

**Руководство ВМО
по кодовым формам с табличным поиском:**

FM 94 BUFR

и

FM 95 CREX

Уровень 1: Основные аспекты кодов BUFR и CREX

и

**Уровень 2: Формат, функциональное назначение и
применение кодов BUFR и CREX**

Женева, 1 Января 2002

Введение

Данное руководство подготовлено, чтобы помочь специалистам, которые хотят использовать кодовые формы с табличным поиском для представления данных (Table Driven Data Representation Forms) **BUFR** и **CREX**, разработанные ВМО.

Это руководство разработано в трех уровнях для возможности его применения пользователями, требующими различного уровня понимания.

Уровень 1 представляет собой общее описание, разработанное для специалистов, которым надо ознакомиться с кодовыми формами с табличным поиском, но которым не требуется их детального понимания. Уровень 2 посвящен описанию функционального назначения и применения BUFR и CREX, и предназначен для тех, кто должен использовать программное обеспечение, которое кодирует и/или декодирует в BUFR или CREX, но не разрабатывает его.

Уровень 3 предназначен для тех, кто должен в действительности разрабатывать программное обеспечение для кодирования в BUFR или CREX и/или декодирования. Однако, его найдут полезным все желающие более глубоко изучить кодовые формы с табличным поиском.

ВМО выражает благодарность за содействие экспертов, которые разработали данное руководство. Оно было подготовлено док. Клиффордом Г. Дейем (Dr. Clifford H. Dey) из Национального центра Прогноза погоды США (U. S. A. National Centre for Environmental Prediction). Вклад в его создание внесли также Чарлес Сендерс (Charles Sanders) - Австралия, Ева Кернева (Eva Cervena) – Чешская Республика, Крис Донг (Chris Long) – Соединенное королевство (Великобритании и Северной Ирландии), Джеф Атор (Jeff Ator) – США и Милан Драгосавак (Milan Dragosavac), ECMWF.

Содержание

Уровень 1: Основные положения BUFR и CREX

	Страница
1.1	Обзор..... L1- 2
1.2	Общее Описание L1- 3
1.2.1	Самоописание..... L1- 3
1.2.2	Структуры кодов..... L1- 5
1.2.3	Таблицы кодов BUFR и CREX..... L1- 7
1.2.4	Общие свойства кодовых форм BUFR и CREX..... L1-12
1.2.5	Различия..... L1-16
1.2.6	Примеры сообщений в коде CREX.....L1-17
1.3	Процедуры корректировки..... L1-23
1.3.1	Общие процедуры..... L1-23
1.3.2	Корректировка структур..... L1-23
1.3.3	Корректировка Таблиц..... L1-24
1.3.4	Ратификация изменений..... L1-24
1.4	Внедрение Руководства..... L1-25
1.4.1	Подготовка..... L1-26
1.4.2	Специальные выпуски..... L1-26
1.4.3	Кодирование в сравнении с интерпретацией..... L1-27

Уровень 2: Формат, функциональное назначение и применение кодов BUFR и CREX..... L2- 1

Уровень 3: Детальное описание кодовых форм

(Для разработчиков программного обеспечения кодирования/декодирования, смотри отдельный том - Уровень 3)

Уровень1: Основные положения BUFR и CREX

1.1 Обзор

Кодовые формы с табличным поиском **BUFR** (**B**inary **U**niversal **F**orm for **R**epresentation meteorological data - Двоичная Универсальная Форма для представления метеорологических данных) и **CREX** (**C**haracter form for **R**epresentation and **E**Xchange of data – Символьная форма для представления и обмена данными) предоставляют значительные преимущества универсальности и расширяемости по сравнению с традиционными буквенно-цифровыми формами кодирования. Эти полезные свойства появляются потому, что BUFR и CREX являются самоописательными формами кодов. Термин “самоописательный” означает, что форма и содержание данных в кодах BUFR или CREX описаны в этих же сообщениях BUFR или CREX. Кроме того, BUFR предлагает уплотнение или упаковку, тогда как буквенно-цифровой код CREX обеспечивает удобство для визуального восприятия человеком.

BUFR был впервые одобрен для оперативного использования в 1988 г. С тех пор он использовался для спутниковых и самолетных наблюдений, наблюдений профилей ветра и тропических циклонов, а так же для архивации данных всех типов наблюдений. В 1994, код CREX был одобрен Комиссией ВМО по Основным Системам (WMO Commission on Basic Systems (CBS Ext. 94), как экспериментальная кодовая форма. В 1998, CBS (CBS-Ext. 98) рекомендовала утвердить с 3 Мая 2000 года код CREX, как форму кодирования для представления оперативных данных. В 1999 году эта рекомендация была подписана Исполнительным Советом ВМО (Executive Council - EC-LI, 1999). Код CREX уже использовался центрами для обмена данными по озону, радиологии, гидрологии, волнению моря, тропическим циклонам, и температуре почвы. Для международного обмена данными наблюдений, в первую очередь, следует выбирать код BUFR. Код CREX следует использовать только в тех случаях, когда BUFR неприменим. Коды BUFR и CREX являются единственными кодовыми формами, которые полностью удовлетворяют потребности ВМО в представлении и обмене данными наблюдений, и рекомендованы для всех настоящих и будущих применений в рамках ВМО.

Данное руководство по кодовым формам с табличным поиском разработано в трех уровнях, чтобы предоставить возможность его применения пользователям, требующим различного уровня понимания. Уровень 1 представляет собой общее описание, разработанное для

специалистов, которым надо только ознакомиться с кодовыми формами с табличным поиском, но не требуется их детального понимания. Уровень 2 посвящен описанию функционального назначения и применения кодов BUFR и CREX, и предназначен для тех, кто предполагает использовать готовое программное обеспечение, кодирующее или декодирующее сообщения BUFR или CREX, но не разрабатывать такое программное обеспечение. Уровень 3 предназначен для специалистов, которые в действительности должны разрабатывать программное обеспечение для кодирования/декодирования сообщений BUFR или CREX. Однако, все желающие более глубоко изучить кодовые формы с табличным поиском также найдут его полезным.

1.2 Общее описание

1.2.1 Самоописание

Как мы узнаем, что означает в алфавитно-цифровом коде следующая цепочка символов?:

32325 11027 ?

Во-первых, мы должны знать форму кода, в которой эта цепочка символов была сформирована. Предположим, что она взята из бюллетеня сводок синоптических наблюдений, т.е. кодовой формой является FM 12 SYNOP. Во-вторых, мы должны знать положение двух приведенных выше групп (вторая и третья основные группы в Секции 1) внутри кода SYNOP. В-третьих, мы должны сослаться на Руководство ВМО по Кодам, Том I.1 (Международные Коды), Часть А (Алфавитно-цифровые Коды) для описания этих двух групп в форме кода SYNOP (если мы не храним код SYNOP в собственной памяти). Прделав все это, мы обнаружим, что эти группы имеют следующую символьную форму:

Nddff 1s_nTTT ,

где N = общее количество облачности, dd = направление ветра, ff = скорость ветра, 1 – индикатор группы, и TTT = температура воздуха, где знак TTT задан полем s_n. Однако, только затем, смотря в книгу кодов, чтобы понять смысл и соглашения кодирования этой символьной формы, мы можем определить, что небосвод на 3/8 покрыт облаками, направление ветра - 230 градусов и его скорость - 25 узлов, температура воздуха равна - 2.7 °C. Таким образом, содержание данных внутри традиционных форм алфавитно-цифрового кода, определяются их положением внутри сообщения и правилом кодирования (в данном примере, символьной формой Nddff 1s_nTTT), установленным для этих данных. Более того, если новая группа информации должна быть вставлена перед второй и третьей основными группами в Секции 1, то положение этих двух групп изменится. Такое изменение потребовало бы соответствующей корректировки всего программного обеспечения, которое кодирует или декодирует такое сообщение, так как, в противном случае, программы будут выдавать неправильные значения

или совсем не будут работать. Причиной этого является то, что правила кодирования, использованные при описании данных, заложены в обрабатывающих программах, а не включены вместе с данными. Этот пример показывает неспособность традиционных форм алфавитно-цифрового кода к усвоению новых типов данных.

В кодовых формах с табличным поиском также есть правила, связанные с расположением, но они применяются скорее для формирования “контейнера” (или структуры кода), чем для описания содержания этого “контейнера”. Наличие и форма данных описана внутри самого “контейнера”. Это и есть принцип самоописания. Для его реализации внутри сообщений в кодах BUFR и CREX существует раздел (Раздел описания данных), в котором определяется тип и форма данных, содержащихся в данном сообщении. Ниже приведен пример самоописательного сообщения:

Описание данных:

<i>Позиция:</i>	<i>Индекс элемента при ссылке</i>	<i>Наименование параметра</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Ширина данных (символы)</i>
1	В 01 001	Номер блока	Число	2
2	В 01 002	Номер станции	Число	3
3	В 04 004	Час	Час	2
4	В 12 001	Температура	Десятые °С	3
5	В 11 002	Скорость ветра	м/сек.	3
6	В 11 003	Направление ветра	Градусы	3

Данные:

07 444 06 154 003 230

В данном примере видно, что номер станции - 07444, час – 06, температура 15.4°C, скорость ветра - 3 метр/сек, и его направление - 230 градусов. Первая часть сообщения содержит описание данных, которое является очень длинным по сравнению с размером самих данных. Чтобы сделать описание более эффективным, для кодирования величин различных физических параметров, которые содержатся в Таблицах Кодов ВМО, определены стандарты (единицы, ширина данных, шкала и т.д.). Таким образом, вместо того, чтобы приводить внутри сообщения детальное описание, можно написать только индекс (названный в рассмотренном выше примере “Индекс элемента при ссылке”), идентифицирующий параметр с его описанием. Тогда данное сообщение будет выглядеть следующим образом:

Описание данных: 001002 004004 012001 011002 011003

Данные: 07444 06 154 003 230

В кодах ВМО с табличным поиском, Раздел описания данных содержит последовательность описателей данных, которая подобна набору “идентификаторов” элементов в заранее определенных и согласованных на международном уровне таблицах (накопленных в официальных Руководствах по Кодам ВМО). По определению, эти идентификаторы состоят из шестизначных индексов для ссылок (или шести символов в коде CREX). Они определены в таблицах кодов, которые объясняются далее в пункте 1.2.3. Если Раздел описания данных прочитан, то можно понять и следующие разделы, содержащие сами данные (Раздел “Данные”). На самом деле, прежде, чем данные, содержащие некоторые параметры могут быть закодированы в сообщениях BUFR или CREX, характеристики этих параметров должны быть уже определены в таблицах Руководств ВМО.

1.2.2 Структуры кодов

Структуры кодовых форм BUFR и CREX имеют следующий вид:

BUFR

РАЗДЕЛ 0 Раздел признака сообщения

РАЗДЕЛ 1 Раздел идентификации

РАЗДЕЛ 2 (Необязательный раздел)

РАЗДЕЛ 3 Раздел описания данных

РАЗДЕЛ 4 Раздел данных

РАЗДЕЛ 5 Раздел конца сообщения

CREX

РАЗДЕЛ 0 Раздел признака сообщения

РАЗДЕЛ 1 Раздел описания данных

РАЗДЕЛ 2 Раздел данных

РАЗДЕЛ 3 (Необязательный раздел)

РАЗДЕЛ 4 Раздел конца сообщения

Разделы признака сообщения и Раздел идентификации в коде BUFR являются короткими разделами, которые идентифицируют сообщение. В разделе “Описание данных” содержится список идентификаторов элементов, согласно заранее установленным и согласованным на международном уровне таблицам, которые были накоплены в официальных Руководствах по Кодам ВМО. Эти идентификаторы описывают тип данных, содержащихся в разделе данных, и порядок, в котором эти данные следуют. “Необязательный раздел” может быть использован для передачи любой информации или параметров для национальных целей. Раздел конца сообщения содержит четыре алфавитно-числовых символа "7777", чтобы обозначить конец сообщения в коде BUFR или CREX.

