

# Сведение аудио и подготовка аудиоконтента

КУРС: ОСНОВЫ ЗВУКОЗАПИСИ И ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА АУДИО  
ИНФОРМАЦИИ

# Содержание лекции

---

01. Что такое сведение
02. Термины и понятия
03. Частоты и эквализация
04. Баланс дорожек
05. Громкость и динамика
06. Принципы компрессии
- 07.Stereo-картина и панорама
08. Сочетание речи и музыки
09. Частотное разделение
10. Эффекты: реверберация и задержка
11. Этапы процесса (Workflow)
12. Подготовка к мастерингу
13. Экспорт и форматы
14. Контроль качества (QC)
15. Мониторинг на системах
16. Типичные ошибки
17. Модель трёх горизонтов
18. Стратегии улучшения
19. Выводы и рекомендации
20. Сессия вопросов и ответов (Q&A)

# Что такое сведение и зачем оно нужно

## Определение процесса

**Сведение (mixing)** — это процесс объединения многодорожечной записи в единую, цельную стереосводку с выстраиванием баланса, стерео-панорамы, частотной и динамической обработкой.

## Главные цели

**Ясность и разделение:** каждый элемент слышен чётко.

**Эмоциональность:** подчёркивание замысла произведения.

**Транслируемость:** идеальное звучание на любых системах воспроизведения (от мониторов до телефона).

## Сведение vs Мастеринг

**Сведение:** Работа с отдельными исходными треками и шинами, детальная настройка внутреннего баланса и пространства.

**Мастеринг:** Финальная полировка готового стереофайла, подготовка к публикации и нормализация громкости.

### Исходные треки

Многодорожечная запись (Стемы)

### Обработка сигналов

Эквализация, Компрессия, Эффекты

### Шины и Группы

Сборка подгрупп (Buses / Aux)

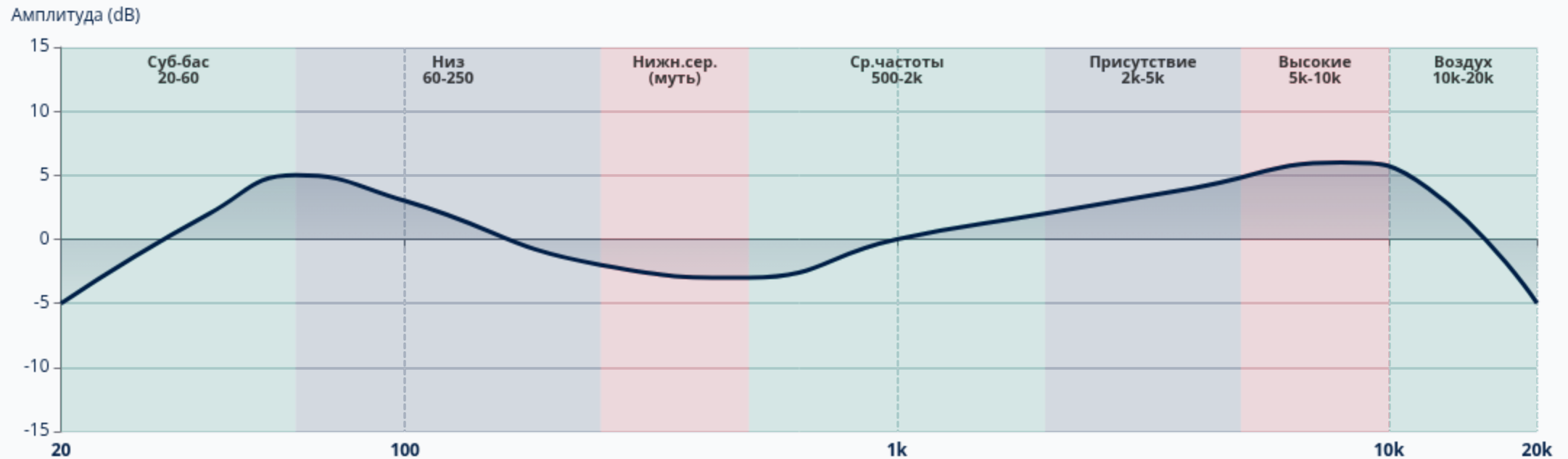
### Мастер-шина

Финальная стереосводка (Master)

