



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

T.810

(05/2006)

СЕРИЯ Т: ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ СЛУЖБ

**Информационная технология – Система
кодирования изображений JPEG 2000:
Беспроводные системы**

Рекомендация МСЭ-Т T.810

**Информационная технология – Система кодирования изображений JPEG 2000:
Беспроводные системы**

Резюме

Цель настоящей Рекомендации | Международного стандарта состоит в том, чтобы определить синтаксис, который позволяет защитить данные изображения в кодировке JPEG 2000 для передачи по беспроводным каналам и сетям. Услуги защиты включают в себя возможности обнаружения и исправления ошибок в заголовке и бинарном потоке, описание чувствительности к ошибкам различных участков компрессированных данных и описание возможных остаточных ошибок в компрессированных данных. Синтаксис позволяет приложить эти услуги защиты к данным кодированных изображений частично или полностью. Эти услуги разработаны так, чтобы сохранить возможности, присущие JPEG 2000, такие как масштабирование и доступ к различным физическим уровням, степени разрешения, цветовые компоненты и уровни качества, при условии предоставления услуг защиты этим элементам.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т Т.810 утверждена 29 мая 2006 года 16-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8. Идентичный текст опубликован также в виде ИСО/МЭК 15444-11.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения необходимости выполнения требований используется синтаксис долженствования и соответствующие слова (такие, как "должен" и т.п.), а также их отрицательные эквиваленты. Использование этих слов не предполагает, что соблюдение положений данной Рекомендации является обязательным для какой-либо из сторон.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2007

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

		<i>Стр.</i>
1	Сфера применения.....	1
2	Нормативные справочные документы.....	1
3	Термины и определения.....	1
4	Символы и сокращенные термины	3
	4.1 Сокращения	3
	4.2 Символы.....	3
5	Общее описание JPWL.....	4
	5.1 Введение	4
	5.2 Описание системы JPWL.....	5
6	Нормативные части JPWL	7
7	Информативные части JPWL	7
	Приложение А – Синтаксис кодированного потока.....	8
	А.1 Определение маркеров и сегментов маркеров	8
	А.2 Диапазон кодов маркеров определенный в настоящей Рекомендации Международном стандарте.....	8
	А.3 Маркеры, сегменты маркеров и правила кодированного потока	8
	А.4 Информация в сегментах маркеров.....	8
	А.5 Структура кодированного потока.....	9
	А.6 Сегменты маркеров JPWL.....	9
	Приложение В – Защита заголовков от ошибок.....	17
	В.1 Введение	17
	В.2 Предопределенные коды с исправлением ошибок.....	18
	В.3 Применение ЕРВ для защиты заголовка.....	18
	Приложение С – Возможность защиты от ошибок	22
	С.1 Применение сегмента маркера ЕРС	22
	С.2 R _{CRC}	22
	С.3 Длина данных (DL)	22
	С.4 R _{ERC}	23
	С.5 Идентификация инструментальных программных средств (ID)	23
	С.6 Параметры для инструментальных программных средств (P _{ID}).....	23
	Приложение D – Дескриптор чувствительности к ошибкам.....	24
	D.1 Введение и применения.....	24
	D.2 Определение маркера и его положение в кодированном потоке.....	24
	D.3 Разделение кодированного потока на блоки данных	25
	D.4 Информация о чувствительности	25
	D.5 Примеры и рекомендации	27
	Приложение E – Дескриптор остаточной ошибки	29
	E.1 Введение	29
	E.2 Сообщение об остаточных ошибках	29
	E.3 Примеры.....	30
	Приложение F – Рекомендации по кодированию кодированных потоков JPEG 2000 в условиях, подверженных ошибкам.....	31
	F.1 Введение	31
	F.2 Инструментальные программные средства поддержания устойчивости к ошибкам JPEG 2000 – Часть 1	31
	F.3 Рекомендации по реализации кодера JPEG 2000	31
	Приложение G – Рекомендованное функционирование декодера при обработке ошибок	33
	G.1 Введение	33
	G.2 Рекомендованное функционирование декодера JPEG 2000 – Часть 1	33
	G.3 Рекомендации по реализации декодера JPWL.....	34

	<i>Стр.</i>
Приложение Н – Устойчивое к ошибкам статистическое кодирование.....	36
Н.1 Введение	36
Н.2 Синтаксис.....	36
Н.3 Бинарное кодирование с запрещенными символами.....	37
Н.4 Символы сегментации для обеспечения устойчивости к ошибкам.....	38
Н.5 Обнаружение ошибок	39
Н.6 Исправление ошибок	40
Приложение I – Неравномерная защита от ошибок.....	45
I.1 Введение	45
I.2 Применение дескриптора чувствительности к ошибкам в качестве входных данных для систем неравномерной защиты от ошибок	45
I.3 Использование блока защиты от ошибок (EPB) для неравномерной защиты от ошибок	45
Приложение J – Совместимость с ИСО/МЭК 15444.....	46
J.1 Совместимость с ИСО/МЭК 15444-1	46
J.2 Совместимость с ИСО/МЭК 15444-3	46
J.3 Совместимость с ИСО/МЭК 15444-8 (JPSEC)	46
Приложение К – Орган регистрации	48
К.1 Общее введение	48
К.2 Критерии соответствия требованиям заявителей о регистрации.....	48
К.3 Заявки о регистрации	48
К.4 Рассмотрение заявок и ответы на них	49
К.5 Обслуживание	50
К.6 Публикация данных регистра	50
Приложение L – Заявление о патенте.....	51
БИБЛИОГРАФИЯ	52

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ
РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-Т****Информационная технология – Система кодирования изображений JPEG 2000:
Беспроводные системы****1 Сфера применения**

В настоящей Рекомендации | Международном стандарте определяется синтаксис и методы защиты от ошибок, которые могут появиться во время передачи кодированных потоков JPEG 2000, соответствующих Рекомендации МСЭ-Т Т.800 | ИСО/МЭК 15444-1.

В настоящей Рекомендации | Международном стандарте, они называются Беспроводным JPEG 2000 (Wireless JPEG 2000) или "JPWL", а приложения, использующие JPWL, называются "системой JPWL".

JPWL определяет набор инструментальных программных средств, состоящих из дополнительных структур данных для кодированных потоков JPEG 2000, и методов защиты от ошибок, необходимых для исправления ошибок и сообщения об ошибках. В настоящей Рекомендации | Международном стандарте содержатся определения семантики и предлагаются способы их применения.

2 Нормативные справочные документы

В нижеследующих Рекомендациях и Международных стандартах содержатся положения, которые, посредством ссылок в настоящем тексте, составляют положения настоящей Рекомендации | Международного стандарта. На время публикации указанные здесь издания были действительными. Все Рекомендации и Стандарты постоянно пересматриваются; поэтому всем сторонам соглашений, основанных на настоящей Рекомендации | Международном стандарте, настоятельно рекомендуется изучить возможность использования последних изданий перечисленных ниже Рекомендаций и Стандартов. Члены ИСО и МЭК поддерживают регистры действующих на настоящий момент Международных стандартов. Бюро стандартизации электросвязи МСЭ поддерживает перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т.

- Рекомендация МСЭ-Т Т.800 (2002 г.) | ИСО/МЭК 15444-1:2004, *Информационная технология – система кодирования изображений JPEG 2000: Базовые системы кодирования.*

3 Термины и определения

В настоящей Рекомендации | Международном стандарте используются следующие термины и определения. Определения, сформулированные в разделе 3 Рекомендации МСЭ-Т Т.800 | ИСО/МЭК 15444-1, применимы для настоящей Рекомендации | Международного стандарта.

3.1 совместимый назад (backward compatible): Включает в свой состав все методы создания потока битов, которые приводят к тому, что декодер, соответствующий Части 1, способен декодировать/воспроизводить сигналы в соответствии с требованиями спецификации JPEG 2000 – Часть 4 (Рекомендация МСЭ-Т Т.803 | ИСО/МЭК 15444-4) в условиях отсутствия ошибок.

3.2 совместимый назад с расширениями (backward compatible with extensions): Включает в свой состав все методы создания потока битов, которые не приводят к поломке декодера, соответствующего Части 1 в условиях отсутствия ошибок. Для правильного декодирования/воспроизведения изображений требуется декодер JPWL.

3.3 представление с прямым порядком байтов (big endian): Биты представления величины расположены в порядке от старшего бита к младшему.

3.4 поток битов (bitstream): Последовательность битов, полученная в результате кодирования последовательности символов. В эту последовательность не включены маркеры или сегменты маркеров в основных заголовках и заголовках фрагментов, а также маркер ЕОС. В эту последовательность включаются любые заголовки пакетов и маркеры потоков, а также сегменты маркеров, не находящиеся в основных заголовках или заголовках фрагментов.

3.5 коэффициент ошибок по битам (КОБ) (Bit Error Rate (BER)): КОБ определяется как величина статистического ожидания отношения между количеством битов с ошибками в принятых данных и размера самих принятых данных.

3.6 кодовая группа (code-block): Прямоугольная группа коэффициентов из той же полосы, что и компонент фрагмента.

3.7 кодированный поток (codestream): Набор из одного или нескольких бинарных потоков, основного заголовка, заголовков фрагментов и маркеров ЕОС, которые требуются для их декодирования и превращения в данные изображения. Все это является данными изображения в сжатой форме со всеми сигналами, необходимыми для декодирования.

- 3.8 декомпозиция данных (data partitioning):** Декомпозиция данных – это изменение организации кодированного потока, с разбиением сжатых данных на различные части.
- 3.9 декодер (decoder):** Конструктивное исполнение процесса декодирования и дополнительно процесса преобразования цвета.
- 3.10 процесс декодирования (decoding process):** Процесс, который принимает на входе полностью или частично кодированный поток и выдает на выходе полностью или частично восстановленное изображение.
- 3.11 кодер (encoder):** Конструктивное исполнение процесса кодирования.
- 3.12 процесс кодирования (coding process):** Процесс, который принимает на входе полностью или частично источник изображения и выдает на выходе кодированный поток.
- 3.13 упреждающая коррекция ошибок (Forward Error Correction (FEC)):** FEC состоит из любых способов, целью которых является обнаружение ошибок и/или их исправление путем добавления избыточности в кодированный поток.
- 3.14 перемежение (interleaving):** Перемежение – это изменение порядка следования данных в кодированном потоке.
- 3.15 Орган регистрации JPWL (JPWL Registration Authority):** Организация, уполномоченная предоставлять уникальные ID для обозначения инструментального программного средства JPWL и сохранения списка параметров их описания.
- 3.16 слой (layer):** Набор данных сжатого изображения, полученных с помощью кодирующих проходов из одного или более блоков кодирования фрагментов. Следует сохранять порядок, в котором слои кодируются и декодируются.
- 3.17 представление с обратным порядком байтов (little endian):** Биты представления величины, расположенные в порядке от младшего бита к старшему.
- 3.18 маркер (marker):** Код из двух байтов, в котором первый байт – шестнадцатеричное значение FF (0xFF), а второй байт – значение между 1 (0x01) и FE (0xFE).
- 3.19 сегмент маркера (marker segment):** Маркер и связанное с ним (не пустое) множество параметров.
- 3.20 не совместимый назад (non-backward compatible):** Включает в свой состав все методы создания потока битов, которые приводят к поломке декодера, соответствующего JPEG 2000 – Части 1, также и в условиях отсутствия ошибок. Этот метод в настоящей Рекомендации | Международном стандарте не рассматривается.
- 3.21 пакет (packet):** Часть потока битов, состоящая из заголовка пакета и данных сжатого изображения из одного слоя, одной области, одного уровня разрешения и одного фрагмента.
- 3.22 заголовок пакета (packet header):** Часть пакета, которая содержит необходимую информацию для декодирования этого пакета.
- 3.23 коэффициент потери пакетов (Packet Loss Rate (PLR)):** PLR определяется как величина статистического ожидания отношения между количеством пакетов, отброшенных во время передачи, и количеством пакетов, переданных во время передачи. В рамках этого определения считается, что пакет рассматривается на уровне передачи, а не как базовый элемент кодированного потока JPEG 2000.
- 3.24 маркеры указателя и сегменты маркеров указателя (pointer markers and pointer marker segments):** Маркеры и сегменты маркеров, в которых содержится информация о расположении структур кодированного потока.
- 3.25 граничная область (precinct):** Прямоугольная область преобразованного фрагмента внутри каждого уровня разрешения, которую используют для ограничения размеров пакетов.
- 3.26 точность (precision):** Число битов, распределенных определенному отсчету; коэффициент или иное двоичное численное представление.
- 3.27 систематические коды (systematic codes):** Систематический код – это код, который создает определенное количество избыточных символов для добавления к исходным символам входных данных.
- 3.28 фрагмент (tile):** Прямоугольный массив точек на опорной сетке, зарегистрированный со смещением относительно начала опорной сетки и определенный по длине и высоте. Перекрывающиеся фрагменты используются для определения компонентов фрагмента.
- 3.29 компонент фрагмента (tile-component):** Все отсчеты данного компонента в данном фрагменте.
- 3.30 индекс фрагмента (tile index):** Индекс текущего фрагмента в диапазоне от нуля до номера этого элемента минус единица.
- 3.31 фрагмент (tile-part):** Часть кодированного потока с данными сжатого изображения для некоторой части или всех пакетов фрагмента. Фрагмент содержит, по крайней мере, один или все пакеты, которые образуют кодированный фрагмент.
- 3.32 заголовок фрагмента (tile-part header):** Группа маркеров и сегментов маркеров в начале каждого фрагмента в кодированном потоке, которая описывает параметры кодирования фрагмента.
- 3.33 транскодер (транскодер):** Конструктивное исполнение процесса транскодирования.

3.34 процесс транскодирования (transcoding process): Процесс, который принимает на входе полностью или частично кодированный поток и выдает на выходе все его части вместе с возможным добавлением дополнительной информации.

3.35 Неравномерная защита от ошибок (Unequal Error Protection (UEP)): UEP – это название действия назначения различным участкам кодированного потока различных степеней защиты от ошибок.

4 Символы и сокращенные термины

4.1 Сокращения

В настоящей Рекомендации | Международного стандарта, используются следующие сокращения.

ITU	International Telecommunication Union	МСЭ	Международный союз электросвязи
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector (formerly the CCITT)	МСЭ-Т	Международный союз электросвязи – Сектор стандартизации электросвязи (ранее МККТТ)
JPEG	Joint Photographic Experts Group		Объединенная группа экспертов в области фотографии – Объединенный комитет ИСО/МЭК/МСЭ, ответственный за разработку стандартов в области кодирования неподвижных изображений с полутонами. Это название относится также к стандартам, созданным этим комитетом: ИСО/МЭК 10918 и соответствующим им Рекомендациями МСЭ-Т
JPEG 2000	Joint Photographic Experts Group 2000		Объединенная группа экспертов в области фотографии – Объединенный комитет ИСО/МЭК/МСЭ, ответственный за разработку стандартов в области кодирования неподвижных изображений с полутонами. Это название относится также к стандартам, созданным этим комитетом: ИСО/МЭК 15444 и соответствующим им Рекомендациями МСЭ-Т
JPEG 2000 – Часть 1	Refers to Part 1 of JPEG 2000, ITU-T Recommendation T.800 ИСО/МЭК 15444-1		Это название относится к JPEG 2000 – Часть 1, Рекомендация МСЭ-Т (комитета JPEG 2000) T.800 ИСО/МЭК 15444-1
JPEG 2000 – Часть 11	Refers to this Recommendation International Standard.		Это название относится к настоящей Рекомендации Международному стандарту
JPWL	Refers to this Recommendation International Standard		Это название относится к настоящей Рекомендации Международному стандарту
RA	Registration Authority		Орган регистрации

4.2 Символы

В настоящей Рекомендации | Международном стандарте используются следующие символы.

0x----	Denotes a hexadecimal number		Обозначает шестнадцатеричное число
\nnn	A three-digit number preceded by a backslash indicates the value of a single byte within a character string, where the three digits specify the octal value of that byte		Трехразрядное число после наклонной черты показывает значение единственного байта в строке знаков; три знака определяют восьмеричное значение этого байта
ϵ_b	Exponent of the error sensitivity value defined in ESD		Экспонента чувствительности к ошибкам, определенная в ESD
μ_b	Mantissa of the error sensitivity value defined in ESD		Мантисса чувствительности к ошибкам, определенная в ESD
BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem		Код Бозе-Чаудхури-Хоквенгема
COC	Coding style component marker		Маркер типа кодирования компонента
COD	Coding style default marker		Маркер общепринятого (по умолчанию) типа кодирования
COM	Comment marker		Маркер комментария
CRC	Cyclic Redundancy Check		Циклическая проверка с избыточностью
CRG	Component Registration Marker		Маркер регистрации компонента
EOC	End of Codestream marker		Конец маркера кодированного потока
EPB	Error Protection Block marker		Маркер блока защиты от ошибок
EPC	Error Protection Capability marker		Маркер возможности защиты от ошибок

ИСО/МЭК 15444-11:2006 (R)

EPH	End of Packet Header marker	Маркер завершения заголовка пакета
ESD	Error Sensitivity Descriptor marker	Маркер дескриптора чувствительности к ошибкам
FEC	Forward Error Correction	Упреждающая коррекция ошибок
PLM	Packet Length, Main header marker	Маркер основного заголовка и длины пакета
PLT	Packet Length, Заголовок фрагмента marker	Длина пакета, маркер заголовка фрагмента
POC	Progression Order Change marker	Маркер изменения порядка последовательности
PPM	Packed Packet headers, Main header marker	Заголовки упакованных пакетов Маркер основного заголовка
PPT	Packed Packet headers, Tile-part header marker	Заголовки упакованных пакетов Маркер заголовка фрагмента
QCC	Quantization Component marker	Маркер квантования компонента
QCD	Quantization Default marker	Маркер общепринятого (по умолчанию) квантования
RED	Residual Error Descriptor marker	Маркер дескриптора остаточных ошибок
RGN	Region of interest marker	Маркер области интересов
RS	Reed Solomon	Код Рида-Соломона
SIZ	Image and tile size marker	Маркер размеров изображения и фрагмента
SOC	Start of Codestream marker	Начало маркера кодированного потока
SOD	Start of Data marker	Начало маркера данных
SOP	Start of Packet marker	Начало маркера пакета
SOT	Start of Tile-part marker	Начало маркера фрагмента
TLM	Tile-part Lengths Marker	Маркер длины фрагмента
UEP	Unequal Error Protection	Неравномерная защита от ошибок

5 Общее описание JPWL

5.1 Введение

В настоящей Рекомендации | Международном стандарте определяется набор инструментальных программных средств и методов для эффективной передачи изображений стандарта JPEG 2000 – Часть 1 в среде передачи/хранения, подверженной ошибкам. Основная цель настоящей Рекомендации | Международного стандарта – это беспроводные приложения, хотя некоторые инструментальные программные средства могут использоваться в других приложениях, которые подвержены ошибкам.

Для беспроводных сетей характерно частое возникновение ошибок передачи, отсюда необходимость применения строгих ограничений на передачу цифровых изображений. Поскольку JPEG 2000 обеспечивает высокую эффективность сжатия, он является хорошим кандидатом для беспроводных мультимедийных приложений. Более того, благодаря своей высокой степени масштабируемости, JPEG 2000 позволяет операторам сетей иметь широкое разнообразие стратегий качества обслуживания. Однако для того чтобы быть приемлемым для беспроводных мультимедийных приложений, JPEG 2000 должен быть устойчивым к ошибкам передачи.

В Рекомендации МСЭ-Т Т.800 | ИСО/МЭК 15444-1 определяются инструментальные программные средства поддержания устойчивости к ошибкам для повышения качества в зашумленных каналах. Однако эти инструментальные программные средства могут только обнаружить появление ошибки в бинарном потоке, замаскировать ошибочные данные и восстановить синхронизацию декодера. Точнее, они не исправляют ошибки передачи. Кроме того, эти инструментальные программные средства не применяются к основному заголовку и заголовкам фрагментов, которые являются наиболее важными участками кодированного потока. По этим причинам они не являются достаточными для беспроводных передач.

Для эффективной передачи в условиях, когда среда передачи/хранения подвержена ошибкам, в настоящей Рекомендации | Международном стандарте определены дополнительные механизмы защиты от ошибок и исправления ошибок. Эти механизмы расширяют элементы центральной системы кодирования, описанные в Рекомендации МСЭ-Т Т.800 | ИСО/МЭК 15444-1. Эти расширения являются совместимыми назад или совместимыми назад с расширениями, как определено в разделе 3.

Настоящая Рекомендация | Международный стандарт не связана с конкретным сетевым или транспортным протоколом, но в ней предлагается общее решение для устойчивой передачи изображений JPEG 2000 в подверженных ошибкам каналах и сетях. Обычно JPWL действует на уровне приложения. Однако при необходимости, инструментальные программные средства JPWL могут использоваться для прямой передачи изображений на физическом уровне канала.

5.2 Описание системы JPWL

Основные функциональные возможности системы JPWL заключаются в том, чтобы защитить кодированный поток от ошибок передачи, описать степень чувствительности ошибки передачи различных частей кодированного потока, и описать положение остаточных ошибок в кодированном потоке.

Система JPWL может быть применена либо к входному изображению источника или к кодированному потоку Часть 1, как показано на рисунках 1 и 2, соответственно. На рисунке 1, на стороне передачи, кодер JPWL состоит из трех модулей, работающих одновременно: кодера JPEG 2000 – Часть 1, компрессирующего входное изображение, генератора описания чувствительности к ошибкам и процессора, использующего инструмент защиты от ошибок. Результатом является кодированный поток JPEG 2000 – Часть 11, устойчивый к ошибкам. На приемной стороне декодер JPWL также состоит из трех модулей: процессора для исправления ошибок, генератора описания остаточных ошибок и декодера JPEG 2000 – Часть 1. В качестве альтернативы на рисунке 2 – на стороне передачи показан транскодер JPWL, который обрабатывает кодированный поток JPEG 2000 – Часть 1, генерирует описание чувствительности к ошибкам и применяет инструментальные программные средства защиты от ошибок. На приемной стороне – транскодер JPWL исправляет ошибки передачи и генерирует описание остаточных ошибок, создавая кодированный поток Часть 1, который может быть передан на декодер Часть 1 вместе с информацией об остаточных ошибках.