Поскольку в сообщении в коде CREX данные поступают последовательно, и так как значения величин параметров в нем представлены в виде совокупности символов, то сообщение в коде CREX очень просто читается. В то время, как порядок данных, содержащихся в сообщении в коде BUFR, также описан в разделе описания данных, величины параметров в нем переведены в последовательность двоичных разрядов. Следовательно, сообщение в коде BUFR является очень трудно расшифровываемым без помощи компьютерных программ. Код CREX можно рассматривать как символьный образ BUFR двоичных разрядов.

Когда возникает необходимость передачи новых параметров или новых типов данных, то после утверждения CBS (WMO Commission on Basic Systems), новые элементы просто добавляются к ВМО таблицам для BUFR и CREX. Таким образом, поскольку формы кодов с табличным поиском могут описывать любой новый параметр путем простого добавления нового элемента в соответствующую таблицу кодов, они обладают возможностью передавать неограниченное разнообразие информации. Следовательно, в дальнейшем, определение новых кодовых форм не является необходимым. Кроме того, процедуры и правила уже определены. Каждый раз, при

изменении структуры кода BUFR или CREX, указывается номер издания. Хотя эти дополнительные изменения требуют определенной модификации программного обеспечения для кодирования сообщений в коде BUFR или CREX или декодирования сообщений, такие изменения редки (с 1988 номер издания кода BUFR был изменен только дважды – смотри Раздел 1.3). Также, каждый раз, когда сделаны добавления в таблицах кодов BUFR или CREX, изменяется номер версии таблиц. Хотя изменения номера версии бывают более часты, чем изменения номера издания, они не требуют модификации программного обеспечения обработки сообщений. Номер издания формата (структуры сообщения) и номер версии таблиц передаются в самом сообщении (в разделах признака и идентификации – для кода BUFR, и в разделе описания данных – для кода CREX), что дает возможность обработки старых архивированных данных.

1.2.3 Таблицы кодов BUFR и CREX

В Таблицах определено, как параметры (или элементы) следует кодировать в качестве элементов данных в сообщениях в кодах BUFR или CREX (т.е. единицы измерения, размер, шкала). Они указаны в Наставлениях по Кодам ВМО, Том I.2 (Международные коды), Часть В (Двоичные коды) и С (Общие свойства для двоичных и буквенно-цифровых кодов). Наставления по Кодам также включает в себя Том I.1 (Международные Коды), Часть А (Буквенно-цифровые коды) и Том II: Региональные коды и методы национального кодирования. Совместно эти три тома можно идентифицировать как Выпуск ВМО, № 306. Таблицы, определяющие кодирование в кодах BUFR и CREX, это – Таблицы А, В, С, и D.

В **Таблице А** данные подразделяются на несколько категорий (например, наземные данные – земля, наземные данные – море, вертикальные зондирования (кроме спутниковых), вертикальные зондирования (с помощью спутников), и.т.д.). Будучи не слишком существенным для кодов BUFR или CREX, такое разделение данных по категориям полезно для хранения сообщений в базах данных и для выборок из нее, а так же для телекоммуникационных целей.

В **Таблице В** описывается, как отдельные параметры или элементы, следует кодировать/декодировать в кодах BUFR и CREX. Для каждого элемента в таблице указан шифр, используемый для ссылки (или шифр идентификатора элемента, который, как объяснялось раньше, используется в разделе описания соответствующего кода в качестве указателя), имя элемента, и информация, необходимая для кодирования и декодирования элемента. Для BUFR эта информация состоит из единиц измерения, которые будут использоваться; масштаба и исходного значения величины, которые следует применить к значению элементу; числа битов, используемых для описания величины элемента (BUFR ширина данных). Для CREX эта информация состоит из единиц измерения, которые будут использоваться; масштаба, который надо применить к величине элемента, и числа символов, используемых для описания величины элемента (CREX ширина данных). Хотя одинаковые элементы находятся как в BUFR, так и CREX Таблицах В, их единицы измерения могут различаться (единицы измерения для кода BUFR есть СИ, в то время как CREX единицы измерения более ориентированы на

пользователя). Например, единицей измерения, использованной для значений температуры в коде BUFR, является градус Кельвина, а в коде CREX - градус Цельсия. Единицы измерения данных, переданных в сообщении, будут иметь соответствующий шифр, указанный в разделе описания данных. В качестве примера, ниже приведены выдержки из **Таблицы В** кодов BUFR и CREX для температуры.

Таблица В является основной при кодировании и декодировании как в коде BUFR, так и в коде CREX.

Класс 12 - Температура

ШИФР В ТАБЛИЦЕ			ИМЯ ЭЛЕМЕНТА В ТАБЛИЦЕ	BUFR				CREX		
F	X	Y		ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	МАСШТАБ	ИСХОДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ШИРИНА ДАННЫХ (БИТЫ)	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	МАСШТАБ	ШИРИНА ДАННЫХ (СИМВОЛЫ)
0	12	001	Температура / температура сухого термометра	К	1	0	12	°С	1	3
0	12	002	Температура смоченного термометра	К	1	0	12	°С	1	3
0	12	003	Температура точки росы	К	1	0	12	°С	1	3
0	12	004	Температура сухого термометра на 2 м	К	1	0	12	°С	1	3
0	12	005	Температура смоченного термометра на 2 м	К	1	0	12	°С	1	3
0	12	006	Температура точки росы на 2 м	К	1	0	12	°С	1	3
0	12	007	Виртуальная температура	К	1	0	12	°С	1	3
0	12	011	Максимальная температура , по высоте в течение заданного периода	К	1	0	12	°С	1	3
0	12	012	Минимальная температура, по высоте в течение заданного периода	К	1	0	12	°С	1	3

Примечание:

Для кодирования величин в коде BUFR, данные (в Единицах измерения, которые указаны в столбце “ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ”) должны быть умножены на 10 в степени, указанной в столбце “МАСШТАБ” и затем из них должно быть вычтено “ИСХОДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ”. В указанном выше примере, данные будут закодированы в BUFR в 10^{-1} градуса Кельвина.

Для кодирования величин в коде CREX, данные (в Единицах измерения, которые указаны в столбце “ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ”) должны быть умножены на 10 в степени, указанной в столбце “МАСШТАБ”. В указанном выше примере, данные будут закодированы в CREX в 10^{-1} градуса Цельсия.

В **ТАБЛИЦЕ С** определяется некоторое количество операций, которые могут быть применены к элементам. Каждой такой операции приписывается некоторое значение описателя операции. Например, Таблица С содержит описатели операций для изменения масштаба, исходного значения или ширины данных, перечисленных для параметра в Таблице В кода BUFR. Некоторые из операций, определенных в Таблице С кода BUFR, являются весьма сложными. Описатели операции описаны в Уровне 2 и более детально - в Уровне 3. В коде CREX также возможны описатели операции, хотя их число и применение до некоторой степени ограничены.

Описатели операции, хотя и не являются необходимыми для кодирования и декодирования согласно кодам BUFR и CREX, тем не менее, они полезны для минимизации числа новых целых Таблиц, а так же для включения информации о качестве.

В **ТАБЛИЦЕ D** определяются группы элементов, которые всегда передаются вместе (как регулярные SYNOP или TEMP сообщение), в, так называемых, общих последовательностях значений. Благодаря общему описателю последовательности, каждый раз не требуется перечислять описатели каждого элемента в разделе описания данных. Это уменьшает объем, требуемый для сообщения в кодах BUFR или CREX. Общие последовательности определяются в Таблицах D кодов BUFR и CREX. Ниже приведен пример Таблицы D для кода BUFR.

Описатели последовательности, хотя и не являются необходимыми для кодирования и декодирования согласно кодам BUFR и CREX, однако они полезны для уменьшения объема сообщений в кодах BUFR и CREX.

Общие последовательности метеорологических элементов для наземных данных

ШИФР ТАБЛИЦЫ			ШИФРЫ ТАБЛИЦЫ			ИМЯ ЭЛЕМЕНТА
F	X	Y				
3	02	001	0	10	004	Давление (на уровне станции)
			0	10	051	Давление, приведенное к уровню моря
			0	10	061	Изменение давление за 3-часа
			0	10	063	Характеристика тенденции давления
<i>(Для высокогорных станций)</i>						
3	02	002	0	10	004	Давление (на уровне станции)
			0	07	004	Величина давления
			0	10	003	Геопотенциал изобарической поверхности
			0	10	061	Изменение давление за 3 часа
			0	10	063	Характеристика тенденции давления
3	02	003	0	11	011	Направление ветра (10 м)
			0	11	012	Скорость ветра (10 м)
			0	12	004	Температура (2 м)
			0	12	006	Точка росы (2 м)
			0	13	003	Относительная влажность
			0	20	001	Горизонтальная видимость
			0	20	003	Текущая погода
			0	20	004	Прошедшая погода (1)
			0	20	005	Прошедшая погода (2)

1.2.4 Общие свойства кодовых форм BUFR и CREX

Структура: код CREX был специально разработан, как алфавитно-цифровая версия для кода BUFR. Следовательно, не удивительно, что коды CREX и BUFR имеют много общего в их структурах. Оба кода достигают самоопределения благодаря включению внутри каждого сообщения раздела, описывающего форму и содержание данных, включенных в него данных. Сообщения, как в коде BUFR, так и в коде CREX, начинаются с алфавитно-цифрового изображения названия кода, оба имеют необязательные разделы и оба имеют разделы идентификации Конца сообщения.

Таблицы: Таблица A идентична для кодов BUFR и CREX. Более того, коды BUFR и CREX определяют одинаковый набор элементов, используя почти одинаковые описатели - первое значение в описателе, обозначающее его тип, в двоичной форме в коде BUFR и алфавитно-цифровой – в коде CREX, но остальные описатели идентичны для одинаковых элементов. Это позволяет составлять единственную Таблицу B для обслуживания обеих форм кодов. Наконец, хотя Таблицы D для кодов BUFR и CREX являются различными, они, в значительной степени, скоординированы. Общие последовательности, которые легко могут быть преобразованы между кодами BUFR и CREX, не определены Таблицах D ни кода BUFR, ни кода CREX. Если набор Таблицы D кода CREX не определен в Таблице D кода BUFR, это обозначает, что он не используется ни в какой другой BUFR последовательности. Аналогично, если наборы Таблицы D для кода BUFR не имеют CREX аналога, это означает, что они не использованы ни в одной Таблице D кода CREX. В Таблицах A, B и D существуют интервалы чисел для описателей вне согласованных в международном масштабе интервала чисел. Они могут быть использованы для определения специальных описателей для национальных или локальных целей и, таким образом, позволяют обмениваться специальными национальными данными

Таблицы кодов и флагов: элемент, основанный на шифре (например, тип облаков) или набор условий, определенный с помощью флагов (набор двоичных 0 или 1) будет иметь соответствующую Таблицу кодов или Таблицу флагов. В этом случае, в столбце “Единицы измерения” Таблицы В будет указано на существование Таблицы кодов или Таблицы флагов. Таблицы шифров и флагов для кодов BUFR и CREX идентичны (однако, в сообщениях в CREX, значения флага закодированы в восьмеричном представлении). Ниже приведен пример Таблицы кодов или Таблицы флагов:

0 20 024

Интенсивность явления

Цифра кода

0	Явления нет
1	Легкая форма явления
2	Средняя
3	Сильная
4	Очень сильная
5-6	Резерв
7	Значение отсутствует

Явления, ухудшающие видимость

Номер	
бита	
1	Туман
2	Ледяной туман
3	Рассеивающийся туман
4-6	Резерв
7	Мгла
8	Дымка
9	Дым
10	Вулканическая зола
11	Пыль
12	Песок
13	Снег
14-20	Резерв
21	Значение отсутствует

