

Скрининг качества видео YouTube, Vimeo, RUTUBE и VK Видео и онлайн-кинотеатров

Дмитрий Ватолин

MSU AI Center

MSU Institute for Artificial Intelligence

CS MSU Graphics&Media Lab

Содержание

- **Введение**
- Видеохостинги
 - Сравнение на непопулярных видео
 - Сравнение на популярных видео
 - Имитация реального просмотра
- Кинотеатры
- Заключение

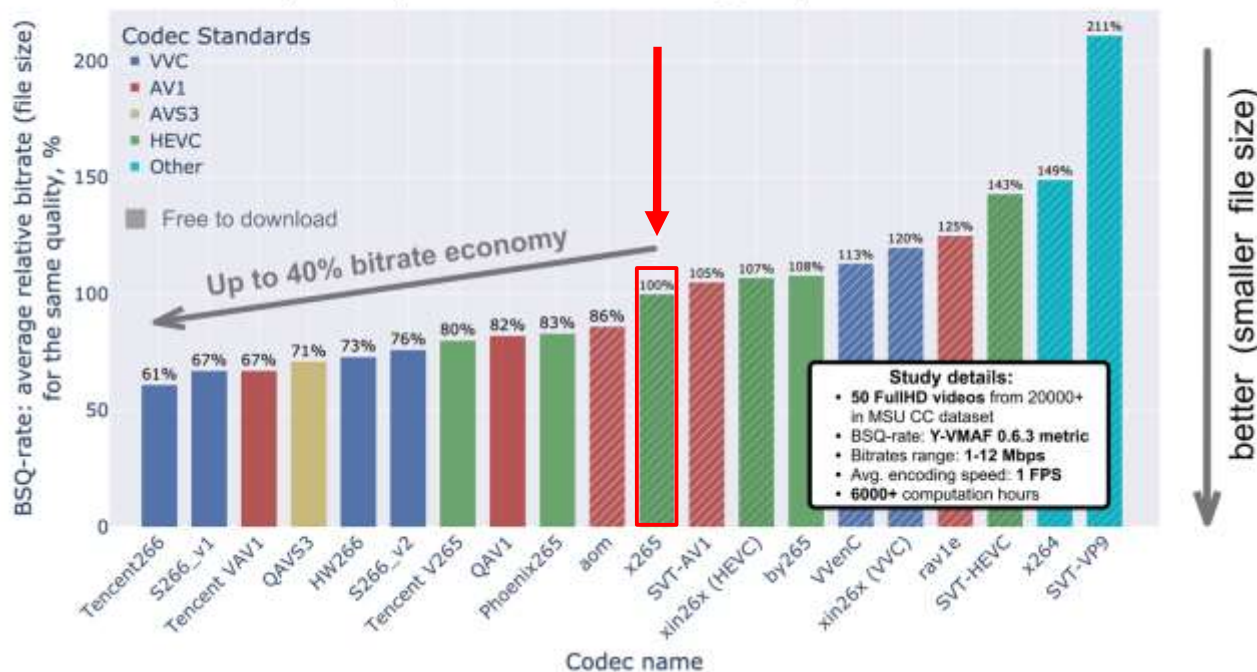
Введение

MSU Codecs Comparison: VMAF leaderboard 2021



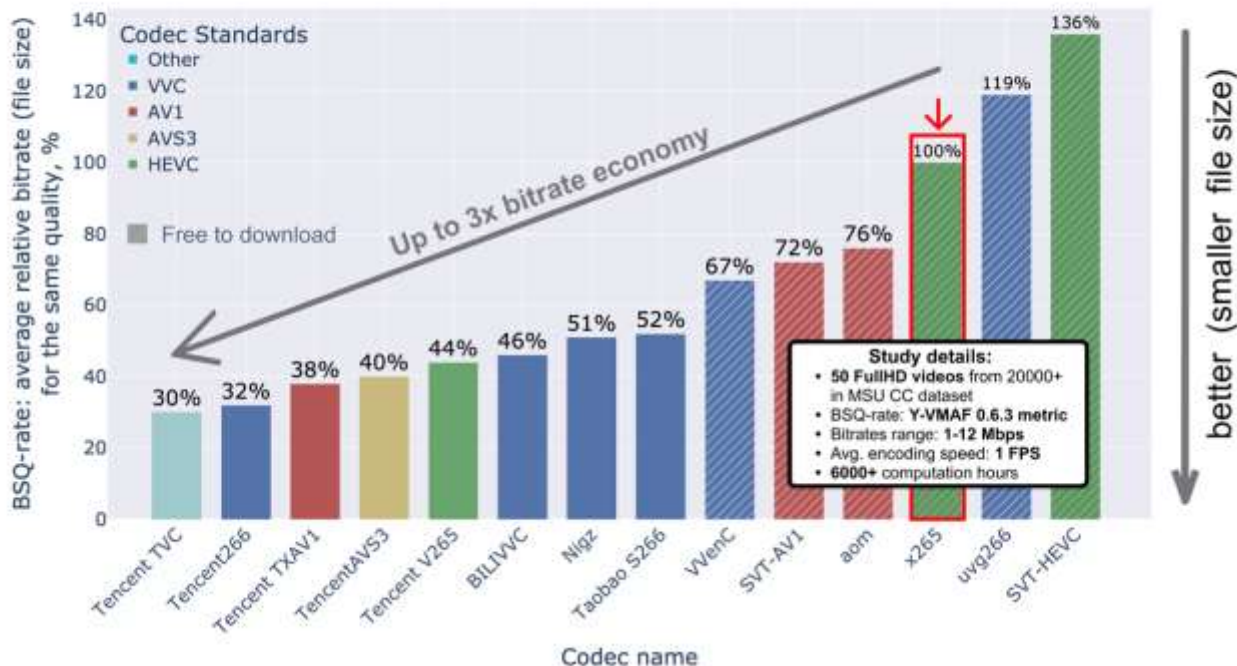
Private codecs superiority in MSU Codec Comparison 2021

