



# Сравнение декодеров стандарта MPEG-2

---

*Руководители проекта: Дмитрий Ватолин, Максим Смирнов*  
*Измерения, обработка: Дмитрий Куликов*  
*Перевод: Максим Смирнов*  
*Проверка: Александр Паршин*

## **Декодеры:**

- bitcontrol MPEG-2 Video Decoder
- DScaler MPEG2 Video Decoder
- Elecard MPEG-2 Video Decoder
- ffdshow MPEG-4 Video Decoder (libavcodec)
- InterVideo Video Decoder
- Ligos MPEG Video Decoder
- MainConcept MPEG Video Decoder
- Pinnacle MPEG-2 Decoder

**Май 2006**

**CS MSU Graphics&Media Lab**

**Video Group**

[http://www.compression.ru/video/  
videocodec-testing@graphics.cs.msu.ru](http://www.compression.ru/video/videocodec-testing@graphics.cs.msu.ru)

---

## Содержание

Содержание .....	2
Благодарности .....	4
Обзор .....	5
Декодеры .....	5
Последовательности .....	5
Задачи и правила тестирования .....	6
Задачи тестирования кодеков семейства MPEG-2 .....	6
Правила тестирования .....	6
Последовательности, использовавшиеся в тестировании .....	8
Foreman .....	8
Battle .....	9
Кодеки, использовавшиеся в тестировании .....	10
Декодеры .....	10
BitControl .....	10
DScaler .....	11
ElecCard .....	11
FFDShow .....	12
InterVideo .....	13
Ligos .....	13
MainConcept .....	14
Pinnacle .....	15
Результаты .....	16
Последовательность "Foreman" .....	17
Покадровые значения метрики .....	17
Средние значения метрики для всех запусков .....	20
Усредненные значения метрики .....	23
Усредненные минимальные значения метрики .....	24
Выводы: .....	26
Последовательность "Battle" .....	27
Средние значения метрики для всех запусков .....	27
Усредненные и минимальные значения метрики .....	28
Стандартное отклонение .....	29
Визуальное сравнение .....	30
Общие выводы .....	32
Приложение А. Тестирование кодеров .....	33
Правила тестирования .....	33
Кодеры .....	33
TMPGEnc .....	33
Pinnacle .....	35
MainConcept .....	36
Sorenson .....	37
Intel .....	37
Y-PSNR .....	38
U-PSNR, V-PSNR .....	39
SSIM, VQM .....	40

Удержание заданного битрейта .....	40
Выводы приложения .....	42

## **Благодарности**

Авторы выражают благодарность компаниям Intel и Elecard за предоставленные для данного исследования программные продукты.

## Обзор

### Декодеры

Название	Производитель	Версия
1. bitcontrol MPEG-2 Video Decoder	BitCtrl Systems GmbH	1.5.0.251
2. DScaler MPEG2 Video Decoder	<a href="http://deinterlace.sourceforge.net/">http://deinterlace.sourceforge.net/</a>	DScaler5
3. Elecard MPEG-2 Video Decoder	Elecard Ltd.	1.0.197
4. ffdshow MPEG-4 Video Decoder	<a href="http://sourceforge.net/projects/ffdshow">http://sourceforge.net/projects/ffdshow</a>	dev. version for Oct 12 2004
5. InterVideo Video Decoder	InterVideo, Inc.	WinDVD v.7.0.27.66
6. Ligos MPEG Video Decoder	Ligos Corporation	4.0.0.77
7. MainConcept MPEG Video Decoder	MainConcept AG	1.00.00.76
8. Pinnacle MPEG-2 Decoder	Pinnacle Systems, Inc.	Pinnacle Studio 10.2

### Последовательности

Последовательность	Число кадров	Частота кадров	Разрешение и цветное пространство
1. foreman	300	30	352x288 (YV12)
2. battle	500	24	704x288 (YV12)
3. battle <sup>1</sup>	1599	24	704x288 (YV12)

<sup>1</sup> Данная версия последовательности была использована в тестировании кодеров (см. Приложение А)

## **Задачи и правила тестирования**

### **Задачи тестирования кодеков семейства MPEG-2**

Основной задачей ставилась сравнительная оценка качества работы декодеров стандарта MPEG-2 при декодировании потоков с ошибками. Это актуально для спутникового вещания и, в меньшей степени, для проигрывания видео с DVD.

### **Правила тестирования**

- При помощи TMPGEnc последовательность кодировалась в MPEG-2 Elementary Stream с постоянным битрейтом 3 мбит/с и с остальными настройками по умолчанию.
- При помощи Ecard Xmuxer Pro данный поток собирался в MPEG-2 Transport Stream.
- При помощи специально написанной утилиты данные подвергались случайному искажению. Вероятность внесения битовых ошибок регулировалась. Первый заголовок потока всегда сохранялся в целости.
- Искаженные данные декодировались разными декодерами и полученные видеопоследовательности сравнивались при помощи объективных метрик с исходными декодированными последовательностями.
- Для получения более адекватного результата процесс внесения ошибок, декодирования и подсчета метрик повторялся 100 раз. Это обусловлено тем, что возможность эффективного исправления или смягчения влияния ошибки во многом зависит от ее местоположения в потоке.
- Если декодер не мог распаковать кадр, в результирующую последовательность подставлялся кадр серого цвета. Для покадрового сравнения значение метрики Y-PSNR для таких кадров устанавливалось равным 0.
- Данные усреднялись.
- Для тестирования DirectShow кодеков использовались следующие программные продукты и модули:
  - GraphEdit версии 1.33133;
  - AviSynth версии 2.55;
  - VirtualDub версии 1.6.14;
  - TMPGEnc версии 2.5;
  - Ecard Xmuxer pro версии 1.1;
  - Ecard MPEG-2 Demultiplexer версий 2.0b<sup>2</sup> и 1.0.47.

---

<sup>2</sup> В предварительной части данного тестирования trial-версия Ecard Demultiplexer показала хорошие результаты, и по просьбе авторов компания Ecard предоставила для данного тестирования полную версию Ecard MPEG-2 Demultiplexer 2.0b

- При написании утилиты генерации ошибок была использована открытая библиотека random.lib из набора Pseudo random number generators<sup>3</sup>.
- Для расчета всех метрик использовался специально подготовленный для тестирования вариант программы MSU Video Quality Measure<sup>4</sup>.
- Для тестирования использовались два компьютера со следующей конфигурацией:
  - Процессор: Pentium 4, 2.8 GHz with Hyper Threading.
  - Операционная система: Windows 2000 Pro, SP4.
  - Память: 1Gb.
  - Видео ускоритель: ATI Radeon 9600.
  - Жёсткий диск: 2x80Gb ATA100.

---

<sup>3</sup> <http://www.agner.org/random>

<sup>4</sup> [http://www.compression.ru/video/quality\\_measure/video\\_measurement\\_tool\\_en.html](http://www.compression.ru/video/quality_measure/video_measurement_tool_en.html)

## Последовательности, использовавшиеся в тестировании

### Foreman

Название последовательности	foreman
Разрешение	352x288
Число кадров	300
Цветовое пространство	YV12
Частота кадров	30
Источник	Стандартная последовательность, прогрессивный формат



Рис. 1. 77-й кадр из foreman



Рис. 2. 258-й кадр из foreman

Стандартная последовательность. В кадре лицо с очень богатой мимикой. С одной стороны, движение небыстрое, с другой стороны, это движение не поступательное, а носит достаточно сложный характер, что является заметным препятствием на этапе компенсации движения. Кроме того, в течение всей последовательности камера дрожит, что вызывает постоянное “дергание” изображения. К концу последовательности камера резко поворачивается на место стройки, далее следует почти неподвижная сцена. На этом ролике можно изучать работу кодека на статической сцене после сильного движения.



## Battle

Название последовательности	battle
Разрешение	704x288
Число кадров	1599, 500
Цветовое пространство	YV12
Частота кадров	24
Источник	MPEG-2 (DVD), FlaskMPEG deinterlace



Рис. 3. 839-й кадр из battle

Последовательность представляет собой отрывок из фильма Терминатор-2 (самое начало фильма). Эта последовательность является очень тяжелой для сжатия. Это обусловлено постоянным изменением яркости из-за взрывов и вспышек лазеров (см. на рисунке), чрезвычайно быстрым движением и частыми сменами сцен.

В тестировании использовались две последовательности battle с разным числом кадров:

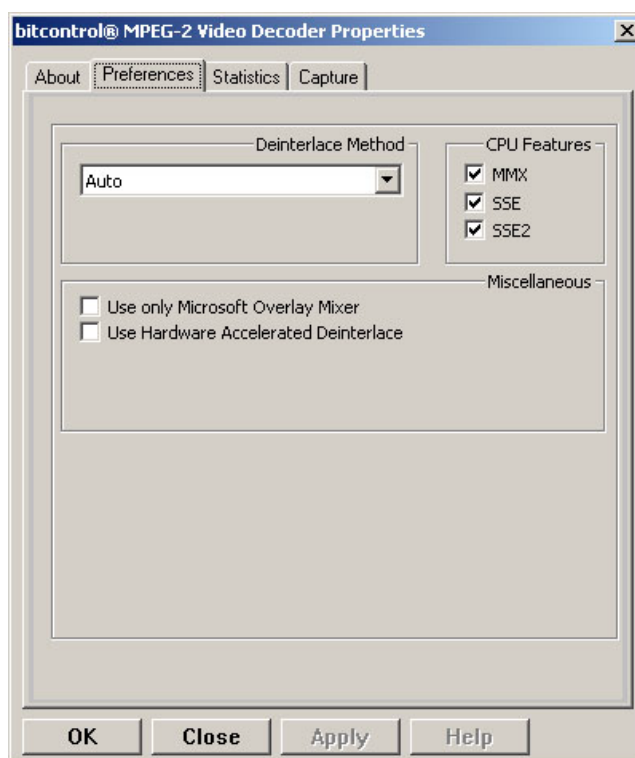
- 500 кадров – в тестировании декодеров;
- 1599 кадров – в тестировании кодеров (см Appendix A).

## Кодеки, использовавшиеся в тестировании

### Декодеры

#### BitControl

- DirectShow декодер
- Версия 1.5.0.251
- Мало параметров настройки – в основном для деинтерлейсинга
- При работе повышает яркость видеопоследовательности

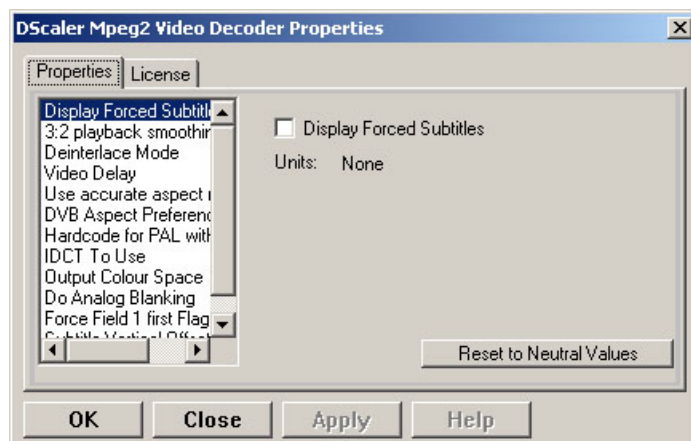


**Рис. 4. bitcontrol MPEG-2 Video Decoder**

**Примечание:** Декодер повышает яркость видеопоследовательности, что было учтено при вычислении метрик.

### DScaler

- DirectShow декодер
- Версия DScaler5
- Большое количество параметров настройки

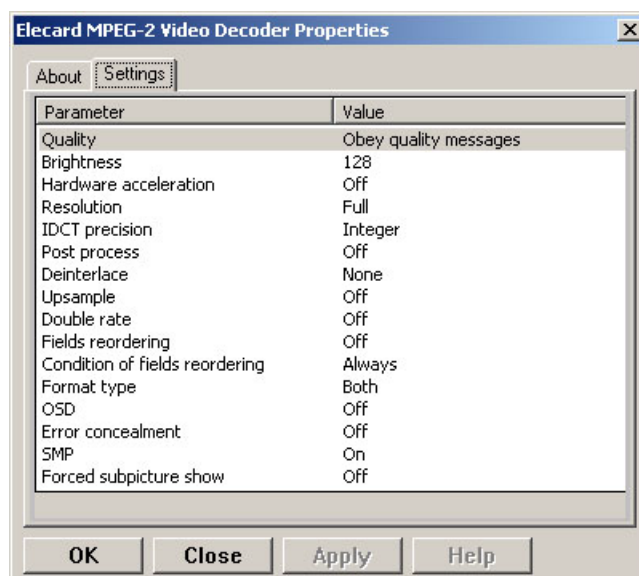


**Рис. 5. DScaler MPEG2 Video Decoder**

**Примечание:** Декодер отработал без замечаний.

### Elecard

- DirectShow декодер
- Версия 1.0.197
- Много параметров настройки, в том числе и для работы с искаженным видеопотоком



**Рис. 6. Elecard MPEG-2 Video Decoder**

**Примечание:** Декодер проработал без замечаний.

### FFDShow

- DirectShow декодер
- Версия Oct 12 2004
- Очень большое количество параметров настройки, препроцессинга и постпроцессинга
- Два различных MPEG-2 декодера:
  - libavcodec;
  - libmpeg2.

