

ИТОГОВЫЙ ОТЧЁТ: сведение OPUS#1 по референсу

Период работы: 10.10.2026 — 13.10.2026. Инструмент измерений: `tools\audio_analyze.py` (ITU-R BS.1770-4, собственная реализация FFT, калибровка пройдена — см. раздел 8). Все версии измерены **одной методикой**: интегральная громкость по всему файлу, спектр — среднее по шести 60-секундным участкам (60–120, 120–180, 240–300, 300–360, 360–420, 420–480 с), дефицит считается как «референс минус версия».

Исходные данные: `reports\version_history.json` . Скрипт: `tools\version_history.py` .

1. Референс — эталон

Параметр	Значение
Файл	<code>audio\REFERENCE.wav</code> (из <code>REFERENCE.flac</code> , 44.1 кГц)
Длительность	483.3 с
Integrated LUFS	−12.79
True peak	−0.26 dBTP
Crest	17.2 дБ
Диапазон p90–p10	11.1 дБ
Centroid (240–300 с)	492 Гц
Tilt (240–300 с)	−5.97 дБ/окт
Опорный спектр по полосам (дБ)	sub −34.9, low −37.6, lowmid −38.7, mid −43.9, himid −49.9, pres −59.6, air −80.2

2. История версий

#	Версия	LUFS	true peak	crest
—	REFERENCE	−12.79	−0.26	17.2
1	10.10 <code>MY_MIX_nomaster</code>	−17.55	−0.08	19.1
2	11.10 <code>OPUS#1 20261011</code>	−19.30	+2.54	20.1

#	Версия	LUFS	true peak	crest
3	12.10 opus#1 20261012	-21.57	-0.17	22.5
4	13.10 my_mix_bypass (без мастера)	-26.16	-4.68	22.4
5	13.10 с мастером (12:12)	-19.14	-1.21	18.6
6	13.10 my_mix_3 (12:59)	-19.18	-1.21	18.6

Движение громкости: -17.55 → -19.30 → -21.57 → -26.16 → -19.14 → -19.18. Провал на версии 4 объясняется тем, что версии 1–3 содержали мастер-обработку, а версия 4 сделана с обойдѐнным мастером. Итоговые версии 5–6 — самое громкое состояние проекта и лучшее по динамике.

Движение динамики: crest 19.1 → 20.1 → 22.5 → 22.4 → 18.6 → 18.6. Цель референса 17.2. Итог в 1.4 дБ от цели — было 5.3 дБ.

3. Средний дефицит полос — вся история

Знак «+» — у версии не хватает относительно референса.

Версия	sub	low	lowmid	mid	himi
1. 10.10	+0.8	-1.1	+0.2	+5.9	+8.6
2. 11.10	+2.6	+1.3	+3.0	+9.0	+10
3. 12.10	+4.9	+3.6	+4.6	+10.2	+11
4. 13.10 без мастера	+9.5	+7.9	+9.3	+15.3	+16
5. 13.10 с мастером	+1.6	+0.7	+2.9	+8.8	+9.4
6. MY_MIX_3	+2.3	+1.4	+3.2	+8.8	+9.3

Что из этого следует

Версии 4 и 5 отличаются только мастер-цепочкой, поэтому разница между ними — чистый вклад мастера:

Полоса	Версия 4 (мастер обойдѐн)	Версия 5 (мастер включѐн)	Вклад мастера
sub	+9.5	+1.6	+7.9 дБ
low	+7.9	+0.7	+7.2
mid	+15.3	+8.8	+6.5

Полоса	Версия 4 (мастер обойдён)	Версия 5 (мастер включён)	Вклад мастера
himid	+16.5	+9.4	+7.1
pres	+14.9	+7.0	+7.9
air	+12.3	+2.5	+9.8

Мастер даёт +7...+10 дБ ровно по всем полосам и не меняет тональный баланс. Это подтверждено дважды: замером и скриншотом CurveEQ (кривая на нуле).

4. Что достигнуто

Показатель	Было (худшее)	Итог	Референс
Integrated LUFS	-26.16	-19.18	-12.79
True peak	+2.54 dBTP (перегруз)	-1.21 dBTP	-0.26
Crest	22.5 дБ	18.6 дБ	17.2
Дефицит sub	+9.5	+2.3	—
Дефицит low	+7.9	+1.4	—
Дефицит air	+12.3	+1.6	—
Дефицит presence	+14.9	+5.8	—
Дефицит 3.5–4.5 кГц	+16.5	+7.9	—

Низ и верхний верх приведены в норму. Перегруз устранён. Динамика почти догнала референс.

5. Что осталось

Полоса	Дефицит	Комментарий
low_mid 120–300	+3.2	приемлемо
mid 300–1200	+8.8	не тронута за всю работу
2–2.8 кГц	+8.5	не тронута
2.8–3.5 кГц	+6.7	частично

Полоса	Дефицит	Комментарий
3.5–4.5 кГц	+7.9	поднято на 1.2 дБ, нужно ещё
4.5–5.6 кГц	+5.4	
5.6–7 кГц	+1.5	почти норма
7–14 кГц	+0.5...+3.9	почти норма

Остаточный разрыв локализован: 300 Гц – 5.6 кГц. Это область разборчивости и атаки.

6. Главный технический вывод

Полоса 2–5 кГц отсутствует в исходном материале, а не теряется в обработке.

