЦАП 12 бит MCP4921, монитор тока INA226, датчик температуры DS18B20**.
- Программа имеет демонстрационный режим, позволяющий посмотреть работу осциллографа.

2. Применение

- Временной анализ аналоговых и цифровых сигналов.
- Частотный анализ сигналов (Быстрое Преобразование Фурье).
- Управление внешними устройствами с помощью 4-х портов ввода/вывода.
- Генерация ШИМ сигнала от 1Гц до 10МГц.
- Тестирование микросхем с цифровыми интерфейсами (SPI, I2C, UART, 1-WIRE).
- Использование в качестве источника напряжении +3.3В (до 15мА) и +5В (до 50мА).
- Использование в качестве системы сбора данных (подключение различных датчиков: термодатчики, датчики влажности, освещенности и т.д.).

3. Оболочка программы

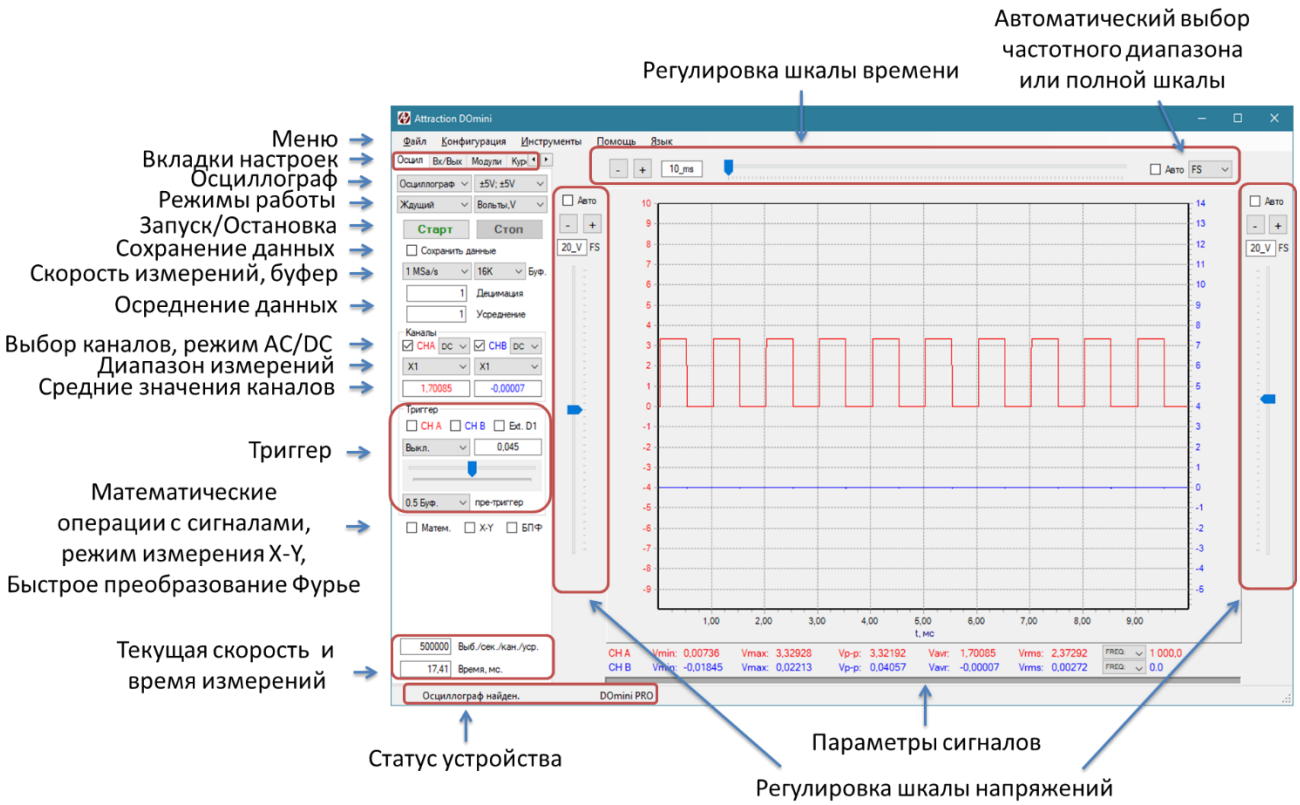


Рис.1. Осциллограф.

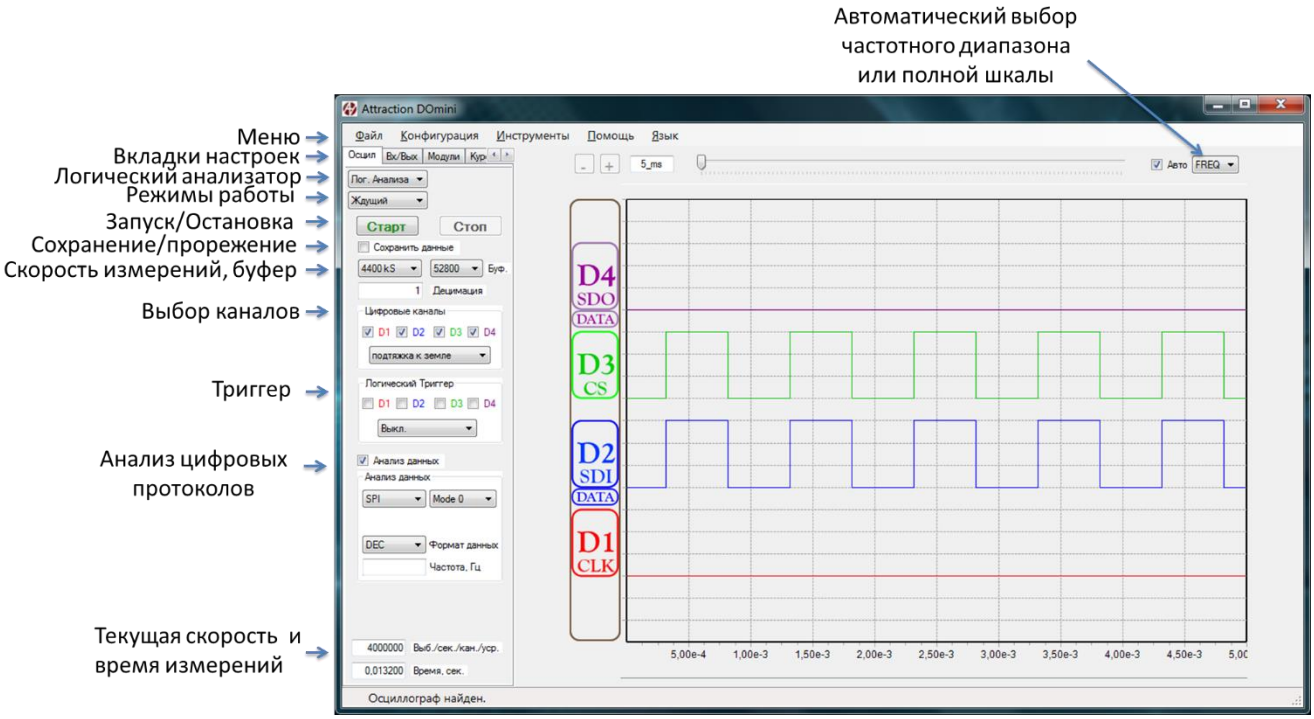


Рис.2а. Логический анализатор.