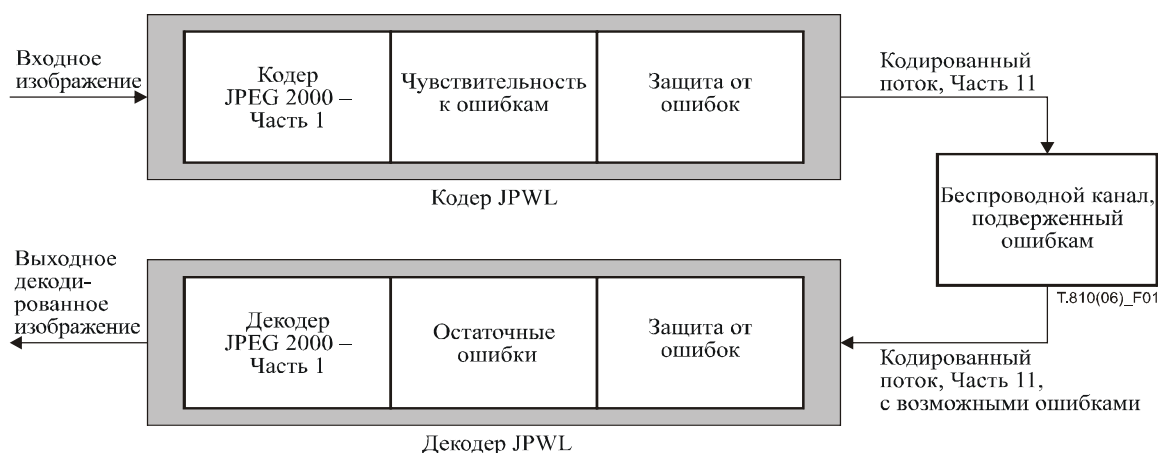


Рисунок 1 – Описание системы JPWL: кодер и декодер JPWL

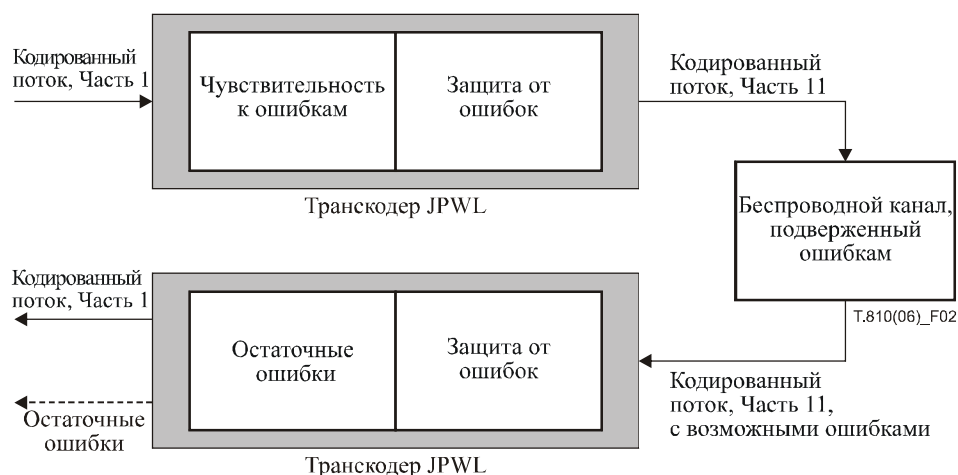


Рисунок 2 – Описание системы JPWL: транскодер JPWL

Возможны также и другие аналогичные конфигурации, показанные на рисунках 3 и 4. Если на рисунках 1 и 2 генерация описания чувствительности к ошибкам и применение инструментальных программных средств защиты от ошибок выполняются одновременно, то на рисунках 3 и 4 две эти операции выполняются последовательно. Точнее, на первом этапе, кодер/транскодер JPWL создает кодированный поток JPEG 2000 – Часть 11, содержащий информацию о чувствительности к ошибкам. На втором этапе транскодер JPWL использует эту информацию для оптимизации инструментального программного средства защиты от ошибок, создающего кодированный поток JPEG 2000 – Часть 11, устойчивый к ошибкам передачи.

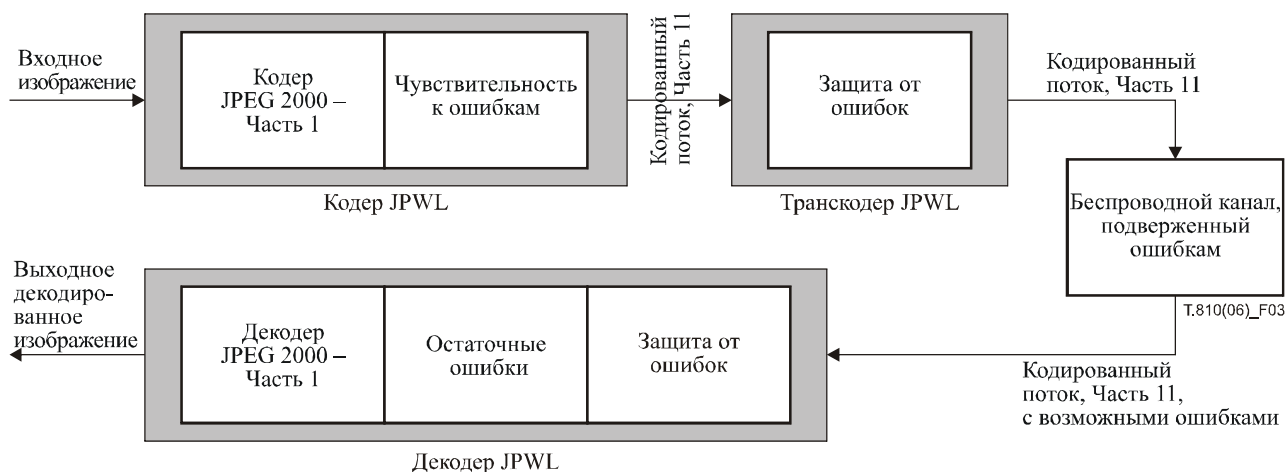


Рисунок 3 – Описание системы JPWL: другая конфигурация

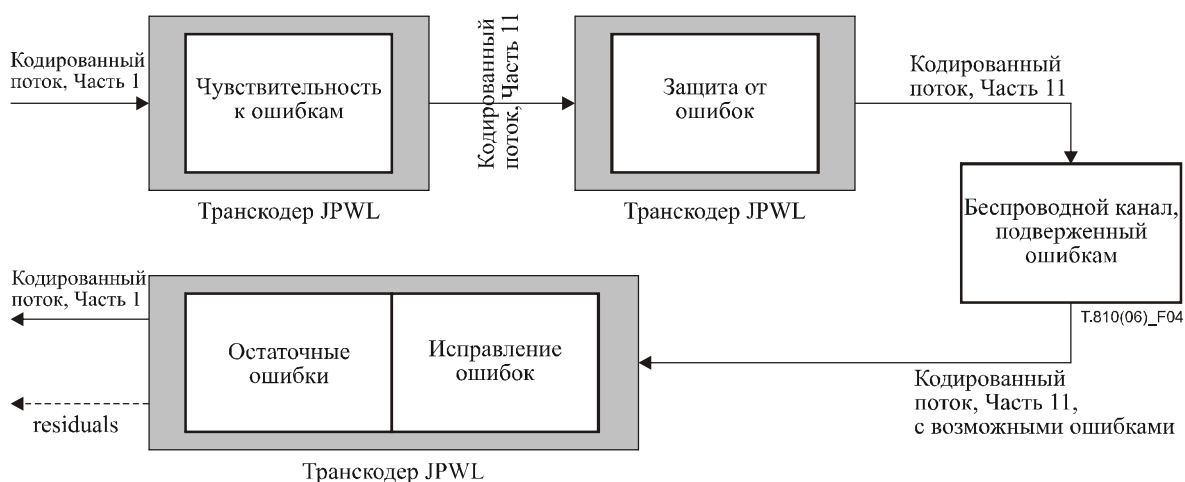


Рисунок 4 – Описание системы JPWL: другая конфигурация

Процесс защиты от ошибок изменяет кодированный поток, делая его более устойчивым к ошибкам, например, добавляя избыточность или разделяя и перемежая данные. Процесс исправления ошибок обнаруживает появление ошибок и исправляет их везде, где возможно. Методы для защиты кодированного потока включают в себя коды Упреждающей коррекции ошибок (FEC), разделение и перемежение данных, устойчивое статистическое кодирование и неравномерную защиту от ошибок.

Дескриптор чувствительности к ошибкам описывает степень чувствительности к ошибкам передачи различных частей кодированного потока. Эта информация, обычно, создается, когда изображение кодируется с использованием кодера JPEG 2000 – Часть 1 (например, рисунки 1 и 3), но она может быть получена непосредственно из кодированного потока Часть 1 (например, рисунки 2 и 4). Эта информация может быть затем использована для защиты изображения. Точнее, чувствительные участки кодированного потока могут быть защищены лучше, чем менее чувствительные участки (неравномерная защита от ошибок).

Дескриптор остаточной ошибки определяет расположение остаточных ошибок в кодированном потоке. Остаточные ошибки – это ошибки, которые не могут быть скорректированы при помощи инструментального программного средства защиты от ошибок. Эта информация, обычно, создается, во время процесса исправления ошибок. Эта информация может затем использоваться в декодере JPEG 2000 – Часть 1 для предотвращения декодирования поврежденных участков потока.

Вышеприведенные рисунки, описывающие систему JPWL, являются примерами различных возможных конфигураций.

Система JPWL предусматривает возможность внедрения новых методов в дополнение к тем, что описаны в настоящей Рекомендации | Международном стандарте. Процесс добавления нового метода регулируется Органом регистрации, как описано в Приложении К.

6 Нормативные части JPWL

Процесс кодирования преобразует данные исходного изображения в данные компрессированного изображения. Все процессы кодирования определяются информативно.

Кодер – это физическая реализация процесса кодирования. Для того чтобы соответствовать настоящей Рекомендации | Международному стандарту, кодер должен преобразовывать данные исходного изображения в данные компрессированного изображения, которые соответствуют синтаксису кодированного потока, определенному в Приложении А.

Процесс декодирования преобразует данные компрессированного изображения в данные восстановленного изображения. Некоторые части процесса декодирования являются нормативными, это – те, что относятся к выделению информации, содержащейся в сегментах маркеров, соответствующих JPEG 2000 – Часть 11, а также те, что относятся к возможностям JPEG 2000 – Часть 1. Все остальные аспекты процесса декодирования, например, процедура, которую должен выполнять декодер для того, чтобы работать в условиях возможного наличия ошибок, и действия, которые он должен выполнять для минимизации воздействия ошибок, не определяются как часть настоящей Рекомендации | Международного стандарта; однако, в Приложении G даны рекомендации.

Декодер – это физическая реализация процесса декодирования. Для того чтобы соответствовать настоящей Рекомендации | Международному стандарту, декодер должен преобразовывать все или определенные части любых компрессированных данных изображения, которые соответствуют синтаксису кодированного потока, определенному в Приложении А, в восстановленное изображение.

Для кодера и декодера не существует нормативных или требуемых вариантов реализации. В некоторых случаях в описаниях используются конкретные методы исключительно в целях иллюстрации.

В Приложении А описывается синтаксис, который определяет кодированное представление данных компрессированного изображения для обмена между различными приложениями. Любые данные компрессированного изображения должны соответствовать синтаксису и кодовым присвоениям, свойственным процессам кодирования, определенным в настоящей Рекомендации | Международном стандарте.

В оставшейся части настоящего раздела описываются нормативные части настоящей Рекомендации | Международного стандарта и указываются соответствующие приложения с подобными описаниями:

- Синтаксис кодированного потока (Приложение А): Определение синтаксиса кодированного потока, которому должен соответствовать каждый кодированный поток JPWL.
- Блок защиты от ошибок (Приложение В): Инструментальное программное средство для защиты заголовка изображения (основной заголовок, заголовки фрагмента) и для исправления до степени возможного ошибок передачи, используя коды FEC.
- Дескриптор возможности защиты от ошибок (Приложение С): Описание инструментальных программных средств, используемых для защиты кодированного потока и для исправления до степени возможного ошибок передачи. В том что касается методов защиты информативных ошибок, этот дескриптор полагается на действия органа регистрации.
- Дескриптор чувствительности к ошибкам (Приложение D): Описание степени чувствительности к ошибкам передачи различных частей кодированного потока. Эта информация обычно генерируется при кодировании изображения. Она может использоваться впоследствии для применения методов неравномерной защиты от ошибок (UEP), которые учитывают чувствительность к ошибкам.
- Дескриптор остаточной ошибки (Приложение E): Описание мест расположения остаточных ошибок в кодированном потоке. Остаточные ошибки – это ошибки, которые не могут быть исправлены с использованием инструментальных программных средств, применяемых для защиты изображения. Эта информация обычно генерируется при декодировании кодированного потока.
- Орган регистрации (Приложение K): Спецификация Органа регистрации (RA).

7 Информативные части JPWL

В настоящем разделе описываются информативные части настоящей Рекомендации | Международного стандарта и указываются соответствующие приложения с подобными описаниями:

- Руководство по кодированию (Приложение F): Руководство по устойчивому к ошибкам кодированию на стороне кодера в условиях подверженности ошибкам.
- Руководство по декодированию (Приложение G): Руководство по процедурам обработки ошибок на стороне декодера.
- Устойчивое к ошибкам статистическое кодирование (Приложение H): Инструментальные программные средства для защиты кодированного потока и для обнаружения и исправления возможных ошибок на основе устойчивого к ошибкам статистического кодирования.
- Неравномерная защита от ошибок (Приложение I): Инструментальные программные средства для различной защиты участков кодированного потока на основании данных о чувствительности к ошибкам соответствующих частей.
- Совместимость с ИСО/МЭК 15444 (Приложение J): Руководство по взаимодействию с другими спецификациям семейства JPEG 2000.
- Патенты (Приложение L): Полученные извещения об интеллектуальной собственности, которые относятся к настоящей Рекомендации | Международному стандарту.

Приложение А

Синтаксис кодированного потока

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

А.1 Определение маркеров и сегментов маркеров

Настоящая Рекомендация | Международный стандарт основывается на использовании сегментов маркеров для того, чтобы разделять и передавать сведения о характеристиках кодированного потока для защиты его от ошибок. Для обеспечения совместимости назад, маркеры JPWL и сегменты маркеров должны быть включены в заголовки кодированного потока JPEG 2000 – Часть 1, которые бывают только двух типов:

- 1) основной заголовок, расположенный в начале кодированного потока;
- 2) заголовки фрагментов, расположенные в начале каждого фрагмента.

Основной заголовок и заголовки фрагментов – это наборы маркеров и сегментов маркеров.

Как и любой стандартный маркер, определенный в JPEG 2000 – Часть 1, каждый маркер, определенный в настоящем предложении, имеет длину в два байта, значение его первого байта = 0xFF. Второй байт определяет использование этого маркера и может иметь любое значение в диапазоне от 0x01 до 0xFE, кроме тех, которые уже использованы в Рекомендации МСЭ-Т Т.81 | ИСО/МЭК 10918-1 и Рекомендации МСЭ-Т Т.84 | ИСО/МЭК 10918-3 (перечисленные в таблице А.1).

Сегмент маркера включает маркер и связанные с ним параметры, которые называются параметрами маркера. По определению, в каждом сегменте маркера первые два байта, расположенные сразу после маркера, должны соответствовать целому числу без знака с прямым порядком битов, которое выражает длину параметров маркера в байтах (включая два байта длины параметра, но не включая два байта собственно маркера). Когда в кодированном потоке появляется сегмент маркера, который не описан в настоящей Рекомендации | Международном стандарте, декодер должен использовать параметр длины, чтобы удалить сегмент маркера.

А.2 Диапазон кодов маркеров определенный в настоящей Рекомендации | Международном стандарте

В соответствии с синтаксисом, используемым для каждого маркера и сегмента маркера, определенного в Рекомендации МСЭ-Т Т.81 | ИСО/МЭК 10918-1, в настоящей Рекомендации | Международном стандарте предусмотрены некоторые маркеры для сигнализации, которые показаны в таблице А.1. В таблице А.1 перечислены значения уже существующих или зарезервированных маркеров.

Таблица А.1 – Определения маркеров

Диапазон значений маркера	Определение стандарта
0xFF00, 0xFF01, 0xFFFE, 0xFFC0 – 0xFFDF	Определен в Рекомендации МСЭ-Т Т.81 ИСО/МЭК 10918-1
0xFFF0 – 0xFFF6	Определен в Рекомендации МСЭ-Т Т.84 ИСО/МЭК 10918-3
0xFFF7 – 0xFFF8	Определен в Рекомендации МСЭ-Т Т.87 ИСО/МЭК 14495-1
0xFF4F – 0xFF65, 0xFF6A – 0xFF6F, 0xFF90 – 0xFF93	Рекомендация МСЭ-Т Т.800 ИСО/МЭК 15444-1
0xFF66 – 0xFF69	Определенный в настоящей Рекомендации Международном стандарте
0xFF30 – 0xFF3F	Зарезервирован для определения только в качестве маркеров (не сегментов маркеров)
	Все прочие значения зарезервированы

А.3 Маркеры, сегменты маркеров и правила кодированного потока

Сегменты маркеров, описанные в настоящей Рекомендации | Международном стандарте, соответствуют правилам, приведенным в А.1.3/JPEG 2000 – Часть 1.

А.4 Информация в сегментах маркеров

Стандартизованные в JPEG 2000 – Часть 1, сегменты маркеров, и, следовательно, основные заголовки и заголовки фрагментов, кратны 8 битам (одному байту).

Все маркеры и сегменты маркеров в заголовке фрагмента или заголовке начала фрагмента используются только для того фрагмента или пакета, к которому они принадлежат.

Если выполняется усечение, изменение или редактирование кодированного потока, то подвергшиеся этому воздействию сегменты маркеров (типа TLM/PLT или JPWL) должны быть соответствующим образом обновлены. Отметим, что некоторые сегменты маркеров JPWL содержат информацию индексации кодированного потока (например, диапазоны байта); эта информация должна обновляться при введении или удалении сегмента маркера.

В таблице А.2 перечислены маркеры, определенные в настоящей Рекомендации | Международном стандарте, а в таблице А.3 приведена информация, предоставляемая синтаксисом, и указан сегмент маркера, содержащий эту информацию.

Таблица А.2 – Список сегментов маркеров

	Название	Код	Основной заголовок (Примечание)	Заголовок фрагмента (Примечание)
Блок защиты от ошибок	EPB	0xFF66	Дополнительный	Дополнительный
Дескриптор чувствительности к ошибкам	ESD	0xFF67	Дополнительный	Дополнительный
Возможность защиты от ошибок	EPC	0xFF68	Требуемый	Дополнительный
Дескриптор остаточной ошибки	RED	0xFF69	Дополнительный	Дополнительный
ПРИМЕЧАНИЕ. – "Требуемый" означает, что сегмент маркера должен быть в этом заголовке, "Дополнительный" означает, что он может использоваться.				

Если сегменты маркеров EPC, ESD или RED появляются и в основном заголовке и в заголовке фрагмента, то маркер, находящийся в заголовке фрагмента преобладает над тем, который находится в основном заголовке для текущего фрагмента. Сегменты маркеров EPC и RED могут находиться не более одного на заголовок (основной или заголовок фрагмента). Допускается иметь несколько ESD в одном заголовке.

А.5 Структура кодированного потока

Структура кодированного потока, описываемого в настоящей Рекомендации | Международном стандарте, соответствует структуре кодированного потока, определенной в А.3/JPEG 2000 – Часть 1. Сегмент(ы) маркера EPB должны располагаться в определенном месте, как показано в Приложении В.

Таблица А.3 – Информация в сегментах маркеров

Информация	Сегмент маркера
Сообщает о наличии в заголовке данных, защищенных JPWL. Он включает в себя: – набор параметров защиты от ошибок, используемых в кодированном потоке; – данные защиты от ошибок, созданные из систематического кода	EPB
Указывает методы, используемые в текущем кодированном потоке для защиты его от ошибок передачи. Его наличие говорит о том факте, что кодированный поток соответствует настоящей Рекомендации Международному стандарту	EPC
Описывает чувствительность к ошибкам текущего кодированного потока	ESD
Описывает индекс остаточных ошибок текущего кодированного потока	RED

А.6 Сегменты маркеров JPWL

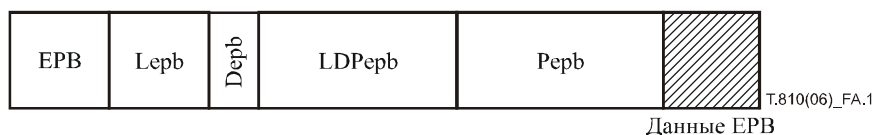
А.6.1 Блок защиты от ошибок (EPB)

Сегмент маркера EPB содержит информацию о параметрах защиты от ошибок и данные, используемые для защиты кодированного потока от ошибок. Основной функцией EPB является защита основного заголовка и заголовка фрагмента (см. Приложение В). Однако он может использоваться также для защиты потока битов (см. Приложение I). В основном заголовке и/или заголовке фрагмента может находиться один или несколько сегментов маркеров EPB. Первый сегмент маркера EPB в основном заголовке должен быть размещен сразу после сегмента маркера SIZ. Первый сегмент маркера EPB в заголовке фрагмента должен быть размещен сразу после маркера SOT.

Функция: Сегмент маркера EPB содержит данные, необходимые для исправления ошибок в заголовке, в котором он находится. Более подробная информация о том, как использовать сегменты маркеров EPB, приведена в Приложении В и Приложении I.

Использование: Основной заголовок и заголовки фрагментов. Первый сегмент маркера EPB кодированного потока должен находиться после сегмента маркера SIZ. Первый сегмент маркера EPB заголовка фрагмента должен находиться после сегмента маркера SOT.

Длина: Переменная, зависящая от параметров, используемых для защиты заголовков и длины заголовков, которые должны быть защищены. На рисунке А.1 описывается синтаксис сегмента маркера EPB.



- EPB:** Код маркера. В таблице А.4 показаны размер и значения параметра самого символа маркера и каждого параметра сегмента маркера.
- Lerp:** Длина сегмента маркера в байтах (без учета маркера).
- Derp:** Стиль EPB (например, он определяет, находится ли текущий EPB в последнем или текущем заголовке).
- LDPerp:** Длина данных, которые должны быть защищены при помощи избыточной информация (данные EPB), передаваемой внутри текущего EPB.
- Perp:** Параметры EPB, определяющие следующий инструмент исправления ошибок, который должен использоваться для защиты оставшихся данных.
- Данные EPB:** Содержит данные, позволяющие выполнять исправления (обычно биты избыточности).

Рисунок А.1 – Синтаксис Блока защиты от ошибок

Таблица А.4 – Значения параметра Блока защиты от ошибок

Параметр	Размер (биты)	Значения
EPB	16	0xFF66
Lerp	16	$11-(2^{16}-1)$
Derp	8	См. таблицу А.5
LDPerp	32	$0-(2^{31}-1)$
Perp	32	См. таблицу А.6 Определяет следующий метод исправления ошибок, который должен использоваться
Данные EPB	Переменный	

Когда EPB включен в основной заголовок, маркер SOC, сегмент маркера SIZ, маркер EPB, данные Lerp, Derp, LDPerp, Perp защищаются при помощи предопределенного кода RS(N1,K1). Избыточные данные, требуемые для исправления ошибок, размещаются в начале данных EPB.

Когда EPB включен в заголовок фрагмента, маркер SOT, маркер EPB, данные Lerp, Derp, LDPerp и Perp защищаются при помощи предопределенного кода RS(N2,K2). Избыточные данные, требуемые для исправления ошибок, размещаются в начале данных EPB.

Может существовать несколько сегментов маркеров EPB в основном заголовке или заголовках фрагментов. Когда EPB – не первый в заголовке, используется предопределенный код RS(N3,K3).

Предопределенными кодами являются:

- Код Рида-Соломона RS(160,64), который должен использоваться для первого сегмента маркера EPB основного заголовка;
- Код Рида-Соломона RS(80,25), который должен использоваться для первого сегмента маркера EPB заголовка фрагмента;
- Код Рида-Соломона RS(40,13), который должен использоваться для других сегментов маркеров EPB как основного заголовка, так и заголовка фрагмента.

А.6.1.1 Параметр – стиль EPB

Таблица А.5 – Значения параметра Derp

Значения (биты) MSB LSB	Конфигурация и индекс EPB
x0xx xxxx	Сегмент маркера EPB не является последним в текущем заголовке
x1xx xxxx	Сегмент маркера EPB является последним в текущем заголовке
0xxx xxxx	Сегменты маркеров EPB не упакованы
1xxx xxxx	Сегменты маркеров EPB упакованы
xx00 0000 – xx11 1111	Значение индекса EPB (0–63). Первый сегмент маркера EPB в заголовке имеет значение индекса ноль. Для каждого последующего EPB в этом же заголовке это значение индекса увеличивается на единицу. Когда достигается максимальное число, номер возвращается к нулю

А.6.1.2 Параметры EPB

Параметры *Perb* позволяют выбрать метод исправления/обнаружения ошибок, описывая и метод, и относящиеся к нему параметры. Это позволяет изменять параметры исправления/обнаружения ошибок на протяжении кодированного потока и приспосабливать его к условиям ошибок и/или чувствительности к ошибкам той части кодированного потока, к которой он относится. Может использоваться любой метод, при условии, что он совместим назад с критерием расширения или без него, определенным ранее в настоящей Рекомендации | Международном стандарте (см. раздел 5).

