АртТехЛабс
ArtTechLabs

Руководство пользователя

Приложение DOmini 3.0



DOmini
ArtTechLabs

для осциллографов DOmini и DOmini PRO

arttechlabs@ya.ru
arttechlabs.ru



DOmini — приложение для USB-осциллографов и логических анализаторов ArtTechLabs **DOmini** и **DOmini PRO**. Функции приложения:

- двухканальный осциллограф;
- спектральный анализ сигнала;
- четырёхканальный логический анализатор с декодированием SPI, UART, I²C и 1-Wire;
- самописец для длительной записи;
- генератор ШИМ;
- управление цифровыми выходами и обмен по шинам;
- работа с модулями-датчиками;
- акустический анализ работающих агрегатов по сигналу микрофона.

Приложение работает на компьютерах (Windows, macOS, Linux), смартфонах и планшетах Android, iPhone и iPad, а также в браузере. При отсутствии прибора приложение запускается в **демо-режиме** с виртуальным прибором.

Содержание

1. Установка и подключение прибора 4
2. Главный экран 6
3. Осциллограф 9
4. Триггер 10
5. Масштаб, курсоры и измерения 11
6. Спектр 13
7. Логический анализатор и протоколы 14
8. Самописец и запись в файл 16
9. Файлы и снимки 17
10. Генератор ШИМ и цифровые выходы 18
11. Интерфейсы SPI, UART, I²C, 1-Wire 19
12. Модули 21
13. Акустика 23
14. Анализ: математика, XY, эталон, датчики 25
15. Настройки 26
16. Демо-режим 28
17. Часто задаваемые вопросы 29

1. Установка и подключение прибора

Платформа	Подключение прибора
Windows	Кабель USB. Прибору однократно назначается драйвер WinUSB (см. «Драйвер WinUSB в Windows»).
macOS	Кабель USB. Дополнительная настройка не требуется.
Linux	Кабель USB и правило udev для доступа к прибору без прав администратора (см. «Доступ к прибору в Linux»).
Android	Кабель или переходник USB OTG (USB-C ↔ USB-B / micro-USB). При первом подключении система запрашивает разрешение. Если отметить «Использовать по умолчанию», приложение открывается при подключении прибора.
Браузер	Chrome или Edge на компьютере или Android. Нажмите «Подключить прибор» и выберите DOmini в окне браузера; при последующих запусках браузер подключает прибор без запроса. Safari и Firefox не поддерживают работу с USB-приборами.
iPhone, iPad	iOS не предоставляет приложениям доступ к USB-приборам. Доступны демо-режим, просмотр файлов и акустика.

Драйвер WinUSB в Windows

Приложение работает с прибором через системный драйвер WinUSB. Если на компьютере устанавливалось прежнее десктопное приложение DOmini, драйвер уже назначен: в «Диспетчере устройств» прибор отображается как **WinUSB Device**, а в свойствах драйвера указан файл `winusb.sys`. В противном случае драйвер назначается утилитой Zadig (zadig.akeo.ie, требуются права администратора):

1. Подключите прибор и закройте программы, которые могут его использовать.
2. Запустите Zadig. Если прибора нет в списке, включите **Options → List All Devices**.
3. Выберите прибор по полю **USB ID**:

Прибор	USB ID
DOmini	`04D8 0053`
DOmini PRO	`04D8 0052`
DOmini прежних ревизий	`04D8 F053` или `04D8 000D`

Zadig заменяет драйвер выбранного устройства. Ошибочный выбор (мышь, клавиатура, накопитель) выводит это устройство из строя до восстановления драйвера.

4. В поле драйвера справа от зелёной стрелки выберите **WinUSB**. Драйверы libusb-win32, libusbK и USB Serial не поддерживаются.
5. Нажмите **Install Driver** (или **Replace Driver**) и дождитесь сообщения *The driver was installed successfully*.

Драйвер назначается паре VID/PID: для DOmini и DOmini PRO процедура выполняется отдельно, по одному разу.

Доступ к прибору в Linux

Без правила udev прибор доступен только пользователю root. Правило:

```
SUBSYSTEM=="usb", ATTR{idVendor}=="04d8", ATTR{idProduct}=="000d|f053|0053|0052", MODE="0666"
```

Сохраните его в файл `/etc/udev/rules.d/99-domini.rules`, выполните `sudo udevadm control --reload-rules && sudo udevadm trigger` и переподключите прибор.

Состояние подключения

Состояние подключения отображается под верхней панелью:

- «Прибор не подключён — демо-режим» и кнопка «Повторить»;
- «Ожидание разрешения на USB» — Android ожидает ответа в системном окне;
- «Нет разрешения на USB — демо-режим» — разрешение не получено; «Повторить» запрашивает его повторно;
- «Ошибка USB: …» — прибор найден, но не открыт, например, потому что его использует другая программа.

При подключённом приборе плашка не отображается, а в верхней панели указаны «USB:» и модель прибора. Серийный номер приведён в «Ещё» → «О программе».

Прибор может использоваться только одной программой. Перед подключением закройте прежнее приложение DOmini и вкладки браузера с веб-версией.

2. Главный экран

Верхняя панель:

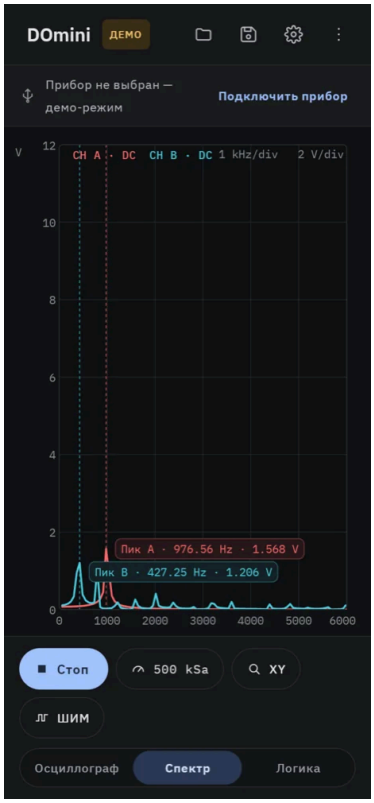
- статус: «ДЕМО» или «USB: DOmini PRO»;
- кнопки:
  - папка — «Открыть файл»;
  - дискета — «Сохранить кадр»;
  - шестерёнка — «Быстрые настройки»;
  - три точки — меню «Ещё».

Нижняя панель (слева направо):