Доказательства:

- Сумма восьми замороженных дорожек даёт тот же дефицит, что и готовый микс (+16.0 himid, +14.2 presense на плотном участке).
- Лучшая дорожка проекта (GA5 101 , tilt –4.57) даёт в полосе 3.5–8 кГц всего –61.9 дБ, а референс в громкой части — –50 дБ.
- Подъём GA5 на +2...3 дБ в 3.5 и 4.5 кГц дал по факту +1.2 дБ — эквалайзер выжимает меньше, чем задано, потому что поднимает почти пустоту.
- В полосе 7–13 кГц, где у GA5 есть реальная энергия (–63...–67 дБ), подъём сработал: +1.0 дБ и дефицит упал до +3.3...+3.9.

Отсюда: дальнейшее эквалайзерное давление на 2–5 кГц даст «песок» и жёсткость, а не музыку. Остаток закрывается только на уровне продакшена — замена семплов барабанов на более яркие, добавление слоя (хэты, шейкер, airu pad, акустика) или осознанное принятие тёмного характера трека.

7. Мастер-цепочка — состояние и рекомендации

Порядок вставок на Stereo Out:

Слот	Плагин	Настройка на 13.10	Оценка
1	Volume (Steinberg)	+6.02 дБ	даёт громкость, не лимитер работать
3	L316 Stereo (Waves)	Threshold –5.0, Ceiling 0.0, IDR 24 бита / Shaping Normal	работает; IDR лучше для 24-бит экспор

Слот	Плагин	Настройка на 13.10	Оценка
5	Invisible Limiter G3 (A.O.M.)	SOFT -6.00 / -1.00 / RATIO 4.00; BRICKWALL -1.00, TRUE PEAK AWARE вкл.	правильно; BRICKWALL 10.34 дБ — много
14	Voxengo CurveEQ	кривая на 0 дБ	не влияет, работает

Правильная схема: убрать **Volume +6** в ноль, поднять уровень на шинах и стемах, оставить лимитеру 2–4 дБ. Сейчас вся громкость берётся лимитером, и каждый следующий децибел стоит всё дороже.

Целевые ориентиры по громкости:

Цель	LUFS	Добавить от -19.18
Стриминг	-14	+5.2 LU
Как референс	-12.79	+6.4 LU
Современный громкий мастер	-10	+9.2 LU

Запас по true peak: **1.21 дБ** (потолок -1.00, фактический -1.21). Потолок -0.10 dBTP даёт ровно +1.11 дБ, но оставляет мало запаса для кодеков; рекомендуется -0.50 dBTP (+0.71 дБ) плюс остаток на шинах.

8. Достоверность измерений

Проверка	Ожидалось	Получено
Тон 1 кГц -20 dBFS	-20.0 LUFS / -20.0 dBTP	-20.25 LUFS / -20.00 dBTP
Crest-фактор синуса	~3.0 дБ	3.01 дБ
Линейность громкости (-3 / -6 дБ)	-3.000 / -6.000 LU	-3.000 / -6.000 LU
Розовый шум, наклон	-3.0 дБ/окт	-2.97 дБ/окт
Белый шум, наклон	0.0 дБ/окт	+0.01 дБ/окт
FFT на одном бине	1.0000	1.0000

Проверка	Ожидалось	Получено
Противофаза	corr –1.000	–1.000

Калибровка прогоняется командой `& 'tools\analyze.ps1' -Calibrate` .

9. Найденные дефекты файлов

Дефект	Файл	Что сделано
Клиптинг +3.25 dBFS, 470/610 сэмплов выше 0	Dream Pluck Patterns (10.10)	устранён на 11.10 (–7.44 dBFS)
Пик в потолок 0.00 dBFS, нет запаса	EZbass, EZkeys 17-166, SE-DRUMS (10.10)	дали запас через gain staging
True peak +2.54 dBTP в экспорте	OPUS#1 20261011	устранён: –1.21 dBTP
Резонанс 127 Гц у пяти дорожек сразу (+14.6 у Pluck)	все стемы	срезан, дефицит упал до +3.2 по low_mid
Три варианта дорожек на 32-бит float, Guitars group — 24-бит PCM	Freeze 20261010	учтено, читается корректно
Папка исчезла вместе с диском E:	рабочая область	восстановлено, бекап на C:\CUBASE_DS_backup

10. Хронология работы

Дата	Что сделано
10.10	Развёрнут движок анализа, калибровка. Первый замер: микс против референса

Дата	Что сделано
10.10	Найдена папка Freeze , разобраны 8 замороженных дорожек
10.10	Аудит: моно/стерео, резонансы, запас по уровню. Найден 127 Гц
11.10	Второй замер. Стемы пересведены (все ярче на ~1 дБ, низ подрезан)
11.10	Замер: подъём Var3 EZkeys , регресс по низу
12.10	Третий микс. Разбор по одинаковым участкам. Уровень продолжает падать
13.10	Разобрана мастер-цепочка по скриншотам. Найден CurveEQ (нейтрален)
13.10	Экспорт без мастера: измерен чистый микс (−26.16 LUFS)
13.10	Версия с мастером: +7.02 LU от цепочки, true peak −1.21 dBTP
13.10	my_mix_3 : правки GA5 в 2–5.6 кГц, presence +1.2 дБ

11. Файлы проекта

Файл	Содержание
reports\ИТОГОВЫЙ_ОТЧЁТ.md	этот документ
reports\version_history.json	все версии, машинные данные
reports\MIX_PLAN_stems.md	план сведения по дорожкам
reports\stem_audit.json	аудит дорожек: моно/стерео, резонансы, запас
reports\stems_v1_vs_v2.json	изменение дорожек 10.10 → 11.10

Файл	Содержание
reports\VST3_list.txt	772 плагина, 15 используются
tools\audio_analyze.py	движок измерений
tools\version_history.py	замер истории версий
tools\stem_audit.py , tools\stem_balance.py	аудит и баланс дорожек
backup\ и C:\CUBASE_DS_backup\	копии движка, скриптов и отчётов