

1 Стандарты телевизионного вещания

1. Стандартная четкость

Обозначение	SD (PAL)	SD (NTSC)
Ширина*Высота	720*576	720*480
Соотношение сторон (Ш:В, (В/Ш)*100%)	4:3, 75%	4:3, 75%
Число кадров в секунду (fps) (Progressive)	25	30
Число точек в одном кадре	414720	345600
Число точек на экране за секунду	10368000	10368000

2. Высокая четкость HD (промежуточные стандарты)

Обозначение	720p 25 fps	1080p 25 fps
Ширина*Высота	1280*720	1920*1080
Соотношение сторон (Ш:В, (В/Ш)*100%)	16:9, 56,25%	16:9, 56,25%
Число кадров в секунду (fps) (Progressive)	25	25
Число точек в одном кадре	921600	2073600
Число точек на экране за секунду	23040000	51840000

2. Высокая четкость FullHD (современные стандарты)

Обозначение	1080p 50 fps	1080p 60 fps
Ширина*Высота	1920*1080	1920*1080
Соотношение сторон (Ш:В, (В/Ш)*100%)	16:9, 56,25%	16:9, 56,25%
Число кадров в секунду (fps) (Progressive)	50	60
Число точек в одном кадре	2073600	2073600
Число точек на экране за секунду	103680000	124416000

2 Цифровое представление потока

CS — структура дескритизации (Chroma subsampling),

BD — глубина квантования (Bit depth),

BR — скорость потока (Bit rate).

Для SD при частоте дискретизации 13,5 МГц

CS	BD	BR	Bits/(Pixel*Frame)	Степень компрессии
4:4:4	8	249,0 Mbps	24	100%
4:2:2	8	166,0 Mbps	16	66,7%
4:2:0	8	124,5	12	50%

Для 1080p 50 fps при частоте дискретизации 135 МГц

CS	BD	BR	Bits/(Pixel*Frame)	Степень компрессии
4:4:4	8	3,564 Gbps	24	100%
4:2:2	8	2,376 Gbps	16	66,7%
4:2:0	8	1,782 Gbps	12	50%

3 Стандарты сжатия видеопотока

Лучший на 2010 г. это стандарт AVC/H.264. При $\text{Bits}/(\text{Pixel} \cdot \text{Frame})=0,119$ (max) (0,4958% или в 202 раза), метрика SSIM(fast) = 97,312%. Минимум $\text{Bits}/(\text{Pixel} \cdot \text{Frame})=0,138$ (0,575% или в 174 раза).

Если считать собственную эффективность кодека, то она равна: $\min 0,138/12=1,15\%$ (в 87 раз), $\max 0,119/12=0,99\%$ (в 101 раз).

3.1 Рекомендации к плотности цифрового потока для x264

Стандарт	kbps	$\frac{\text{bit}}{p \cdot f}$ (max)	1 MiB/мин (мин)	1 MiB/час (мин)
SD	1200	0,119	8,8 (6,0)	527 (352)
720p 25 fps	3000	0,133	22,0 (13,0)	1318 (784)
1080p 25 fps	7000	0,138	51,3 (29,0)	3076 (1762)
1080p 50 fps	14000	0,138	102,5 (58,7)	6152 (3520)
1080p 60 fps	16000	0,132	117,2 (61,4)	7032 (3682)

4 Программное обеспечение

- (i) Плеер: MPCNC (Media Player Classic - Home Cinema), free.
- (ii) Конвертор: AVC (Any Video Converter), free.
- (iii) Работа с контейнером mkv: mkvmerge GUI, free.
- (iv) Объективные метрики видео: MSU Video Quality Measurement Tool, free.
- (v) Набор кодеков: K-Lite Codec Pack xxx Mega, free.
- (vi) Информация о видеопотоке: Media Info, free.
- (vii) Обработка видео: Media Coder (Best), Virtual Dub, AviSynth, Smooth Video Pack, free.

5 Настройки кодека x264

5.1 Параметры

Параметр 1. Bitstream profile — High 2. Bitstream level — 5.1 3. P-frame Quantitizer — 26 4. Maximum interval between IDR-frames — 250 (keyint=250) 5. Minimum interval between IDR-frames — 25 6. Frames used as predictors in B and P frames — 1 7. Maximum B-frames between B and P frames — 4 8. Adaptive B-frames decision method — Fast 9. B-frames used as for predicting — false 10. Alpha parameter of deblocking filter — 0 11. Beta parameter of deblocking filter — 0 12. Use CABAC — true 13. Minimum quantizer — 10 (qpmin=10)