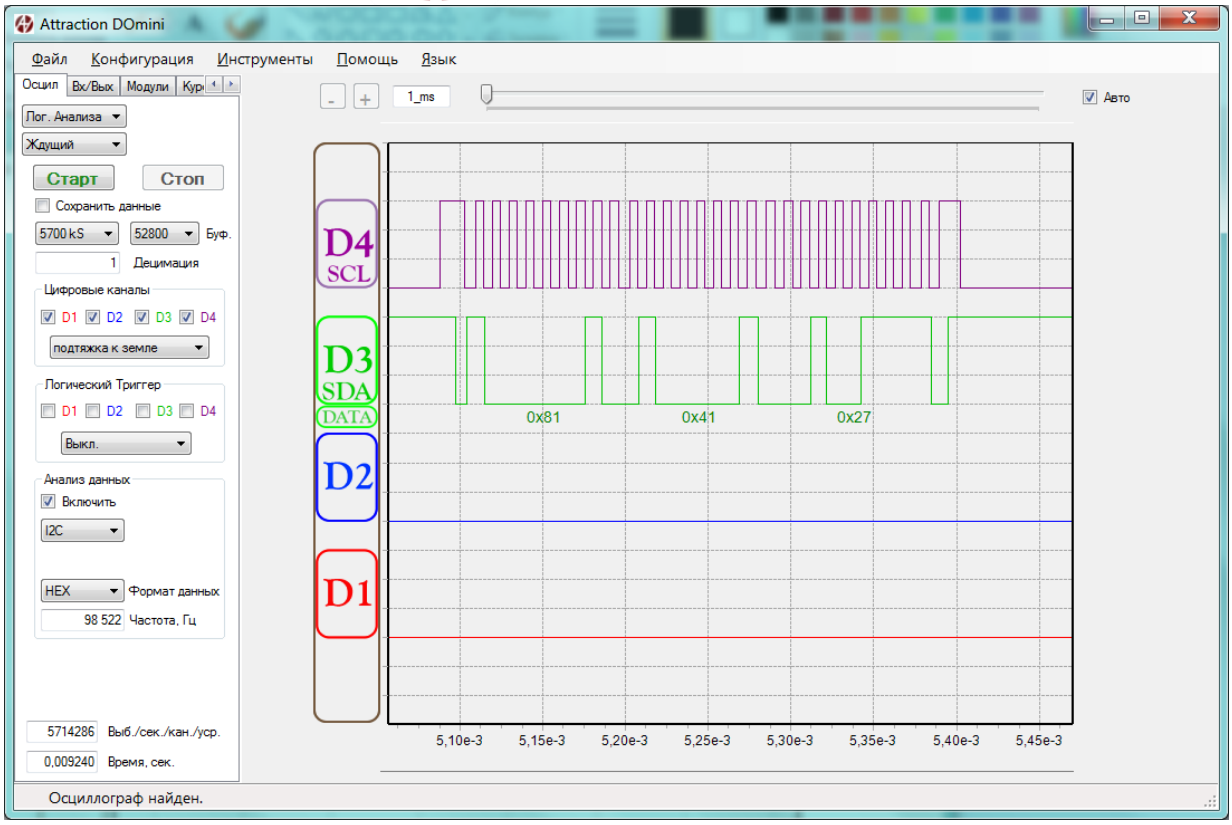


Рис.2b. Логический анализатор. Декодирование I2C.

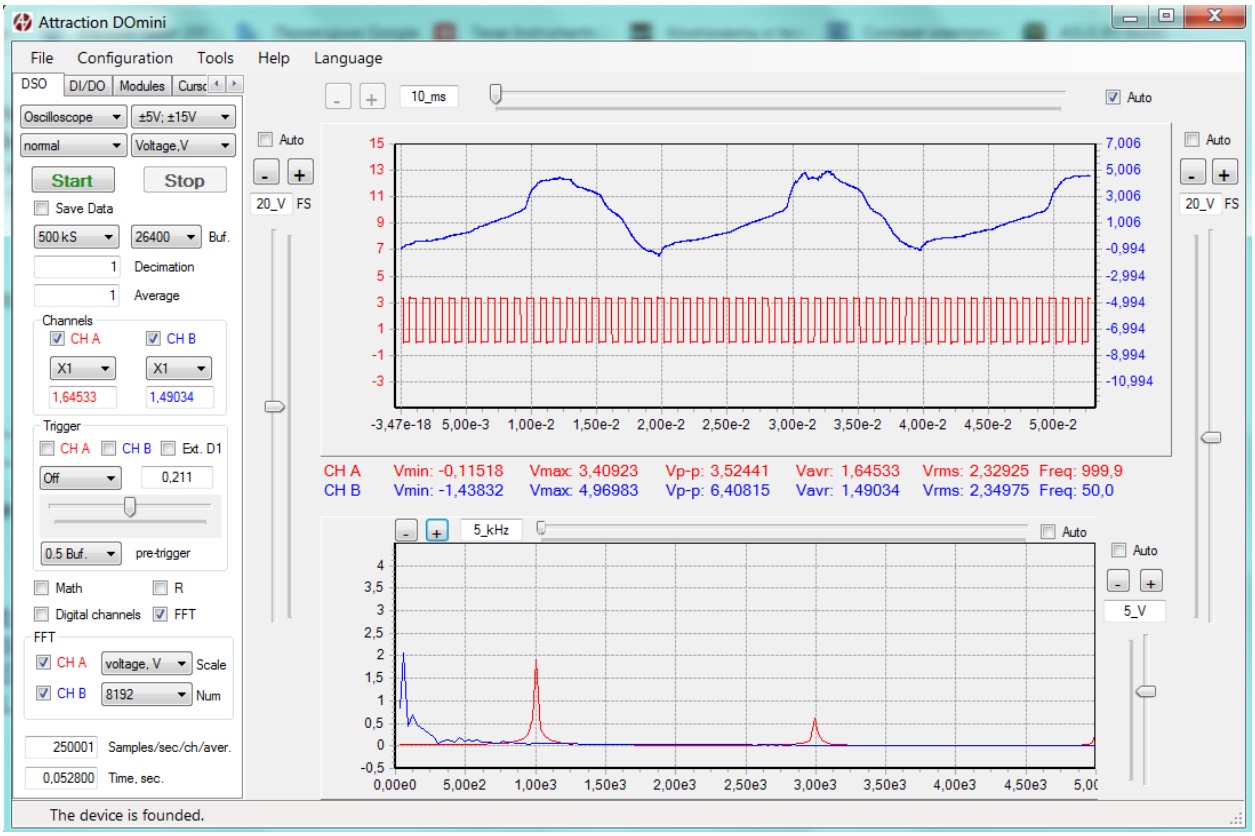


Рис.4. Фурье анализ.

4. Вкладки настроек

Вкладка DSO (digital oscilloscope) – установка режимов работы осциллографа (Осциллограф, логический анализатор, отладчик интерфейсов).

a. Осциллограф

В режиме осциллографа устройство имеет 4 режима работы: одиночный (single), ждущий (normal), авто (auto) и самописец (reader). Программа позволяет настраивать скорость снятия показаний, размер буфера для осциллограммы, выбор каналов, устанавливать синхронизацию данных с помощью триггера, выбирать диапазон входных напряжений (±5В или ±20В). Особенностью осциллографа является возможность калибровать, нормировать исходный сигнал с помощью выбора сенсора (подробно процесс создания сенсора описан в главе 3). С помощью данной функции можно измерять сигнал в тех единицах в которых вам необходимо. Кроме того, в данном режиме можно включить Фурье анализ (БПФ) (FFT).

С помощью децимации (прореживания (Decimation)) и усреднения (Average Data) можно сократить количество данных записываемых в файл. При включенной записи данных в файл и Decimation = N сохраняется каждая N точка. Average Data = N – усредняет данные считанные с осциллографа по N точкам.