https://compression.ru/video/codec_comparison/2021



Private codecs superiority in MSU Codec Comparison 2023-2024

https://compression.ru/video/codec_comparison/2023

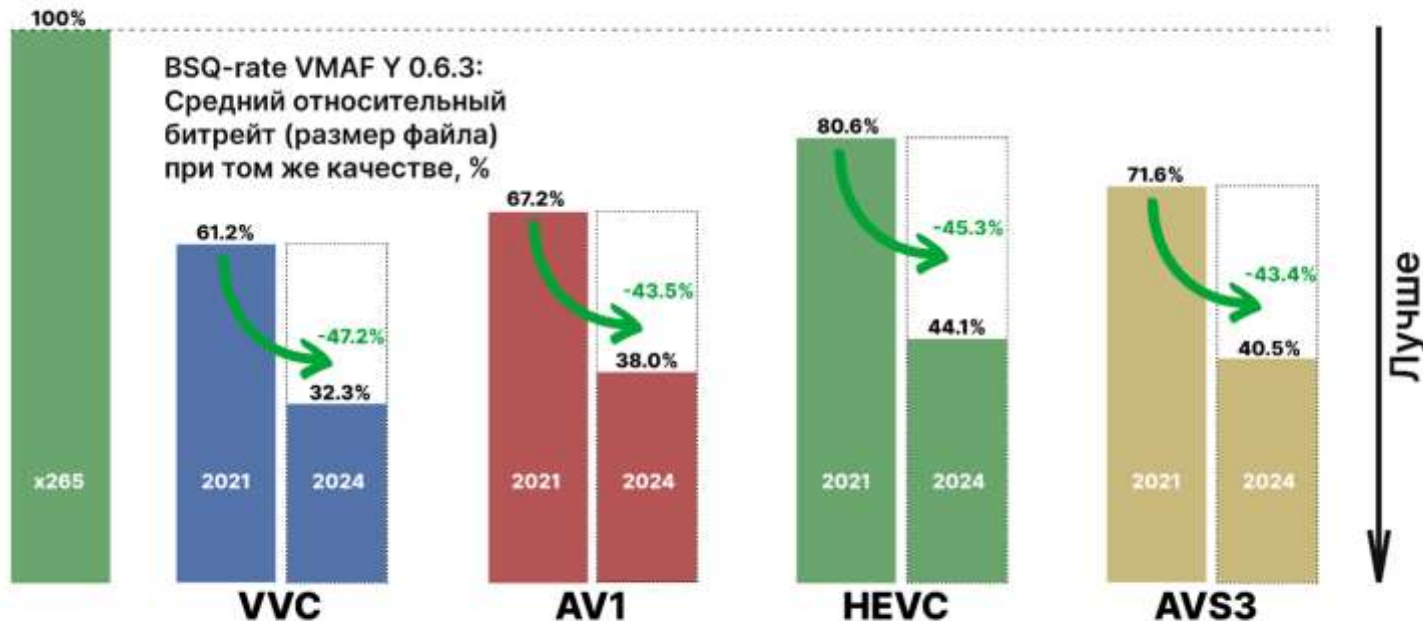


Введение

Прогресс за 3 года



Прогресс лучших кодеров каждого стандарта за 3 года



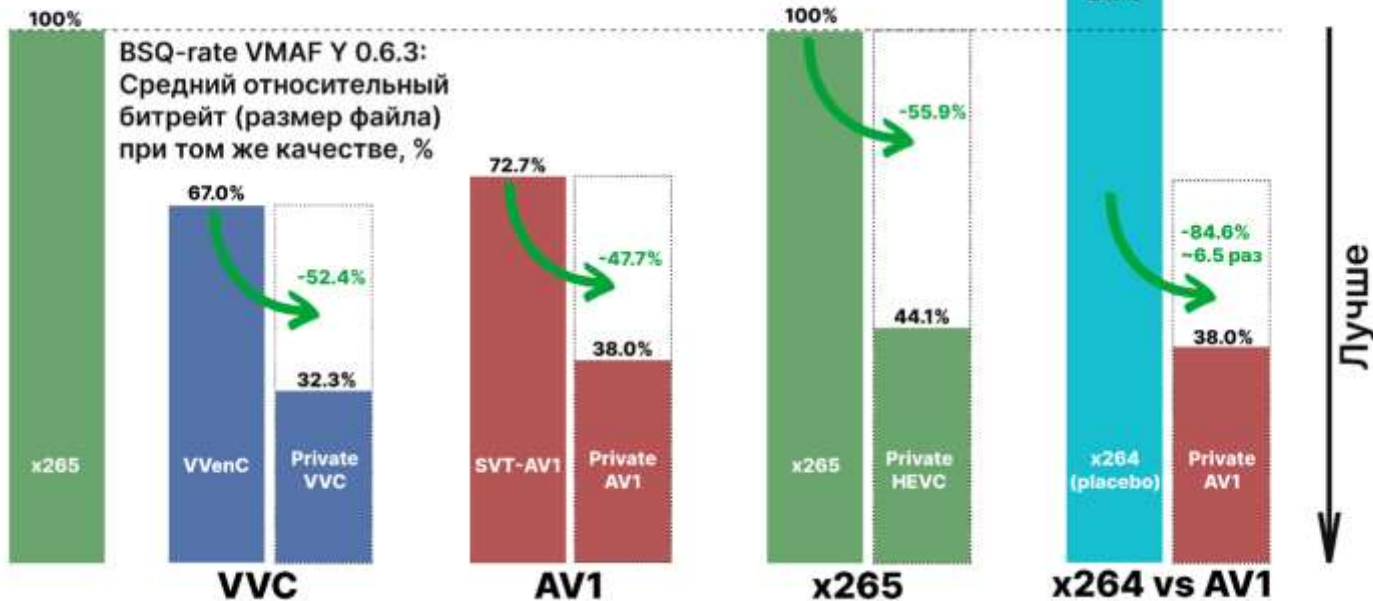
*сервера 2024 новые, выровнены на 1 FPS (прогресс по железу заложен в %)

Введение

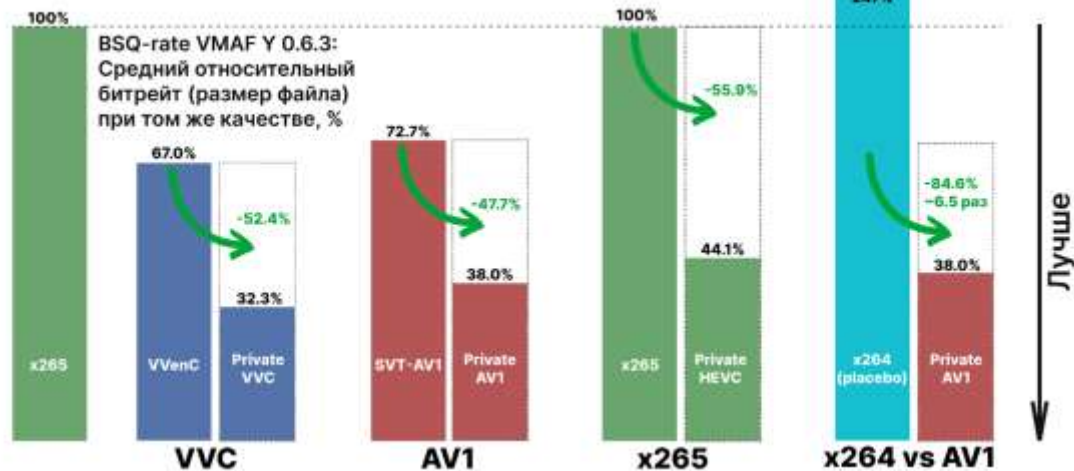
Преимущество частных реализаций над открытыми



Преимущество частных кодеров над публичными 2024



Преимущество частных кодеров над публичными 2024



Это placebo x264,
самый медленный
пресет...
Разница 6,5 раз...

- **Новые стандарты активно развиваются**
(AV1: 2018, AVS3: 2019, VVC: 2020)
- **Скорость прогресса фантастическая** (-43-47% за 3 года, это намного больше, чем в прошлые годы истории сравнении)
- **Закрытые реализации уже почти в 2 раза лучше открытых(!)**
- **Появились нестандартные внутренние кодеки**

Отставание российских сервисов, использующих старые стандарты и open source кодеки, можно прикинуть самостоятельно

Содержание

- Введение
- **Видеохостинги**
 - Сравнение на непопулярных видео
 - Сравнение на популярных видео
 - Имитация реального просмотра
- Кинотеатры
- Заключение

Измерение качества не нужно!

Открытая дискуссия на VideoTech-2024:

- Топ менеджеры кинотеатра считают измерение качества лишним
- Метрики должны быть от бизнеса: User Retention, DAU, MAU...
- Toyota ввела Lean manufacturing
 - потери из-за перепроизводства
 - потери времени из-за ожидания
 - потери при ненужной транспортировке
 - **потери из-за лишних этапов обработки (waste of over-processing)**
 - **потери из-за лишних запасов**
 - **потери из-за ненужных перемещений**
 - потери из-за выпуска дефектной продукции