BUFR и CREX Таблицы

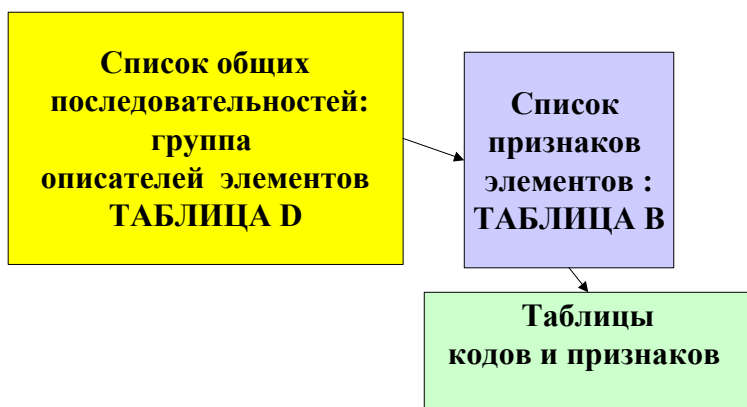


Рисунок 1

Процесс декодирования: программное обеспечение для дешифровки сообщений в закодированных в BUFR и CREX должно содержать Таблицы в оперативной памяти. Процесс декодирования изображен на Рисунке 1, и его обобщение приведено ниже:

- Программа-декодер поочередно идентифицирует описатели в Разделе описания данных. Если описатель является описателем элемента, то декодер ищет характеристики элементов (единицы измерения, шкалу, исходное значение, ширину данных) в Таблице В. Если описатель является описателем последовательности элементов, декодер ищет эту группу в Таблице D. Если последовательность в Таблице D содержит только описатели элементов, декодер ищет характеристики элементов в Таблице В и переходит к следующему описателю в Разделе описания данных. Однако, если группа в Таблице D содержит другие описатели группы элементов, то декодер ищет их в Таблице D, повторяя этот процесс до тех пор, пока не останутся только описатели элементов. Декодер ищет характеристики этих элементов в Таблице В и переходит к следующему описателю в Разделе описания данных. Когда декодер нашел характеристики всех элементов, на которые были ссылки в Разделе описания данных, он может декодировать значения в Разделе данных.
- Если в Таблице В единичный элемент столбца описателя элемента содержит “Таблицу шифров” или “Таблицу флагов”, то интерпретатор декодированных данных должен проанализировать соответствующую таблицу шифров или таблицу флагов, чтобы понять смысл закодированной величины. Интерпретация может проводиться с помощью человека, или, в некоторых случаях, автоматического процесса, который действует в зависимости от кода или флагов.

Функциональные возможности: Свойство самоописания как кода BUFR, так и кода CREX, приводит к другим преимуществам по сравнению с традиционными алфавитно-цифровыми кодовыми формами - относительной легкости декодирования сообщений в кодах BUFR или CREX. В то время как для декодирования значительного числа символьных кодов, находящихся в текущем использовании, необходимо большое число специализированных и сложных программ, декодировать любое сообщение в коде BUFR или CREX способна единственная “универсальная” программа декодирования BUFR или CREX. Разработать такую программу для декодирования сообщений в BUFR или CREX - это не тривиальная задача, но если она однажды разработана, она не нуждается в изменениях при каждом изменении версии таблицы, некоторая ее модификация нужна только для использования следующего издания таблиц. Изменения издания будут происходить намного реже, чем это случалось для традиционных алфавитно-цифровых кодовых форм. Следовательно, не будет необходимости модифицировать программу в связи с изменениями требований к наблюдениям; надо будет увеличить только таблицы, а это - относительно тривиальная задача. Кроме того, свойство самоописания делает возможным в рамках как кода BUFR, так и кода CREX, легко адаптировать как новые данные внутри существующих типов сообщений, так и новые типы сообщений.

Коды BUFR и CREX обладают еще одним свойством - так называемым свойством дублирования. Дублирование - это повторение простого параметра или группы параметров некоторое число раз, поскольку TEMP или PILOT содержат записи с несколькими уровнями. Число раз, которое параметр или группу параметров надо повторить, может быть задано или в Разделе описания данных, если число повторений является известным фиксированным числом, или, в противном случае - в Разделе данных (тогда оно называется "отложенным повторением").

1.2.5 Различия

Использование кода **BUFR** предполагает возможность упаковки данных. Следовательно, для передачи и хранения данных, занимающих большой объем (например, спутниковых, ACARS, профилей ветра), будет требоваться меньше ресурсов, чем при использовании кода CREX. Код BUFR также позволяет передавать информацию о качестве данных вместе с подлинными данными наблюдений. Однако, данные, закодированные в помощьью BUFR, недоступны для удобного визуального восприятия человеком. Поэтому обработка сообщений в BUFR предполагает возможность использования разработанных компьютерных программ для обработки (кодирования или декодирования) этих сообщений.

Код **CREX** проще чем BUFR, и, следовательно, его легче понять, кодировать с его помощью и, так как это алфавитно-цифровая кодовая форма, то сообщения в CREX можно прочитать, затратив всего несколько часов. Следовательно, этот код особенно полезен при отсутствии компьютерного оборудования. Однако, в коде CREX не предполагается упаковка данных, и он имеет намного меньше возможностей для включения информации о качестве данных, чем BUFR.

1.2.6. Примеры сообщений в коде CREX

Приведение примера сообщения в коде BUFR находится за рамками Уровня 1 данного Руководства. Примеры подробно рассмотрены в Уровне 3. Однако, CREX проще, и его алфавитно-цифровая природа делает возможным привести здесь, в качестве примеров, два сообщения в CREX.

Наземные наблюдения с фиксированной наземной станции: Первый пример – наземные наблюдения с наземной станции. Эти сообщения переданы в коде FM 12-XI Ext. SYNOP. В данном примере сообщение представлено как в SYNOP, так и в CREX кодовых формах.

- В форме кода **FM 12-XI Ext. SYNOP:**

AAXX 09091

03075 41480 62413 11073 21105 39962 40001 55019 71562 86800=

- В форме кода **FM 95-XII CREX:**

CREX++

Раздел индикатора

T000101 A000 D07999++

Раздел описания

03 075 1 1989 01 09 09 00039 5845 -00308 0030 3000 075 240 0013 -073 -105 09962 10001

05 0019 015 07 02 075 38 20 10++

Раздел данных

7777

Раздел конца сообщения

- Интерпретация примера:

Данные, закодированные в SYNOP	Данные, закодированные в CREX	Имя элемента	Декодированное значение	CREX раздел данных
	CREX	Индикатор CREX сообщения		
	T000101	Номер основной Таблицы 00 кода CREX, Издание 01, Версия 01		
	A000	Тип данных (000 = Наземные данные- земля)		
	D07999	Смотри примечание ниже		
ll = 03	V 01 001	ВМО номер блока		03
lii = 075	V 01 002	ВМО номер станции		075
i _R = 4		Нет аналога в CREX		
i _x = 1	V 02 001	Тип станции	с персоналом	1
	V 04 001	Год (наблюдения)		1989
	V 04 002	Месяц (наблюдения)		01
	V 04 003	День (наблюдения)		09
	V 04 004	Час (наблюдения)		09
	V 07 001	Высота станции (барометр)	39 м	00039
	V 05 002	Широта (грубая точность)	58.45 град.	5845
	V 06 002	Долгота (грубая точность)	- 3.08 град.	-00308
h = 4	V 20 013	Нижняя граница облачности	300 м	0030
vv = 80	V 20 001	Горизонтальная видимость	30 км	3000
n = 6	V 20 010	Количество облачности (общее)	6/8 = 75 %	075
dd = 24	V 11 011	Направление ветра на 10 м	240 град.	240
ff = 13	V 11 012	Скорость ветра на 10 м	13 м/с	0013
s _n TTT = 1073	V 12 004	Температура сухого термометра на 2 м	- 7.3 °C	-073
s _n T _d T _d T _d = 1105	V 12 006	Температура точки росы на 2 м	- 10.5 °C	-105
P ₀ P ₀ P ₀ P ₀ = 9962	V 10 004	Давление	996.2 гПа	09962
PPPP = 0001	V 10 051	Давление на уровне моря	1000.1 гПа	10001
a = 5	V 10 063	Характеристика тенденции давления		05
ppp = 019	V 10 061	Изменение давления за 3-часа	1.9 гПа	0019
ww = 15	V 20 003	Текущая погода	Осадки в поле зрения	015

$w_1 = 7$	V 20 004	Прошедшая погода (1)	Снег	07
$w_2 = 2$	V 20 005	Прошедшая погода (2)	Облаками покрыто более 1/2 небосвода	02
$N_h = 6$	V 20 051	Количество нижней облачности	6/8 = 75 %	075
$C_L = 8$	V 20 012	Тип облаков (Тип нижней облачности)	Cu и Sc	38
$C_M = 0$	V 20 012	Тип облаков (Тип средней облачности)	нет C_M облаков	20
$C_H = 0$	V 20 012	Тип облаков (Тип верхней облачности)	нет C_H облаков	10
		Конец секции данных		++
		Конец CREX сообщения		7777

Примечание:

Описатель последовательности 07999 представляет последовательность описателей элементов B01001, B01002, B02001, ..., B20012, перечисленных в третьем столбце. Описатель последовательности D07999 был создан специально для данного примера. Не считая идентификации времени (год, месяц, день, час) и координат расположения (высоту барометра, широту и долготу), последовательность элементов в сообщении в коде CREX соответствует последовательности элементов в приведенном выше представлении данных в коде SYNOP. Систематическая передача географических координат, легко выполняемая с помощью кодов с табличным поиском, облегчила бы хорошо известные проблемы Тома А, связанные с существованием чрезмерных задержек в обновлении. Секретариат ВМО получает обновления Тома А иногда со значительными задержками, или вообще не получает, хотя странам следовало бы присылать их вовремя. Дополнительные задержки вносятся, когда GDPS центры должны осуществлять изменения в их собственных базах данных. Передача географических координат с данными в 98% случаев решила бы сама проблему распознавания неправильных координат станций. Оставшиеся 2% ошибок – это случаи, в которых станция была неправильно локализована. Только эти ошибки и остались бы.

Озонное зондирование: В качестве второго примера, рассмотрим озонное зондирование. Для представления таких данных традиционной алфавитно-цифровой формы кода ВМО FM-системы не существует. Следовательно, пример содержит только CREX версию. Эти данные были среди первых при оперативном обмене в коде CREX.

- Сообщение в кодовой форме **FM 95-XII CREX:**

KULA01 CWA0 051800

CREX++

T000101 A008 D09040++

71 917 EUREKA 7598 -08593 00010 18 1998 04 29 23 18

061 019 //// //// 375 0082

0000 400 10137 030 0000 200 10000 030 0001 002 09687 037

0002 002 09366 033 0004 002 08831 037 0005 200 08500 036

0007 002 08013 043 0007 002 07881 047 0008 002 07646 037

0009 002 07442 042 0011 200 07000 031 0012 002 06849 027

0013 002 06710 036 0015 002 06291 029 0022 200 05000 028

0025 002 04557 027 0029 002 04065 024 0029 200 04000 020

0032 002 03626 025 0038 002 03000 020 0040 002 02890 021

0040 002 02829 065 0041 002 02726 105 0043 002 02576 118

0044 200 02500 135 0048 002 02218 165 0049 002 02147 161

0050 002 02104 171 0051 002 02031 153 0051 002 02010 159

0051 200 02000 171 0052 002 01941 188 0054 002 01854 198

0056 002 01744 187 0056 002 01717 194 0057 002 01683 191

0058 002 01640 161 0058 002 01623 159 0059 002 01585 168

0059 002 01576 185 0060 002 01545 197 0061 002 01500 202

0063 002 01414 221 0064 002 01370 220 0065 002 01335 230

0066 002 01269 219 0067 002 01232 227 0067 002 01226 235

0068 002 01208 241 0072 002 01055 242 0074 200 01000 236

0075 002 00960 228 0076 002 00936 192 0077 002 00912 180

0078 002 00897 187 0078 002 00883 210 0079 002 00868 221

0079 002 00850 202 0080 002 00841 199 0081 002 00815 208

0081 002 00807 189 0081 002 00803 171 0082 002 00790 152

0082 002 00777 157 0083 002 00764 172 0084 002 00741 156

0084 002 00722 156 0085 002 00715 162 0085 200 00700 188

0085 200 00700 193 0086 002 00682 203 0088 002 00639 212

0090 002 00608 206 0091 002 00588 190 0091 002 00582 192

0092 002 00570 209 0092 002 00557 215 0096 200 00500 197

0099 002 00437 171 0108 002 00316 139 0110 200 00300 128

0115 002 00242 108++

7777

- Интерпретация примера:

<u>Группа</u>	<u>Значение</u>	<u>Величина</u>
CREX++		
T000101		
A008		
D09040	: B01001 + B01002 + ... + B15003, где	
B01001	WMO номер блока	71
B01002	WMO номер станции	917
B01075	: Имя станции или участка	Eureka
B05002	: Широта	7598
B06002	Долгота	-08593
B07001	Высота станции	00010
B08021	: 18 = время пуска	18
B04001	: Год	1998
B04002	Месяц	04
B04003	День	29
B04004	: Часы	23
B04005	Минуты	18
B02011	: Тип радиозонда	061
B02143	: Тип прибора для измерения озона	019
B02142	: Серийный номер или идентификатор прибора для измерения озона	////
B15004	: Поправочный коэффициент для озонного зондирования	////
B15005	: Р озона	375
R04000	: Коэффициент задержанного повторения = число уровней	0082
Следующие четыре идентификатора повторяются 82 раза		
B04015	: Время относительно момента запуска зонда (минуты)	0000, 0000, 0001, и т.д.
B08006	: Значение озона при вертикальном зондировании	400, 200, 002, и т.д.
B07004	: Давление	10137, 10000, 09687, и т.д.
B15003	: Измеренное парциальное давление озона	030, 030, 037, и т.д.
++		
7777	Конец сообщения	

Примечание: Описатель группы D09040 представляет последовательность описателей D01001, B01015, D01204,....., B15003, перечисленных в первом столбце.