# Ключевая терминология

ТЕРМИН	ОПРЕДЕЛЕНИЕ
Gain staging	Настройка уровней по цепи для предотвращения клиппинга и сохранения динамики
Headroom	Запас по уровню громкости до искажения (обычно 6–8 дБ на мастер-шине)
LUFS	Единица измерения интегральной громкости, учитывающая человеческое восприятие
True Peak (dBTP)	Истинный пиковый уровень сигнала после межсемпловой интерполяции
Dynamic Range	Динамический диапазон — разница между самым тихим и самым громким сигналом
Pan Law	Закон панорамирования: компенсация громкости при сдвиге от центра (обычно -3 дБ)
Bus/Group	Шина или группа каналов, объединенных для совместной обработки или маршрутизации
Send/Return	Посыл и возврат: метод маршрутизации сигнала для параллельной обработки (эффекты)
HPF/LPF	High/Low-Pass Filter: фильтры, пропускающие высокие или низкие частоты (обрезка краев)
M/S (Mid/Side)	Раздельная обработка центральной (Mid) и боковой (Side) составляющих стереосигнала
Sidechain	Управление работой процессора (часто компрессора) внешним аудиосигналом
Dithering	Подмешивание низкоуровневого шума при понижении разрядности для скрытия искажений

# Частотный спектр и эквализация



## 1. Субтрактивный EQ

Ослабляйте проблемные резонансы вместо усиления нехватających. Сохраняет запас громкости и естественность.

## 2. Применение HPF

Используйте срез низких (High-Pass) на 80-100 Гц для всех инструментов кроме баса/бочки, чтобы очистить микс от гула.

## 3. Контроль маскировки

Избегайте конфликтов: если инструменты конкурируют в 250-500 Гц, освободите место одному, сделав вырез в другом.

## 4. Усиление присутствия

Для выделения вокала или лид-инструмента делайте плавный подъем в диапазоне 2-5 кГц для улучшения читаемости.

# Баланс звуковых дорожек: принципы

## Приоритеты микса

- 1. Лидирующие элементы:** Вокал или солирующий инструмент - главный фокус внимания слушателя.
- 2. Ритм-секция:** Бочка и бас формируют фундамент (грув и энергию).
- 3. Поддержка:** Гитары, клавишные, пэды, перкуссия - заполняют пространство.

## Процесс выстраивания

- Начинайте только с фейдеров громкости и панорамы (без плагинов).
- Регулярно проверяйте микс в **режиме МОНО**.
- Сначала выстраивается фундамент (барабаны + бас), затем добавляется основа, в конце - лид.

## Контроль маскировки

Частотная маскировка возникает, когда два инструмента играют в одном диапазоне (напр., бочка и бас). Решение: эквалазация, панорамирование, или sidechain-компрессия для разделения конфликтующих элементов.

## ПИРАМИДА МИКСА



# Уровни громкости и динамический диапазон

## Пики мастер-шины

Ориентир — около **-6 dBFS**. Это обеспечивает необходимый **headroom** (запас по уровню) для последующего этапа мастеринга, предотвращая клиппинг.

