

Руководство пользователя Waterfall Pro

Программное обеспечение трансивера Thetis SDR (openHPSDR) — пакет модификаций Yurij-eu2av, v2.10.3.16 · Июль 2026 г.

Включает: 16-битный конвейер обработки чисел с плавающей запятой, каскад БПФ на графическом процессоре Stage-9, автоматическое перекрытие, шумоподавление Pro, режимы GPU/CPU.

Содержание

Введение	6. Noise Floor Pro и Auto Threshold
1. Быстрый старт	7. Тональное отображение
2. Настройки дисплея	8. Временная фильтрация
2.1 Ускорение графического процессора (режим)	9. Адаптивное масштабирование
2.2 Глубина цвета (8/16 бит)	10. Каскадный алгоритм БПФ на графическом процессоре (этап 9)
Размер БПФ 2.3	11. Информирование о разрешении экрана (HiDPI / 2K)
2.4 Перекрытие / Автоматическое перекрытие	12. Примечания к PureSignal (PS-A)
2.5 Рендеринг (уровни качества)	13. Устранение неполадок
3. Цветовые схемы	Приложение А: Рекомендуемые настройки
4. Уровни качества и S-образная кривая	Приложение В: Сравнение с консолью SDR
5. Расширенные настройки изображения	

Введение

[↑ вверх](#)

В этой сборке Thetis полностью переработана подсистема водопадного сигнала. Цель заключалась в достижении — а в некоторых местах и в превышении — качества отображения SDR Console при сохранении достаточно низкой нагрузки на ЦП для работы в реальном времени, а также в обеспечении надежности PureSignal (PS-A) при ежедневном использовании в эфире. Все, что описано в этом руководстве, относится к версии **2.10.3.16** и более поздним.

Что нового по сравнению с классическим водопадом Тетис?

Область	До	Сейчас
Цветовой конвейер	8-битное цветное палитровое изображение, видимые полосы	16-битный конвейер обработки чисел с плавающей запятой (65536

		уровней), тональное отображение HDR, дизеринг — устранение полос
Двигатель FFT	Только спектр WDSP/CPU, ограниченные размеры.	БПФ 9-го этапа на графическом процессоре, размеры 1024–262144, с автоматической калибровкой уровня относительно опорного сигнала ЦП.
Перекрывать	Фиксированный процент; скорость прокрутки уменьшается вдвое при каждом удвоении БПФ; автоматический режим некорректно закрепляется при высоких частотах обновления.	Автоматическое перекрытие : математически точная постоянная скорость прокрутки строк — одинаковая скорость прокрутки при любом размере БПФ и частоте кадров.
Уровень шума	Ручные пороговые значения для каждого диапазона	Noise Floor Pro (Average / Percentile) + Auto Throb , отслеживающий измеренный уровень шума, сохраняя при этом форму вашей палитры, заданную вручную.
Качество изображения	Одно фиксированное сопоставление палитры	Уровни качества (Классический / Яркий / Резкий / Ультра), разрешение палитры, S-кривая, гамма, дизеринг (Bayer 8×8), временная фильтрация, адаптивное масштабирование.
PureSignal	Сбои в коррекции, медленная первая калибровка, артефакты гребенчатого сигнала после холодного запуска, сброс двигателя при любом переходном процессе обратной связи.	Защита от холодного пуска, удержание коррекции при переходных сбросах, аннулирование при перенастройке (± 10 кГц), сбор данных через промежутки VOX, автоматическое затухание гистерезиса
Режим / Логика рендеринга	Комбинация инструментов рендеринга незаметно переключалась между путями обработки на ЦП и ГП.	Выбор конвейера осуществляется только с помощью параметра «Ускорение GPU» → «Режим»; в списке рендеринга отображаются только уровни, допустимые для данного конвейера.



Где находятся настройки: большинство параметров расположены в [меню «Настройка»](#) → [«Дисплей»](#) → [«Водопад»](#) и [«Настройка»](#) → [«Дисплей»](#) → [«Общие»](#) . Настройки FFT-движка и детектора для каждого приемника находятся в [меню «Настройка»](#) → [«Дисплей»](#) → [«RX 1 / RX 2»](#) .

1. Быстрый старт

[↑ вверх](#)

Приведенная ниже конфигурация является эталонной настройкой автора (та же, что показана на рисунках в этом руководстве). Она рассчитана на диапазон частот адаптера 192 кГц и обеспечивает плавное, детализированное изображение на видеокарте среднего уровня (класса Radeon RX 570 или выше):

Параметр	Где	Рекомендуемое значение
Ускорение графического процессора → Режим	Дисплей → Водопад	Уровень 2 (Продвинутый) — или <i>Авто</i> , чтобы Тетис сама приняла решение.
Оказывать	Дисплей → Водопад	Высокая производительность (конвейер GPU + БПФ)
Глубина цвета	Дисплей → Общие (группа DirectX)	16-битное число с плавающей запятой
Размер БПФ	Дисплей → Водопад	65536 (131072 на мощных графических процессорах)
Перекрывать %	Дисплей → Водопад	Автоматическая проверка (эффективность: ≈90–95%)
Окно	Дисплей → Водопад	Блэкман или Наттолл
Mag (режим величины)	Дисплей → Водопад	Пиковая мощность
Качество / Гамма / Глубина	Дисплей → Общие (группа DirectX)	Яркий · 0,70–1,00 · 16-битное число с плавающей запятой
Передискретизация	Отображение → Общие (группа «Каскадный режим»)	Качество