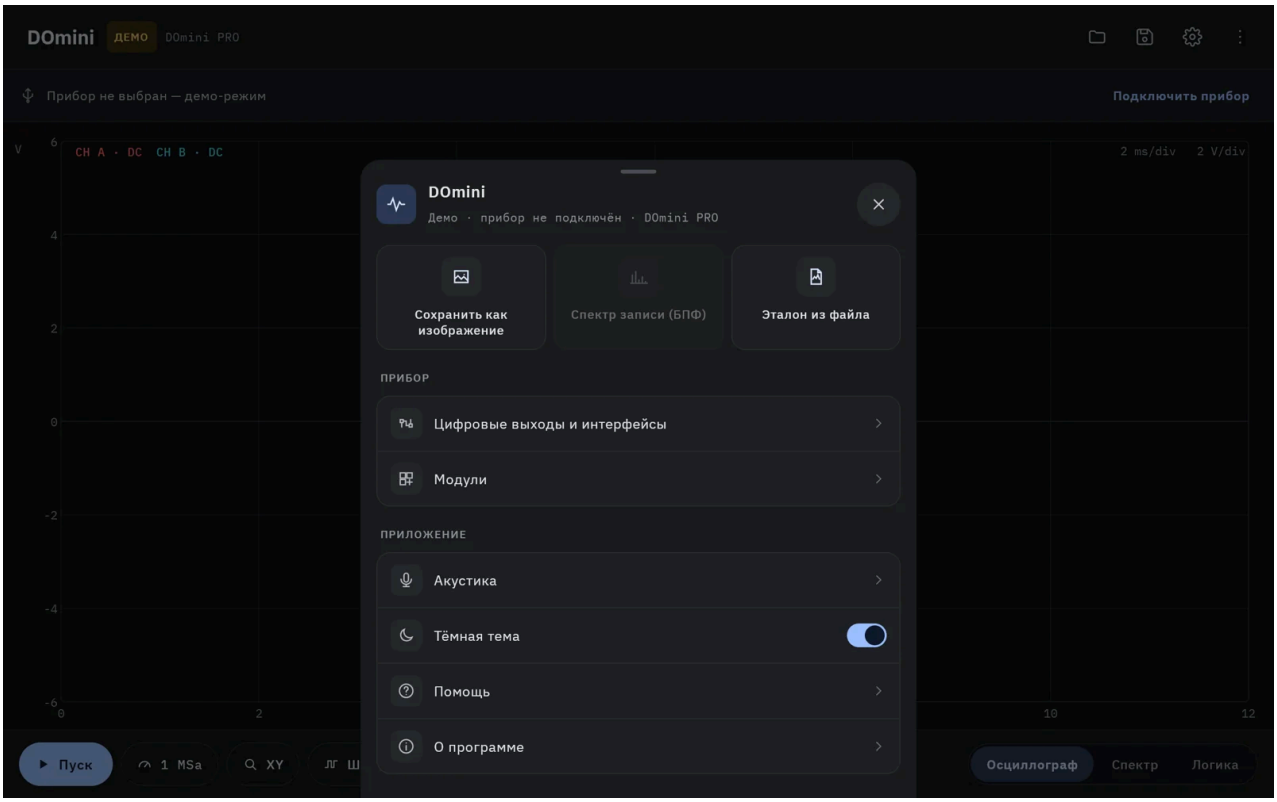
- **«Пуск» / «Стоп»** — запуск и остановка сбора.
- **Частота выборки** (значок спидометра), например «1 MSa». Меню содержит «Auto» и список частот. В режиме «Auto» частота подбирается так, чтобы в кадр попадало около пяти периодов сигнала.
- **Масштаб** (лупа) — оси, по которым выполняются сдвиг и масштабирование графика: «Зум X», «Зум Y» или «Зум XY». Там же пункты «Авто X» и «Авто Y» (подстройка масштаба под сигнал на каждом кадре) и «Исходный масштаб».
- **«ШИМ»** — включение и выключение генератора (раздел 10).
- **«Запись»** — только в режиме самописца (раздел 8).
- **Режимы**: «Осциллограф», «Спектр», «Логика». При смене режима сбор останавливается, кадр очищается.

Быстрые настройки:

- на широком экране — панель слева, которая скрывается и отображается кнопкой с шестерёнкой;
- на узком экране (смартфон) — шторка снизу, открываемая той же кнопкой;
- изменения применяются немедленно, без остановки сбора;
- раздел «Масштаб» — время и вольты на деление (в режиме «Логика» — только время);
- кнопка «Все настройки» внизу панели останавливает сбор и открывает полные настройки.



Меню «Ещё» (три точки):



- Плитки:
  - «Сохранить как изображение»;

  - «Спектр записи (БПФ)» — доступна, если сбор остановлен и на экране есть кадр;
  - «Эталон из файла».

- «Эталонная осциллограмма»: «Эталон из кадра: A» (B, F), «Убрать эталон», «Вернуться к сигналу».
- «Прибор»: «Цифровые выходы и интерфейсы», «Модули».
- «Приложение»: «Акустика», переключатель «Тёмная тема», «Помощь», «О программе».

При переходе на другой экран (настройки, выходы, модули, акустика) и при сворачивании приложения сбор останавливается. Кадр и масштаб сохраняются.

3. Осциллограф

Режим «Осциллограф» отображает напряжение на входах **A** и **B** во времени. Шкала времени — в миллисекундах, напряжение — в вольтах на входе щупа.

Каналы (быстрые настройки, «Каналы») — переключатель и параметры каждого канала:

- **«Связь»**: **DC** — сигнал без изменений; **AC** — без постоянной составляющей (из кадра вычитается середина размаха).
- **«Пробник»**: ×1 или ×10. Значение ×10 устанавливается для щупа-делителя 1:10; напряжения пересчитываются на вход щупа.
- **Диапазон**:
  - **DOmini** — общий для обоих каналов, параметр «Диапазон» в разделе «Сбор»: «–5..+5 V» или «0..+10 V» (с пробником ×10 — «–50..+50 V» / «0..+100 V»). В диапазоне –V..+V пробник канала B совпадает с пробником канала A: смещение нуля у прибора общее для обоих каналов.
  - **DOmini PRO** — отдельный для каждого канала: ±5 В или ±20 В.

«Сбор»:

- **«Развёртка»**:
  - «Одиночный» — сбор одного кадра и остановка;
  - «Ждущий» — сбор кадра при срабатывании триггера;
  - «Авто» — сбор кадров независимо от срабатывания триггера;
  - «Самописец» — непрерывная запись (раздел 8).
- **«Буфер»** — число отсчётов в кадре: у DOmini от 168 до 13 200 (26 400 у платы второй ревизии), у PRO от 2K до 100K. Длительность кадра равна размеру буфера, делённому на частоту выборки одного канала; при двух включённых каналах частота делится между ними.
- **«Усреднение»** — число соседних отсчётов, усредняемых в одну точку на компьютере. Усреднение снижает шум и во столько же раз уменьшает частоту выборки на графике. На графике отображается пометка «Avg ×N».
- **«Цифровые D1–D4»** («Совмещённый режим», только DOmini) — сбор уровней цифровых линий одновременно с каналами A и B. Линии отображаются вторым графиком под осциллограммой (рисунок в начале руководства).

Порядок работы. Включите нужные каналы, установите триггер «Фронт» по каналу с сигналом и частоту «Auto», нажмите «Пуск». Если сигнал не помещается на графике, выберите в меню лупы «Авто Y».

4. Триггер

Триггер синхронизирует кадры: каждый кадр начинается с одной и той же точки сигнала. Ноль шкалы времени соответствует моменту срабатывания и отмечен вертикальной пунктирной линией.

Параметр	Назначение
«Режим»	«Выкл.», «Фронт» (переход уровня снизу вверх) или «Спад» (сверху вниз)
«Источник»	«Кан. A», «Кан. B» или «Внеш. D1» — фронт на цифровом входе D1
«Уровень»	напряжение срабатывания; ползунок в быстрых настройках охватывает видимую часть графика
«Предтриггер»	доля кадра до события: «Выкл.» … «0.9 буфера», по умолчанию половина
«Порог»	гистерезис для защиты от ложных срабатываний на шуме, мВ (только «Все настройки» → «Триггер», по умолчанию 100 мВ)

Уровень также задаётся на графике: перетащите треугольный маркер у левого края вверх или вниз.

В развёртке «Ждущий» время ожидания события не ограничено. Если кадр не появляется, сигнал не достигает уровня триггера: измените уровень или переключите развёртку в режим «Авто».