В таблице А.6 показан диапазон значений параметра *Perb* в определениях кодов, отличных от показанных в таблице А.6, может использоваться индекс метода управления ошибками в широком диапазоне значений, при использовании регистрации, регулируемой органом регистрации (см. Приложение К).

Метод управления ошибками, указанный в текущем параметре *Perb*, должен использоваться для данных кодированного потока, относящихся к текущему сегменту маркера EPB, за исключением параметров маркера EPB и маркера EPB, которые уже определены одним из предопределенных кодов.

Таблица А.6 – Параметр *Perb*

Индекс метода управления ошибками	Конфигурация и индекс EPB
0x00000000	Предопределенные коды: Код Рида-Соломона RS(160,64), который должен использоваться для первого сегмента маркера EPB основного заголовка; Код Рида-Соломона RS(80,25), который должен использоваться для первого сегмента маркера EPB заголовка фрагмента; Код Рида-Соломона RS(40,13), который должен использоваться для других сегментов маркеров EPB как основного заголовка, так и заголовка фрагмента
0x10000000 – 0x1FFFFFFF	CRC, см. таблицу А.7
0x20000000 – 0x2FFFFFFF	Коды Рида-Соломона, см. таблицу А.8
0x30000000 – 0xFFFFFFFF	Использует регистрацию, регулируемую органом регистрации JPWL
0xFFFFFFFF	Для следующих данных не должен использоваться никакой метод

Таблица А.7 – Типы CRC

Значение <i>Perb</i>	Тип CRC
0001 0000 0000 0000	CRC-CCITT (X.25) 16-битовый CRC
0001 0000 0000 0001	Ethernet CRC 32 бита
0001 0000 0000 0010 – 0001 1111 1111 1111	Использует регистрацию, регулируемую Органом регистрации JPWL

Таблица А.8 – Коды Рида-Соломона по умолчанию

Значение <i>Perb</i>	Код Рида-Соломона
0x20002520	RS(37,32)
0x20002620	RS(38,32)
0x20002820	RS(40,32)
0x20002B20	RS(43,32)
0x20002D20	RS(45,32)
0x20003020	RS(48,32)
0x20003320	RS(51,32)
0x20003520	RS(53,32)
0x20003820	RS(56,32)
0x20004020	RS(64,32)
0x20004B20	RS(75,32)
0x20005020	RS(80,32)
0x20005520	RS(85,32)
0x20006020	RS(96,32)
0x20007020	RS(112,32)
0x20008020	RS(128,32)
Другие значения индекса RS	Использует регистрацию, регулируемую Органом регистрации JPWL

А.6.2 Возможность защиты от ошибок (EPC)

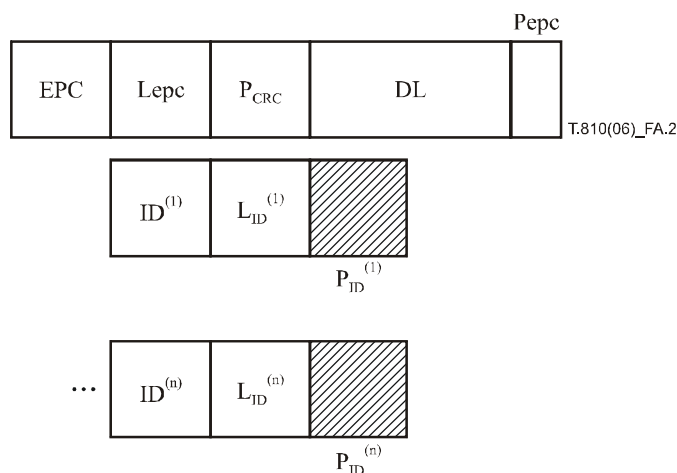
Сегмент маркера EPC указывает, какие Нормативные и информативные инструментальные программные средства JPWL используются в кодированном потоке. В частности, он указывает наличие в кодированном потоке сегмента маркера ESD, сегмента маркера RED и сегмента маркера EPB. Кроме того, EPC сообщает об использовании информативных инструментальных программных средств, которые были ранее зарегистрированы Органом регистрации JPWL (JPWL RA, см. Приложение К). Эти информативные инструментальные программные средства позволяют обеспечить устойчивость к ошибкам и/или исправление ошибок, и включают такие методы, как устойчивое к ошибкам статистическое кодирование, UEP, разделение и перемежение данных. EPC может также содержать параметры, относящиеся к этим информативным инструментальным программным средствам.

Функция: Сегмент маркера EPC сообщает об использовании в кодированном потоке инструментальных программных средств JPWL (ESD, RED, EPB) или информативных инструментальных программных средств. Более подробная информация о том, как использовать Сегмент маркера EPC, содержится в Приложении С.

Использование: Обязательно в основном заголовке, дополнительно в заголовках фрагментов. В каждом основном заголовке или заголовке фрагмента не должно находиться более одного EPC.

Длина: Переменная.

Синтаксис сегмента маркера EPC определен на рисунке А.2. Значение полей данных рассматривается далее, а диапазон возможных значений для каждого параметра определен в таблице А.9. Более подробное описание EPC приведено в Приложении С.



- EPC:** Код маркера. В таблице А.9 показан размер и значения параметра символа самого маркера и каждого параметра сегмента маркера.
- L_{EPC}:** Длина сегмента маркера в байтах (без учета маркера).
- P_{CRC}:** Биты контроля четности, которые проверяют, не искажен ли обрабатываемый сегмент маркера EPC.
- DL:** Поле, описывающее общую длину данных, которые указывает сегмент маркера EPC (длина кодированного потока или длина фрагмента, начиная от сегмента маркера SOC или SOT).
- P_{EPC}:** Поле, обозначающее применение в кодированном потоке ESD, RED, EPB или информативных инструментальных программных средств.
- ID⁽ⁱ⁾:** Зарегистрированное значение ID метода защиты *i*, дополнительный, присутствует только, когда используются информативные методы.
- L_{ID⁽ⁱ⁾}:** Длина P_{ID⁽ⁱ⁾}, дополнительный, присутствует только, когда используются информативные методы.
- P_{ID⁽ⁱ⁾}:** Параметры метода защиты *i*, дополнительный, присутствует только, когда используются информативные методы.

Рисунок А.2 – Синтаксис Возможности защиты от ошибок

Таблица А.9 – Значения параметра Емкости защиты от ошибок

Параметр	Размер (в битах)	Значения
ЕРС	16	0xFF68
L _{ЕРС}	16	$[9, 2^{16}-1]$
P _{сгс}	16	Циклическая проверка с избыточностью сегмента маркера ЕРС, за исключением поля данных P _{сгс} . Использует CRC-CCITT (см. Приложение В)
DL	32	$[0, 2^{32}-1]$ Длина данных, выраженная в байтах в виде целого числа без знака 0 означает, что эта информация не доступна
P _{ерс}	8	См. таблицу А.10
ID ⁽ⁱ⁾	16	$[0, 2^{16}-1]$ 0 указывает метод ЕРВ Указывает Приложение В, описывающее применение ЕРВ 1–15 значения зарезервированы другие значения, зарегистрированные в RA
L _{ID⁽ⁱ⁾}	16	$[0, 2^{16}-1]$
P _{ID⁽ⁱ⁾}	Переменный	Если ID ⁽ⁱ⁾ =0, то P _{ID⁽ⁱ⁾} , указывающая метод ЕРВ, представляет собой объединение всех P _{ерв} , находящихся в сегментах маркеров ЕРВ, за исключением тех, которые соответствуют предопределенным кодам и кодам по умолчанию, описанных в таблице А.8, а также CRC кодов, определенных в таблице А.7. Все остальное определяется органом регистрации JPWL RA

Когда ЕРВ используется для защиты кодированного потока, то для описания этого метода не должны быть представлены параметры ID сегмента маркера ЕРС, если используемый метод является одним из тех, что включены в таблицу А.6 (предопределенные коды), таблицу А.7 (коды CRC) или таблицу А.8 (Коды Рида-Соломона).

Если сегмент маркера ЕРС находится в основном заголовке, то длина данных (DL) – это длина кодированного потока, выраженная в байтах в виде целого числа без знака, от первого байта маркера SOC до последнего байта маркера EOC.

Если сегмент маркера ЕРС находится в заголовке фрагмента, то длина данных (DL) – это длина этого фрагмента, выраженная в байтах в виде целого числа без знака, от первого байта маркера SOT до последнего байта этого фрагмента.

Таблица А.10 – Параметр P_{ерс}

P _{ерс}	Значение параметра
xxx0 xxxx	ESD не представлен
xxx1 xxxx	Представлен один или несколько ESD
xx0x xxxx	RED не представлен
xx1x xxxx	Представлен один или несколько RED
x0xx xxxx	ЕРВ не представлен
x1xx xxxx	Представлен один или несколько ЕРВ
0xxx xxxx	Информативные методы не используются
1xxx xxxx	Используются один или несколько информативных методов
0000 0000 – 0000 1111	Зарезервированы для будущего использования

А.6.3 Дескриптор чувствительности к ошибкам (ESD)

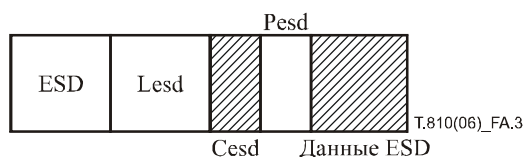
Сегмент маркера ESD может располагаться в любой правомерной позиции в основном заголовке и/или заголовке фрагмента кодированного потока. Допускается, чтобы в основном заголовке или заголовке фрагмента находилось несколько сегментов маркеров ESD.

Функция: Сегмент маркера ESD содержит информацию о чувствительности для данного кодированного потока или фрагмента. Более подробная информация о том, как использовать сегменты маркеров ESD, представлена в Приложении D.

Использование: Основной заголовок и/или заголовки фрагментов.

Длина: Переменная, зависящая от варианта использования и подробности описания чувствительности к ошибкам.

Синтаксис сегмента маркера ESD изображен на рисунке А.3. Значение полей данных рассматривается ниже; диапазон возможных значений, принимаемых каждым параметром, рассматривается в Приложении D. Подробное описание номенклатуры и функций ESD представлено в Приложении D.



- ESD:** Код маркера. В таблице A.11 показаны размеры и значения параметра символа самого маркера и каждого параметра сегмента маркера.
- Lesd:** Длина сегмента маркера в байтах (без учета маркера).
- Cesd:** Определяет, какой компонент данных ESD указывается.
- Pesd:** Поле, описывающее использование структуры данных.
- Данные ESD:** Записи значений чувствительности к ошибкам.

Рисунок А.3 – Синтаксис сегмента маркера ESD

Таблица А.11 – Параметры сегмента маркера ESD

Параметр	Размер (биты)	Значения
ESD	16	0xFF67
Lesd	16	$4 - (2^{16} - 1)$
Cesd	8 или 16	0–255, если Csiz < 257 0–16383, если Csiz ≥ 257 Определяет, какой указывается компонент данных чувствительности к ошибкам
Pesd	8	0–255 (см. Приложение D)
Данные ESD	Переменный	Это поле содержит информацию о чувствительности, относящейся к данным кодированного потока, в формате, определенном в Приложении D

Таблица А.12 – Значение параметра Pesd. Формат: 0xb₇b₆b₅b₄b₃b₂b₁b₀

b ₇ b ₆	Эти биты определяют режим адресации кодированного потока: 00: пакетный режим (Примечание); 01: режим байтового диапазона; 10: режим диапазона пакетов (Примечание); 11: зарезервировано для будущего использования
b ₅ b ₄ b ₃	Эти биты определяют используемый тип описания чувствительности к ошибкам. 000: относительная чувствительность к ошибкам; 001: MSE; 010: уменьшение MSE; 011: PSNR; 100: увеличение PSNR; 101: MAXERR (абсолютная пиковая ошибка); 110: TSE (суммарная квадратичная ошибка); 111: зарезервировано для будущего использования
b ₂	Если он установлен в 0, то для представления каждого значения чувствительности используется один байт; если он установлен в 1, то для представления каждого значения чувствительности используется два байта
b ₁	0: для обозначения начального и конечного байтов в <i>режиме байтового диапазона</i> , и для обозначения начального и конечного пакетов в <i>режиме диапазона пакетов</i> используется два байта; 1: используется четыре байта. Когда используется <i>пакетный режим</i> , этот бит должен быть установлен в 0
b ₀	Если он установлен в 1, значениями чувствительности к ошибкам являются значения, усредненные по всем компонентам. В этом случае Cesd должен быть равен 0

ПРИМЕЧАНИЕ. – Когда используется пакетный режим адресации или режим адресации диапазона пакетов, рекомендуется использовать сегменты маркеров PLM или PLT JPEG 2000 – Часть 1.

А.6.4 Дескриптор остаточной ошибки (RED)

Сегмент маркера RED может располагаться в любой правомерной позиции в основном заголовке или заголовке фрагмента. Сегмент маркера RED сообщает о наличии остаточных ошибок и может помочь в их исправлении.

После канального кодирования в любой форме некоторые остаточные ошибки могут все еще воздействовать на кодированный поток. Как описано в предыдущих разделах, эти ошибки могут быть очень опасными, если расположены в одном из заголовков JPEG 2000 – Часть 1. Для того чтобы дать возможность декодеру JPEG 2000 распознать наличие и расположение этих ошибок, а также их категорию (например, перестановка или пропадание битов), JPWL использует RED для введения этой информации в кодированный поток. Сегмент маркера RED может работать в трех различных режимах, а именно, режиме байтового диапазона, пакетном режиме и режиме диапазона пакетов

- В *режиме байтового диапазона* каждый блок данных описывается путем явного определения его начального и конечного байта в кодированном потоке; значение остаточной ошибки определяется для этого конкретного диапазона байтов. Начальный и конечный байты определяются как двух- или четырехбайтовые целочисленных значения без знака; это позволяет говорить о "нормальном" и "длинном" кодированных потоках. Нумерация байтов в кодированном потоке начинается с нуля. Если RED расположен в основном заголовке, нумерация байтов начинается от начала кодированного потока (включая сегмент маркера SOC). Если RED расположен в заголовке фрагмента, нумерация байтов начинается от начала этого фрагмента (включая сегмент маркера SOT).
- В *пакетном режиме* блоками данных являются пакеты, как определено в JPEG 2000 – Часть 1. Величина остаточной ошибки определяется для всех до единого пакета в кодированном потоке или фрагменте, в соответствии с тем, находится ли RED в основном заголовке или в заголовке фрагмента.
- В *режиме диапазона пакетов* диапазон пакетов JPEG 2000, определенный идентификаторами начального и оконечного пакета, указывает блок данных и приводится для каждого значения остаточной ошибки. Начальный и оконечный пакеты определяются как двух или четырех-байтовые целочисленных значения без знака.

Когда RED находится в основном заголовке, и используется пакетный режим или режим диапазона пакетов, нумерация пакетов соответствует порядку следования пакетов в кодированном потоке. Когда RED находится в заголовке фрагмента, и используется пакетный режим или режим диапазона пакетов, нумерация пакетов соответствует нумерации, используемой в А.8.1/JPEG 2000 – Часть 1, и начинается с нуля в каждом новом фрагменте.

На рисунке А.4 показан синтаксис структуры данных RED. Он состоит из следующих полей:

- RED: Код маркера. В таблице А.13 указаны размер и значения параметра самого символа маркера и каждого параметра сегмента маркера.
- L_{red} : Длина сегмента маркера в байтах (без учета маркера).
- P_{red} : Поле, описывающее использование структуры данных.
- Данные RED: Запись параметров, относящихся к дескриптору остаточной ошибки.

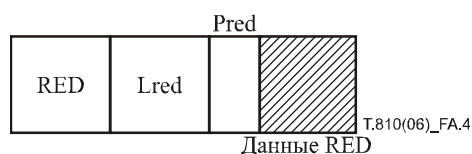


Рисунок А.4 – Синтаксис дескриптора сегмента маркера остаточной ошибки

Таблица А.13 – Значения параметра Дескриптора остаточной ошибки

Параметр	Размер (биты)	Значения
RED	16	0xFF69
L _{red}	16	3-(2 ¹⁶ - 1)
P _{red}	8	0-(2 ⁸ - 1) P _{red} Формат: 0xb7b6b5b4b3b2b1b0 b7b6 Режим адресации b7b6 = 00 Пакетный режим адресации (Примечание) b7b6 = 01 Режим адресации с байтовым диапазоном b7b6 = 10 Режим адресации с диапазоном пакетов (Примечание) b7b6 = 11 Зарезервировано для будущего использования b5b4b3 Уровень остаточного повреждения 000-111 b2 Зарезервировано для будущего использования b1 Длина адреса b1 = 0-2-байтовый режим адресации b1 = 1-4-байтовый режим адресации b0 Индикатор безошибочного кодированного потока b0 = 0 Безошибочный кодированный поток b0 = 1 Наличие ошибок/потер в кодированном потоке
	Переменный	Это поле содержит информацию об остаточных ошибках, относящуюся к данным кодированного потока, в формате, определенном в Приложении E
ПРИМЕЧАНИЕ. – Когда используется пакетный режим адресации или редис диапазона пакетов, рекомендуется применять сегменты маркеров PLM или PLT JPEG 2000 – Часть 1.		

Приложение В

Защита заголовков от ошибок

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

В.1 Введение

Во время создания стандарта JPEG 2000 для JPEG 2000 – Часть 1 был выбран набор инструментальных программных средств поддержания устойчивости к ошибкам с целью передачи изображений, компрессированных в стандарте JPEG 2000 в условиях, подверженных ошибкам. Имеется два типа инструментальных программных средств – на уровне пакета, который позволяет реализовать синхронизацию, и на уровне статистического кодирования, который позволяет обнаружение ошибок. Более подробная информация об использовании инструментальных программных средств поддержания устойчивости к ошибкам JPEG 2000 – Часть 1, приведена в Приложениях G и H.

Однако эти инструментальные программные средства основаны на одной главной гипотезе, а именно, на гипотезе о том, что заголовки (основной заголовок и заголовок(ки) фрагмента(ов)) синтаксиса кодированного потока обязательно будут без ошибок. Однако в случае ошибок в заголовках, кодированный поток не может быть декодирован приемлемым способом, что может привести к поломке приложения декодера. Хуже всего, в общем случае то, что невозможно гарантировать, что заголовки будут оставаться свободными от ошибок во многих приложениях. Механизм защиты заголовка, подробно рассмотренный далее в настоящем приложении описывает схему, которая вводит защиту внутрь кодированного потока JPEG 2000. Этот механизм совместим назад с синтаксисом кодированного потока JPEG 2000 – Часть 1.

В.1.1 Совместимость назад с синтаксисом кодированного потока JPEG 2000 – Часть 1

Компрессированное изображение JPEG 2000 – Часть 1 использует маркеры и сегменты маркеров для разграничения и передачи компрессированной информации, организованной в заголовки (основной и фрагментов) и пакеты. Эта модульная конструкция позволяет реализовать гибкую организацию кодированного потока для прогрессивного представления данных, например с прогрессией качества или с прогрессией разрешающей способности. Кодированный поток JPEG 2000 – Часть 1 всегда начинается с основного заголовка, за которым следует один или несколько заголовков фрагментов, после каждого из них располагаются пакеты компрессированных данных, и заканчивается маркером Конец кодированного потока (EOC), как показано на рисунке В.1.

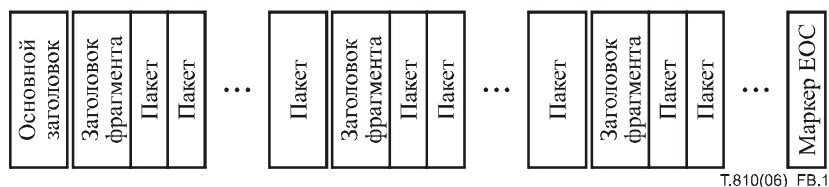


Рисунок В.1 – Структура кодированного потока JPEG 2000

С целью получения того, а, его - T.800 | / 15444-1, после введения любой декодер JPEG 2000 – 1 не старался интерпретировать его. Решением для этого является введение в специально предназначенный JPEG 2000 – 1 затем пропустит неизвестный и не заметит добавленных данных, тогда как декодер JPWL будет способен интерпретировать и использовать .

Для того чтобы этот механизм работал, должны выполняться следующие условия:

- декодер способен обнаружить в кодированном потоке блок данных избыточной информации, не создавая сложных механизмов индексирования данных (которые также придется защищать от ошибок), ни изменяя первых сегментов маркеров, введенных для обеспечения совместимости назад;
- сам маркер и его длина включаются в данные, которые должны быть защищены;
- код ошибки определенного блока используется для защиты данных параметров, как минимум, до сегмента маркера блока защиты от ошибок.

Сегмент маркера блока защиты от ошибок (EPB) располагается сразу после обязательных мест расположения маркеров JPEG 2000 – Часть 1:

- после сегментов маркеров SOC и SIZ для основного заголовка;
- после маркера SOT для заголовка фрагмента.

Использование систематического механизма упреждающей коррекции ошибок гарантирует, что первые два условия выполняются.

В.1.2 Механизм упреждающей коррекции ошибок

Коды исправления и обнаружения ошибок, как правило, используются для выполнения упреждающей коррекции ошибок в условиях подверженных помехам [8]. Систематические коды – это те коды, которые создают определенный объем избыточной информации, оставляя без изменений исходные данные.

Учитывая, что кодированные потоки JPEG 2000 – Часть 1 выровнены по байтам, для реализации возможности исправления ошибок особенно интересно работать с Полем Галуа $GF(2^8)$. Хорошо известным семейством систематических кодов, которое хорошо подходит для этого, являются коды Рида-Соломона (RS). Далее мы рассмотрим примеры кодов RS в качестве кодов FEC для защиты заголовка, и обозначим их $RS(N,K)$, где N – код символа длины, а K – число символов информации.

Код $RS(N,K)$, приложенный к байтам K , будет создавать $N-K$ байтов избыточности, которые могут быть размещены после K исходных (систематических) байтов, этот процесс применяется до тех пор, пока требуется, как показано на рисунке В.2.

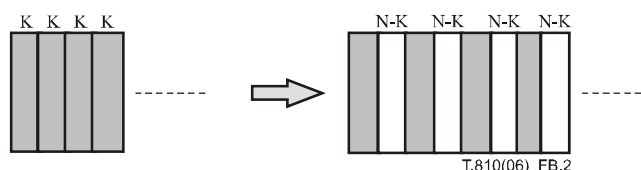


Рисунок В.2 – Пример создания избыточности при помощи кода $RS(N,K)$

В.2 Предопределенные коды с исправлением ошибок

Поскольку во время передачи в условиях, подверженных ошибкам, ошибки могут возникать в любом месте кодированного потока JPEG 2000, инструментальное программное средство защиты заголовка не может опираться на параметрическую информацию для указания, какой использовать код исправления ошибок. Следовательно, было определено множество предопределенных кодов, тогда как синтаксис сегмента маркера EPB для некоторых заголовков позволяет выбирать другие коды. Возможные систематические коды коррекции ошибок перечислены в таблице А.6.