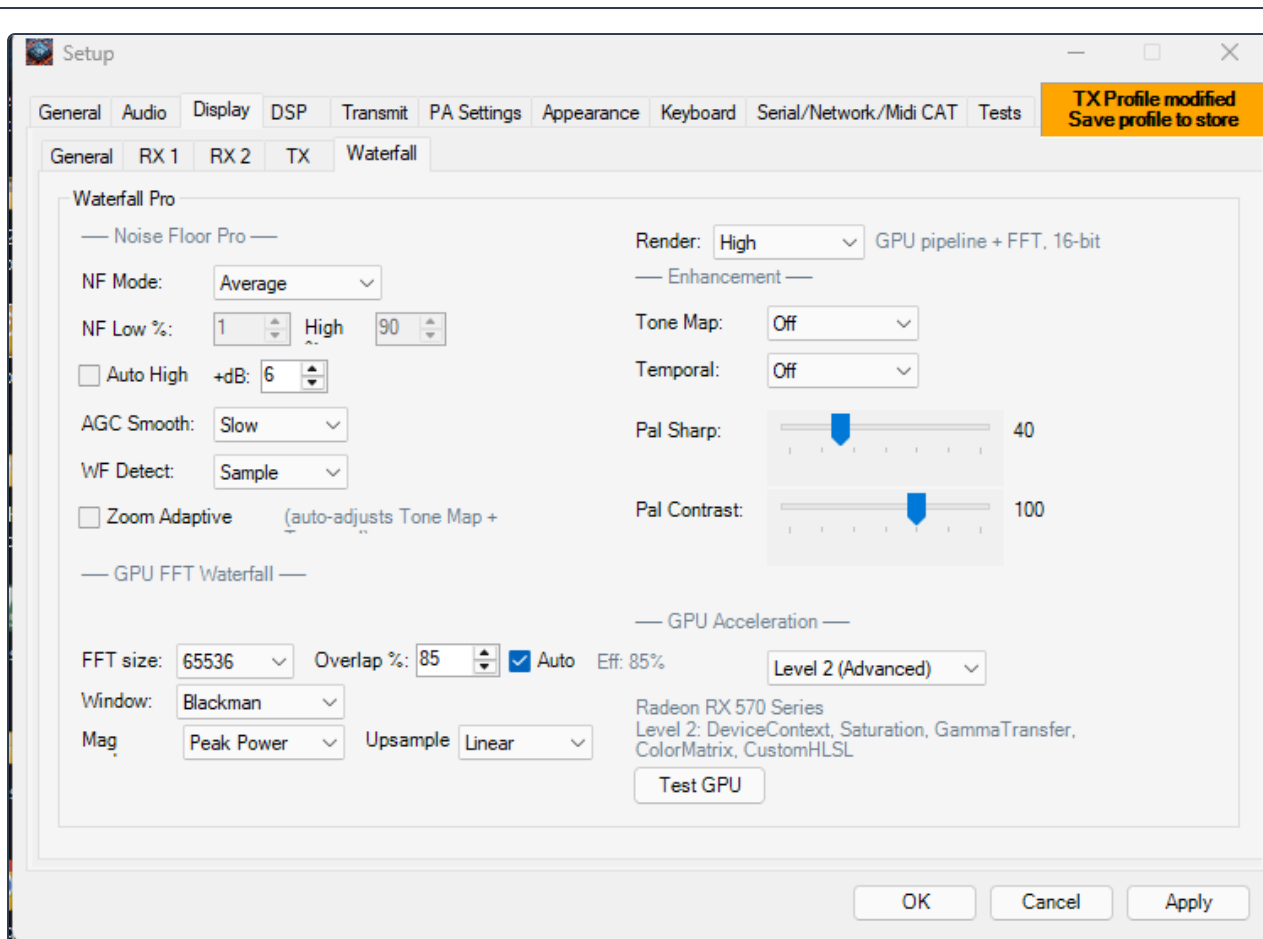


Рис. 1 — Вкладка «Референсный водопад»: Noise Floor Pro, GPU FFT Waterfall (FFT 65536, Overlap Auto, Eff: 85%), GPU Acceleration Level 2 на Radeon RX 570. Подсказка рядом с Render показывает реальный конвейер: «Конвейер GPU + FFT, 16-бит».



Минимальный путь к хорошему изображению: установить режим = Уровень 2 (или Авто), глубину = 16-битное число с плавающей запятой, рендеринг = Высокий, включить перекрытие → Авто. Все остальные параметры можно оставить по умолчанию и настроить позже.



Пока НЕ включайте автоматический порог. Сначала установите смещение водопада (низкие/высокие уровни на вкладке RX 1) приблизительно на значения, показанные на рис. 2 — только после этого включайте автоматический порог. Точную процедуру см. в [разделе 6](#).

2. Настройки дисплея

[↑ вверх](#)

2.1 Ускорение графического процессора (режим) **основной**

Комбинация **«Режим»** (Display → Waterfall → GPU Acceleration) — это **единственный** переключатель между конвейерами обработки данных на ЦП и ГП. Все последующие этапы

(список рендеринга, строки БПФ ГП, собственный I/Q-выход) следуют за ним.

Режим	Трубопровод	Использовать при
Авто	Обнаружено автоматически	По умолчанию: Thetis включает графический процессор, если это поддерживается оборудованием/драйвером, в противном случае — центральный процессор.
Уровень 0 (ЦП)	только ЦП	Старые видеокарты, проблемы с драйверами или когда требуется нулевая нагрузка на видеокарту. БПФ видеокарты и I/Q-выход полностью отключены.
Уровень 1 (базовый)	GPU, встроенные эффекты D2D	Интегрированные графические процессоры, поддерживающие эффекты Direct2D, но не пользовательские вычислительные шейдеры.
Уровень 2 (продвинутый)	Графический процессор, встроенные эффекты + пользовательские вычисления на языке HLSL.	Для построения водопада БПФ на 9-м этапе требуются дискретные графические процессоры (Radeon RX 570+, GTX 1050+).

Под выпадающим списком отображается информация об обнаруженном графическом процессоре, его уровне возможностей и активном состоянии (**АКТИВНЫЙ** ✓ / **НЕАКТИВНЫЙ** / *Ожидающий...*). Кнопка **«Проверить графический процессор»** отображает те же сведения в диалоговом окне (контекст устройства, встроенные эффекты, поддержка пользовательских шейдеров).

i Требования для уровня 2: Direct3D 11 с поддержкой вычислительных шейдеров. Конвейер БПФ графического процессора предварительно выделяет буферы для БПФ 262144 и ширины дисплея 8192 (примерно несколько десятков МБ видеопамати). Если запрашивается уровень 2, но пользовательские шейдеры недоступны, Thetis выводит уведомление и переключается на уровень 1.

2.2 Глубина цвета (8-бит / 16-битное число с плавающей запятой)

Селектор «Глубина» (Дисплей → Общие → Настройки дисплея DirectX) выбирает формат пикселей поверхности водопада и всей цепочки постобработки:

Глубина	Уровни	Эффект
8-битный	256	Классический вид Thetis; на гладком шуме можно заметить полосы (ступеньки между соседними цветами).