5. Масштаб, курсоры и измерения

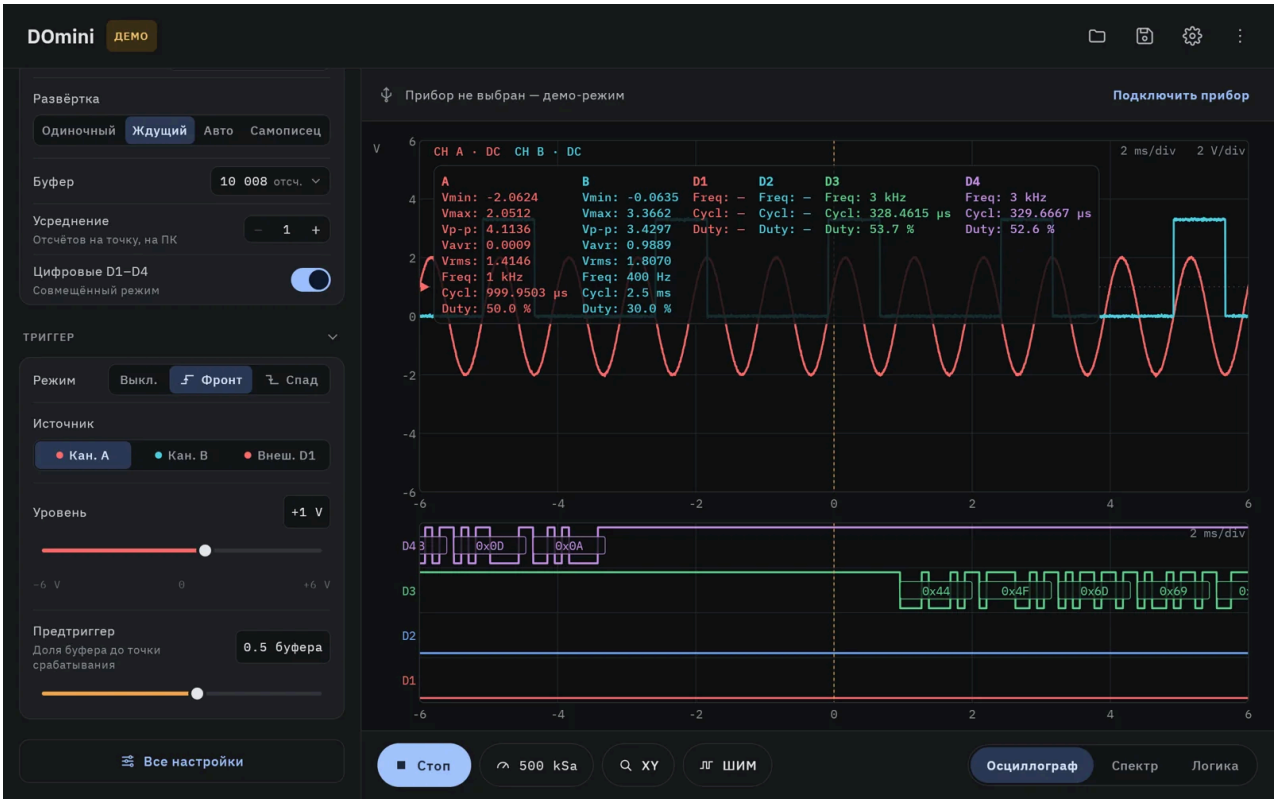
Управление жестами и мышью (справка — «Ещё» → «Помощь»):

- **Перетаскивание** сдвигает график по осям, выбранным в меню лупы (X, Y или XY).
- **Сведение и разведение двух пальцев** или **колесо мыши** изменяют масштаб по тем же осям относительно точки касания или указателя.
- **Двойное касание или двойной щелчок** восстанавливают исходный масштаб.
- **Долгое касание** (долгое нажатие кнопки мыши) устанавливает курсор; допускается до двух курсоров:
  - курсор показывает координаты X и Y точки;
  - при двух курсорах в правом нижнем углу отображаются ΔX, ΔY и 1/ΔX (частота по расстоянию между курсорами);
  - курсор привязывается к ближайшей кривой и перемещается перетаскиванием;
  - долгое касание курсора удаляет его.

Цена деления — в правом нижнем углу осциллограммы и логики, например «2 ms/div» и «2 V/div»:

- значение фактическое: после масштабирования жестом оно может быть дробным, например «870 µs/div»;
- «–» и «+» переключают на соседнее значение ряда 1-2-5;
- нажатие на значение открывает весь ряд (1 µs…10 s и 10 mV…100 V);
- выбранное значение сохраняется в настройках, кадр и сбор не прерываются;
- при частоте «Авто» выбранное время на деление сохраняется, пока не выбрана другая частота или не выполнен двойной щелчок.

В режиме «Спектр» цена деления только отображается — в правом верхнем углу графика.



Автоизмерения включаются в «Все настройки» → «Анализ» → «Автоизмерения»; для логического анализатора предусмотрен отдельный переключатель в разделе «Логический анализатор». Поверх графика выводится таблица по каждому каналу:

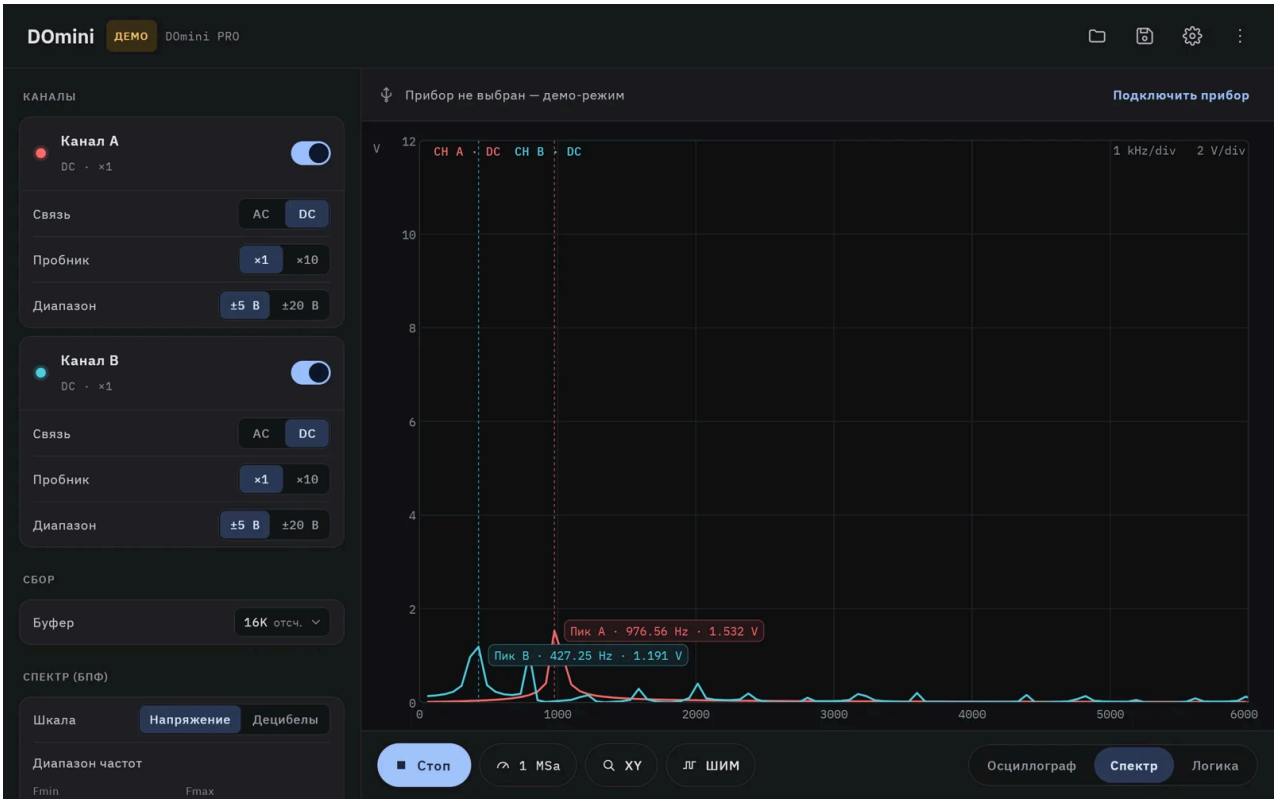
Строка	Величина
Vmin, Vmax, Vp-p	минимум, максимум, размах
Vavr, Vrms	среднее и среднеквадратичное значения
Freq, Cycl	частота и период
Duty	коэффициент заполнения: доля периода с высоким уровнем

Нажатие на таблицу сворачивает её в строку с частотами каналов, например «A 1 kHz B 400 Hz D3 3 kHz». Повторное нажатие разворачивает таблицу; выбранное состояние сохраняется. На смартфоне полная таблица с линиями D1–D4 закрывает большую часть графика, поэтому рекомендуется свёрнутый вид.