## Цели по LUFS

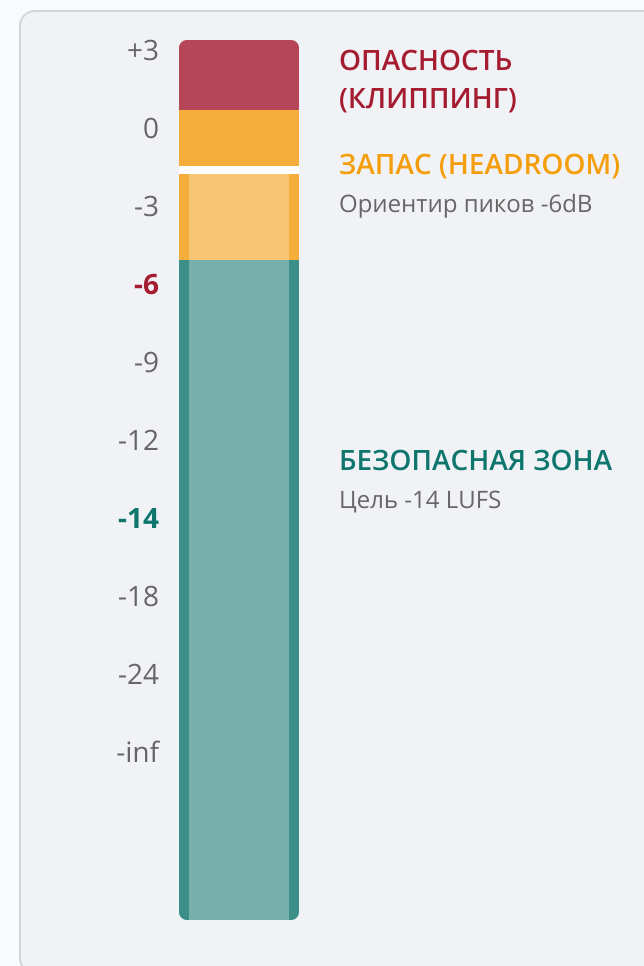
Интегральная громкость (LUFS) определяет воспринимаемую громкость. Для стриминговых платформ целевой уровень обычно составляет **-14 LUFS**.

## Crest Factor и транзиенты

Разница между пиковым и среднеквадратичным (RMS) уровнями. Важно сохранить транзиенты — не сплющивать ударные, оставляя миксу "дышать".

## Контроль True Peak

Истинные (межсэмповые) пики не должны превышать **-1 dBTP** на финальной стадии, чтобы избежать искажений при кодировании в lossy-форматы (MP3, AAC).



# Компрессия и динамическая обработка

## Ratio (Степень сжатия)

**Вокал:** 2:1 – 3:1 (естественный контроль пиков).

**Барабаны:** 4:1 и выше (для плотности и энергии).

**Бас-гитара:** 3:1 – 5:1 (для плотного фундамента).

## Attack / Release (Временные параметры)

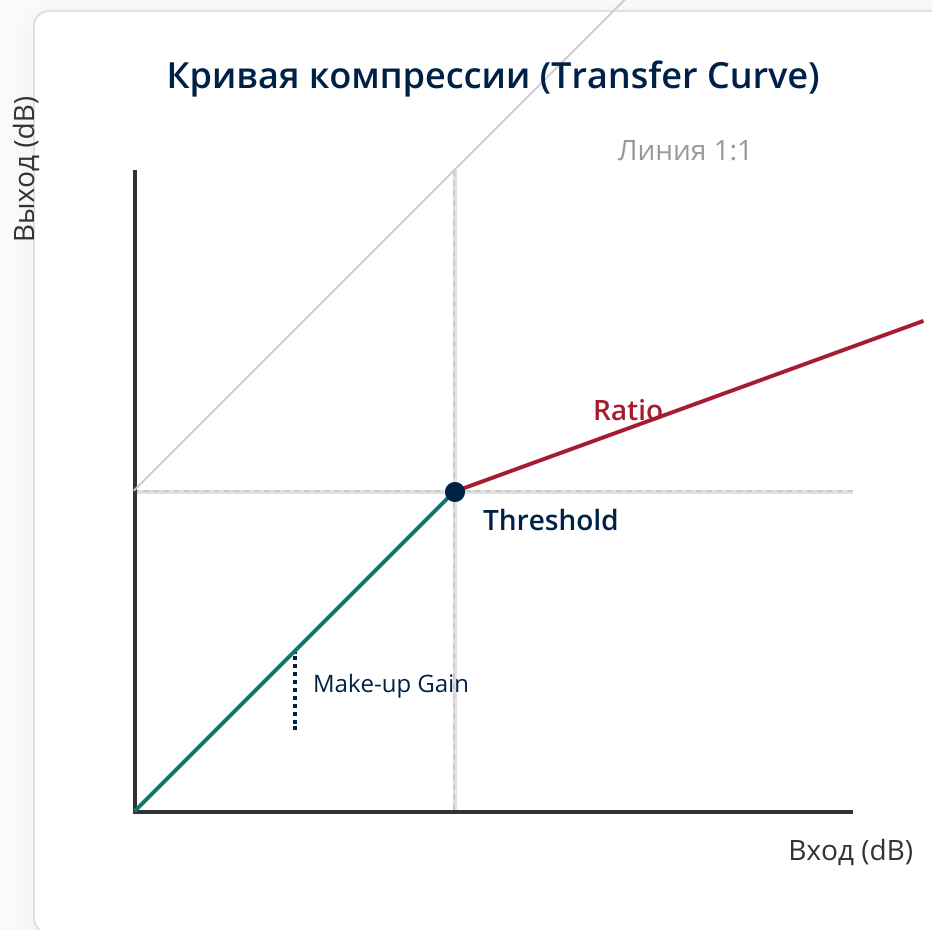
**Attack:** Определяет пропуск транзиентов. Для барабанов используйте более медленную атаку, чтобы сохранить "удар".