16-битное число с плавающей запятой	65536	Устранение полос, тональное отображение HDR (Reinhard/ACES) и точное дизеринг становятся значимыми. Это рекомендуемый режим для конвейера обработки данных на графическом процессоре.
--	-------	---

- Переключение глубины работает **без перезапуска Thetis** — цепочка обмена и конвейер перестраиваются на лету.
- В этой сборке исправлена незначительная особенность DXGI: запуск Thetis с уже сохраненным 16-битным сигналом больше не приводит к усилению средних тонов (размытому фону); цепочка обмена теперь всегда сохраняет атрибут sRGB, в том числе и при холодном запуске.
- 16-битная архитектура требует немного большей пропускной способности памяти графического процессора; на видеокартах класса RX 570 на практике это бесплатно.



Совет: подсказка рядом с пунктом «Рендеринг» на вкладке «Водопада» всегда отображает реальный конвейер и глубину цвета, например, «Конвейер GPU + БПФ, 16-бит». Если отображается 8-бит, а вы сохранили 16-битную глубину — откройте вкладку заново (подсказка обновляется после применения глубины цвета).

2.3 Размер БПФ (1024 – 262144)

Размер БПФ определяет **разрешение по частоте** ряда водопадной диаграммы графического процессора. Ширина бина в диапазоне 192 кГц:

Размер БПФ	Ширина ячейки @192k	Время окна @192k	Типичное использование
1024	187,5 Гц	5,3 мс	Быстрый отклик, грубая детализация
16384	11,7 Гц	85 мс	Системы освещения
65536	2,93 Гц	341 мс	Оптимальный вариант / точка по умолчанию
131072	1,47 Гц	683 мс	Высокая детализация, мощный графический процессор
262144	0,73 Гц	1,37 с	Максимальное разрешение, мощный графический процессор

- Чем больше размер БПФ, тем точнее детализация частот, но тем больше окно для заполнения (первая строка появляется после заполнения одного окна — это «ожидание» является нормальным) и тем больше работы графического процессора на строку.
- Благодаря **функции автоматического наложения** скорость прокрутки больше не зависит от размера — изменяется только детализация. Это главная причина, по которой модель

131072/262144 стала практичной.

- На RX 570 комфортный ежедневный максимум составляет 131072 при 95% перекрытии; 262144 тоже подходит, но для заполнения каждого окна требуется примерно 1,4 секунды, и у графического процессора меньше запаса производительности.

Примечание: Размер БПФ для водопада GPU задается на вкладке «Водопад». Классическое спектральное БПФ WDSP (вкладка RX 1, до 131072, см. рис. 2) представляет собой отдельный механизм — путь GPU заменяет источник строк при Render = High.

2.4 Перекрытие / Автоматическое перекрытие НОВАЯ ФОРМУЛА

Параметр «Перекрытие» определяет, какой объем последовательных окон БПФ используется совместно. Он управляет **скоростью прокрутки строк** и плавностью быстрых сигналов.

Ручной режим

- Процент перекрытия → $\text{шаг} = N \times (1 - \text{перекрытие})$ новых выборов в строке. Частота строк = $F_s / \text{шаг}$.
- Шаг регулировки вращающегося элемента теперь составляет **1%** (ранее было 5%) для более точной настройки.
- Имейте в виду: при фиксированном проценте скорость прокрутки **уменьшается вдвое с каждым удвоением БПФ** (85% на 65536 $\approx$ 19,5 строк/с, на 131072 $\approx$ 9,8 строк/с при 192 кГц).

Автоматическое перекрытие (рекомендуется)

В автоматическом режиме устанавливается **постоянная частота строк**, а перекрытие определяется на её основе:

```
R* = min( fps / updatePeriod , 30 ) // целевое количество строк в секунду
шаг = округление( Fs / R* ) // количество выборов между строками
перекрытие = 1 - шаг / N // производное, ограничено 95%
```

- $\text{fps} / \text{updatePeriod}$ — это верхний предел таймера строк, поэтому логика переключения FFT и таймер отображения больше не могут взаимно «голодать» друг друга (именно это вызывало заикание при 60 Гц и ограничение в 95% при 165 Гц в старой эвристике).
- 30 строк/с — это подтвержденный комфортный предел; 95% — это предел стабильности для больших БПФ на графических процессорах средней мощности.
- Результат при 192 кГц: **90,2% при 65536, 95% при 131072, 95% при 262144** — метка *Eff*: рядом с флажком Auto показывает фактическое значение. Скорость прокрутки одинакова для всех размеров БПФ и частоты кадров.

Как выбрать: оставьте режим «Авто» включенным. Для сравнения — ручной режим 85–90% при 60 Гц дает примерно тот же результат на 65536; на 131072+ стабильным

максимумом является ручной режим 95%.

2.5 Рендеринг (уровни качества) **ИХ ИСПРАВЛЕН**

Комбинированный элемент «Рендеринг» больше не переключает конвейеры автоматически — он отображает **только те уровни, которые действительны для конвейера, выбранного в режиме «Режим»** :

Режим	Список рендеров	Значение
GPU (Уровень 1/2, Авто+GPU)	Высокий	GPU-рендерер + строки БПФ GPU Stage-9 (16-битный конвейер)
ЦП (Уровень 0, Автоматический режим без GPU)	Низкий / Средний	Путь к растровому изображению на ЦП; Средний уровень = Линейная интерполяция, Низкий уровень = Метод ближайшего соседа

- Подсказка рядом с комбинацией всегда указывает на реальный конвейер (например, «Конвейер GPU + БПФ, 16-бит» , «Конвейер CPU, 8-бит, линейный»).
- Ранее в режиме GPU режим Medium/Low незаметно переключался на рендеринг на ЦП (похоже на ошибку), а в режиме ЦП режим High незаметно возвращался к режиму Medium. Обе проблемы решены.