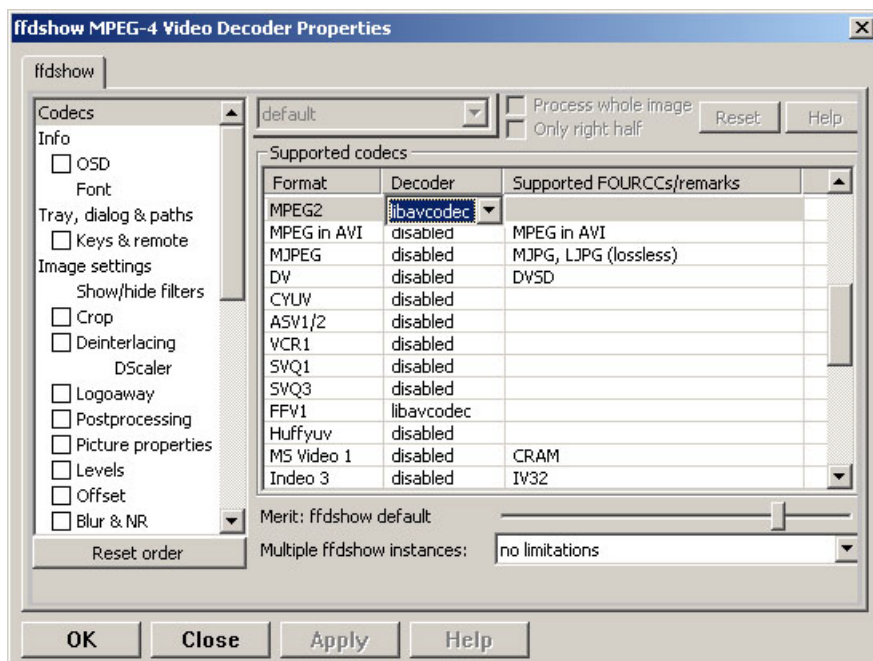
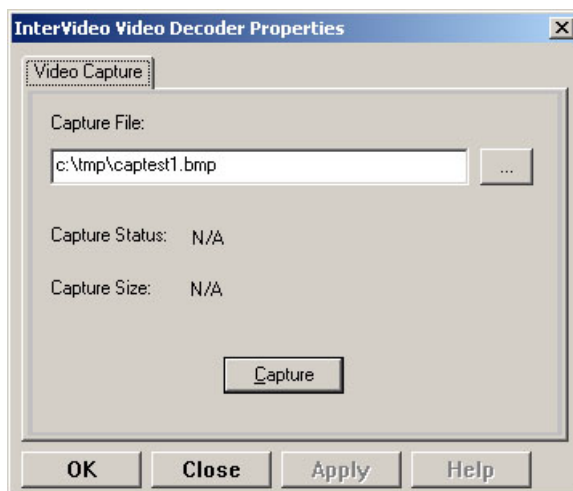


Рис. 7. ffdshow MPEG-4 Video Decoder

**Примечание:** Изначально были протестированы два различных MPEG-2 декодера, но, поскольку libavcodec показал значительно более высокое качество, чем libmpeg2, в дальнейших исследованиях был использован libavcodec.

### InterVideo

- DirectShow декодер
- InterVideo WinDVD v.7.0.27.66
- Отсутствуют параметры настройки

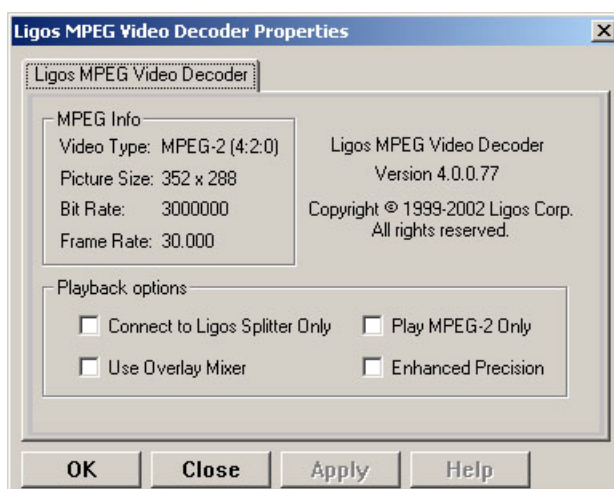


**Рис. 8. InterVideo Video Decoder**

**Примечание:** Декодер проработал без замечаний, за исключением того, что не смог правильно декодировать искаженный поток.

### Ligos

- DirectShow декодер
- Версия 4.0.0.77
- Мало параметров настройки

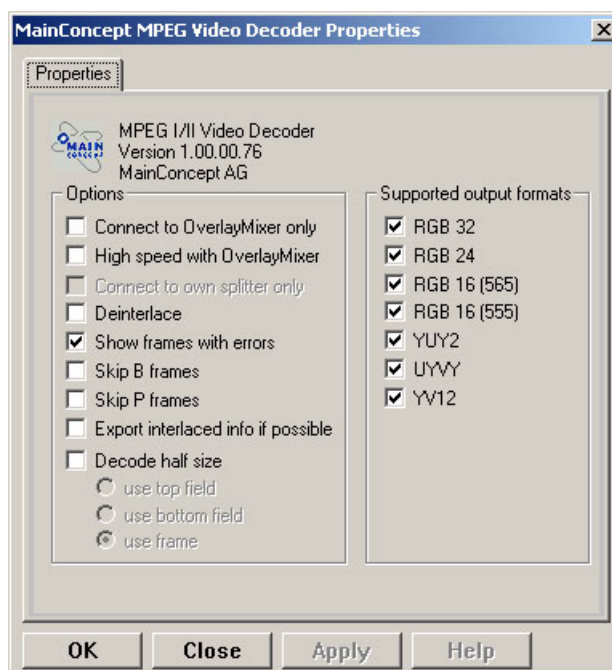


**Рис. 9. Ligos MPEG Video Decoder**

**Примечание:** Данный декодер некорректно работает с Eledcard MPEG2 Demultiplexer (2.0b), поэтому для него использовался Eledcard MPEG Demultiplexer (1.0.47).

### MainConcept

- DirectShow декодер
- Версия 1.00.00.76
- Много параметров настройки, в том числе и для работы с искаженным видеопотоком

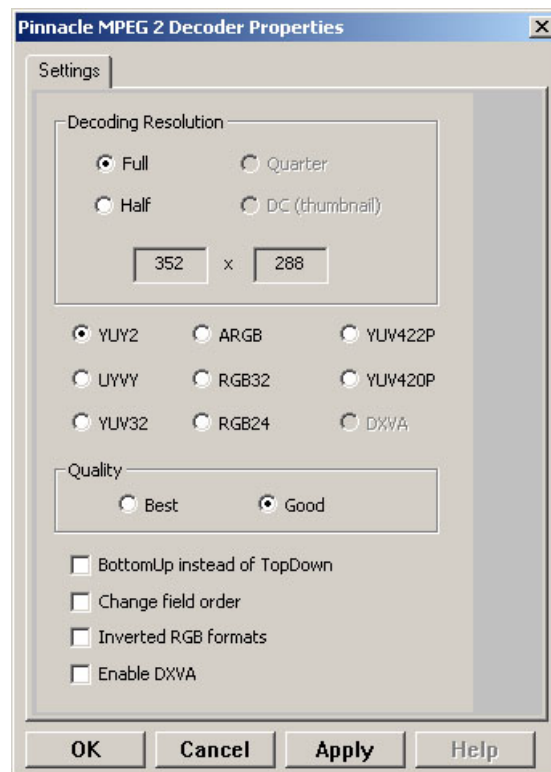


**Рис. 10. MainConcept MPEG Video Decoder**

**Примечание:** Декодер проработал без замечаний.

### Pinnacle

- DirectShow декодер
- Версия Pinnacle Studio 10.2
- Много параметров настройки



**Рис. 11. Pinnacle MPEG-2 Decoder**

**Примечание:** Декодер проработал без замечаний.

## Результаты

Основной принцип данной части тестирования: разные декодеры декодируют один и тот же искаженный поток.



Рис. 12. Схема проведения тестирования декодеров

В качестве декодера для декодирования исходного неискаженного сигнала использовался декодер от компании Elecard. Это объясняется тем, что почти все декодеры распаковали неповрежденный поток визуально одинаково (за исключением декодера BitControl) – значение метрики Y-PSNR для них от 60 до 100 дБ. Для сравнения сигналов для декодера от BitControl при декодировании неискаженного потока также использовался декодер от BitControl.

Тестирование проводилось на двух видеопоследовательностях:

- Foreman;
- Battle.

На последовательности Foreman кодированный поток подвергался искажениям с вероятностями инверсии бита  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ . Данные вероятности были выбраны, как соответствующие типовым вероятностям искажения при спутниковой передаче при использовании ненадежного канала.

На последовательности Battle кодированный поток подвергался искажениям с вероятностью инверсии бита  $10^{-5}$ .



Для измерения качества декодированного видео использовалась метрика PSNR.

PSNR (peak-to-peak signal-to-noise ratio) – это классическая метрика для измерения качества сжатого видео. Для двух картинок  $x_{ij}$  и  $y_{ij}$  значение метрики вычисляется по следующей формуле:

$$d(X, Y) = 10 \cdot \log_{10} \frac{255^2 \cdot n^2}{\sum_{i=1, j=1}^{n, n} (x_{ij} - y_{ij})^2}$$

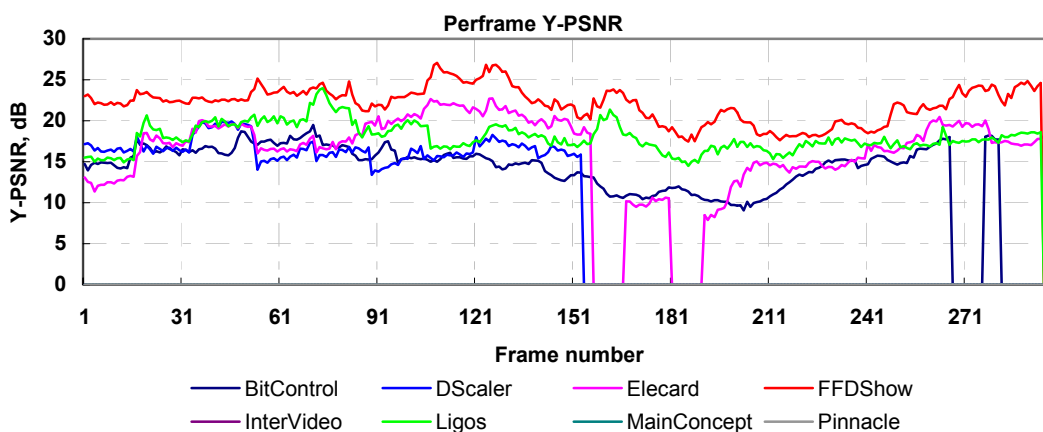
Несмотря на то, что эта метрика в общем случае не отражает восприятие человеком искажений картинки, на протяжении последних десятилетий она является основным общепринятым средством для оценки качества работы видеокодеков.

### Последовательность “Foreman”

#### Покадровые значения метрики

Поскольку проводилось 100 запусков и измерений для каждой вероятности ошибок для всех декодеров, то привести все графики не представляется возможным и разумным. В данной работе приведено по одному графику покадрового значения метрики Y-PSNR для каждой из трех вероятностей ошибок.

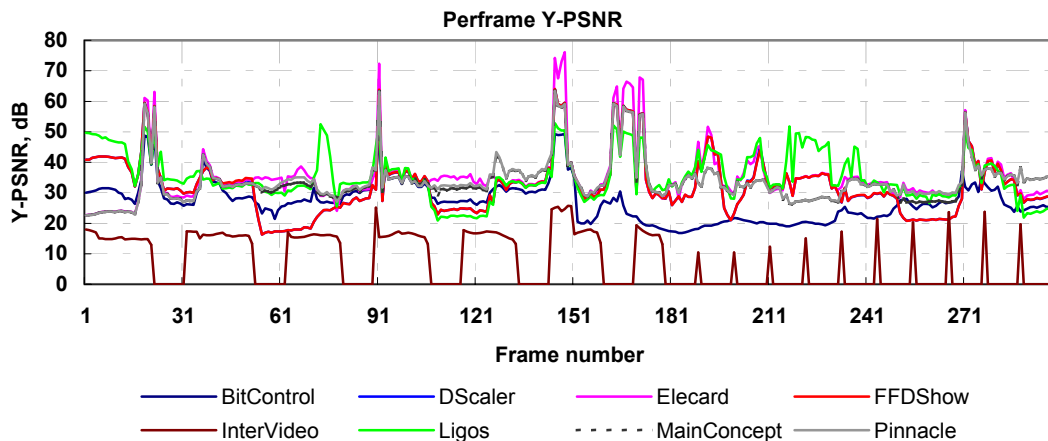
Если декодер не мог декодировать кадр, то в поток записывался кадр серого цвета, значение метрики для таких кадров низкое. Для наглядности визуализации покадровых метрик для пропущенных кадров принято нулевое значение метрики.