ЭТОМУ УЧАТ В МВА

Скрининг качества видеохостингов

Характеристики сравнения

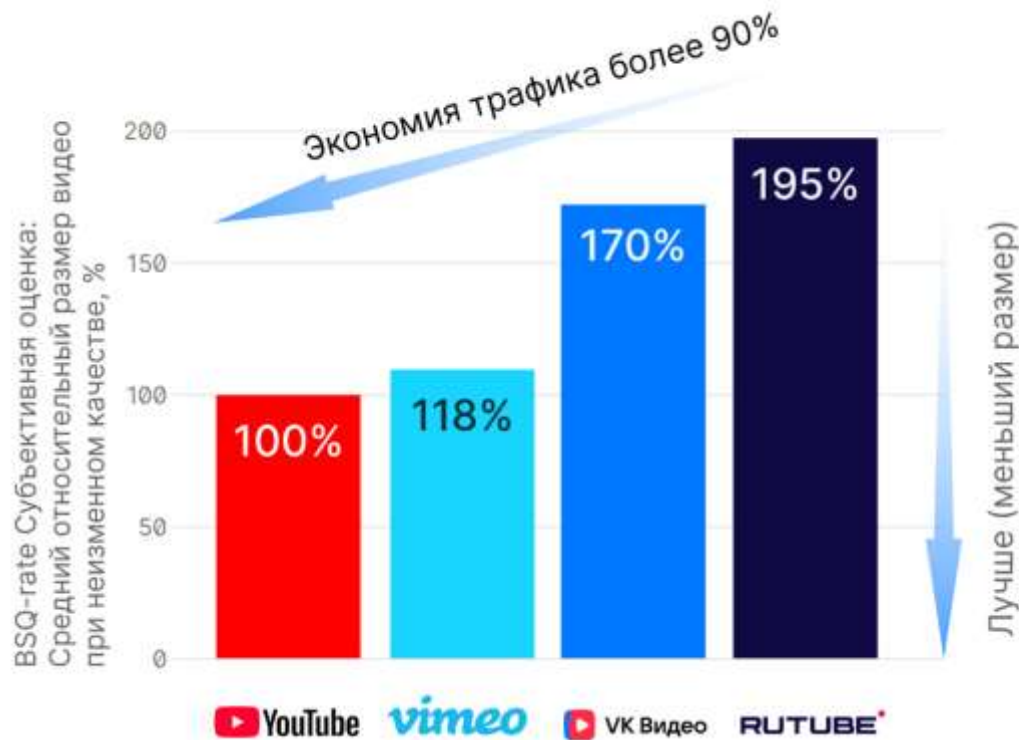


- **4 сервиса:** YouTube, Vimeo, VK Video, RUTUBE
- **2 сценария:** непопулярные и популярные видео
 - 50 разнородных непопулярных видео
 - 20 разнородных популярных видео с 20 каналов с числом подписчиков более 10 тыс.



Скрининг качества видеохостингов

Непопулярные видео: субъективное качество



ИИ
МГУ
Институт
искусственного
интеллекта



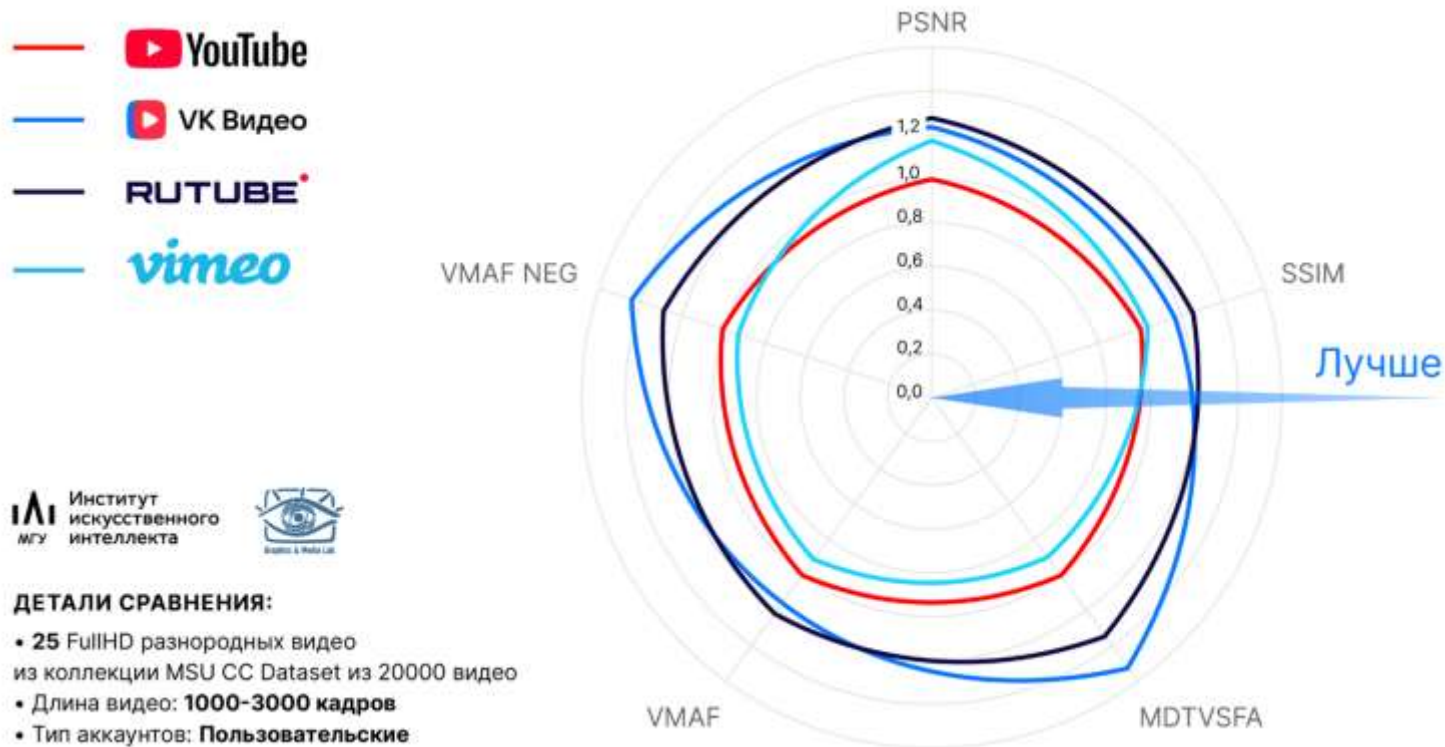
ДЕТАЛИ СРАВНЕНИЯ:

- 10 FullHD разнородных видео из коллекции MSU CC Dataset из 20000 видео
- BSQ-rate: Субъективная оценка
- Длина видео: 10 секунд
- Тип аккаунтов: Пользовательские

Более 1500 уникальных ассессоров

Скрининг качества видеохостингов

Непопулярные видео: качество по объективным метрикам



ИИ
Институт
искусственного
интеллекта



ДЕТАЛИ СРАВНЕНИЯ:

- 25 FullHD разнородных видео из коллекции MSU CC Dataset из 20000 видео
- Длина видео: **1000-3000 кадров**
- Тип аккаунтов: **Пользовательские**

Скрининг качества видеохостингов

Непопулярные видео: качество по VMAF



Институт
искусственного
интеллекта



ДЕТАЛИ СРАВНЕНИЯ:

- * 25 FullHD разнородных видео из коллекции MSU CC Dataset из 20000 видео
- * BSQ-rate: **VMAF 0.6.1 Y**
- * Длина видео: **3000 кадров**
- * Тип аккаунтов: **Пользовательские**