Для того чтобы эффективно противостоять сложным условиям передачи, эти предопределенные коды имеют большие возможности для коррекции ошибок, в условиях ограниченного числа битов заполнения. Определено три предопределенных кода с исправлением ошибок для защиты основного заголовка и заголовков фрагментов:

- $RS(160,64)$ – должен использоваться для первого сегмента маркера EPB основного заголовка;
- $RS(80,25)$ – должен использоваться для первого сегмента маркера EPB заголовка фрагмента;
- $RS(40,13)$ – должен использоваться для других сегментов маркеров EPB основного заголовка и заголовка фрагмента.

Эти коды Рида-Соломона используются всегда для защиты начала основного заголовка и заголовков фрагментов, а также параметров любого сегмента маркера EPB. Другие коды могут быть использованы для защиты других частей заголовков при помощи соответствующего значения $Perb$.

Применение защиты от ошибок в текущем заголовке можно остановить, используя соответствующую длину данных $LDPerb$ и указав конец диапазона защищенных данных при помощи соответствующего значения $Perb$.

В.3 Применение EPB для защиты заголовка

В.3.1 Защита от ошибок основных заголовков

Принимая сегмент маркера EPB, декодер JPWL может применить коррекцию кодированного потока, который он указывает. При выполнении этой коррекции для основного заголовка, декодер JPWL сначала применяет коррекцию к параметрам сегментов маркеров SOC и SIZ, а также сегмента маркера EPB. Этот диапазон данных соответствует L1 на рисунке В.3. Избыточная информация, необходимая для такой коррекции, расположена в начале избыточных данных EPB, показанных как L2 на рисунке В.3.

После того как параметры EPB скорректированы, можно учесть эти параметры, в частности $Perb$, $LDPerb$ и параметры EPB. Эти параметры необходимы для применения исправления ошибок в оставшихся частях основного заголовка. Они позволяют адаптировать избыточность кода исправления ошибок к условиям ошибок. Такая структура позволяет различным образом защищать основные сегменты маркеров JPEG 2000 – Часть 1, такие как QCD, в то время дополнительные сегменты маркеров типа PLM могут быть защищены с меньшей избыточностью, или не быть защищены вообще.

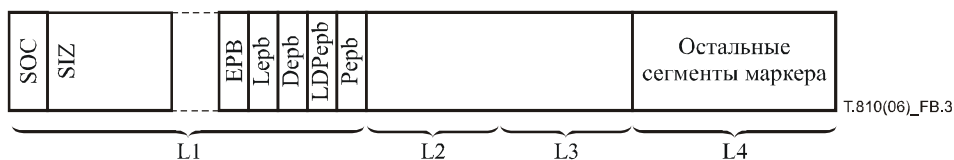


Рисунок В.3 – Положение маркера EPB в основном заголовке и области защиты

На рисунке В.3 показан случай, когда для защиты заголовка используется один-единственный сегмент маркера EPB. Данные L1 защищаются участком данных L2 с применением для исправления ошибок кода "по умолчанию". Данные L4 защищаются участком данных L3, указанного в параметре Perb.

Параметр LDPerb позволяет остановить защиту от ошибок на любой границе байта внутри основного заголовка. LDPerb указывает число байтов, которые защищаются с применением для исправления ошибок кода "по умолчанию" и кода, указанного в параметре Perb. Для примера, на рисунке В.3 LDPerb равен L1 + L4 байтов. LDPerb не должен указывать поля данных, расположенные за пределами основного заголовка.

Основной заголовок может содержать несколько сегментов маркеров EPB, которые могут быть распакованными или упакованными, это означает, что они следуют друг за другом, до остальной информации основного заголовка. Термин "Распакованные маркеры EPB" означает, что они будут появляться непосредственно перед той частью данных, к которой они относятся. Далее в настоящем приложении приведен пример упакованных и распакованных маркеров EPB. Для каждого нового EPB, для коррекции его собственных параметров EPB должен использоваться предопределенный код RS(40,13).

В.3.2 Защита от ошибок основных заголовков фрагментов

Когда в заголовке(ах) фрагмента(ов) имеется EPB, декодер JPWL может применить коррекцию к сегменту маркера SOT, а также к параметрам сегмента маркера EPB. Этот диапазон данных соответствует L1 на рисунке В.4. Избыточная информация, необходимая для такой коррекции, расположена в начале избыточных данных EPB, показанных как L2 на рисунке В.4

После того как параметры EPB скорректированы, можно учесть эти параметры, в частности Depb, LDPerb и параметры EPB. Эти параметры необходимы для применения исправления ошибок в оставшихся частях заголовка фрагмента. Они позволяют адаптировать избыточность кода исправления ошибок к условиям ошибок. Такая структура позволяет различным образом защищать основные сегменты маркеров JPEG 2000 – Часть 1, такие как QCD, в то время дополнительные сегменты маркеров типа PLT могут быть защищены с меньшей избыточностью, или не быть защищены вообще.

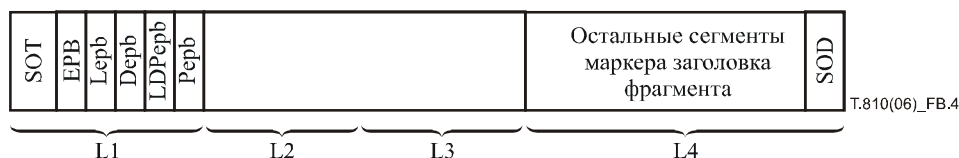


Рисунок В.4 – Положение маркера EPB в заголовке фрагмента и защищаемые области (случай для одного маркера EPB)

На рисунке В.4 показан случай, когда для защиты заголовка фрагмента используется один сегмент маркера EPB. В этом случае данные L1 защищаются участком данных L2 маркера EPB с использованием, для исправления ошибок в заголовке фрагмента кода "по умолчанию". Данные L4 защищаются с использованием L3, с применением для исправления ошибок кода, указанного в параметре Perb.

Параметр LDPerb позволяет остановить защиту от ошибок на любой границе байта внутри заголовка фрагмента. LDPerb указывает число байтов, которые защищаются с применением для исправления ошибок кода "по умолчанию" и кода, указанного в параметре Perb. Для примера, на рисунке В.4, равен L1 + L4 байтов. LDPerb для маркеров EPB, представленных в заголовках фрагментов, могут указывать поля данных, расположенные за пределами заголовка фрагмента. Эта возможность требуется для применения EPB для целей неравномерной защиты от ошибок, как показано в Приложении I.

В.3.3 Упакованные и распакованные блоки защиты от ошибок

В том случае, когда основной заголовок или заголовок фрагмента имеет большой размер, например, из-за включения в него нескольких сегментов маркеров РРМ или РРТ, допускается использовать несколько сегментов маркера ЕРВ. Параметр *Depb*, определенный в таблице А.5, позволяет выполнить это действие. Этот параметр также позволяет указать, как размещается в заголовке информация ЕРВ. Существует две возможности для связывания этой информации, сохраняя при этом возможности защиты от ошибок:

- Один способ – это введение некоторых сегментов маркеров между различными ЕРВ, которые должны быть защищены. Такая структура называется "распакованные сегменты маркеров ЕРВ".
- Другой способ, который обеспечивает наличие оптимальной длины избыточной информации, называется "упакованные сегменты маркеров ЕРВ", он заключается в группировании вместе всех сегментов маркеров ЕРВ и размещении их перед остальными сегментами маркеров заголовка.

В обоих случаях, информация "Последний маркер ЕРВ" позволяет определить последние для данного заголовка сегменты маркеров ЕРВ. Это особенно интересно, когда используется вариант упакованных ЕРВ, который позволяет размещение оставшихся данных заголовка сразу после текущего сегмента маркера ЕРВ.

В обоих случаях, для каждого нового ЕРВ, за исключением первого в заголовке, для коррекции параметров ЕРВ должен использоваться предопределенный код RS(40,13), тогда как оставшиеся данные, указанные параметром *LDPerb*, защищаются с применением инструментальных программных средств, описанных в *Perb*.

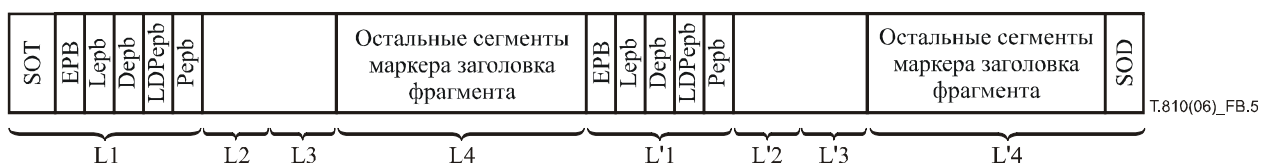


Рисунок В.5 – Расположение распакованных маркеров ЕРВ в заголовке фрагмента и защищаемые области (случай для нескольких маркеров ЕРВ)

На рисунке В.5 показан случай, когда для защиты заголовка фрагмента используется два распакованных сегмента маркеров ЕРВ. В этом случае данные L1 защищаются участком данных L2 первого ЕРВ, а данные L'1 защищаются участком данных L'2 второго ЕРВ с использованием, для исправления ошибок в заголовке фрагмента кода "по умолчанию". Данные L4 защищаются с использованием L3, с применением для исправления ошибок кода, указанного в параметре *Perb* первого сегмента маркера ЕРВ. Данные L'4 защищаются с использованием L'3, с применением для исправления ошибок кода, указанного в параметре *Perb* второго сегмента маркера ЕРВ.

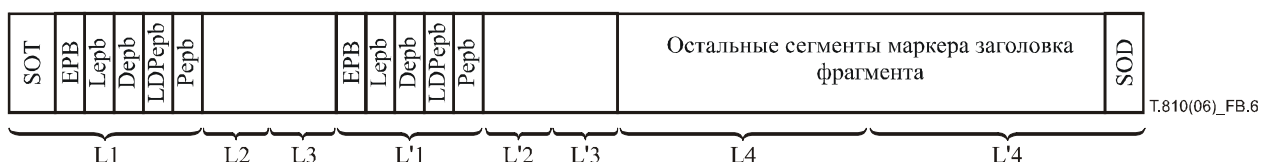


Рисунок В.6 – Расположение упакованных маркеров ЕРВ в заголовке фрагмента и защищаемые области (случай для нескольких маркеров ЕРВ)

На рисунке к В.6 показан случай, когда для защиты заголовка фрагмента используется два упакованных сегмента маркеров. В этом случае данные L1 защищаются участком данных L2 первого ЕРВ, а данные L'1 защищаются участком данных L'2 второго ЕРВ с использованием, для исправления ошибок в заголовке фрагмента кода "по умолчанию". Данные L4 защищаются с использованием L3, с применением для исправления ошибок кода, указанного в параметре *Perb* первого сегмента маркера ЕРВ. Данные L'4 защищаются с использованием L'3, с применением для исправления ошибок кода, указанного в параметре *Perb* второго сегмента маркера ЕРВ.

В.3.4 Циклическая проверка с избыточностью

Параметр `Perb` может описывать два типа различных методов – циклическая проверка с избыточностью и исправление ошибок, указывая при этом параметры, которые должны использоваться этими методами. Для того чтобы гарантировать безошибочную передачу данных, большинство протоколов передачи используют процесс проверки четности, который называется Циклическая проверка с избыточностью (CRC) [11]. Коды CRC – это подмножество линейных блочных кодов.

CRC может использоваться в EPB вместо избыточной информации исправления ошибок, за исключением параметров сегментов маркеров EPB, которые всегда защищаются с использованием соответствующих кодов защиты от ошибок "по умолчанию". На применение CRC указывает параметр `Perb` сегмента маркера EPB (см. таблицы А.6 и А.7).

CRC размером M битов имеет математическое свойство, позволяющее обнаружить все ошибки, которые появляются в M или менее последовательных битов, и имеет вероятность необнаружения ошибок 1 к 2^M . В типовых приложениях используется CRC длиной 16 битов.

M -битовый CRC основан на полиноме степени M . JPWL использует два следующих полинома:

для 16-битовых CRC (CCITT-CRC/X25): $x^{16}+x^{12}+x^5+1$;

для 32-битовых CRC (AUTODIN/ETHERNET): $x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^8+x^7+x^5+x^4+x^2+x+1$.

Приложение С

Возможность защиты от ошибок

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

С.1 Применение сегмента маркера EPC

Сегмент маркера EPC указывает, присутствуют ли в кодированном потоке три остальных нормативных сегмента маркеров, определенных в JPWL, а именно дескриптор чувствительности к ошибкам (ESD), дескриптор остаточной ошибки (RED) и Блок защиты от ошибок (EPB). Кроме того, он сообщает об использовании информативных инструментальных программных средств для защиты кодированного потока от ошибок передачи. Эти инструментальные программные средства включают в себя такие методы, как устойчивое к ошибкам статистическое кодирование, коды FEC, UEP и разделение/перемежение данных. Эти информативные инструментальные программные средства в настоящей Рекомендации | Международном стандарте не определяются. Вместо этого, они регистрируются Ответственным органом регистрации JPWL (RA). После регистрации каждому инструментальному программному средству присваивается ID, который идентифицирует его уникальным образом. Более подробная информация о применении RA содержится в Приложении К. Сегмент маркера EPC также предусматривает использование параметров, связанных с этими информативными инструментальными программными средствами. Приняв кодированный поток JPWL, проведя синтаксический анализ сегмента маркера EPC и запросив RA, декодер может определить инструментальное(ые) программное(ые) средство(а), который(е) буде(у)т использован(ы) для защиты этого кодированного потока. Декодер может выполнить соответствующие действия для декодирования кодированного потока, например, запросив или загрузив соответствующее инструментальное программное средство.

Сегмент маркера EPC является обязательным для основного заголовка и дополнительным для заголовка фрагмента. В каждом основном заголовке и заголовке фрагмента может находиться не более одного EPC.

Сегмент маркера EPC может содержать несколько ID (с соответствующими параметрами), указывая, что к данному кодированному потоку применяется несколько методов защиты от ошибок. Порядок следования элементов ID в EPC – это порядок, в котором эти методы должны быть применены на стороне *декодера*. Сегмент маркера EPC может и не содержать ID.

Если метод применяется ко всему кодированному потоку, то его ID должен быть указан в EPC в основном заголовке. EPC в заголовке фрагмента может содержать ID методов, которые используются в этом фрагменте.

Кодер должен гарантировать, что комбинации двух или более методов позволяют получить достоверные и разумные результаты, и что у декодера достаточно ресурсов для выполнения декодирования. Во избежание перегрузки в системе обработки, в случае применения нескольких методов, декодер не должен декодировать все методы; Это также позволит декодеру обрабатывать только те части кодированного потока, которые защищены известными способами. Более того, стоит заметить, что комбинации двух и более методов могут быть зарегистрированы в RA как один новый метод.

С.2 P_{CRC}

P_{CRC} – это 16-битовый параметр, который содержит биты контроля четности для проверки того, не был ли маркер EPC искажен ошибками. В частности, CRC вычисляется из кодового слова, состоящего из объединения EPC, L_{EPC}, CL, P_{EPC} и полной последовательности ID⁽ⁱ⁾, L_{ID}⁽ⁱ⁾ и P_{ID}⁽ⁱ⁾ (т. е. полного сегмента маркера, за исключением самого P_{CRC}). Для генерирования битов четности следует использовать стандарт МККТТ-CRC/X25, определенный в В.3.4.

С.3 Длина данных (DL)

Сжатая видеопоследовательность может передаваться как последовательность необработанных кодированных потоков. В этом случае декодер должен проявить осторожность для правильной синхронизации в начале каждого нового кадра. Хотя это не проблема в отсутствие ошибок, поскольку для определения начала и конца каждого кодированного потока может быть выполнен синтаксический анализ маркеров SOC и EOC, но это может быть не так в условиях, подверженных ошибкам, поскольку эти маркеры могут быть повреждены и, следовательно, непригодны к использованию. По этой причине полезно вводить некоторую дополнительную "избыточную" информацию, которая может использоваться декодером для повышения его способности восстанавливать синхронизацию после ошибки декодера. Для этой цели сегмент маркера EPC содержит параметр DL, который когда EPC расположен в основном заголовке, определяет общую длину L текущего кодированного потока в байтах. Следовательно, если маркера EOC в том месте, где он ожидается, декодер может пропустить L байтов, начиная с SOC, и проверить, не поврежден ли маркер SOC следующего кадра. В противном случае, если маркер SOC текущего кадра тоже поврежден, может обратиться к маркеру EOC последнего кадра, пропустить L+2 байтов, и проверить наличие маркера SOC следующего кадра.

Параметр DL – это целое число без знака, представленное четырьмя байтами, и показывает длину в байтах текущего кодированного потока, когда сегмент маркера EPC расположен в основном заголовке, или ноль, если эта информация не доступна.

Параметр DL – это целое число без знака, представленное четырьмя байтами, и показывает длину в байтах текущего заголовка фрагмента, когда сегмент маркера EPC расположен в данном текущем заголовке фрагмента, или ноль, если эта информация не доступна.

C.4 R_{EPC}

R_{EPC} – это 8-битовый параметр, который указывает наличие в кодированном потоке ESD, RED и сегментов маркеров EPB, а также применение информативных инструментальных программных средств. Эта информация требуется для того, чтобы декодер быстро распознавал, может ли быть декодирован данный кодированный поток, и какая информация представлена в кодированном потоке.

C.5 Идентификация инструментальных программных средств (ID)

Информативные инструментальные программные средства для защиты кодированного потока от ошибок передачи должны быть зарегистрированы в RA (см. Приложение К). После регистрации каждому инструментальному программному средству присваивается ID, который идентифицирует его уникальным образом.

На стороне кодера, при использовании зарегистрированного информативного инструментального программного средства, в EPC вводится соответствующий ID для того, чтобы сообщить о его использовании. На стороне декодера, декодер выполняет синтаксический анализ сегмента маркера EPC и может идентифицировать используемые зарегистрированные информативные инструментальные программные средства. Декодер затем может запросить RA об этих инструментальных программных средствах, и выполнить наиболее приемлемые действия для декодирования кодированного потока (например, приобрести или загрузить соответствующий инструмент).

Значения ID от 0 до 15 зарезервированы.

C.6 Параметры для инструментальных программных средств (P_{ID})

Этот параметр может использоваться для сообщения о параметрах инструментальных программных средств, которые применяются к кодированному потоку.

Формат P_{ID} в настоящей Рекомендации | Международном стандарте не определяется, но он регистрируется средствами RA в момент регистрации самого инструментального программного средства.

Приложение D

Дескриптор чувствительности к ошибкам

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

D.1 Введение и применения

Информация о чувствительности к ошибкам позволяет определить, насколько чувствительны к ошибкам различные части кодированного потока, т. е. влияние от потери каждой части на качество декодированного изображения. Информация о чувствительности к ошибкам имеет несколько различных применений; далее приводится их небольшая часть:

- Неравномерная защита от ошибок. В UEP более сильные коды назначаются наиболее чувствительным частям кодированного потока. В результате этого, обычно, получается более высокое среднее значение PSNR относительно стратегии одинаковой защиты. Распределение кодов для различных частей кодированного потока зависит от чувствительности каждой части. Стоит заметить что, для неравномерной защиты, информация о чувствительности к ошибкам используется кодером, но она не нужна декодеру, которому просто нужно знать, какие параметры защиты использовались (см. пример UEP в Приложении I).
- Транскодирование частоты. В некоторых применениях, может существовать подсистема, выполняющая передачу изображений и видеосигнала от источника до одного или нескольких пользователей. Эта подсистема может быть осведомлена о синтаксисе кодированного потока и может выполнять базовый синтаксический разбор. Если для адаптации скорости входящих данных к текущим условиям передачи может быть выполнено транскодирование частоты, то эта подсистема может иметь разумное качество обслуживания не только за счет отсекания лишнего от кодированного потока, но также за счет просмотра таблицы чувствительности к ошибкам, с тем чтобы убедиться в том, что выбранный процент отсечения обеспечит разумную степень качества изображения.
- Выборочная повторная передача. Возможности этой подсистемы могут также использоваться для оптимизации управления повторными передачами, за счет распределения большего количества попыток повторной передачи на те участки кодированного потока, которые в соответствии с информацией о чувствительности к ошибкам, являются более критичными с точки зрения качества.
- Разумный предварительный выбор. В приложениях с потоковым видеосигналом, эта подсистема может принять решение о предварительном выборе наиболее важных пакетов из текущего и будущих кадров и передаче их заранее. Это позволяет выполнить множество повторных передач. Если некоторые из этих пакетов будут потеряны. Наиболее важные части кодированного потока могут быть выбраны путем простого просмотра содержания ESD.

Стоит заметить, что информация о чувствительности к ошибкам является менее критичной, чем другие участки кодированного потока, соответствующего JPEG 2000 – Часть 11, поскольку она не настолько строго требуется для декодирования.

D.2 Определение маркера и его положение в кодированном потоке

ESD – это сегмент маркера, который содержит информацию, относящуюся к чувствительности к ошибкам различных частей кодированного потока или фрагмента.

Сегмент маркера ESD должен появляться в основном заголовке и/или в заголовках фрагментов. Если он появляется в основном заголовке, его описание чувствительности должно относиться к полному кодированному потоку, тогда как, если он появляется в заголовке фрагмента, это описание должно относиться только к этому фрагменту. Предполагается, что, если сегмент маркера ESD представлен и в основном заголовке, и в заголовке фрагмента, в случае неоднозначности, информация в заголовке фрагмента ESD будет иметь преимущество перед той, что содержится в основном заголовке ESD. В каждом основном заголовке и заголовке фрагмента может быть несколько ESD; они могут использоваться для получения данных о чувствительности к ошибкам с использованием *различных* систем показателей, например, MSE и MAXERR. Однако возможно, чтобы в данном заголовке существовало два сегмента маркеров ESD, которые используют одинаковые системы показателей для ошибок, и чтобы они охватывали перекрывающиеся участки кодированного потока. Во избежание неоднозначности описания чувствительность к ошибкам, предполагается, что в том, что касается перекрывающихся областей с одинаковыми системами показателей, должна использоваться чувствительность к ошибкам из последнего ESD.

D.3 Разделение кодированного потока на блоки данных

Информация о чувствительности предоставляется для одного или нескольких конкретных блоков данных в кодированном потоке. В настоящем приложении определяется три различных режима адресации для определения блоков данных, а именно: *пакетный режим*, *режим байтового диапазона* и *режим диапазона пакетов*.

- В *режиме байтового диапазона* каждый блок данных описывается путем явного определения его начального и конечного байта в кодированном потоке; значение чувствительности определяется для этого конкретного диапазона байтов. Начальный и конечный байты определяются как двух- или четырех-байтовые целочисленные значения без знака; это позволяет говорить о "нормальном" и "длинном" кодированных потоках. Нумерация байтов в кодированном потоке начинается с нуля. Если ESD расположен в основном заголовке, нумерация байтов начинается от начала кодированного потока (включая сегмент маркера SOC). Если ESD расположен в заголовке фрагмента, нумерация байтов начинается от начала этого фрагмента (включая сегмент маркера SOT).
- В *пакетном режиме* блоками данных являются пакеты, как определено в JPEG 2000 – Часть 1. Значение чувствительности определяется для всех до единого пакетов в кодированном потоке или фрагменте, в соответствии с тем, находится ли ESD в основном заголовке или в заголовке фрагмента.
- В *режиме диапазона пакетов* диапазон пакетов JPEG 2000, определенный идентификаторами начального и оконечного пакета, указывает блок данных, для которого приводятся значения остаточной ошибки. Начальный и оконечный пакеты определяются как двух или четырех-байтовые целочисленные значения без знака.

Когда ESD находится в основном заголовке, и используется пакетный режим или режим диапазона пакетов, нумерация пакетов соответствует порядку следования пакетов в кодированном потоке. Когда ESD находится в заголовке фрагмента, и используется пакетный режим или режим диапазона пакетов, нумерация пакетов соответствует нумерации, используемой в A.8.1/JPEG 2000 – Часть 1, начинаясь с нуля в каждом новом фрагменте.