Автоматическая регулировка временной шкалы имеет 2 режима: FS – шкала масштабируется по всему объёму измеренных данных, FREQ – шкала оптимизируется по частоте измеряемого сигнала (размер шкалы равен 5 периодам сигнала). В режиме FREQ автоматически подбирается скорость измерения осциллографа, процесс может длиться некоторое время!

Дополнительные опции

- **Математика** – математические операции с сигналами (+, -, *, /)
- **Фурье анализ** – частотное представление измеренных сигналов
- **X-Y измерения** – построение зависимости канала CHA от CHB, измерение вольт-амперной характеристики (ВАХ)

b. Логический анализатор

Устройство имеет 4 цифровых канала. Программа позволяет настраивать скорость снятья показаний, размер буфера для осциллограммы, выбор каналов, устанавливать синхронизацию данных с помощью триггера, подтягивание линий к питанию или земле. Кроме того, логический анализатор позволяет декодировать цифровые интерфейсы SPI, I2C, UART, 1-WIRE.

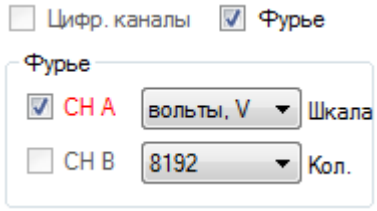
Описание режимов осциллографа

- *одиночный (single):* считывается одна осциллограмма и процесс измерения завершается. При установленном триггере устройство ожидает наступления события, после чего считывает одну осциллограмму.
- *ждущий (normal):* непрерывно считываются осциллограммы одна за другой. При установленном триггере устройство ожидает наступления события, после чего считывает

одну осциллограмму и запускает процесс заново. Пока не сработает условие триггера данные не будут выводиться на экран.

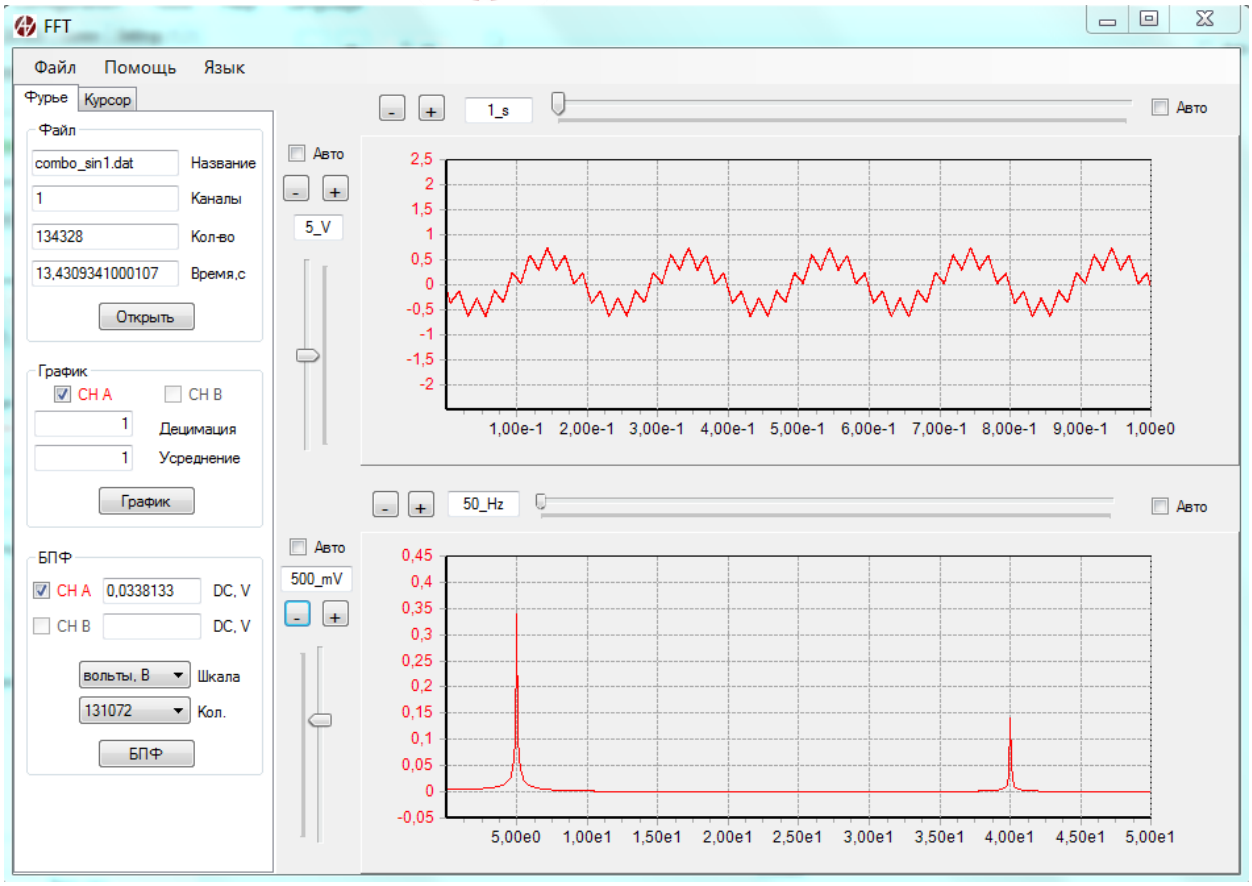
- *авто (auto):* непрерывно считываются осциллограммы одна за другой. При установленном триггере устройство ожидает наступления события некоторое время T, если условие триггера не выполнено выводит на экран считанную осциллограмму, если же при следующем сканировании за время T условие триггера сработало, устройство формирует осциллограмму по триггеру и выводит на экран. *В данном режиме в отличии от нормального (normal) режима осциллограммы выводятся на экран всегда, даже если условие триггера не выполняется.*
- *самописец (reader):* информация считывается непрерывным потоком. В предыдущих режимах между осциллограммами есть небольшое время задержки.

Быстрое Преобразование Фурье (БПФ, FFT).

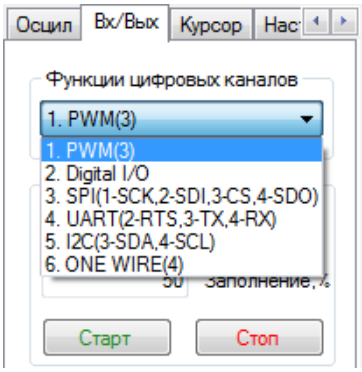


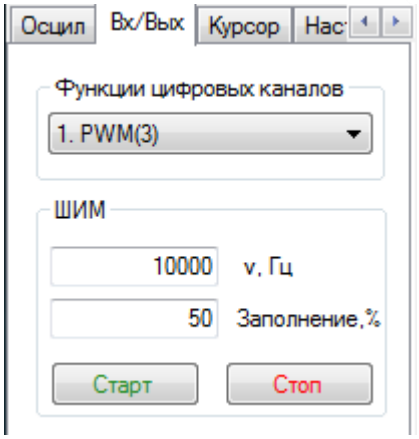
Анализ Фурье доступен для обоих аналоговых каналов. Число точек для анализа выбирается в выпадающем списке «Data». Число точек не может превышать размер измеряемой осциллограммы определяемый в поле Buf. Если вы установили число точек для анализа больше чем число точек осциллограммы, программа автоматически уменьшит этот параметр. Для отображения данных Фурье преобразования доступны две шкалы линейная в вольтах (voltage,V) и логарифмическая в децибелах (decibel, dB).

Кроме того, доступен анализ сохраненных данных в поле меню **Инструменты→ Фурье Анализ** (**tools→ FFT Analysis**).