**Release:** Должен «дышать» в такт музыке. Слишком быстрый вызывает пампинг, слишком медленный — потерю динамики.

## Специальные техники

**Параллельная компрессия (NY Style):** Смешивание сильно сжатого сигнала с чистым оригиналом. Добавляет плотность, сохраняя естественные пики.

**Sidechain:** Управление компрессором от внешнего сигнала. Классика: бас проваливается («ducking») в момент удара бочки, освобождая место в НЧ-диапазоне.



# Панорамирование и стерео-картина

## Фундамент в центре (Mono)

Бочка (Kick), бас-гитара и лид-вокал традиционно размещаются строго по центру. Это обеспечивает плотность микса, мощный низкочастотный гул и идеальную моно-совместимость на клубных порталах и смартфонах.

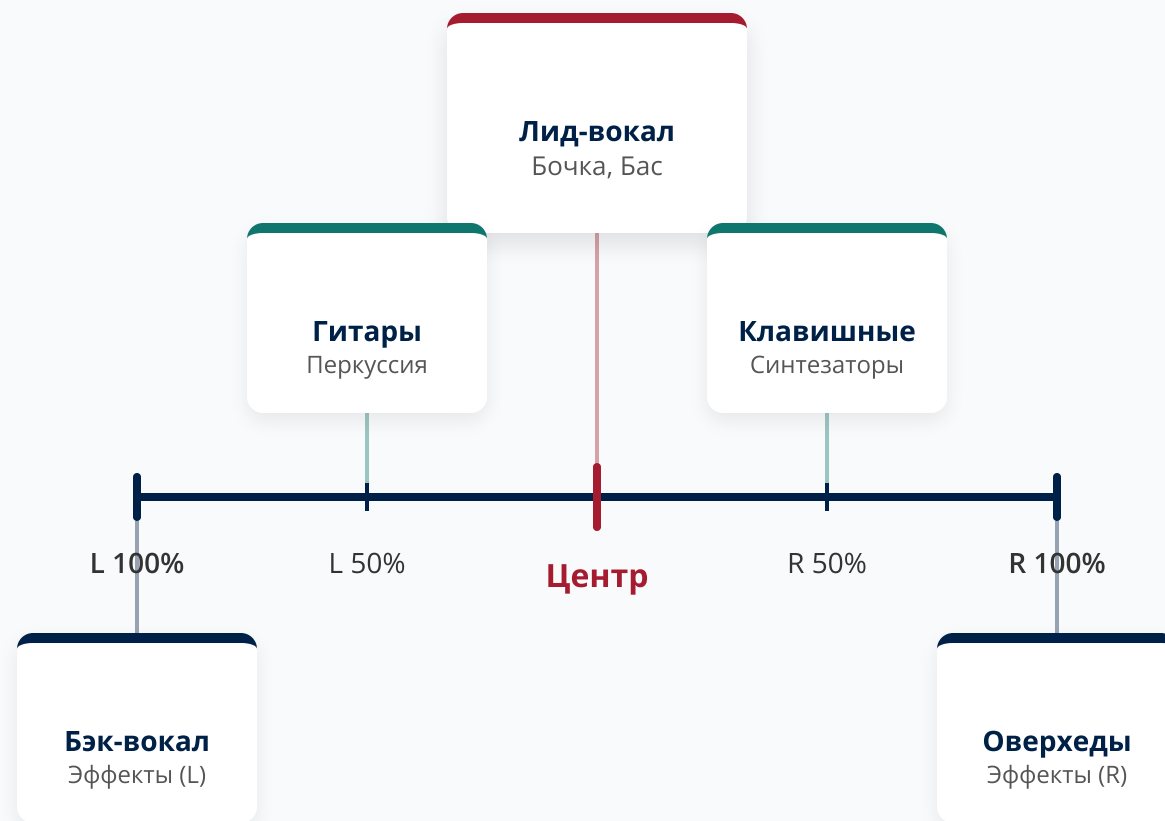
## Поддерживающие элементы (L/R)

