SCONTEL
SUPERCONDUCTING NANOTECHNOLOGY

8 Level photon number discriminator (SDC0108)

Руководство пользователя

SCONTEL

Версия ПО 0.1.0



Оглавление

1 Общие сведения . . . 3
1.1 Назначение устройства . . . 3
1.2 Для кого написано руководство . . . 3
1.3 Системные требования . . . 3
1.4 Основные понятия . . . 4
1.5 Версия . . . 4
2 Принцип работы устройства . . . 5
2.1 Исследуемый сигнал . . . 5
2.2 Диапазоны измеряемых амплитуд . . . 5
2.3 Временной интервал измерения Gate . . . 5
3 Состав прибора . . . 6
4 Подготовка к работе . . . 8
5 Интерфейс дисплея . . . 9
5.1 Главный экран . . . 9
5.2 Экран Settings . . . 9
5.3 Ввод значения . . . 10
5.4 Сведения об устройстве . . . 11
6 Технические характеристики . . . 13
7 Установка и удаление программного обеспечения для ПК . . . 14
8 Работа с программой . . . 22
8.1 Окно программы . . . 22
8.2 Подключение . . . 22
8.3 Режим отображения Cards . . . 23
8.4 Настройки ПО . . . 24
8.5 Режим отображения в виде зависимости отсчетов от времени 25
8.6 Режим отображения в виде столбчатой диаграммы . . . 26
8.7 Калибровка устройства . . . 26

1 Общие сведения

1.1 Назначение устройства

Руководство описывает устройство **8 Level photon number discriminator** (далее **Discriminator**), модель `SDC0108` производства Scontel. **Discriminator** принимает сигнал с одного входа приёмника PNR SSPD — сверхпроводящего однофотонного детектора с разрешением по числу фотонов (photon number resolving). На оптический импульс такой приёмник отвечает электрическим импульсом, амплитуда которого пропорциональна числу принятых фотонов.

Прибор в реальном времени соотносит каждый входной импульс к одному из восьми уровней амплитуды и считает, сколько импульсов пришлось на каждый уровень. Вход один, а каналов счёта восемь: канал показывает число импульсов в определенном диапазоне амплитуд. За выбранный интервал времени счётчик показывает восемь значений и позволяет задать длительность интервала и пороги, по которым разделены уровни дискриминации.

Программное обеспечение `fc-client.exe` позволяет подключаться к **Discriminator** через USB интерфейс или с помощью сетевого интерфейса. Программное обеспечение предназначено для управления и мониторинга работы устройства.

1.2 Для кого написано руководство

Текст рассчитан на специалиста, который вводит **Discriminator** в работу и проводит измерения. Предполагается знакомство с приёмной системой на основе SSPD и с обычными действиями в Windows: установка программы, выбор последовательного порта, задание адреса в локальной сети.

Здесь нет описания сборки программ из исходного кода, электрической схемы и внутреннего протокола обмена. Названия кнопок и пунктов приведены так, как они написаны на экране. Пояснение к ним дано по-русски.

1.3 Системные требования

Discriminator питается от сети 220–240 В, 50/60 Гц. Он отображает информацию о своей работе на собственном дисплее и способен работать в автономном режиме без управления с персонального компьютера. Программа для компьютера и её установщик рассчитаны на 64-разрядную систему Windows 10 или Windows 11. Чтобы связать компьютер со счётчиком, нужен свободный порт USB либо общая с ним локальная сеть. Разъёмы USB и Ethernet находятся на задней панели.

1.4 Основные понятия

- **Канал** — соотнесение входного импульса к одному из восьми диапазонов амплитуд. На экранах канал обозначен `CH 0` … `CH 7`. Срабатывание канала выводится логическим сигналом на разъём `Logic OUT` задней панели устройства.
- **Gate** — интервал времени, за который накапливаются импульсы. Длительность задаётся в миллисекундах, в программе это `Gate Period`. Пока текущий временной интервал не завершился, отображаемые показания относятся к предыдущему завершённому интервалу. Начальное значение — 1000 мс.
- **Counts per gate** — количество импульсов данной амплитуды канал насчитал за последний временной интервал. На экране подпись `counts / gate`. Это не сумма импульсов за всё время с момента включения.
- **Порог срабатывания компаратора** — напряжение срабатывания входного компаратора канала. Срабатывание компаратора канала `CH X` учитывается, если следующий канал не срабатывает одновременно с текущим. В настройках и при калибровке порог срабатывания компаратора задаётся в милливольтах, допустимый диапазон — от 0 до 1000 мВ. На экране порог называется `Comparator threshold`.
- **USB** — подключение **Discriminator** к компьютеру кабелем USB. В программе для Windows прибор появляется в списке COM-портов.
- **TCP** — подключение по локальной сети Ethernet. Адрес прибора можно найти поиском в сети или задать вручную. Сам адрес прибор получает автоматически при наличии DHCP-сервера, либо из введённых вручную IP-адреса, маски и шлюза.

1.5 Версия

Данное руководство пользователя соответствует версии 0.1.0 программного обеспечения счётчика. Тот же номер указан на титульном листе и входит в имя установщика `FastCounterPNR_Setup_0.1.0.exe`. В шапке окна программы для Windows номер версии показан рядом с названием `SNSPD-PNR-Counter`.

2 Принцип работы устройства

2.1 Исследуемый сигнал

На входной разъём SMA передней панели подается электрический сигнал PNR SSPD. На оптический импульс приёмник отвечает одним электрическим импульсом, и амплитуда этого импульса пропорциональна числу принятых фотонов.

Прибор в реальном времени определяет, в какой диапазон амплитуд попал импульс, и увеличивает число отсчётов соответствующего канала. Описание электрической схемы и перечня узлов в руководство не входит.

2.2 Диапазоны измеряемых амплитуд

Каналы `CH 0` … `CH 7` — это восемь диапазонов амплитуд одного входного сигнала. Границу диапазона задаёт порог срабатывания компаратора канала. На экране порог назван `Comparator threshold`. Его задают в милливольтах в пределах от 0 до 1000 мВ.

Импульс достаточной амплитуды превышает порог не одного канала. Увеличение счетчика канала `CH X` происходит, если компаратор этого канала сработал, а компаратор следующего канала в тот же момент не сработал. У канала `CH 7` следующего канала нет, поэтому его срабатывание учитывается, когда сработал его собственный компаратор.

В результате один входной импульс увеличивает счетчик срабатываний только одного канала, соответствующего диапазону амплитуд, в который импульс попал. Логический сигнал этого срабатывания выводится на разъём `Logic OUT` задней панели.

2.3 Временной интервал измерения Gate

Временной интервал, в течении которого происходит накопление импульсов, в терминах устройства называется `Gate`. Его длительность в программе задают параметром `Gate Period`, в миллисекундах. Начальное значение — 1000 мс.

Пока текущий интервал не завершён, на экране отображаются числа предыдущего завершённого интервала. Когда интервал заканчивается, эти числа сменяются: каждое показывает, сколько импульсов своего диапазона пришло за только что завершённый `Gate`.

3 Состав прибора

На передней панели **Discriminator** (рис. 1) расположены входной разъём типа SMA и сенсорный дисплей. Дисплей показывает информацию о работе счётчика и служит для управления им.



Рис. 1: Передняя панель

На задней панели (рис. 2) расположены разъём питания с маркировкой `220-240 VAC, 50/60 Hz`, разъём USB для подключения к компьютеру, стандартный разъём Ethernet для подключения сетевого кабеля и разъём типа DHS-15. Разъём DHS-15 подписан `Logic OUT`. На него выводятся логические сигналы, соответствующие срабатываниям отдельных каналов.

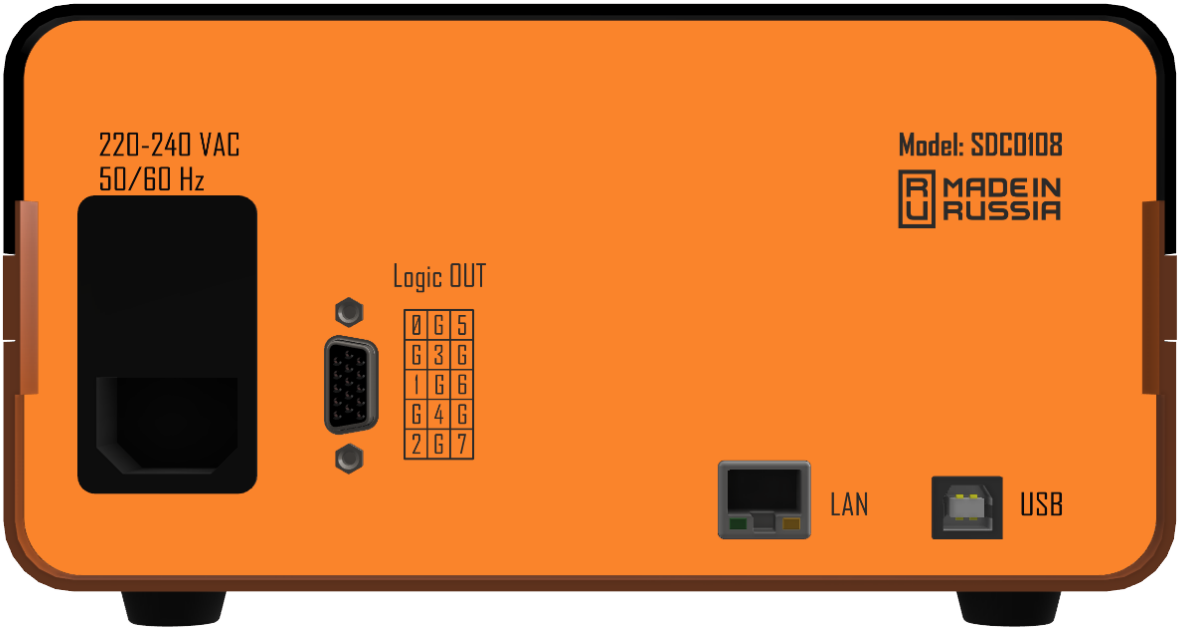


Рис. 2: Задняя панель

4 Подготовка к работе

Питание подается на разъём задней панели с маркировкой `220-240 VAC, 50/60 Hz`. После включения **Discriminator** работает в автономном режиме и отображает информацию на дисплее.

