

Спутник статьи 5.8 из Блока 5. Печать на A4 или US Letter.

## Пять стадий и данные, которые они передают

| Стадия        | Вход    | Выход   | Доля CPU | Что делает                                   |
|---------------|---------|---------|----------|----------------------------------------------|
| <b>Demux</b>  | bytes   | packets | <1%      | Распаковывает контейнер (MP4, MKV) на потоки |
| <b>Decode</b> | packets | frames  | 8-15%    | Декомпрессирует packets обратно в пиксели    |
| <b>Filter</b> | frames  | frames  | 5-15%    | Scale, deinterlace, color, denoise, overlay  |
| <b>Encode</b> | frames  | packets | 70-85%   | Сжимает пиксели в целевой кодек              |
| <b>Mux</b>    | packets | bytes   | <1%      | Перемежает и пишет выходной контейнер        |

## Первое решение: вам реально нужен транскод?

Меняем только контейнер (MKV -> MP4, MP4 -> TS)? -> REMUX. Без decode и encode.

```
ffmpeg -i in.mkv -c copy out.mp4
```

Меняем кодек, разрешение, битрейт, цвет? -> TRANSCODE. Полный пайплайн.

## FFmpeg-рецепты, которые реально пригодятся

### VOD H.264 1080p, x264 slow, CRF 21:

```
ffmpeg -i in.mov -c:v libx264 -preset slow -crf 21 -c:a aac -b:a 128k out.mp4
```

### Трёхступенчатый ABR ladder (1080/720/480) одной командой:

```
ffmpeg -i in.mov -filter_complex "[0:v]split=3[a][b][c];\n[a]scale=1920:1080[v1];[b]scale=1280:720[v2];[c]scale=854:480[v3]" \n\n-map "[v1]" -c:v:0 libx264 -crf 21 -map "[v2]" -c:v:1 libx264 -crf 22 \n\n-map "[v3]" -c:v:2 libx264 -crf 23 out_%v.mp4
```

### GPU-пайплайн (NVDEC -> scale\_npp -> NVENC) без копий через PCIe:

```
ffmpeg -hwaccel cuda -hwaccel_output_format cuda -i in.mp4 \n\n-vf "scale_npp=1920:1080" -c:v h264_nvenc -preset p5 -cq 23 out.mp4
```

### Чистка live ingest (пересоздать timestamps):

```
ffmpeg -fflags +genpts -avoid_negative_ts make_zero -i in.ts out.mp4
```

## Четыре ошибки, которых стоит избегать

1. Пере-кодируете, когда нужен был только remux. Контейнер или пиксели — спросите себя.
2. Мешаете CPU и GPU стадии. Выбирайте одно устройство на весь пайплайн.
3. Забываете -map 0:a. Молча уроненный звук — самый частый баг 'выход в тишине'.
4. Доверяете live ingest timestamps. Используйте -fflags +genpts и make\_zero.

## Бесплатные 2-3х на многоядерных машинах

Обновитесь с FFmpeg 6 на 7. Per-stage scheduler даёт каждой стадии свой поток, с bounded queues между ними. Изменение команды не требуется.