ПРАКТИЧНИЙ ПОСІБНИК З ОБРОБКИ ЗВУКУ В REAPER · ESSB

Лімітер та кліпер у мовному тракті: прозорість чи щільність

Як працюють фінішні обмежувачі рівня, чи потрібно поєднувати їх разом та як налаштувати прозорий вихідний тракт без втомлюваності слуху.

1. Фізика роботи: у чому принципова різниця

Наприкінці ланцюжка обробки голосу перед подачею сигналу на трансивер стоїть завдання надійно обмежити короткі піки, щоб не допустити перевантаження ALC, цифрового кліпінгу та розширення смуги в ефірі. Для цього використовують два різні за принципом дії прилади — **лімітер (Limiter)** та **кліпер (Clipper)**.

Лімітер (Limiter) — це надшвидкий автоматичний регулятор гучності. Коли миттєвий пік звукової хвилі намагається перевищити встановлену стелю (наприклад, `-0.50 dBFS`), лімітер на кілька мілісекунд миттєво знижує загальне підсилення сигналу, а після проходження піку плавно повертає рівень назад. Форма хвилі при цьому не ламається, а тембр залишається максимально природним.

Кліпер (Clipper) — це жорсткий або м’який обрізувач верхівки хвилі. Він не має параметрів часу атаки чи відновлення і не змінює загальну гучність сигналу, а фізично зрізає (або закруглює) верхню частину піку, перетворюючи гостру вершину хвилі на плоску трапецію. За рахунок зміни форми хвилі виникають додаткові парні та непарні гармоніки.

2. Порівняння характеристик лімітера та кліпера

Параметр	Лімітер (True Peak Limiter)	Кліпер (Soft / Hard Clipper)
Принцип дії	Динамічно знижує підсилення всього сигналу на час піку з урахуванням атаки та відновлення.	Миттєво обрізає або закруглює саму верхівку хвилі вище заданого порогу.
Вплив на тембр	Максимально прозорий звук, збереження природного «дихання» та відкритості голосу.	Додає гармонійне насичення («жирок» і густину), наближає голос на передній план.
Побічний ефект при переборі	При глибокому придушенні (8–10 дБ і більше) з’являється ефект «підкачування» (пампінг) і просідання тіла голосу.	При надмірному зрізанні гармоніки перетворюються на хрипоту, «пісок» і швидку втому вух кореспондента.
Основне призначення в ESSB	Довгі, комфортні QSO, природний студійний тембр без спотворень і точний контроль стелі.	Підрізання коротких приголосних голок (1–3 мс) та пробивна енергетика у складному проходженні.

3. Чи потрібно застосовувати кліпер і лімітер разом?

Обов’язкової потреби ставити кліпер перед лімітером **немає**. Вибір залежить від того, яке саме завдання ви ставите перед своїм сигналом в ефірі:

- **Коли достатньо одного якісного лімітера:** якщо ваша мета — живий, прозорий та неутомливий голос для тривалих щоденних QSO. Будь-який кліпер вносить нелінійні спотворення (гармоніки), які на великій гучності або при тривалому прослуховуванні поступово втомлюють слух співрозмовника. Сучасний True Peak лімітер сам упевнено тримає піки без додаткових приладів.
- **Коли зв’язка «Soft Clipper + Limiter» виправдана:** якщо потрібно отримати максимальну середню щільність (`RMS`) у складному ефірі або під час пайлапів. У такому разі м’який кліпер ставлять *перед* фінішним лімітером і налаштовують дуже делікатно — так, щоб він підрізав лише найкоротші приголосні сплески («п», «т», «к») буквально на `1–2 дБ`. Це розвантажує лімітер, зменшує його `Gain Reduction` і дозволяє уникнути просідання гучності на гострих піках.

4. Практика налаштування фінішного лімітера (на прикладі Volume Dealer)

Навіть один лімітер може звучати або як жорстка цегляна стіна, або як м’який компресор — усе залежить від налаштування форми коліна та запасу до цифрового нуля `0 dBFS`:

1. **Вихідна стеля (`OUTPUT CEILING`):** встановлюйте на рівні `-0.50 dBFS` із увімкненою передискретизацією високої якості (`QUALITY: HIGH`). Це гарантує, що жоден міжсемпловий пік (True Peak) не перевищить `0 dBFS` і не викличе цифрового перевантаження на вході трансивера.
2. **М’якість коліна (`EDGE ROUNDING`):** при значенні `0%` (`CLEAN`) прилад працює як класичний жорсткий лімітер і вмикається лише при торканні стелі `-0.50 dBFS`. При високих значеннях (понад `60–75%`, ближче до `ROUND`) придушення починається приблизно за `6 дБ` до стелі, і лімітер починає поводитися як компресор із фіксованим порогом, згладжуючи динаміку мови. Оптимальний робочий діапазон для природного голосу становить **`0–30%`** (близько `15–20%`).
3. **Робоче придушення (`GAIN REDUCTION`):** на звичайній розмовній фразі достатньо, щоб лімітер підрізав піки в межах `3–6 дБ`. Якщо придушення постійно перевищує `8–10 дБ`, варто зменшити вхідний рівень до лімітера, щоб зберегти відкритість тембру.

> **Практичний підсумок для мовного тракту**
>
> Не ускладнюйте ланцюжок без потреби: кожен зайвий прилад вимагає точного узгодження рівнів і може непомітно забрати природність мови. Для комфортного ESSB достатньо одного правильно налаштованого True Peak лімітера наприкінці тракту зі стелею `-0.50 dBFS` та м’якістю коліна в межах `15–20%`. Кліпер варто залишати лише як окремий інструмент на випадок роботи в тяжких умовах проходження.