1.3 Процедуры корректировки кодов

В Разделе 1.2.2, было отмечено, что существует две основные категории изменений в кодах BUFR и CREX – изменения структуры кодов и пополнение обслуживающих таблиц. Изменения структуры кодов требует нового номера издания и соответствующей модификации программного обеспечения для обработки сообщений с их использованием, в то время как добавления к обслуживающим таблицам требуют нового номера версии таблицы, но не требуют изменений программ. Следовательно, изменения структур кодов BUFR и CREX производятся очень редко. Первое издание кода BUFR было одобрено для оперативного использования в 1988 г. Одобренные для оперативного использования в ноябре 1991 г., изменения структуры кода были оформлены, как второе издание Кода BUFR. Одобренные для оперативного использования в ноябре 1995 г., дополнительные изменения для возможности представления информации о качестве и создания Таблиц Общих Кодов, были учтены в действующем в настоящее время Издании 3 Кода BUFR. Таким образом, структура BUFR изменялась только дважды с момента ее возникновения в 1988.

Поскольку дополнения к таблице являются не только гораздо менее критическими, но также требуются более часто и с крайней срочностью, то они делаются с большей частотой (дополнения к таблице были сделаны 9 раз с 1988 года). Все документы к кодам BUFR и CREX снабжены документами в форме дополнений к Руководству ВМО по кодам. Однако, эти дополнения выпускаются не чаще, чем один раз в году.

1.3.1 Основные процедуры

Все поправки к кодам BUFR и CREX должны быть предложены в письменной форме в Секретариат ВМО. В предложении должны быть указаны необходимость, цель, требования, а также включена информация о координатах для возможности специального обсуждения предмета спора. Затем Группа экспертов по Представлению Данных и Кодам (ET/DRC) при Комиссии по Основным Системам (CBS) Рабочей Группы Открытой Программы по Информационным Системам и Обслуживанию (OPAG/ISS), финансируемой Секретариатом, проверяет сформулированные требования и готовит проект рекомендации для соответствующего ответа на них.

Дальнейший ход событий зависит от того, включает ли проект рекомендации изменения к структуре кода или дополнения к обслуживающим таблицам.

1.3.2 Корректировка структур

Если решение, разработанное ET/DRC, требует изменений для структур кодов BUFR и CREX, рекомендация должна быть утверждена, как полностью CBS, так и Исполнительным Советом

ВМО. Однако, сначала, до ее рассмотрения CBS, она должна быть подписана Председателем OPAG/ISS. Это должно быть сделано заранее, с тем, чтобы проект рекомендации мог быть опубликован как предварительный документ CBS, по крайней мере, за три месяца до Сессии CBS. Если CBS утвердит проект рекомендации, он вносится на рассмотрение Исполнительного Совета (Executive Council - EC) ВМО для утверждения. Если EC утверждает рекомендацию, то она будет приведена в исполнение в первую среду ноября года, следующего после Сессии CBS.

1.3.3 Корректировка Таблиц

Изменения Таблиц могут происходить путем, аналогичным процессу изменения структуры кодов. Однако, как было отмечено выше, добавления к таблицам не только гораздо менее критические, чем изменения структуры кодов, но еще они требуются более часто и в связи с крайней срочностью. Поэтому Секретариатом ВМО был разработан специальный процесс утверждения. Для обеспечения необходимой гибкости, существует возможность реагировать на необходимые требования пользователей в период между Сессиями CBS. Этот процесс утверждения называется “Быстрый путь”. Согласно этой процедуре, нет необходимости утверждения полным CBS и полным EC. Вернее, после одобрения Председателем OPAG/ISS, рекомендация должна быть одобрена только президентом CBS в интересах CBS, и президентом ВМО в интересах EC.

Внедрение поправки, одобренной “при срочном утверждении”, обыкновенно ограничено одним годом и внедрено в первую среду ноября. Однако, если Председатели ET/DRC и OPAG/ISS согласны, что существуют исключительная ситуация, может быть инициирован второй вариант срочного внедрения. В каждом конкретном случае, Члены ВМО должны быть поставлены в известность о поправках, одобренных при срочном утверждении, достаточно заблаговременно, чтобы обеспечить, по крайней мере, три месяца между получением сообщения и датой внедрения.

1.3.4 Ратификация изменений

Изменения структур кодов или BUFR, или CREX, или дополнения поддерживающих их таблиц - все изменения должны быть утверждены в порядке, требуемом CBS. Согласно этому порядку, предлагаемые изменения должны быть проверены с использованием двух независимо разработанных шифраторов и двух независимо разработанных дешифраторов, которые включают в себя предлагаемые изменения. Однако, в случаях, когда данные собраны с уникального источника (например, поток данных с экспериментального спутника), достаточным считается успешное тестирование с помощью единственного шифратора и двух независимых дешифраторов.

Для тех рекомендаций, которые рассматриваются полным составом CBS для утверждения, CBS может или утвердить их, или нет, но не видоизменять их.

1.4 Руководство по переходу к новым кодам

Под переходом понимается процесс перехода от совместного использования в настоящее время как традиционных алфавитно-цифровых форм, так и кодирования с помощью BUFR и CREX, к монопольному использованию кодов BUFR и CREX. Этот процесс займет некоторое время и потребует значительных усилий. Однако, если мы хотим изменить положение дел в ВМО так, чтобы внедрение новых параметров и новых типов данных происходило бы легко и эффективно, то это необходимо сделать. Предполагается, что дополнительная польза от улучшенного качества наблюдаемых данных и уменьшенной цены подготовки, будет значительной. Чтобы процесс внедрения прошел успешно, в данном разделе приведен обзор некоторых результатов, к которым надо стремиться.

1.4.1 Подготовка

Представление наблюдаемых данных в кодах BUFR или CREX для включения в информационную систему ВМО является основой процесса внедрения. Чтобы довести его до конца, важно провести обучение Членов ВМО. Тип обучения обязательно будет зависеть от характера применения. Как было замечено выше, наилучшим вариантом для представления данных наблюдений в Информационной системе ВМО должен быть код BUFR. Применение кода BUFR требует наличия компьютерного оборудования и программного обеспечения, и программное обеспечение для кодирования в BUFR и декодирования уже доступно от ряда Членов ВМО. Тем, кто намеревается использовать BUFR для кодирования своих данных наблюдений, следует начать подготовку своего персонала к его использованию немедленно. Предполагается, что Секретариатом ВМО будут организованы семинары, обучающие применению кода BUFR. Семинары так же следовало бы проводить и на национальном уровне. Однако, освоение кода BUFR может начаться немедленно с помощью данного руководства. Персоналу, который надеется использовать уже разработанное программное обеспечение, следует, по крайней мере, изучить Уровень 1 и 2 данного руководства. Персоналу, который будет разрабатывать программное обеспечение для кодирования данных в BUFR и декодирования, следует прочитать все три уровня.

Члены ВМО, которые нашли невозможным использование кода BUFR, могли бы в это время начать планировать использование кода CREX. Персонал, который предполагает кодировать свои наблюдения в CREX, или интерпретировать наблюдения, закодированные с его помощью, также вынужден обучаться. Наряду с семинарами, обучающими использованию кодов BUFR и CREX, которые, как предполагается, будут организованы Секретариатом ВМО, такие семинары следовало бы организовать также и на национальном уровне. Однако, опять же, такое обучение может начаться немедленно с помощью данного руководства. Если планируется проведение кодирования данных наблюдений с помощью CREX или интерпретации сообщений, закодированных в CREX, рекомендуется изучить те части всех трех уровней данного руководства, которые относятся к коду CREX.

1.4.2 Специальные выпуски

Членам, планирующим включить код BUFR в их режим работы, следует пересмотреть их телекоммуникационные системы, чтобы убедиться, что они могут приспособиться к передаче данных в двоичном виде. Кроме того, в течение процесса внедрения может потребоваться период двойной передачи данных в некоторой комбинации BUFR и CREX или традиционных буквенно-цифровых кодовых форм. Это увеличит как объем данных (хотя, вероятно, не очень значительно), так и число сообщений. Членам ВМО следует пересмотреть возможности своих телекоммуникационных систем с этой точки зрения.

Другой ключевой частью внедрения будет развитие шаблонов в BUFR и CREX для большинства типов данных, которыми в настоящее время обмениваются в традиционных

алфавитно-цифровых формах кода. Каждый шаблон будет предписывать, как данные в каждой из традиционной алфавитно-цифровой кодовой форме, которую следует заменить, будут представлены в кодах BUFR и CREX. В разделе 1.2.6 данного уровня была показана возможная замена данных согласно коду CREX. Группа экспертов по Представлению данных и Кодов в CBS OPAG/ISS усердно работает для разработки всех требуемых шаблонов и предполагает скоро завершить эту работу. Более детально шаблоны будут описаны в Уровне 3. Когда Группа экспертов завершит эту работу, все шаблоны будут предоставлены в распоряжение членов ВМО. Когда шаблоны будут доступны, их следует тщательно изучить всем, кто будет использовать коды, или BUFR, или CREX.

1.4.3 Кодирование в сравнении с интерпретацией

Кодирование: Те, кто будет кодировать данные наблюдений в кодах BUFR или CREX, должны изучить и придерживаться положений, определяющих эти кодовые формы. Данное Руководство не предназначено для описания или интерпретации этих положений. Они сформулированы в Публикации ВМО № 306, Том 1.2, Часть В. Поскольку каждый пользователь при кодировании данных в BUFR должен обращаться к программному обеспечению, то ему необходимо изучить формы входных данных, требуемых для использования программного обеспечения.

Интерпретация: Как и в случае с кодированием, каждый пользователь, интерпретирующий информацию, которая была закодирована в BUFR, должен использовать компьютер. Следовательно, он должен понимать форму выходных данных, получаемых в результате работы компьютерных программ, также хорошо, как нормы и положения, определяющие эту кодовую форму. Однако, так как код CREX является удобным для визуального восприятия человеком, то он может быть легко понят пользователю, при условии, что он досконально знает кодовые формы.