Скрининг качества видеохостингов

Непопулярные видео: распределение битрейтов FullHD



Скрининг качества видеохостингов

Популярные видео: субъективное качество



ИИ
мгу
Институт
искусственного
интеллекта



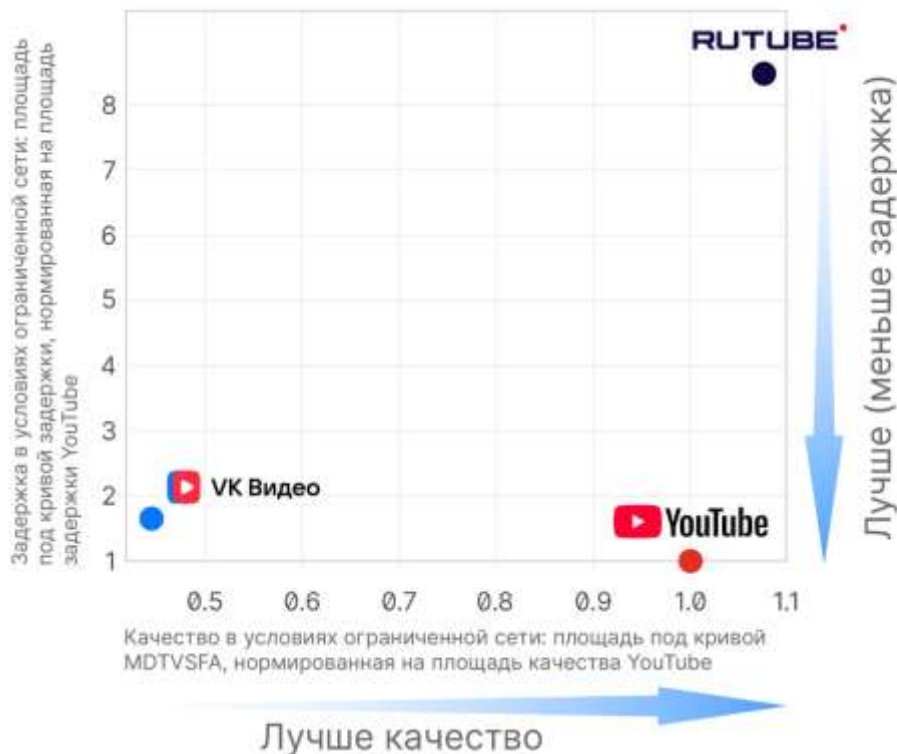
ДЕТАЛИ СРАВНЕНИЯ:

- 10 FullHD разнородных видео
- BSQ-rate: **Субъективная оценка**
- Длина видео: **10 секунд**
- Тип аккаунтов: **Популярные**
(> 10 тысяч подписчиков)

Более 1500 уникальных ассессоров

Скрининг качества видеохостингов

Имитация реального просмотра: сравнение качества



ИАИ Институт
Искусственного
Интеллекта



ДЕТАЛИ СРАВНЕНИЯ:

- 4 FullHD разнородных видео
- Длина видео: от 5 — 90 минут
- Ограничения сети: 1—7 Mbps
- Метрика: MDTVSA
- Тип аккаунтов: популярные

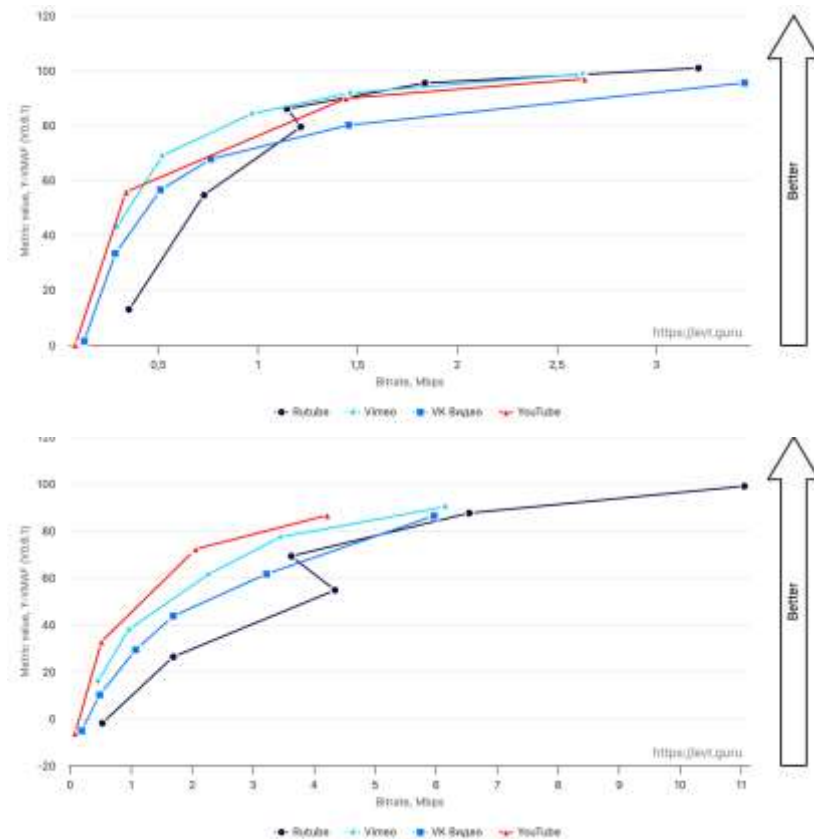
Скрининг качества видеохостингов

Ошибки сервисов: RUTUBE



RD-графики (Rate-Distortion) иллюстрируют изменение качества закодированного видео в зависимости от битрейта или размера файла.

Немонотонность RD-кривой создает проблемы плееру.



Видеохостинги

скрининг качества видео
YouTube, Vimeo, Rutube и VK Видео



30 мая 2025

Скрининг качества видеохостингов

Выводы



- Rutube нужен в **2 раза больший битрейт**, чем YouTube
- Задержка воспроизведения Rutube превышает YouTube **более чем в 8 раз** в среднем
- В режиме автоматического выбора разрешения при плохой сети качество видео на VK Видео **в 2 раза хуже качества** YouTube

Скрининг качества видеохостингов

Что дальше?



- **Оценка платежеспособного спроса**
- **Расширение датасета**
- **Развитие методики:**
 - сравнение на коротких видео
 - разные устройства
 - более сложные метрики
- **Периодическое сравнение**
- **Сравнение с китайскими аналогами**
- **Исследование популярных видео**

Содержание

- Введение
- Видеохостинги
 - Сравнение на непопулярных видео
 - Сравнение на популярных видео
 - Имитация реального просмотра
- **Кинотеатры**
- Заключение

Скрининг качества кинотеатров

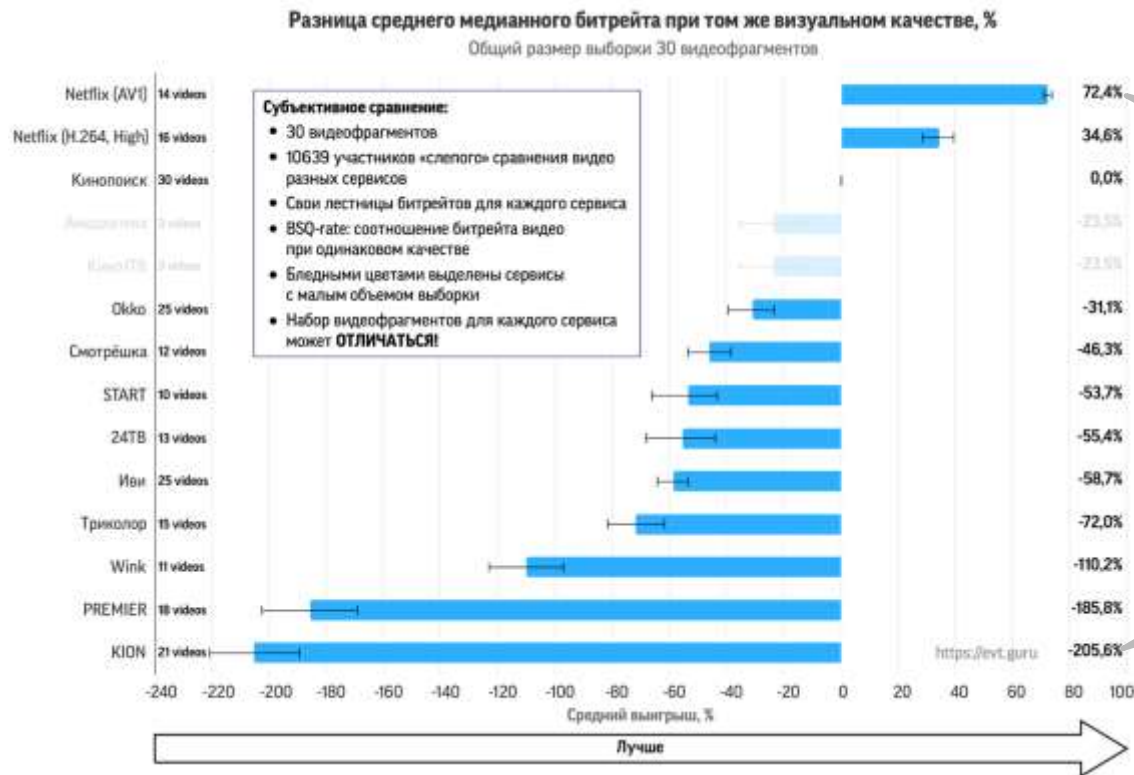
Характеристики сравнения



- **15 сервисов:** Netflix, HBO Max, Okko, Premier, Start, Wink, 24ТВ, Амедиатека, ВК Видео, Иви, Кино1ТВ, Кинопоиск, Смотрёшка, Триколор, Kion
- **2 подхода:** визуальное качество и объективные метрики
 - **Визуально:** оценка 10639 ассессоров для 30 коротких видео из 19 фильмов и сериалов
 - **Объективно:** 9 метрик на 222 фрагментах длиной ~5.7 часов
- Оценка необходимой пропускной способности канала

Скрининг качества кинотеатров

Субъективное сравнение: частичное пересечение



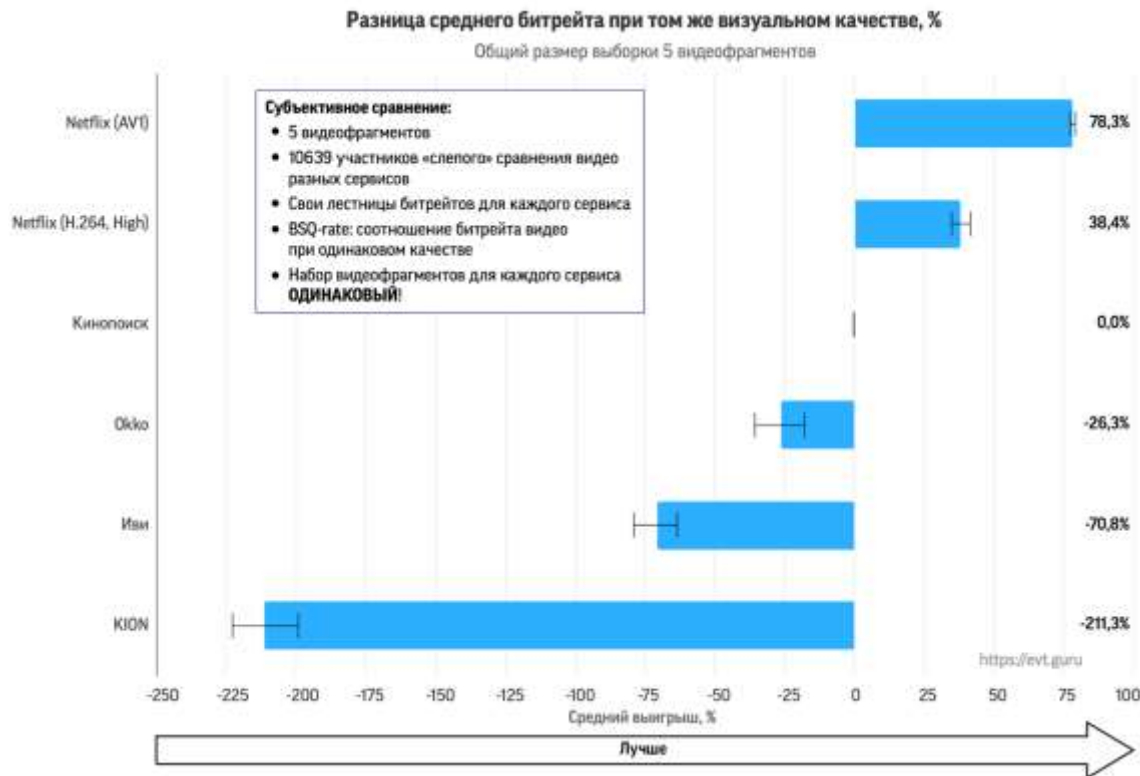
Битрейт в 3,6 раза меньше, чем у Кинопоиска

Битрейт в 3 раза больше, чем у Кинопоиска



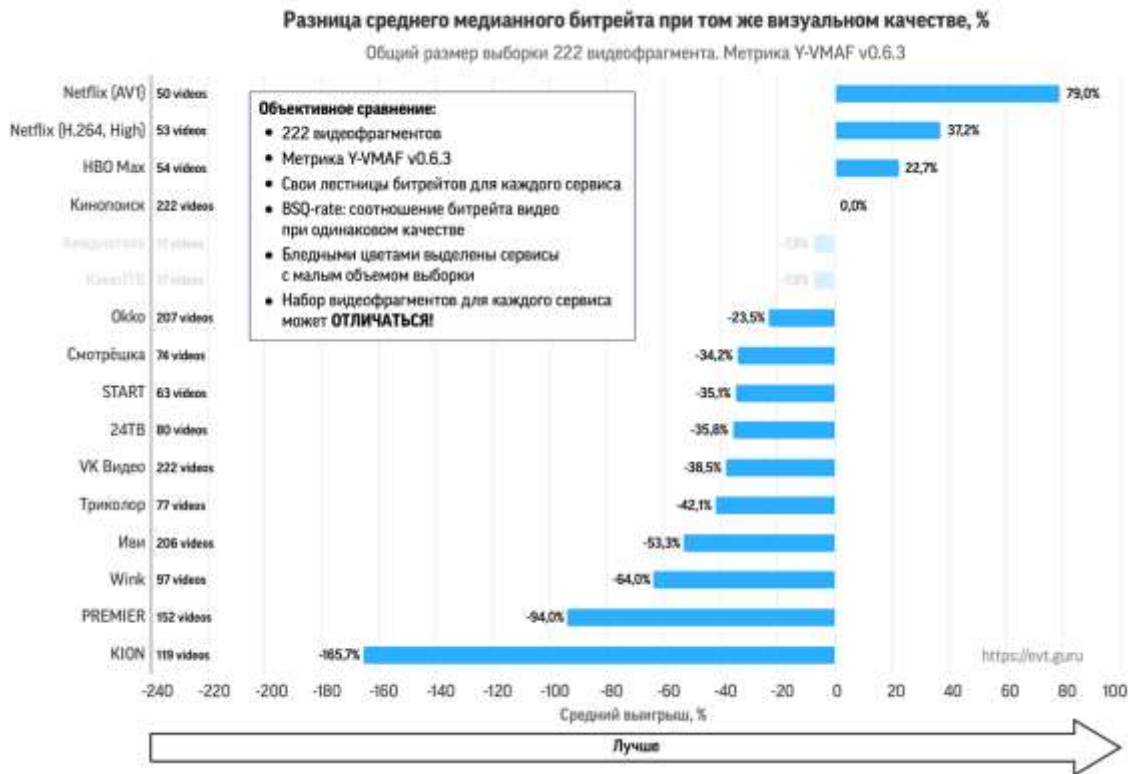
Скрининг качества кинотеатров

Субъективное сравнение: одинаковая выборка



Скрининг качества кинотеатров

Объективное качество: VMAF Y



Скрининг качества кинотеатров

Влияние ранжирования сервисов от набора видео

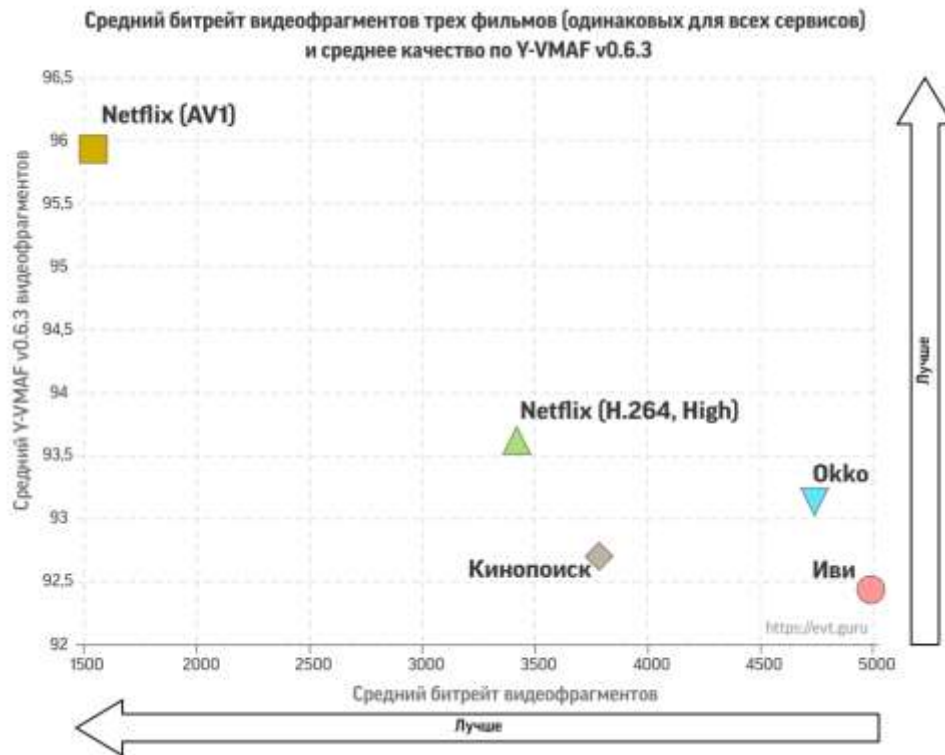


Расчет ниже выполнен по случайным выборкам, которые формировались из 60% произвольных видеофрагментов из набора объективного сравнения (222 видеофрагмента)

Место	Полный набор	Подвыборка #1	Подвыборка #2	Подвыборка #3	Подвыборка #4	Подвыборка #5	Подвыборка #6	Подвыборка #7	Подвыборка #8	Подвыборка #9	Подвыборка #10
1st	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)	Netflix (AV1)
2nd	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)	Netflix (H.264, High)
3rd	HBO Max	HBO Max	HBO Max	HBO Max	HBO Max	HBO Max	HBO Max	HBO Max	HBO Max	HBO Max	HBO Max
4th	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск	Кинопоиск
5th	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ	КиноТТБ
6th	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика	Анекдотика
7th	Okko	Okko	Okko	Okko	Okko	Okko	Okko	Okko	Okko	Okko	Okko
8th	Смотрёшка	VK Видео	START	START	Смотрёшка	START	Смотрёшка	Смотрёшка	Смотрёшка	START	Смотрёшка
9th	START	Смотрёшка	Смотрёшка	Смотрёшка	START	VK Видео	START	START	START	Смотрёшка	START
10th	24TV	START	24TV	24TV	24TV	Смотрёшка	24TV	VK Видео	24TV	24TV	24TV
11th	VK Видео	24TV	VK Видео	Триколор	VK Видео	24TV	VK Видео	24TV	VK Видео	Триколор	VK Видео
12th	Триколор	Триколор	Триколор	VK Видео	Триколор	Триколор	Триколор	Иви	Триколор	VK Видео	Триколор
13th	Иви	Иви	Иви	Иви	Иви	Иви	Иви	Триколор	Иви	Иви	Иви
14th	Wink	Wink	Wink	Wink	Wink	Wink	Wink	Wink	Wink	Wink	Wink
15th	PREMIER	PREMIER	PREMIER	PREMIER	PREMIER	PREMIER	PREMIER	PREMIER	PREMIER	PREMIER	PREMIER
16th	KION	KION	KION	KION	KION	KION	KION	KION	KION	KION	KION

Скрининг качества кинотеатров

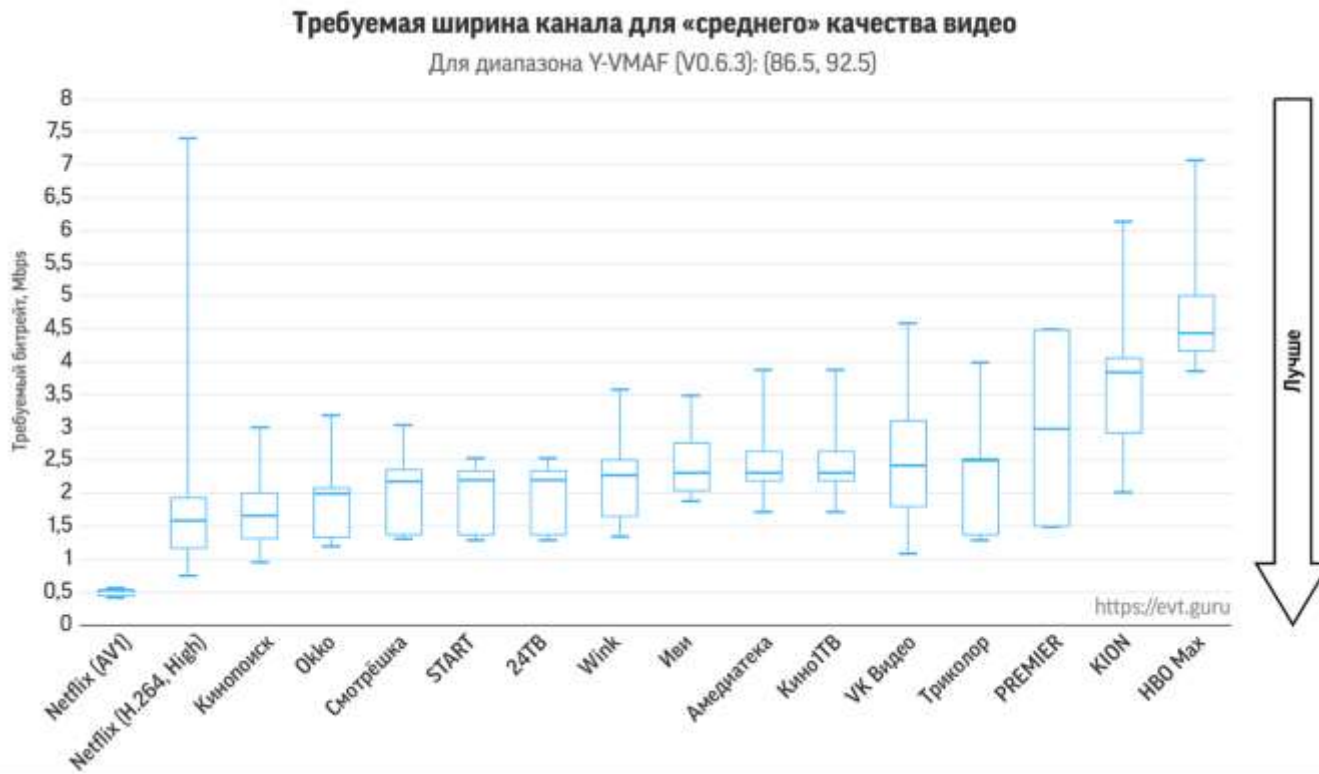
Максимально доступное качество по VMAF



- Как обычно, Netflix вне конкуренции
- Из российских на этой выборке максимальное качество у Okko
- У Кинопоиска и др. "короткая" лестница битрейтов наверху, максимальное качество ограничено

Скрининг качества кинотеатров

Оценка необходимой ширины канала



Скрининг качества кинотеатров

Выводы



- Кинопоиск **лидер** российского рынка по эффективности кодирования и требуемому каналу
- Netflix (H.264) при том же качестве требует на **30% меньший битрейт**, чем Кинопоиск
- Netflix (AV1) при том же качестве требует **в 3 раза меньший битрейт**, чем Кинопоиск (H.264)
- HBO Max (H.264) также **лучше всех российских сервисов**
- Premier (H.264) и Kion (H.264) требует **в 2.5 раза больший битрейт**, чтобы достигать качества изображения Кинопоиска (H.264) и Okko (H.264)

Онлайн-кинотеатры

Скрининг эффективности кодирования видео
Netflix, Кинопоиск, Иви, Wink, Okko



1 октября 2025

Скрининг качества кинотеатров

Что дальше?



