

Компаньон к статье 4.14 блока 4. Печать А4.

## 1. Соотношения квантователей по типам кадров (x264, дефолты)

| Ручка     | Дефолт | Смысл                                          | Эффект при базовом QP 22         |
|-----------|--------|------------------------------------------------|----------------------------------|
| --ipratio | 1.40   | QP I-кадра = 1.40 × QP P-кадра                 | I QP ~19 (-3 от P)               |
| --pbratio | 1.30   | QP B-кадра = 1.30 × QP P-кадра                 | B QP ~24 (+2 от P)               |
| --qcomp   | 0.60   | complexity <sup>0.60</sup> — вес битов на кадр | сложные сцены — меньше пропорции |

## 2. Каскад QP по временным уровням (8-кадровая mini-GOP, HEVC)

| Уровень | Роль кадра    | QP-офсет | Почему                                         |
|---------|---------------|----------|------------------------------------------------|
| 0       | якоря (I, P)  | QP + 0   | опора для всех остальных кадров mini-GOP       |
| 1       | якорь mid-GOP | QP + 1   | опора для уровней 2 и 3                        |
| 2       | опорный B     | QP + 2   | используется 1 раз — кадром уровня 3           |
| 3       | листовой B    | QP + 3   | не используется; искажение не распространяется |

## 3. Lookahead по сценариям

| Сценарий               | Задержка      | Lookahead (кадры)       | Трекер распространения  |
|------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|
| WebRTC, конференции    | < 1 с         | 0–8                     | выключен                |
| LL-HLS, live-ингест    | 1–3 с         | 16–40                   | MB-tree / CU-tree вкл.  |
| HLS, DASH live         | 3–10 с        | 40–60                   | MB-tree / CU-tree вкл.  |
| VOD, архив (1 проход)  | не ограничена | 60–120                  | MB-tree / CU-tree / TPL |
| VOD, архив (2 прохода) | не ограничена | статистика 1-го прохода | MB-tree / CU-tree / TPL |

## 4. Карта ручек по энкодерам

| Энкодер       | Lookahead            | Трекер распространения   | Выключить (для low-latency) |
|---------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| x264          | --rc-lookahead N     | (MB-tree вкл. по умолч.) | --no-mbtree                 |
| x265          | --rc-lookahead N     | (CU-tree вкл. по умолч.) | --no-cutree                 |
| libaom-AV1    | --lag-in-frames N    | --enable-tpl-model=1     | --enable-tpl-model=0        |
| SVT-AV1       | --lookahead N        | (TPL вкл. по умолч.)     | --enable-tpl-la 0           |
| VPenC (H.266) | управляется пресетом | лагранжиан по уровням    | пресет 'faster'             |

## 5. Проверка по поккадровому логу

- Средний QP I-кадра должен быть ~на 3 QP ниже QP P-кадра (ipratio 1.40).
- Средний QP B-кадра должен быть ~на 2 QP выше QP P-кадра (pbratio 1.30).
- Соотношение средних размеров I : P : B — примерно 5 : 2 : 1 при том же качестве.
- Если соотношение I : P превышает ~15 : 1, распределитель моряит P/B; ждите пульсации на keyframe.
- При включённом MB-tree / CU-tree / TPL ручной тюнинг ipratio / pbratio в основном игнорируется.

## 6. Типичные грабли

- Длина GOP не степень двойки: B-иерархия не может задействовать полную глубину пирамиды.
- Lookahead 0 в live: MB-tree / CU-tree / TPL фактически выключены; теряете 5–15% битрейта.
- Смешение статистики двух проходов с разных пресетов: сложности расходятся; перезапустите первый проход.
- Слишком короткий keyframe interval относительно ABR-сегмента: каждый сегмент начинается с дорогого I-кадра.