Уровень 2: Формат, функциональное назначение и применение кодов BUFR и CREX

Содержание

	Страница
2.1	Формат кодов и Таблиц.....L2- 2
2.1.1	Разделы сообщения в коде BUFRL2- 2
2.1.2	Разделы сообщения в коде CREXL2-10
2.1.3	BUFR и CREX описателиL2-14
2.1.4	Таблицы кодов BUFR и CREXL2-16
2.2	ПримененияL2-31
2.2.1	BUFR..L2-31
2.2.1.1	Представление новой информацииL2-32
2.2.1.2	Упрощение обмена даннымиL2-32
2.2.1.3	Включение сведений о качестве данных и текущей информации L2-37
2.2.1.4	Упрощение обработки данных и их хранения.....L2-37
2.2.1.5	Использование в Базе ДанныхL2-38
2.2.2	CREX..L2-38
2.2.2.1	Представление новой информации, удовлетворяющее требованиям удобства для визуального восприятия.....L2-38
2.2.2.2	Включение сведений о качестве и контроле информации L2-39
2.2.2.3	Упрощение обмена даннымиL2-39
2.2.2.4	Уменьшение стоимости обученияL2-40

2.1 Формат кодов и Таблиц

2.1.1 Разделы сообщений в коде BUFR

Обзор сообщений в коде BUFR.

Термин "сообщение" в коде BUFR (BUFR message), используется как формат, в котором передаются данные; однако, BUFR может быть использован, и используется в ряде центров передачи метеорологических данных, в качестве формата оперативной памяти так же успешно, как и в качестве формата для архивирования данных. Каждое сообщение в коде BUFR, предназначенное для передачи данных, состоит из непрерывного двоичного потока, содержащего шесть разделов.

Каждый из разделов BUFR сообщения состоит из серии октетов . Термин октет, обозначающий 8 битов, был введен, чтобы избежать необходимости постоянно квалифицировать октет, как 8 битовый байт. Каждый раздел всегда содержит четное число октетов, с дополнительными битами, добавленными и приравненными нулю, когда это необходимо. Внутри каждого раздела, октеты пронумерованы 1, 2, 3, и т. д. К позициям битов внутри октетов ссылаются, как к битам от 1 до 8, где бит 1, самый левый, является наиболее значимым, или битом высокого порядка. Октет с определенным единственным битом 8, имел бы целое значение 1.

Верхний предел для размера сообщения в коде BUFR весьма велик и ограничен максимальным числом, которое может поместиться внутри 5 – 7 октетов в Разделе Индикатора ($2^{24} - 1$ или 16777215 октетов). Однако, согласно правилам, BUFR сообщения ограничены до 15000 октет или 120000 битов. Этот предел определен исходя из возможностей Глобальной телекоммуникационной системы (Global Telecommunication System - GTS) ВМО. Чтобы разделить на части очень длинное BUFR сообщение, могут быть использованы свойства BЛОК, которые в данном руководстве не описаны.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ПОТОК					
Раздел	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел
0	1	2	3	4	5
Номер раздела	Имя	Содержание			
0	Раздел индикатора	"BUFR" (кодируется согласно CCITT Международного алфавита № 5, который функционально эквивалентен ASCII), длина сообщения, номер издания BUFR			
1	Раздел идентификации	Длина раздела, идентификация сообщения			
2	Необязательный раздел	Длина раздела и любые дополнительные элементы данных для локального использования центрами обработки данных			
3	Раздел описания данных	Длина раздела, число подмножеств данных, флаг категории данных, флаг сжатия данных, и набор описателей данных, которые определяют форму и содержание отдельных элементов данных			
4	Раздел данных	Длина раздела и двоичные данные			
5	Раздел конца сообщения	"7777" (кодируется в CCITT Международного алфавита № 5)			

Раздел 0 – Раздел признака сообщения

НЕПРЕРЫВНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ПОТОК					
РАЗДЕЛ	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел
0	1	2	3	4	5
Октет №	Содержание				
1 – 4	"BUFR" (кодируется согласно CCITT Международному Алфавиту № 5)				
	ОКТЕТ №	1	2	3	4
	ДВОИЧНОЕ	01000010 01010101 01000110 01010010			
	ШЕСТНАДЦАТИРИЧНОЕ	4	2	5	5 4 6 5 2
	ДЕКОДИРОВАННОЕ	B U F R			
5 – 7	Общая длина BUFR сообщения, в октетах (включая Раздел 0)				
8	Номер издания кода BUFR (настоящее 3)				

В более ранних изданиях кода BUFR, суммарная длина сообщения в октетах 5-7 не включалась. Таким образом, при декодировании сообщений в коде BUFR Изданий 0 и 1, не было возможности для определения общей длины сообщения без просмотра всего сообщения для определения длины каждого раздела. В Издании 2 эта проблема решена благодаря включению общей длины сообщения в начале сообщения. По проекту, Издание 2 кода BUFR содержало номер Издания BUFR в октете 8, в той же позиции относительно начала сообщения, как это было в Изданиях 0 и 1. Благодаря сохранению относительной позиции, программа декодирования может определить вначале, какая версия BUFR была использована для данного сообщения и затем вести себя соответственно. Это означает, что архивы записей в BUFR Издания 0 и 1 не нуждаются в модификации.

Раздел 1 – Раздел Идентификации

НЕПРЕРЫВНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ПОТОК					
Раздел	РАЗДЕЛ	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел
0	1	2	3	4	5
Октет №	Содержание				
1 – 3	Длина раздела в октетах				
4	Номер основной таблицы BUFR – он определяет, как использовать код BUFR для представления данных разных дисциплин с их собственными версиями основных и локальных таблиц. Например, данный октет содержит ноль для стандартных WMO FM 94 BUFR таблиц, но десять - для стандартных IOC FM 94 BUFR Таблиц, используемых для океанографических данных.				
5 – 6	Центр исходящего сообщения: кодовая таблица 0 01 033				
7	Номер модификации последовательности (ноль для начальных BUFR сообщений; с приращением - для модификаций)				
8	Бит 1 = 0 Нет необязательного раздела				
	= 1 Необязательный раздел включен				
	Биты 2 – 8 присвоить 0 (резерв)				
9	Тип категории данных (Таблица A кода BUFR)				
10	Под-тип категории данных (определен локальными ADP центрами)				
11	Номер версии использованных основных таблиц (текущий 9 для WMO FM 94 BUFR таблиц)				
12	Номер версии локальных таблиц, использованных для увеличения основной таблицы				
13	Год века				
14	Месяц				
15	День				

16	Час
17	Минута

Длина Раздела 1 может изменяться для различных сообщений в коде BUFR. Начиная с 18 октета, центры данных могут добавлять любой тип информации, по своему желанию. Декодирующая программа не обязана знать, какая это может быть информация. Зная длину Раздела, которая определена в октетах 1-3, декодирующая программа может пропустить информацию, которая начинается в 18 октете и перейти к следующему Разделу, или Разделу 2, если он включен, или Разделу 3. В бите 1 октета 8 показано, включен Раздел 2 или нет. Если нет информации, начинающейся в октете 18, тогда, чтобы иметь четное число октетов внутри Раздела, должен быть включен еще один дополнительный октет (с присвоенным значением 0).

Следует подчеркнуть, что дата/время в октетах 13 – 17 в настоящее время четко не определены. Руководство по использованию кода BUFR только устанавливает, что эти октеты должны описывать дату/время “Наиболее типичные для содержимого BUFR сообщений”. В то время как это может быть ясно для группы в 1200 UTC SYNOP сообщений, это утверждение могло бы быть интерпретировано по-другому при различных процедурах обработки данных для других типов наблюдений.

Раздел 2 – Необязательный раздел.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ПОТОК					
Раздел	Раздел	РАЗДЕЛ	Раздел	Раздел	Раздел
0	1	2	3	4	5
Октет №	Содержание				
1 – 3	Длина раздела в октетах				
4	Присвоить ноль (резерв)				
5 -	Зарезервировано для использования ADP центрами				

Раздел 2 может быть включен или нет в сообщение в коде BUFR. Когда он содержится внутри BUFR сообщения, бит 1 в октете 8, Раздела 1, присваивается 1. Если Раздел 2 не включен в сообщение, тогда бит 1 в октете 8 Раздела 1, присваивается 0. Раздел 2 может быть использован исходным центром для любых своих целей. Единственным ограничением при использовании Раздела 2 является то, что октетам 1 - 3

присваивается длина Раздела 2, октету 4 присваивается 0, и суммарная длина Раздела содержит четное число октетов.

Типичное использование Необязательного раздела должно было быть в контексте базы данных. Раздел может содержать указатели на Раздел данных сообщения, указателей, которые показывают относительное положение начала отдельных наборов наблюдений (значения для отдельной станции, например) в данных. Там также мог бы быть некоторый вид индексов, включенных как ВМО блок, и номер станции. Это сделало бы намного проще и быстрее нахождение частного наблюдения, позволило бы избежать декодирования целого сообщения только для того, чтобы найти одно или два элемента данных.

Раздел 3 – Раздел описания данных.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ПОТОК					
Раздел 0	Раздел 1	Раздел 2	РАЗДЕЛ 3	Раздел 4	Раздел 5
Октет №	Содержание				
1 – 3	Длина раздела в октетах				
4	Присвоить ноль (резерв)				
5 – 6	Число поднаборов данных				
7	Бит 1 = 1 наблюдаемые данные				
	= 0 другие данные				
	Бит 2 = 1 упакованные данные				
	= 0 не упакованные данные				
	Бит 3 - 8 Присвоить ноль (резерв)				
8 -	Совокупность описателей, которые определяют форму и содержание отдельных элементов данных в одном поднаборе раздела данных				

Если в октетах 5-6 указано, что в сообщении более чем одно подмножество данных, с суммарным числом подмножеств, приведенном в этих октетах, то в Разделе 4 будет найдено данное число наборов наблюдений в одинаковом формате (как описано в описании данных). Это является, например, способом построения “совокупности” наблюдений. Так реализуется значительная часть потенциальной эффективности кода BUFR.

В бите 7 октета, "наблюдённые данные" обозначают именно это; термин "другие данные" обычно обозначает, если нет конкретных указаний на определённую информацию, прогностическую информацию или, возможно, некоторую форму "наблюдений", косвенно полученную из "подлинных" наблюдений. Если данные в Разделе 4 упакованные, биту 2 в 7 октете присваивается единица. Если данные не упакованные, ему присваивается ноль. Сущность понятия "упакованные данные" будет описана в документе Уровня 3.

Раздел 4 – Раздел данных.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ПОТОК					
Раздел	Раздел	Раздел	Раздел	РАЗДЕЛ	Раздел
0	1	2	3	4	5
Октет №	Содержание				
1 – 3	Длина раздела в октетах				
4	Присвоить 0 (резерв)				
5 -	Двоичные данные, определённые описателями, приведенными начиная с 8 октета Раздела 3.				

Раздел 5 – Раздел конца.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ПОТОК					
Раздел	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел	РАЗДЕЛ
0	1	2	3	4	5
Октет №	Содержание				
1 – 4	"7777" (кодируется согласно ССИТ Международного алфавита № 5)				
	ОКТЕТ № 1 2 3 4				
	ДВОИЧНОЕ 00110111 00110111 00110111 00110111				
	ШЕСТНАДЦАТИРИЧНОЕ 3 7 3 7 3 7 3 7				
	ДЕКОДИРОВАННОЕ 7 7 7 7				

Обязательные элементы

В каждом сообщении, представленном в коде BUFR, существуют обязательные элементы. Обязательными элементами для каждого раздела являются следующие:

Раздел 0, октеты 1 - 8

Раздел 1, октеты 1 – 18

Раздел 3, октеты 1 – 10

Описатели данных начинаются в октете 8. Простой описатель данных занимает 16 битов или 2 октета. Поскольку Раздел должен содержать, по крайней мере, один описатель и иметь четное число октетов, в Разделе 3, будет, как минимум, 10 октетов. Заметим, что Раздел 3 будет всегда заканчиваться с 8 битами с присвоенным нулем, так как все описатели занимают 16 битов, и первый описатель начинается в октете 8.

Раздел 4, октеты 1 – 6

Раздел 4 должен содержать, по крайней мере, 4 октета. Если в нем есть данные, они находятся начиная с 5 октета и поскольку Раздел должен содержать четное число октетов, в нем должно быть по крайней мере 2 октета после 4 октета.