Частота вычисляется, если кадр содержит более полутора периодов; в противном случае выводится прочерк. **«Уровень шума»** («Анализ» → «Измерения», по умолчанию 100 мВ) — отклонение от среднего значения, которое должен превысить сигнал, чтобы период был засчитан:

- если показания частоты нестабильны на зашумлённом сигнале, уровень увеличивают;
- если частота не определяется на сигнале малой амплитуды, уровень уменьшают.

6. Спектр



Режим «Спектр» выполняет разложение сигнала каждого канала по частотам (БПФ). Шкала частот — в герцах.

- **«Шкала»**: «Напряжение» (амплитуда в вольтах) или «Децибелы».
- **«Диапазон частот»**: Fmin и Fmax — отображаемая часть спектра и область поиска пика.
- **Пики**: для каждого канала отмечается наибольший пик с указанием частоты и амплитуды.

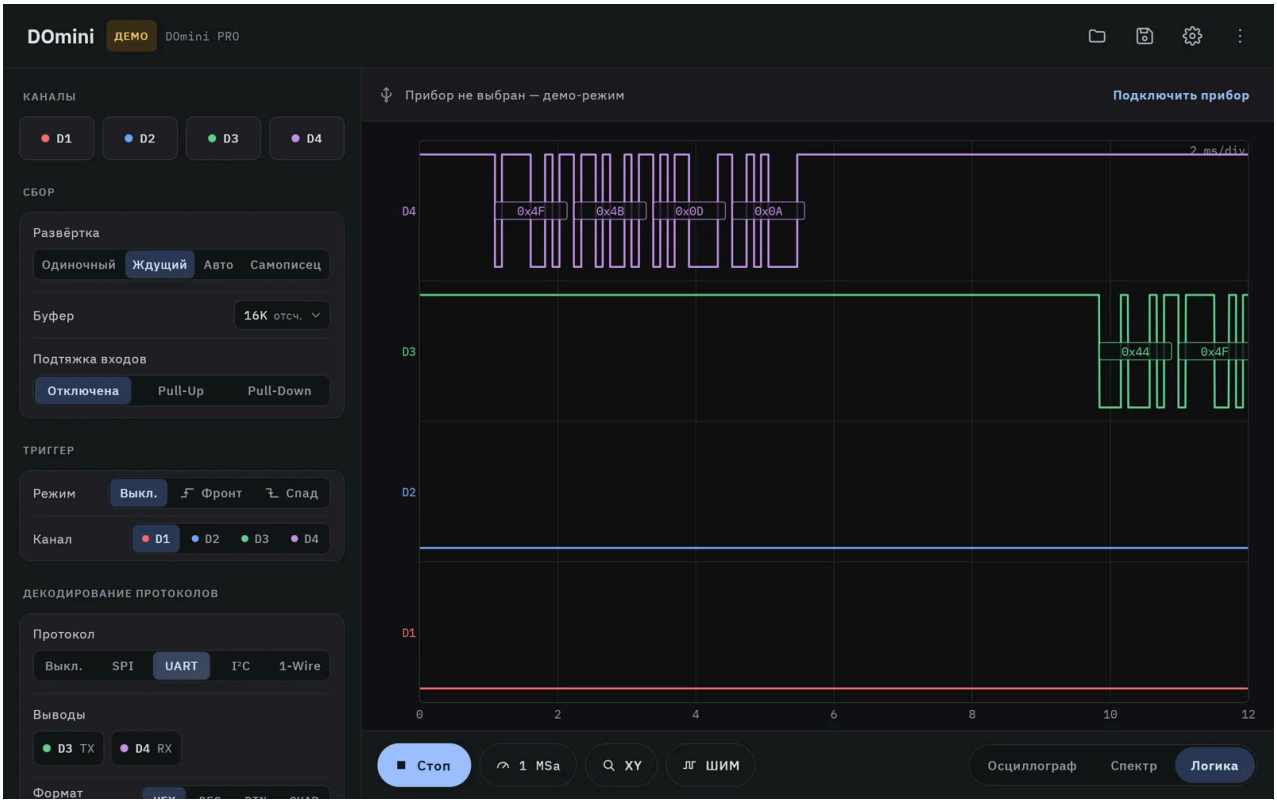
Точность частоты пика ограничена шагом сетки БПФ (частота выборки, делённая на размер БПФ). Например, при 500 кГц шаг составляет около 60 Гц, и прямоугольный сигнал 400 Гц может отображаться пиком 427 Гц. Точное значение частоты дают автоизмерения в режиме осциллографа. Шаг сетки уменьшается при снижении частоты выборки.

Спектр записи — подробный анализ длинного кадра или файла:

1. Остановите сбор или откройте файл.
2. Выберите «Ещё» → «Спектр записи (БПФ)».
3. Задайте «Прореживание n» (используется каждый n-й отсчёт), «Усреднение m», «Размер БПФ» и шкалу. Приложение показывает итоговый шаг и верхнюю границу частот.
4. Нажмите «Рассчитать».

Возврат к сигналу — крестик на плашке «БПФ …» или «Ещё» → «Вернуться к сигналу».

7. Логический анализатор и протоколы



Режим «Логика» отображает уровни цифровых линий **D1…D4**: D1 — внизу, D4 — вверху.

- **«Каналы»** (быстрые настройки): кнопки D1–D4 скрывают и отображают дорожки. Настройка влияет только на отображение; сбор выполняется по всем четырём линиям.
- **«Сбор»**: развёртка, буфер и **«Подтяжка входов»**:
  - «Отключена»;
  - «Pull-Up» — для шин с открытым коллектором (I²C, 1-Wire) и неподключённых входов;
  - «Pull-Down».
- **«Триггер»**: «Фронт» или «Спад» на выбранной линии; дорожка линии помечается буквой «Т».

Декодирование протоколов. При выборе протокола результаты декодирования выводятся на дорожках:

Протокол	Выводы	Параметры
SPI	D1 SCK, D2 SDI, D3 CS, D4 SDO	«Режим SPI» 0–3 (CPOL, CPHA)
UART	D3 TX, D4 RX	«Скорость, бод», «Чётность», «Стоп-биты»
I²C	D3 SDA, D4 SCL	—
1-Wire	D4	—

«Формат данных» подписей: HEX (0x41), DEC (65), BIN или CHAR ('A'). Служебные метки:

- I²C — «S» и «P» (условия START и STOP), адрес «0x40 W» / «0x40 R»;
- 1-Wire — «RST» (сброс) и «PRES» (импульс присутствия).