**Рис. 13. Покадровый Y-PSNR, вероятность инверсии бита  $10^{-4}$ , последовательность “Foreman”**

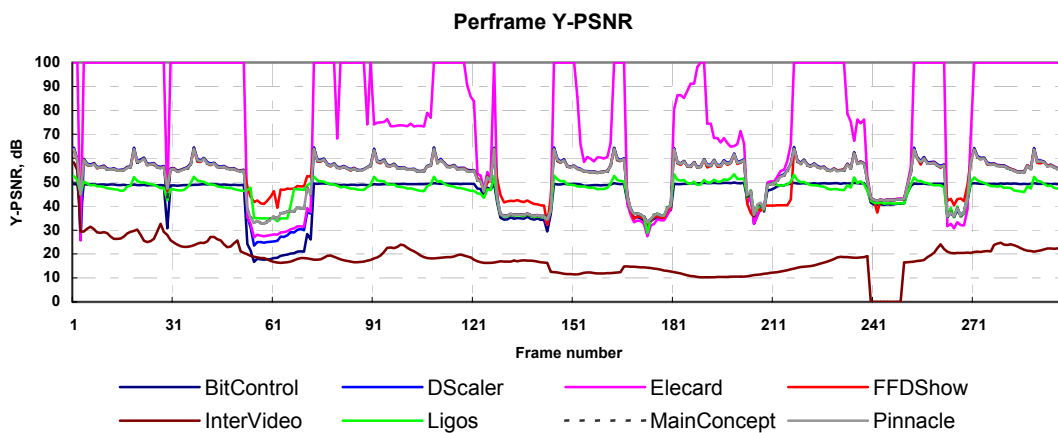
На данном графике отсутствуют декодеры от компаний InterVideo, Pinnacle и MainConcept по причине того, что данные декодеры не смогли распаковать поток с вероятности ошибок  $10^{-4}$ .

Декодер от компании InterVideo пропустил все кадры, а декодеры от компаний MainConcept и Pinnacle не смогли открыть такой поток.



**Рис. 14. Покадровый Y-PSNR, вероятность инверсии бита  $10^{-5}$ , последовательность "Foreman"**

Периодичность значений метрики Y-PSNR для декодера от компании InterVideo объясняется тем, что данный декодер в целом плохо работает с искаженным потоком, и для данных, представленных на Рис. 14, результат его работы следующий: часть кадров не декодирована – серые кадры (значение метрики нулевое), а другая часть представляет собой повторяющиеся куски, состоящие из одних и тех же кадров.



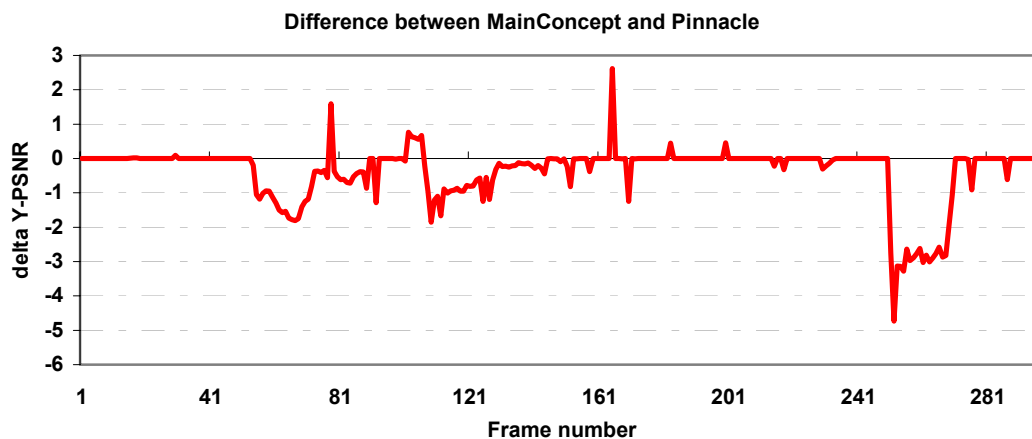
**Рис. 15. Покадровый Y-PSNR, вероятность инверсии бита  $10^{-6}$ , последовательность "Foreman"**

При анализе графика на Рис. 15 надо учитывать, что значение метрики PSNR равное 100 дБ означает полную идентичность двух кадров, а значения, свыше 50 дБ означают, что кадры визуально идентичны, хотя и имеют незначительные различия.

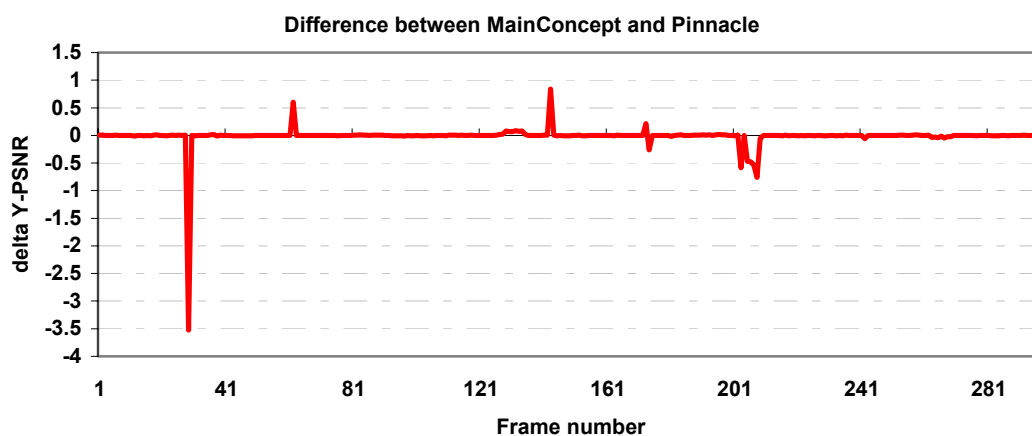
Для декодирования неискаженного потока был выбран декодер от компании Elecard и поэтому на некоторых кадрах значение метрики Y-PSNR для данного декодера равно 100 дБ, в то время, как другие декодеры достигают только 50-60 дБ. Но это мало сказывается на среднем значении для последовательности.

В ходе проведенного исследования было замечено, что декодеры от компаний MainConcept и Pinnacle дают очень похожие результаты, поэтому был проведен

дополнительный анализ, результаты которого можно увидеть на следующих графиках.



**Рис. 16.** Покадровое различие в значении метрики Y-PSNR, вероятность инверсии бита  $10^{-5}$ , последовательность "Foreman", Y-PSNR MainConcept – Y-PSNR Pinnacle



**Рис. 17.** Покадровое различие в значении метрики Y-PSNR, вероятность инверсии бита  $10^{-6}$ , последовательность "Foreman", Y-PSNR MainConcept – Y-PSNR Pinnacle

Легко заметить, что значения метрики для данных двух декодеров отличаются на небольшом количестве кадров, что позволяет сделать вывод об общих исходных текстах данных декодеров.

Для интегрального анализа покадровых значений метрик недостаточно, поэтому в работе были также использованы средние значения метрик.

### Средние значения метрики для всех запусков

Для анализа поведения декодеров и величины разброса значений метрик для каждого запуска можно воспользоваться следующими графиками.

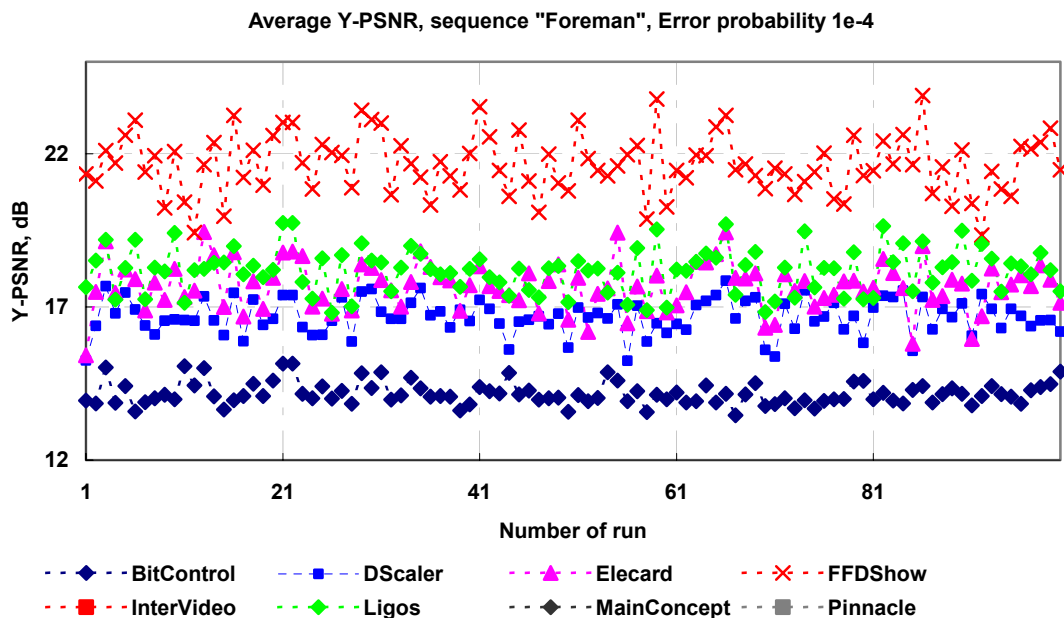


Рис. 18. Средние значения метрики Y-PSNR для каждого запуска, вероятность инверсии бита  $10^{-4}$ , последовательность "Foreman"

На данном графике отсутствуют декодеры от компаний InterVideo, Pinnacle и MainConcept по причине того, что данные декодеры не смогли распаковать поток с вероятностью ошибок  $10^{-4}$ .

Декодер от компании InterVideo пропустил все кадры, а декодеры от компаний MainConcept и Pinnacle не смогли открыть такой поток.

При вероятности ошибок  $10^{-4}$  разделение декодеров на различные группы довольно заметно.

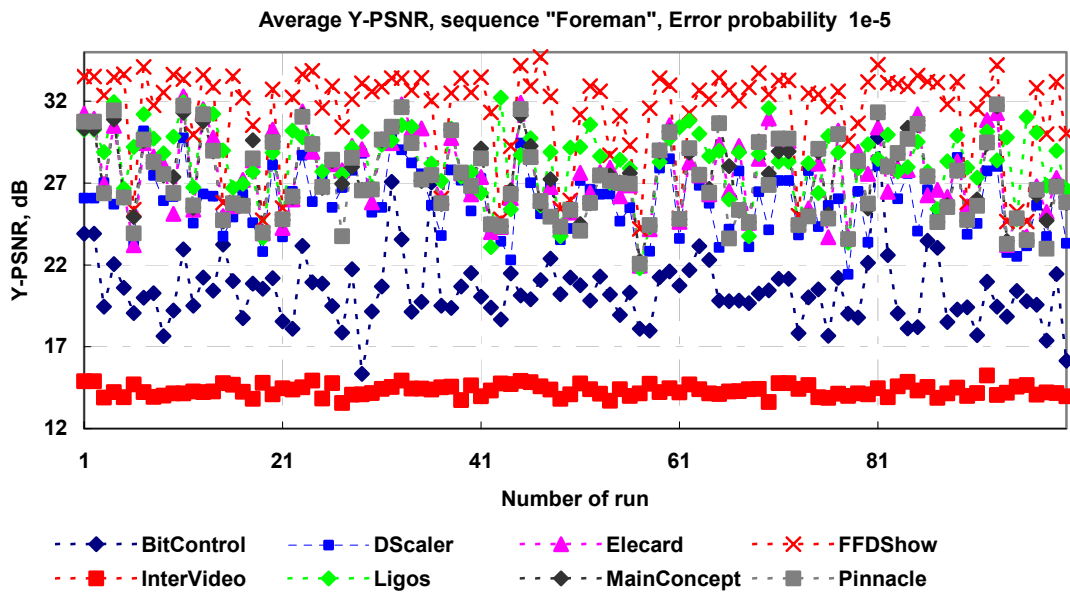


Рис. 19. Средние значения метрики Y-PSNR для каждого запуска, вероятность инверсии бита  $10^{-5}$ , последовательность "Foreman"

Разделение декодеров на группы по качеству работы для вероятности ошибок  $10^{-5}$  не так сильно заметно.

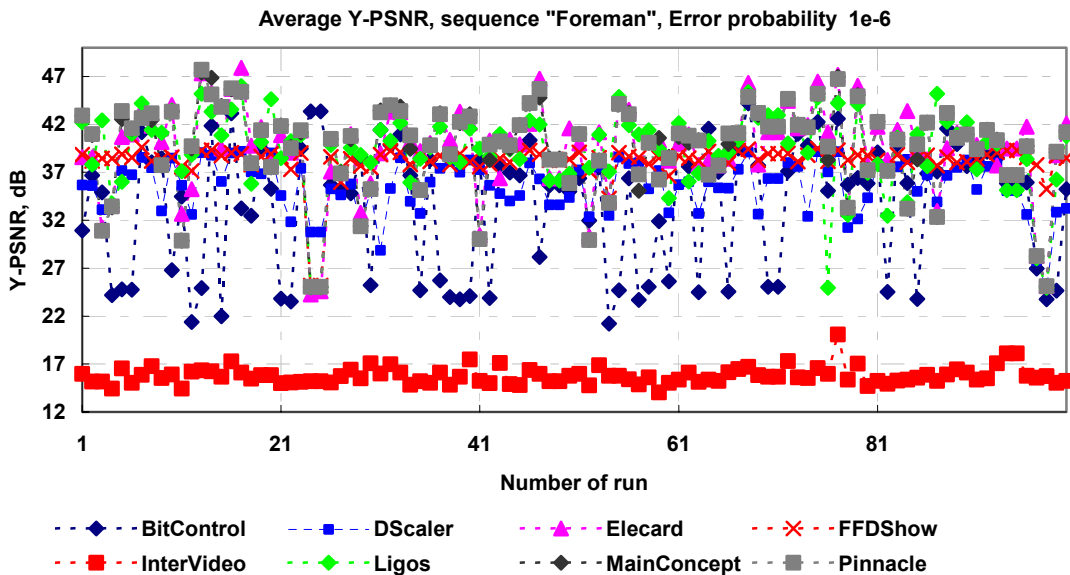
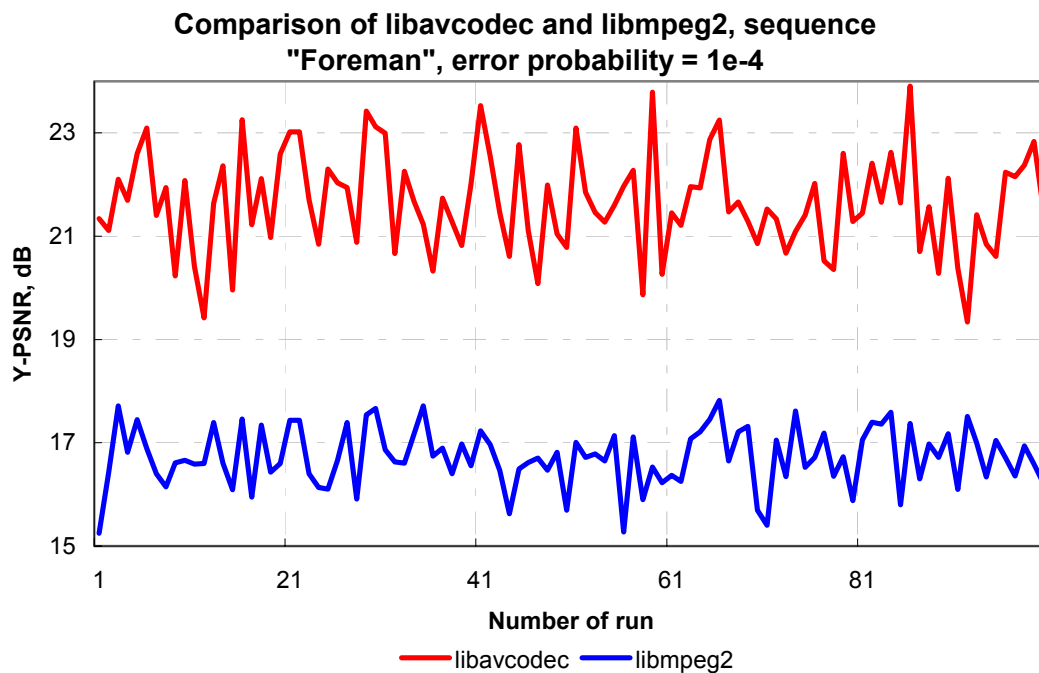