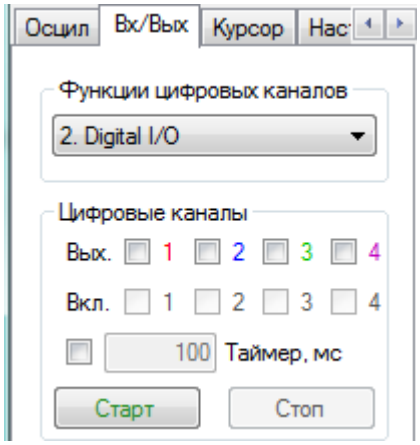
Вкладка DI/DO (цифровые входы выходы) – выбор режимов работы цифровых выводов: настройка выходов с заданием высокого или низкого логического уровня, настройка выхода ШИМ (PWM), работа с цифровыми интерфейсами SPI, UART, I^{2}C, 1-WIRE.





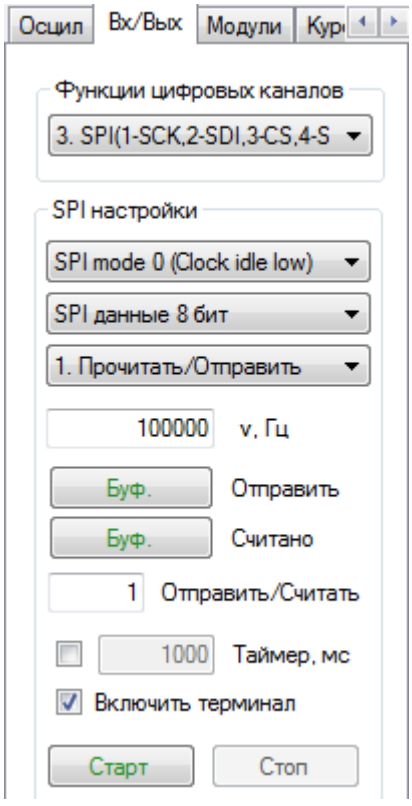
1. PWM (ШИМ широтно-импульсная модуляция)

Данная функция позволяет создать импульсный сигнал на D3 цифровом выводе. Частота и скважность сигнала задаются в соответствующих полях. Минимальная частота 1Гц, максимальная частота 10 МГц. Шаг регулирования 1Гц. Коэффициент заполнения (duty cycle) от 0 до 100 с шагом 1%.



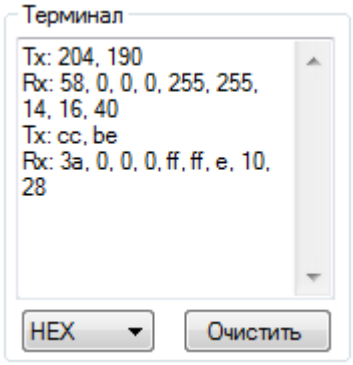
2. Digital I/O (Цифровые порты ввода вывода)

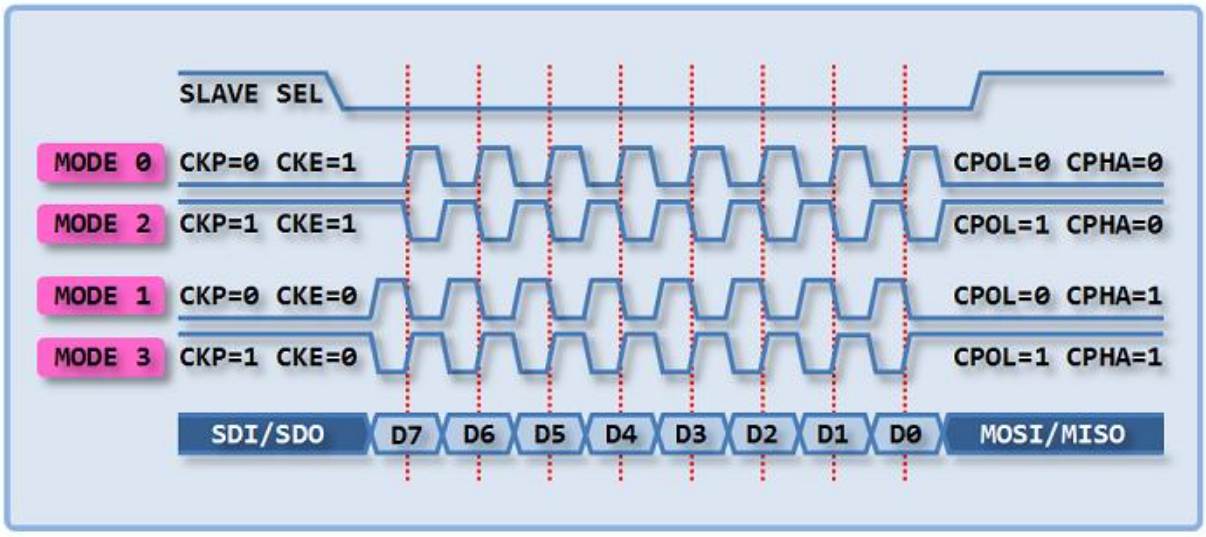
Данная функция позволяет настраивать цифровые выводы D1, D2, D3, D4 на вход и выход с заданием высокого или низкого логических уровней. Установка галочки Out настраивает выводы на выход, а установка галочки Set устанавливает высокое логическое состояние. Для автоматического изменения логического состояния выводов через заданный промежуток времени используется таймер (Timer toggle).



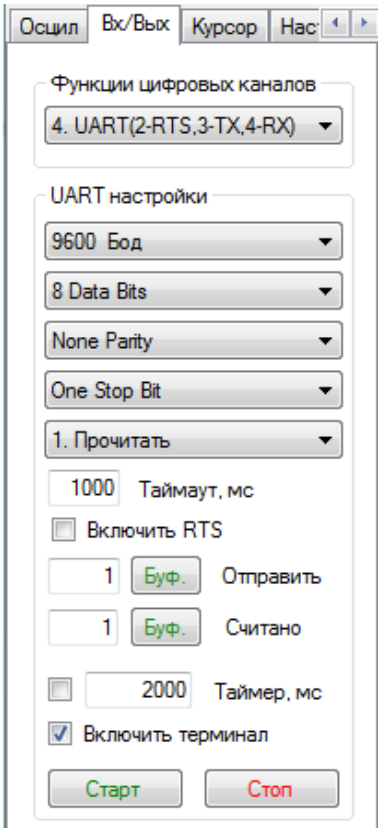
3. SPI (последовательный интерфейс)

Данная функция позволяет обмениваться данными с устройством (АЦП, ЦАП, различные датчики и т.д.) подключенным к цифровым выводам. На рисунке ниже приведены конфигурации режимов SPI. Минимальная частота 100Гц, максимальная частота 10 МГц. Шаг регулирования 1Гц. Информация для отправки записывается в таблицу, появляющуюся при нажатии на кнопку Буф. Число отправляемых и считываемых данных указывается в соответствующих полях. Считанная информация доступна при нажатии на кнопку Буф. Кроме того, отправляемая и получаемая информация выводится в терминал. Для отправки и получения информации через заданный промежуток времени используется таймер.