Ошибки выделяются цветом: «FE» — ошибка кадра, «PE» — ошибка чётности, «NAK» — отсутствие подтверждения.

Частота выборки должна обеспечивать не менее 10 отсчётов на бит: для UART 9600 бод — не ниже 100 кГц. Подписи, которые не помещаются на графике, не отображаются; для их просмотра увеличьте масштаб. Декодирование работает также в совмещённом режиме осциллографа и для открытых файлов логического анализатора.

8. Самописец и запись в файл

Длительность кадра ограничена буфером прибора. Для регистрации медленных процессов (заряд, нагрев и т. п.) предназначен **самописец** — развёртка «Самописец» в режимах осциллографа и логического анализатора.

- Прибор передаёт отсчёты непрерывно; график сдвигается, последние данные отображаются у правого края.
- Частоты выборки ниже, чем у осциллографа: у DOmini 5–250 кГц, у PRO 5–100 кГц (логический анализатор PRO — от 1 кГц).
- Триггер в режиме самописца не используется.

Запись в файл:

1. Выберите развёртку «Самописец». На нижней панели появится кнопка **«Запись»**.
2. Нажмите «Запись» и укажите файл (по умолчанию `domini_record.txt`). Если сбор был остановлен, он запускается.
3. Остановите запись кнопкой «Стоп записи» или «Стоп». Появится сообщение «Запись сохранена».

Формат и содержимое файла:

- текст с разделителем-табуляцией: время в миллисекундах и значения каналов; в совмещённом режиме дополнительно уровни D1–D4 (0 или 1);
- **«Прореживание самописца»** («Каналы и сбор», 1–1000) — запись каждого N-го отсчёта; применяется для очень длительных записей.

В браузере диалог выбора файла не используется: запись накапливается в памяти и загружается в виде файла после остановки.

9. Файлы и снимки

- **«Сохранить кадр»** (дискета) — сохранение текущего кадра в текстовый файл: `domini_time.txt`, `domini_spectrum.txt` или `domini_logic.txt`. Если кадра нет, выводится сообщение «Нет данных для сохранения».
- **«Открыть файл»** (папка) — просмотр сохранённого кадра. Поддерживаемые форматы:
  - файлы приложения DOmini;
  - файлы прежнего приложения для Android;
  - файлы десктопной программы DOmini для Windows.

  На графике отображается плашка «Файл: имя». Для файла доступны масштабирование, курсоры, измерения и декодирование протоколов. Файл закрывается крестиком на плашке; кнопка «Пуск» также возвращает к работе с прибором.
- **«Сохранить как изображение»** («Ещё») — сохранение графика с подписями и измерениями в формате PNG.
- **Сохранение настроек**: «Все настройки» → три точки → «Сохранить настройки в файл…» и «Загрузить настройки из файла…». Используется для переноса настроек на другой компьютер и хранения наборов настроек для разных задач.

На Android, iOS и компьютерах используется системный диалог выбора файла. В браузере файлы загружаются в папку загрузок.

10. Генератор ШИМ и цифровые выходы

ШИМ — прямоугольный сигнал на выводе **D3**.

1. Задайте «Частоту» и «Заполнение» в «Все настройки» → «Генератор ШИМ». В том же разделе отображаются «Предпросмотр» и «Фактическая частота»: прибор получает частоту делением на целое число, поэтому фактическая частота может отличаться от заданной.
2. Включите генератор кнопкой **«ШИМ»** на нижней панели. Появится сообщение «ШИМ включён: 1000 Hz, 50 %».

Диапазон частот — от 3 Гц у DOmini (от 1 Гц у PRO) до 10 МГц. Изменения параметров при включённом ШИМ применяются немедленно. Генератор работает только с подключённым прибором и выключается при его отключении.

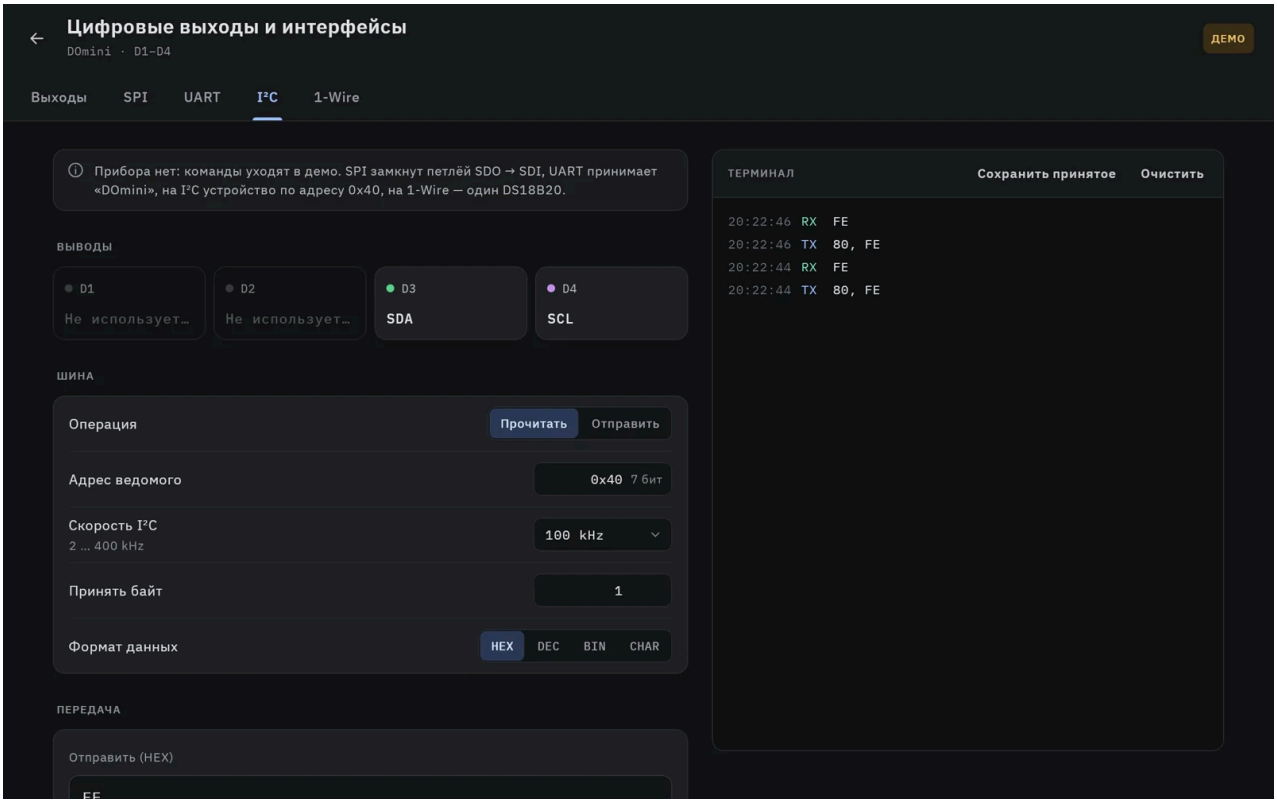
Проверка с перемычкой. Соедините D3 со входом A, включите ШИМ 1 кГц, режим осциллографа и автоизмерения. На канале A должен отображаться прямоугольный сигнал 1 кГц с заданным заполнением. Проверка подтверждает исправность прибора, щупов и приложения.

Цифровые выходы — экран «Ещё» → «Цифровые выходы и интерфейсы», вкладка **«Выходы»**:

- для каждой линии D1–D4 задаётся направление «Вход» / «Выход» и уровень 0 / 1 для выходов;
- уровни применяются немедленно;
- **«Меандр»** — «Инвертировать уровни выходов по таймеру» с заданным «Полупериодом»: генерация прямоугольного сигнала на нескольких выходах одновременно;
- «Все ножки — входы» переводит все линии в режим входов.