Ритм-гитары, синтезаторы и перкуссия панорамируются на **30–70% L/R**, освобождая центр для вокала. Бэк-вокал, дабл-треки и пространственные эффекты (Reverb/Delay) разводятся на **100%** для создания максимального объёма.

## Технические аспекты стерео

**Pan Law (Закон панорамы):** Алгоритм компенсации громкости (обычно  $-3$  дБ) в центре, чтобы избежать скачков уровня при панорамировании.

**M/S Обработка:** Раздельный эквалайзинг моно-канала (Mid) и стерео-составляющей (Side) для безопасного расширения.



Широкая стерео-картина (ширина микса) формируется за счёт акустического контраста между плотным моно-центром и пространственно разведёнными инструментами.

# Сочетание речи и музыки: основы

## Главный приоритет

**Разборчивость речи** — важнейший аспект. Музыка и эффекты никогда не должны маскировать голос. Уровень фоновой музыки обычно устанавливается на  $-12...-18$  дБ относительно голоса.

## Ключевые техники

**Спектральное окно:** создание выреза в музыке (обычно 2–4 кГц) для презенса голоса.

**Ducking (Сайдчейн):** автоматическое снижение громкости музыки при появлении речи.

**Динамический EQ:** точечное подавление конфликтующих частот только в момент звучания голоса.

## Автоматизация громкости

Помимо автоматического ducking'a, необходима **ручная автоматизация** (Volume Automation). Она обеспечивает естественное звучание: музыка плавно поднимается в паузах и уходит на второй план перед началом фразы.

### Голос (Voice)

Основной источник сигнала (Управляющий)

### Ducking (Сайдчейн)

Процессор, реагирующий на голос

### Музыкальный фон (Music Bed)

Подавление громкости при наличии голоса

# Частотное разделение речи и музыки

ЭЛЕМЕНТ / ДИАПАЗОН	ОПИСАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ
Мужской голос (85–180 Гц)	Основной тон и "тело". Избыток здесь создает бубнение. Для ясности можно слегка вырезать на бэде.
Женский голос (165–255 Гц)	Основной тон. Более высокий, чем у мужского. Требует пространства в нижней середине музыкального фона.
Разборчивость (2–5 кГц)	Ключевой диапазон для понимания слов. Музыка не должна маскировать эту область (рекомендуется вырез -2...-4 дБ).
Шипящие и "воздух" (5–16 кГц)	5-8 кГц (сбилянты) - могут конфликтовать с тарелками. 8+ кГц - "воздух", добавляет яркость.
HPF на бэде (80–120 Гц)	Срез низких частот на музыке для предотвращения конфликта с голосом, особенно полезно для подкастов.
Дип на 2-4 кГц ( $Q \approx 1.2-1.8$ )	Плавное, не слишком узкое вырезание частот (на 2-4 дБ) в музыкальной подложке для освобождения места речи.
Многополосный сайдчейн	Динамическое приглушение только средних частот в музыке (например, 1-5 кГц), когда звучит голос (Ducking).

Примечание: избегать чрезмерного вырезания — важно сохранять музыкальность бэда.

# Эффекты и пространственная обработка

## Маршрутизация (Sends>Returns)

Использование параллельных шин (Aux Tracks) для реверберации и дилэя позволяет обрабатывать несколько инструментов одним эффектом, экономя ресурсы процессора и создавая единое пространство.

## Предзадержка (Pre-delay)

Установка pre-delay (обычно 20–80 мс) отделяет сухой сигнал от реверберационного хвоста, сохраняя артикуляцию и разборчивость (особенно важно для вокала).

## Ширина стерео (Stereo Width)

Создание объема за счет эффекта Хааса (задержка 10–30 мс между каналами), дабл-трекинга (двойников) и модуляционных эффектов (хорус, фленджер).