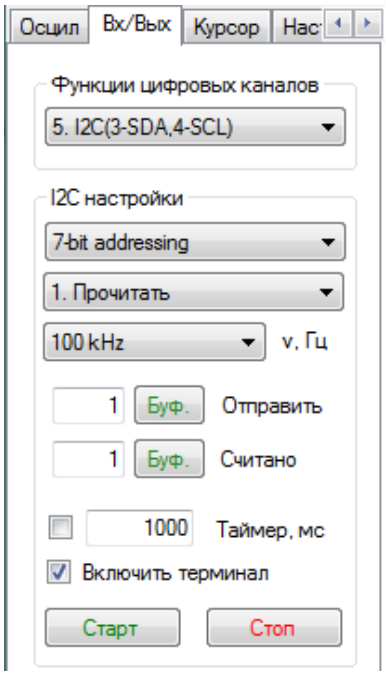


Режимы SPI.



3. UART (последовательный интерфейс)

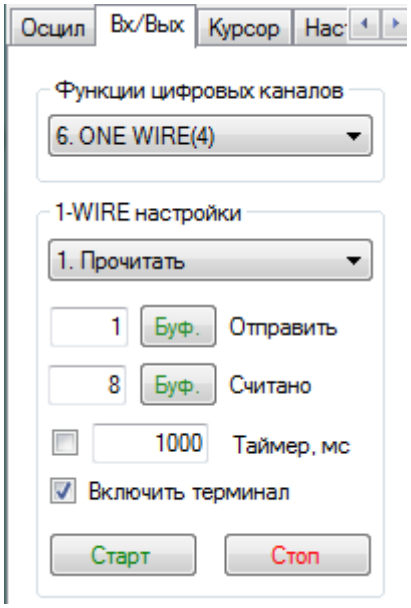
Данная функция позволяет обмениваться данными с устройством (АЦП, ЦАП, различные датчики и т.д.) подключенным к цифровым выводам.
Информация для отправки записывается в таблицу, появляющуюся при нажатии на кнопку Буф. Число отправляемых и считываемых данных указывается в соответствующих полях. Считанная информация доступна при нажатии на кнопку Буф. Кроме того, отправляемая и получаемая информация выводится в терминал. Для циклический отправки и получения информации через заданный промежуток времени используется таймер. Для задания требуемой скорости в соответствующем выпадающем списке выбрать последнюю строку, в данной позиции можно изменить скорость коммутации.



3. I²C (последовательный интерфейс)

Данная функция позволяет обмениваться данными с устройством (АЦП, ЦАП, различные датчики и т.д.) подключенным к цифровым выводам.
Информация для отправки записывается в таблицу, появляющуюся при нажатии на кнопку Буф. Число отправляемых и считываемых данных указывается в соответствующих полях. Считанная информация доступна при нажатии на кнопку Буф. Кроме того, отправляемая и получаемая информация выводится в терминал. Для циклический отправки и получения информации через заданный промежуток времени используется таймер.
Пример подключения памяти EEPROM M24512.
E2 = 0, E1 = 1, E0 = 0 (164 и 165 адрес устройства на запись и на чтение соответственно).

- Запись 1 байта по адресу 0: отправить 4 байт Tx:164, 0, 0, 123.
- Запись 2 байта по адресу 5: отправить 5 байт Tx:164, 0, 5, 123, 124.
- Чтение данных с текущего адреса: отправить 1 байт Tx:165; считать N байт.
- Чтение данных по адресу 5: отправить 4 байта Tx:164, 0, 5, 165; считать N байт.



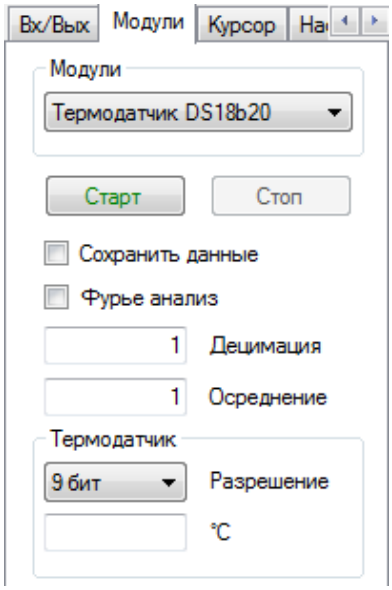
3. 1-WIRE (последовательный интерфейс)

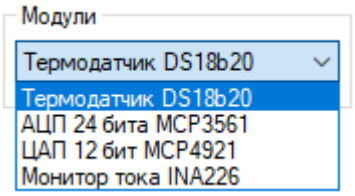
Данная функция позволяет обмениваться данными с устройством (АЦП, ЦАП, различные датчики и т.д.) подключенным к цифровым выводам.
Информация для отправки записывается в таблицу, появляющуюся при нажатии на кнопку Буф. Число отправляемых и считываемых данных указывается в соответствующих полях. Считанная информация доступна при нажатии на кнопку Буф. Кроме того, отправляемая и получаемая информация выводится в терминал. Для циклический отправки и получения информации через заданный промежуток времени используется таймер.
Пример подключения датчика DS18B20.

- Чтение блокнота (SCRATCHPAD): отправить 2 байта Tx: 204, 190; считать 9 байт.
- Запись блокнота (SCRATCHPAD): отправить 5 байт Tx: 204, 78, 0, 0, 31 (3 последних байта данные для записи).
- Чтение ROM (уникальный номер): отправить 1 байт Tx: 51; считать 8 байт.

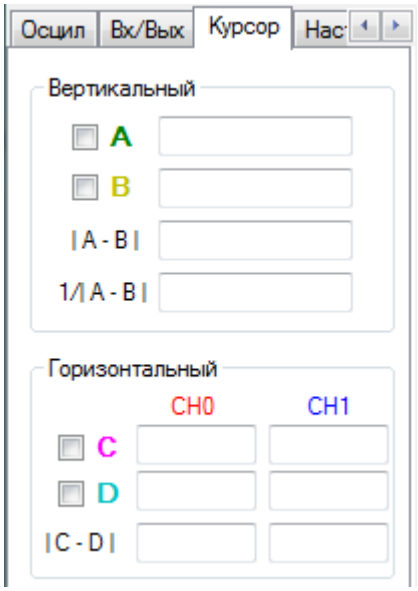
- Запуск температурного преобразования: отправить 2 байта Tx: 204, 68.
- Чтение результата измерения температуры из блокнота (SCRATCHPAD): отправить 2 байта Tx: 204, 190; считать 9 байт (первые 2 байта код АЦП температуры).

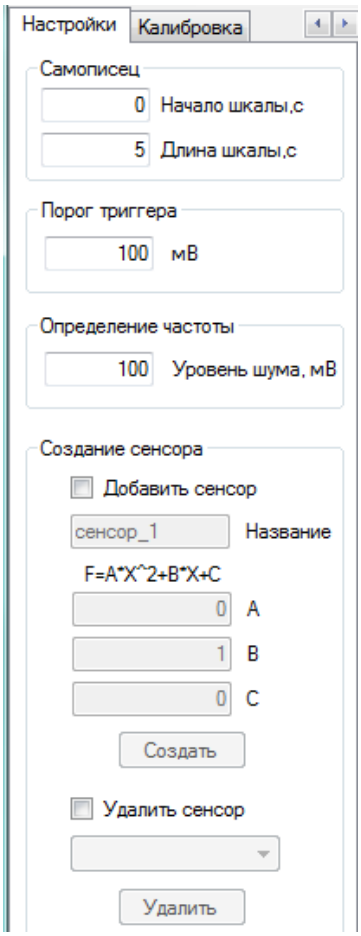
Вкладка Модули – переназначена для подключения дополнительных модулей к осциллографу: **термодатчик DS18b20, модуль АЦП 24 бита MCP3561, модуль ЦАП 12 бит MCP4921, монитор тока INA226.**





Вкладка Курсор (Cursors) - предназначена для измерения амплитуд, периодов, частот, времен измеряемых сигналов с помощью горизонтальных и вертикальных курсоров.