Логический анализатор принимает выходы как обычные входы, поэтому их состояние проверяется в режиме «Логика».

11. Интерфейсы SPI, UART, I²C, 1-Wire



Вкладки SPI, UART, I²C и 1-Wire находятся на том же экране. Прибор работает ведущим шины; ведомое устройство подключается к выводам D1–D4. Назначение линий указано в карточках «Выводы»:

Интерфейс	Выводы	Параметры
SPI	D1 SCK, D2 MISO, D3 CS, D4 MOSI	«Частота SPI», «Режим SPI», «Бит в слове»
UART	D2 RTS, D3 TX, D4 RX	«Операция», скорость, чётность, стоп-биты, «Таймаут ответа», «Включить RTS»
I²C	D3 SDA, D4 SCL	«Операция», «Адрес ведомого» (7 бит), «Скорость I²C»
1-Wire	D4	«Операция», «Принять байт»; кнопки «Прочитать ROM», «Измерить», «Прочитать блокнот»

Передача и приём данных:

1. Выберите операцию: «Прочитать» или «Отправить».
2. Для чтения укажите значение «Принять байт».
3. Введите данные в поле «Отправить» в выбранном «Формате данных» — до 51 байта через пробел или запятую:

- I²C: байт адреса добавляется автоматически; при чтении в поле указывается номер регистра;
- SPI: число принятых байтов равно числу отправленных.

4. Нажмите «Отправить» (или Enter).

«Повторять каждые … мс» — периодическая отправка той же команды, например для опроса датчика.

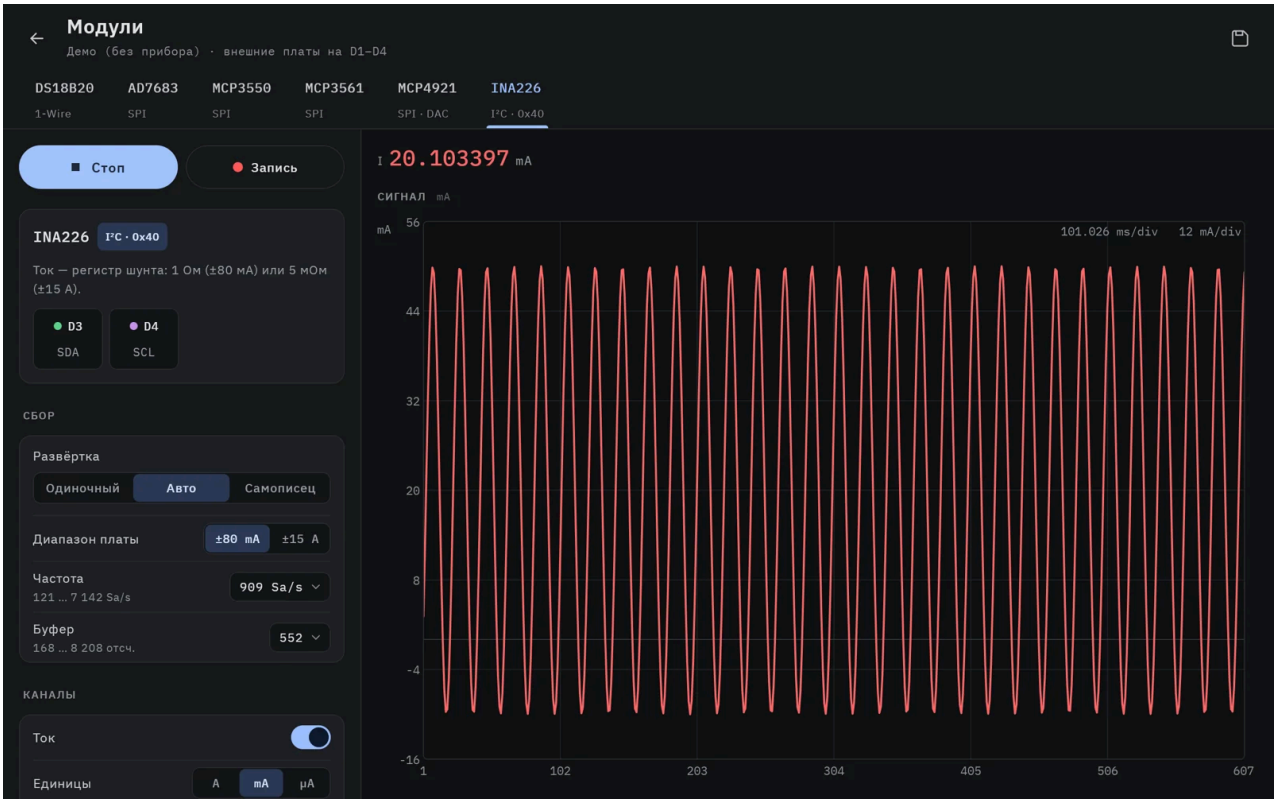
Терминал в правой части экрана отображает отправленные (TX) и принятые (RX) данные с отметкой времени; новые строки добавляются сверху.

- «Сохранить принятое» и «Очистить».
- «Из файла…» и «В файл…» — загрузка и сохранение данных для отправки. Формат совместим с программой DOmini для Windows.

Сообщения об ошибках прибора выводятся в терминал:

- «ведомое устройство не найдено» — нет ответа по указанному адресу;
- «истекло время ожидания»;
- «ошибка контрольной суммы».

12. Модули



Экран «Ещё» → «Модули» предназначен для работы с внешними платами ArtTechLabs, подключаемыми к выводам D1–D4. Каждому модулю соответствует вкладка с указанием шины подключения.