## Фильтрация эффектов

Срез низких (HPF) и высоких (LPF) частот на шинах возврата (Abbey Road trick: 600 Гц – 10 кГц) предотвращает замутнение микса и конфликт с басом.

Аудио  
Дорожка

Посыл (Send)

### FX Шина (Aux)

1. EQ (HPF/LPF)
2. Reverb (100% Wet)
3. Compressor / Sat.

Микс (Суммирование)

Dry Signal + Wet Signal (Возврат)

# Реверберация и задержка: настройки

## Типы реверберации

**Plate (Плита):** Отлично подходит для вокала, яркий и плотный звук.

**Room (Комната):** Натуральное звучание, подходит для барабанов и ритм-гитар.

**Hall (Зал):** Создает масштабную атмосферу, идеален для баллад и оркестра.

## Ориентиры RT60 (Время затухания)

**Современная музыка:** 0.8–1.5 секунды (сохраняет четкость и ритм).

**Баллады / Атмосфера:** 1.8–3.0 секунды (придает объем и глубину).

## Задержка (Delay) и фильтрация

**Расчет по BPM:** Формула  $60000 / \text{BPM} = \text{время четвертной ноты в мс}$ .  
Используйте dotted (с точкой) или triplet (триоли) деления для грува.

### Фильтрация FX (Эквалайзер Эбби Роуд):

HPF ~200 Гц (убирает муть), LPF 6–10 кГц (смягчает яркость, отделяет от основного сигнала).

### Основной сигнал (Dry)

Время: 0 мс

### Предзадержка (Pre-delay)

Время: 20-80 мс

### Ранние отражения

Первые отклики от поверхностей

### Хвост реверберации (Tail)

Плавное затухание (RT60)

# Этапы процесса сведения (workflow)

ШАГ	ОПИСАНИЕ
1. Подготовка сессии	Организация треков, цветовая кодировка, создание групп, очистка исходников от шумов
2. Гейн-стейджинг	Настройка оптимальных уровней сигнала по всей цепи без клиппинга (-12...-6 dBFS)
3. Черновой баланс	Предварительная установка уровней громкости фейдерами (с обязательной проверкой в моно)
4. Subtractive EQ	Субтрактивная эквалализация: удаление проблемных резонансов и фильтрация (HPF)
5. Компрессия	Динамическая обработка: контроль пиков, выравнивание динамики и склейка инструментов
6. Панорама	Распределение элементов в стереополе для создания ширины, глубины и частотного разделения
7. FX-сцена	Настройка пространственной обработки (реверберация, delay, сатурация) через шины посылов
8. Автоматизация	Динамическое изменение уровней громкости, панорамы и параметров эффектов во времени
9. Референсы A/B	Сравнение текущего микса с коммерческими эталонами (с обязательным выравниванием громкости)
10. Печать микса	Финальный контроль качества (QC) и экспорт стереосводки с требуемыми параметрами подготовки

# Подготовка материала к мастерингу

ЭТАП ПРОВЕРКИ	ТРЕБОВАНИЯ И ДЕТАЛИ
Отсутствие лимитера	Снять все максимайзеры и лимитеры с мастер-шины. Допустим лишь лёгкий склеивающий компрессор (glue, подавление $\leq 2$ дБ).
Headroom	Оставить запас громкости: пики должны быть на уровне около -6 dBFS (от -3 до -6 дБ). Сохранить динамический диапазон.
Частота и битность	Экспорт в оригинальной частоте проекта или выше (напр., 48 кГц или 96 кГц). Битность — не ниже 24 бит или 32 бит Float.
Пре- и пост-роллы	Оставить 1-2 пустых такта в начале трека и естественный хвост реверберации/задержки в конце перед обрезкой.
Отсутствие клиппинга	Ни один канал (отдельный или группа) не должен превышать 0 dBFS в процессе сведения.
Метаданные и ноты	Предоставить порядок треков, информацию об авторах (ISRC-коды), пожелания по паузам между композициями (для альбомов).
Стем-мастеринг (опция)	При необходимости экспортировать микс группами (барабаны, бас, гитары, вокал) для большей гибкости у мастеринг-инженера.
Референсы	Приложить 1-2 коммерческих трека в качестве ориентиров по громкости, частотному балансу и стерео-ширине.