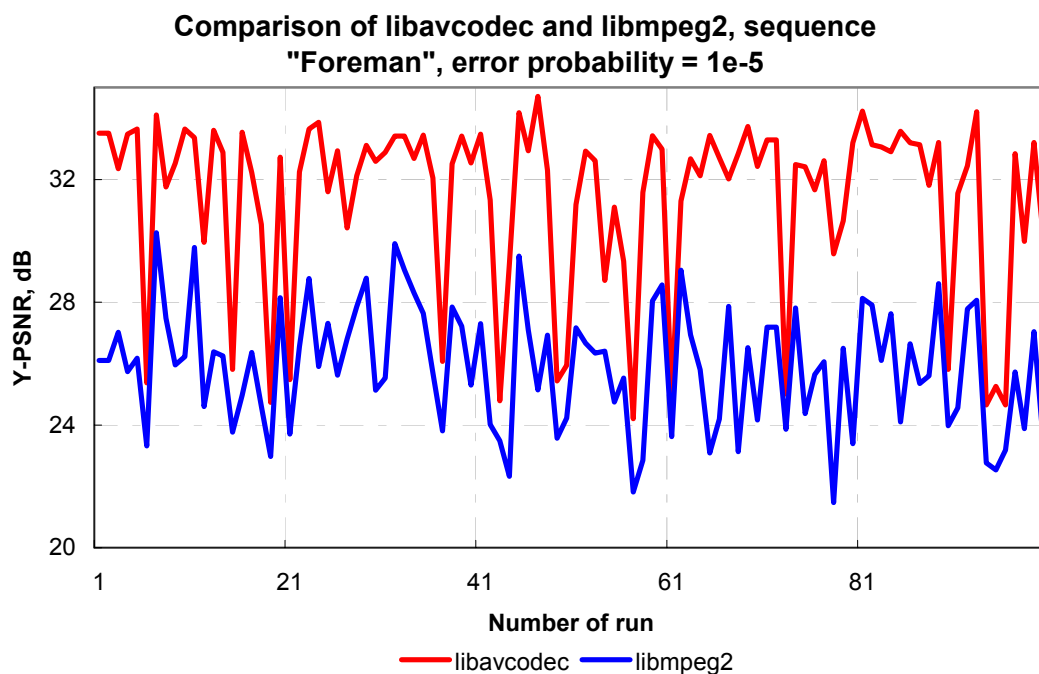
Рис. 20. Средние значения метрики Y-PSNR для каждого запуска, вероятность инверсии бита  $10^{-6}$ , последовательность "Foreman"

При вероятности ошибок  $10^{-6}$  большинство декодеров декодируют поток схожим образом и различия менее заметны, чем при более высоких вероятностях ошибок.

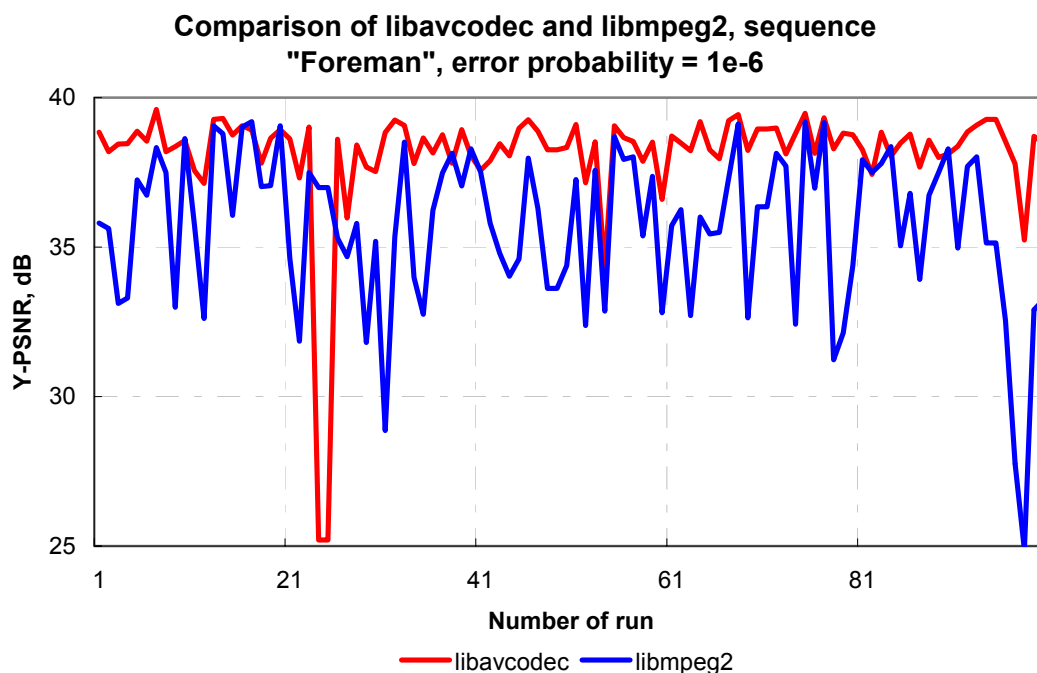
Поскольку у ffdshow существует два различных MPEG-2 декодера, то в начале исследования был изучен вопрос, какой из этих декодеров лучше работает с искаженным потоком.



**Рис. 21.** Сравнительная характеристика двух декодеров ffdshow, вероятность инверсии бита  $10^{-4}$ , последовательность "Foreman". Средние значения метрики Y-PSNR



**Рис. 22.** Сравнительная характеристика двух декодеров ffdshow, вероятность инверсии бита  $10^{-5}$ , последовательность "Foreman". Средние значения метрики Y-PSNR

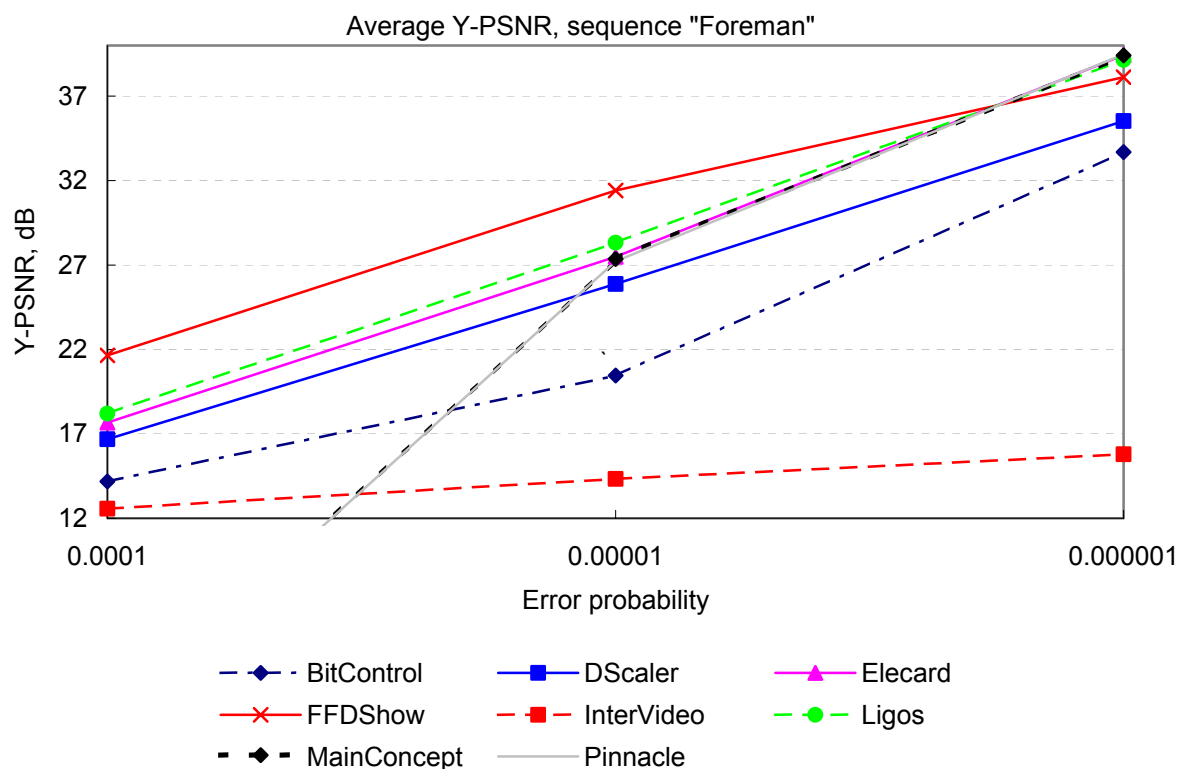


**Рис. 23.** Сравнительная характеристика двух декодеров ffdshow, вероятность инверсии бита  $10^{-6}$ , последовательность "Foreman"

После анализа графиков на Рис. 21, Рис. 22, Рис. 23 было принято решение оставить декодер libavcodec для исследования, как дающий более высокое качество декодированных последовательностей.

#### **Усредненные значения метрики**

Для каждой последовательности средние покадровые значения, полученные для 100 запусков, были усреднены в целом. Результат для последовательности "Foreman" представлен на следующем графике.



**Рис. 24. Средние значения метрики Y-PSNR, последовательность "Foreman"**

По графикам на Рис. 24 декодеры могут быть расставлены по местам следующим образом:

1. FFDshow
2. Ligos
3. Elecard
4. MainConcept и Pinncale
5. DScaler
6. BitControl
7. InterVideo

#### Усредненные минимальные значения метрики

Помимо среднего качества, важно также знать минимальное гарантированное качество видеопоследовательностей, которое получается после декодирования искаженного потока. Для этого были найдены минимальные средние значения метрик для 100 запусков. Результат для последовательности "Foreman" представлен на следующем графике.



