

К статье 5.3 Блока 5. Печать на А4.

1. Четыре вопроса (идите сверху вниз)

- Q1. Единичный VOD-мастер с макс. качеством? ДА -> software (x265 / SVT-AV1 / x264)
- Q2. Sub-second end-to-end задержка? ДА -> GPU + media engine CPU (NVENC + QSV / VTBox)
- Q3. Более 50 одновременных live-каналов? ДА -> VPU / ASIC (NETINT Quadra T1U/T2A или AMD Alveo MA35D)
- Q4. AI-инференс на том же чипе? ДА -> GPU (NVENC/VCN); иначе -> GPU минимального tier

2. Одновременные потоки 1080p30 HEVC на устройство (типовые цифры 2026)

Устройство	Потоки	Мощность	Сильная сторона
CPU 2x 64-ядра (libx265 medium)	~10	~600 Вт	Лучшее качество на бит
Потреб. GPU NVENC (RTX 5070)	~12	~220 Вт	Дёшево и повсеместно
DC-GPU NVENC (NVIDIA L40S)	~30	~300 Вт	Multi-NVENC + AI
Intel Arc B580 (QSV/Battlemage)	~12	~190 Вт	Самый дешёвый AV1
AMD RX 9070 XT (VCN 5.0)	~14	~300 Вт	B-frame AV1, конкурент
Apple M4 Max (VideoToolbox)	~6	~70 Вт	Низкий power HEVC+ProRes
NETINT Quadra T1U VPU	~16	~40 Вт	Макс. потоки на ватт
NETINT Quadra T2A (dual G5)	~32	~75 Вт	DC-масштаб, AV1 native

3. Четыре команды FFmpeg, которые реально нужны

```
NVENC (NVIDIA) : ffmpeg -hwaccel cuda -hwaccel_output_format cuda -i in.mp4 \
                  -c:v h264_nvenc -preset p5 -tune hq -cq 23 out.mp4
QSV (Intel)     : ffmpeg -hwaccel qsv -hwaccel_output_format qsv -i in.mp4 \
                  -c:v hevc_qsv -preset medium -global_quality 23 out.mp4
VideoToolbox   : ffmpeg -i in.mov -c:v hevc_videotoolbox -q:v 50 -tag:v hvc1 out.mp4
AMF (AMD)      : ffmpeg -i in.mp4 -c:v av1_amf -quality quality -qp_i 24 -qp_p 26 out.mp4
```

4. Качество vs скорость — правила (1080p, тот же битрейт)

- x265 medium — базовый VMAF (топ на медленных пресетах)
- SVT-AV1 preset 6 — +1..+2 VMAF к x265 medium, ~2x медленнее x264
- NVENC HEVC p5 — -1..-2 VMAF к x265, в 20-50x быстрее
- QSV HEVC medium — -1..-3 VMAF к x265, скорость близка к NVENC
- VCN 5.0 AV1 — -1..-2 VMAF к SVT-AV1 preset 8, hardware-fast
- VideoToolbox HEVC — -2..-4 VMAF к x265, минимальный power на Apple
- NETINT Quadra AV1 — -1..-3 VMAF к SVT-AV1, реалтайм на 16+ потоках на карту

5. Частые ошибки (и как чинить)

Ошибка	Решение
В дистрибутиве FFmpeg нет NVENC	BtbN static build или сборка с --enable-nvenc
Сравнение энкодеров только по VMAF	Парить VMAF с PSNR и одним субъективным проходом
AV1 live-стрим зависает	На live — H.264/HEVC; AV1 — вторым проходом
Apple HEVC немой в Safari	Добавьте -tag:v hvc1 (дефолтный hev1 не играет)
QSV насыщен на хосте конференций	Профилируйте end-to-end, а не только encode-speed
Покупка VPU ниже 50 потоков	GPU дешевле в этом масштабе; VPU окупается от 50+
Старый NVENC session-лимит	Обновите драйвер до 522.25 или новее

6. Выбор по workload (одной строкой)

- Live-конференции -> QSV/VideoToolbox на клиенте, NVENC на SFU (latency first).
- Live-бroadкаст / OTT-> NETINT Quadra T1U/T2A выше 50 каналов; NVENC L40S ниже.
- Per-title VOD -> SVT-AV1 software для каталога; NVENC AV1 UHQ для fast-tier.
- Единичный мастер -> x265 slow или SVT-AV1 preset 4 на CPU; железо не нужно.
- AI + encoding -> NVIDIA GPU; NETINT 36 TOPS NPU для ROI / content-aware RC.