# Экспорт и форматы аудиофайлов

НАЗНАЧЕНИЕ	ФОРМАТ	ПАРАМЕТРЫ
Мастер для мастеринга	WAV / AIFF	24/32-bit float, 44.1/48/96 кГц, interleaved, без dither. Пики ~ -6 dBFS
CD / Финал 16 бит	WAV	16-bit, 44.1 кГц, dither включен. TP < -1 dBTP
Стриминг (Spotify/Apple)	WAV (для загрузки)	24-bit, 44.1/48 кГц. Интегральная громкость -14 LUFS, TP -1 dBTP (во избежание клиппинга кодеков)
Высокое разрешение (Hi-Res)	FLAC / ALAC / WAV	24-bit, 96/192 кГц. Сохранение оригинальной частоты сессии
Пре-мастер стемы (Stems)	WAV (группы)	24/32-bit. Сумма всех стемов должна в точности равняться основному миксу (без эффектов на мастере)
Сжатое аудио (Draft/Promo)	MP3 / AAC	320 kbps CBR. Только для превью, не для финального производства
Видеопродакшн (Post)	WAV	24-bit, 48 кГц (стандарт для видео). Синхронизация по таймкоду

**Важные замечания:** Всегда проверяйте моно-совместимость перед финальным экспортом. Именование файлов должно быть четким и понятным (например: Artist\_Title\_Mix\_24b48k\_v1.wav). Избегайте нормализации (Normalize) при рендере, если трек идет на мастеринг.

# Контроль качества и референсы

## Сравнение с эталоном (A/B)

Сравнение вашего микса с коммерчески успешными треками в том же жанре. **Важно:** выравнивайте уровни громкости при сравнении, чтобы избежать психоакустической ошибки "громче значит лучше".

## Ключевые метрики

**Фазокорреляция:** Значение должно быть  $> 0$  (желательно 0.2–0.9). Отрицательные значения указывают на проблемы с фазой.

**Моно-совместимость:** Проверка микса в моно для выявления частотных конфликтов и пропадания элементов.

**Уровни (LUFS/TP):** Контроль интегральной громкости и истинных пиков для соответствия стандартам платформ.

## Аудиальные артефакты

**Внимательный поиск:** щелчков от склеек, цифрового клиппинга, чрезмерных сибилантов (свистящих звуков), низкочастотного гула и шумов оборудования.

### A/B Референс

Сравнение баланса и спектра

### Моно и Фаза

Проверка корреляции и моно-суммы

### Метрики LUFS / TP

Анализ громкости и пиков

### Поиск артефактов

Клики, клиппинг, сибиланты

# Мониторинг на разных системах



## Важность мультимониторинга

Студийные мониторы идеальны, но слушатели используют другие устройства. Проверка микса на разных системах (shit-контроль) обеспечивает хорошую трансляцию повсюду.

## Ключевые системы проверки

**Наушники:** закрытые (бас, детали) и открытые (пространство).

**Смартфон:** тест средних частот, моно-совместимость.

**Автомобиль:** экстремальный тест низов и разборчивости вокала.

**Саундбар/ТВ:** тест на стерео-расширение и "плоский" звук.

## Громкость прослушивания

**Кривые Флетчера-Мэнсона:** наше восприятие частот зависит от громкости. Обязательно проверяйте микс:

- На тихой: слышен ли вокал/лид? Не пропадает ли бочка?
- На громкой: не режет ли уши верхняя середина (2-5 кГц)?

## Матрица транслируемости: Система × Диапазон

	НЧ (Sub/Bass)	СЧ (Mid)	ВЧ (High)
Мониторы	Точный контроль	Ровный баланс	Детальность
Наушники	Адекватный саб, но без физ. удара	Широкое стерео (неестественное)	Микродетали, клики, слюни
Телефон	<b>Отсутствуют!</b>	Главный тест вокала (2-4 кГц)	Часто резкие
Автомобиль	Часто раздуты (гул 100-200 Гц)	Маскируются шумом дороги	Отражения от окон
Саундбар/ВТ	Искусственный саб-усилитель	Компрессия от DSP	Искусственное расширение