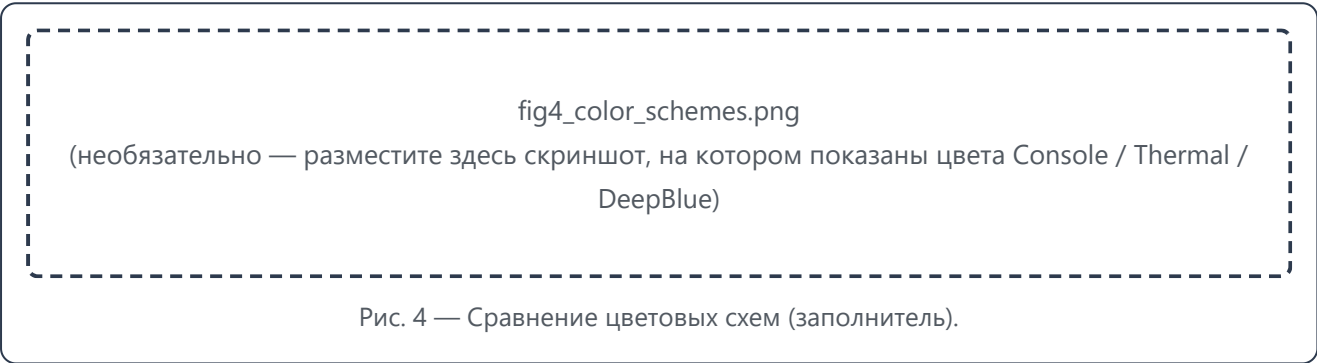
3. Цветовые схемы

[↑ вверх](#)

Цветовая схема выбирается на вкладках RX 1 / RX 2 (комбинация «Палитра»). Конвейер обработки изображений на графическом процессоре напрямую поддерживает схемы с динамическими таблицами поиска (LUT); устаревшие схемы с жестко заданными значениями выполняются на уровне центрального процессора.

Схема	Характер	Примечания
Консоль 256	SDR-консольный стиль: синий→голубой→жёлтый→красный градиент	Для обеспечения наилучшей общей читаемости используется схема ссылок, применяемая в иллюстрациях данного руководства.
Термальный 256	«Тепловизор» черный→красный→желтый→белый	Яркий визуальный эффект для обнаружения скоплений людей и поиска слабых сигналов.
DeepBlue 256	Глубокий синий градиент	Низкая нагрузка на глаза в темных хижинах.

Улучшенный / СПЕКТРАН / устаревший	Классические схемы Thetis	Путь ЦП (фиксированные палитры).
Обычай	Пользовательский градиент из базы данных	Редактирование выполняется для каждого канала отдельно; путь к GPU загружает вашу LUT-таблицу как есть. Если для канала не сохранен градиент, строка пропускается (без перезаписи черного цвета), пока не будет найдена допустимая строка.



4. Уровни качества и S-образная кривая

[↑ вверх](#)

В выпадающем списке **«Качество»** (Дисплей → Общие → Настройки дисплея DirectX) выбирается встроенный параметр постобработки, применяемый в конвейере обработки чисел с плавающей запятой:

Уровень	Обработка	Характер
Классический	никто	Чистое отображение, нейтральный вид.
Яркий	Увеличение насыщенности на +30%	Более насыщенные цвета, более яркие сигналы на фоне шума.
Острый	Яркий + усиление контраста	Более четкие следы, слегка более резкая текстура шума.
Ультра	Максимальное качество + дизеринг Байера 8×8	Наиболее плавные градиенты; лучше всего работает на 16-битной архитектуре. Требуется небольшого времени работы графического процессора.

S-образная кривая

Резкость палитры (ползунок **Pal Sharp** на вкладке Waterfall) применяет S-образную передаточную кривую к нормализованному сигналу перед его отображением на палитру. Увеличение этого параметра сжимает средние тона и растягивает низкие/высокие частоты:

- Низкие значения (0–30) — мягкое, пленочное изображение;
- Средний уровень (40–60) — зона по умолчанию для автора, хороший баланс;
- Высокий (70+) — «постеризованный» вид, преобладают сильные сигналы; полезен в конкурсах.

Параметр Pal Contrast (по умолчанию 100) масштабирует диапазон палитры после S-образной кривой. Оба ползунка работают в реальном времени и в обоих конвейерах обработки изображений.

5. Расширенные настройки изображения

[↑ вверх](#)

5.1 Разрешение палитры

По умолчанию таблица преобразования цветов (LUT) для палитры генерируется с 256 шагами. Более высокое разрешение доступно для рабочего процесса с пользовательской схемой (более плавные градиенты, настраиваемые вручную). Встроенные 256-шаговые схемы уже оптимальны; не стоит увеличивать размер LUT, рассчитывая на большее количество цветов — это повлияет только на пользовательские градиенты.

5.2 Сглаживание (Bayer 8×8)

Флажок **Dither** (группа DirectX) добавляет упорядоченный дизеринг Байера 8×8 в конвейер обработки чисел с плавающей запятой. При 16-битном выводе он практически незаметен и удаляет последние следы квантования на гладком шуме. Автоматически включается в предустановку качества **Ultra**.

5.3 Гамма-кривая (0,50 – 2,00)

Gamma (группа DirectX, авторская ссылка 0.70) изменяет способ передачи сигнала на палитру:

- **< 1,0** — поднимает нижний диапазон: становятся видны слабые сигналы и структура шумового фона (настройка автора 0,70, подходит для диапазонов шириной 192 кГц);
- **= 1,0** — линейный;
- **> 1.0** — сжимает низкие частоты: тихий фон, видны только сильные сигналы (в стиле соревнований/DX).



Практический рецепт: для работы со слабым сигналом — гамма 0,6–0,8, качество «Яркий/Резкий», автоматическое пороговое значение включено. Для работы с кучей сигналов — гамма 1,2–1,5, качество «Классический», пороговые значения настраиваются вручную.

6. Noise Floor Pro и Auto Threshold

↑ вверх

Программа **Noise Floor Pro** (вкладка «Водопад», верхний левый угол) измеряет уровень шума в спектре и автоматически определяет пороговые значения для водопада:

Контроль	Значение
Режим NF	Среднее значение — среднее арифметическое нижнего диапазона; Процентиль — нижний предел, определяемый на основе процентилей, более надежный в условиях высокой плотности групп.
НН Низкий % / Высокий	Процентный диапазон, используемый для оценки минимального значения.
Автоматический высокий уровень +дБ	Позволяет <i>верхнему</i> пороговому значению отслеживать также нижний предел (со смещением в дБ выше него).
AGC Smooth	Скорость сглаживания оценки минимального уровня сигнала (рекомендуется медленная — отсутствие «накачки» при сильных сигналах).
Обнаружение WF	Выборка / Пик / Среднее — как вычисляется значение для каждого интервала при оценке минимального уровня.