Раздел 5, октеты 1 – 4

Так как существуют обязательные элементы, в любом BUFR сообщении будет минимальное число битов (368). Ниже приведено минимальное число битов для каждого раздела :

НЕПРЕРЫВНЫЙ ДВОИЧНЫЙ ПОТОК					
Раздел 0	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4	Раздел 5
64 бита	144 бита	(необязательный)	80 битов	48 битов	32 бита

Код BUFR и управление данными

Разделы 3 и 4 BUFR содержат всю информацию, необходимую для определения и представления данных. Остальные секции определены и включены с целью управления данными. Ключевая информация внутри этих секций доступна с фиксированных позиций относительно начала каждой секции. Это позволяет разделить по категориям и классифицировать основные признаки данных, представленных BUFR, без декодирования описания данных в Секции 3 и данных в Секции 4.

2.1.2 Разделы сообщения в коде CREX

Обзор сообщений в коде CREX.

Термин “сообщение” в коде CREX (CREX сообщение) используется как формат для передачи данных, хотя CREX мог бы быть использован так же успешно и для накопления или архивирования данных. Каждое CREX сообщение, предназначенное для передачи данных, представляет из себя строку алфавитно-цифровых символов (включая пробел) и состоит из пяти разделов.

Раздел 0	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Номер раздела	Имя	Содержание		
0	Раздел индикатора	" CREX" (кодируется согласно CCITT Международного алфавита № 5, который функционально эквивалентен ASCII)		
1	Раздел описания данных	Номер основной Таблицы кода CREX, издание, номер, и номер версии таблицы, категория данных, набор описателей данных, которые определяют форму и содержание подмножеств данных в Разделе данных, и необязательный проверочный индикатор “E”		
2	Раздел данных	Набор подмножеств данных, определенных в Разделе 1		
3	Необязательный раздел	“SUPP” (кодируется согласно CCITT Международного алфавита № 5), следуя дополнительным элементам данных для локального использования		
4	Раздел конца сообщения	"7777" (кодируется согласно CCITT Международного алфавита № 5)		

Каждый из разделов CREX сообщения состоит из серий буквенно-цифровых символов и заканчивается цепочкой символов “++”. Теоретически не существует верхнего предела

для размера CREX сообщения, но по соглашению, сообщения в коде CREX ограничены до размера 15000 октетов или 120000 битов.

Раздел 0 – Раздел индикатора

РАЗДЕЛ	Раздел	Раздел	Раздел	Раздел
0	1	2	3	4
Номер группы	Содержание	Значение		
1	CREX	Начало сообщения в коде CREX		

Раздел 1 – Раздел описания данных..

Раздел	РАЗДЕЛ	Раздел	Раздел	Раздел
0	1	2	3	4
Номер группы	Содержание	Значение		
1	Ttteevv	T: Индикатор для Таблиц кода CREX tt: Основная Таблица кода CREX (00 для стандартных WMO FM 95 CREX Таблиц) ee: Номер издания кода CREX (текущее 01) vv: Номер версии таблицы кода CREX (текущее 03)		
2	Annn	A: Индикатор Таблицы A кода CREX nnn: Категория данных из Таблицы A кода CREX		
3 до n	Vххууу, Сххууу, Dххууу,	B, C, D: Индикатор элементов Таблицы B, C, или D кода CREX хх: Классы внутри Таблицы B, C, или D кода CREX ууу: Элементы внутри Класса хх Таблицы B, C, или D кода CREX		

	и/или Rxxууу	и/или R: Индикатор оператора повторения кода CREX xx: число групп, которые будут повторяться ууу: число раз, которое группы xx будут повторяться ууу = 000 означает отложенное повторение, где число повторений указано в Разделе данных.
n+1	E	E: необязательный проверочный индикатор

Группы в Разделе 1 разделены одним пробелом. К данным, описанным набором описателей данных в Разделе 1, обращаются как к подмножеству данных. Для данных наблюдений, одно подмножество данных соответствует одному сообщению.

Раздел 2 – Раздел данных .

Раздел 0	Раздел 1	РАЗДЕЛ 2	Раздел 3	Раздел 4
Номер группы	Содержание	Значение		
1 до n	(d) значение данных	d: Необязательный проверочный символ значения данных : Значения данных, соответствующие описателям в Разделе 1		

Раздел данных включает одну или несколько групп, где каждая группа представляет одно значение данных. Набор групп соответствует списку описателей в разделе описания данных для одного подмножества данных. В разделе данных может быть много подмножеств данных. В этом случае каждое подмножество данных в Разделе данных заканчивается признаком конца "+". Однако, за последним подмножеством в Разделе Данных символ конца подмножества отсутствует— для этой цели служит признак конца раздела ("++"). Группы в Разделе 2 разделены по крайней мере одним пробелом. Дополнительные пробелы могут быть вставлены между группами, чтобы улучшить выравнивание и визуальное восприятие.

Только отрицательные числа представлены со знаком. Указанное в Таблице В кода CREX количество символов, допустимое для групп, не включает знак минус, если он присутствует. В Разделе 2 пропущенное значение представляется строкой символов

(""), по длине равной числу символов, отведенному для данной группы в Таблице В кода CREX. Каждое значение данных, для которых единица измерения определена как символ, должно включать пробелы в конце, если число символов, требуемое для представления величины данных, меньше числа символов, указанного в соответствующем элементе Таблицы В кода CREX. Число конечных пробелов должно быть достаточным для вмещения символов, представляющих величину данных. Число этих символов равно ширине исходного значения, определенного в Таблице В кода CREX.

Если проверочный индикатор ("E") присутствует в конце Раздела 1, то проверочный цифровой символ добавлен впереди каждого значения данных в Разделе 2. Проверочный цифровой символ непосредственно предшествует первому символу каждого значения данных. В проверочном цифровом символе для n-ой группы помещается число единиц, равное n-1. В проверочном цифровом символе циклически повторяются цифры от '0' до '9', а именно, '0' - для первого значения данных (n=1), '1' - для второго значения данных (n=2), '9' - для десятого значения данных (n=10), '0' - для одиннадцатого значения данных (n=11), и так далее.

Раздел 3 – Необязательный раздел.

Раздел 0	Раздел 1	Раздел 2	РАЗДЕЛ 3	Раздел 4
Номер группы	Содержание	Значение		
1	SUPP	Дополнительно присутствует необязательный раздел		
2 to p	Элементы данных для локального использования	Дополнительные элементы данных для локального использования		

Раздел 3 является необязательным. Если он присутствует, то он будет содержать дополнительные элементы данных, определенные каждым центром данных для их собственного особого использования. Например, центры обработки данных могут добавить здесь информацию о контроле качества информации.

Раздел 4 – Раздел конца

Раздел 0	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	РАЗДЕЛ 4
Номер группы	Содержание	Значение		
1	7777	Конец CREX сообщения		

Заметим, что Раздел 4 не имеет признака конца Раздела.

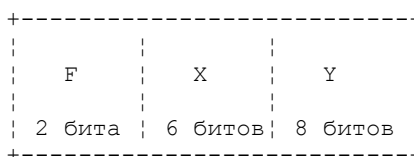
2.1.3 BUFR и CREX Описатели

Разработка языка описания данных, основанная на концепции “описатель”, является одной из ключевых разработок, необходимых для успешного использования кодов BUFR и CREX. Для целей руководства данного Уровня достаточно только ознакомление с этим понятием. В руководстве Уровня 3 описатели кодов BUFR и CREX и их использование описываются более детально.

Описатели в коде BUFR

Описатель в коде BUFR - это набор из 16 битов или двух октетов. 16 битов обрабатываются не как 16 битовое числовое значение, а скорее как 16 битов, разделенных на 3 части F, X, и Y, где части (F, X и Y) состоят из 2, 6 и 8 битов, соответственно. Это F X Y описатели в Разделе 3 кода BUFR, которые ссылаются на данные, представленные в Разделе 4.

Схематически описатель в коде BUFR можно изобразить следующим образом:



F указывает тип описателя. Для 2 битов возможны 4 значения для F: 0, 1, 2 и 3. Эти значения имеют следующий смысл:

F = 0 → Описатель элемента (элемент Таблицы B)

F = 1 → Оператор повторения

F = 2 → Описатель оператора (элемент Таблицы C)

F = 3 → Описатель последовательности (элемент Таблицы D)

X (6 битов) указывает класс или категорию описателя. Для 6 битов возможны 64 значения, от 00 до 63. Классы от 48 до 63 зарезервированы для локального

использования. В настоящее время 29 из 48 классов Таблицы В выделены для международного координирования,.

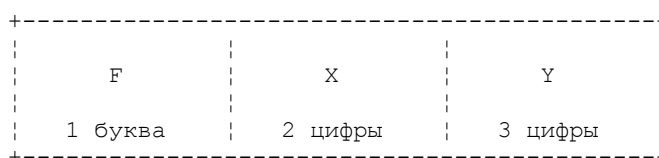
Y (8 битов) указывает содержание внутри класса X. Для 8 битов возможны 256 значений внутри каждого из 64 классов, от 000 до 255. Элементы от 192 до 255 внутри всех классов зарезервированы для локального использования. В настоящее время определено разное число элементов внутри каждого из 29 классов Таблицы В, выделенных для международного координирования.

Ввиду того, что в сообщениях в кодах TEMP или PILOT были группы параметров, которые повторяются для каждого уровня, в сообщении, закодированном в коде BUFR, введен оператор повторения - это повторение простого описателя или группы описателей некоторое число раз. В операторе повторения, X дает число описателей, которые следует повторять и Y дает число раз, которое описатель или группа описателей должна быть повторена. Если Y = 0, то число раз, которое описатель или группа описателей должна быть повторена, находится в Разделе Данных. Это полезно в случаях, когда число повторений изменяется от наблюдения к наблюдению.

CREX Описатели

CREX описатель - это набор из 6 алфавитно-цифровых символов. Эти 6 символов разбиты на 3 части - F (1 буква), X (2 цифры), и Y (3 цифры). Это F X Y описатели в CREX Разделе 1, которые ссылаются на данные, представленные в Разделе 2.

Схематически описатель в коде CREX можно изобразить следующим образом:



F (1 буква) указывает тип описателя, и может быть B, C, D, or R. Четыре возможных значения для F имеют следующий смысл:

F = B → Описатель элемента (элемент Таблицы В)

F = C → Описатель оператора (элемент Таблицы С)

F = D → Описатель последовательности (элемент Таблицы D)

F = R → Оператор повторения

X (2 цифры) указывает класс или категорию описателя. Для 2 цифр возможно 100 значений от 00 до 99, хотя только первые 64 следует использовать, чтобы

поддерживать хорошую совместимость преобразований сообщений в кодах CREX/BUFR. До сих пор, было определено 29 классов.

Y (3 цифры) указывает содержание внутри класса X. Для 3 цифр возможно 1000 значений (от 000 до 999) в рамках каждого из 100 классов. В рамках каждого из 29 классов, которые в настоящее время определены, возможно разное число элементов.

В сообщении, закодированном согласно коду CREX, оператор повторения имеет ввиду повторение простого параметра или группы параметров некоторое число раз. В операторе повторения CREX, две цифры из X дают число параметров, которые следует повторять, и три цифры из Y дают число раз, которое параметр или группа параметров должна быть повторена. Как и в коде BUFR, если Y = 0, то число раз, которое параметр или группа параметров должна быть повторена, находится в Разделе данных.

Соотношения между BUFR и CREX описателями.

Код CREX специально был разработан, чтобы быть алфавитно-цифровой версией BUFR. По этой причине, описатели в кодах BUFR и CREX абсолютно схожи, за исключением того, что BUFR описатели начинаются с численного значения, и CREX описатели начинаются с символа. Тем не менее, начальные символы CREX и начальные численные значения BUFR эквивалентны. Более того, таблицы кодов BUFR и CREX совместно используют многие величины. Эти сходства становятся очевидными в описании таблиц кодов BUFR и CREX в следующих разделах.

2.1.4. Таблицы кодов BUFR и CREX

Введение.