Электрический сигнал PNR SSPD подается на разъём SMA передней панели.

Для управления и мониторинга работы **Discriminator** подключают к компьютеру через USB или Ethernet разъём задней панели и запускают `fc-client.exe`.

5 Интерфейс дисплея

При включении на дисплее кратковременно показывается логотип, затем открывается главный экран.

5.1 Главный экран

На рис. 3 показан внешний вид главного экрана приложения сразу же после загрузки устройства. Справа от заголовка находятся две кнопки без подписи: одна переключает вид отображения данных (столбцы/карточки), другая открывает экран `Settings`. Логотип слева открывает сведения об устройстве.

В виде карточек на экране отображается восемь карточек `CH 0` … `CH 7` (рис. 3). На карточке отображается количество срабатываний детектора, соответствующих диапазону амплитуд для соответствующего канала. При загрузке устройства, до получения первых данных, на месте значения канала стоит `---`.

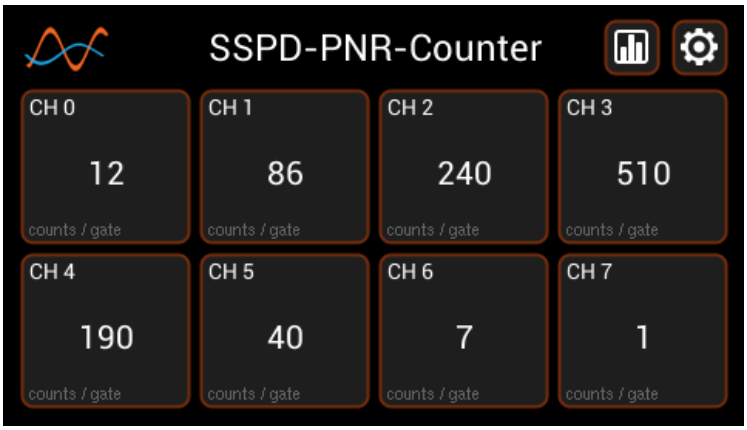


Рис. 3: Главный экран, вид карточек

В виде столбцов значения каналов показаны в виде столбчатой гистограммы (рис. 4). Над столбцом написано число отсчётов, под ним — обозначение канала. Высота столбца нормируется на максимальное значение.

5.2 Экран Settings

На экране `Settings` представлены все настройки прибора. Здесь можно установить длительность интервала измерения, значения величин порогов срабатывания компараторов и сетевой адрес (рис. 5). Не все настройки отображаются на экране, прокручивать список настроек можно, используя полосу прокрутки в правой части

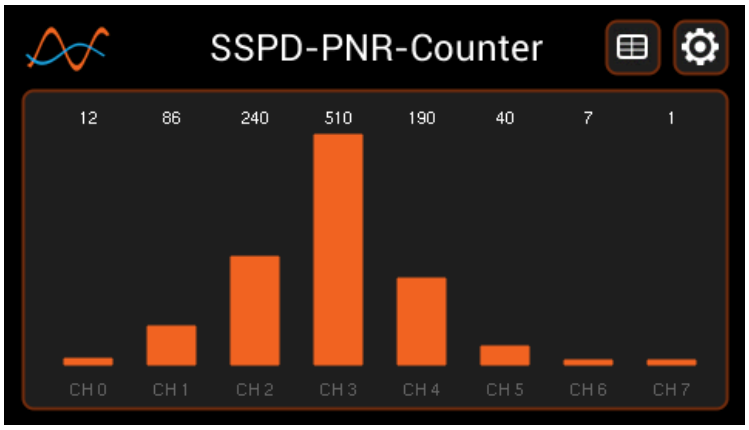


Рис. 4: Главный экран, вид столбцов

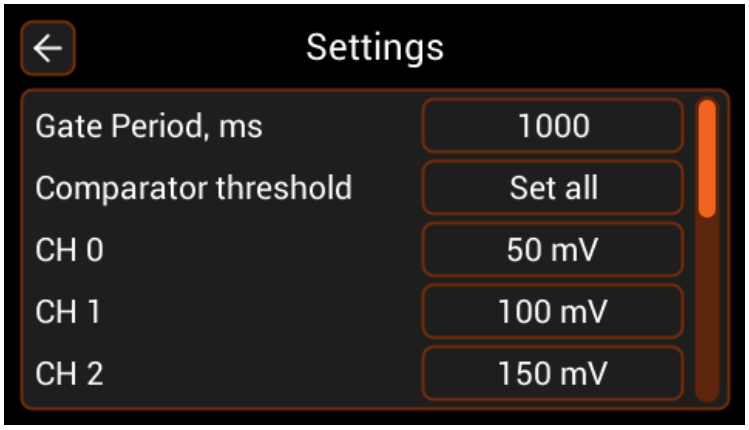


Рис. 5: Экран Settings

экрана, сам список настроек также работает как полоса прокрутки. Стрелка в левом верхнем углу возвращает на главный экран и сохраняет настройки.

Доступные к изменению настройки устройства: `Gate Period, ms` — изменение временного периода измерения отсчетов, `Comparator threshold` с кнопкой `Set all` — установка общего уровня компарации для всех каналов сразу, `CH 0` … `CH 7` — кнопка отображает текущий уровень компарации для каждого канала и позволяет ввести новое значение для выбранного канала, переключатель `Network` и `IP`, `Netmask`, `Gateway` позволяют настраивать настройки сети для использования Ethernet подключения. Переключатель `Network` имеет положения `static` и `auto`. В положении `auto` строки `IP`, `Netmask` и `Gateway` не редактируются (рис. 6).

5.3 Ввод значения

Нажатие на кнопку рядом с элементом настроек открывает экран ввода данных (рис. 7). На экране ввода данных приведена клавиатура для ввода данных, кнопка `<` стирает последний знак, кнопка `Ok` устанавливает введенное значение. Стрелка возвращает на экран `Settings` без записи.

Для `IP`, `Netmask` и `Gateway` на экране ввода есть клавиша `.` (рис. 8).

Для `Gate Period, ms` принимается значение от 1 до 60000. Для уровней компарации — от 0 до 1000.

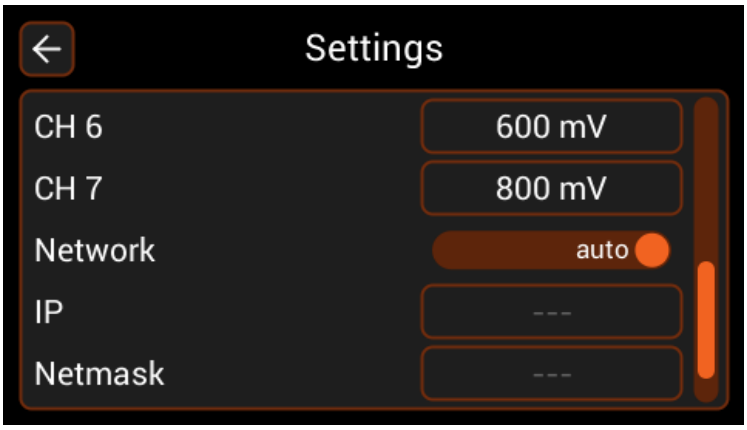


Рис. 6: Экран Settings, положение auto

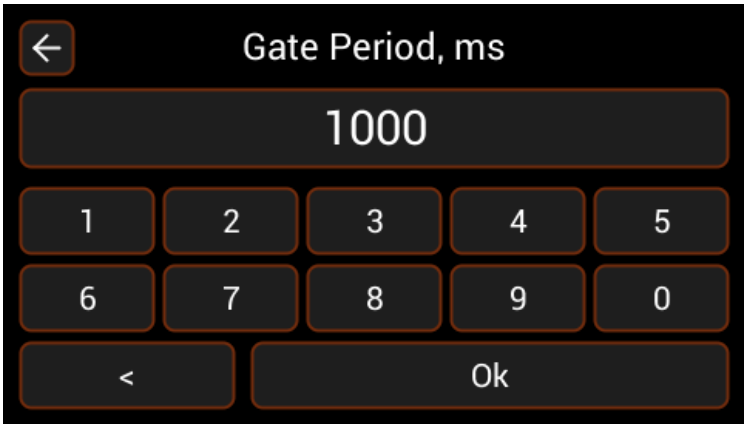


Рис. 7: Ввод Gate Period, ms

5.4 Сведения об устройстве

Экран сведений об устройстве предоставляет информацию об устройстве (рис. 9). Кнопка `Close` возвращает на главный экран.