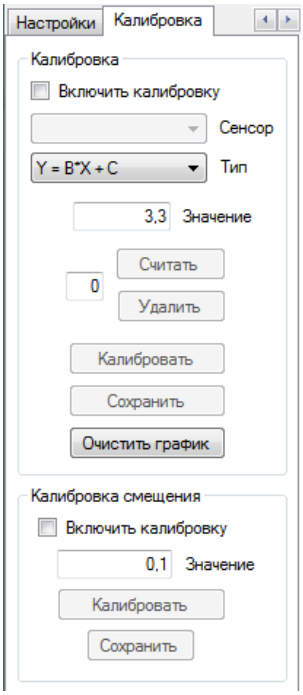




Вкладка Настройки (Settings) – настройка параметров графического поля для режима работы осциллографа самописец. Устанавливаются: начальное время и длинна участка времени отображения сигнала для режима самописец. Кроме того, можно добавить (Add new sensor) или удалить (Delete sensor) сенсор (датчик) из списка. Настройка «Порог триггера» позволяет снизить чувствительность к шумам триггера (уменьшить ложные срабатывания).

Определение частоты – уровень шума – снижает чувствительность к шуму при определении частоты сигнала. При зашумленном сигнале необходимо увеличит данное значение.

Вкладка Калибровка (Calibration) – калибровка сенсоров (полная калибровка и калибровка смещения).



5. Создание нового сенсора.

Для добавления нового сенсора перейдите во вкладку **Settings**, задайте имя и укажите коэффициенты, задающие вашу зависимость ($F(X)= AX^2+BX+C$ или $F(X)= BX+C$, X – код АЦП (Код АЦП можно получить, выбрав тип датчика Data)) и нажмите кнопку Add sensor. Далее появится сообщение о добавлении сенсора. После чего можно пользоваться новым датчиком (добавится в список сенсоров).

6. Алгоритм калибровки

Калибровка доступна для новых зарегистрированных датчиков (встроенные сенсоры **не калибруются** по данному алгоритму)

1) Подключить к осциллографу ваш датчик или калибровочный сигнал;
2) Выбрать датчик для калибровки CHA, CHB, или оба, настроить диапазон напряжений, выбрать частоту снятия показаний (калибровка происходит на выбранной частоте) (вкладка Осцил);
3) Перейти во вкладку Калибровка (**Calibration)**;
4) Установить галочку в поле «включить калибровку»(«Enable calibration»).
5) При необходимости очистите графическое поле, нажав кнопку «Очистить график» («Clear chart»).
6) Выбрать тип калибровки ($F(X)= AX^2+BX+C$ или $F(X)= BX+C$)
7) Задать калибровочную точку;
8) Подать калибровочный сигнал на осциллограф (изменить показания датчика);
9) Нажать кнопку «считать» («Read points»). Точки отображаются на поле отображения графиков. Измеренные точки можно удалять, нажав кнопку «удалить» («Delete point»);
10) Повторить пункты 6-9 не менее 3-х раз (допустимое число калибровочных точек $3<=N<=100$) (для двух параметрический калибровки ($F(X)= BX+C$) минимальное количество измерений 2);
11) Нажать кнопку «калибровать» («Calibration») (производится расчет калибровочных коэффициентов и строится график). В случае правильной интерполяции измеренных точек перейти к пункту 12 (сохранение коэффициентов). Коэффициенты автоматически применяются к новым измеренным данным;
12) Сохранить коэффициенты, нажав кнопку «сохранить» («Save coefficients») (по умолчанию предлагается сохранить коэффициенты в файл coefficients.xls в папке C:\ArtTech\Oscil_DOmini\calibration\). При запуске программы коэффициенты загружаются из этого файла. Если вы сохранили коэффициенты в другое место, то эти коэффициенты можно загрузить из меню **Конфигурация→ Открыть коэффициенты (Configuration → Open coefficients)**. Если не сохранить коэффициенты, то при следующем запуске программы коэффициенты будут утеряны.

Калибровка смещения (calibration offset)

Используется для компенсации смешения измеренных данных, к примеру калибровка нуля. (калибровка по одной точке).

1) Подать калибровочный сигнал на вход осциллографа.
2) Установить калибровочное значение.
3) Для начала калибровки нажать кнопку «калибровать» (**calibration offset).**
4) Для сохранения калибровочных данных (смещения) нажать кнопку «сохранить» **(Save offset).**

7. Восстановление заводских калибровочных коэффициентов

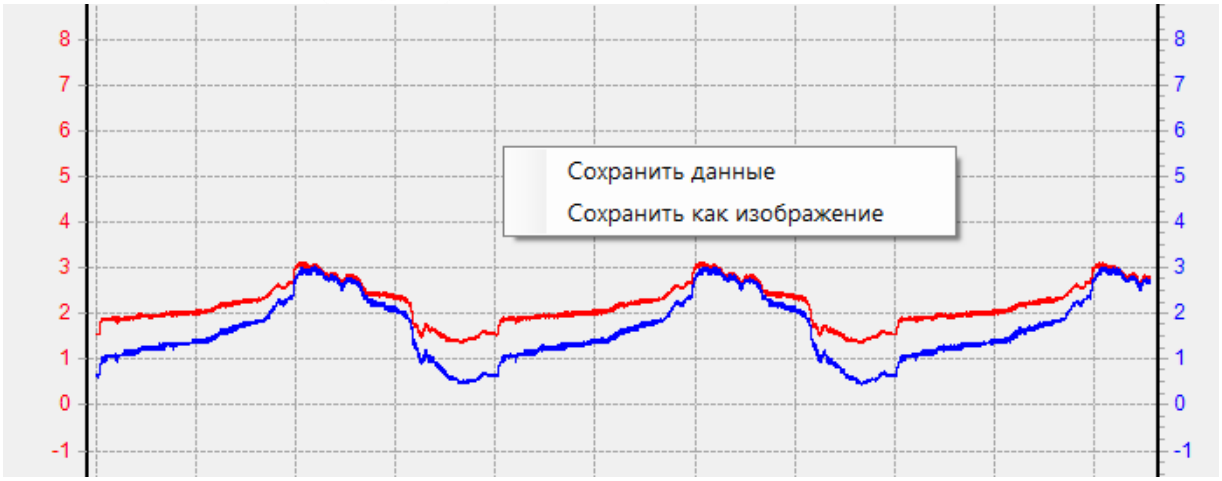
В случае порчи коэффициентов после калибровки или другим причинам файлы с заводскими коэффициентами можно найти в папке **C:\ArtTech\Oscil_DOmini\recovery** и заменить файлы в следующей папке **C:\ArtTech\Oscil_DOmini\calibration.**

8. Сохранение/чтение конфигурации устройства

Сохранение или загрузка параметров устройства: **меню – Конфигурация→ Открыть конфигурацию/Сохранить конфигурацию (Configuration --> Open configuration/Save configuration).** Путь рабочей папки: C:\ArtTech\Oscil_DOmini\configuration_pro\. При запуске программы автоматически загружается конфигурация из следующего файла C:\ArtTech\Oscil_DOmini\configuration_pro\configuration.xls.