В кодах BUFR и CREX используются 3 типа таблиц: таблицы определения содержания, таблицы кодов и таблицы флагов. В Таблицах определения содержания приведена информация для описания, классификации, и определения содержания BUFR/CREX сообщения. Существует 4 таких таблицы, определенные как Таблицы А, В, С и D.

BUFR/CREX Таблица А – Категория данных

В кодах BUFR и CREX используются одна и та же Таблица А, приведенная ниже. Согласно коду BUFR к ней обращаются в октете 9 Раздела 1, а согласно коду CREX в группе 2 Раздела 1. Таблица А обеспечивает быструю проверку типа данных,

представленных в сообщении. Из 256 элементов Таблицы А, в настоящее время определено 17:

BUFR/CREX Таблица А: Категория данных

Цифра кода	Значения
0	Наземные данные – земля
1	Наземные данные - море
2	Вертикальное зондирование (не спутниковое)
3	Вертикальное зондирование (спутниковое)
4	Данные на простом уровне в атмосфере (не спутниковые)
5	Данные на простом уровне в атмосфере (спутниковые)
6	Данные радара
7	Синоптические особенности
8	Физические/химические компоненты
9	Распространение и перенос
10	Радиологические данные
11	BUFR Таблицы, полная замена или корректировка
12	Наземные данные (спутниковые)
13 - 19	Резерв
20	Информация о состоянии
21	Яркость (измеренная спутником)
22 – 30	Резерв
31	Океанографические данные
32 – 100	Резерв
101	Данные изображения
102 – 239	Резерв
240 – 254	Для экспериментального использования
255	Индикатор для локального использования, с подкатегорией

В действительности, использование Таблицы А в кодах BUFR и CREX является избыточным. Описатели, используемые в Разделе 3 BUFR сообщения (или Разделе 1 CREX сообщения), определяют данные в BUFR Разделе 4 (CREX Разделе 2), независимо от кодового изображения Таблицы А. Однако, декодирующие программы

могут легко ссылаться на Таблицу с целью иметь общую классификацию данных перед действительным декодированием данных, а также передавать ее другим программам для последующего применения.

Таблица В в кодах BUFR/CREX – Классификация элементов.

Таблица В - это основа языка описания данных для обеих кодовых форм BUFR/CREX. Во-первых, каждому отдельному параметру или элементу, предназначенному для использования в BUFR или CREX, присваивается имя элемента (для простого языкового описания элемента используется до 64 символов) и значение описателя (величины для F, XX, и YYY частей описателя были описаны выше). Тем параметрам, которые определены для использования как в коде BUFR, так и в коде CREX, дается одинаковое имя элемента и одинаковые величины для XX и YYY частей описателя в обеих кодовых формах. Это делает возможным обслуживать и коды BUFR и CREX с помощью одной Таблицы В. Во-вторых, параметры группируются по множеству классов – XX часть описателя – на основе их природы (например, параметры температуры, параметры ветра, параметры влажности). В-третьих, делается вторая группировка: классы от 01 до 09 резервируются для параметров, которые остаются действительными, пока не заменены при переопределении. Эти классы определены как следующие:

Номер класса	Наименование класса
01	Идентификация
02	Средства измерений
03	Резерв
04	Расположение (время)
05	Расположение (горизонтальное – 1)
06	Расположение (горизонтальное – 2)
07	Расположение (вертикальное)
08	Важные спецификаторы
09	Резерв

Следует заметить, что разбиение всех параметров на множество классов не является технически необходимым, но это позволяет значительно упростить техническое сопровождение и использование Таблицы В.

Следующий шаг состоит в том, чтобы определить для каждого параметра те характеристики, которые нужны для кодирования и/или декодирования значений

согласно кодам BUFR и CREX, и обеспечить соответствующие значения этих характеристик. В коде BUFR существует четыре такие характеристики: единица измерения, масштаб, исходное значение и ширина данных (в битах). В коде CREX их существует три: единица измерения, масштаб и ширина данных (в символах). Это является определением этих характеристик в рамках сообщения в кодах BUFR или CREX, в котором данные содержатся для каждого параметра в этом же сообщении, что делает эти кодовые формы самоопределяющимися. Это обуславливает основную целесообразность для их существования и универсального использования.

Эти характеристики описаны ниже:

Для BUFR:

единицы измерения:	В большинстве случаев, основные (СИ) единицы измерения для данного элемента. Однако, возможны также численные, символьные, таблицы кодов, или таблица флагов.
масштаб:	Показатель степени 10, на который величина элемента была умножена перед кодированием.
исходное значение:	Число, которое следует вычесть после изменения масштаба (если оно есть) и перед кодированием.
ширина данных (биты):	Число битов, которое требуется для представления элемента в Разделе 4

Для CREX:

единицы измерения:	В большинстве случаев, общепринятые единицы для данного элемента. Однако, допускаются также численные, символьные, таблицы кодов, или таблица флагов.
масштаб:	Показатель степени 10, на который величина элемента была умножена перед кодированием.
ширина данных (символы):	Число символов, которое требуется для представления элемента в Разделе 4

Единицы измерения:

На единицы измерения в элементах Таблицы В ссылаются как на формат, в котором данные представлены в Разделе 4 сообщения в BUFR или Разделе 2 сообщения в CREX. В коде BUFR, наибольшее число метеорологических и океанографических параметров представлено в единицах Международного стандарта (СИ), таких, как метры или градусы Кельвина. Однако данные могут быть также численные, как в случае

с номером блока ВМО, или символьные, как в случае идентификатора самолета. Кроме того, в графе “единицы измерения” могут быть ссылки на таблицу кодов или флагов, которая описана в Руководстве ВМО по Кодам. В коде CREX в тех случаях, когда параметр не является ни численным, ни символьным, и не используется таблица кодов или флагов, были выбраны обычно употребляемые единицы. Так, единицей измерения для температуры в BUFR является градус Кельвина, но в CREX – градус Цельсия.

Масштаб:

В графе “масштаб” указывается показатель степени 10, на которую элемент в Разделе 4 сообщения в коде BUFR или Разделе 2 сообщения в CREX был умножен, чтобы сохранить нужную точность преобразованных данных. Например, единицами измерения широты в Таблице В являются целые градусы, но это не достаточная точность для большей части задач, в которых используются эти данные. Следовательно, элементы при кодировании следует умножить на 100 (10^2 ; масштаб = 2), поэтому передаваемая точность представления будет соответствовать сотым долям градуса, что обеспечивает при использовании более полезную точность. С другой стороны, использование в Таблице В единицы давления (СИ) Паскаль, довольно маленькой единицы, привело бы после преобразования к излишне точным значениям. Таким образом, в Таблице В указывается, что значение для давления должно быть поделено на 10 (10^{-1} ; масштаб = -1), что приводит в результате к преобразованным единицам из 10-х от гПа, или десятым от миллибара, что обеспечивает точность, более приемлемую для использования в метеорологии.

Исходное значение:

В коде BUFR, исходное значение - это число, которое следует вычесть из данных после умножения на масштабный множитель (если он есть), но перед кодированием в Разделе 4, чтобы получить в любом случае неотрицательное число. Например, до использования исходного значения, южная широта является отрицательным числом. Если расположение на 35.50 градусах южной широты было бы закодировано, как -35.50, умноженное на 100 (коэффициент = 2), получилось бы -3550. Вычитание исходного значения -9000 даст значение 5450, которое будет закодировано в Разделе 4. Чтобы получить подлинное значение при раскодировке Раздела 4, надо было бы добавить обратно исходное значение -9000 к 5450, в результате получили бы -3550, затем, деля согласно масштабному множителю на 100, получили бы -35.50.

В коде CREX отрицательные значения разрешены. Следовательно, исходное значение вводить не нужно. В приведенном примере, расположение на 35.50 градусах южной широты, должно быть сначала умноженным на 100 (масштабный множитель = 2), и затем закодировано как -3550.

Ширина данных :

В коде BUFR, ширина данных элементов Таблицы В равна числу битов, которое занимает наибольшая возможная величина отдельного элемента информации Раздела 4 после умножения, согласно масштабному коэффициенту, и вычитания начального значения. В тех случаях, когда описатель Таблицы В определяет элемент данных в Разделе 4, который является отсутствующим для данного подмножества, всем битам для того элемента будет присвоен набор единиц в Разделе 4.

В коде CREX, ширина данных Таблицы В равна числу символов, которое занимает наибольшая возможная величина отдельного элемента Раздела 2 после умножения, согласно масштабному коэффициенту. В тех случаях, когда описатель Таблицы В определяет элемент данных в Разделе 2, который является отсутствующим для данного подмножества, тогда в Разделе 2 символ наклонной черты (“/”) будет закодирован столько раз, какова ширина данных в символах, определенная в Таблице В.

Очевидно, что без отредактированной Таблицы В программа декодировки была бы не способна определить форму или содержание данных, оказавшихся в Разделе данных.

В качестве примеров фрагментов из Таблицы В ниже представлены классы 05 (расположение (горизонтальное – 1)) и 12 (Температура) из Таблицы В.

Класс 05 - Расположение (горизонтальное – 1)

ТАБЛИЦА ССЫЛКА	ТАБЛИЦА ИМЯ ЭЛЕМЕНТА	BUFR				CREX		
		ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	МАСШТАБ	ИСХОДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ШИРИНА ДАННЫХ (БИТЫ)	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	МАСШТАБ	ШИРИНА ДАННЫХ (СИМВОЛЫ)
F X Y								
0 05 001	Широта (высокая точность)	Градус	5	-9000000	25	Градус	5	7
0 05 002	Широта (грубая точность)	Градус	2	-9000	15	Градус	2	4
0 05 011	Приращение широты (высокая точность)	Градус	5	-9000000	25	Градус	5	7
0 05 012	Приращение широты (грубая точность)	Градус	2	-9000	15	Градус	2	4
0 05 021	Направление или азимут	Истинный градус	2	0	16	Истинный градус	2	5
0 05 022	Азимут солнца	Истинный градус	2	0	16	Истинный градус	2	5
0 05 030	Направление (спектральное)	Градус	0	0	12	Градус	0	4
0 05 031	Номер строки	Число	0	0	12	Число	0	4
0 05 033	Размер точки/пикселя по горизонтали – 1	м	-1	0	16	м	-1	5
0 05 034	Номер строки вдоль маршрута		0	0	11		0	4
0 05 036	Номер корабельного трансекта согласно SOOP	Число	0	0	7	Число	0	2
0 05 040	Номер орбиты	Число	0	0	24	Число	0	8
0 05 041	Номер линии сканирования	Число	0	0	8	Число	0	3
0 05 042	Номер канала	Число	0	0	6	Число	0	2
0 05 043	Номер зоны обзора	Число	0	0	8	Число	0	3
0 05 052	Приращение номера канала	Число	0	0	5	Число	0	2
0 05 053	Приращение номера зоны обзора	Число	0	0	5	Число	0	2

Примечания:

- (1) Величина широты и приращения широты ограничены интервалом от -90 градусов до +90 градусов
- (2) Южная широта должна иметь отрицательное значение.
- (3) Приращение с севера на юг должно иметь отрицательное значение.
- (4) Направление или азимут следует использовать только по отношению к установленному местоположению, и не следует его переопределять
- (5) Размер изображения по горизонтали – 1 дается на местоположении, где масштабный множитель карты равен единице.

