

К статье 4.13 Блока 4. Печать на A4.

1. Пять режимов с одного взгляда

Режим	Держит фиксированным	Отпускает	Когда использовать
CBR	битрейт	качество	live ingest, конференции, узкая труба
VBR (2-pass)	средний битрейт	мгновенный битрейт	VOD: важно среднее
CRF	перцептивное качество	битрейт	архив, мастеринг, без cap
ABR (rate-control)	текущее среднее	мгновенный битрейт	VOD без 2-pass
Capped CRF	качество + потолок	битрейт ниже потолка	временный стриминг, ABR-rung, дефолт

2. FFmpeg-рецепты (по одной строке, x264 / x265 / AV1)

CBR x264 (live ingest): -c:v libx264 -preset veryfast -b:v 4M -maxrate 4M -minrate 4M -bufsize 4M -g 60
 2-pass VBR x264 (VOD): -c:v libx264 -b:v 4M -pass 1/2 -an -f mp4 /dev/null потом -pass 2 ... out.mp4
 Plain CRF x264 (архив): -c:v libx264 -preset slow -crf 22
 Capped CRF x264 (стриминг): -c:v libx264 -preset medium -crf 22 -maxrate 5M -bufsize 10M
 Capped CRF x265 (стриминг): -c:v libx265 -preset medium -crf 26 -x265-params vbv-maxrate=5000:vbv-buffersize=10000
 Capped CRF SVT-AV1 (стриминг): -c:v libsvtav1 -preset 6 -crf 30 -maxrate 5M -bufsize 10M

3. Правила сайзинга VBV-буфера

Приложение	bufsize / maxrate	Почему
WebRTC / конференции	0.25 — 0.5	любая буферизация = аудио-лаг / эхо
Live broadcast (Twitch / YouTube)	1.0	низкая задержка, предсказуемый ingest
VOD-стриминг (HLS / DASH)	2.0	комфортный headroom через границы сцен
Broadcast-ингест (DVB / ATSC)	4.0 — 8.0	высокое качество, агрессивный reorder
Архив / мастеринг	бесконечный (без -maxrate)	буфер нерелевантен, доминирует CRF

4. Дерево решений — какой режим

Live? да → бюджет задержки? до 500 мс → CBR + малый VBV (WebRTC). 1–3 с → CBR @ ingest (Twitch / YouTube).
 VOD? да → ABR-лестница? да → Netflix-масштаб? да → per-shot capped CRF. нет → per-title capped CRF.
 Один VOD-файл (не ABR)? да → CRF (без cap). Архив: x264 CRF 18 / x265 CRF 22 / SVT-AV1 CRF 26.
 Видеонаблюдение? да → capped CRF с низким cap, под disk-day budget.

5. Частые ошибки (и как чинить)

bufsize == maxrate → используйте 2x для VOD, 1x для live; меньше — только если есть причина по задержке.
 CRF для ABR-rung без cap → используйте capped CRF с maxrate = номинал rung.
 Two-pass на live → невозможно; используйте capped CRF или CBR для live.
 Сравнение пресетов на iso-CRF → всегда сравнивайте на iso-bitrate или iso-VMAF.
 -b:v и -crf вместе → конфликтуют; выигрывает -crf. Выбирайте что-то одно.

6. Что делают большие игроки (срез 2026)

Netflix — per-shot capped CRF, VMAF-тюнинг, ~30% экономии vs per-title (Dynamic Optimizer).
 YouTube — per-title capped CRF для VOD; CBR для live, keyframes каждые 2 с.
 Twitch — CBR end-to-end, keyframes каждые 2 с, без per-title.
 Disney+ / Hulu / HBO — per-title capped CRF на AWS Elemental / Bitmovin, x265 или AV1.
 Zoom / Teams — CBR поверх WebRTC, VBV ~250–500 мс, SVC-слои сверху.