Автоматическое определение порогового значения — прочтите это перед включением.

Функция «Автоматический порог» (Дисплей → Общие → Группа «Водопад») позволяет обоим порогам следовать измеренному уровню шума, *сохраняя при этом форму вашей палитры, заданную вручную* : диапазон между низким и высоким уровнями становится фиксированным динамическим диапазоном, а пара порогов сдвигается вверх/вниз в зависимости от уровня шума в полосе. Функция **«Точный сдвиг (дБ)»** сдвигает всю пару.



Важно — СНАЧАЛА установите смещение, ВТОРЫМ включите.

1. При **выключенном** автоматическом пороговом значении установите смещение водопада на вкладке RX 1 (**Низкий уровень / Высокий уровень**) приблизительно на эталонные значения из рис. 2: **Низкий ≈ -145 дБм, Высокий ≈ -100 дБм** (диапазон ≈ 45 дБ). Настройте по своему вкусу в тихом диапазоне так, чтобы уровень шума находился в синей зоне.

2. Только после этого включите **автоматический порог** .

Если вы настроите смещение *при включенном автоматическом пороге* , пороги будут продолжать изменяться вместе с уровнем шума, и введенный вами вручную диапазон/смещение будет применяться к изменяющемуся эталону — в результате получится **неправильная** , дрейфующая палитра. Сначала установите, затем включите.

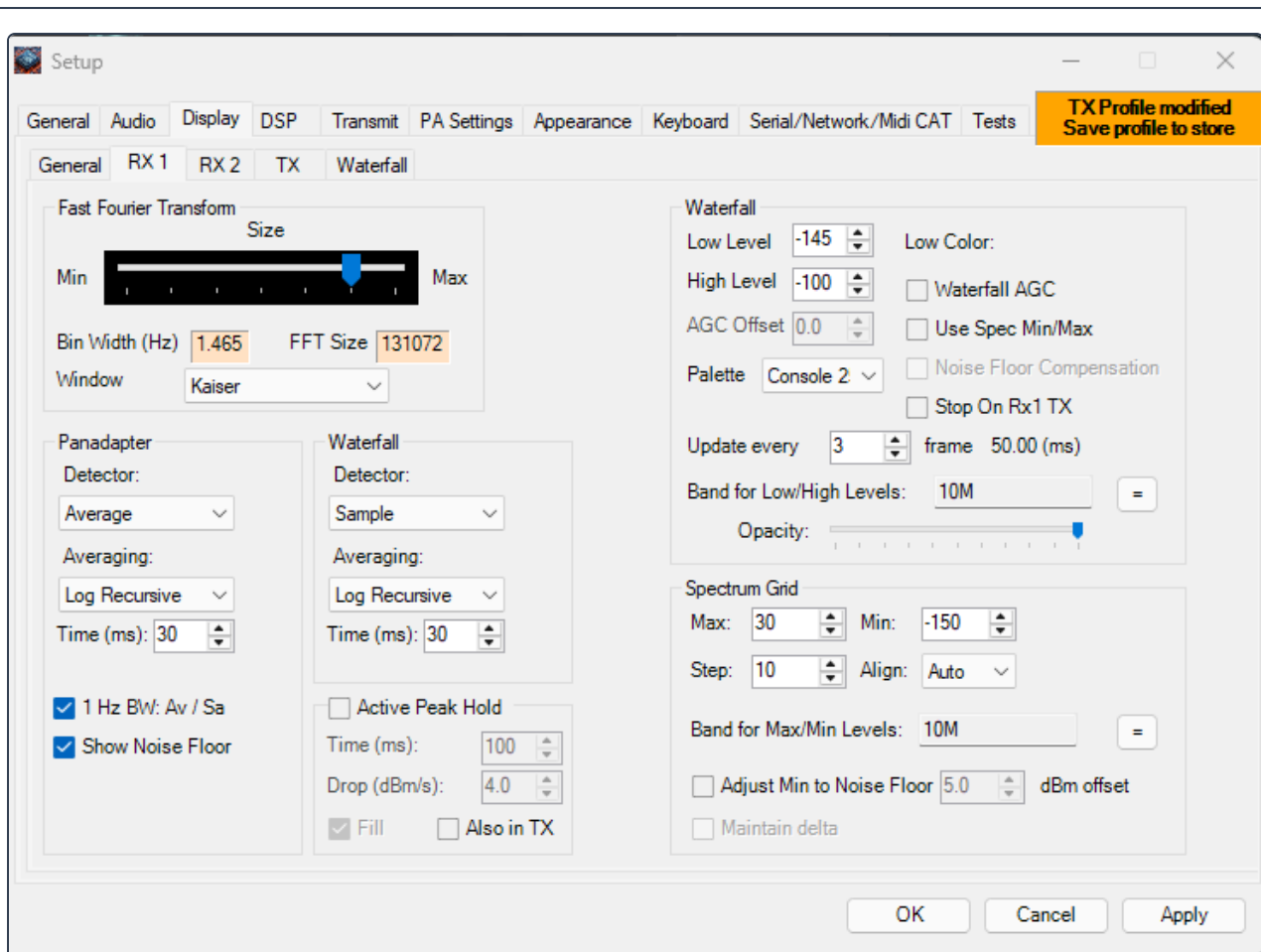


Рис. 2 — вкладка RX 1: механизм БПФ (131072, Kaiser, ширина бина 1,465 Гц), детекторы и смещение водопада — эталонные значения: низкий уровень –145, высокий уровень –100 (диапазон ≈45 дБ), обновление каждые 3 кадра (50 мс), консоль палитры 2. Установите приблизительно эти смещения ПЕРЕД включением автоматического порогового значения.