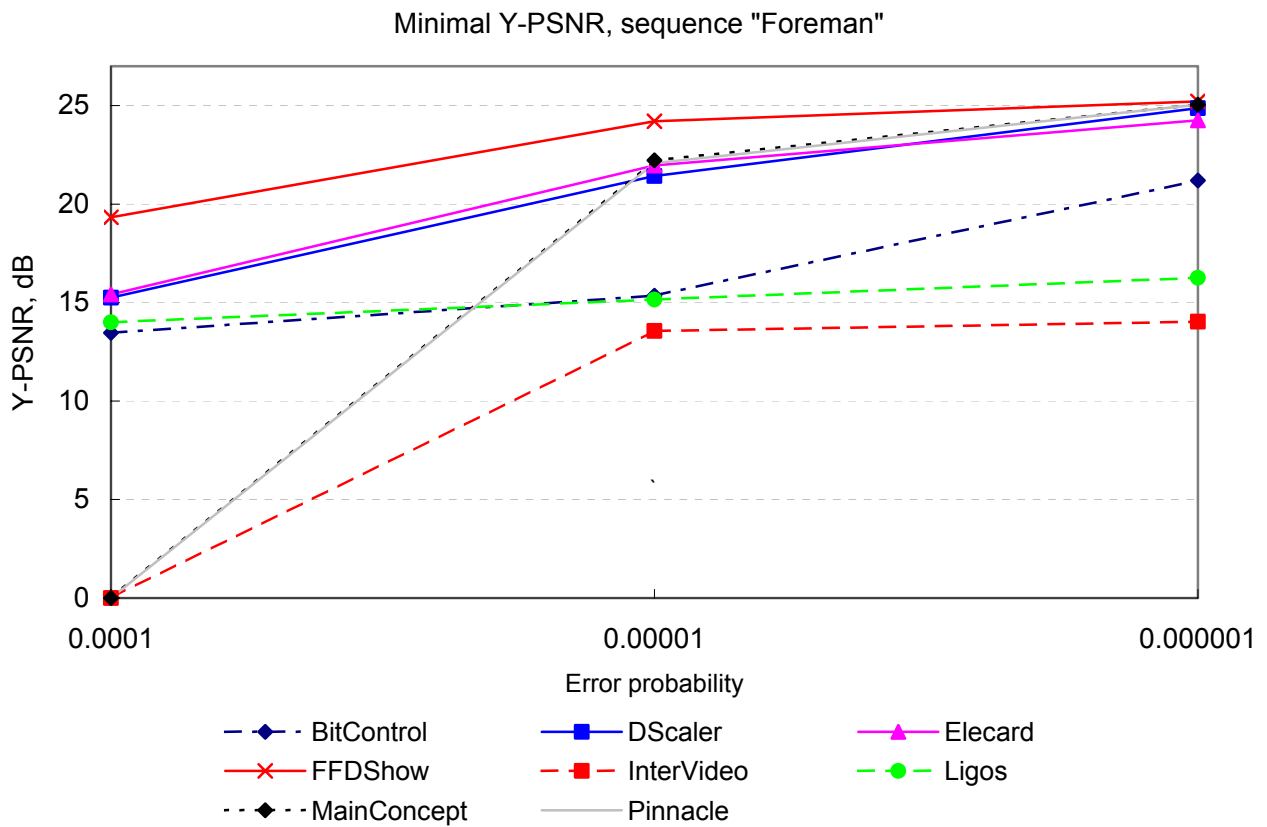
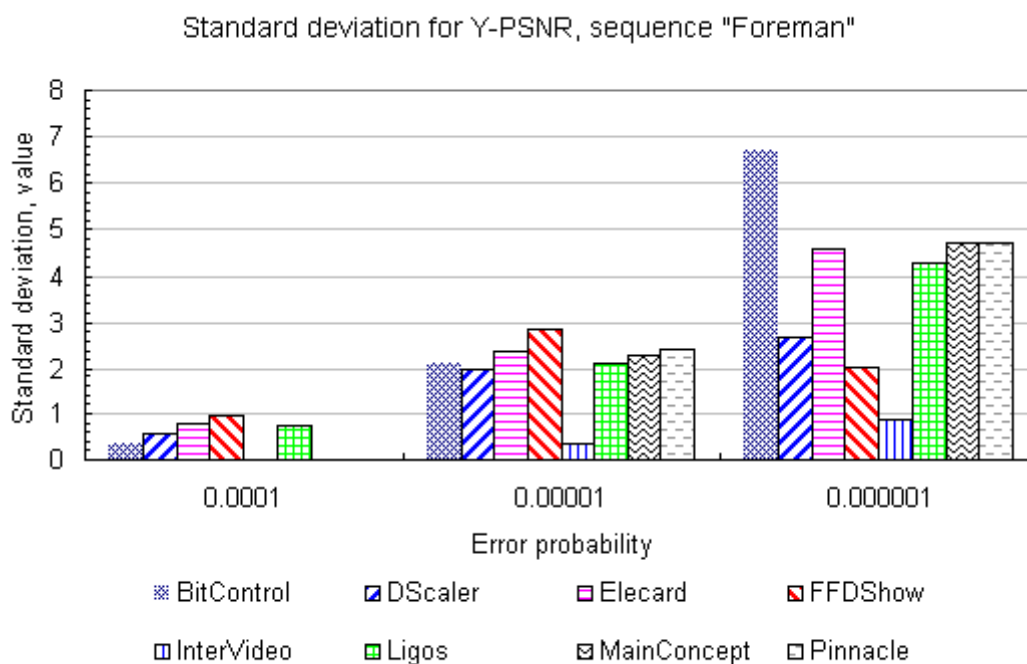


Рис. 25. Минимальные значения метрики Y-PSNR, последовательность "Foreman"

Для оценки статистической надежности полученных результатов использовалось стандартное отклонение.



**Рис. 26. Стандартное отклонение для значений метрики Y-PSNR, последовательность "Foreman"**

### **Выводы**

Все протестированные декодеры можно разделить на три различных класса:

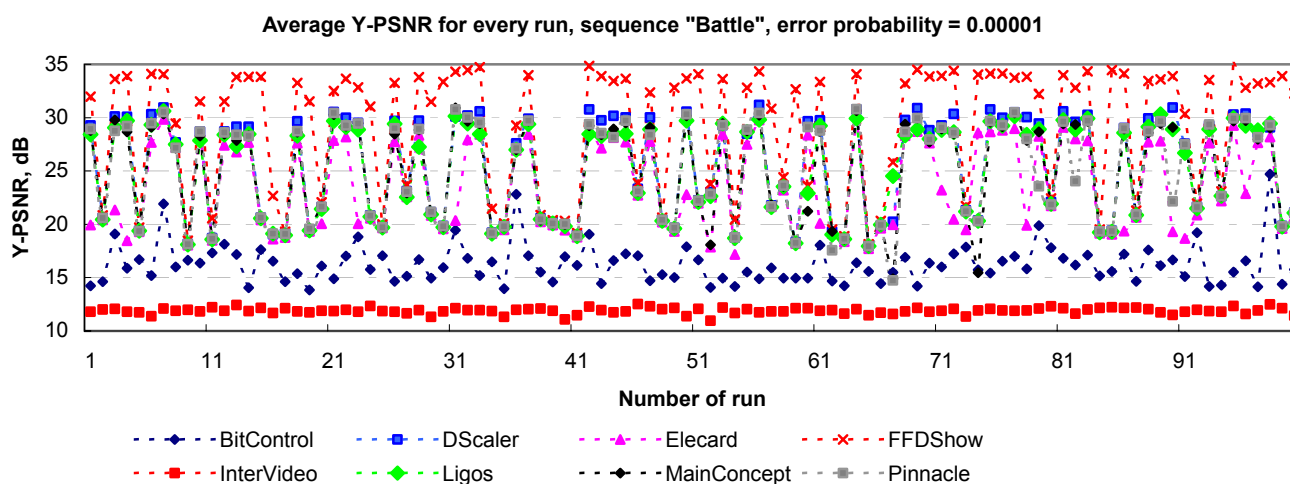
- 1) FFDSHOW, Elecard, DScaler, BitControl, Ligos
- 2) Pinnacle, MainConcept
- 3) InterVideo

Первый класс – декодеры, которые обрабатывают поток с ошибками высококачественно. При этом ошибки могут быть с любой вероятностью. С уменьшением вероятности сильно возрастает качество работы декодеров. Вторая группа включает в себя декодеры, которые не могут декодировать поток с большим количеством ошибок, но поток с небольшим количеством ошибок декодируют с хорошим качеством. Третья группа включает в себя декодеры, которые декодируют поток с ошибками сравнительно некачественно независимо от ошибок и в целом не подходят для работы с таким типом потока.

## Последовательность “Battle”

Тестирование декодеров проводилось на измененной версии последовательности “battle” – были взяты первые 500 из 1599 кадров. Это было сделано для уменьшения суммарного времени тестирования.

### Средние значения метрики для всех запусков

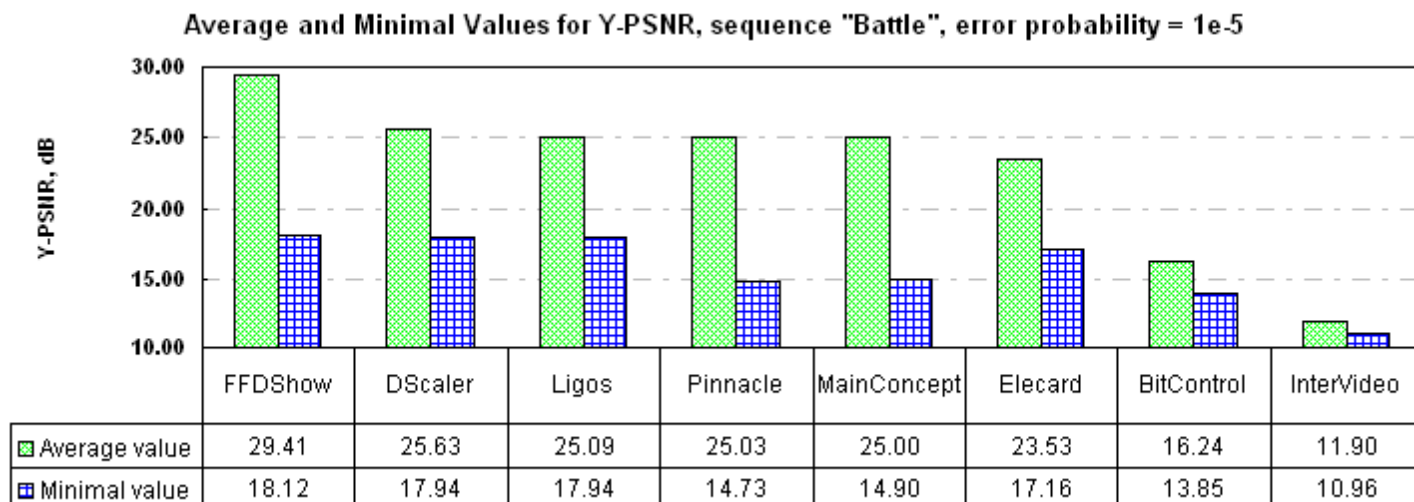


**Рис. 27.** Средние значения метрики Y-PSNR, последовательность “battle”, вероятность ошибок  $10^{-5}$

По данному графику можно сделать следующие выводы:

- Декодер от ffdshow зачастую показывает более высокое качество, чем остальные декодеры.
- Декодеры от компаний Elecard, Ligos, DScaler, Pinnacle и MainConcept дают примерно одинаковое качество.
- Декодер от bitcontrol обеспечивает более низкое качество.
- Декодер от InterVideo не смог правильно декодировать искаженный поток.

**Усредненные и минимальные значения метрики**



**Рис. 28. Усредненные и минимальные значения метрики Y-PSNR, последовательность "battle", вероятность ошибок  $10^{-5}$**

**Выводы:**

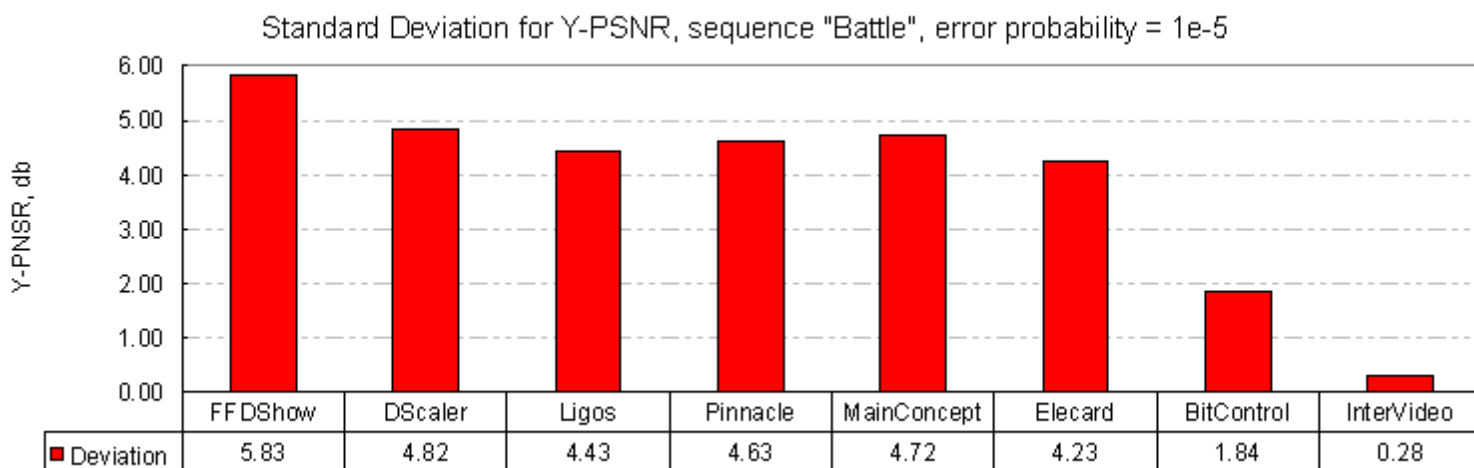
- По средним значениям – аналогичные предыдущему пункту
- По минимальным значениям:
  - Декодеры от FFDSHOW, DScaler, Ligos и ElecCard дают наиболее высокое качество.
  - Декодеры от Pinnacle, MainConcept и Bitcontrol обеспечивают более низкое качество декодированного видео.
  - Декодер от InterVideo не смог правильно декодировать искаженный видеопоток.

По графикам на Рис. 28 декодеры могут быть расставлены по местам следующим образом:

1. FFDshow
2. Ligos, MainConcept, Pinncale,DScaler и ElecCard
3. BitControl
4. InterVideo

**Стандартное отклонение**

Проведенные исследования показали, что чем выше среднее значение метрики, то тем обычно выше значение стандартного отклонения.



**Рис. 29. Стандартное отклонение для метрики Y-PSNR, последовательность "battle", вероятность ошибок  $10^{-5}$**

### Визуальное сравнение

Помимо использования объективных метрик для анализа качества декодированного видео применялось также визуальное изучение видеопоследовательностей. Данное изучение помогло объяснить некоторые результаты объективных метрик.