14. Maximum quantizer — 51 (qpmax=51) 15. Quantizer step — 4 (qpstep=4)
 16. Maximum local bitrate — 0 17. Averaging period for maximum local bitrate — 0 18. Initial buffer occupancy — 0.900000 19. Quantizer compression percentage — 60 20. Direct macroblocks prediction — Auto 21. Use weighted prediction for B-frames — true Опция включает взвешенное предсказание B-фреймов, что приводит к улучшенной точности предсказаний. 22. Enable all macroblock type — false 23. Adaptive spatial transform size — false 24. Fullpixel motion estimation algorithm — Uneven Multi-Hexagon Оценка движения (me=umh) — выбор способа обнаружения движения: 1. Diamond (me=dia) качество: самое низкое, скорость: самая высокая 2. Hexagonal (me=hex) 3. Uneven Multi-Hexagon (me=umh) 4. Exhaustive (me=esa) 5. 6. 7. Hadamard exhaustive качество: самое высокое, скорость: самая низкая 25. Motion search radius — 16 Диапазон оценки (me range=16) 26. Ignore chroma in motion estimation — false 27. Subpel refinement quality — 6 28. Psychovisual optimization strength for RDO — 1.000000 29. Psychovisual optimization strength for Trellis — 0.000000 30. Mixed reference frame — false опция, для лучшего управления кадрами-ссылками (B-frames). Она доступна, когда установлено не менее двух B-фреймов. 31. Rate-distortion optimal quantization (trellis) — Enabled only for the final encode (trellis=) 32. How AQ distributes bits — Variance AQ 33. Reduce blocking and blurring in flat and texture areas — Normal 34. Intra luma quantization deadzone — 11 35. Inter luma quantization deadzone — 21 36. Performs early skip detection in P-frames — true 37. Eliminate DCT block with small coefficient — true 38. Noise reduction — 0 39. Interlaced video content — false (interlaced=0) 40. Global header — false 41. Use access unit delimiters — false 42. Enable picture timing data — false 43. Set SPS and PPS id numbers — 0 44. Threads (0 for auto) — 0 45. Non-deterministic — true 46. Crop overscan setting — Undefined 47. Video format — Undefined 48. Full range samples setting — false 49. bitrate=1200

5.2 Анализ опций кодека x264

Заметим сначала, что оптимальный показатель для кино которого я добился 03.01.20011: SSIMM=97,315% (b/(p*f)=0.116).

В 2006 году его добились для "ранчо"(704x288 24 fps) при 1050 kbps (b/(p*f)=1050*0,00021=0,221)

Приведем эти настройки: cabac=0 / ref=2 / deblock=1:0:0 / analyse=0x3:0x3 / me=umh / subme=6 / psy=1 / psy rd=1.00:0.00 / mixed ref=1 / me range=16 / chroma me=1 / trellis=0 / 8x8dct=1 / cqm=0 / deadzone=21,11 / fast pskip=1 / chroma qp offset=-2 / threads=3 / sliced threads=0 / nr=0 / decimate=1 / interlaced=0 / constrained intra=0 / bframes=0 / weightp=2 / keyint=250 / keyint min=25 / scenecut=40 / intra refresh=0 / rc lookahead=40 / rc=2pass / mbtree=1 / bitrate=1200 / ratetol=1.0 / qcomp=0.60 / qpmin=10 / qpmax=51 / qpstep=4 / cplxblur=20.0 / qblur=0.5 / ip ratio=1.40 / aq=1:1.00

№	опция	оптимально параметр в VD	перевод
1	cabac	0 -no-cabac	
2.	ref	2 -ref 2	
3.	deblock	1:0:0 —	
4.	analyse	0x3:0x3 -partitions i8x8,i4x4	
5.	me	umh -me umh	Оценка движения — выбор способа обнаружения движения: 1. Diamond (me=dia) качество: -, скорость: + 2. Hexagonal (me=hex) 3. Uneven Multi-Hexagon (me=umh) 4. Exhaustive (me=esa) 5. Hadamard exhaustive (me=tesa) качество: +, скорость: -
6.	subme	6 -subme 6	Детализация пикселей
7.	psy	1 —	
8.	psy rd	1.00:0.00 —	
9.	mixed ref	1 —	
10.	me range	16 —	
11.	chroma me	1 —	
12.	trellis	0 —	
13.	8x8dct	1 —	
14.	cqm	0 —	
15.	deadzone	21,11 —	