D.4 Информация о чувствительности

D.4.1 Смысл значения чувствительности

Для многокомпонентных изображений, значения чувствительности к ошибкам содержащиеся в сегменте маркера ESD могут относиться к одному компоненту, или могут представлять собой усредненные значения всех компонентов, указанных параметром $Pesd$.

Значения чувствительности могут быть выражены двумя различными способами, т. е. как *относительное* или *абсолютное* значения чувствительности. (Отметим, что определение *относительной чувствительности* в JPWL эквивалентно *относительной значимости* в JPSEC.) Относительная чувствительность выражается в виде целого числа без знака, описывающего чувствительность к ошибкам данного участка кодированного потока относительно других участков. Абсолютной чувствительностью называется информация о чувствительности, относящаяся к конкретной мере ошибок, такой как MSE, PSNR или MAXERR (максимальная абсолютная ошибка). Параметр $Pesd$ определяет, какой вид абсолютной чувствительности используется.

Относительная информация о чувствительности для каждого блока данных кодированного потока должна быть выражена в виде целого числа без знака в диапазоне от 0 до 2^P-1 . Показатель P может быть либо 8, либо 16; это позволяет выбирать между грубым, но компактным описанием, и более точным. Предполагается, что наивысшие значения чувствительности будут назначены "наиболее важным" участкам кодированного потока. Значение 2^P-1 будет специально зарезервировано для основного заголовка и заголовков фрагментов. В частности, блоки данных, частично или полностью содержащие основной заголовок или заголовки фрагмента данного кодированного потока, могут иметь чувствительность $= 2^P-1$; и, наоборот, блоки данных, *не* содержащие частей основного заголовка или заголовка фрагмента, не должны иметь чувствительность $= 2^P-1$. Значение 0 должно использоваться для тех частей кодированного потока, для которых не определена информация о чувствительности. Все остальные значения должны представлять собой относительную значимость рассматриваемого участка кодированного потока, в диапазоне $[1, 2^P-2]$, где большие значения указывают наивысшие уровни значимости.

Абсолютные значения чувствительности также могут быть выражены одним или двумя байтами, как показано в параметре $Pesd$. Значение 0xFF для случая одного байта (соответственно 0xFFFF для двух байтов) должно быть зарезервировано специально для основного заголовка и заголовков фрагментов. В частности, блоки данных частично или полностью содержащие основной заголовок или заголовки фрагмента данного кодированного потока, могут иметь чувствительность равную нулю; и, наоборот, блоки данных, *не* содержащие частей основного заголовка или заголовка фрагмента, не должны иметь чувствительность равную 0. Значение 0 должно использоваться для тех частей кодированного потока, для которых не определена информация о чувствительности. Все остальные значения должны представлять собой величину, относящуюся к рассматриваемому участку кодированного потока.

Абсолютные значения чувствительности связаны с определенной величиной качества/ошибки, такой как MSE, TSE, PSNR или MAXERR. Может использоваться нормальная или постепенно изменяющаяся величина ошибки, например "MSE" или "уменьшение MSE", либо "PSNR" или "увеличение PSNR". "MSE" означает среднеквадратическую ошибку, обусловленную процессом декодирования до блока данных, в котором определяется MSE, включительно; "уменьшение MSE" определяет улучшение в значениях MSE, достигаемые в

процессе декодирования этого блока данных; и, аналогично, для PSNR. TSE обозначает суммарную квадратичную ошибку, в отличие от среднеквадратической ошибки.

Показатели качества/ошибки относятся к полному изображению или фрагменту, в соответствии с тем, где находится ESD – в основном заголовке или заголовке фрагмента.

Поскольку эту информацию, может быть, трудно оценить, не требуется определенной степени точности. Эти показатели должны быть выражены в линейных единицах; в частности, если значения N пикселей исходного изображения обозначать как x_i (где $i=1, \dots, N$), а их же в декодированном изображении обозначить как r_i , то показатели ошибки будут определяться следующим образом:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - r_i)^2,$$

$$TSE = MSE * N,$$

$$PSNR = \frac{M^2}{MSE},$$

$$MAXERR = \max_i |x_i - r_i|,$$

где M – это максимальное значение, которое может быть достигнуто для исходного изображения в данном представлении (например, для 8-битовых изображений $M = 255$); предполагая, что это изображение сохранено с использованием Q старших битов, M будет равно 2^{Q-1} , если данными являются целые числа без знака, и $2^{Q-1}-1$ если это целые числа со знаком.

В двухбайтовом формате, абсолютные значения чувствительности должны быть выражены в виде двухбайтового числа в формате с плавающей точкой. Каждое 16-битовое число содержит показатель степени (5 битов) и основание (11 битов) метрической величины. Отметим, что бит знака не является необходимым, поскольку эти метрические величины всегда неотрицательны. В частности, значение метрической величины с плавающей точкой V определяется из следующей формулы (которая соответствует формуле определения размера шага квантования в E.1.1.1/T.800):

$$V = 2^{\varepsilon-15} \left(1 + \frac{\mu}{2^{11}} \right), \quad \text{если } \varepsilon \neq 0,$$

$$V = 0, \quad \text{если } \varepsilon = 0,$$

где ε – целое число без знака, полученное из первых старших битов параметра, а μ – целое число без знака, полученное из оставшихся 11 битов. Особый случай $V = \infty$ соответствует $\mu = 0$ и $\varepsilon = 31$. Отметим, что значения, которые выходят за нижнюю границу, устанавливаются равными нулю.

Алгоритм вычислений ε и μ не определен как обязательная часть настоящей Рекомендации | Международного стандарта. Возможным методом является выполнение следующих шагов (приводится пример для преобразования числа 12,25). Если $V = 0$, установить $\varepsilon = \mu = 0$. В ином случае:

- преобразовать V в двоичное число ($12,25_{10} = 1100,01_2$);
- нормализовать это число; это означает, что слева от двоичной точки должна быть цифра 1 и произведение соответствующей степени двух для отображения исходной величины. Нормализованной формой числа $1100,01$ является число $1,10001 \times 2^3$;
- показатель степени – это степень числа 2, выраженная в избыточном представлении. База степени = 15; следовательно, для данного примера показатель степени выражен как 18_{10} (10010_2);
- мантисса представляет собой значащие биты, за исключением бита слева от двоичной точки, это всегда один и, следовательно, его не требуется сохранять; для получения 11 битов, могут добавляться нули. Для данного примера основание = 10001000000 .

Далее определен однобайтовый формат, который в точности повторяет однобайтовый формат для полного поля смещения в JPSEC. Метрическая величина выражается с использованием однобайтового поля смещения с представлением типа "с псевдо плавающей точкой". 8 битов, имеющихся в поле смещения, распределяются между мантиссой (m) и показателем степени числа 16 (exp) метрического значения для обеспечения соответствующего компромисса между точностью и динамическим диапазоном. Отметим, что, как и в двухбайтовом формате бит знака не является необходимым, поскольку метрические значения неотрицательны. Для охвата достаточного диапазона используется основание 16 и 4 бита для показателя (exp). Мантисса (m) выражается 4-мя битами. Следовательно, метрическое значение V определяется как:

$$V = m \times 16^{\text{exp}},$$

где m принимает значение в диапазоне $0 \leq m \leq 15$, а exp принимает значение в диапазоне $0 \leq \text{exp} \leq 15$. Нулевое значение представлено $m = 0$ и $\text{exp} = 0$, т. е. нулевым полем метрической величины. При помощи выделения мантиссе 4 битов достигается точность в пределах $1/2 \times (1/2^4) = 1/32$ или примерно 3%. Имея 4 бита для показателя степени и используя базу, получаем динамический диапазон от 0 до max , где max определяется прим $m = 15$ и $\text{exp} = 15$, что соответствует метрическому значению $15 \times 16^{15} = 1,7 \times 10^{19}$.

Обратите внимание, что при таком формате метрической величины, сравнение двух величин с целью определения, которое из них больше может быть выполнено просто путем сравнения двух символов без знака. В частности, для выполнения такого сравнения нет необходимости преобразовывать из формата с псевдо плавающей точкой в действительное значение для того, чтобы определить, какое из двух значений больше или меньше. Это свойство может упростить обработку во многих применениях.

D.4.2 Поле данных ESD

При определении поля данных ESD рассматривается три случая в соответствии с используемым методом адресации кодированного потока.

В *пакетном режиме* значение чувствительности указывается для всех до единого пакетов или фрагментов в кодированном потоке, в соответствии с тем, расположен ли ESD в основном заголовке или в заголовке фрагмента; поле данных ESD содержит объединение (относительных или абсолютных) значений чувствительности для каждого пакета. Если сегмент маркера ESD расположен в основном заголовке, то предполагается, что эти значения появляются в порядке, определяемом нумерацией пакетов маркера SOP (см. JPEG 2000 – Часть 1, Приложение A.8.1); если он расположен в заголовке фрагмента, то поле данных ESD содержит объединение значений чувствительности для всех пакетов, содержащихся в этом фрагменте. Отметим, что параметр *Lesd* может использоваться для предварительного вычисления величины значений чувствительности, содержащихся в поле данных ESD.

В *режиме байтового диапазона* полем данных ESD также является объединение записей. Длина каждой записи данных зависит от того, сколько байтов – два или четыре – используется для определения каждого начального и конечного байта, и сколько байтов – один или два – используется для описания чувствительности. Эти параметры могут быть спрогнозированы на основании знания параметра *Pesd*. Каждая запись содержит, в указанном порядке, начальный байт блока данных, окончательный байт блока данных, и (абсолютное или относительное) значение чувствительности для данного блока данных. Начальный и конечный байты обозначают начало кодированного потока или фрагмента, в зависимости от того, где находится сегмент маркера ESD – в основном заголовке или заголовке фрагмента. Заметьте, что параметр *Lesd* может использоваться для предварительного вычисления числа записей, содержащихся в сегменте маркера ESD.

В *режиме диапазона пакетов* полем данных ESD также является объединение записей. Каждая запись имеет точно такую же структуру, что и в *режиме байтового диапазона*, за исключением того факта, что для определения каждого блока данных вместо начальных и конечных байтов используются начальный и конечный пакеты. Начальный и конечный пакеты вычисляются от начала кодированного потока или фрагмента в зависимости от того, где находится сегмент маркера ESD – в основном заголовке или заголовке фрагмента.

D.5 Примеры и рекомендации

В последующих подразделах мы приводим два примера возможного использования сегмента маркера ESD. Первый пример относится к относительной чувствительности, а второй – к абсолютной чувствительности.

D.5.1 Пример 1 – Относительная чувствительность для пакетного режима

Рассмотрим передачу черно-белого изображения с 0,5 бита на пиксел (bpp) в необратимом режиме. Кодер, соответствующий стандарту JPEG 2000 – Часть 1, используется для создания кодированного потока, пригодного для передачи сигнала по беспроводному каналу; JPWL используется для добавления в кодированный поток информации о чувствительности к ошибкам и, в частности, сегмента маркера ESD, так, чтобы оптимизировать качественные показатели декодера. Кодер JPEG 2000 – Часть 1 может использовать арифметическое окончание кодера вместе с маркерами SOP и EPH, являющимися инструментальными программными средствами поддержания устойчивости к ошибкам. Сегмент маркера PPM используется для упаковки заголовков всех пакетов в основной заголовок, так, что вся информация заголовка группируется в начале кодированного потока, и ее проще защищать. Сегмент маркера PLM в основном заголовке также может быть полезным для суммирования длин всех пакетов в кодированном потоке; однако, для простоты в данном примере он не используется. Для обеспечения масштабируемости используется режим с прогрессивными уровнями, с уровнями, соответствующими 0,25 и 0,5 bpp (т. е. требуемой бинарной скоростью). Результирующий кодированный поток состоит из 12 пакетов. Во время распределения скоростей кодер собирает информацию об искажении скорости. Отметим, что качественные показатели в сегменте маркера ESD выражаются в линейных единицах, а не в дБ (значение в дБ – это умноженный на 10 десятичный логарифм линейного значения, которое определено в настоящем приложении). Предположим, например, что декодирование на уровне 0,25 bpp дает в итоге PSNR = 2355 (33,72 дБ), тогда как декодирование на уровне 0,5 bpp дает в итоге PSNR = 5152 (37,12 дБ). В единицах пакетов JPEG 2000 – Часть 1, данные, предоставляемые устройством распределения пакетов, показаны в таблице D.1. В этой таблице столбец "PSNR" содержит значения PSNR, полученные при декодировании изображения до определенного пакета; столбец "Δ-PSNR" содержит оценку относительного вклада каждого пакета, вычисленного как отношение между PSNR, полученными при декодировании до текущего и до предыдущего пакетов (это отношение эквивалентно разности между значениями, выраженными в дБ). Относительная чувствительность к ошибкам может быть определена достаточно просто, путем маркирования меткой $S=0xFE$ пакета с наивысшим вкладом PSNR, и последующего уменьшения значений S пакетов с уменьшением Δ-PSNR, до первого уровня при 0,25 bpp. Для всех пакетов второго уровня чувствительность одинакова и равна $S=0xF8$.

Таблица D.1 – Вычисление чувствительности к ошибкам

Номер пакета	Скорость (bpp)	PSNR (линейное значение)	PSNR (дБ)	Δ -PSNR	S
1	0,024	28,1	14,48	28,1	0xFE
2	0,04	154,2	21,88	5,50	0xFD
3	0,077	304,8	24,84	1,98	0xFA
4	0,142	851,1	29,30	2,79	0xFC
5	0,227	2037,0	33,09	2,39	0xFB
6	0,253	2355,0	33,72	1,16	0xF9
7	0,254	2471,7	33,93	1,05	0xF8
8	0,257	2483,1	33,95	1,00	0xF8
9	0,269	2546,8	34,06	1,03	0xF8
10	0,312	2844,5	34,54	1,12	0xF8
11	0,397	3572,7	35,53	1,26	0xF8
12	0,5	5152,3	37,12	1,44	0xF8

Для получения вывода, мы запишем сегмент маркера ESD, используя относительную чувствительность к ошибкам (один байт на значение), вычисленную для кодированного потока в данном примере, и пакетного режима адресации в данном кодированном потоке; метрическая величина определяется для простого компонентного изображения. Результирующее шестнадцатеричное представление сегмента маркера ESD имеет следующий вид (параметры разделены символом "|", а записи разделены пробелами):

FF68 | 0010 | 01 | 00 | FE FD FA FC FB F9 F8 F8 F8 F8 F8

D.5.2 Пример 2 – Абсолютная чувствительность в режиме байтового диапазона

В этом втором примере мы используем режим байтового диапазона (по два байта на начальный и конечный байты) и абсолютную чувствительность в двухбайтовом формате. В частности, в качестве меры ошибки выбрано "увеличение PSNR". Из предыдущего примера мы помним, что, на скоростях 0,25 и 0,5 bpp, PSNR равно 2355 и 5152, соответственно (отметим, что скорости 0,25 и 0,5 относятся к кодированному потоку, *не включая* сегмент маркера ESD). Более того, синтаксический разбор кодированного потока показывает, что первые 554 байта содержат основной заголовок и заголовки фрагментов. Затем принято решение описать три блока данных, а именно, заголовки, первую и вторую половины кодированного потока. В частности, блоки данных от байта 1 до байта 554 символом $S=0$, от байта 555 до байта 8224 символом $S=2355$, и от байта 8225 до байта 16288 символом $S=2797$ ($=5152-2355$). Значения чувствительности определяются как усредненные значения всех компонентов; поскольку здесь имеется только один компонент, можно сказать, что эти значения относятся к компоненту 1. Результирующее значение сегмента маркера, представленное с использованием для S обозначения с псевдо плавающей точкой, имеет следующий вид:

FF68 | 0016 | 00 | 65 | 0001 022A 0000 022B 2020 D133 2021 3FA0 D2ED

Приложение Е

Дескриптор остаточной ошибки

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

Е.1 Введение

Сегмент маркера RED сообщает о наличии остаточных ошибок, которые могут все еще воздействовать на кодированный поток после выполнения декодирования JPWL. Эта информация о наличии и типе (пропуск или перестановка) ошибок может использоваться декодером JPEG 2000 "осведомленным об JPWL" для улучшения возможностей декодирования или для применения некоторых методов, например:

- выборочная повторная передача;
- маскировка ошибок;
- отбрасывание поврежденных данных, если это незаметно на картинке.

Е.2 Сообщение об остаточных ошибках

Сегмент маркера RED может работать в трех различных режимах, а именно, режиме байтового диапазона, пакетном режиме и режиме диапазона пакетов.

Режим байтового диапазона:

- В *режиме байтового диапазона* каждый блок данных описывается путем явного определения его начального и конечного байта в кодированном потоке; значение остаточной ошибки определяется для этого конкретного диапазона байтов. Начальный и конечный байты определяются как два или четыре целых числа без знака; это позволяет говорить о "нормальном" и "длинном" кодированных потоках. Нумерация байтов в кодированном потоке начинается с нуля. Если RED расположен в основном заголовке, нумерация байтов начинается от начала кодированного потока (включая сегмент маркера SOC). Если RED расположен в заголовке фрагмента, начинается от начала этого фрагмента (включая сегмент маркера SOT). Когда используется декодер Рида-Соломона, типичная длина каждого блока данных равна выбранной длине кодового слова Рида-Соломона.
- Два следующих байта содержат данные о количестве (если они доступны) ошибок в блоке данных (0x0000 – 0xFFFFE) или общее указание наличия ошибок (0xFFFF) в том случае, когда информация о точном числе ошибок не доступна.

Пакетный режим:

- В *пакетном режиме* блоками данных являются пакеты, как определено в JPEG 2000 – Часть 1. Величина остаточной ошибки определяется всех до единого пакетов в кодированном потоке или фрагменте, в соответствии с тем, находится ли RED в основном заголовке или в заголовке фрагмента. Два следующих байта содержат:
 - данные о количестве (если они доступны) ошибок в блоке данных (0x0000 – 0xFFFFD);
 - указание о пропуске пакета (0xFFFFE);
 - общее указание наличия ошибок (0xFFFF) в том случае, когда информация о точном числе ошибок не доступна.

Режим диапазона пакетов:

- В *режиме диапазона пакетов* диапазон пакетов JPEG 2000, определенный идентификаторами начального и оконечного пакета, указывает блок данных, для которого приводится величина остаточной ошибки. Начальный и оконечный пакеты определяются как двух или четырех-байтовые целочисленных значения без знака.
- Два следующих байта содержат данные о количестве (если они доступны) ошибок в блоке данных (0x0000 – 0xFFFFE) или общее указание наличия ошибок (0xFFFF) в том случае, когда информация о точном числе ошибок не доступна.

Е.3 Примеры

В последующих подразделах мы приводим два примера возможного использования сегмента маркера RED. Первый пример относится к пакетному режиму с редкими ошибками; второй – к стиранию информации в конфигурации пакетного режима.

Е.3.1 Пример 1 – Дескриптор остаточной ошибки в пакетном режиме с редкими ошибками

Рассмотрим передачу черно-белого изображения с 0,5 бита на пиксел (bpp) в необратимом режиме. Кодер, соответствующий стандарту JPEG 2000 – Часть 1, используется для создания кодированного потока, пригодного для передачи сигнала по беспроводному каналу; JPWL используется для добавления в кодированный поток информации о чувствительности к ошибкам и, в частности, сегмента маркера ESD, так, чтобы оптимизировать качественные показатели декодера. Кодер JPEG 2000 – Часть 1 может использовать арифметическое окончание кодера вместе с маркерами SOP и EPH, являющимися инструментальными программными средствами поддержания устойчивости к ошибкам. Сегмент маркера PPM используется для упаковки заголовков всех пакетов в основной заголовок, так, что вся информация заголовка группируется в начале кодированного потока, и ее проще защищать.

Предположим, что для защиты и заголовков и данных используется ЕРВ с кодами Рида-Соломона и, в конце концов, схемы UEP, учитывающей информацию ESD. При работе в пакетном режиме, может быть удобно установить длину ЕРВ равной длине пакета. Это упрощает восстановление синхронизации в случае потери целого пакета.

На стороне приемника после декодера JPWL может оказаться так, что один или несколько слабо защищенных пакетов все еще содержат ошибки, поскольку их число превосходит возможности защиты от ошибок выбранного кода Рида-Соломона внутри ЕРВ.

Если JPWL не создан кодером, то декодер будет дополнительно создавать маркер RED для сообщения об остаточных ошибках. Предположим, например, что в пакетах 7 и 8 все еще остаются ошибки, тогда сегмент маркера RED будет выглядеть следующим образом (параметры разделены символом "|", а записи разделены пробелами):

FF69h | 001Ch | 00010X01b | 00h 00h 00h 00h 00h 00h FFh FFh 00h 00h 00h 00h

RED | Lred | Pred | Данные RED

Е.3.2 Пример 2 – Дескриптор остаточной ошибки в пакетном режиме и потеря пакета

Рассмотрим тот же сценарий, что и в примере 1, т. е. то же самое изображение и ту же схему защиты. В этом случае для генерирования ошибки используется модель потери пакета, например, в соединениях UDP. Предположим, что в этом случае, пакет UDP, содержащий пакеты 7 и 8 JPEG 2000 полностью потерян.

Если сегмент маркера RED на самом деле не существует, то декодер будет дополнительно создавать сигнал маркера RED для сообщения об этой ситуации; результирующий сегмент маркера RED будет выглядеть следующим образом (параметры разделены символом "|", а записи разделены пробелами):

FF69h | 001Ch | 00010X01b | 00h 00h 00h 00h 00h 00h FEh FEh 00h 00h 00h 00h

RED | Lred | Pred | Данные RED

Следует отметить, что когда возникают случаи стирания информации, декодер должен обновить параметры длины в сегментах маркеров, или заполнить пробелы бессмысленными данными.

Приложение F

Рекомендации по кодированию кодированных потоков JPEG 2000 в условиях, подверженных ошибкам

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

F.1 Введение

Настоящее приложение является чисто информативным и содержит некоторые указания по применению инструментальных программных средств JPEG 2000 – Часть 1 и JPWL в условиях, подверженных ошибкам. JPEG 2000 – Часть 1 определяет набор инструментальных программных средств поддержания устойчивости к ошибкам, который может использоваться для кодирования изображения в условиях, подверженных ошибкам. Эти инструментальные программные средства подразделяются, как показано в таблице F.1. JPWL определяет множество дополнительных инструментальных программных средств защиты от ошибок, которые могут повысить устойчивость кодированного потока относительно ошибок передачи и помочь декодеру обработать остаточные ошибки.

F.2 Инструментальные программные средства поддержания устойчивости к ошибкам JPEG 2000 – Часть 1

Таблица F.1 – Инструментальные программные средства поддержания устойчивости к ошибкам JPEG 2000 – Часть 1

Тип инструментального программного средства	Название
Уровень статистического кодирования	Кодовые группы Завершение арифметического кодера для каждого прохода Предсказуемое завершение Символ сегментации
Уровень пакета	Короткий формат пакета (упакованные заголовки пакетов) Пакет с маркером восстановления синхронизации (SOP) ограничения

Поскольку ошибки в канале (или потери пакетов) могут иметь различный вид, как правило, невозможно знать заранее, какая комбинация инструментальных программных средств поддержания устойчивости к ошибкам приведет к наилучшим результатам. Однако было проведено широкомасштабное исследование для каналов, подверженных ошибкам, учитывающее несколько реальных прикладных сценариев, например, сети 3GPP, Цифровое всемирное радио (DRM) и беспроводные сети стандарта IEEE 802.11. Из этих исследований можно вывести несколько общих правил.

Что касается инструментальных программных средств поддержания устойчивости к ошибкам, определенных в JPEG 2000 – Часть 1, уместно сделать следующие замечания.

