

Межкадровое кодирование ТВ изображения базируется на применении дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ДИКМ), позволяющей предсказывать пиксели текущего ТВ кадра на основе предыдущего и последующего кадров. Ошибки предсказания преобразуются с помощью ДКП, квантуются и кодируются кодом Хаффмана с переменной длиной слов. Упрощенные структурные схемы кодера и декодера для межкадрового кодирования приведены на рис. 3.

Для повышения точности предсказания подвижных фрагментов ТВ изображения применяют оценку векторов их движения и его компенсацию с целью сокращения временной избыточности видеoinформации. Векторы кодируются кодом Хаффмана и объединяются с кодированными ошибками предсказания в общий цифровой поток.

Для оценки движения анализируемый блок пикселей сравнивается со всеми блоками, например, предыдущего кадра в некоторой зоне поиска, превышающей в несколько раз размеры отдельного блока. Далее определяют блок в смежном кадре с минимальным среднеквадратичным отклонением от данного блока и принимают его в качестве опорного. Различие положений текущего и опорного блоков по горизонтали и вертикали представляют в виде вектора движения (рис. 4). Структурная схема кодера с компенсацией движения показана на рис. 5.

При межкадровом кодировании предсказание текущего блока пикселей может осуществляться на основе предыдущего кадра, последующего кадра или предыдущего и последующего кадров. Если в процессе оценки вектора движения кодер не обнаруживает подходящий опорный блок в смежном кадре, включается так называемое нулевое предсказание с переходом от межкадрового кодирования к внутрикадровому, когда кодирование ошибки предсказания заменяется кодированием текущего блока пикселей. Для каждого блока кодер автоматически выбирает оптимальный режим, при котором достигается наивысшее каче-

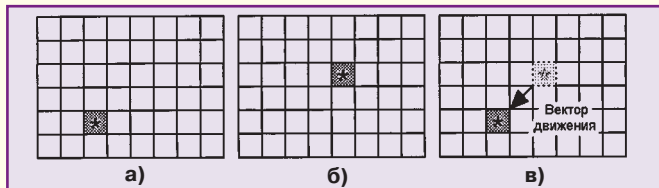


Рис. 4. Оценка вектора движения: а — предыдущий кадр; б — кодируемый кадр; в — оценка вектора движения

ство восстановленного изображения с учетом ограничений на скорость передачи данных. Информация об используемых методах предсказания передается декодеру в составе транспортного цифрового потока по стандарту MPEG-2.

ние (применяется при смене сюжета и большой скорости перемещения подвижных фрагментов изображения).

В связи с тем, что необходимо использовать некоторые кадры в качестве опорных, изображения различных типов

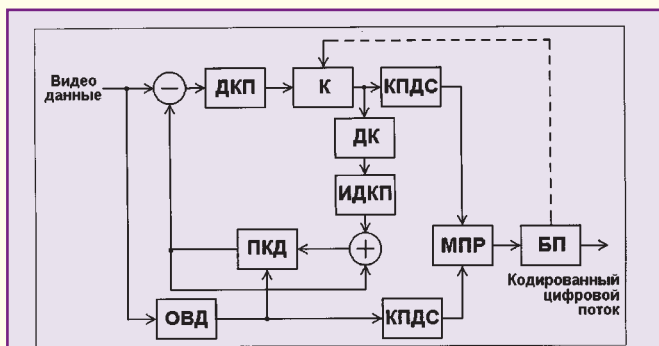


Рис. 5. Структурная схема кодера с компенсацией движения: ДКП — дискретный косинусный преобразователь; ИДКП — инверсный дискретный косинусный преобразователь; КПДС — кодер с переменной длиной слова; ОВД — определитель вектора движения; ПКД — предсказатель с компенсацией движения; К — квантователь; ДК — деквантователь; МПР — мультиплексор; БП — буферная память

Кадры, кодируемые методом внутрикадрового предсказания, обозначаются как I кадры, а кадры, обрабатываемые с применением межкадрового предсказания, — как P и B кадры. P кадры предсказываются на основе предыдущего I или P кадра с сокращением пространственной и временной избыточности.

Предусмотрены следующие методы кодирования B кадров, выбираемые кодером в зависимости от статистики последовательности ТВ изображений:

1. Предсказание по ближайшим предыдущим I или P кадрам с компенсацией движения.
2. Предсказание по ближайшим последующим I или P кадрам с компенсацией движения (используется при появлении в кодируемом B кадре новых фрагментов изображения).
3. Двухнаправленное предсказание по предыдущим и последующим I или P кадрам с компенсацией движения.
4. Внутрикадровое предсказание без компенсации движе-

объединяют в повторяющиеся серии (группы изображений). Каждая группа начинается с I кадра и описывается числом изображений и интервалом между соседними P кадрами или увеличенным на единицу числом непрерывно следующих B кадров. Для уменьшения задержки процесса обработки группы изображений при их кодировании и декодировании изменяют последовательность передачи отдельных кадров так, чтобы I или P кадры, расположенные до и после B кадра, были бы в декодере к началу декодирования этого B кадра. Примеры порядков воспроизведения, кодирования и декодирования показаны на рис. 6.

Каждый из рассмотренных видов кодирования вносит свой вклад в сокращение объема передаваемых видеоданных. Так, с помощью ДКП удается сжать данные в 5...10 раз, при межкадровом кодировании с компенсацией движения — в 2...3 раза. Кодирова-

ние по коду Хаффмана с переменной длиной слова позволяет сократить цифровой поток еще в 1,3...1,5 раза. Среднее значение результирующего коэффициента сжатия находится в пределах от 15 до 30.

Кодирование по стандарту MPEG-2 уменьшает объем исходных видеоданных до 2...15 Мбит/с (в зависимости от вида передачи) с сохранением субъективного качества восстановленного изображения. Наименьшее сжатие получается, например, при передаче спортивных программ с изображениями, характеризующимися

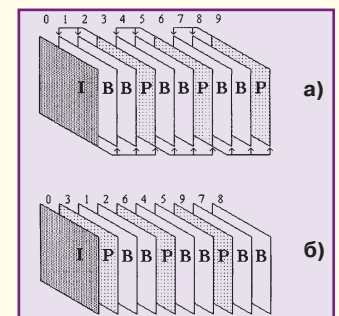


Рис. 6. Порядок воспроизведения (а) и кодирования/декодирования (б) кадров: I — изображение с внутрикадровым кодированием; P — изображение с однонаправленным предсказанием; B — изображение с двухнаправленным предсказанием

обилием мелких деталей. Более высокая степень цифрового сжатия достигается при передаче кинофильмов с изображениями преимущественно в виде крупных и средних планов.

Чтобы весьма подробно рассмотреть особенности методов сжатия видеоданных, используемых в цифровом ТВ вещании, при производстве программ, в системах мультимедиа и т. п., потребовалось бы существенно увеличить объем статьи. Дополнительную информацию можно найти в публикациях по данной тематике, например, в статьях Л. Севальнева "Международный стандарт кодирования с информацией сжатием MPEG-2" (журнал "625", 1997, № 1), К. Гласмана "Видеокомпрессия" (журнал "625", 1997, № 7), В. Быкова и С. Бирмайера "Основные положения кодирования видеосигнала по стандарту MPEG-2" (журнал "Техника кино и телевидения", 1996, № 12).