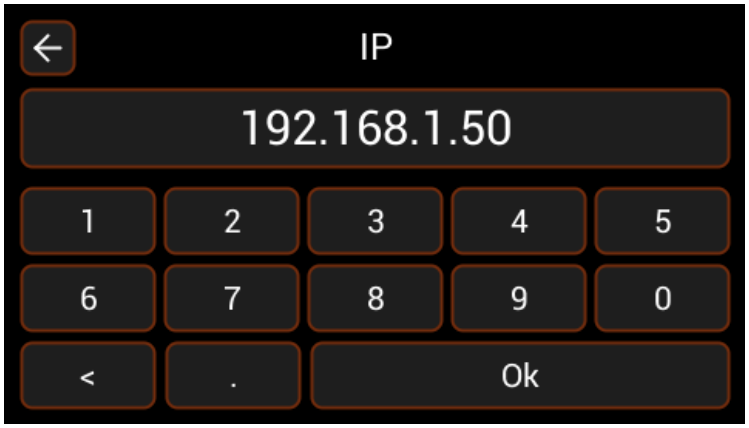


Рис. 8: Ввод IP

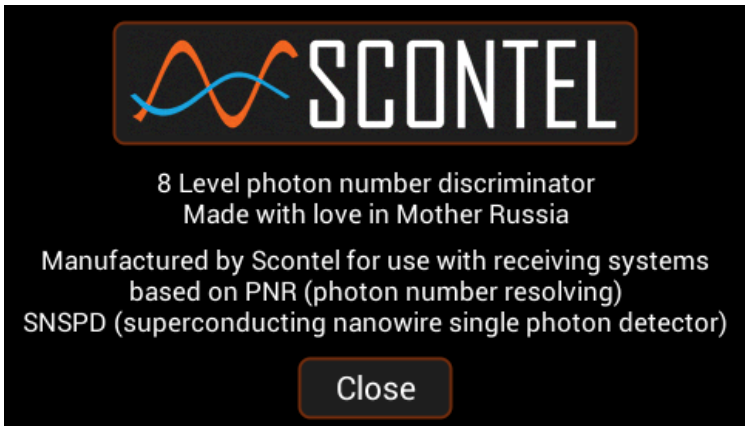


Рис. 9: Сведения об устройстве

6 Технические характеристики

Характеристики **Discriminator** приведены в табл. 1.

Таблица 1: Технические характеристики

Параметр	Значение
Питание	220–240 В, 50/60 Гц
Вход сигнала	один, разъём SMA
Диапазоны амплитуды	8, `CH 0` … `CH 7`
Порог `Comparator threshold`	0…1000 мВ
`Gate Period`	1…60000 мс, начальное значение 1000 мс
Дисплей	сенсорный
Подключение к компьютеру	USB или Ethernet
`Logic OUT`	DHS-15, логический сигнал канала

7 Установка и удаление программного обеспечения для ПК

Программу `fc-client.exe` устанавливают файлом `FastCounterPNR_Setup_online.exe`.

Для установки нужно соединение с интернетом: установщик загружает программу во время работы мастера (рис. 10).

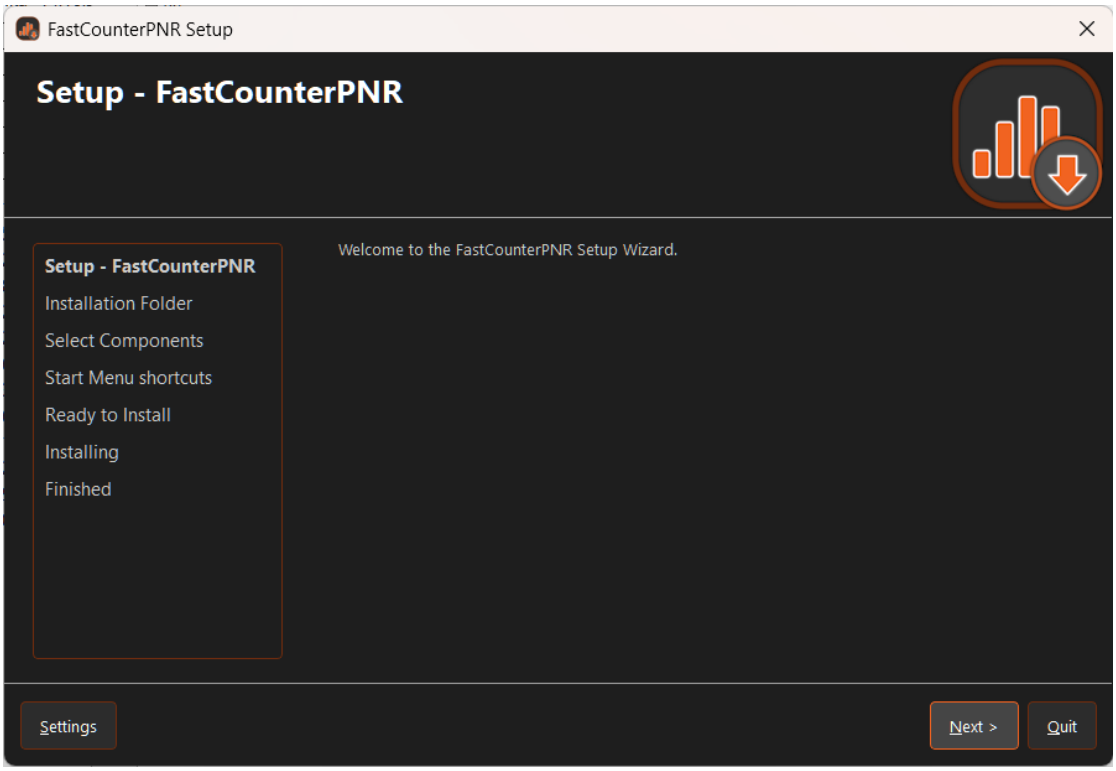


Рис. 10: Первая страница мастера установки приложения

Мастер предлагает каталог установки (рис. 11). По умолчанию путь заканчивается на `Scontel/FastCounterPNR`. Каталог можно изменить.

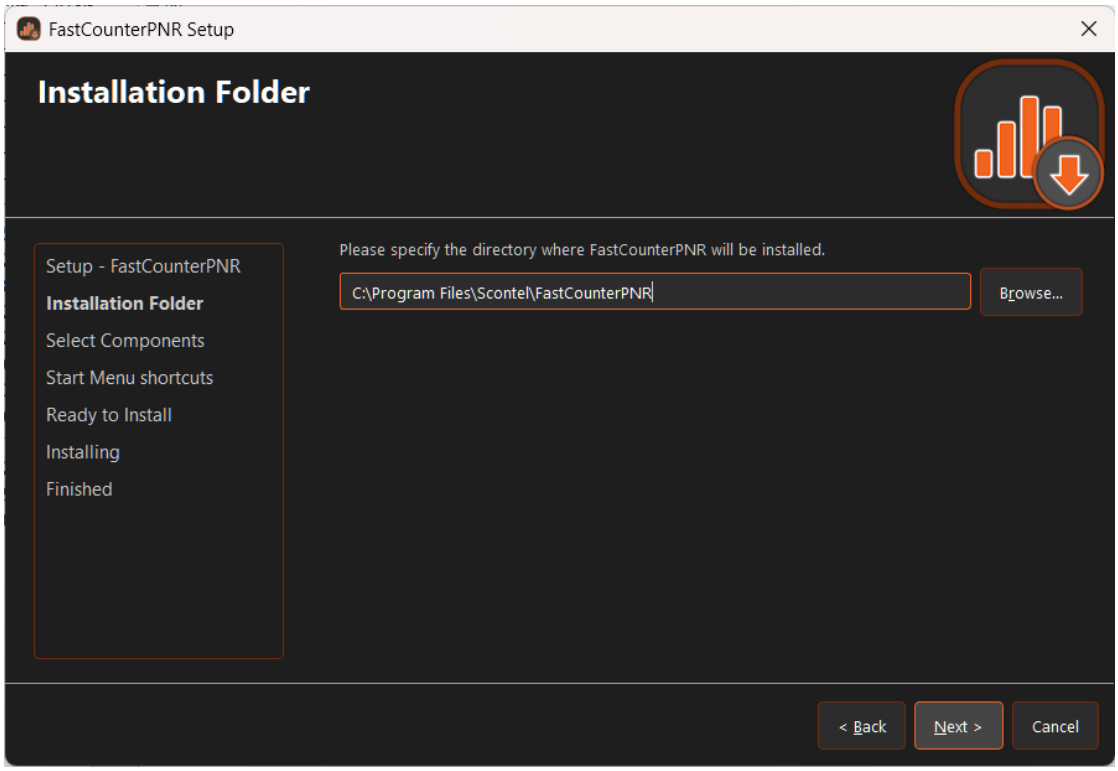


Рис. 11: Каталог установки

В составе установки один компонент, `FastCounterPNR Client` (рис. 12).