Обычно может быть желательно назначить высокий уровень защиты для основного заголовка и заголовков фрагментов, поскольку эти заголовки необходимы для корректного выполнения декодирования. В условиях наличия ошибок, заголовки пакетов также очень полезны, поскольку они позволяют декодеру пропустить искаженных проходы кодирования и восстановить синхронизацию для продолжения декодирования. Очень просто защитить заголовки пакетов вместе с основным заголовком и/или заголовками фрагментов, если используется вариант с упакованными заголовками пакетов.

Завершение арифметического кодера позволяет обнаружить ошибки передачи. Если после каждого прохода кодирования условия повторяются, то декодер может обнаружить ошибку, отбросить проходы кодирования, испытывающее воздействие помех и продолжить декодирование. Это серьезно ограничивает сферу влияния ошибок передачи и не увеличивает намного эффективность кодирования. Поскольку проход кодирования – это базовый блок данных, и он может быть отброшен, в условиях, подверженных ошибкам, проходы кодирования должны быть "максимально малыми", не ограничивая эффективности кодирования. Это предполагает, что использование меньших кодовых групп, чем в условиях отсутствия ошибок, как правило, приведет к повышению качества.

F.3 Рекомендации по реализации кодера JPEG 2000

В настоящем разделе мы приводим некоторые рекомендации для кодера, совместимого с JPWL. Описание этого процесса графически представлено на рисунке F.1. В частности, основными действиями, которые следует выполнить, являются:

- получение параметров JPWL;
- кодирование в соответствии с JPEG 2000 – Часть 1;
- введение требуемых маркеров JPWL. В частности:
 - Маркер EPC:

- записать маркер (0xFF68), сохранить положение и перескочить на 8 байтов;
- прочесть параметры JPWL и записать Перс;
- если используется EPB, записать Перbs;
- после маркера перескочить обратно;
- вычислить длину сегмента маркера и кодированного потока;
- вычислить и записать CRC 16-CCITT;
- Часть EPB:
 - записать маркер (0xFF66);
 - определить тип EPB и параметры защиты для первой части данных EPB;
 - записать LDPerb, Derb, Perb;
 - вычислить длину сегмента маркера;
 - сохранить первую часть этих данных для защиты и вычислить RS(N1,K1);
 - если требуется CRC, рассчитать ее для данных, сохраненных в буфере;
 - если требуется RS(N2,K2) рассчитать его для данных, сохраненных в буфере;
- Часть ESD:
 - записать маркер (0xFF67) параметры Cesd и Pesd;
 - вычислить Δ -MSE, PSNR и Δ -PSNR из величины искажения каждого пакета;
 - определить используемые единицы измерения;
 - определить режим представления данных (пакетный режим, режим байтового диапазона или режим диапазона пакетов);
 - вычислить значения чувствительности к ошибкам в выбранных единицах измерения и режиме представления данных;
 - вычислить длину сегмента маркера;
- обновить структуры указателей (поле Psot, данные ESD в режиме байтового диапазона и т. д.).

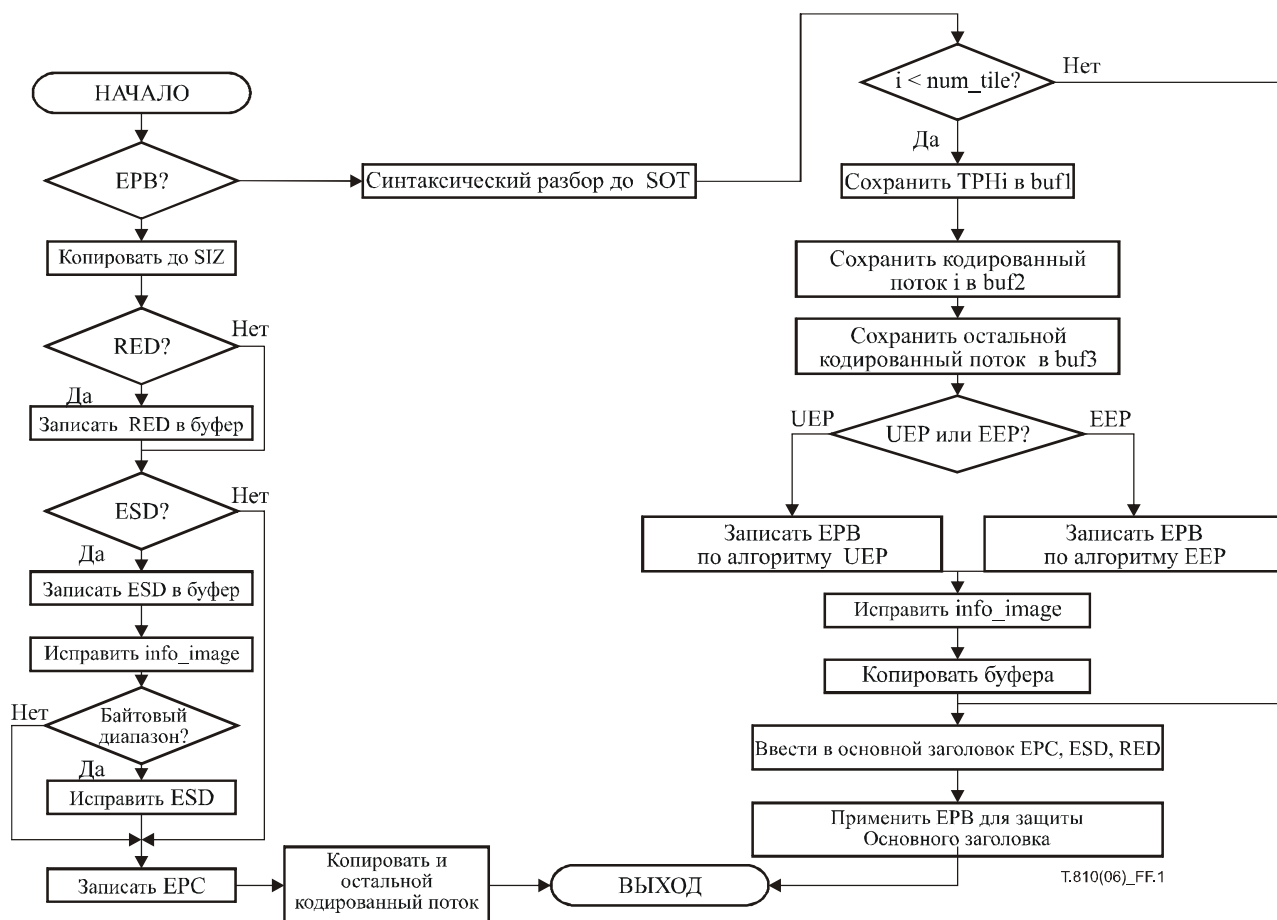


Рисунок F.1 – Руководство по процедуре кодирования JPWL

Приложение G

Рекомендованное функционирование декодера при обработке ошибок

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

G.1 Введение

Если в кодированном потоке представлены инструментальные программные средства поддержания устойчивости к ошибкам, соответствующие JPEG 2000 – Часть 1, то декодер должен корректно использовать их. Настоящее приложение является информативным и предназначено для определения рекомендованного функционирования декодеров JPEG 2000 – Часть 1, а также декодеров JPWL в присутствии ошибок.

G.2 Рекомендованное функционирование декодера JPEG 2000 – Часть 1

G.2.1 Укорачивание кодированного потока ИСО/МЭК 15444-1

В тех случаях, когда конец кодированного потока недоступен из-за ошибок передачи или потерь, требуется, чтобы декодер декодировал максимально возможное количество информации, как определено в A.4.4/ JPEG 2000 – Часть 1.

Аналогично, если потерян пакет в середине кодированного потока, то информация в следующих пакетах может оказаться непригодной к использованию. Тем не менее декодер должен декодировать кодированный поток, как минимум, до потерянного пакета. В действительности, все кодовые группы, которые уже были включены в предыдущий пакет, могут потерять синхронизацию. Следовательно, никакая дальнейшая информация не может быть добавлена в эти кодовые группы. Данные из кодовых групп, которые еще не включены в предыдущий пакет, могут быть записаны корректно, если правильно распознано соответствующее дерево меток.

G.2.2 Сегментация кодированного потока ИСО/МЭК 15444-1

Кодированный поток делится на основной заголовок, заголовок фрагмента, заголовки пакетов и статистически кодированные данные.

В стандарте JPEG 2000 – Часть 1 нет специального инструментального программного средства ни для обнаружения, ни для исправления ошибок в основном заголовке. При наличии ошибок в основном заголовке стандартный декодер JPEG 2000 – Часть 1, в конце концов, выйдет из строя. Невозможно определить соответствующий порядок функционирования. Читатель, которого интересует защита основного заголовка, должен обратиться к стандарту JPEG 2000 – Часть 11.

В стандарте JPEG 2000 – Часть 1 нет специального инструментального программного средства для защиты заголовков фрагментов. Однако если можно определить, что данный заголовок фрагмента содержит ошибки (например, SOD протестирован некорректно из-за несоответствия в заголовке), декодер может перепрыгнуть на следующий заголовок фрагмента, сканируя поток в поисках маркера SOT.

В стандарте JPEG 2000 – Часть 1 нет специального инструментального программного средства для защиты содержания заголовков пакетов. Однако имеются инструментальные программные средства, предназначенные для предотвращения потери синхронизации кодированного потока. Если представлены маркеры SOP и EPH, и/или PLM/PLT, декодер может проверить их соответствие процессу декодирования. Во время декодирования заголовка пакета, если маркер EPH не обнаружен на ожидаемом месте, или если длина пакета, прочитанная в процессе декодирования заголовка пакета, не соответствует длине, указанной маркерами PLM/PLT, то этот пакет можно считать ошибочным или потерянным. Затем используются маркер SOP и/или маркеры PLM/PLT для восстановления синхронизации в следующем пакете. В любом случае декодер должен декодировать максимально возможный объем информации.

G.2.3 Использование возможностей статистического кодирования ИСО/МЭК 15444-1

После того как кодированный поток правильно сегментирован, определенное число возможностей позволяет обеспечить лучшую устойчивость статистически кодированных данных.

Конкретнее, предсказываемое завершение, ассоциированное с завершением каждого прохода кодирования и символами сегментации, может использоваться для обнаружения и определения местоположения ошибок.

В случае обнаружения ошибки предсказуемым механизмом завершения, декодер должен:

- если завершение для каждого прохода кодирования и символы сегментации не используются, отбросить целый блок.
- если завершение для каждого прохода кодирования используются, декодировать до последнего корректно декодированного завершения, т. е. до прохода, который выполняется перед тем, в котором была обнаружена ошибка.
- если используются символы сегментации, декодировать до последнего корректно декодированного символа сегментации, т. е. отбросить последний битовый слой блока.

- если используются и завершение для каждого прохода кодирования, и символы сегментации декодировать до последнего корректно декодированного завершения.

В случае обнаружения ошибки механизмом символов сегментации, декодер должен:

- Если предсказуемое завершение и завершение для каждого прохода кодирования не используются, или если используется только предсказуемое завершение или только завершение для каждого прохода кодирования, декодировать до последнего корректно декодированного символа сегментации, т. е. до битового слоя, расположенного перед тем, где была обнаружена ошибка.
- Если используются и предсказуемое завершение, и завершение для каждого прохода кодирования, декодировать до последнего корректно декодированного завершения, т. е. до прохода, который выполняется перед тем, в котором была обнаружена ошибка.

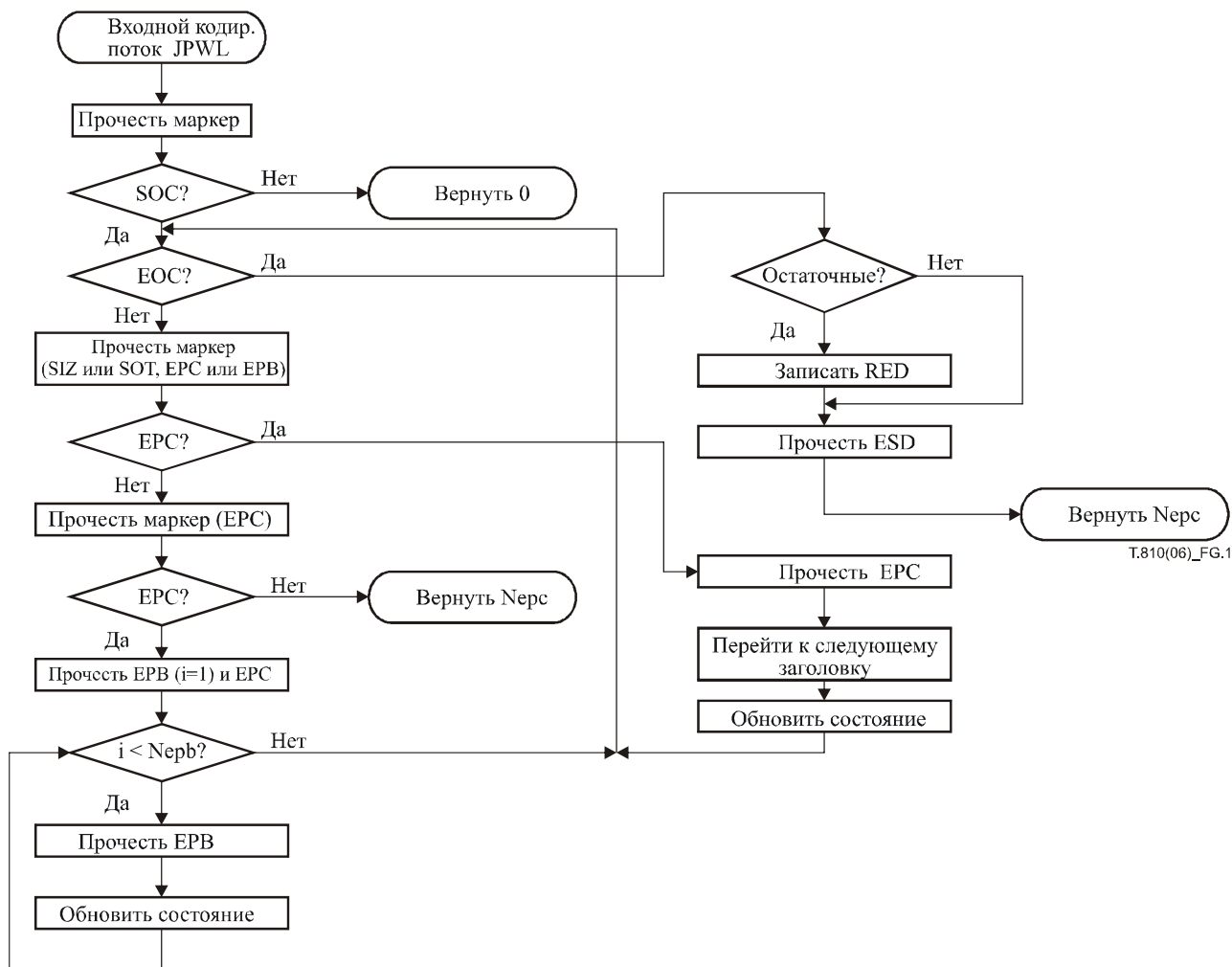
На стороне кодера, очевидно, рекомендуется объединить предсказуемое завершение и завершение для каждого прохода кодирования. Как определено в JPEG 2000 – Часть 1, символы сегментации и предсказуемое завершение для каждого прохода кодирования могут использоваться либо по отдельности, либо вместе в различных комбинациях.

Другие возможности повысить устойчивость к ошибкам (Восстановление контекста и обход) предназначены для ограничения потери синхронизации статистического декодера в случае появления ошибок. В настоящем приложении не определено специфического функционирования.

G.3 Рекомендации по реализации декодера JPWL

В настоящем разделе представлены некоторые рекомендации по реализации декодера, совместимого с JPWL. Описание этого процесса графически представлено на рисунке G.1. В частности, основными действиями, которые следует выполнить, являются:

- синхронизация с сегментом маркера EPC;
- прочесть EPC:
 - прочесть L_{epc} , P_{epc} , CL ;
 - прочесть P_{epc} и флаг использования инструментов JPWL;
 - сохранить структуры ID и создать массив из полей P_{epb} , используемых для декодирования EPB;
 - проверить CRC и флаги наличия ошибок для вызывающей функции;
- прочесть EPB:
 - коррекция параметров EPB (декодирование Рида-Соломона (RS));
 - прочесть L_{epb} , D_{epb} , LD_{epb} , P_{epb} и сравнить их с параметром P_{epb} , записанным в EPC;
 - определить режим упакованный/распакованный:
 - исправить следующие данные при помощи декодирования RS;
 - отметить флагом ошибочные данные с декодированием CRC;
 - сохранить данные о местах размещения остаточных ошибок;
- записать RED:
 - перейти в конец основного заголовка и сохранить кодированный поток до EOC;
 - записать параметры RED и данные RED:
 - скопировать структуры, созданные во время декодирования EPB;
 - исправить данные о местоположении, используя сдвиг, созданный при добавлении RED в кодированный поток;
 - записать оставшуюся часть кодированного потока;
- прочесть ESD:
 - перейти к SOC и начать синтаксический разбор кодированного потока;
 - для каждого встреченного маркера ESD:
 - если используется режим байтового диапазона, то исправить уровень чувствительности при помощи L_{red} ;
 - прочесть параметры ESD и данные ESD;
 - дополнительно, создать файл "esdmap".



T.810(06)_FG.1

Рисунок G.1 – Руководство по процедуре декодирования JPWL

Приложение Н

Устойчивое к ошибкам статистическое кодирование

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

В настоящем приложении описывается инструментальное программное средство JPEG 2000 – Часть 11 обеспечения устойчивости к ошибкам на уровне статистического кодирования. Отметим, что для всех методов, описанных здесь, используется терминология и предположения, введенные в Приложении C/JPEG 2000 – Часть 1 по арифметическому статистическому кодированию. Настоящее приложение является чисто информативным.

Н.1 Введение

Статистическое кодирование, и, в частности, арифметические коды, особенно чувствительны к битовым ошибкам. Действительно, из-за присущей методу памяти, один переставленный бит может привести к потере синхронизации декодера. Следовательно, все оставшиеся символы могут быть ошибочными. Более того, в случае Статистического кодирования по стандарту JPEG 2000 – Часть 1 ошибочные символы могут привести к непредсказуемому выполнению процесса кодирования во время проходов кодирования, например, созданию ошибочного контекста и моделирование коэффициентов, что приводит к существенному ухудшению качества декодированного изображения. Следовательно, даже данные, грубо закодированные с использованием метода обхода статистического кодирования JPEG 2000 – Часть 1, затронуты распространением ошибок.

В стандарте JPEG 2000 – Часть 1 разработаны некоторые инструментальные программные средства поддержания устойчивости к ошибкам для того, чтобы противостоять свойственной статистическому кодеру чувствительности к ошибкам. Эти методы основаны на маркерах завершения ошибки, сегментации и восстановления синхронизации, которые позволяют декодеру JPEG 2000 реализовать стратегии обнаружения ошибок; вследствие этого стандартный декодер получает возможность пропустить ошибочные участки бинарного потока, предотвращая таким образом распространение битовых ошибок на уровне изображения. Этот подход можно рассматривать как метод маскирования, который, обычно, способен работать в канале передачи с умеренными коэффициентами ошибок по битам. В очень сложных условиях передачи, например, в условиях беспроводной передачи, применение мощных методов исправления ошибок становится чрезвычайно важным.

В настоящем приложении, определен модифицированный арифметический статистический кодер с дополнительными функциями, а именно, программными маркерами восстановления синхронизации и запрещенным символом [9][10], что дает возможность реализовать стратегии исправления ошибок на уровне кодовой группы, это существенно улучшает качество принятого изображения относительно стандартного подхода на основе маскирования.

Н.2 Синтаксис

ЕРС (маркер возможности защиты от ошибок) используется для определения параметров кодирования, показанных в таблице А.1. Значение ID=2 назначено устойчивому к ошибкам арифметическому методу статистического кодирования.

Соответствующий параметр P_{ID} в поле маркера ЕРС образован из переменной величины из 16-битовых слов, которые представляют собой параметры статистического кодирования, связанные с каждой кодовой группой (см. таблицу А.2). Порядок следования кодовых групп определены в Приложении В/JPEG 2000 – Часть 1. Первый байт в P_{ID} – это параметр запрещенного символа (FSP), а второй – Параметр программной синхронизации (SSP). Нет необходимости определять параметр P_{ID} для всех кодовых групп. Последняя пара (FSP, SSP) применяется ко всем оставшимся кодовыми группами. Например, одна пара определяет параметры для всего закодированного потока.

Таблица Н.1 – Поля сегмента маркера ЕРС для устойчивого к ошибкам статистического кодирования

Поле маркера ЕРС	Размер в битах	Содержание
ID	16	0000 0000 0000 0010
L_{ID}	16	Длина следующего параметра P_{ID}
P_{ID}	Переменный	Объединение пар параметров (FSP, SSP)

Таблица Н.2 – Параметры P_{ID} для устойчивого к ошибкам статистического кодирования

Параметры устойчивого к ошибкам арифметического кодирования	Размер в битах	Содержание
FSP	8	0000 0000 – 1111 1010
SSP	8	xxxx хabc

Н.3 Бинарное кодирование с запрещенными символами

Бинарное кодирование с запрещенными символами основано на арифметическом статистическом кодировании с запрещенными символами (MQF), которые берутся из стандартного статистического кодера JPEG 2000 – Часть 1.

Н.3.1 Подразделение интервала вероятности MQF

Интервал вероятности делится на три зоны, как показано в таблице Н.3. Первый интервал соответствует запрещенному символу (FS), который никогда не кодируется и является инструментальным программным средством обнаружения ошибок. Вероятность FS равна Q_f , это значение представлено в виде 16-битового слова, имеющего те же условные обозначения, которые были использованы для вероятности LPS (Q_e) в Приложении C/JPEG 2000 – Часть 1. Значение вероятности FS может быть получено из параметра FSP в сегменте маркера EPC. Для того чтобы преобразовать параметр FSP (8 битов) в Q_f (16 битов), FSP умножается на 0x56. Для того чтобы оценить десятичное значение соответствующей вероятности, Q_f следует разделить на $(4/3)*0x8000$, как определено в Приложении C/JPEG 2000 – Часть 1. приемлемый диапазон значений FSP лежит между 0x00 и 0xFA, при этом величина FSP=0x00 является значением "по умолчанию", которое гарантирует совместимость назад с MQ. Некоторые примеры преобразования показаны в таблице Н.3.

Таблица Н.3 – Примеры преобразования FSP

FSP	Q_f	Десятичное значение вероятности FS
0x00	0x0000	0,000000
0x01	0x0056	0,001968
0x22	0x0B6C	0,066925
0xFA	0x53FC	0,492096

Определены следующие интервалы кодирования:

- a) запрещенный подинтервал $Q_f \approx A \cdot Q_f$;
- b) подинтервал LPS $Q_e \approx A \cdot Q_e$;
- c) подинтервал MPS $A - Q_e - Q_f \approx A - A \cdot (Q_e + Q_f)$.

Для того чтобы использовать FS, стандартные значения вероятности LPS Q_e (определены в таблице C.2/JPEG 2000 – Часть 1) должны обновляться в соответствии со следующим правилом, которое соответствует умножению десятичного значения вероятности на $(1 - \text{вероятность FS})$.

$$Q_e = Q_e - \frac{Q_e * Q_f}{(4/3)*0x8000} = Q_e - (Q_e * Q_f * 3) \gg 17.$$

Обратите внимание, что для оценки предыдущего выражения требуется с достаточной точностью перемножить 16-битовые переменные Q_e, Q_f . Значение Q_f может быть определено/скорректировано на уровне компонента, фрагмента или уровня и, следовательно, таблица вероятностей LPS должна оставаться синхронной.