# Типичные ошибки при сведении



## Динамика и Пространство

**Перекомпрессия:** Убитые транзиенты, отсутствие "дыхания" в треке.

**Избыток реверберации:** "Грязь" в миксе, потеря разборчивости из-за отсутствия фильтрации на FX-каналах.

## Частоты и Баланс

**Маскировка частот:** Конфликты в диапазоне 200-500 Гц ("муть") и излишняя жесткость в 2-5 кГц.

**Отсутствие автоматизации:** Статичный микс, который не развивается и звучит неестественно.

## Контроль и Мониторинг

**Игнорирование акустики:** Сведение в необработанном помещении, неадекватная оценка НЧ.

**Отсутствие моно-чека:** Проблемы с фазой и потеря важных элементов при прослушивании в моно.



### Перекомпрессия

Решение: Контроль транзиентов



### Избыток реверберации

Решение: HPF/LPF на возвратах FX



### Маскировка частот

Решение: Субтрактивная EQ (200-500 Гц)



### Нет автоматизации

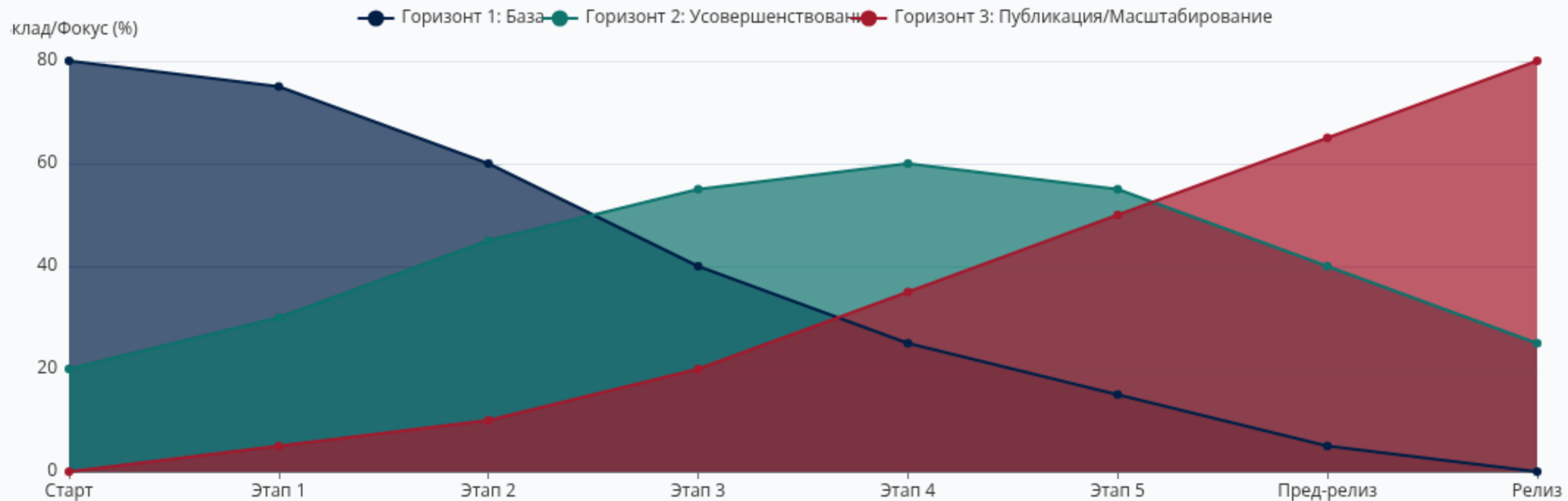
Решение: Прописывать уровни/панораму



### Нет моно-чека

Решение: Периодическая проверка в моно

# Модель трёх горизонтов развития микса



## Горизонт 1: База

Создание фундамента микса: гейн-стейджинг, статический баланс громкостей, базовое панорамирование и субтрактивная эквалализация.

## Горизонт 2: Усовершенствование

Оживление композиции: динамическая обработка (компрессия), пространственные эффекты (реверберация, задержка) и автоматизация параметров.

## Горизонт 3: Публикация

Финализация: подготовка к мастерингу, экспорт в нужные форматы, контроль качества (True Peak, LUFS) и проверка на различных системах.