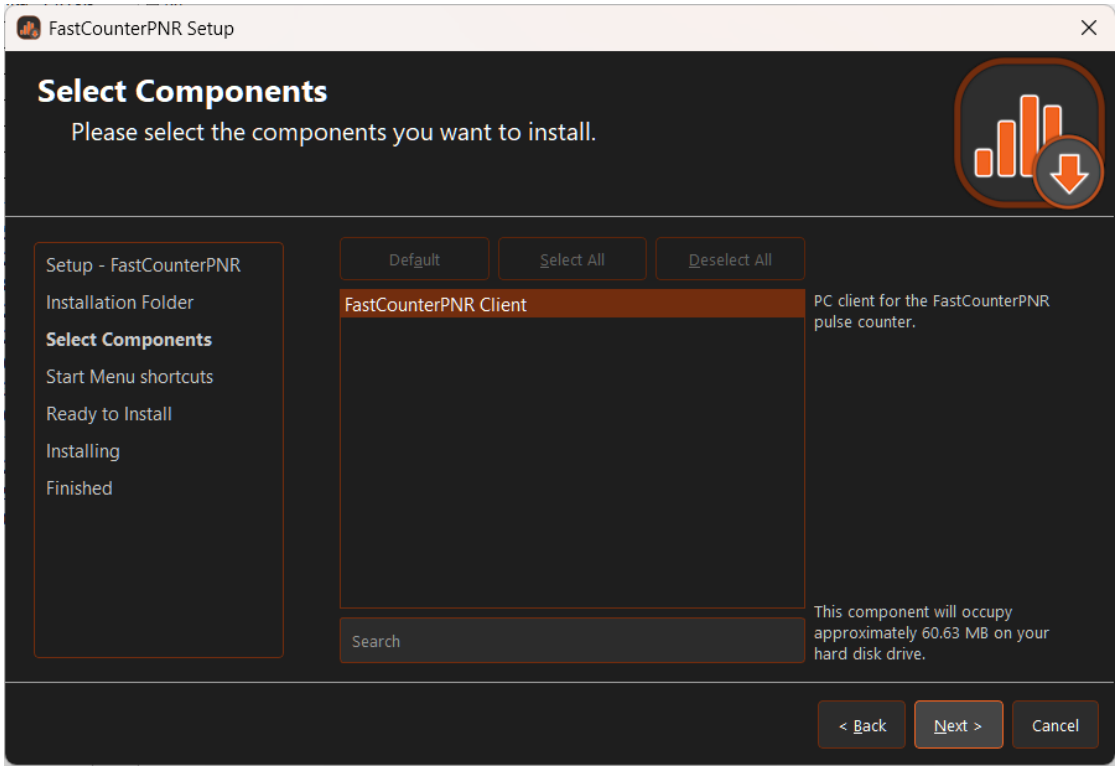


Рис. 12: Компонент установки

В меню «Пуск» создаётся папка `FastCounterPNR` (рис. 13).

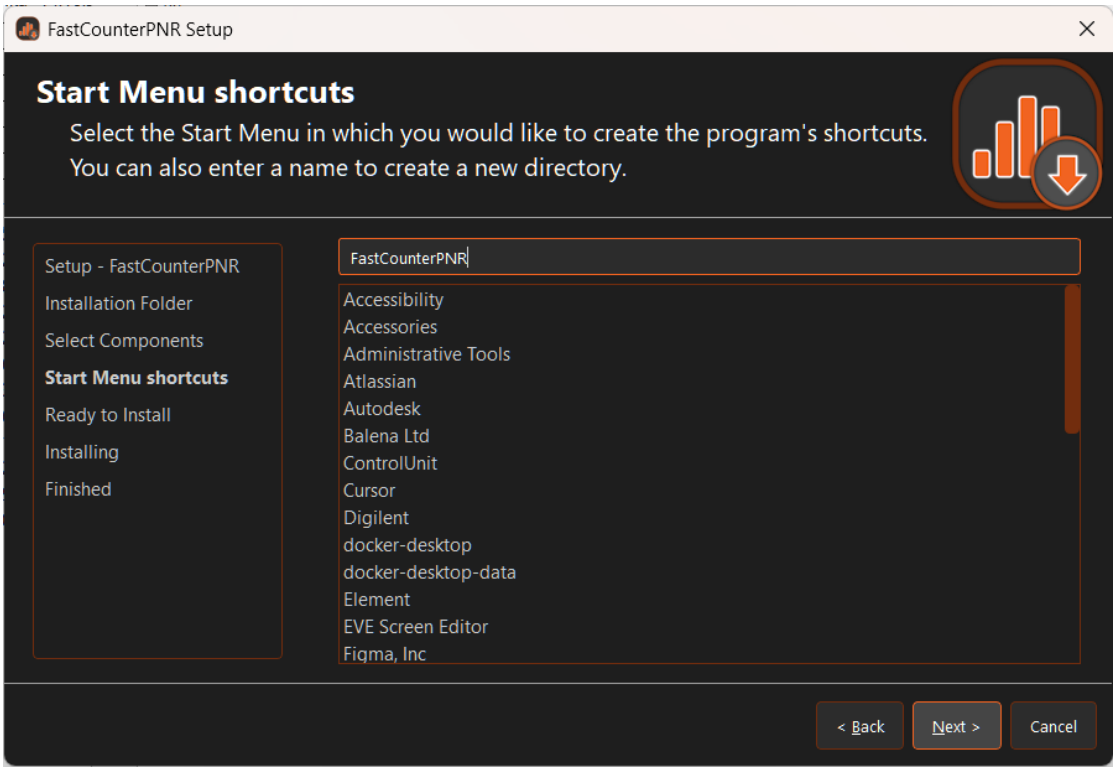


Рис. 13: Папка меню «Пуск»

Ярлык `FastCounterPNR` запускает `fc-client.exe`. В той же папке находится `FastCounterPNR-Maintenance`.

После подтверждения мастер готов к установке (рис. 14).

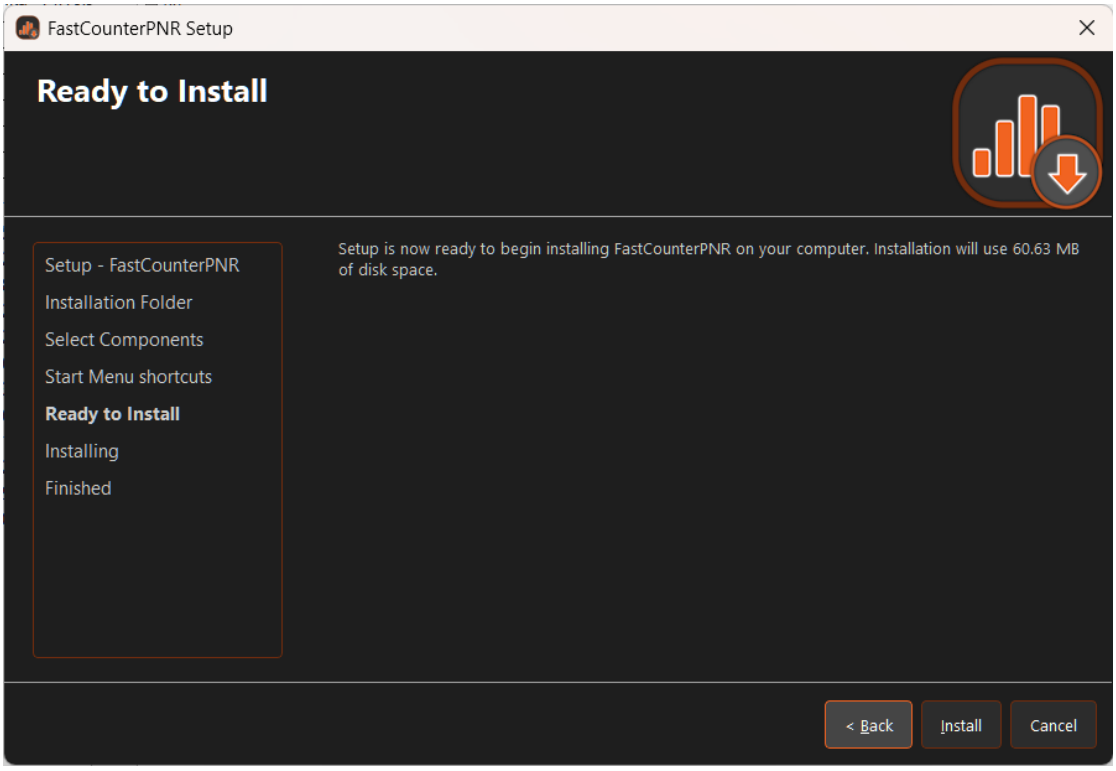


Рис. 14: Подтверждение установки

Затем выполняется установка (рис. 15).