- **Оценка платежеспособного спроса**
- **Большие масштабы субъективного сравнения**
- **Больше сравниваемых фильмов и сериалов**
- **Детальный анализ лучших сервисов**
- **Детальный анализ худших случаев**
- **Наиболее популярные китайские сервисы**
- **Изменение качества сервисов во времени**

Скрининг качества кинотеатров

Как улучшить эффективность и качество?



- **Оценка реального положения относительно конкурентов**
- **Повышение эффективности кодирования**
 - Эффективные кодеры
 - Эффективные настройки кодеров и, возможно, больше ресурсов для кодирования

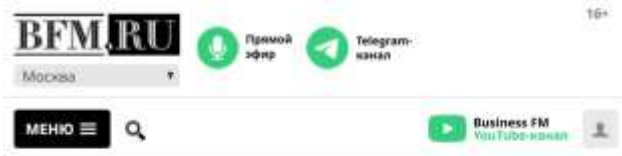
Мы это не стали выносить в отчет, но почти все российские сервисы проигрывают по эффективности базовому пресету x264 veryslow gop=2 сек...
 - Адаптивное per chunk/per title кодирование: битрейт/CRF и пресет под контент
 - Предобработка проблемного контента, повышение качества перед кодированием
- **Контроль качества при транскодировании и периодическое сравнение относительно конкурентов**

Содержание

- Введение
- Видеохостинги
 - Сравнение на непопулярных видео
 - Сравнение на популярных видео
 - Имитация реального просмотра
- Кинотеатры
- **Заключение**

Заключение

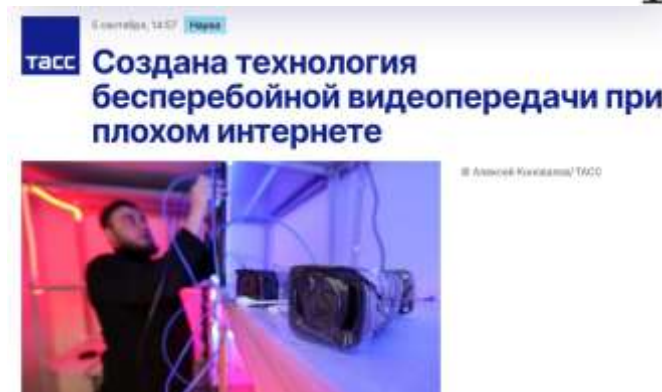
Проблема видеопередачи при плохом интернете решена!



7 сентября 2025, 07:33

Технологии Наука

Пермские ученые решили проблему видеопередачи в условиях слабого интернета



газета.ru

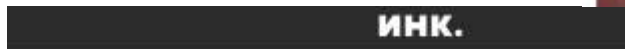


18 сентября 2025, 12:29

В России разработали технологию бесперебойной видеопередачи в условиях плохого интернета

ПНИПУ: создана технология видеопередачи в условиях плохого интернета

Елизавета Ардеева

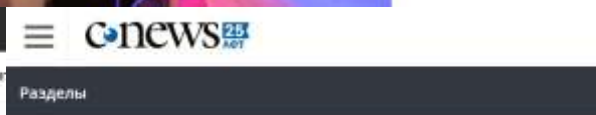


ПРИДУМАТЬ РАЗОБРАТЬСЯ ВЗЛЕТЕТЬ ПЕРЕКЛЮЧИТЬСЯ ЖИТЬ НАУЧИТЬСЯ ПОДЕЛИТЬСЯ

Российские ученые придумали новый алгоритм для передачи видео при плохой связи

ИВАН ГАЛО

Редактор «Инк.»



05 сентября 2025 12:17

ПОДЕЛИТЬСЯ

Ученые Пермского Политеха создали технологию для бесперебойной видеопередачи в условиях плохого интернета

По данным на 2025 г. в России установлено более 1,2 млн камер видеонаблюдения. Многие из них функционируют на базе машинного зрения, то есть умеют распознавать нетипичные происшествия и

ЭКСПЕРТ
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Получить консультацию

18.09.2025

Программу для передачи видео в условиях плохой связи придумали в Перми

ЭКСПЕРТ
УРАЛ

Заключение

Проблема видеопередачи при плохом интернете решена!



7 сентября 2025, 07:33

Технологии Наука

Пермские ученые решили проблему видеопередачи в условиях слабого интернета

ПРИДУМАТЬ РАЗОБРАТЬСЯ ВЗЛЕТЕТЬ ПЕРЕКЛЮЧИТЬСЯ

Российские ученые придумали алгоритм для передачи видео в условиях плохой связи

ВВЕЛ СЛОВО

Редактор «Искра»

Создана технология бесперебойной видеопередачи при плохом интернете



© Алексей Коновалов / ТАСС

Разработка оказалась эффективнее существующих аналогов на 28-32%

ПЕРМЬ, 5 сентября. /ТАСС/. Ученые Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) создали технологию для бесперебойной видеопередачи в условиях плохого интернета. Разработка оказалась

a.ru

Радар Нарвала по Думе: «Прямой эфир»



Радар Нарвала по Думе: «Прямой эфир»

разработали технологию бесперебойной видеопередачи к плохому интернету

технология видеопередачи в условиях плохого интернета



ЭКСПЕРТ
УРАЛ

передачи видео в условиях плохого интернета придумали в Перми

Заключение

Проблема видеопередачи при плохом интернете (1)



По данным на 2025 год в России установлено более 1,2 миллиона камер видеонаблюдения. Многие из них функционируют на базе машинного зрения, то есть умеют распознавать нетипичные происшествия и передавать в пункт управления для оперативного реагирования. Так работают, к примеру, камеры видеонаблюдения в палатах интенсивной терапии. Удаленный мониторинг позволяет постоянно отслеживать жизненные показатели и состояние больных. Однако ключевой проблемой остается низкая надежность такой видеопередачи в условиях нестабильной связи. Из-за зависания изображения или потери качества специалисты могут пропустить признаки ухудшения здоровья пациента или состояние поддерживающего аппарата. Ученые Пермского Политеха разработали новый метод передачи видео, который позволяет системам машинного зрения стабильно работать даже при прерывающемся и медленном интернет-соединении. Методика показала эффективность на 28-32% выше по сравнению с существующими решениями.

Статья опубликована в журнале «Вестник ПНИПУ. Электронные информационные технологии, системы управления». Исследование проведено в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

На сегодняшний день рынок систем машинного зрения занимает около 25%, включая прикладные отрасли экономики — промышленность, здравоохранение, энергетика, транспорт и логистика. В основном такие технологии используются в «умных» камерах наблюдения, на улицах, в больницах, метро, на заводах, а также могут быть встроены в видеоконтролеры и промышленные роботы наподобие тех, которых можно было увидеть в сериале «Лента».

Работа комплекса машинного зрения заключается в следующем: камера записывает видео и сжимает его, чтобы уменьшить размер для передачи данных. Затем эта информация отправляется по сети небольшими частями (пакетами) на сервер или устройство просмотра, где происходит распаковка и превращение обратно в видео. Если интернет-канал плохой, пакеты теряются или задерживаются, и видео зависает, пропускает кадры или превращается в размытое пиксельное изображение. Особенно часто это происходит в удаленных и труднодоступных регионах со слабым покрытием сотовой связи и при использовании беспроводных сетей, где сигнал нестабилен из-за помех, расстояния или перегрузки сети. Также — если объект с машинным зрением находится в движении, например, при передаче видео с видеоконтролеров или камер на транспорте.