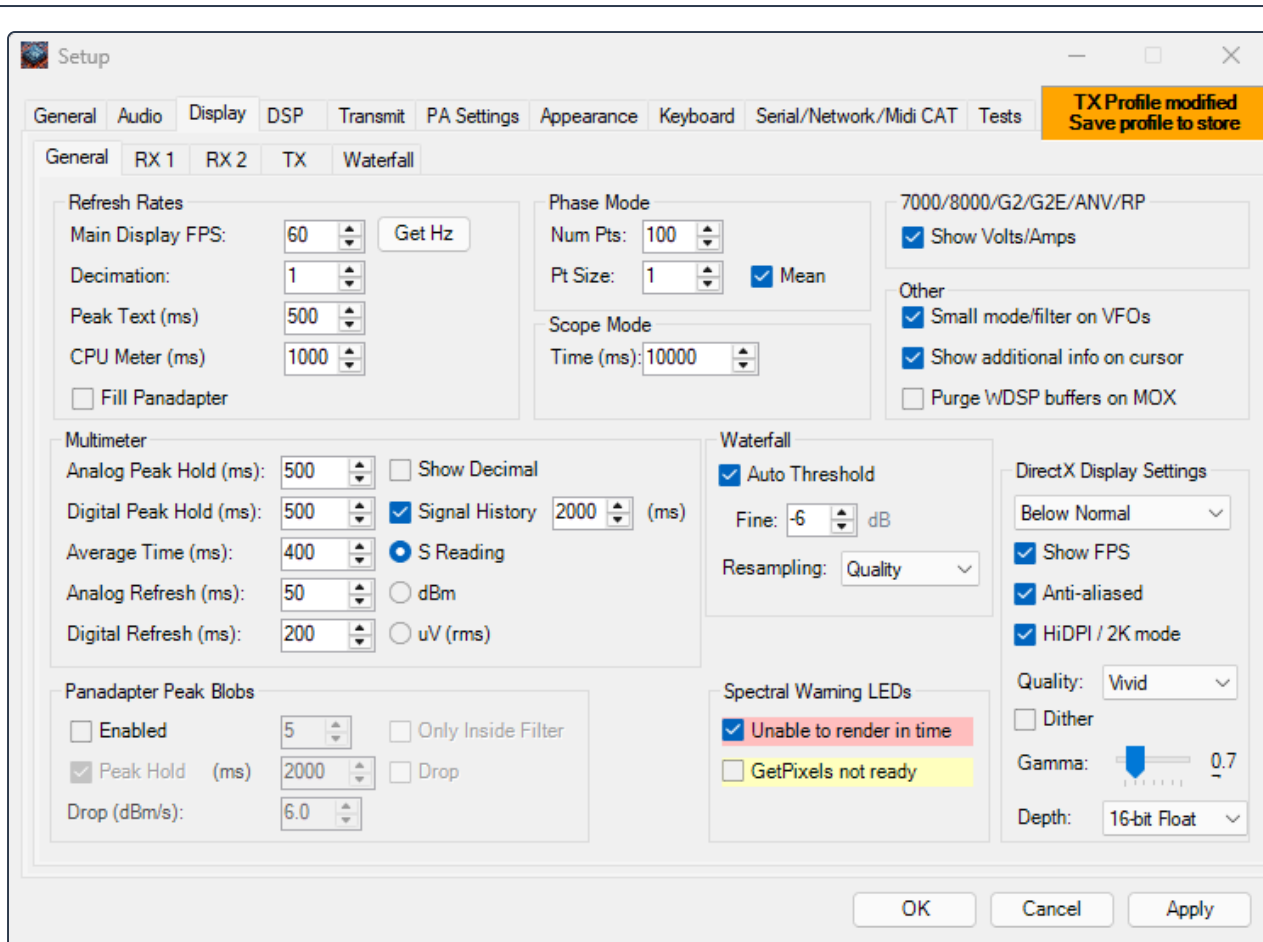


Рис. 3 — Дисплей → Общие: группа «Водопад» (Автоматический порог + Точная настройка дБ, Передискретизация) рядом с настройками дисплея DirectX (Качество: Яркое, Гамма: 0.70, Режим HiDPI, Глубина: 16-битное число с плавающей запятой), частота обновления и настройки мультиметра, использованные в этом руководстве.

7. Тональное отображение

↑ вверх

Функция Tone Map (вкладка Waterfall → Enhancement) применяет HDR-сжатие в конвейере обработки чисел с плавающей запятой. Это важно, когда сцена имеет экстремальный динамический диапазон — например, радиостанция с уровнем сигнала S9+60 дБ, расположенная рядом с уровнем шума:

Режим	Эффект	Использовать при
Выключенный	Отсутствие сжатия	По умолчанию; обычные полосы.
Рейнхард	Классическая кривая HDR, плавно сжимает светлые участки изображения.	Очень сильные местные станции обрезают палитру, в то время как вам все еще нужна детализация пола.

ACES Filmic	Плавный переход цвета, как в кино, более естественное затухание светлых участков.	Ситуация аналогична той, что была у Рейнхарда, но с несколько «фотографическим» видом.
--------------------	---	--

Примечание: Для полного эффекта Tone Map требуется 16-битный конвейер обработки чисел с плавающей запятой (в 8-битном режиме сжатие происходит после квантования, поэтому польза невелика). **Функция Zoom Adaptive** (в следующих разделах) может автоматически переключать Tone Map.

8. Временная фильтрация

[↑ вверх](#)

Временная экспоненциальная скользящая средняя (вкладка «Водопад» → «Улучшение») — это экспоненциальная скользящая средняя (**ЕМА**) **с учетом движения**, построенная на основе последовательных строк данных водопада:

- Поскольку шум не коррелирует между рядами, он сглаживается;
- Реальные сигналы (несущие, пакеты) движутся или сохраняются — фильтр адаптирует свою мощность для каждого бина в зависимости от обнаруженного движения (EMA alpha 0,15 / 0,30 / 0,45 с порогом движения в сигнальной области).
- Легкий (0,15) — мягкое шумоподавление, без видимой задержки;
- Средний (0,30) — видимое сглаживание, подходит для мониторинга;
- Сильный (0,45) — интенсивное сглаживание статических полос; быстрые полосы могут оставлять короткий след.

Совет: Функция Temporal хорошо сочетается с Tone Map Reinhard для прослушивания в вещательном диапазоне и с Quality Sharp для отображения в стиле CW Skimmer. Для быстрых режимов (поиск FT8, SSB QSO) оставьте её выключенной или в режиме Light.

9. Адаптивное масштабирование

[↑ вверх](#)

Функция адаптивного масштабирования (вкладка «Каскад», флажок) отслеживает отображаемый диапазон и автоматически корректирует цепочку улучшений:

- Широкий диапазон (по всей полосе частот) — способствует общему обзору: исключает необходимость ручной коррекции или ограничивает её;
- Для узких диапазонов (с увеличением масштаба сигнала) автоматически активируются функции Tone Map и Temporal, благодаря чему увеличенное изображение остается четким и детализированным.