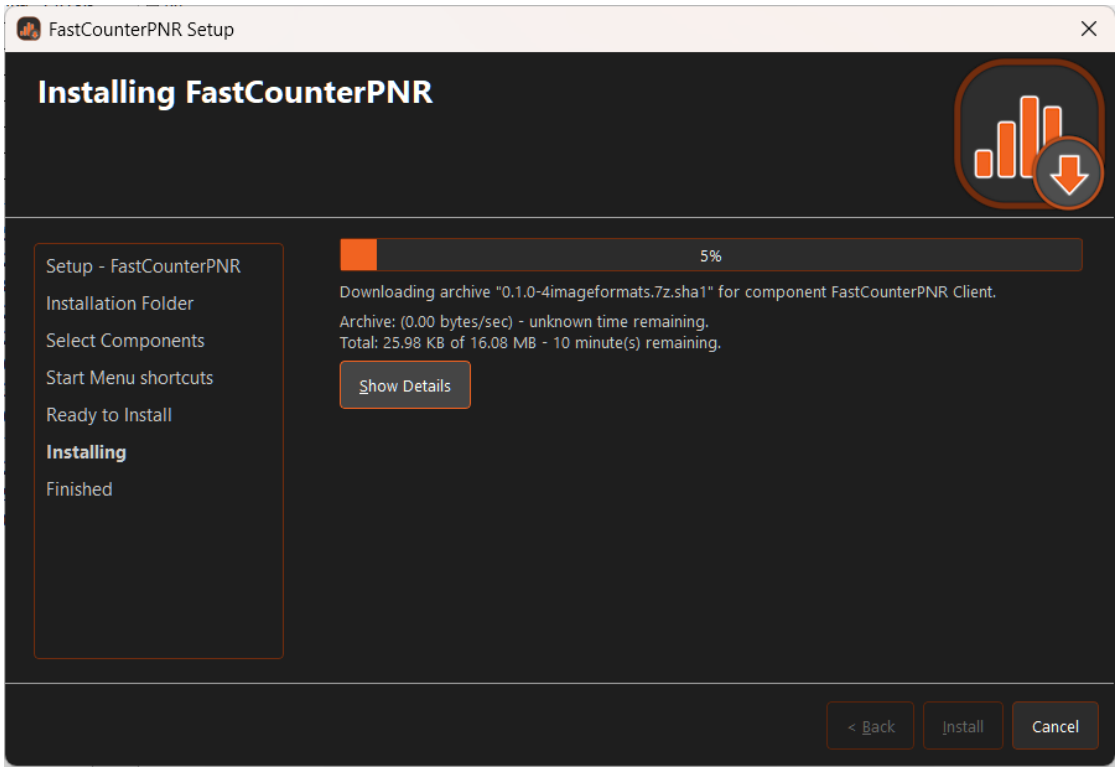


Рис. 15: Ход установки

На последней странице пункт `FastCounterPNR Client` запускает программу (рис. 16).

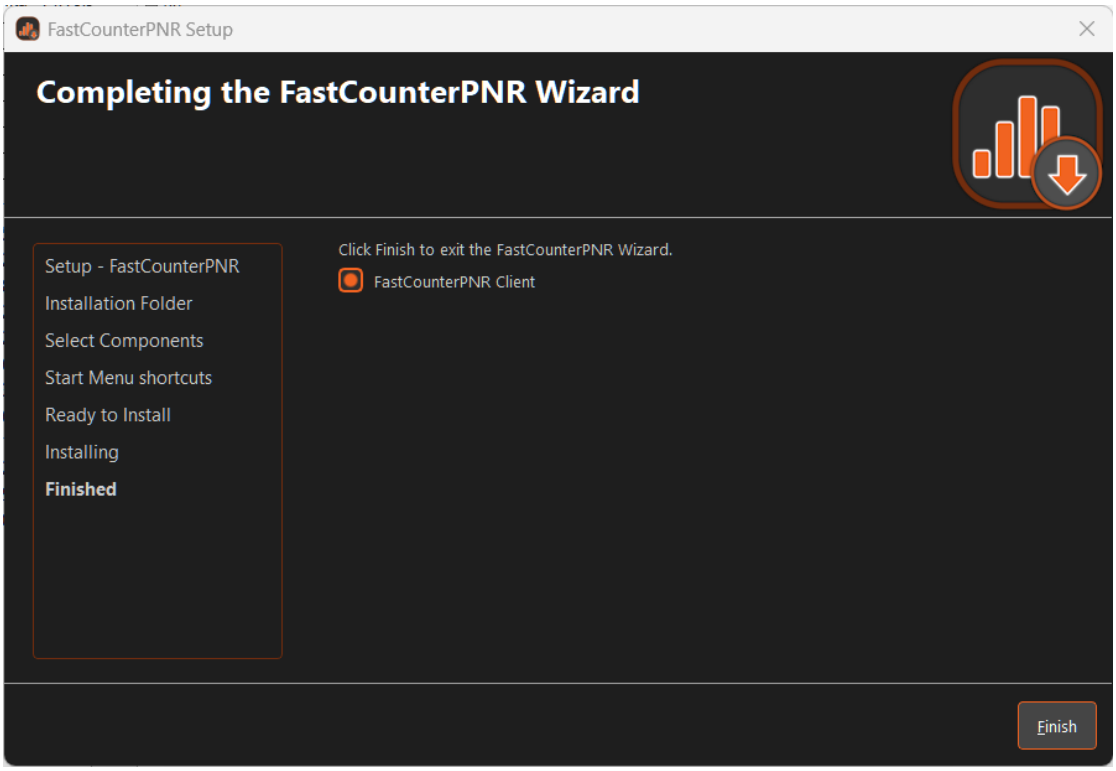


Рис. 16: Завершение установки

Удаление, обновление и изменение выполняет утилита `FastCounterPNR-Maintenance`, расположенная в директории, куда была установлена программа. Также данная утилита вызывается при удалении или изменении ПО стандартными методами Windows. На первой странице утилиты содержится три пункта (рис. 17).

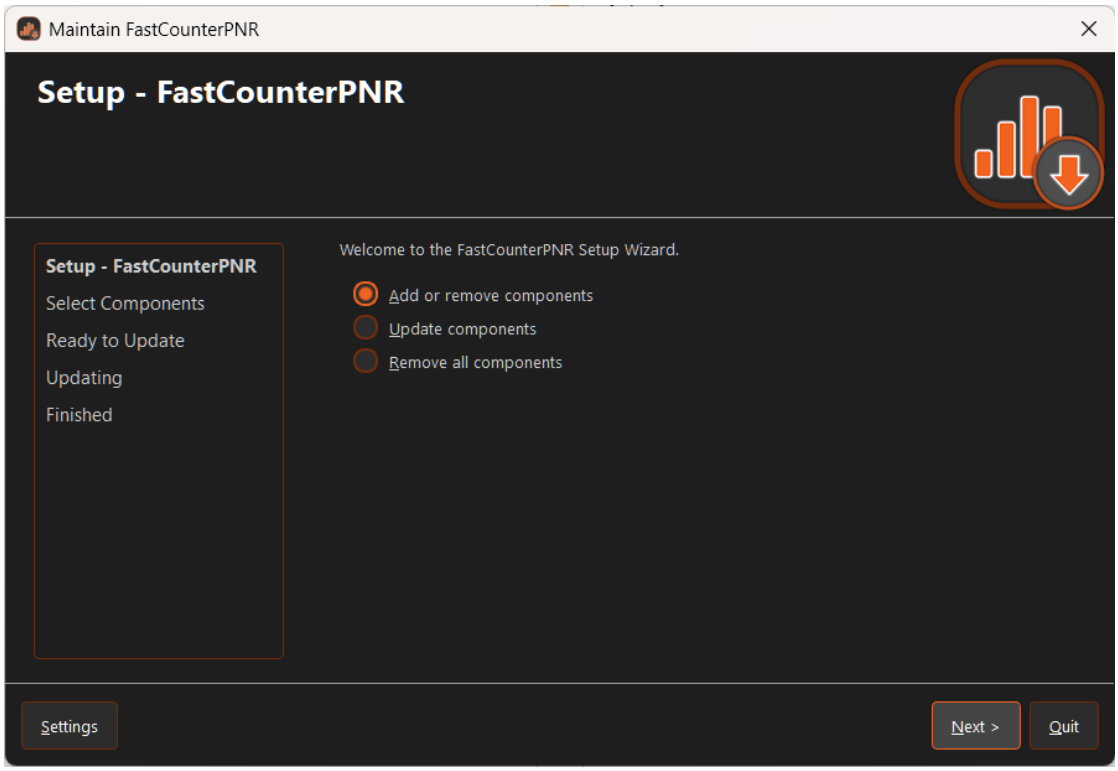


Рис. 17: Первая страница утилиты обновления и удаления программного обеспечения

Для удаления выбирают `Remove all components`. Открывается страница `Ready to Uninstall` (рис. 18). На ней указано, что каталог программы будет удалён целиком. Кнопка `Uninstall` запускает удаление.

