

Компаньон к статье 4.2 из Блока 4. Печатать на A4 или US Letter.

Пять стадий по порядку

- 1. Partition** Разбить кадр на блоки переменного размера (от 4x4 до 128x128).
- 2. Predict** Построить прогноз из уже закодированных верхних и левых соседей.
- 3. Residual** Оригинал минус прогноз. В основном маленькие числа и нули.
- 4. Transform** DCT (или ADST). Из пространственного остатка в частотные коэффициенты.
- 5. Quantize + Entropy** *** Единственная lossy-стадия. *** Потом упаковка CABAC / multi-symbol.

Intra prediction modes по кодекам

Кодек	Год	Режимы (luma)	Спец. инструменты
JPEG	1992	0 (DC predictor только на DC-коэфф.)	
H.264 / AVC	2003	9 (DC + Planar + 7 angular)	-
VP9	2013	10 (DC + TM + 8 angular)	TM predictor
H.265 / HEVC	2013	35 (DC + Planar + 33 angular)	Tx 4x4 до 32x32
AV1	2018	~95 (56 angular + Smooth x3 Cfl, Palette)	Cfl, Palette, IBC, recursive
H.266 / VVC	2020	67 (DC + Planar + 65 angular)	MIP, MRL, ISP, CCLM, PDPC
AV2 (AVM, разраб.)	2025	набор AV1 + learned режимы	data-driven, улучш. Cfl

Keyframe interval — что ставить и когда

- VOD / Netflix-стиль** 10-15 секунд. Минимальный размер файла. Live-аудитории нет.
- HLS / DASH ABR** 2-6 секунд. Обязательно по границам сегментов для переключения битрейта.
- Low-latency / live** 1-2 секунды или меньше. Жертвуем сжатием ради быстрого tune-in.
- WebRTC** Keyframe по запросу через PLI / FIR. Настройка под packet-loss recovery.
- All-intra production** Каждый кадр. ProRes, Avid DNx, Sony XAVC-I. Frame-accurate монтаж.

Частые ошибки

- Quant — единств. lossy шаг** Predict / Transform / Entropy обратимы. Крутите QP, не остальное.
- Больше режимов != больше сигнал** Сигнализация режима стоит бит. Убывающая отдача после ~30-40 режимов.
- Смены сцен — принуд. I-кадр** Иначе первый P-кадр после склейки почти такого же размера.
- Screen content — другой** Palette + IBC выигрывают там, где angular теряет. Нужно для скринов.
- HLS требует выравнивания** Граница сегмента без keyframe = зависшее переключение битрейта.
- Production-кодеки all-intra** Файлы в ~270x больше H.264 VOD. Цена frame-accurate монтажа.