При включенной функции Zoom Adaptive ручные **настройки тоновой карты** и **временной характеристики** отключены (они управляются адаптером). Значения *Eff*: отображаются в той же области.

10. Каскадный алгоритм БПФ на графическом процессоре

(этап 9) ФЛАГМАНСКИЙ

[↑ вверх](#)

Что это такое

На 9-м этапе вычисление спектра водопада переносится с пути ЦП/WDSP на видеокарту: необработанные I/Q-сэмплы берутся из ChannelMaster (кольцо без блокировок в потоках DSP, активируемое только во время работы функции), загружаются на GPU, преобразуются с помощью БПФ вычислительного шейдера (1024–262144 точек), преобразуются в дБм и отображаются рендерером GPU.

Преимущества по сравнению с вариантом с использованием ЦП.

- **Разрешение до 262144 точек** (0,73 Гц при 192 кГц) — значительно превосходит классический подход;
- **Отсутствие дополнительной нагрузки на ЦП** — поток рендеринга получает только завершенные строки; отложенное (с задержкой в один вызов) считывание данных никогда не приводит к зависанию пользовательского интерфейса;
- **Автоматическая калибровка уровня** : строки GPU согласуются со средним значением CPU/WDSP (калибровка A/B с EMA), поэтому переключение источников происходит плавно — без ступенек или полос;
- **Математически корректная нормализация** для каждого режима амплитуды и окна (когерентное усиление / мощность окна), проверенная для всех размеров и окон с точностью до 0,02 дБ.

Настройки (вкладка «Водопад»)

Контроль	Значение / рекомендация
Размер БПФ	1024–262144. 65536 по умолчанию; 131072 на мощных графических процессорах. См. §2.3.
Процент перекрытия + Авто	Рекомендуется автоматический режим (постоянная частота 30 строк/с, перекрытие определяется автоматически). См. §2.4.
Окно	Ханн, Хэмминг, Блэкман, БлэкманХаррис, Натталл (по умолчанию), Кайзер (+Бета 0–20). Блэкман/Натталл для лучших боковых лепестков.

Mag (режим)	Пиковый ток (амплитуда в пиковом режиме), Средняя мощность (средняя мощность, тихий уровень шума), Пиковая мощность (по умолчанию — пиковая мощность, хороший баланс).
Увеличение разрешения	Интерполяция строк для отображения ширины: линейная или Ланцош 2/3/4. Ланцош 3 = наиболее резкие линии; линейная = самая быстрая и эталонная настройка на рис. 1.
Передискретизация	Качество (sinc-windowed, по умолчанию) против скорости (устаревший режим). Теперь в разделе «Дисплей» → «Общие» → группа «Каскадный режим».

Как оно себя ведёт (полезно знать)

- Первая строка появляется после накопления данных в одном полном окне БПФ («честное ожидание» — 0,3–1,4 с в зависимости от размера) — по замыслу, мусорные строки не отображаются.
- Строки создаются с постоянной скоростью (автоматическое перекрытие) и регулируются таймером строки (fps/updatePeriod). Обе строки выровнены по умолчанию — никаких задержек из-за конфликтов скорости не происходит.
- Если считывание данных с графического процессора временно занято, кадр просто пропускает строку (как при промахе таймера) — пользовательский интерфейс никогда не блокируется.
- В режиме ЦП (уровень 0) I/Q-выход и конвейер полностью отключаются — никаких фоновых затрат.

11. Поддержка DPI (мониторы HiDPI / 2K)

[↑ вверх](#)

На мониторах 2K/4K Windows может масштабировать окно Thetis, из-за чего изображение на панорамном адаптере может выглядеть размытым. Включите **режим HiDPI / 2K** (Дисплей → Общие → Группа DirectX), чтобы отображать изображение в нативных пикселях.



Требуется перезапуск Thetis — флаг применяется при запуске процесса (учет DPI осуществляется для каждого процесса отдельно). Флажок хранится в реестре, а не в базе данных параметров.

12. Примечания к PureSignal (PS-A)

[↑ вверх](#)

В этой сборке движок PS-A (адаптивная предварительная коррекция искажений PureSignal) получил пакет стабилизации. Он не является функцией водопадной диаграммы, но

использует тот же поток отображения — а плохая коррекция отображается *на* водопадной диаграмме как интермодуляционные искажения, поэтому его следует включить в это руководство:

- **Защита от холодного запуска** : в течение примерно 6 секунд после включения питания калибровочные наборы данных отбрасываются (цепочка TX/PA/обратной связи стабилизируется — именно в тот временной промежуток, который использовался для создания «гребенки» на шуме). Первая применяемая коррекция всегда выполняется из стабилизированной цепочки.
- **Функция удержания коррекции** : временные сбои (остановка сбора данных, сбой вычислений) больше не прерывают коррекцию — последняя работоспособная кривая продолжает работать, пока собирается новый набор данных (с ограничением, поэтому некорректное состояние не может сохраняться вечно).
- **Сбор данных речи/VOX** : теперь амплитудные интервалы сохраняются даже при наличии пауз в VOX — при обработке речи коррекция включается после 1–2 фраз и непрерывно отслеживает нагрев PA, вместо того чтобы перезапускаться при каждой паузе.
- **Аннулирование перенастройки** : кривая аннулируется при смене полосы или скачке на ≥ 10 кГц (низкочастотные антенны узкополосные) и остается неизменной для точной настройки во время QSO — без накачки.
- **Автоматическое подавление гистерезиса** : двигатель больше не сбрасывается при однократном выходе показаний обратной связи за пределы допустимого диапазона (требуется 3 последовательных показания).



Практическая сторона вопроса: при двухтональном режиме калибровка PS-A происходит мгновенно; при режиме SSB-речи ожидайте включения после первых нескольких фраз и непрерывного отслеживания после этого. Если индикатор «CO» часто мигает, проверьте уровень обратной связи (шкала FB), прежде чем винить двигатель.

13. Устранение неполадок

[↑ вверх](#)

Прокрутка водопада происходит очень медленно.