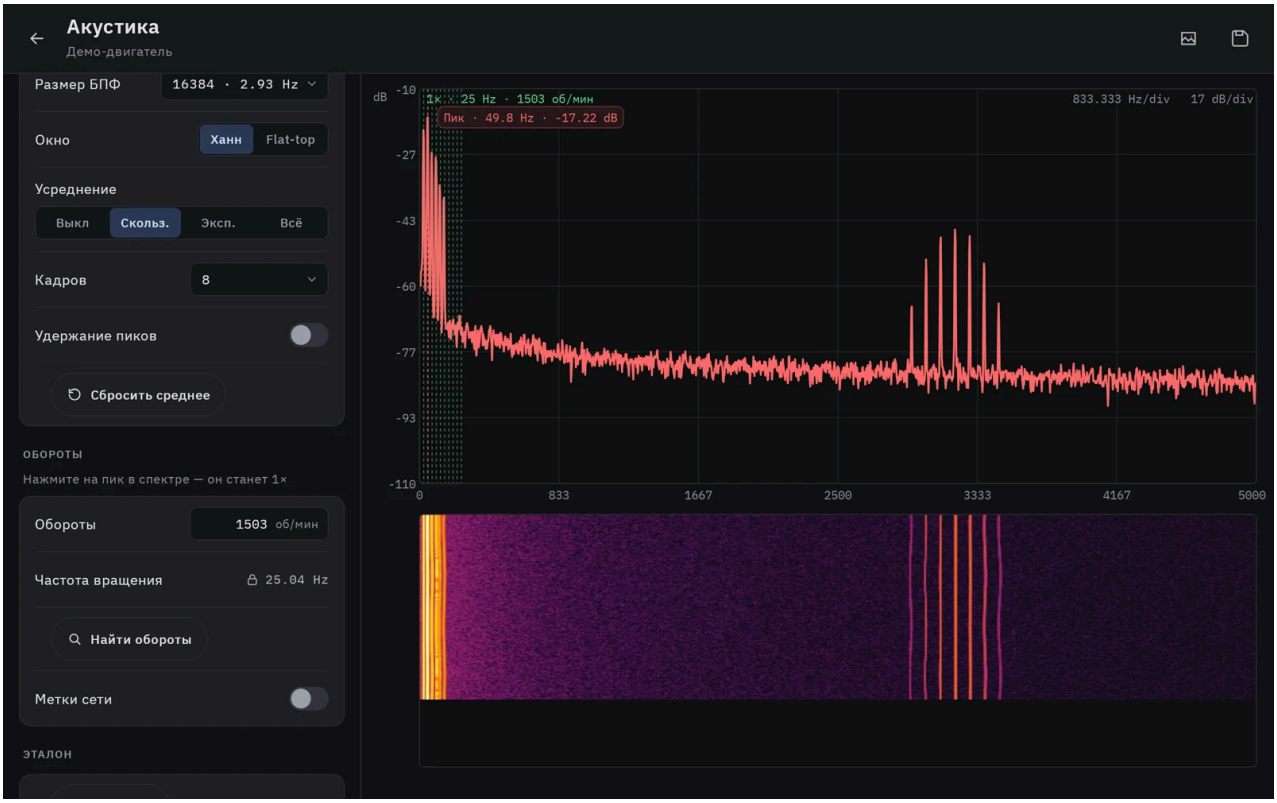
Модуль	Назначение	Примечания
DS18B20	термометр, 1-Wire на D4	«Разрешение» 9–12 бит; с ростом разрешения растут точность и время преобразования (до 800 мс)
INA226	ток, напряжение шины, мощность; I²C	«Диапазон платы» ±80 мА или ±15 А; единицы А / мА / µА
MCP3561	АЦП 24 бит, SPI	вход CH0 или CH0 – CH1, усиление до 64×; набор частот и триггер по уровню зависят от версии прошивки
AD7683	АЦП 16 бит, 5–100 кГц, SPI	только DOmini
MCP3550	АЦП 22 бит, около 12 отсчётов/с, SPI	только DOmini, только непрерывный поток
MCP4921	ЦАП 0…3000 мВ, SPI	напряжение задаётся полем или ползунком, кнопка «Выставить»

Для всех модулей, кроме ЦАП, предусмотрены кнопки «Пуск» / «Стоп» и «Запись»:

- запись выполняется в текстовый файл; «Прореживание записи» задаёт запись каждого N-го отсчёта;
- для АЦП и INA226 доступен «Спектр (БПФ)», отображаемый вторым графиком;
- «Коды АЦП вместо вольт» — вывод необработанных кодов.

При отсутствии ответа от модуля выводится сообщение «Датчик не найден».

13. Акустика



Экран «Ещё» → «Акустика» предназначен для анализа звука работающих агрегатов (двигателей, насосов, вентиляторов) по сигналу микрофона смартфона или компьютера. Прибор DOmini для этого не требуется.

1. **«Источник»** → «Сигнал»:
   - «Микрофон»;
   - «Демо-двигатель» — тестовый сигнал;
   - WAV-файл («Открыть WAV…»).
2. **«Старт»**. В верхней части экрана отображается спектр в dBFS, в нижней — спектрограмма (изменение спектра во времени; яркость соответствует уровню).
3. **Частота вращения**: «Найти обороты» или **нажатие на пик** спектра — выбранный пик принимается за 1×, отображаются метки 1×…10×. Частоту вращения можно ввести вручную в об/мин. Типовые признаки:
   - рост составляющей 1× — дисбаланс;
   - 2× и 3× — несоосность и ослабление крепления;
   - пики около удвоенной частоты сети — электрические причины (включите «Метки сети»);
   - нецелые кратные — дефекты подшипников. 4. **Эталон**:
   - «Взять эталон» на исправном агрегате и «Сохранить…» в файл;

- при последующих измерениях — «Загрузить эталон…» и **«Разница»**: полосы, превысившие эталон больше чем на «Порог», выводятся списком с кратностью к частоте вращения.

4. **Газовка** — изменение амплитуды пика, который движется вместе с оборотами:
   - включите «Гасить стационарные пики» и меняйте обороты. Пики, которые не двигаются (сеть, резонансы, фон помещения), гасятся; на спектре — кривые «Без стационарных» и «Исходный». Фон — медиана уровня каждой частоты за «Память фона» (5–30 с);
   - нажмите на движущийся пик: программа следит за ним, метки 1×…10× идут вместе с ним, а его амплитуда в этот момент принимается за единицу. Над спектром выводится отношение (×0.80 — пик упал, ×1.50 — вырос), под спектром — его график за последние 30 с;
   - «Принять за 1» — единицей становится текущая амплитуда; «Заморозить фон» — фон, снятый во время газовки, перестаёт обновляться и не гасит пики мотора на постоянных оборотах.

   Амплитуда пика считается по главному лепестку окна, поэтому не зависит от того, попадает ли частота точно на бин. Отношение не зависит от единиц, если не меняются усиление микрофона и его положение. Слежение работает при живом сборе (микрофон, демо), но не для WAV-файла.

Рекомендации:

- Располагайте микрофон на расстоянии 5–20 см от корпуса, каждый раз в одной и той же точке.
- Чувствительность микрофона смартфона ниже 100 Гц невелика.
- При сообщении «Перегрузка входа» увеличьте расстояние до микрофона.

Параметры анализа задаются в разделе «Анализ»: «Размер БПФ», «Окно» (Ханн или Flat-top), «Усреднение», «Удержание пиков».

Дополнительные функции:

- «Запись WAV» — запись звука в файл, до 5 минут;
- «Экспорт спектра (CSV)» и снимок экрана — кнопки в правом верхнем углу.

При первом запуске система или браузер запрашивает доступ к микрофону. На Android после отказа отображается кнопка «Открыть настройки», ведущая в настройки приложения. На macOS доступ предоставляется в «Системных настройках» → «Конфиденциальность» → «Микрофон»; без него приложение получает нулевой сигнал и выводит «Нет сигнала».