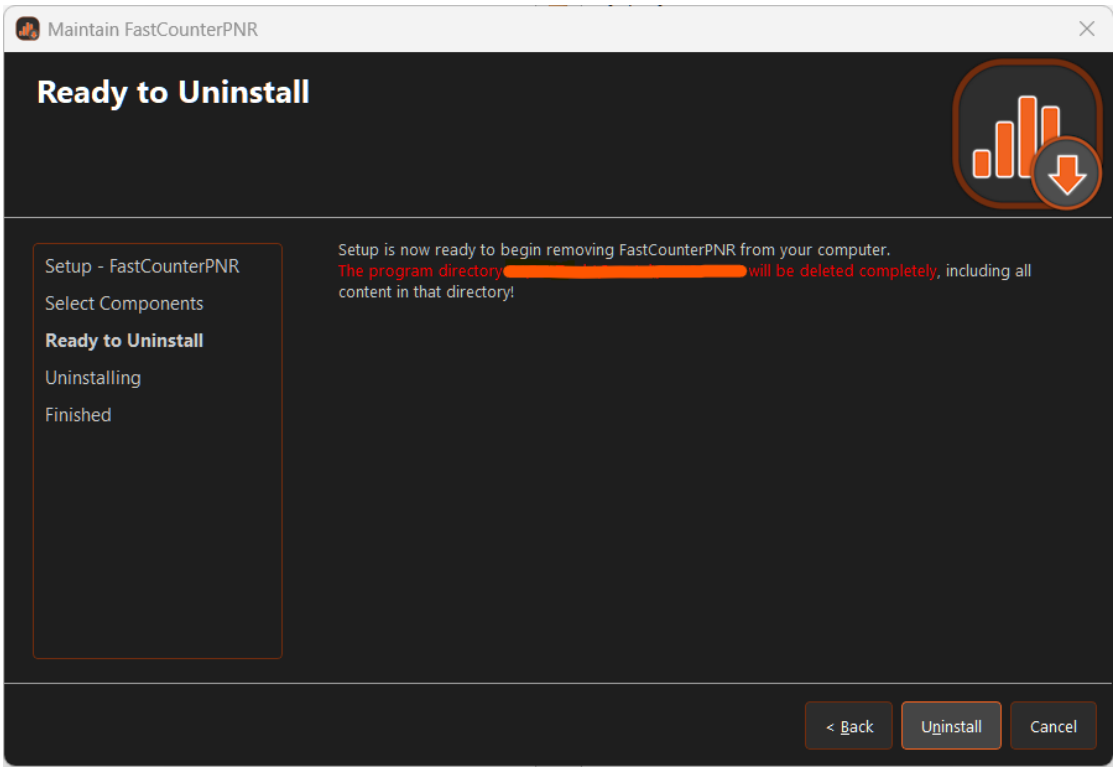


Рис. 18: Подтверждение удаления

Кнопка `Finish` закрывает мастер (рис. 19).

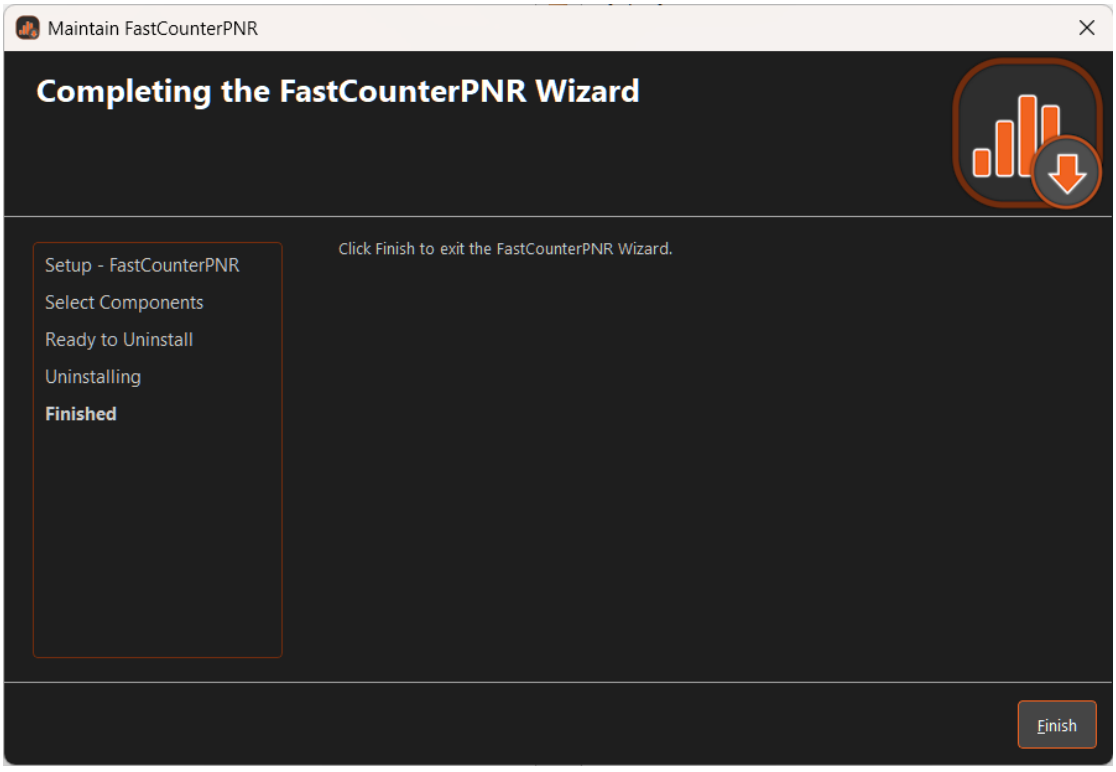


Рис. 19: Завершение удаления

Пункт `Update components` проверяет обновления. Для этого нужно соединение

с интернетом. Пункт `Add or remove components` показывает состав установки. Компонент один, `FastCounterPNR Client`. Снять с него отметку нельзя.

8 Работа с программой

8.1 Окно программы

Программа `fc-client.exe` показывает отсчёты **Discriminator** на компьютере, их изменение во времени, а также записывает данные в файл. Доступна калибровка устройства для выбора корректных уровней компарации каждого канала. Длительность интервала, пороги и сетевой адрес задают теми же параметрами, что и на дисплее прибора.

В верхней строке слева главного окна программы расположены кнопки USB и TCP, поле COM-порта и TCP-адреса и кнопка `Connect`. После подключения эта кнопка называется `Disconnect`. Справа расположены кнопки `Cards`, `Counts vs time`, `Bar chart`, `Calibration` и `Settings`. Кнопки без подписи: имя появляется в виде подсказки при наведении указателя мыши.

При запуске программы открыт вид `Cards`. Виды `Counts vs time`, `Bar chart`, `Calibration` и экран `Settings` открываются после подключения к **Discriminator**.

В нижней строке окна слева показано состояние подключения к устройству. До подключения к устройству состояние — `Disconnected`. Справа указаны название и номер версии ПО (рис. 20).

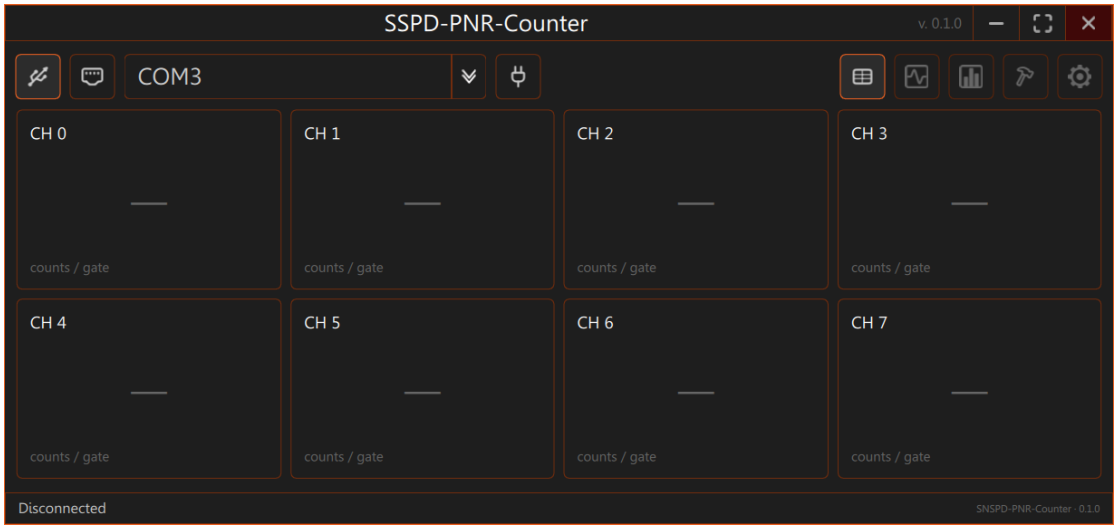


Рис. 20: Окно программы `fc-client` при запуске

8.2 Подключение

При запуске программы выбран способ подключения по USB кабелю. В поле рядом перечислены доступные автоопределенные COM-порты. При отсутствии доступных

устройств, в поле написано `No COM ports`. Кнопка `Connect` доступна, когда порт выбран.