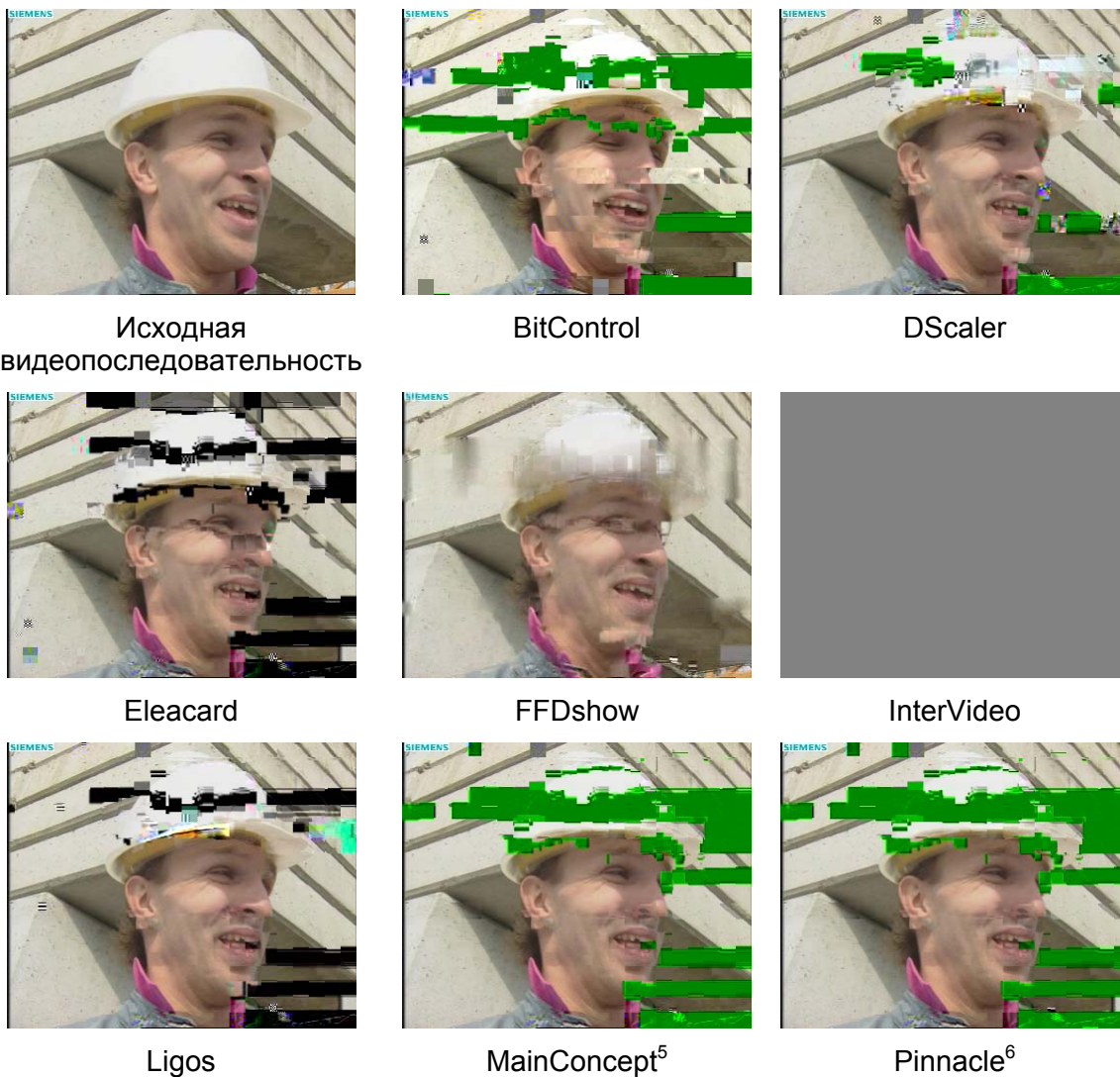


Рис. 30. Визуальное сравнение. Последовательность "Foreman", кадр 10  
вероятность ошибок  $10^{-4}$

<sup>5</sup> Декодер не смог декодировать всю последовательность, прекратил декодирование

<sup>6</sup> Декодер не смог декодировать всю последовательность, прекратил декодирование

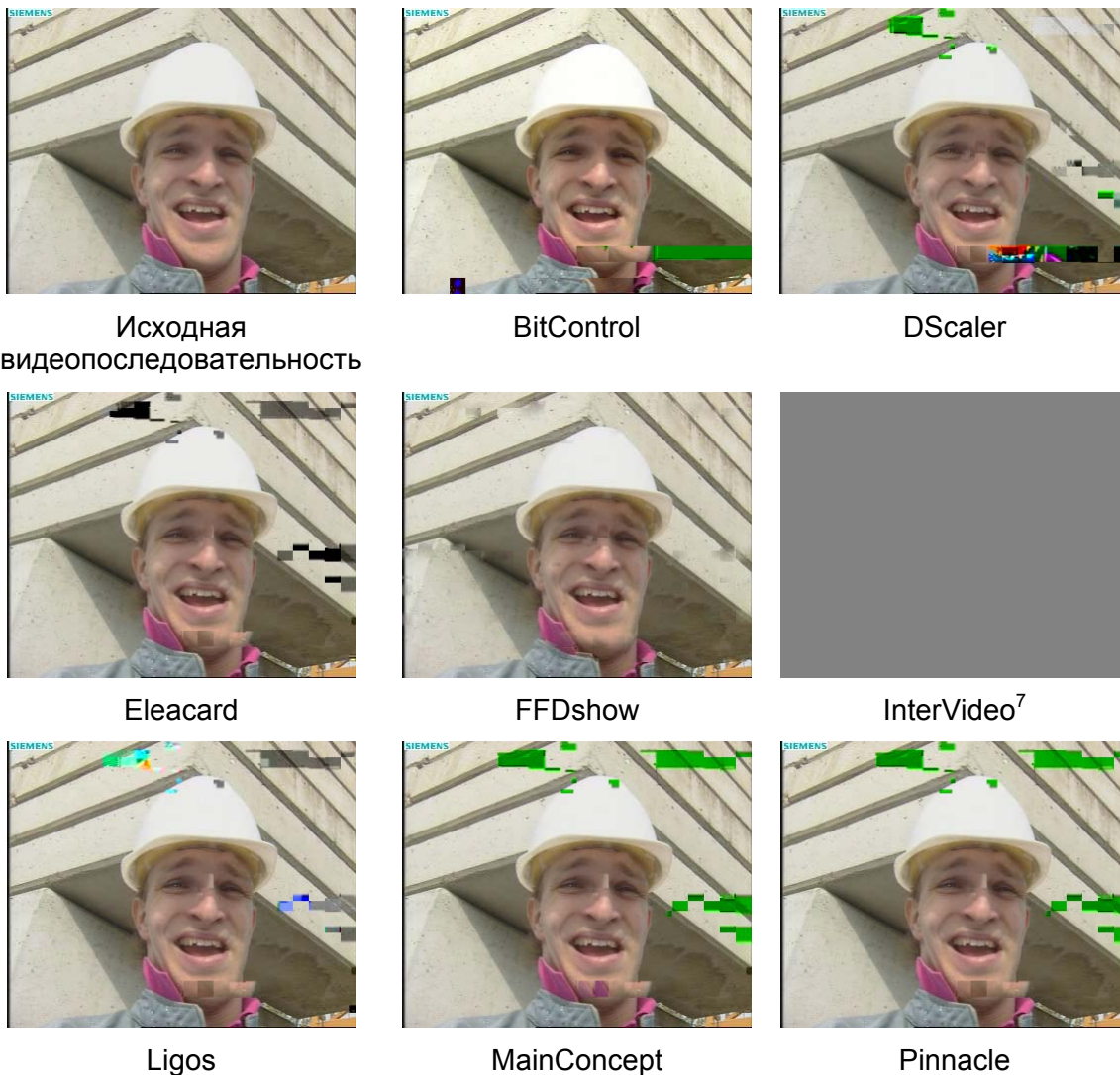


Рис. 31. Визуальное сравнение. Последовательность "Foreman", кадр 17  
вероятность ошибок  $10^{-5}$

**Выводы:**

- Высокое качество декодированных последовательностей при использовании декодера ffdshow объясняется тем, что этот декодер заменяет ошибочные блоки интерполяцией соседних блоков.
- Низкое качество BitControl объясняется тем, что в декодированной последовательности произошел сдвиг кадров.
- Декодер от InterVideo не смог декодировать ни одного кадра видеопоследовательности при вероятности ошибок  $10^{-4}$ .
- Декодеры от MainConcept и Pinnacle декодировали только несколько первых кадров.
- Остальные декодеры не обрабатывают ошибочные блоки, отображая их без изменений.

<sup>7</sup> Декодер от InterVideo пропустил почти все кадры, оставив только несколько



## Общие выводы

Существует широко распространенное мнение, что кодеки одного стандарта отличаются крайне незначительно, все декодеры работают одинаково. Проведенное исследование убедительно показывает, что это не так. В частности, производители декодеров реализуют в своих продуктах различные способы работы с искаженным видеопотоком. Некоторые декодеры не рассчитаны на работу в ненадежных средах передачи данных, и качество декодированного видео очень низкое. Причина различий в декодерах следующая: стандарт MPEG-2 предлагает некоторые способы восстановления после ошибок, но эти способы жестко не оговорены в стандарте.

Протестированные декодеры можно разделить на пять классов.

1. *Первый класс* содержит только один декодер – libavcodec от ffdshow – этот декодер показал наилучший визуальный результат при работе с искаженным видеопотоком за счет того, что заменял искаженные блоки интерполированными.
2. Во *втором классе* три декодера: Eleccard, Ligos и DScaler. Они могут декодировать поврежденный поток с визуальными артефактами даже при высокой вероятности ошибок.
3. *Третий класс* состоит из двух декодеров: MainConcept и Pinnacle. Эти декодеры могут декодировать поврежденный поток, давая небольшие визуальные артефакты, но они не могут декодировать поток с высокой вероятностью ошибок.
4. *Четвертый класс* – декодер от BitControl; программа декодирует искаженный поток с визуальными артефактами, но он повышает общую яркость видеопоследовательности (даже если поток без ошибок) и при декодировании искаженного видеопотока иногда производит сдвиг кадров.
5. *Пятый класс* содержит декодер от InterVideo, который не может корректно декодировать искаженный поток даже при невысокой вероятности ошибок и поэтому не подходит для работы с искаженными видеопотоками.

Таким образом, лучшим MPEG-2 декодером для работы с искаженным видеопотоком, как обеспечивающий наилучшее визуальное качество, является декодер libavcodec от FFDshow.



## Приложение А. Тестирование кодеров

Была поставлена задача сравнить различные кодеры стандарта MPEG-2 по качеству результирующего видео.

Данное тестирование не претендует на полноту, оно проведено с целью выяснить качество работы кодеров на некотором срезе.

### Правила тестирования

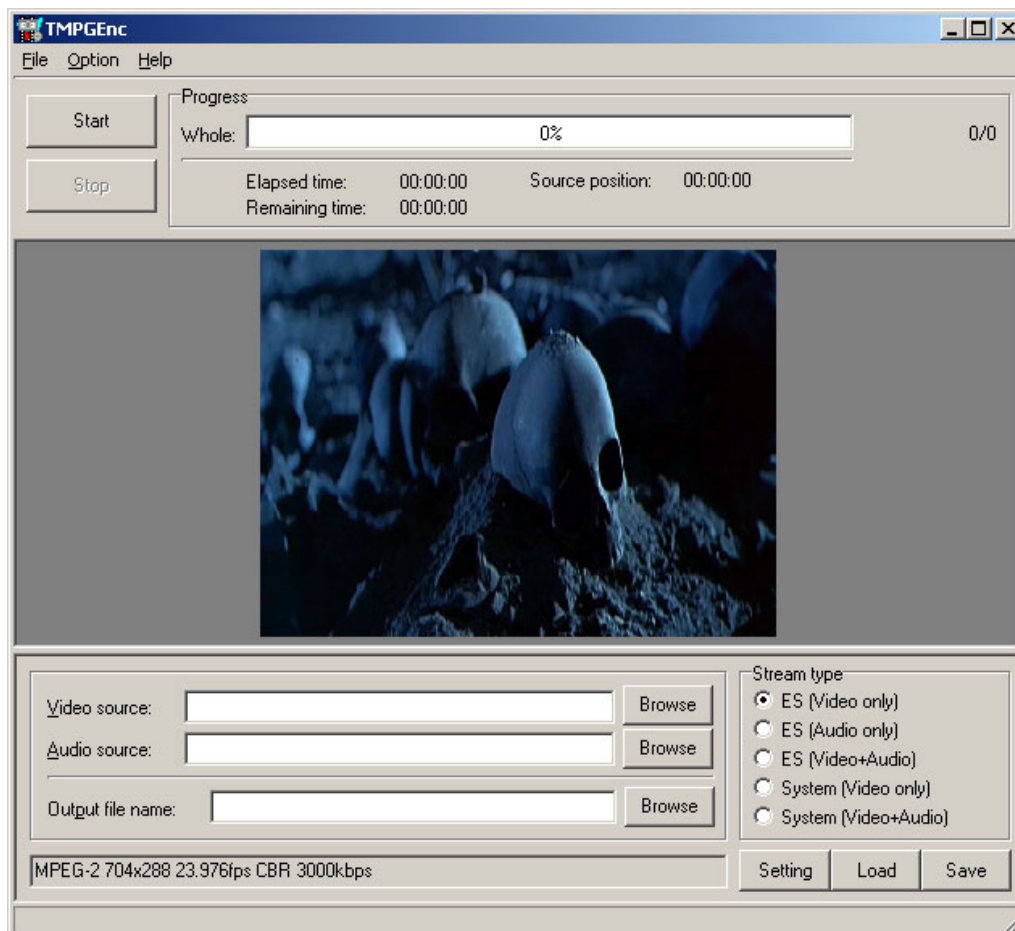
- Для тестирования использовались следующие 10 битрейтов (Кбит/сек): 100, 225, 340, 460, 700, 938, 1140, 1340, 1840, 2340.
- В процессе тестирования использовалась последовательность "battle" с количеством кадров 1599.
- Для кодеров устанавливались следующие параметры:
  - битрейт;
  - разрешение видео;
  - частота кадров;
  - структура GOP (group of pictures).
- Остальные параметры устанавливались по умолчанию.