Избыточность кодирования, внесенная FS такова $R_f = -\log_2 \left(1 - \frac{Q_f}{(4/3)*0x8000} \right)$ битов на 1 входной символ.

В итоге, следует отметить, что MQF полностью совместим с MQ для случая $Q_f=0x0000$.

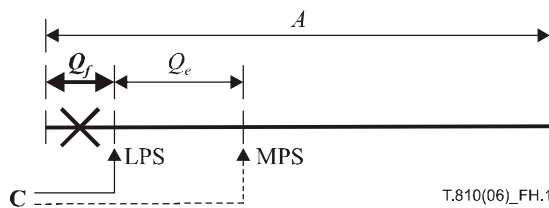


Рисунок Н.1 – Интервалы вероятности MQF

Н.3.2 Кодирование символа

Наличие FS предполагает легкую модификацию этапов арифметического кодирования JPEG 2000 – Часть 1. В частности, процедуры CODELPS и CODEMPS должны быть изменены, как показано на рисунке Н.2. Серые прямоугольники изображают процедуры арифметического кодирования, добавленные к JPEG 2000 – Часть 1, пунктирный прямоугольник изображает точку, где должна использоваться процедура JPEG 2000 – Часть 1. При каждом кодировании символа Q_f должна быть вычтена из регистра A , для того чтобы получить значение интервала MPS, и добавлена в регистр C , для того чтобы пропустить интервал FS. Два серых прямоугольника на рисунке заменяют один прямоугольник, обозначенный $[A=A-Q_c(I(CX))]$ на рисунке С.6/Т.800. Пунктирный прямоугольник указывает, что процедура затем продолжается из сплошного прямоугольника, следующего за $[A=A-Q_c(I(CX))]$ на рисунке С.6/Т.800.

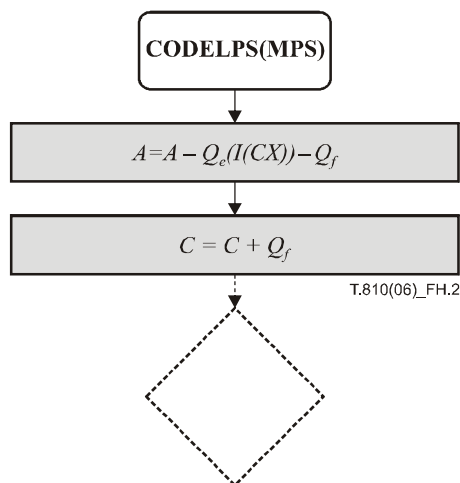


Рисунок Н.2 – Кодер MQF: процедуры CODELPS (MPS)

Н.4 Символы сегментации для обеспечения устойчивости к ошибкам

Добавление маркеров обнаружения ошибок и синхронизации определено следующим образом:

- SEGMARK: исходная схема добавления маркеров: 1010 в конце каждого битового слоя, т. е. в конце каждого прохода зачистки, арифметически кодированные с однородной вероятностью.
- SEGMARKPASS: добавление символов 1010 в конец проходов статистического значения и уточнения амплитуды, арифметически кодированные с однородной вероятностью.
- SEGMARKSTRIPE n : добавление маркера в конец каждой полосы, арифметически кодированные с однородной вероятностью. Если $n = 1$, то маркер = 10, если $n = 2$, то маркер = 1010. Другие значения n не являются обязательными.

Наличие символов синхронизации SEGMARKPASS и SEGMARKSTRIPE указывается при помощи маркера SSP из таблицы Н.4. Бит s установлен в значение один для того, чтобы указать применение возможности SEGMARKPASS. Его значение "по умолчанию" равно 0. Возможность SEGMARKSTRIPE 2 указывает путем установки битов a и b в значение 1. Если в единицу установлен только один из этих двух битов, то используется возможность SEGMARKSTRIPE 1. Значение "по умолчанию" для этих двух битов равно 00. Значение других битов маркера SSP зарезервированы. Примеры значений SSP приведены в таблице Н.4.

Таблица Н.4 – Примеры значений SSP

Значение SSP	Возможность
0000 0001	SEGMARKPASS
0000 0010	SEGMARKSTRIPE 1
0000 0110	SEGMARKSTRIPE 2
0000 0111	SEGMARKPASS + SEGMARKSTRIPE 2

Н.5 Обнаружение ошибок

Н.5.1 Декодирование в присутствии ошибок

Инструментальные программные средства, обеспечивающие устойчивость к ошибкам, описанные в настоящем приложении, могут использоваться вместе с инструментальными программными средствами, соответствующими стандарту JPEG 2000 – Часть 1, для предоставления декодеру возможности обнаружения ошибок. Обнаружение ошибок позволяет правильно отменить декодирование ошибочных проходов кодирования для данного кодовой группы, предотвращая таким образом распространение ошибок на уровень трансформируемых коэффициентов (см. J.7/JPEG 2000 – Часть 1). Далее описаны стратегии обнаружения ошибок основанные на MQF и символах сегментации для обеспечения устойчивости к ошибкам.

Н.5.2 Обнаружение ошибок MQF

Для декодирования MQF требуется, чтобы стандартная процедура по JPEG 2000 – Часть 1 – DECODE была бы изменена как показано на рисунке Н.3. Должна использоваться модифицированная оценка интервала MQF – $A = A - Q_e - Q_f$. Декодирование FS позволяет обнаруживать ошибки. Действительно, если принятая кодовая строка попадает в запрещенный интервал $Chigh < Q_f$, обнаруживается ошибка передачи, и может применяться стратегия маскирования или исправления. Наоборот, если детектирование FS не применяется, то регистр C переносится в начало интервала LPS $Chigh = Chigh = Q_f$ и может использоваться стандартное декодирование MQ.

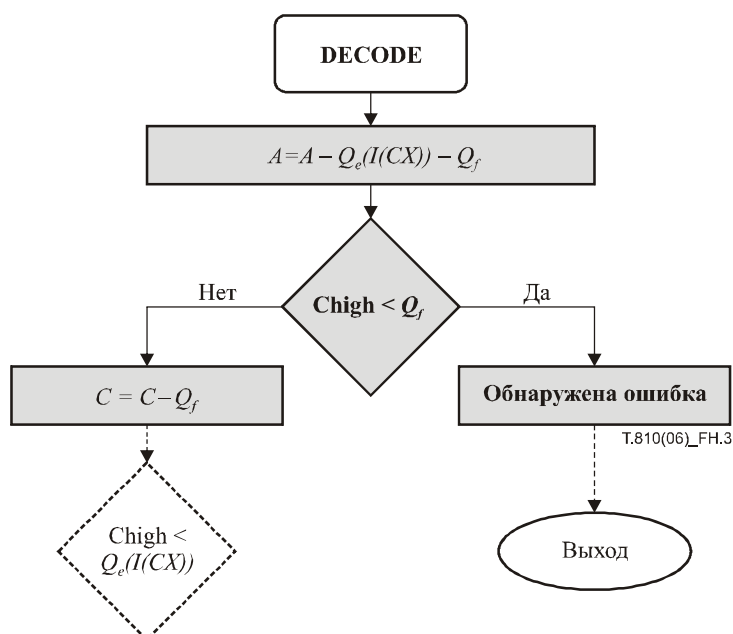


Рисунок Н.3 – Процедура декодирования MQF

Н.5.3 Обнаружение ошибок в символах сегментации

Корректное декодирование символа сегментации подтверждает правильности декодирования до этой точки кодированного потока. Если символ сегментации декодирован неверно, то появляются битовые ошибки и могут быть применены соответствующие контрмеры.

Н.6 Исправление ошибок

MQF и символы сегментации для повышения устойчивости к ошибкам позволяют реализовать декодер JPWL, способный исправлять битовые ошибки на уровне бинарного потока.

Н.6.1 Декодирование битов синхронизации

Декодер MQ показан на рисунке Н.4. Сжатые данные CD и контекст CX являются входными сигналами декодера, позволяющими принять выходное бинарное решение D . Точнее, для того чтобы получить на выходе i -тое бинарное решение $d[i]$ в кодовой группе, подать на вход соответствующее содержание, необходимо $CX[i]$ и определенное число битов $CD[n_{i-1}+1;n_i]$ из сжатых данных, где i – это индекс, представляющий порядок сканирования символов в кодовой группе, а n_i – общее количество битов, которые были прочтены, когда декодировалось решение $d[i]$. Индекс i называют *символом синхронизации* и говорят, что декодер *управляется символом синхронизации*.



Рисунок Н.4 – Арифметический декодер JPEG 2000 – Часть 1 на основе символов синхронизации

Для целей исправления ошибок, удобно перейти на декодер, управляемый *битами синхронизации*. Это изменение влияет только на интерфейс, а не на свойства декодера. Арифметический декодер на основе битов синхронизации принимает в качестве входного сигнала один бит $CD[n]$, где n указывает его положение в бинарном потоке, а номер переменной контекста CX соответствует номеру переменной выходного бинарного решения D . Это новое представление показано на рисунке Н.5, где i_n – общее количество решений, которое было декодировано, когда было прочитано n битов из сжатых данных.



Рисунок Н.5 – Арифметический декодер JPEG 2000 – Часть 1 на основе битов синхронизации

Для того чтобы реализовать такой декодер, функции DECODE, RENORMD и INITDEC, показанные, соответственно, на рисунках С.15, С.18 и С.20 стандарта JPEG 2000 – Часть 1, изменяются, как показано на рисунках Н.6, Н.7 и Н.8.

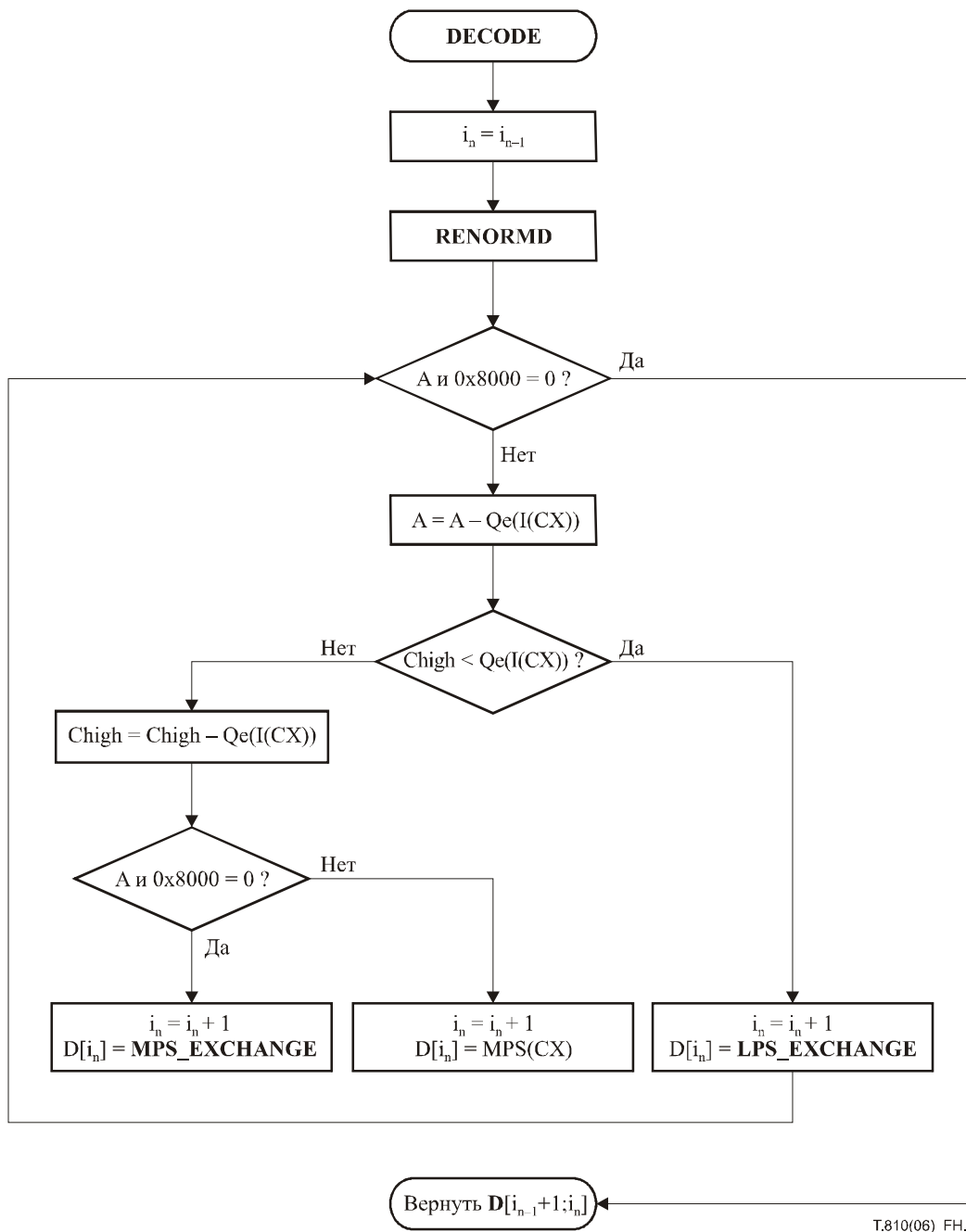


Рисунок Н.6 – Процедура DECODE на основе битов синхронизации

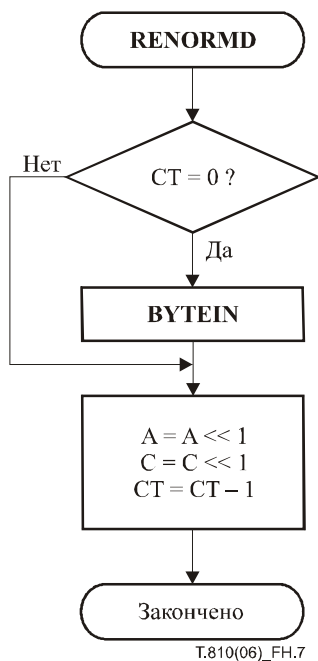


Рисунок Н.7 – Процедура RENORMD на основе битов синхронизации

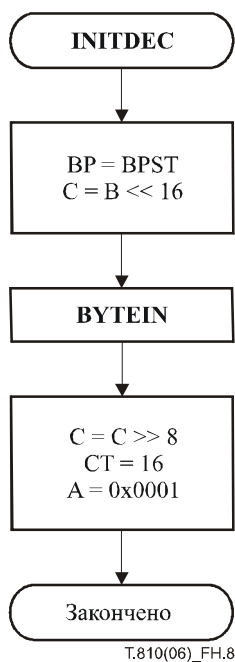


Рисунок Н.8 – Процедура INITDEC на основе битов синхронизации

В действительности, декодируются все возможные символы, которые могут быть идентифицированы для данного входного бита CD[n]. Такой подход позволяет выполнить последовательное декодирование на основе битов синхронизации. Его можно смоделировать, как автомат перехода состояний, изображенный на рисунке Н.9. Состояние $\sigma[n]$ может содержать всю необходимую информацию о внутреннем состоянии, например, о состоянии арифметического декодера. Команда о переходе между состояниями $\sigma[n-1]$ и $\sigma[n]$ подается битом CD[n]. Этому переходу присваивается номер переменной выходных бинарных решений **D**.

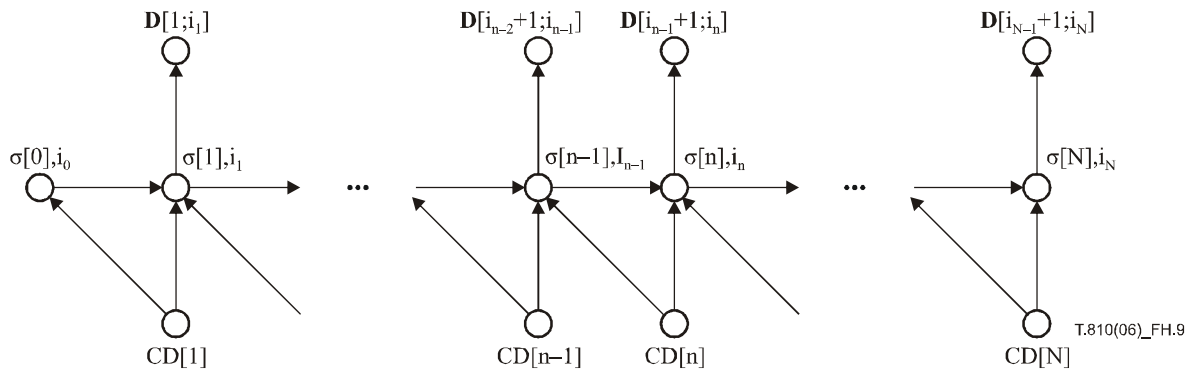


Рисунок Н.9 – Представление процесса декодирования в виде автомата перехода состояний

Н.6.2 Исправление ошибок в бинарном потоке

Когда кодированный бинарный поток **CD**, являющийся выходным сигналом арифметического кодера, передается в зашумленном канале, декодер JPWL получает поврежденную версию этого бинарного потока **CD**. Ранее описанные инструментальные программные средства для обнаружения ошибок используются для указания на наличие битовых ошибок. В таком случае декодер JPWL пытается исправить ошибки при помощи декодирования на базе битов синхронизации и метода последовательного перебора. На каждой глубине в битах *n* в автомате декодирования, показанном на рисунке Н.9, рассматривается множество возможных бинарных потоков – кандидатов **CD_k**. Определенный объем памяти, имеющий адрес *k*, используется для хранения этого множества бинарных потоков – кандидатов. Каждый бинарный поток – кандидат **CD_k** с соответствующими ему декодированными решениями **D_k**, располагается по рейтингу в соответствии с определенным значением *M_k(n)*, которое позволяет сделать выбор наиболее вероятного бинарного потока кандидата **CD**, соответствующего правильным решениям **D**.

Н.6.3 Значения

Н.6.3.1 Значения MAP

Максимальная из опыта вероятность (MAP) для бинарного потока **CD_k** с глубиной бита *n* определяется следующим образом:

$$P(D_k[1; i_n] | \underline{CD}[1; n]) \propto P(D_k[1; i_n]) \cdot P(\underline{CD}[1; n] | CD_k[1; n]).$$

Декодер JPWL использует следующие значения MAP:

$$M_k(n) = \log [P(D_k[1; i_n]) \cdot P(\underline{CD}[1; n] | CD_k[1; n])].$$

В присутствии канала без памяти, и предполагая для битов решения модель Маркова 1-го порядка, величину *M_k(n)* можно вычислить в соответствии автоматом перехода состояний следующим образом:

$$\begin{cases} M_k(0) = 0, \\ M_k(n) = M_k(n-1) + \sum_{j=i_{n-1}}^{i_n} \log [P(D_k[j] | D_k[1; j-1])] + \log [P(\underline{CD}[n] | CD_k[n])]. \end{cases}$$

Слагаемое $P(D_k[i] | D_k[1; i-1])$ представляет собой вероятность из опыта битов решения и оценивается при помощи бинарной контекстовой модели битов коэффициентов, которая аппроксимирует вероятность LPS значениями *Q_e*, определенными при помощи арифметического кодера. Для того чтобы ускорить выполнение оценки значений, логарифмы вероятности исходной модели могут быть вычислены заранее и сохранены в таблице. Слагаемое $P(\underline{CD}[n] | CD_k[n])$ представляет собой вероятность смены канала. Очевидно, что для определения этой величины требуется определение модели канала, состояние которого должно быть известно приемнику; тем не менее когда эта информация недоступна, может использоваться упрощенная величина, описанная в Н.6.3.2 и Н.6.3.3.

Н.6.3.2 Расстояние Хэмминга

Значение расстояния Хэмминга определяется как Расстояние Хэмминга между двумя бинарными потоками – принятым \underline{CD} и потоком – кандидатом CD_k . Аддитивное расстояние Хэмминга определяется как $M_k(n) = M_k(n-1) - \underline{CD}[n] \oplus CD_k[n]$, где \oplus представляет собой сложение по модулю 2.

Эта простая мера расстояния может использоваться, когда бинарный поток передается через канал с бинарным входом/бинарным выходом, и у декодера нет никакой опорной информации (модель канала, коэффициенты ошибок по битам и т. д.).

Н.6.3.3 Евклидово расстояние

Евклидово расстояние может использоваться, когда бинарный поток передается через канал с бинарным входом и реальным выходом. В этом случае аддитивная величина имеет вид $M_k(n) = M_k(n-1) - | \underline{CD}^S[n] - CD_k[n] |$, где $\underline{CD}^S[n]$ – принятое программное значение, соответствующее биту $CD[n]$, а программное значение ($CD_k[n]$) – это переданное программное значение, соответствующее биту $CD_k[n]$.

Н.6.4 Пример последовательного перебора

В настоящем разделе описывается пример подхода на основе последовательного перебора. Последовательный перебор основан на дереве декодирования, показанном на рисунке Н.10. Каждый узел на дереве представляет собой бинарный поток – кандидат CD_k , декодированный до битовой глубины n . Для каждой глубины максимальное число кандидатов МЕМ сохраняется для будущих рекурсий. На каждой итерации, все сохраненные кандидаты расширяются на один бит вперед. В случае обнаружения ошибок, кандидат отсекается (см. CD_3 на битовой глубине $n=2$ на рисунке Н.10). Наоборот, до тех пор, пока бинарные потоки – кандидаты представляются корректными, мера декодирования $M_k(n)$ обновляется, и для следующих итераций сохраняются только лучшие кандидаты МЕМ. Когда достигается максимальная битовая глубина для текущего бинарного потока, кандидат с наилучшими показателями декодирования считается наиболее вероятным бинарным потоком CD .

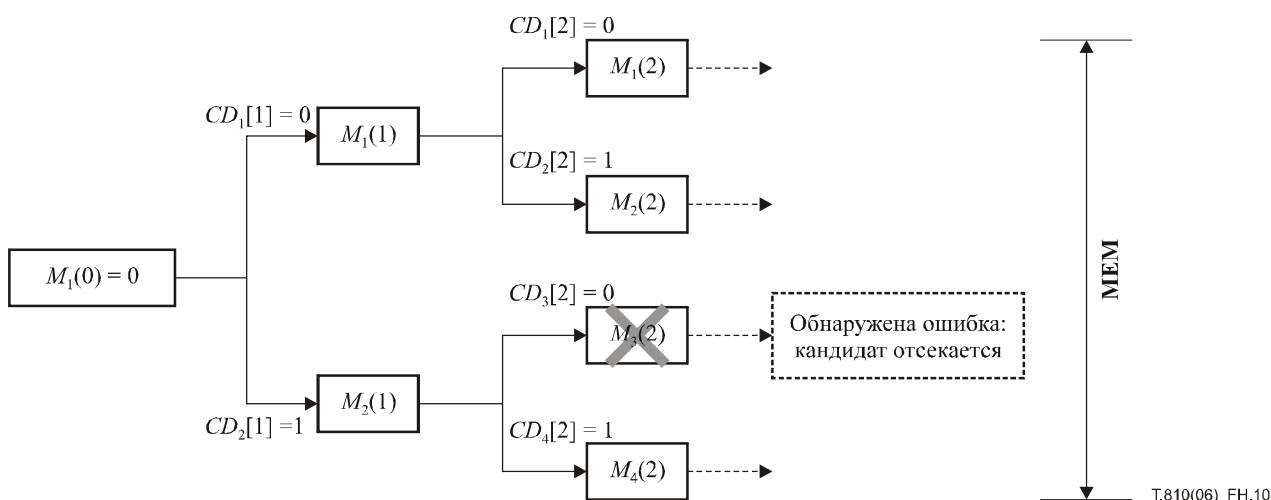


Рисунок Н.10 – Пример последовательного перебора

Приложение I

Неравномерная защита от ошибок

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

I.1 Введение

Цель настоящего информативного приложения состоит в том, чтобы объяснить, как, используя нормативные инструментальные программные средства стандарта JPWL, можно применить неравномерную защиту от ошибок (UEP) к кодированному потоку JPEG 2000. Эта UEP может использовать преимущества, предоставляемые дескриптором чувствительности к ошибкам, для выбора наиболее приемлемого метода для защиты различных участков кодированного потока JPEG 2000. UEP может применяться различными способами: внутри кодированного потока, благодаря гибкой структуре блока защиты от ошибок, или это может быть выполнено путем деления кодированного потока на различные участки JPEG 2000, каждый из которых защищается по отдельности, и передается в условиях с различной степенью подверженности ошибкам.