Кнопка `TCP` переключает режим работы устройства на подключение по локальной сети и начинает поиск **Discriminator** в локальной сети. В процессе поиска локальных устройств по центру окна представлена круговая полоса статуса (рис. 21). Найденные адреса попадают в список доступных адресов. Адрес устройства также можно ввести вручную после окончания поиска устройств. Кнопка `Connect` доступна, когда в поле адреса устройства записан корректный TCP адрес.

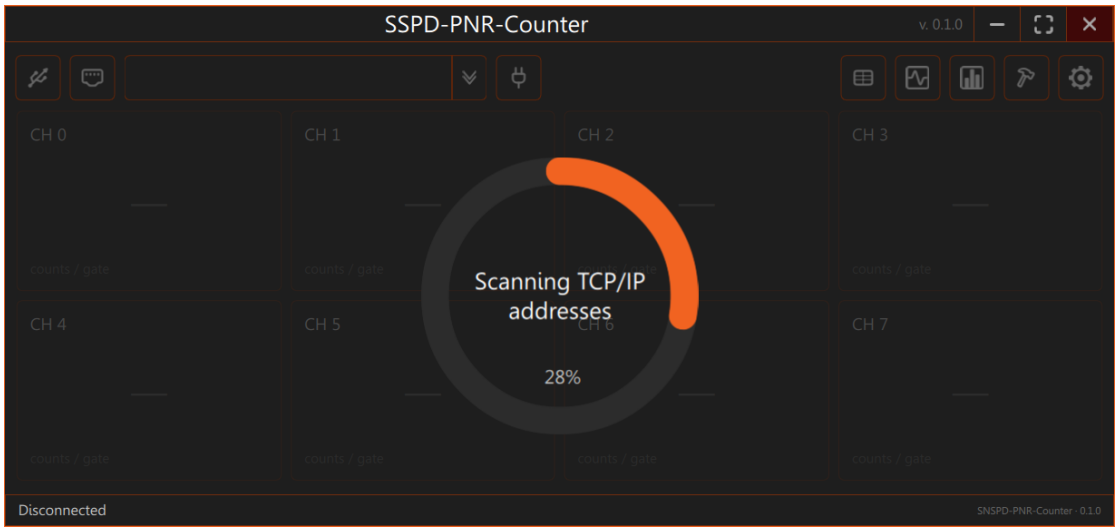


Рис. 21: Поиск доступных устройств в локальной сети

После подключения слева в строке статуса устройства появляется надпись `Connected` · и далее имя порта или TCP адрес устройства. Если связь не была установлена, в строке статуса пишется текст ошибки.

8.3 Режим отображения Cards

Вид `Cards` показывает восемь полей `CH 0` … `CH 7` (рис. 22). В каждом поле отображается информация о количестве зарегистрированных отсчетов с диапазоном амплитуд, соответствующих каждому каналу измерения.

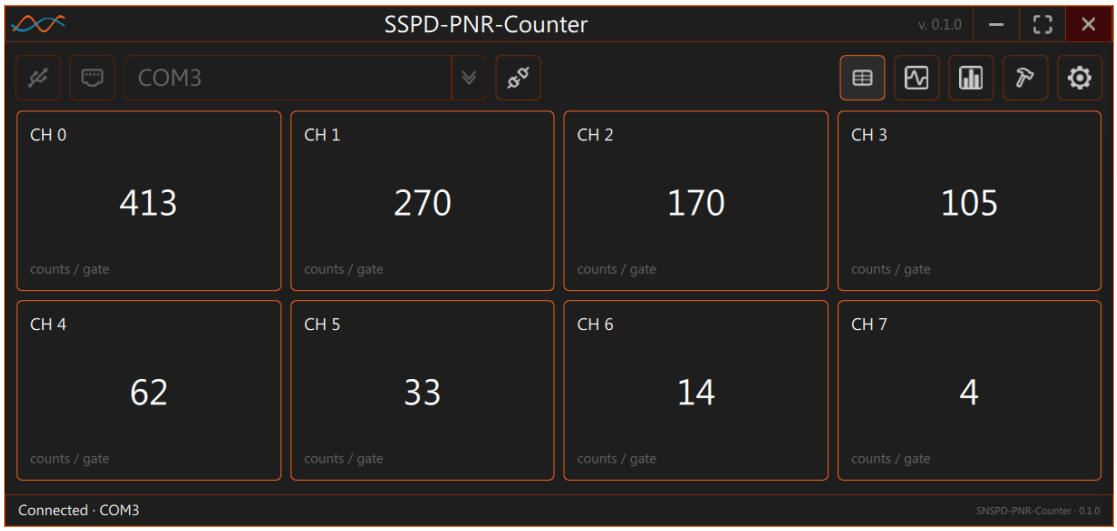


Рис. 22: Режим отображения информации Cards

8.4 Настройки ПО

Кнопка `Settings` открывает настройки устройства (рис. 23). Стрелка `Back` возвращает к прежнему виду.

`Gate Period, ms` задает временной интервал измерения отсчетов. Диапазон вводимых значений: 1...60000 ms. Кнопка `Apply` отправляет выбранный временной интервал в **Discriminator**.

`Comparator thresholds (All channels)` задаёт один порог срабатывания для всех каналов. Диапазон вводимых значений: 0...1000 мВ. Кнопка `Set all` устанавливает введенное значение для всех каналов. Поля `CH 0` ... `CH 7` показывают порог соответствующего канала в милливольтах. Новое значение уходит в **Discriminator** при изменении значения поля ввода.

Кнопки `Save` и `Load` записывают и читают текущие настройки устройства в формате JSON.

Переключатель `Network` имеет положения `Static` и `Auto`. В положении `Auto` поля `IP`, `MSK` и `GW` не редактируются (рис. 24). Кнопка `Apply` устанавливает сетевые настройки устройства.

Установка флажка `Write log` позволяет сохранять все полученные данные отсчетов в файл CSV. Данные не перезаписывают файл, а дополняют его. Кнопка `...` открывает стандартный диалог для выбора имени файла. Во время процедуры калибровки запись не производится.

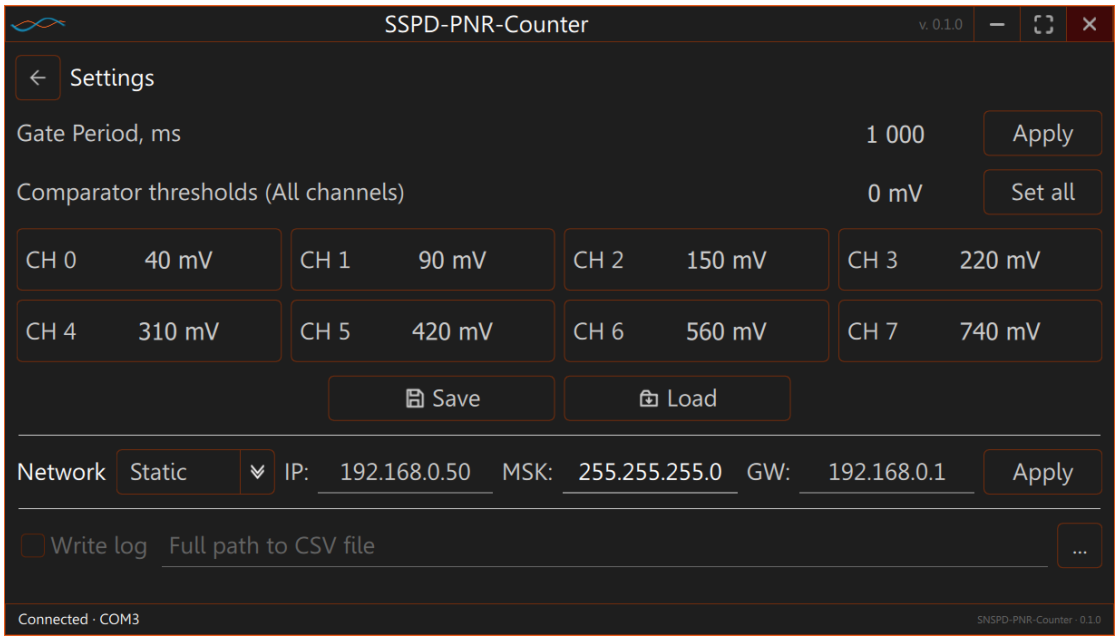


Рис. 23: Экран Settings

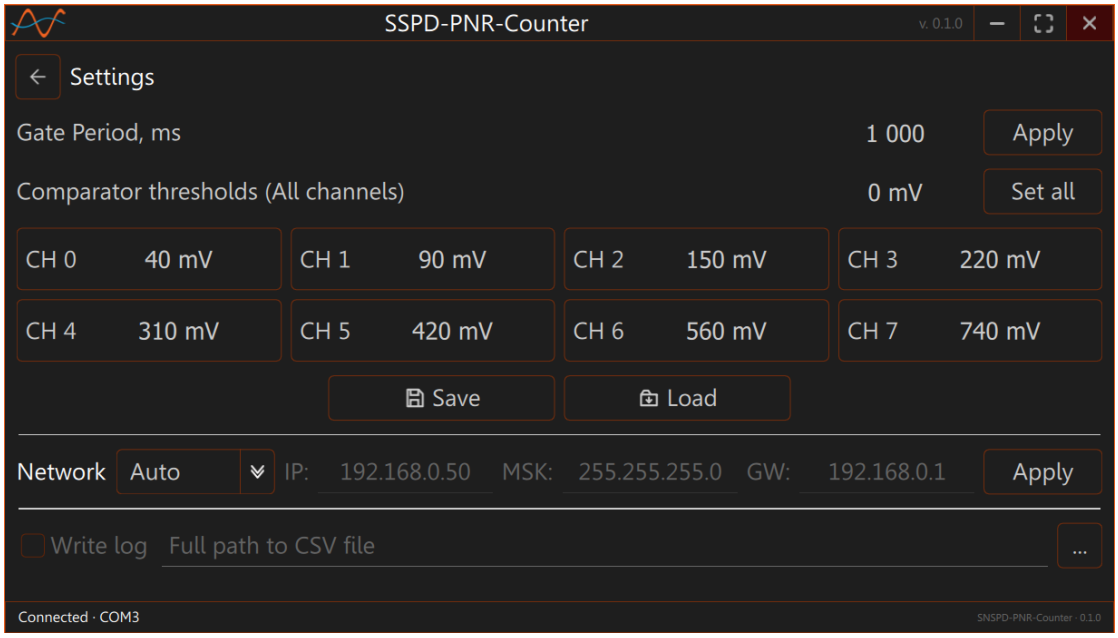


Рис. 24: Экран Settings, положение Auto

8.5 Режим отображения в виде зависимости отсчетов от времени

Вид `Counts vs time` позволяет видеть зависимость отсчётов каналов от времени (рис. 25). На графике представлены линии `CH 0` … `CH 7` и `Total`. Щелчок указателем мыши по метке легенды скрывает линию и показывает её снова. Кнопка справа переключает вид вертикальной шкалы между логарифмической и линейной.

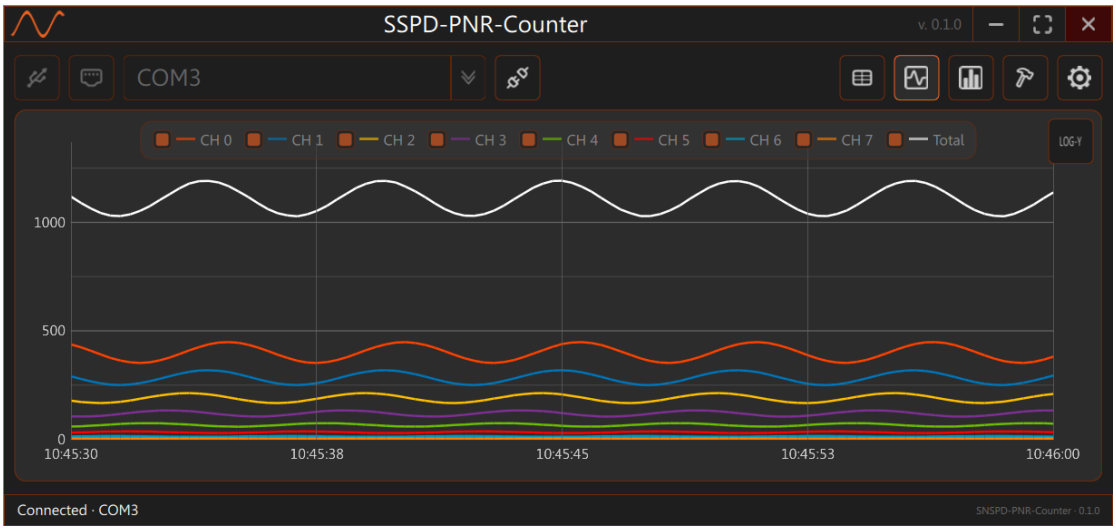


Рис. 25: Вид Counts vs time

8.6 Режим отображения в виде столбчатой диаграммы

Вид `Bar chart` показывает те же восемь каналов столбцами (рис. 26). Над столбцом написано число отсчётов. Кнопка справа переключает вид вертикальной шкалы между логарифмической и линейной.

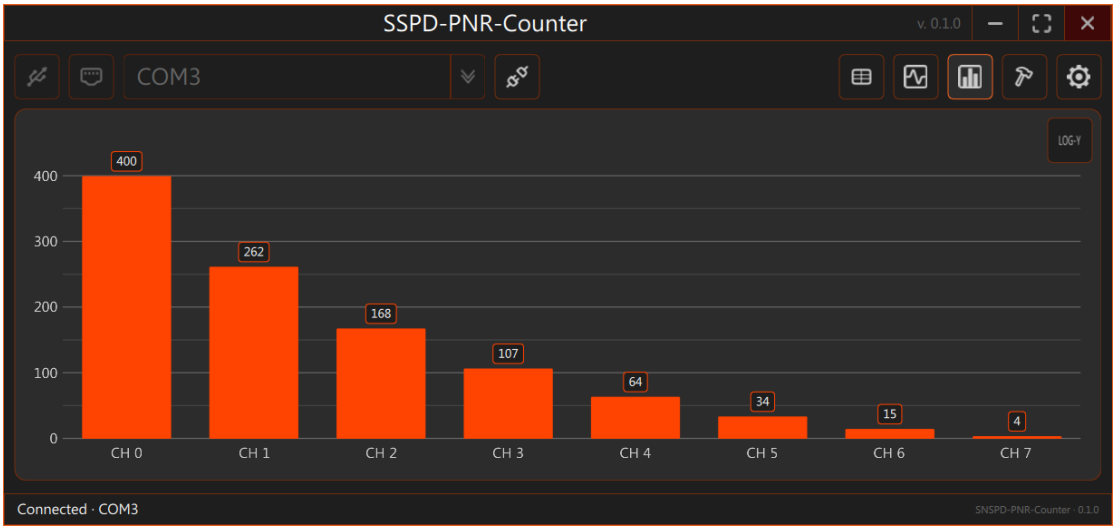


Рис. 26: Вид Bar chart

8.7 Калибровка устройства

В режиме `Calibration` при старте измерений происходит изменение порога срабатывания компаратора для выбранного канала и измерение числа отсчётов от этого порога (рис. 27). В блоке `Sweep Parameter` задают `Channel`, `From (mV)`, `To (mV)` и `Step (mV)`. Поля порога принимают значения от 0 до 1000, шаг — от 1. Кнопка `Start` запускает процесс измерения, `Stop` прерывает его.

На время прохода пороги остальных каналов устанавливаются в 1000 мВ. По

окончании прохода или по нажатию на кнопку Stop пороги всех каналов возвращаются к значениям, которые были до начала измерений.

Щелчок по графику открывает вспомогательное контекстное меню, которое позволяет установить порог компарации для выбранного канала. Кнопка Save CSV позволяет сохранить калибровочную кривую в формате csv. Кнопка справа переключает вид вертикальной шкалы между логарифмической и линейной.

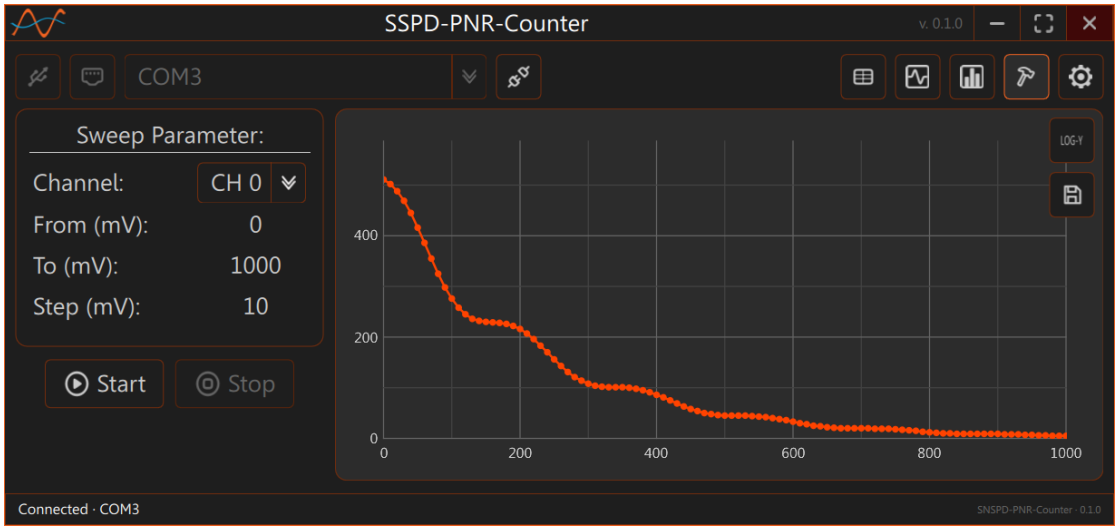


Рис. 27: Вид Calibration