- **Ручное перекрытие слишком мало для размера БПФ.** Фиксированный процент уменьшает частоту строк вдвое при каждом удвоении БПФ — включите **автоматическое перекрытие** (§2.4).
- **Слишком большой период обновления** (вкладка RX 1 → «Обновлять каждые N кадров», рис. 2). Уменьшите его или увеличьте частоту кадров.
- **Перегрузка графического процессора** — отбросить размер БПФ (262144 → 131072) или качество (Ультра → Яркое).

Пустой / замерзший водопад

- **Первый запуск большого БПФ** — первая строка появляется только после заполнения окна (до ~1,4 с по адресу 262144). Подождите; так задумано.
- **Несоответствие режима рендеринга (старые сборки)** — в этой сборке режим рендеринга отображает только допустимые уровни; если после переключения режима изображение становится черным, переключите режим рендеринга один раз.
- **Пользовательская схема без сохраненного градиента** — строки намеренно пропускаются; сохраните градиент для полосы или выберите встроенную схему.

Диалоговое окно «Проблема в рендерере DirectX!»

- В этой сборке были исправлены известные причины (обратное чтение, перестройка глубины цвета). Если ошибка всё ещё сохраняется, проверьте [файл gpu_waterfall.log](#) (см. ниже) на наличие последних строк с ошибками и сообщите о них.

Размытый/слишком яркий фон при 16-битном разрешении.

- Проблема с холодным запуском DXGI sRGB исправлена. Если она наблюдалась в более старой сборке, переключите глубину с 16 на 8 или на 16 один раз или обновитесь до этой сборки.

IMD «гребенка» на шуме после включения питания (TX / PS-A)

- Проблема устраняется защитой от холодного запуска (\$12). Если она появляется снова, подождите ~6 секунд после включения питания перед первой калибровкой PS-A или один раз выключите и включите PS-A.

Коррекция PS-A продолжает снижаться.

- Сейчас это должно происходить редко (возможна поправка). Если это происходит часто, проверьте уровень обратной связи (панель FB в форме PS) и файл [PSAutoAttenuate.log](#) (рядом с Thetis.exe) — он записывает каждый шаг АТТ и сброс двигателя.

Файлы журналов для отчетов об ошибках

Файл	Расположение	Содержание
gpu_waterfall1.log	%APPDATA%\OpenHPSDR\Thetis-x64\	Инициализация конвейера GPU, ошибки БПФ/конвейера, статистика калибровки (с ограничением скорости, ротация со скоростью 2 МБ).

<code>gpu_detection.log</code>	такой же	Подробности обнаружения возможностей графического процессора
<code>PSAutoAttenuate.log</code>	рядом с Thetis.exe	PS-A автоматически снижает уровни шума и сбрасывает настройки двигателя.

Приложение А: Рекомендуемые настройки

[↑ вверх](#)

А.1 Слабый ПК / старая видеокарта (или только процессор)

Параметр	Ценить
Режим	Уровень 0 (ЦП)
Оказывать	Середина
Глубина	8-битный
Размер БПФ	16384–65536
Перекрывать	Ручной режим 85% или автоматический режим
Качество	Классический / Яркий, без дизеринга
Тоновая карта / Временная карта	Выключенный

А.2 Средний ценовой сегмент (GTX 1050 / RX 570 — эталонная конфигурация)

Параметр	Ценить
Режим	Уровень 2 (продвинутый) или автоматический
Оказывать	Высокий
Глубина	16-битное число с плавающей запятой
Размер БПФ	65536 (131072 для тонкой работы)
Перекрывать	Авто
Окно / Магистр	Блэкман или Наттол / Пиковая мощность
Качество / Гамма	Яркий · 0.70

Автоматический порог	ВКЛ. — после установки смещения (Низкий ≈ -145 , Высокий ≈ -100) согласно §6
----------------------	---

А.3 Мощный графический процессор (RX 6600 / RTX 3060+)

Параметр	Ценить
Режим	Уровень 2 (продвинутый)
Оказывать	Высокий
Глубина	16-битное число с плавающей запятой
Размер БПФ	131072–262144
Перекрывать	Автоматический режим (эффективность 95%)
Качество	Sharp или Ultra + дизеринг
Карта тонов	Reinhard или ACES на диапазонах с высоким динамическим диапазоном
Временной	Свет (0,15) для мониторинга

А.4 DXpedition / максимальное качество

Параметр	Ценить
Режим / Рендеринг / Глубина	Уровень 2 · Высокий · 16-битное число с плавающей запятой
Размер БПФ	131072
Перекрывать	Авто
Окно / Магистр	Натталл / Пиковая мощность
Увеличение/передискретизация	Ланцош 3 / Качество
Качество	Резкий, нерешительный звук.
Гамма	0,8–1,0
Карта тонов	Рейнхард (аварии)
Автоматический порог	ВКЛ. (сначала установите смещение)
Адаптивное масштабирование	Включить, если вы часто увеличиваете/уменьшаете масштаб.

Приложение В: Сравнение с консолью SDR

Возможности	Консоль SDR	Тетис (эта сборка)
16-битный/числовой каскадный конвейер	✓	✓ (16-битное число с плавающей запятой + тональная карта HDR)
Спектр БПФ на графическом процессоре	✓	✓ Этап 9, 1024–262144, автоматическая калибровка
Скорость прокрутки не зависит от размера БПФ.	✓	✓ Автоматическое перекрытие (постоянная частота строк)
Цветовые схемы (консольная/тепловая)	✓	✓ + DeepBlue + Пользовательская LUT-таблица
Предварительные настройки качества / дизеринг	частичный	✓ Классический/Яркий/Четкий/Ультра, Bayer 8×8
Отслеживание уровня шума (автоматический порог)	✓	✓ с ручным формированием палитры + Точная настройка дБ
Тональное отображение (HDR)	—	✓ Рейнхард / ACES
Временной фильтр с учетом движения	—	✓ 3 уровня, сохранение сигнала
Улучшение адаптивного масштабирования	—	✓
Адаптивная предварительная коррекция искажений PureSignal	—	✓ Закалённые (защита от холода, фиксация, коллекция VOX)

Waterfall Pro — Руководство пользователя · Thetis SDR v2.10.3.16 · Пакет модификаций Yurij-eu2av, июль 2026 г.

Источники: CHANGELOG_Yurij-eu2av_EN.md, журналы инструментальных измерений в коде. Изображения: разместите дополнительные скриншоты (fig4_*.png ...) рядом с этим HTML-файлом, чтобы заполнить заполнители.