I.2 Применение дескриптора чувствительности к ошибкам в качестве входных данных для систем неравномерной защиты от ошибок

Дескриптор чувствительности к ошибкам позволяет выбрать наиболее приемлемый метод защиты для различных участков кодированного потока JPEG 2000 при помощи указания степени чувствительности к ошибкам соответствующих участков. Таким образом, наиболее важные участки кодированного потока защищаются с большей избыточностью, чем менее важные участки кодированного потока. Такая защита от ошибок может применяться функцией, которая в настоящей Рекомендации | Международном стандарте не рассматривается, или с применением Блока защиты от ошибок, описанного в разделе I.3.

I.3 Использование блока защиты от ошибок (EPB) для неравномерной защиты от ошибок

Параметр LDPerb сегмента маркера EPB, который может находиться в заголовке фрагмента, может использовать данные, расположенные за пределами границы заголовка фрагмента. Это позволяет включить бинарный поток JPEG 2000 в диапазон данных, защищаемых от ошибок, включаются ли в эти данные заголовки пакетов, зависит от применения функции упаковки пакетов стандарта JPEG 2000 – Часть 1.

Параметр Perb каждого сегмента маркера EPB может использоваться для указания метода исправления ошибок, используемого для защиты различных участков бинарного потока. Каждый сегмент маркера EPB может использовать различные конфигурации Perb, это могут быть либо наборы кодов с исправлением ошибок из одного и того же семейства кодов, либо использующие различные методы. Собственно говоря, каждый сегмент маркера EPB может содержать различные избыточные данные, которые позволят защищать от ошибок различные участки бинарного потока, к которым они относятся. В примере, показанном на рисунке I.1, блок EPB0 защищает сегменты маркеров заголовка фрагмента, а блок EPB1 – EPBn защищают участки бинарного потока L1 – Ln.

Для этой цели могут использоваться predetermined коды, а также коды "по умолчанию". Если используются другие коды с исправлением ошибок, это должно быть указано в сегменте маркера EPS.

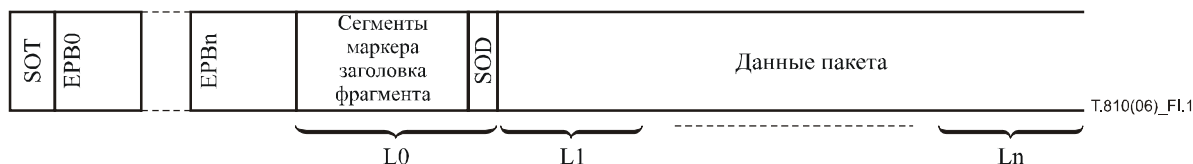


Рисунок I.1 – Применение EPB для неравномерной защиты от ошибок

Приложение J

Совместимость с ИСО/МЭК 15444

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

J.1 Совместимость с ИСО/МЭК 15444-1

Инструментальные программные средства JPWL полностью совместимы назад с JPEG 2000 – Часть 1, имеется в виду совместимость назад и совместимость назад с расширениями, как определено в разделе 3. Это приложение является только информативным.

J.2 Совместимость с ИСО/МЭК 15444-3

Все инструментальные программные средства JPWL, используемые на уровне кодированного потока, могут использоваться для повышения устойчивости сигнала Motion JPEG 2000 в присутствии ошибок. Возможное использование JPWL заключается в защите каждого отдельного кодированного потока.

J.3 Совместимость с ИСО/МЭК 15444-8 (JPSEC)

Безопасный стандарт JPEG 2000 или JPSEC (ИСО/МЭК 15444-8) расширяет базовую спецификацию стандарта JPEG 2000, позволяя иметь функции безопасной передачи изображений. Эти функции позволяют эффективно объединять и использовать инструментальные программные средства, необходимые для защиты цифровых изображений, например, безопасность содержания, целостность данных, аутентификация и управление условным доступом. Этот набор функций открыт и гибок, обеспечивая таким образом простоту будущих расширений.

JPSEC дает возможность применять средства обеспечения безопасности, поддерживающих множество услуг безопасности, включая:

- конфиденциальность;
- проверку целостности;
- аутентификацию источника;
- условный доступ;
- безопасную масштабируемую потоковую передачу и безопасное транскодирование;
- зарегистрированную идентификацию содержания.

В стандарте JPSEC определяется два сегмента маркеров: SEC и INSEC.

Сегмент маркера SEC находится в основном заголовке и является обязательным. Он сообщает полную информацию об инструментальных программных средствах обеспечения безопасности, которые применены для защиты изображения, SEC указывает инструментальные программные средства JPSEC, используемые для защиты изображения, вместе с некоторыми параметрами, указывающими используемый метод. Кроме всего прочего, эти параметры могут указывать, какие участки кодированного потока защищаются.

Сегмент маркера INSEC предоставляет дополнительные средства для передачи параметров одного из инструментальных программных средств обеспечения безопасности, заявленного в SEC, для того чтобы дополнить информацию, содержащуюся в основном заголовке. Он может располагаться в данных кодированного потока и является дополнительным. Он использует тот факт, что арифметический декодер стандарта JPEG 2000 прекращает считывать байты, как только появляется маркер завершения (т. е. два байта со значением, большим, чем 0xFF8F).

J.3.1 Общая совместимость между JPWL и JPSEC

Объединение JPWL и JPSEC требуется всегда, когда изображения в стандарте JPEG 2000 требуется защитить и передать по беспроводному каналу с ошибками.

На стороне передатчика чувствительность к ошибкам JPWL обычно определяется в процессе кодирования JPEG 2000. Затем для защиты кодированного потока применяются инструментальные программные средства JPSEC. В итоге, для того чтобы сделать кодированный поток более устойчивым к ошибкам передачи применяются инструментальные программные средства кодирования JPWL.

На стороне приемника сначала применяются инструментальные программные средства декодирования JPWL для исправления возможных ошибок передачи. На этом этапе JPWL может также создавать информацию об остаточных ошибках. В итоге для того чтобы реализовать выбранные услуги обеспечения безопасности применяются инструментальные программные средства JPSEC.

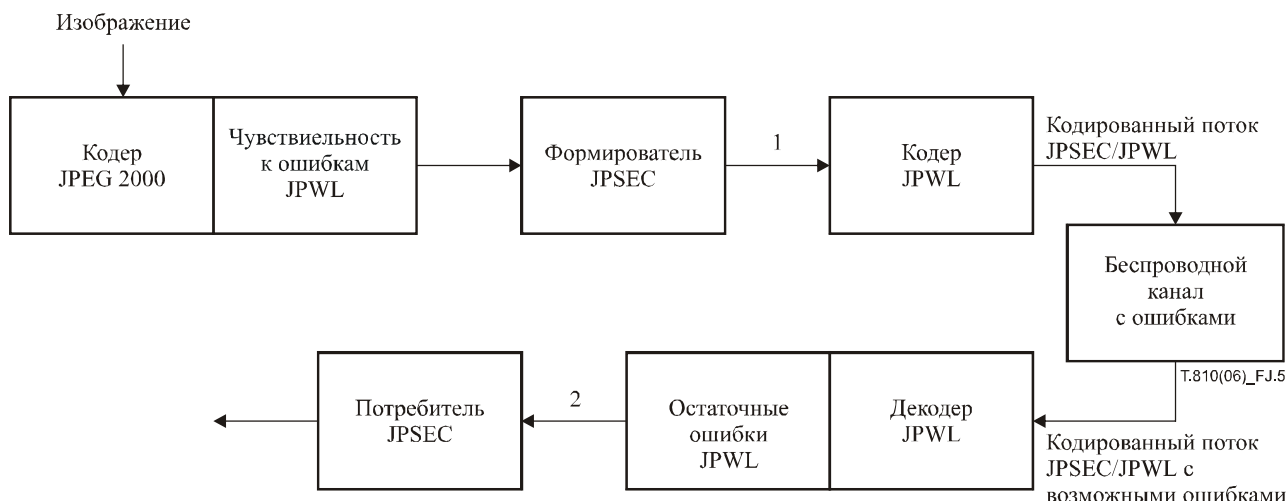


Рисунок J.1 – Типичная комбинация JPWL и JPSEC

J.3.2 Особые вопросы, касающиеся совместимости JPWL и JPSEC

В рамках совместимости JPWL и JPSEC необходимо рассмотреть некоторые особые вопросы, которые подробно изложены далее:

- 1) Возможность защиты от ошибок (EPC) для JPWL: наличие этого сегмента маркера будет влиять на диапазоны байтов. Отметим, что этот сегмент маркера является обязательным в кодированном потоке JPWL.
- 2) Блок защиты от ошибок (EPB) для JPWL: этот сегмент маркера обычно добавляется на последнем этапе в передатчике и его удаление является первым этапом обработки на приемнике. В принципе, он не должен влиять на JPSEC.
- 3) Дескриптор чувствительности (ESD) для JPWL: этот сегмент маркера обычно добавляется во время кодирования в соответствии со стандартом JPEG 2000 – Часть 1, в этом случае он будет прозрачным для последующих операций JPSEC. Однако JPSEC может негативно повлиять на применение ESD в JPWL. В частности, если ESD использует диапазоны байтов, то JPSEC не должен менять диапазоны байтов. Кроме того, функции JPSEC не должны влиять на величину искажения; в противном случае, информация, переносимая в ESD, становится бесполезной. В последнем случае формирователь JPSEC имеет возможность удалить сегмент маркера ESD.
- 4) Дескриптор остаточной ошибки (RED) для JPWL: этот сегмент маркера может быть введен после декодирования JPWL. Следовательно, он может повлиять на диапазоны байтов JPSEC. Он может также повлиять на целостность методов аутентификации JPSEC. Если кодированный поток искажен, информация RED может оказаться полезной для потребителя JPSEC, который может использовать ее соответствующим образом.
- 5) SEC JPSEC: наличие этого сегмента маркера будет влиять на диапазоны байтов. Отметим, что этот сегмент маркера является обязательным в кодированном потоке JPSEC.
- 6) INSEC JPSEC: наличие этого сегмента маркера будет влиять на диапазоны байтов. Отметим, что этот сегмент маркера содержится в данных кодированного потока.

В том случае, когда остаточных ошибок нет, кодирователь и декодирователь JPWL должны быть идеально прозрачными. Другими словами, в этом случае, потоки в точках 1 и 2 на рисунке J.1 должны быть абсолютно идентичными.

Общая рекомендация – когда JPSEC используется в комбинации с JPWL, предпочтительно, чтобы JPSEC использовал диапазоны байтов, начинающиеся после маркера SOD, для того чтобы минимизировать проблемы с диапазонами байтов. Кроме того, желательно ограничить наличие сегментов маркеров JPWL основным заголовком, и избегать их появления в заголовках фрагментов.

Приложение К

Орган регистрации

(Настоящее Приложение составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

К.1 Общее введение

Механизм регистрации JPWL обеспечивает однозначную идентификацию инструментальных программных средств безопасности, которые не являются нормативными, но соответствуют стандарту JPWL, и в дальнейшем могут быть предложены или разработаны в качестве инструментальных программных средств JPWL, не являющихся нормативными. Такая регистрация выполняется Органом регистрации JPWL. Он должен соответствовать Директиве JTC 1, раздел 18. Регистрация этих новых инструментальных программных средств JPWL регулируется процессом, определенным в настоящем приложении.

Заявители могут заявить технологии, которые они хотели бы включить в справочный регистр JPWL. Обратите внимание, что использование инструментальных программных средств JPWL определяется сегментом маркера EPC стандарта JPWL, находящегося в кодированном потоке (см. Приложения А и С). Когда приложение обнаруживает неизвестный идентификатор (ID) JPWL, оно, если возможно, может подключиться к RA JPWL и получить зарегистрированную информацию об этом инструментальном программном средстве.

К.2 Критерии соответствия требованиям заявителей о регистрации

Заявителями, имеющими право регистрировать новые инструментальные программные средства, должны быть организации, признанные их национальными регуляторными органами.

К.3 Заявки о регистрации

Заявки для регистрации новых инструментальных программных средств JPWL должны быть опубликованы Органом регистрации JPWL. Эта публикация должна содержать формы Заявления о регистрации, Запроса на обновление, Уведомления о присвоении или обновлении и Отказа.

Все формы должны содержать:

- название заявляющей организации;
- адрес заявляющей организации;
- имя, должность, почтовый/электронный адрес, номер телефона/факса контактного лица в организации.

Формы Заявки о регистрации и Запроса на обновление должны также содержать:

- название инструментального программного средства JPWL (обязательно);
- тип инструментального программного средства JPWL;
- краткое техническое описание (обязательно);
- описательный обзор инструментального программного средства (обязательно);
- описание примера использования (дополнительно);
- спецификацию параметров синтаксиса, включая возможные значения (дополнительно);
- рекомендации по оптимальному использованию (дополнительно);
- статус IPR, например, владелец, держатель прав (дополнительно);
- условия использования в соответствии с IPR (обязательно);
- ограничения на использование, например, условия экспорта (дополнительно);
- информацию для загрузки реализаций (дополнительно);
- дополнительные комментарии, обоснования, ссылки (дополнительно);
- требования к конфиденциальности выбранных записей приложения (дополнительно);
- требуемую продолжительность времени для регистрации инструментального программного средства (дополнительно).

Орган регистрации JPWL должен также предоставить информационные материалы для помощи заявителям в подготовке заявок.

К.4 Рассмотрение заявок и ответы на них

В настоящем разделе определяется процесс, выполняемый Органом регистрации JPWL по рассмотрению и ответу на заявки с целью обеспечения справедливого подхода.

Комиссия по техническому рассмотрению организует рассмотрение заявок. Комиссия состоит из членов ИСО/МЭК JTC 1/SC 29/WG 1 и членов Органа регистрации JPWL. Комиссия по рассмотрению изучает заявки на собрании WG 1 не позднее, чем через 9 месяцев после подачи заявки.

Комиссия по рассмотрению принимает заявку или отклоняет ее, на основании критериев отказа, перечисленных в К.4.1.

Если заявка принята, то новому инструментальному программному средству JPWL назначается идентификатор (ID), как определено в Приложении С, который считается референтным. Комиссия по рассмотрению одобряет информационное описание инструментального программного средства JPWL. Теперь этот ID должен использоваться для того, чтобы в кодированном потоке JPEG 2000 сообщить об использовании этого сегмента маркера EPC (см. Приложения А и С).

После того как заявка рассмотрена и принята, Орган регистрации (RA) JPWL уведомляет заявителя о положительном или отрицательном ответе на запрос о регистрации. Ответ заявителю должен содержать краткое объяснение результатов технического рассмотрения и должен быть направлен заявителю не позднее, чем через 9 месяцев после даты подачи заявки.

Отрицательный ответ может быть оспорен, если заявитель считает, что отказ был ошибкой, или, если требуется дополнительная информация для разъяснения вопросов и проблем. Если заявитель требует дополнительного рассмотрения вне рамок работы Органа регистрации, он может обратиться с этим вопросом к более широкой аудитории комиссии WG 1 на следующем соответствующем собрании группы WG 1. Его могут попросить предоставить дополнительную информацию по запросу экспертов, которые, под руководством WG 1, составят финальный и окончательный ответ о принятии или отклонении заявки. Для того чтобы отклоненная заявка была снова рассмотрена в WG 1, заявитель должен заново подать предложение через свой национальный регуляторный орган, определяющий, что эта заявка должна быть рассмотрена на собрании WG 1.

К.4.1 Отклонение заявки

Критериями для отклонения заявки являются следующие:

- заявитель не признан;
- не уплачены необходимые сборы (когда это требуется);
- существует одобренное и зарегистрированное инструментальное программное средство, которое идентично содержанию заявки;
- информация в заявке неполная или непонятная;
- мотивация для включения в регистр не адекватная задаче. Инструментальное программное средство JPWL, кандидат на включение в регистр, должно продемонстрировать, что оно предоставляет полезную услугу безопасности и при необходимости привести примеры использования;
- Орган регистрации считает, что предложенное инструментальное программное средство недостаточно оригинально и предложенные функции могут быть легко выполнены при помощи существующего одобренного инструментального программного средства ;
- заявка содержит ошибки или не соответствует нормативным разделам JPWL;
- техническое описание недостаточно полное;
- условия конфиденциальности неприемлемы.

К.4.2 Назначение идентификаторов и запись определений объектов

Процесс рассмотрения и приведенный выше синтаксис гарантируют, что назначенный ID является уникальным в данном регистре и что точно такой же ID не назначен другим объектам.

После того как назначение выполнено, ID и связанная с ним информация должна быть включена в регистр, и Орган регистрации JPWL должен сообщить заявителю о проведенном назначении в течение 9 месяцев.

Определение инструментального программного средства JPWL должно быть записано в регистр в момент назначения ему ID.

Орган регистрации может использовать идентификаторы повторно. Например, идентификаторы становятся доступными для простого использования после истечения срока их действия, или если от них отказываются добровольно или отзывают. Владельцы ID могут добровольно отказаться от своих ID, подав запрос об обновлении.

Орган регистрации JPWL может отозвать идентификатор по техническим причинам или из-за неправильного использования инструментального программного средства. Если это происходит, владельцы идентификатора уведомляются при помощи уведомления об обновлении.

К.5 Обслуживание

В целях поддержания работоспособности регистра Орган регистрации JPWL должен внедрить механизмы по поддержанию целостности регистра, включая соответствующее резервирование для сохранения записей.

Владелец ID может обновить информацию о соответствующем инструментальном программном средстве JPWL, подав запрос на обновление. Орган регистрации JPWL должен предусмотреть механизмы для сохранения конфиденциальности записей, как требуется в приложении.

К.6 Публикация данных регистра

Как правило, интересы пользователей сообщества информационных технологий удовлетворяются наилучшим образом, если информация регистра доступна широкой публике. Однако в определенных случаях может существовать потребность в конфиденциальности некоторых данных, относящихся к определенной регистрации, либо постоянно, либо на некоторых этапах процесса регистрации.

Орган регистрации JPWL должен публиковать информацию регистра так, чтобы это соответствовало требованиям по конфиденциальности данного инструментального программного средства JPWL.

Если требуется публикация, то обязательными являются и электронная и бумажная версия. Если Орган регистрации JPWL должен обеспечить публикацию, он должен поддерживать аккуратные записи о распределении этих публикаций.

К.6.1 Требования к информации регистра

Орган регистрации JPWL должен публиковать в электронном виде список инструментальных программных средств JPWL, не являющихся нормативными и внесенных в регистр, а также связанную с ними информацию так, чтобы это соответствовало требованиям по конфиденциальности данного инструментального программного средства JPWL.

Для каждого инструментального программного средства JPWL в регистре должна содержаться следующая информация:

- назначенный ID;
- имя первого заявителя;
- адрес первого заявителя;
- дата первого назначения;
- дата последнего переноса назначения, если оно разрешено (обновляемая информация);
- имя текущего владельца (обновляемая информация);
- адрес текущего владельца (обновляемая информация);
- имя, должность, почтовый/электронный адрес, номер телефона/факса контактного лица в организации (обновляемая информация);
- дата последнего обновления (обновляемая информация);

Он также должен содержать информацию, предоставленную заявителем в его описании инструментального программного средства JPWL, как определено в К.3, выше.

Приложение L**Заявление о патенте**

(Настоящее Приложение не составляет неотъемлемую часть данной Рекомендации | Международного стандарта)

Имеется вероятность, что для подтверждения соответствия некоторых из процессов, описанных в настоящей Рекомендации | Международном стандарте, может потребоваться использование одного из изобретений, охраняемых патентным правом. На момент публикации настоящей Рекомендации | Международного стандарта, не поддерживается никакой позиции относительно достоверности этого заявления или связанных с ним патентных прав. Информация, касающаяся таких патентов, может быть получена из любой организации. В таблице показаны форматные заявления о патентных правах и правах интеллектуальной собственности, которые были получены.

Таблица L.1 – Полученные заявления о правах интеллектуальной собственности

Номер	Компания
1	Thales
2	INRIA

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] POUILLIAT (C.), VILA (P.), PIREZ (D.) and FIJALKOW (I.): Progressive JPEG 2000 Image Transmission over noisy channel, *Eusipco 2002*, Toulouse, France, 3rd–6th September 2002.
- [2] MOCCAGATTA (I.), SOUDAGAR (S.), LIANG (J.) and CHEN (H.): Error-Resilient Coding in JPEG-2000 and MPEG-4, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 18, No. 6, pp. 899–914, June 2000.
- [3] HAGENAUER (J.): Rate-Compatible Punctured Convolutional Codes (RCPC Codes) and their applications, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 36, No. 4, pp. 389–400, April 1988.
- [4] MORELOS-ZARAGOZA (R.H.), FOSSORIER (M.P.C.), LIN (S.) and IMAI (H.): Multilevel Coded Modulation for Unequal Error Protection and Multistage Decoding – Part I: Symmetric Constellations, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 48, No. 2, February 2000.
- [5] NATU (A.), TAUBMAN (D.): Unequal Protection of JPEG 2000 Code-Streams in Wireless Channels, *Proceedings of IEEE GLOBECOM'02*, Vol. 1, pp. 534–538, Taipei, China, 17–21 November 2002.
- [6] SANCHEZ (V.), MANDAL (M.K.): Robust transmission of JPEG 2000 images over noisy channels, *Proceedings of IEEE ICCE'02*, pp. 80–81, 2002.
- [7] NICHOLSON (D.), LAMY-BERGOT (C.), NATUREL (X.) and POUILLIAT (C.): JPEG 2000 backward compatible error protection with Reed-Solomon codes, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 49, No. 4, pp. 855–860, November 2003.
- [8] MACWILLIAMS (F.J.), SLOANE (N.J.A.): *The Theory of Error-Correcting Codes*, North-Holland: New York, NY, 1977.
- [9] GRANGETTO (M.), MAGLI (E.) and OLMO (G.): Robust video transmission over error-prone channels via error correcting arithmetic codes, *IEEE Communications Letters*, Vol. 7, No. 12, pp. 596–598, December 2003.
- [10] GUIONNET (T.), GUILLEMOT (C.): Soft decoding and synchronization of arithmetic codes: application to image transmission over noisy channels, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 12, No. 12, pp. 1599–1609, December 2003.
- [11] PRESS (William H.), FLANNERY (Brian P.), TEUKOLSKY (Saul A.) and VETTERLING (William T.): *Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing*, Second Edition, Cambridge University Press, Chapter 20, pp. 896–903.
- [12] FRESCURA (F.), FECI (C.), GIORNI (M.) and CACOPARDI (S.): JPEG 2000 and MJPEG 2000 Transmission in 802.11 Wireless Local Area Networks, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 49, No. 4, pp. 861–871, November 2003.
- [13] NATU (A.), FRESIA (M.) and LAVAGETTO (F.): Transmission of JPEG 2000 Code-Streams over Mobile Radio Channels, *IEEE International Conference on Image Processing*, Vol. 1, pages 785–788, Genoa, Italy, September 2005.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевых протоколов и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи