

## Ключевые аспекты применения

Возросшая эффективность сжатия в соответствии с обновленным стандартом МСЭ-Т H.264/MPEG-4, касающимся усовершенствованного кодирования видеосигнала (AVC), открыла новые области применения и новые коммерческие возможности. Этот новый стандарт используется в кабельном, спутниковом, наземном радиовещании, радиовещании с использованием кабельного модема и т. д. В настоящее время существует возможность передачи видеосигнала со скоростью около 1 Мбит/с с качеством близком к телевизионному (PAL), что позволяет осуществлять передачу потокового контента по соединениям xDSL. Другой интересной сферой коммерческой деятельности является транслирование телевизионных передач через спутник. Выбор стандарта H.264 позволяет вдвое увеличить количество программ, транслируемых через спутник, по сравнению с существующими системами, основанными на использовании стандарта H.262 (MPEG-2). Кроме того, стандарт H.264 играет важную роль в области подвижной связи, поскольку эффективность сжатия может быть увеличена в два раза по сравнению со схемами кодирования, предусмотренными ранее для систем подвижной связи третьего поколения (3GPP и 3GPP2) для передачи потокового контента.

Эта Рекомендация оказала влияние на новые области применения, включая, в частности, следующие:

- Мультимедиа с интерактивными или последовательными оптическими и магнитными устройствами хранения (ISM или SSM), DVD и т. д.
- Диалоговые услуги в режиме реального времени (RTC), такие как конференц-связь и видеотелефон, по ЦСИС, Ethernet, ЛВС, ЦАЛ, беспроводным сетям и сетям подвижной связи, с использованием модемов или сочетания тех и других.
- Видео по запросу или услуги потокового мультимедиа, такие как дистанционное видеонаблюдение (RVS), через ЦСИС, кабельный модем, по ЦАЛ, ЛВС, сетям подвижной связи и т. д.
- Услуги передачи мультимедийных сообщений (MMS) по ЦСИС, ЦАЛ, Ethernet, ЛВС, беспроводным сетям и сетям подвижной связи и т. д.
- Услуги мультимедиа по сетям с коммутацией пакетов (MSPN), такие как мультимедийная почта (MMM) и т. д.

## Кодирование видеосигнала и кодирование неподвижного изображения

Сжатие сигнала состоит из сокращения избыточности (путем пространственного/временного прогнозирования; путем пространственного/временного декоррелирующего преобразования и путем статистического кодирования) и сокращения несоответствий (путем дискретизации) от входного сигнала. Алгоритмы сжатия видеосигнала, предусмотренные в Рекомендации H.264, используют два типа избыточности сигнала: временную (изменения от одного кадра к следующему) и пространственную (как изменяются пиксели в пределах одного и того же кадра). Алгоритмы кодирования неподвижного изображения, предусмотренные в Рек. МСЭ-Т T.81 (JPEG), Рек. МСЭ-Т T.800 (JPEG 2000) и Рек. МСЭ-Т T.832 (JPEG XR), используют только пространственную избыточность. Поэтому кинофрагменты на основе "движущихся изображений JPEG", используемые в некоторых цифровых фотокамерах и системах видеомонтажа, представляют собой недостаточно оптимальную схему кодирования с точки зрения эффективности сжатия, так как они не используют временную избыточность.

## H.264: Гибкий инструмент

Рекомендация H.264, касающаяся усовершенствованного кодирования видеосигнала (AVC), является последней Рекомендацией МСЭ-Т, предназначенной для того, чтобы обеспечить возможность гибкого использования кодированного видеосигнала в самых различных сетевых средах. Она была разработана совместно с ИСО/МЭК (где стандартизована как AVC MPEG-4 часть 10) в ответ на растущую потребность в более высокой степени сжатия видеосигнала для различных приложений, включая телевизионное радиовещание, конференц-связь, цифровые запоминающие устройства, поток контента в интернете, беспроводную связь и т. д.

Рекомендация H.264 содержит обширный набор инструментов кодирования видеосигнала, однако не все они требуются для каждого приложения, и поэтому в ней определены поднаборы инструментов кодирования (получившие название профилей). Декодер может реализовать любое количество профилей, в зависимости от потребностей соответствующего приложения. В первоначальной спецификации Рекомендации H.264 были определены следующие три профиля, которые были дополнены в мае 2003 года:

- базовый профиль и ограниченные базовые профили (BP и CP);
- расширенный профиль (XP);
- основной профиль (MP).

Для таких приложений, как видео с высокой разрешающей способностью качества развлекательных программ, доставка контента, распределение контента, студийный монтаж и постобработка, необходимо было разработать расширения к существующему набору инструментов. На это ушло около одного года, и полученные расширения получили название "расширения диапазона достоверности" (FRExt). Этот проект выявил серию из четырех новых профилей:

- высокий профиль (HP);
- высокий профиль 10 (Hi10P);
- высокий профиль 4:2:2 (H422P);
- высокий профиль 4:4:4 (H444P).

Отрасль быстро осваивает новые возможности, в частности, "высокий профиль". Высокий профиль, по видимому, определенно должен быть включен в некоторые важные спецификации приложений, которые появятся в ближайшем будущем, включая спецификацию видео BD-ROM Ассоциации "Blu ray Disc", спецификацию HD-DVD Форума DVD и стандарты DVB (цифровое телевизионное радиовещание) для европейского вещательного телевидения. Некоторые другие среды, например, крупные поставщики услуг прямого спутникового телевизионного вещания, вскоре могут также освоить эти возможности. В самом деле, представляется, что "высокий профиль" может вскоре обойти "основной профиль" с точки зрения преобладающего интереса к быстрой промышленной реализации. Это объясняется тем, что "высокий профиль" обеспечивает большую эффективность сжатия без особенного усложнения процесса реализации по сравнению с тем, что требовалось для основного профиля.



Семинары: [www.itu.int/ITU-T/worksem/](http://www.itu.int/ITU-T/worksem/).  
Информационный бюллетень "e-flash" и новости:  
[www.itu.int/ITU-T/news/](http://www.itu.int/ITU-T/news/).  
Членский состав: [www.itu.int/ITU-T/membership/](http://www.itu.int/ITU-T/membership/).



International Telecommunication Union  
Place des Nations / CH-1211 Geneva 20 / Switzerland  
[www.itu.int](http://www.itu.int)

Лауреат  
"Прайм-тайм"  
премии  
"Эмми"

МСЭ-Т  
H.264

Стандарт для  
усовершенствованного  
кодирования  
видеосигнала

Новые возможности для видеосвязи



# Стандарты кодирования видеосигнала МСЭ-Т и проект H.264/MPEG-4, касающийся AVC

Кодирование цифрового видеосигнала для различных приложений претерпело за последние полтора десятка лет серьезные изменения, что наглядно демонстрируется разработкой стандартов МСЭ-Т H.261, H.262 и H.263. Стандарт H.261, разработанный в 1990 году, стал первым таким удачным стандартом, обеспечившим возможность организации функционально совместимой конференц-связи цифровой электросвязи с использованием цифровых телефонных сетей связи. Стандарт H.262 (разработанный совместно с ИСО/МЭК и больше известный под названием видео MPEG-2), разработанный спустя несколько лет, стал прорывной технологией, обеспечившей работу цифровых телевизионных систем во всем мире. Он обеспечил возможность цифровой передачи телевизионных программ с использованием спутниковых, кабельных и наземных платформ. К тому же стандарт H.263 позволил повысить эффективность сжатия и надежность функционирования различных приложений, включая интернет и беспроводное видео. Однако еще предстоит многое изучить, чтобы усовершенствовать технологию передачи видеосигнала и диверсифицировать диапазон приложений для передачи цифрового видеосигнала.

В начале 1998 года Группа экспертов МСЭ-Т по кодированию видеосигналов (VCEG) обратилась с призывом представить предложения по проекту, названному ею H.26L, чтобы вдвое повысить эффективность кодирования (что означало уменьшение наполовину скорости передачи битов, необходимой для обеспечения данного уровня качества видеосигнала), по сравнению с существующими стандартами кодирования видеосигнала. Затем, в декабре 2001 года, VCEG и Группа экспертов по движущимся изображениям (MPEG) ИСО/МЭК образовали Объединенную группу по видеосигналам (JVT), в задачу которой входило завершение работы над проектом нового стандарта по усовершенствованному кодированию видеосигнала (AVC), ставшего Рекомендацией МСЭ-Т H.264. MPEG утвердила идентичное техническое содержание в своем соответствующем стандарте под названием MPEG-4 часть 10 (ИСО/МЭК 14496-10).