### Кодеры

Название	Производитель	Версия
1. Pinnacle MPEG 2 Encoder	Pinnacle Systems, Inc.	Pinnacle Studio 10.2
2. TMPGEnc	Pegasys Inc.	2.524.63.181
3. Intel MPEG-2 IPP	Intel Corporation	dev. version for 21.04.2006
4. Sorenson Squeezer	Sorenson Media, Inc.	4.3.302.4
5. MainConcept MPEG Encoder	MainConcept AG	1.05.00.00

### TMPEGEnc

- Кодер с GUI интерфейсом
- Версия 2.524.63.181
- Множество параметров настройки

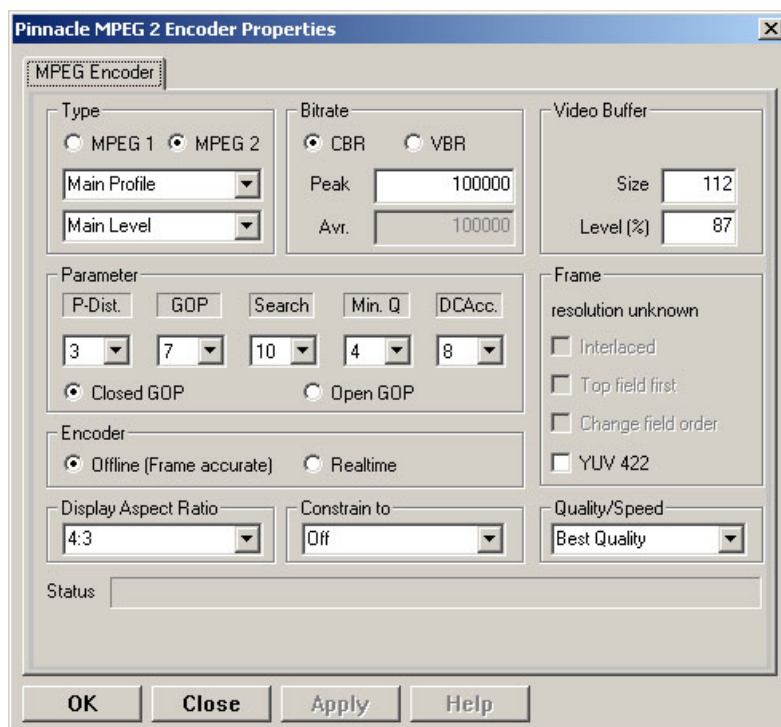


**Рис. 32. TMPGenc**

**Примечание:** Не может кодировать входной поток, сжатый при помощи HuffYUV.

### Pinnacle

- DirectShow кодек
- Версия Pinnacle Studio 10.2
- Множество параметров настройки

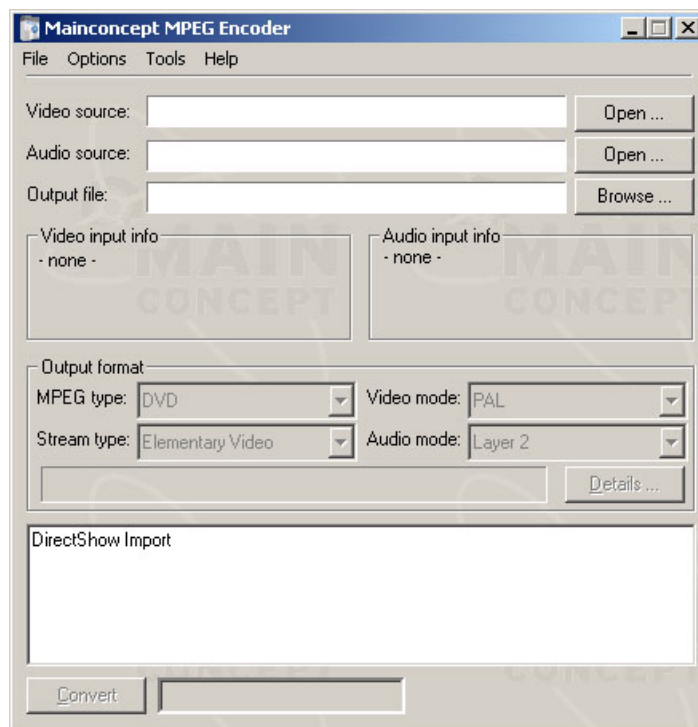


**Рис. 33. Pinnacle MPEG 2 Encoder**

**Примечание:** Кодек проработал без замечаний.

## MainConcept

- Кодер с GUI интерфейсом
- Версия 1.05.00.00
- Множество параметров настройки

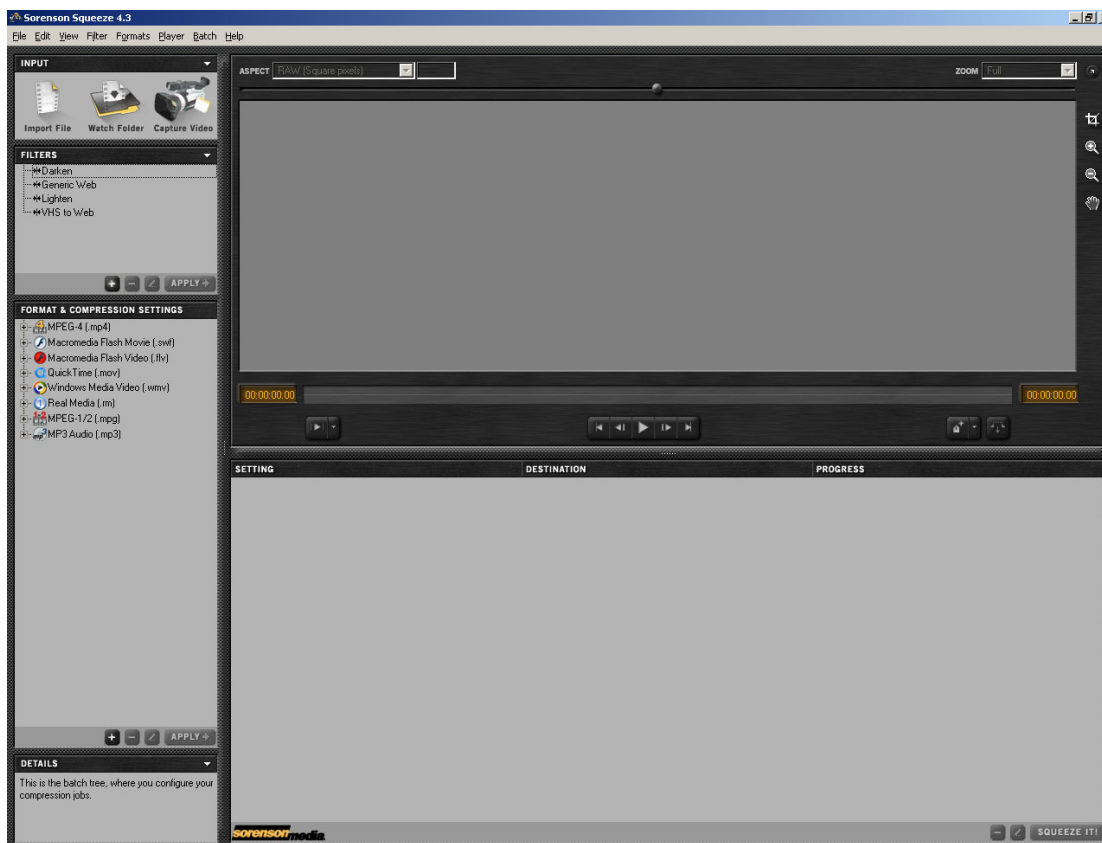


**Рис. 34. Mainconcept MPEG Encoder**

**Примечание:** При кодировании на низких битрейтах выводилось большое количество информации об ошибках.

## Sorenson

- Кодер с GUI интерфейсом
- Версия Sorenson Squeeze 4.3
- Множество параметров настройки



**Рис. 35. Sorenson Squeeze**

**Примечание:** Кодер проработал без замечаний.

## Intel

- Кодер с интерфейсом командной строки
- Версия была предоставлена разработчиками, 21.04.2006
- Множество параметров настройки

**Примечание:** Кодер проработал без замечаний.

Далее приводятся графики качества сжатых последовательностей в различных метриках.

## Y-PSNR

Ниже приводится часть графиков Y-PSNR/Bitrate.

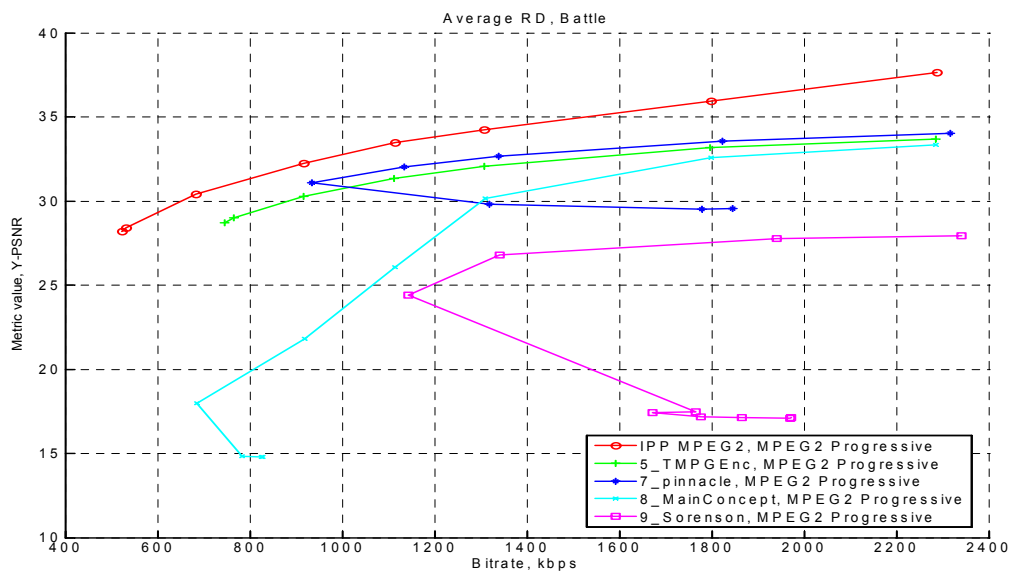
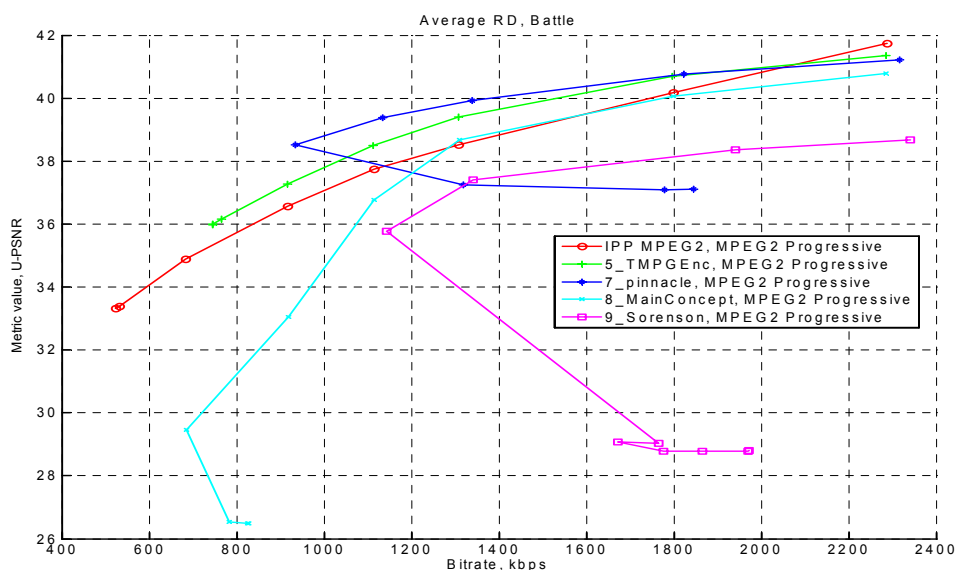


Рис. 36. Y-PSNR. Последовательность "battle"

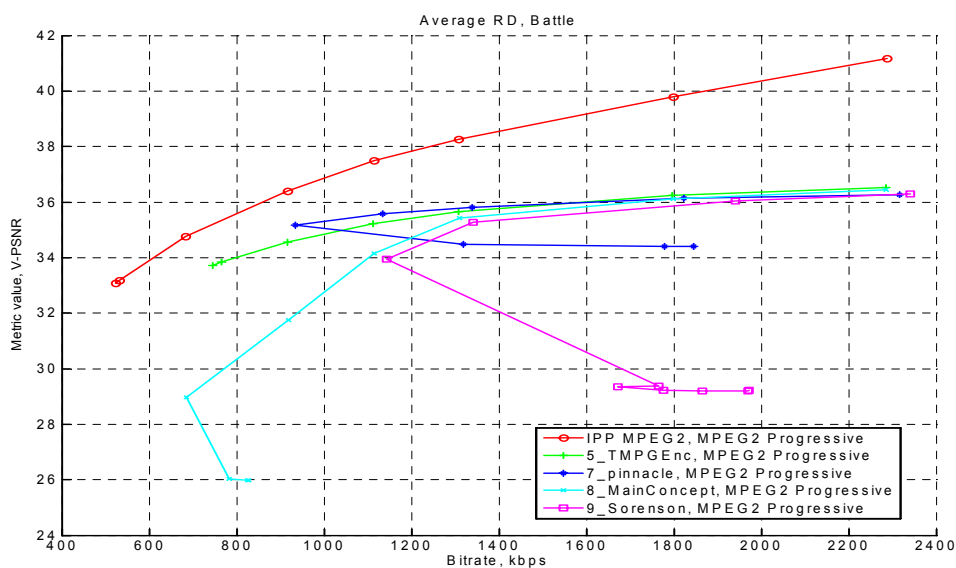
### Выводы:

- Кодеры Intel MPEG-2 IPP и TMPGEnc правильно работают с разными битрейтами. Более низким битрейтам отвечает более низкое качество сжатого видео и наоборот.
- Другие кодеры неправильно работают с низкими битрейтами, понижая качество при повышении размера видео.
- Самое высокое значение метрики Y-PSNR у кодера Intel MPEG-2 IPP.