9. Сохранение данных

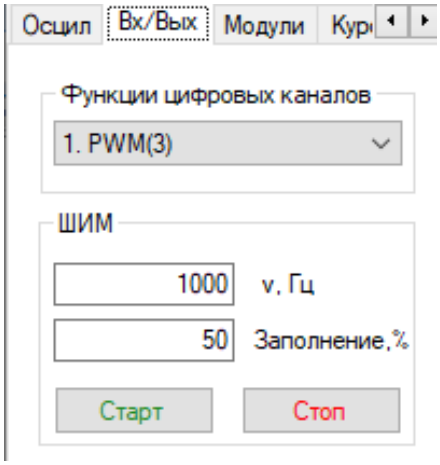
1) Для сохранения данных перед началом измерений необходимо установить галочку в поле «Save Data», для уменьшения числа записываемых данных установить коэффициент проряжения в поле decimation. Так при скорости измерения 10000 точек в секунду и коэффициенте прореживания Decimation = 10 в файл будет записываться 1000 точек в секунду, то есть каждая 10 точка. Программа предлагает сохранить данные по следующему пути: C:\ArtTech\Oscil_DOmini\data\. После остановки процесса измерений галочка убирается автоматически. Для сохранения данных доступны следующие форматы: xls, txt, dat. По умолчанию программа предлагает сохранить файл в формате dat. Фаллы с данными расширениями легко открываются в любом текстовом редакторе и Exel.
2) Нажмите среднюю клавишу мыши и выберите формат сохранения данных (сохранить данные или сохранить как изображение).



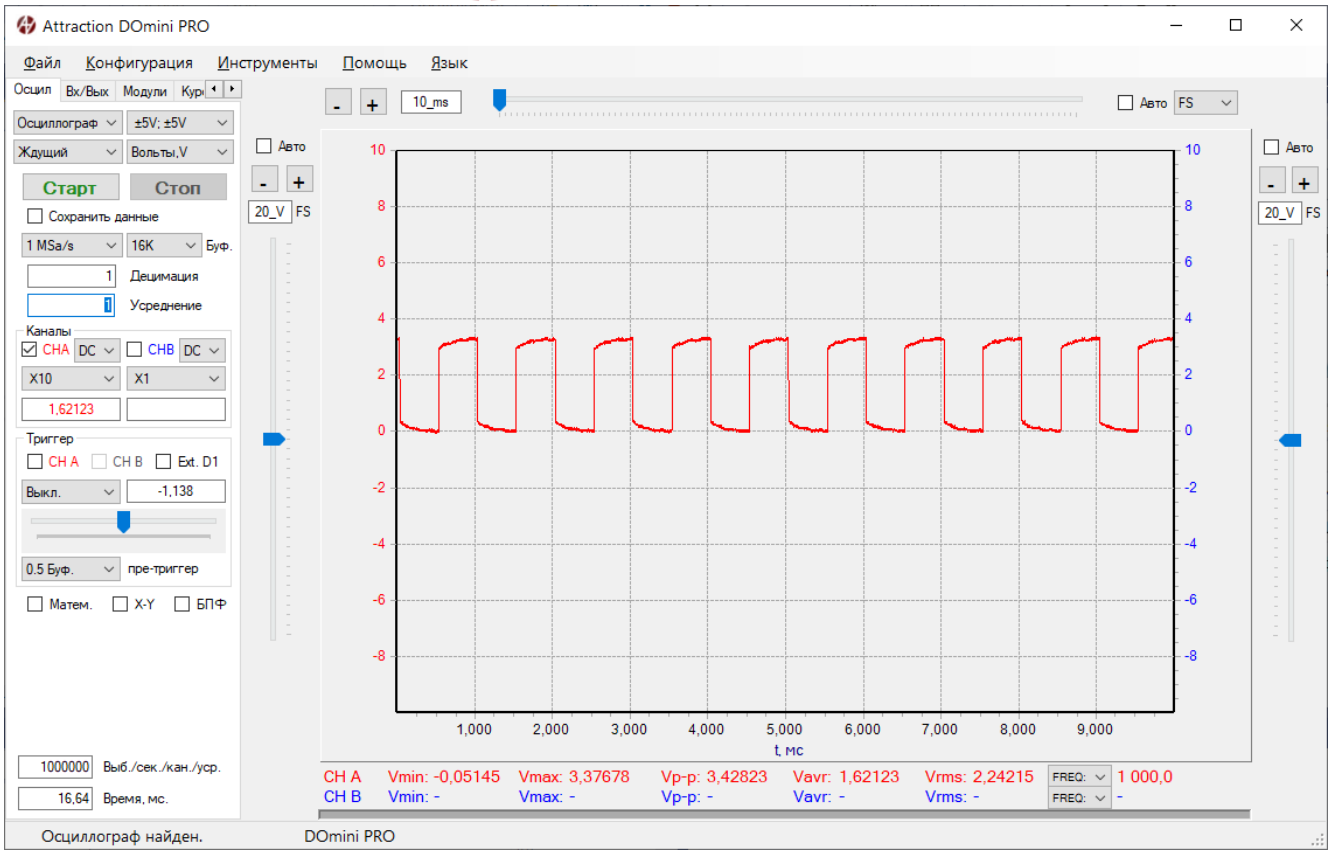
10. Просмотр сохраненных данных

Открытие файл для просмотра данных: **меню – Файл→ Открыть данные (File → Open data).**
Для просмотра данных доступны следующие форматы файлов: xls, txt, dat.

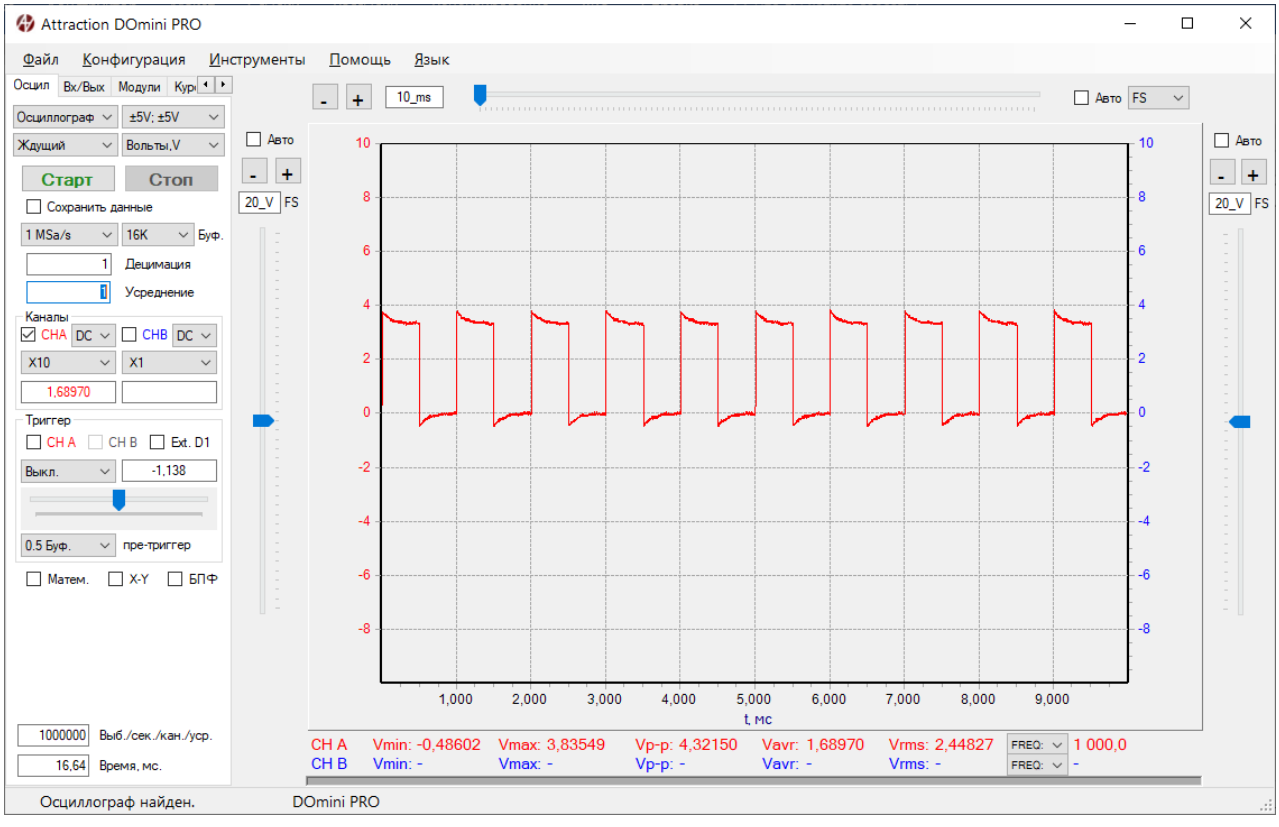
11. Компенсация осциллографического щупа