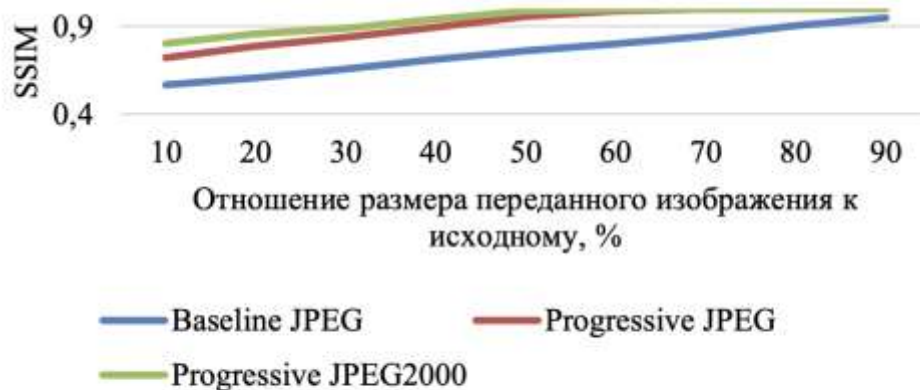


Рис. 5. Результаты сравнения кодеков Baseline JPEG, Progressive JPEG и Progressive JPEG 2000

медленном интернет-соединении. Методика показала эффективность на 28-32% выше по сравнению с существующими решениями.

Заключение

Проблема видеопередачи при плохом интернете (2)



h.264 и h.265 являются более **современными** кодеками по сравнению с MJPEG и сочетают в себе пространственное и временное сжатие [14, 15]. Они были выбраны для анализа как одни из самых распростра-

В процессе анализа этих кодеков стало понятно, что для мало-мощных систем кодирования современные кодеки не подходят. Первая причина заключается в слишком высокой сложности кодирования [17].

На первом этапе происходит поиск ROI на изображении. ROI представляет из себя прямоугольную область, в которой был обнаружен объект. Поиск осуществляется с помощью нейронной сети Yolo nano, так как она обеспечивает достаточное быстроедействие при низкой требуемой вычислительной мощности. Для улучшения качества

Заключение

Проблема видеопередачи при плохом интернете (3)



- С текущим скромным финансированием цветет **имитация науки**
Именно эти люди учат текущих студентов
- **Государство не может привлечь компании к аудиту науки**
Личный фееричный опыт этой зимы
- **Имитация образования... с этого года:**
 - **LLM делают ДЗ**
GPT/Cursor тянут ~100% дз университетов
 - **LLM пишут диплом**
Студенты не только не пишут, но даже не читают свой диплом
 - **LLM сдают устный экзамен**
GPT через микронаушник шикарно суфлирует на устном

Заключение

Эффективные KPI в образовании



*«Вузовские преподаватели ставят положительные оценки, **чтобы не потерять премию** по эффективному контракту. Завкафедрами призывают своих педагогов рисовать тройки, **чтобы не потерять студентов и сохранить кафедральную учебную нагрузку.***

*Администрации вузов не позволяют отчислять студентов из-за неуспеваемости, **чтобы сохранить финансирование – бюджетное и внебюджетное...** Всё зашло слишком далеко.»*

Канал «Наука и университеты» 22 сентября 2025

Заключение

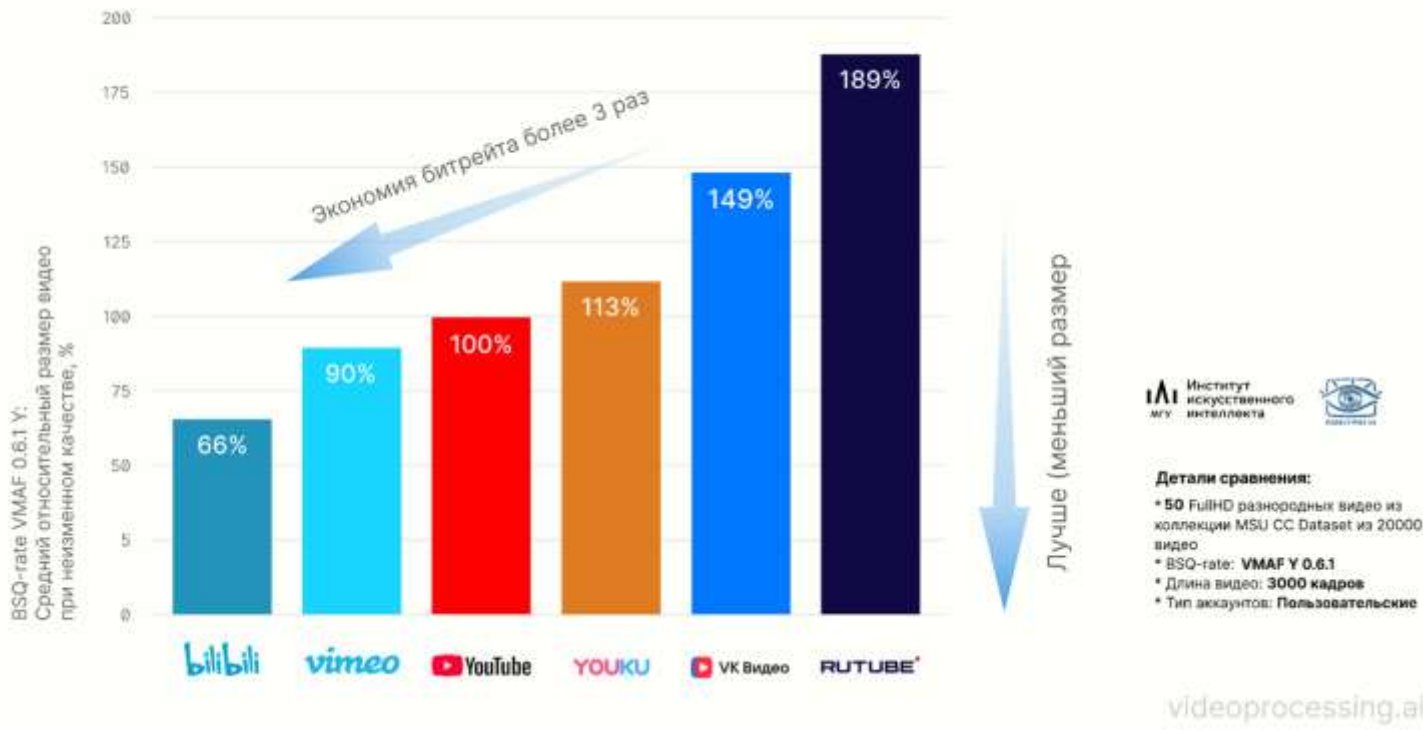
А тем временем китайцы...



Сервис	MAU (млн)	Дата	Тенденции роста
Bilibili	363+	<u>08.2025</u>	Рост с замедлением
Youku	500+	<u>03.2025</u>	Рост мобильной аудитории
VK Video	76+	<u>06.2025</u>	Быстрый рост
Rutube	77+	<u>02.2025</u>	Рост +68% год к году

Заключение

Китайские конкуренты — превосходство по VMAF



**Российские компании очень богаты
и могут в разы щедро
переплачивать за CDN & storage**



- Toyota сначала потребовала качество, а потом начала снижать цену
- ~~РКН~~ Утильсбор и пошлины спасают, но делают продукцию неконкурентоспособной (казахи предпочитают узбекскую сборку)
- Образование разрушено и продолжает быстро разрушаться
- Китайские производители заняли больше половины рынка РФ
- С 29 сентября Автоваз перешел на четырехдневку

Россия обречена на технологическое лидерство

**Как наши сервисы будут
конкурировать, когда китайские
телевизоры (8K, HDR-10, NPU) пойдут с
великолепно оптимизированными
приложениями на борту?**

Благодарности

Хотелось бы горячо поблагодарить:

- **Институт ИИ МГУ** за поддержку проекта
- **Компанию EVT** за большой вклад в разработку методологий сравнения кинотеатров и помощь в ее проведении
и Фонд содействия инновациям за поддержку EVT
- Компании **Huawei, Tencent, Alibaba Group, Bilibili, ByteDance** и др. за активную помощь в эти непростые годы
и подтягивающиеся российские!

Контакты и ваши вопросы

Dmitriy Vatolin

e-mail: dmitriy@graphics.cs.msu.ru

- videoprocessing.ai/about
- compression.ru/video
- videocompletion.org
- videomattng.com
- subjectify.us
- evt.guru