**U-PSNR, V-PSNR**



**Рис. 37. U-PSNR. Последовательность "battle"**

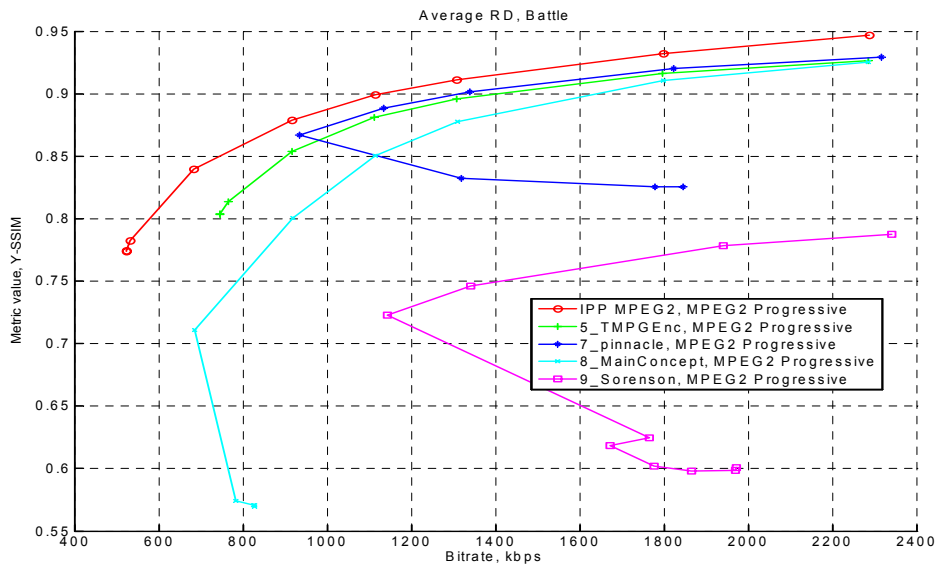


**Рис. 38. V-PSNR. Последовательность "battle"**

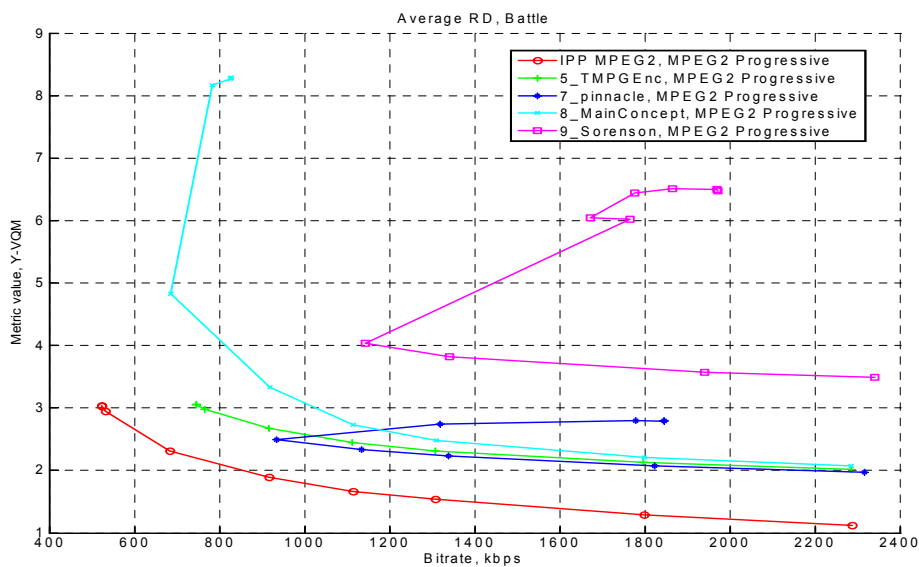
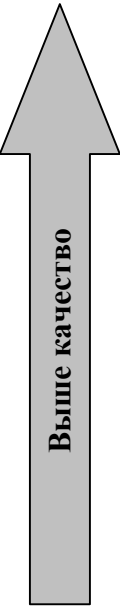
**Выводы:**

- Кодеры по-разному работают с разными цветовыми плоскостями (U и V). То есть, кодер с наилучшими показателями по V-PSNR имеет средние показатели по U-PSNR. Возможной причиной такого поведения является различный подход к обработке U и V компонент.
- Кодер от компании Intel по значению U-PSNR показал результаты хуже, чем у многих кодерам, в то время как по значению V-PSNR оказался значительно впереди других.

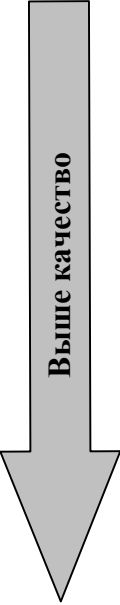
**SSIM, VQM**



**Рис. 39. Y-SSIM measure. Последовательность "battle"**



**Рис. 40. Y-VQM measure. Последовательность "battle"**



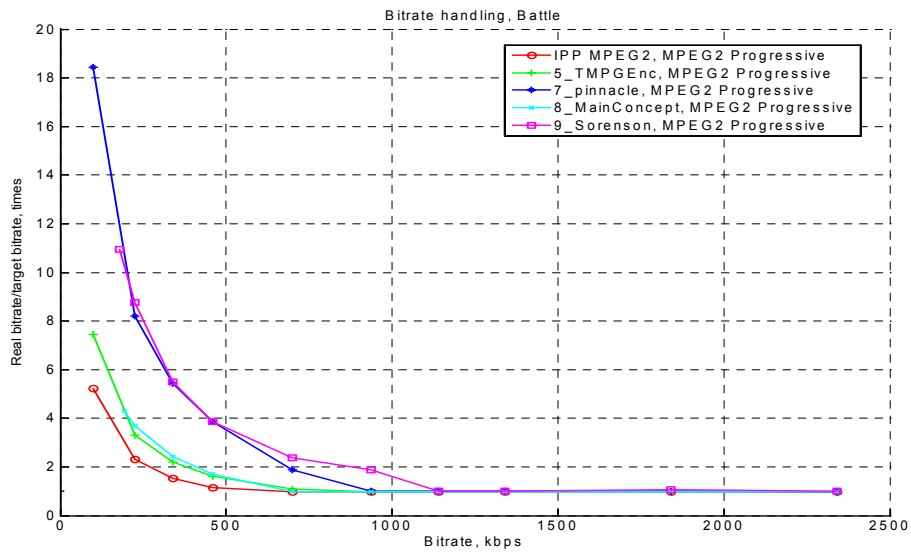
**Выводы:**

- По метрикам Y-SSIM, Y-VQM и Y-PSNR наблюдаются похожие результаты.

**Удержание заданного битрейта**

Рассмотрим графики, показывающие, насколько точно каждый из кодеров держал требуемый битрейт. По оси абсцисс отложены различные битрейты. По оси ординат отложено относительное превышение битрейта кодером (отношение реального битрейта к заданному).





**Рис. 41. Bitrate handling. Последовательность "battle"**

**Выводы:**

- Кодер от Pinnacle сильно завышает низкие битрейты.
- Все кодеры завышают битрейты ниже 500 кбит/с.
- Высокие битрейты все кодеры держат приблизительно одинаково.

## **Выводы приложения**

- Среди исследованных кодеров лучшее качество показал кодер от компании Intel.
- Большинство кодеров стандарта MPEG-2 не могут удерживать низкие битрейты.
- Некоторые кодеры могут обрабатывать U, V плоскости по-разному с разной эффективностью.

## About us (Graphics & Media Lab Video Group)



Graphics & Media Lab Video Group is a part of Graphics & Media Lab of Computer Science Department in Moscow State University. The history of Graphics Group began at the end of 1980's. Graphics & Media Lab was officially founded in 1998. Main research directions of the lab lie in different areas of Computer Graphics, Computer Vision and Media Processing (audio, image and video processing). Some of research results were patented, other results were presented in a number of publications.

Main research directions of Graphics & Media Lab Video Group are video processing (pre-, post- and video analysis filters) and video compression (codecs' testing and tuning, quality metrics research, development of codecs).

Our main achievements in **video processing**:

- High quality industrial filters for format conversion including high quality deinterlacing, high quality frame rate conversion, new fast practical super resolution, etc.
- Methods for modern TV-sets: big family of up-sampling methods, smart brightness and contrast control, smart sharpening, etc.
- Artifacts' removal methods: family of denoising methods, flicking removal, video stabilization with frame edges restoration, scratches, spots, drop-outs removal, etc.
- Specific methods like: subtitles removal, construction of panorama image from video, video to high quality photo, video watermarking, video segmentation, practical fast video deblur, etc.

Our main achievements in **video compression**:

- Well-known public comparisons of JPEG, JPEG-2000, MPEG-2 decoders, MPEG-4 and annual H.264 codec's testing; also we provide tests for "weak and strong points of codec X" for companies with bugreports and codec tuning recommendations.
- Our own video quality metrics research, public part is MSU Video Quality Measurement Tool and MSU Perceptual Video Quality Tool.
- We have internal research and contracts on modern video compression and publish our MSU Lossless Video Codec and MSU Screen Capture Video Codec – codecs with ones of the highest compression ratios.

We are really glad to work many years with companies like Intel, Samsung, RealNetworks and others.

A mutual collaboration in areas of video processing and video compression is always interesting for us.

E-mail: [video@graphics.cs.msu.ru](mailto:video@graphics.cs.msu.ru)

---

# MSU Video Quality Measurement Tool

MSU Graphics & Media Lab. Video Group.



## Main Features

### 1. 12 Objective Metric + 5 Plugins

PSNR several versions,	MSU Blurring Metric,
MSAD,	MSU Brightness Flicking Metric,
Delta,	MSU Brightness Independent PSNR,
MSE,	MSU Drop Frame Metric,
SSIM Fast,	MSU Noise Estimation Metric,
SSIM Precise,	MSU Scene Change Detector,
VQM,	MSU Blocking Metric.

### 2. More Than 30 Supported Formats, Extended Color Depth Support

*.AVI,	*.AVS:	Extended Color
*.YUV:	*.MOV,	Depth:
YUV,	*.VOB,	P010, P014,
YV12,	*.WMV,	P016, P210,
IYUV,	*.MP4,	P214, P216,
UYVY,	*.MPG,	P410, P414,
Y,	*.MKV,	P416,
YUY2,	*.FLV,	P410_RGB,
*.BMP,	etc.,	P414_RGB,
		P416_RGB.

### 3. Multi-core Processors Support

MMX, SSE and OpenMP Optimizations

### 4. Comparative Analysis

Comparison of 3 files at a time

### 5. ROI Support

Metric calculation for ROI (Region of Interest)

### 6. GUI & Batch Processing

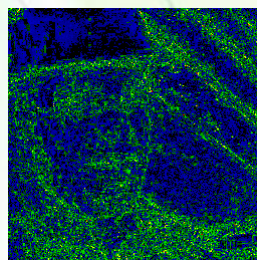
GUI and command line tools

### 7. Plugins Interface

You can easily develop your own metric

## Visualization Examples

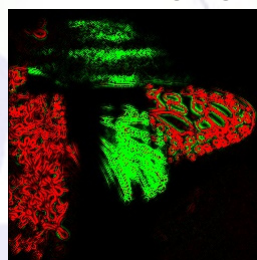
Allows easily detect where codec/filter fails



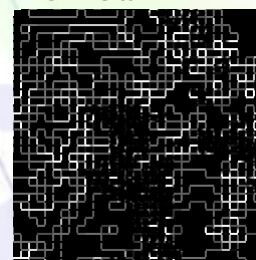
Y-YUV PSNR



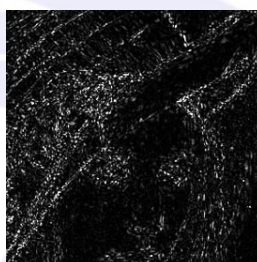
Y-YUV Delta



MSU Blurring Metric



MSU Blocking Metric



Y-YUV MSE



VQM

### 8. Universal Format of Results

Results are saved in \*.csv files

### 9. HDTV Support

### 10. Open-Source Plugins Available

### 11. Metric Visualization

Fast problem analysis, see examples above.

[http://www.compression.ru/video/quality\\_measure/index\\_en.html](http://www.compression.ru/video/quality_measure/index_en.html)

Tool was downloaded more than 100 000 times!

Free and Professional versions are available

## Big thanks to our contributors:



Apple Inc.



NVIDIA.