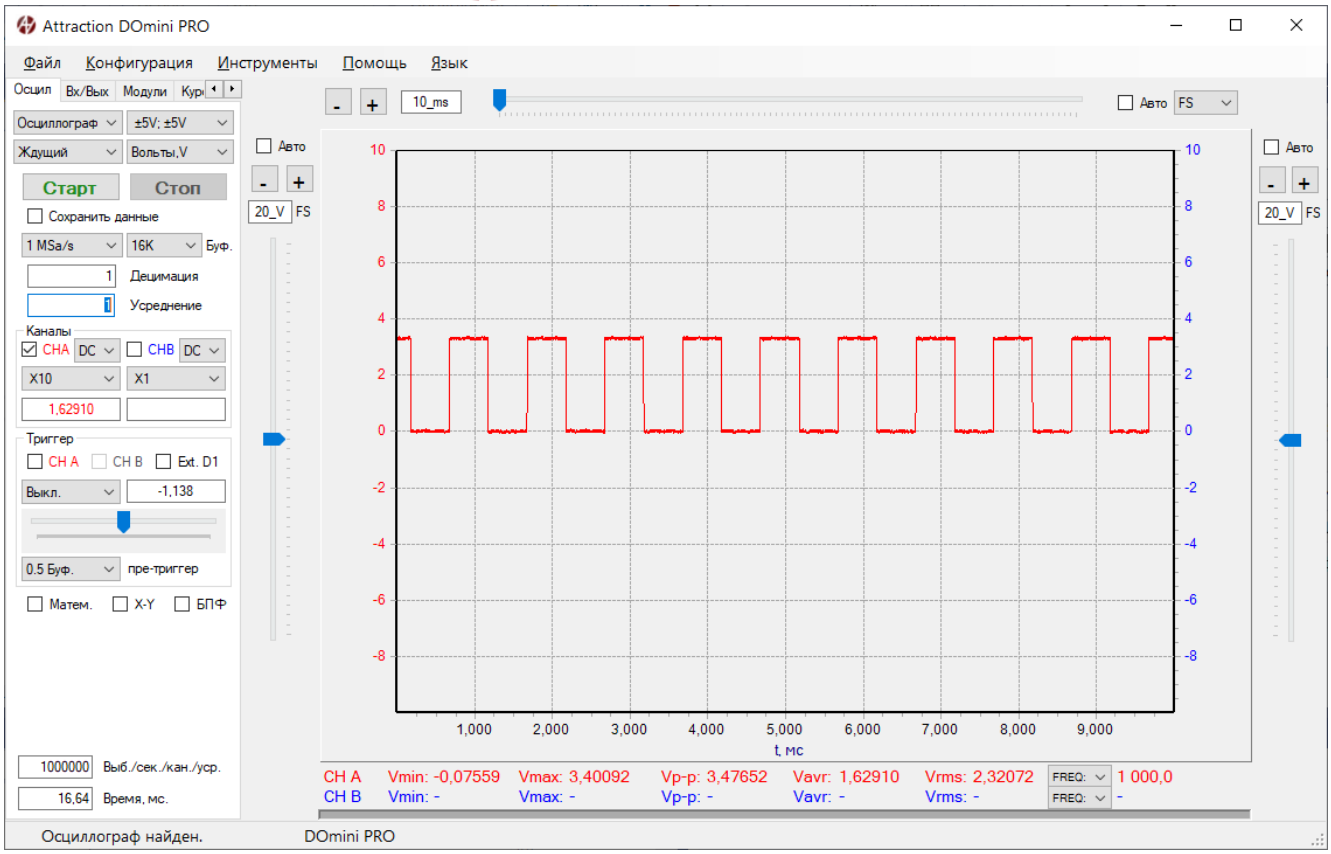
Компенсация щупа производится для делителя x10. Установите переключатель на щупе в положение 10X и в программе X10. Подключите щуп к выводу осциллографа D3 (ШИМ, PWM). Установите частоту 1000Гц и заполнение 50%. Запустите генерацию сигнала нажав кнопку «Старт». Подрегулируйте компенсационную емкость на разъеме щупа осциллографа.



Не скомпенсированный щуп.



Не скомпенсированный щуп.



Скомпенсированный щуп.

12. Разъем осциллографа

Верхний ряд	1. CHA	2. GND	3. CHB	4. GND	5. +3.3V	6. +5V
Нижний ряд	7. GND	8. D1	9. D2	10. D3	11. D4	12. GND

1. CHA – аналоговый канал осциллографа
2. GND – земля
3. CHB – аналоговый канал осциллографа
4. GND – земля
5. +3.3V – питание 15 мА
6. +5V - питание 50 мА
7. GND – земля
8. D1 – цифровой канал осциллографа (SPI - SCK)
9. D2 – цифровой канал осциллографа (SPI – SDI), (UART - RTS)
10. D3 – цифровой канал осциллографа (SPI – CS), (I^2C – SDA), (UART – TX), (PWM)
11. D4 – цифровой канал осциллографа (SPI – SDO), (I^2C – SCL), (UART – RX), (1-WIRE)
12. GND – земля

Характеристики осциллографа

Число измерительных каналов	2 – аналоговых, 4 – цифровых
Тип запуска	одиночный (single), ждущий (нормальный, normal), авто (auto), самописец (reader)
Аналоговые каналы	
Максимальное число выборок в секунду, выборок/сек.	20 000 000
Полоса пропускания, МГц	0 - 5
Разрешение встроенного АЦП, бит	12
Максимальная длинна измеряемой осциллограммы, точек	100K
Диапазон входных напряжений для канала CHA, В	±5В или ±20 (щуп 1X)
Диапазон входных напряжений для канала CHB, В	±5В или ±20 (щуп 1X)
Входное сопротивление, МОм	1
Цифровые каналы	
Максимальное число выборок в секунду, выборок/сек.	12 000 000
Максимальная длинна измеряемой осциллограммы, точек	100K
Диапазоны входных напряжений, В	0-3.3, 0-5
Выходное напряжение на цифровых выходах, В	3.3
Выходное сопротивление, Ом	300
Выводы питания	
Доступные напряжения питания, В	+3.3 и +5
Выходное сопротивление, Ом	10 (+5В), 30 (+3.3В)
Максимальный ток, мА	50 (+5В), 15 (+3.3В)
Рабочие параметры	
Интерфейс с ПК	USB 2.0, full-speed
Питание, В	+5В от USB
Рабочая температура, °С	От 0 до +40
Температура хранения, °С	От -20 до +60
Габариты, мм	71x23x8.7
Программное обеспечение	
Операционная система	Windows Xp, Vista, 7, 8, 10 Android 4.0 или более поздняя (требуется поддержка USB OTG)