14. Анализ: математика, XY, эталон, датчики

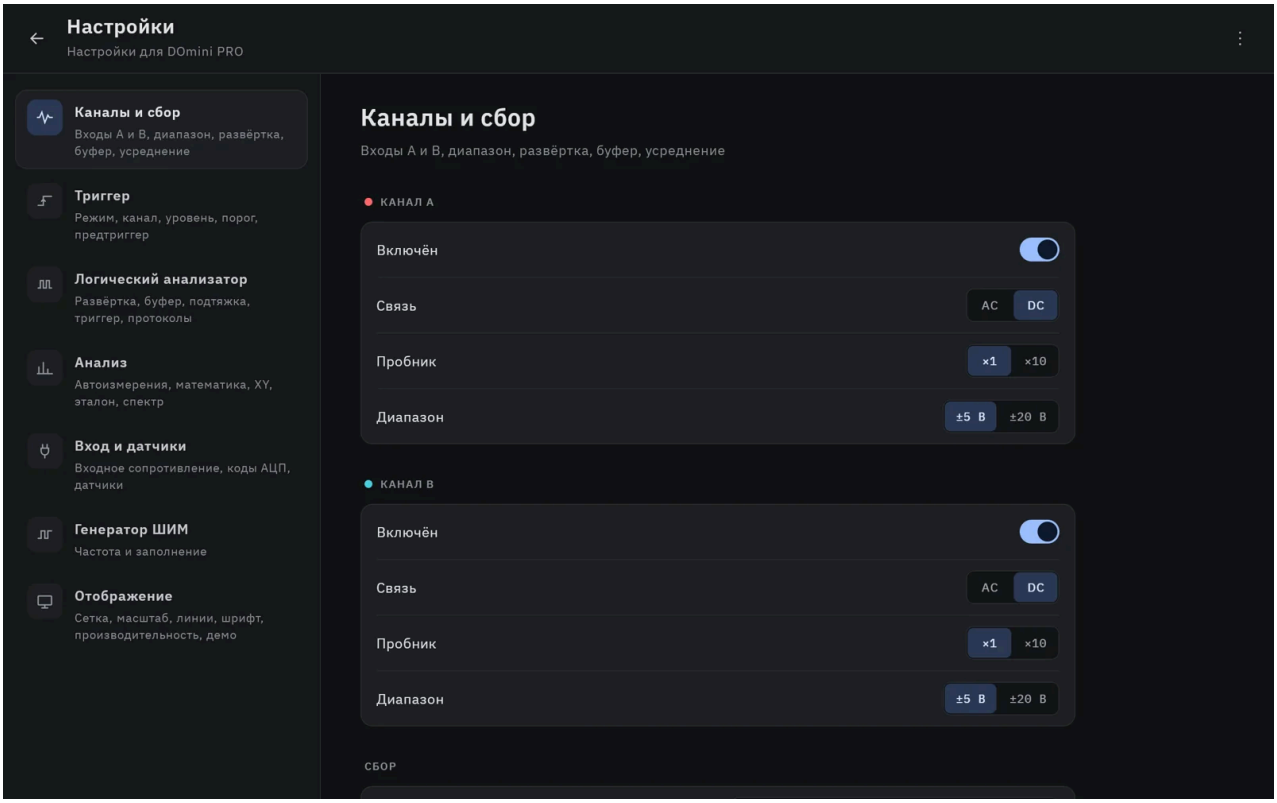
Описанные функции настраиваются в «Все настройки» → «Анализ» и «Вход и датчики». Для математического канала и режима XY должны быть включены оба канала, A и B.

- **«Математический канал F»** — кривая kA·A ◦ kB·B, где ◦ — сложение, вычитание, умножение или деление; коэффициенты задаются пользователем. Например, F = A − B — разность потенциалов между двумя точками схемы. Для канала F выполняются отдельные автоизмерения.
- **«Режим XY»** — канал A по горизонтали, B по вертикали (или наоборот, параметр «Оси»): фигуры Лиссажу, фазовые сдвиги, характеристики.
  - Вид «Кривая» отображает весь кадр.
  - Вид «Точка (средние за кадр)» отображает одну точку на кадр; кнопка «Зафиксировать» сохраняет точку, что позволяет построить характеристику по точкам.
- **Эталонная осциллограмма** — сравнение сигнала с образцом:
  1. «Ещё» → «Эталон из кадра: A» (текущий сигнал) или «Эталон из файла».
  2. Включите «Полоса допуска» и задайте «Допуск» в процентах от половины размаха эталона.

  На графике выводится «в допуске ±… В» или «вне допуска: …% отсчётов». Эталон хранится до закрытия приложения.
- **«Входное сопротивление»** — сопротивление внешнего делителя перед входом; напряжение пересчитывается с его учётом.
- **«Коды АЦП вместо вольт»** — вывод необработанных кодов прибора.
- **Датчики** — пересчёт напряжения на входе в физическую величину для датчиков с выходом по напряжению (давление, ток, температура).
  1. «Добавить датчик»: название, единица измерения и формула $F = a \cdot U^2 + b \cdot U + c$.
  2. Либо «Подобрать по точкам»: подайте на датчик известное значение величины, введите его и нажмите «Снять точку»; повторите для нескольких значений.
  3. Назначьте датчик каналу A или B.

  Осциллограмма, уровень триггера, измерения и файлы отображаются в единицах датчика.

15. Настройки



«Все настройки» (кнопка внизу панели быстрых настроек) разделены на категории:

Категория	Содержание
«Каналы и сбор»	входы A и B, диапазон, развёртка, буфер, усреднение, совмещённый режим
«Триггер»	режим, источник, уровень, порог, предтриггер
«Логический анализатор»	развёртка, буфер, подтяжка, автоизмерения, триггер, протоколы
«Анализ»	автоизмерения и уровень шума, математический канал, XY, эталон, спектр
«Вход и датчики»	входное сопротивление, коды АЦП, датчики
«Генератор ШИМ»	частота и заполнение
«Отображение»	тема, размер шрифта, толщина линии графика, сетка и масштаб по умолчанию, производительность, модель прибора в демо-режиме

Заголовок указывает модель прибора, к которой относятся настройки, например «Настройки для DOmini PRO». Часть параметров зависит от модели:

- **DOmini** — общий диапазон и совмещённый режим;

- **DOmini PRO** — диапазон каждого канала.

«Производительность» задаёт паузу между кадрами. Для маломощных компьютеров и смартфонов рекомендуются значения «Средняя» или «Низкая».

Меню (три точки) страницы настроек:

- «Сохранить настройки в файл…» и «Загрузить настройки из файла…»;
- «Сбросить настройки» — восстановление значений по умолчанию **немедленно, без подтверждения**. Тема и выбранный режим не сбрасываются.

Тема переключается в «Ещё» → «Тёмная тема»; значение «Как в системе» задаётся в «Отображение» → «Тема».

Настройки сохраняются автоматически и восстанавливаются при следующем запуске.

16. Демо-режим

Без прибора приложение работает с виртуальным прибором; в верхней панели отображается плашка «ДЕМО». Модель задаётся в «Отображение» → «Прибор в демо-режиме»: DOmini или DOmini PRO.

Вход	Сигнал
A	синусоида 1 кГц, ±2 В
B	прямоугольный сигнал 400 Гц, 0…3,3 В, заполнение 30 %
D1…D4	двоичный счётчик: 2 кГц, 1 кГц, 500 Гц, 250 Гц
при выбранном протоколе	обмен по этому протоколу на соответствующих линиях

На экране интерфейсов SPI замкнут в петлю, UART отвечает строкой «DOmini», по I²C отвечает устройство с адресом 0x40, на шине 1-Wire находится один датчик DS18B20. Модули возвращают типичные значения. ШИМ в демо-режиме недоступен.

17. Часто задаваемые вопросы

Прибор не обнаруживается.

- Windows: проверьте, назначен ли драйвер WinUSB (раздел 1).
- Проверьте, не открыт ли прибор в другой программе или вкладке браузера.
- Android: проверьте поддержку USB OTG смартфоном и тип кабеля — требуется кабель OTG.
- Нажмите «Повторить».

В режиме «Ждущий» нет изображения. Сигнал не пересекает уровень триггера. Измените уровень (треугольный маркер у левого края графика), проверьте «Источник» или установите развёртку «Авто».

Частота в измерениях не определяется или нестабильна. Если в кадре менее полутора периодов, уменьшите частоту выборки. Если сигнал зашумлён, увеличьте «Уровень шума» в разделе «Анализ».

Сигнал ограничен сверху или снизу. Недостаточен диапазон:

- DOmini — переключите «–5..+5 V» / «0..+10 V» или используйте щуп ×10;
- DOmini PRO — установите диапазон ±20 В.

Плитка «Спектр записи (БПФ)» недоступна. Остановите сбор: спектр записи рассчитывается по готовому кадру.

Кнопка «ШИМ» сообщает, что требуется прибор. В демо-режиме генератор недоступен.

Справка по жестам — «Ещё» → «Помощь». Модель, серийный номер и версия прошивки подключённого прибора приведены в «Ещё» → «О программе»; там же расположена кнопка копирования серийного номера.