№	опция	оптимально параметр в VD	перевод
16.	fast pskip	1 —	
17.	chroma qp offset	-2 —	
18.	threads	3	
19.	sliced threads	0 —	
20.	nr	0 —	
21.	decimate	1 —	
22.	interlaced	0 —	
23.	constrained intra	0	
24.	bframes	0 -bframes 0	
25.	weightp	2 —	
26.	keyint	250 —	
27.	keyint min	25 —	
28.	scenecut	40 —	
29.	intra refresh	40 —	
30.	rc lookahead	40 —	
31.	rc	2pass —	Число проходов
32.	mbtree	1 —	
33.	bitrate	1200 —	Битрейт
34.	ratetol	1.0 —	
35.	qcomp	0.60 —	
36.	qpmin	10 —	
37.	qpmax	51	
38.	qpstep	4 — 5	
39.	cplxblur	20.0 —	
40.	qblur	0.5 —	
41.	ip ratio	1.40	
42.	aq	1:1.00	

Замечания: - — плохое качество или скорость, + — хорошее качество или скорость

Для сравнения изменения скорости кодирования(t) — качества (SSIM) примем в качестве базовых настроек, настройки приведенные выше. Постоянным показателем является битрейт (0,116 b/(p*f)).

Итак сильно влияют на качество: 1. битрейт до 0.135 b/(p*f) — оптимально
2. число проходов: 2 — оптимально 3. способ оценки движения me=umh — оптимально

Сравним теперь качество SSIM и время обработки при постоянном битрейте 0.135 b/(p*f), при изменении различных опций:

Приемлемое время обработки 3:1, Изменение качества: 0,1% — существенно, 0,01% — не существенно.

0. Исходник (me=umh, Preset=Medium):

SSIM=97,211%

t=9 (1,8:1)

1. Если сравнивать 2-проход с 1-проход,

SSIM=97,315%

t=14 (2,6:1)

SSIM падает на 0,104% (существенно), время обработки уменьшается на 1 (существенно).

2. Если заменить оценку движения на me=tesa (-me tesa), то

SSIM=97,244%

t=12 (2,4:1)

SSIM возрастает на 0,033% (нормально), время обработки увеличивается на 0,6 (нормально).

3. Если поменять предустановку с Preset=Medium на Preset=Placebo

SSIM=97,253%

t=16 (3,2:1)

SSIM возрастает на 0,042% (нормально), время обработки увеличивается на 1,4 (существенно).

4. Если сначала сделать быстрый проход, а потом нормальный: (видеофайл при этом не был создан!!!) SSIM=97,278%

t=4+7=12 (2,4:1) По ср. с п. 1 (2 полных прохода)

5. Если сначала сделать нормальный проход, и потом нормальный (получили п.2): SSIM=97,315%

t=8+7=15 (3:1)

6. Один нормальный проход: (исходник) SSIM=97,211%

t=8 (1,6:1)

Вывод: Лучше не экономить на быстрых прогонах.

Планы: 1. Испробовать то же на других последовательностях.

Замечание: в проге MC

6 Общие выводы

1. Лучший кодек: x264

битрейт: 0.135 b/(p*f) (1200 kbps для SD),

профиль High@L5.1

оценка движения: me=umh

диапазон оценки: 16

B-frames: 4

Рекомендации: (i) Не использовать быструю прогонку, (ii) Не использовать тотальную оценку движения.

2. Лучшая объективная метрика качества: SSIM

3. Лучшая программа для конвертации: Media Coder

4. Порог качества SSIM: 97,3%

Лучшие настройки видео для кино (SSIM=97,315%):

cabac=0 / ref=2 / deblock=1:0:0 / analyse=0x3:0x3 / me=umh / subme=6
/ psy=1 / psy rd=1.00:0.00 / mixed ref=1 / me range=16 / chroma me=1 /
trellis=0 / 8x8dct=1 / cqm=0 / deadzone=21,11 / fast pskip=1 / chroma qp
offset=-2 / threads=3 / sliced threads=0 / nr=0 / decimate=1 / interlaced=0
/ constrained intra=0 / bframes=0 / weightp=2 / keyint=250 / keyint min=25
/ scenecut=40 / intra refresh=0 / rc lookahead=40 / rc=2pass / mbtree=1 /
bitrate=1200 / ratetol=1.0 / qcomp=0.60 / qpmin=10 / qpmax=51 / qpstep=4
/ cplxblur=20.0 / qblur=0.5 / ip ratio=1.40 / aq=1:1.00

В проге VD для этих настроек необходимо

1. Preset: Medium,

2. Tuning: None,

3. Profile: High,

4. Level: 5.1

5. Дополнительно: -no-cabac -ref 2 -trellis 0 -me umh -subme 6 -partitions
i8x8,i4x4 -bframes 0

6. Выполнить 2 прохода