Стандарт H.264/MPEG-4 AVC является крупным шагом в разработке стандартов кодирования видеосигнала. По своим параметрам он, как правило, в два и более раз превосходит предыдущие стандарты, особенно по сравнению с H.262/MPEG-2. Это усовершенствование позволяет внедрить новые приложения и открывает новые коммерческие возможности. Для внедрения H.264 требуются дополнительные вычислительные ресурсы, которые были обеспечены механизмом, известным под названием Закона Мура. К тому же H.264 является совместно разработанным открытым стандартом, позволяющим всем поставщикам производить на его основе устройства кодирования и декодирования. Это позволит создать конкурентный рынок, снизить цены и обеспечить взаимную полную совместимость продуктов, произведенных самыми различными поставщиками.

Опираясь на успех H.264, ИК16 МСЭ-Т и MPEG договорились о начале работы над стандартами кодирования видеосигналов следующего поколения в рамках Объединенной группы по совместной деятельности в области кодирования изображений (JCT-VC). Первые результаты работы этой группы ожидаются в 2013 году.

# Функциональные характеристики, обеспечиваемые стандартом H.264, и сравнение с предыдущими стандартами кодирования

Чтобы наглядно продемонстрировать улучшение характеристик, которое может быть достигнуто при использовании стандарта H.264, ниже приводятся результаты сравнения этого стандарта с некоторыми удачными предыдущими стандартами кодирования. Четыре сравниваемых кодека создают цифровые потоки, соответствующие следующим стандартам:

- H.262, Основной профиль (MP);
- H.263, Профиль с большим временем задержки (HLP);
- H.264, Основной профиль (MP).

Входной видеосигнал для этого сравнения состоит из набора последовательностей общеизвестного низкоскоростного четвертого общего промежуточного формата (QCIF) (10 Гц и 15 Гц) и высокоскоростного общего промежуточного формата (CIF) (15 Гц и 30 Гц) с различными степенями подвижности и количеством пространственных деталей.

Все устройства кодирования видеосигнала были оптимизированы относительно эффективности их искажения в зависимости от скорости с использованием методов Лагранжа. Эти методы приобрели большое значение из-за их эффективности, принципиальной простоты и способности оценить большое количество возможных вариантов оптимального кодирования. Помимо улучшения характеристик, использование специального эффективного устройства управления кодированием для всех устройств кодирования видеосигнала позволило осуществить справедливое сравнение между ними с точки зрения эффективности кодирования.

Экономия средней скорости относительно:		
Кодек	H.263 HLP	H.262 MP
H.264 MP	49%	64%
H.263 HLP	—	31%

В таблице, представленной выше, показана экономия средней битовой скорости, обеспеченная каждым устройством кодирования относительно других тестируемых устройств кодирования и усредненная по этому набору тестовых последовательностей и битовых скоростей. Из этого можно сделать вывод, что H.264 значительно превосходит все остальные стандарты кодирования видеосигнала МСЭ-Т.

(Справочный документ по исследованию качества: T. Wiegand et al., "Rate-Constrained Coder Control and Comparison of Video Coding Standards", в *IEEE Trans CSVT Special Issue on H.264/AVC Video Coding Standard*, июль 2003 г.)

# Кривые показателей искажения в зависимости от скорости

На диаграмме ниже показаны кривые пиковые отношения сигнал/шум (PSNR) в зависимости от битовой скорости для четырех кодеков для испытательной последовательности "Tempete". Для этой последовательности (выбранной в качестве примера) и для всех других последовательностей из тестового набора H.264 значительно превосходит другие устройства кодирования.

На следующей диаграмме изображена зависимость экономии скоростей в битах, относящаяся к стандарту кодирования видеосигнала H.262 (MPEG-2), от объективного качества PSNR составляющей яркости\* для H.263 HLP и H.264 MP. Стандарт H.264 MP значительно превосходит другие стандарты.