Класс 12 - Температура

ТАБЛИЦА ССЫЛКА	ТАБЛИЦА ИМЯ ЭЛЕМЕНТА	BUFR				CREX		
		ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ШКАЛА	НАЧАЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ШИРИНА ДАННЫХ (БИТЫ)	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ШКАЛА	ШИРИНА ДАННЫХ (СИМВОЛЫ)
F X Y								
0 12 001	Температура сухого термометра	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 002	Температура смоченного термометра	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 003	Температура точки росы	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 004	Температура сухого термометра на 2 м	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 005	Температура смоченного термометра на 2 м	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 006	Температура точки росы на 2 м	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 007	Виртуальная температура	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 011	Максимальная температура, на высоте и за определенный период	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 012	Минимальная температура, на высоте и за определенный период	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 013	Минимальная температура земли, за последние 12 часов	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 014	Максимальная температура на 2 м, за последние 12 часов	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 015	Минимальная температура на 2 м, за последние 12 часов	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 016	Максимальная температура на 2 м, за последние 24 часа	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 017	Минимальная температура на 2 м, за последние 24 часа	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 021	Максимальная температура на 2 м	К	2	0	16	°C	2	4
0 12 022	Минимальная температура на 2 м	К	2	0	16	°C	2	4
0 12 030	Температура почвы	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 051	Среднеквадратическое отклонение температуры	К	1	0	10	°C	1	3
0 12 052	Наивысшая среднесуточная температура	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 053	Низшая среднесуточная температура	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 061	Температура обшивки	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 062	Эквивалентная температура черного тела	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 063	Яркая температура	К	1	0	12	°C	1	3
0 12 064	Температура прибора	К	1	0	12	К	1	4
0 12 065	Среднеквадратическое отклонение яркостной температуры	К	1	0	12	К	1	4
0 12 071	Наименьшая температура пучка	К	1	0	12	К	1	4
0 12 072	Энергетическая яркость	$W m^{-2} sr^{-1}$	6	0	31	$W m^{-2} sr^{-1}$	6	9
0 12 075	Спектральная плоскость энергетической яркости	$W m^{-3} sr^{-1}$	-3	0	16	$W m^{-3} sr^{-1}$	-3	5
0 12 076	Энергетическая яркость	$W m^{-2} sr^{-1}$	3	0	16	$W m^{-2} sr^{-1}$	3	5

0	12	101	Температура сухого термометра	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	102	Температура смоченного термометра	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	103	Температура точки росы	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	104	Температура сухого термометра на 2 м	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	105	Температура смоченного термометра на 2 м	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	106	Температура точки росы на 2 м	K	2	0	16	°C	2	4

Таблицы С кодов BUFR/CREX – Операторы описания данных .

Операторы описания данных из Таблицы С используются, когда есть необходимость временно переопределить атрибуты Таблицы В, например, необходимость изменить ширину данных, шкалу или исходное значение элемента Таблицы В. Также Таблица С используется, если требуется добавить вспомогательные поля, такие как информация о качестве контроля, указать на символы, как часть элементов данных, и определить ширину данных локальных описателей.

Таблицы С для кодов BUFR и CREX с необходимостью являются различными, так как согласно BUFR данные представляются в двоичном виде, а согласно CREX данные представляются в символах. В BUFR операторы описания данных стали довольно многочисленными (в настоящее время их определено 20), и некоторые являются достаточно сложными. Чтобы сохранить CREX, как удобную для пользователя буквенно-числовую форму кода, которая является простой для человека при кодировании и интерпретации, в CREX определено только ограниченное число операторов описания данных (в настоящее время их определено 5). В коде CREX операторы описания данных существуют, чтобы использоваться только в крайних случаях, когда для некоторого элемента другие методы кодирования невозможны.

Детально операторы описания данных обсуждаются в Уровне 3.

Таблицы D кодов BUFR/CREX – Описатели последовательности.

Таблица D содержит описатели, которые описывают дополнительные описатели. С концептуальной точки зрения, Таблица D не является необходимой. Раздел описания данных может полностью и совершенно описать данные, используя только описатели элементов, операторы описания и правила описания. Однако, такой способ определения данных привел бы к значительным непроизводительным затратам в отношении длины Раздела описания данных. Применение Таблицы D является способом уменьшить эти затраты и еще одним основным фактором, позволяющим увеличить эффективность использования BUFR и CREX.

Таблицы D для кодов BUFR и CREX являются различными, но согласованными. Когда описатели последовательности в этих кодовых формах являются идентичными, за исключением части F из номера идентификатора, они будут перечислены или в Таблице D кода BUFR или в Таблице D кода CREX. Таким образом, общие последовательности Таблицы D не должны быть определены в обеих CREX Таблице D и BUFR Таблице D, если преобразование между ними не является сложным, т. е. ограничивается простой заменой части "F" каждого описателя. Более того, если последовательность определена в Таблице D кода CREX, но не определена в Таблице D кода BUFR, ей будет присвоен номер, который не используется ни для какой последовательности кода BUFR. Аналогично, если последовательность определена в

Таблице D кода BUFR, но не определена в Таблице D кода CREX, ей будет присвоен номер, который не используется ни для какой никакой последовательностью в коде CREX.

Простой описатель, использованный в Разделе 3 кода BUFR с F = 3, является указателем на элемент Таблицы D, который содержит другие описатели. Если идентификатор Таблицы D 3 01 001 был использован в Разделе 3 сообщения в коде BUFR, то разложением этого описателя являются два описателя Таблицы B: 0 01 001 и 0 01 002.

```

+ 0 01 001 --- ВМО номер блока
3 01 001-----|
+ 0 01 002 --- ВМО номер станции

```

Описатели Таблицы D могут ссылаться на расширенный список описателей, который содержит другие описатели Таблицы D. Например, описатель 3 01 025 расширяется до 3 01 023, 0 04 003 и 3 01 012. Однако 3 01 023 сам расширяется до 0 05 002 и 0 06 002, и 3 01 012 расширяется до 0 04 004 и 0 04 005. Таким образом, простой описатель Таблицы D 3 01 025 расширяется в сумме до 5 отдельных элементов Таблицы B.

```

+ 0 05 002 ---Широта
+ 3 01 023-----|
|               + 0 06 002 ---Долгота
|               |
|               |
3 01 025-----| 0 04 003-----День
|               |
|               |
|               |
|               + 0 04 004 ---Час
+ 3 01 012-----|
|               + 0 04 005 ---Минуты

```

Порядок данных в Разделе 4 был бы тогда согласован со следующей последовательностью элементов Таблицы B: 0 05 002, 0 06 002, 0 04 003, 0 04 004, и 0 04 005.

Как и в случае с Таблицей B, описатели последовательности в Таблицах D кодов BUFR и CREX группируются в несколько классов (XX часть номера описателя последовательности). В настоящее время существует 19 категорий общих последовательностей, определенных в Таблице D кода BUFR:

Таблица D для кода BUFR – Список общих последовательностей

F X КАТЕГОРИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

- 3 00 Последовательности элементов таблицы кода BUFR
- 3 01 Последовательности расположения и идентификации
- 3 02 Метеорологические последовательности, общие для наземных данных
- 3 03 Метеорологические последовательности, общие для данных вертикального зондирования
- 3 04 Метеорологические последовательности, общие для данных спутниковых наблюдений
- 3 05 Метеорологические или гидрологические последовательности, общие для гидрологических наблюдений
- 3 06 Метеорологические или океанографические последовательности, общие для океанографических наблюдений
- 3 07 Последовательности наземных сообщений (земля)
- 3 08 Последовательности наземных сообщений (море)
- 3 09 Последовательности вертикального зондирования (неавтоматизированные данные)
- 3 10 Последовательности вертикального зондирования (спутниковые данные)
- 3 11 Последовательности сообщений для простого уровня (неавтоматизированные данные)
- 3 12 Последовательности сообщений для простого уровня (спутниковые данные)
- 3 13 Последовательности, общие для данных с изображениями
- 3 14 Резерв
- 3 15 Последовательности океанографических сообщений
- 3 16 Последовательности синоптических характеристик
- 3 18 Последовательности радиологических сообщений
- 3 21 Последовательности данных радара

В настоящее время существует 20 категорий общих последовательностей определенных в Таблице D кода CREX:

Таблица D кода CREX - Список общих последовательностей

F X КАТЕГОРИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

- D 00 Последовательности элементов таблицы кода CREX
- D 01 Последовательности расположения и идентификации
- D 02 Метеорологические последовательности, общие для наземных данных
- D 03 Метеорологические последовательности, общие для данных

- вертикального зондирования
- D 04 Метеорологические последовательности, общие для спутниковых наблюдений (смотри Примечание 1)
 - D 05 Метеорологические или гидрологические последовательности, общие для гидрологических наблюдений
 - D 06 Метеорологические или океанографические последовательности, общие для океанографических наблюдений
 - D 07 Последовательности наземных сообщений (земля)
 - D 08 Последовательности наземных сообщений (море)
 - D 09 Последовательности вертикального зондирования (неавтоматизированные данные)
 - D 10 Последовательности вертикального зондирования (спутниковые данные) (смотри Примечание 1)
 - D 11 Последовательности сообщений для простого уровня (неавтоматизированные данные)
 - D 12 Последовательности сообщений для простого уровня (спутниковые данные) (смотри Примечание 1)
 - D 13 Последовательности, общие для данных с изображениями (смотри Примечание 1)
 - D 14 Резерв
 - D 15 Последовательности океанографических сообщений
 - D 16 Последовательности синоптических характеристик
 - D 18 Последовательности радиологических сообщений
 - D 21 Последовательности данных радара (Смотри Примечание 1)
 - D 35 Информация по мониторингу

Примечание 1: Не для использования для передачи в CREX

Заметим, что хотя в коде CREX формально было определено 20 категорий последовательностей, данные в пяти из этих категорий не могут передаваться в коде CREX, они могут передаваться только в коде BUFR. Это принципиально, поскольку они занимают достаточно большой объем, и код BUFR представляет намного более эффективное представление.

Таблицы кодов и признаков в кодовых формах BUFR/CREX.

Поскольку некоторые метеорологические параметры являются качественными или почти качественными, они наилучшим образом представляются со ссылкой на таблицу кодов или признаков. Таблицы кодов или признаков в кодовых формах BUFR и CREX ссылаются на элементы, определенные внутри соответствующих Таблиц В. Они имеют значения согласно XX и YYY значениям соответствующих ссылок Таблицы В.

Например, для элемента Таблицы В 0 01 003 (В 01 003 в CREX), который определяет ВМО номер региона, географическую область, в столбце “Единицы” указывается, что он является кодовой таблицей, и номер этой кодовой таблицы 0 01 003 (общий для BUFR и CREX).

Кодовые таблицы: Многие кодовые таблицы, которые были включены в описание кодов BUFR/CREX, являются аналогичными существующим традиционным буквенно-цифровым кодовым таблицам ВМО. Однако, нет взаимно-однозначной связи BUFR/CREX кодовых таблиц с традиционным буквенно-цифровым кодовым таблицам. Например, символ кодовой таблицы 3333, квадрант земного шара, не имеет смысла ни в BUFR ни в CREX, так как все точки на земном шаре в BUFR или CREX полностью определяются значениями широты и долготы.

Таблицы признаков: В таблице признаков, каждый бит указывает элемент значимости. Присваивание биту 1 означает, что элемент включен, или корректен, в то время как присваивание биту 0 означает пропуск, или некорректность. Если все биты определены, то в любой таблице признаков это означает пропущенное значение. Из этого следует, что ширина данных во всех таблицах признаков на один бит больше, чем число признаков. Во всех таблицах признаков в описании кода BUFR биты пронумерованы от 1 до N, от наиболее значимого до наименее значимого в рамках ширины данных из N битов, т.е. слева (бит 1), направо (бит N).

Таблицы признаков в коде CREX такие же, что и в коде BUFR. Однако, поскольку код CREX является символьным представлением, а не двоичным, значения в таблице признаков в CREX выражены с использованием восьмеричного представления. В восьмеричном представлении, набор из 3 битов представлен цифрой от 0 до 7, с нулями, добавленными слева, когда число признаков не кратно 7. Таким образом:

000	=	0	(нет определенных битов)
001	=	1	(установлен бит 3)
010	=	2	(задан бит 2)
011	=	3	(заданы биты 2 и 3)
100	=	4	(задан бит 1)
101	=	5	(определены биты 1 и 3)
110	=	6	(определены биты 1 и 2)
111	=	7	(определены биты 1, 2 и 3)

Например, последовательность из семи признаков “1100110” сначала дополним двумя нулями слева, что дает в результате набор признаков “001100110”. Используя таблицу, приведенную выше, получаем последовательность символов “146” (поскольку в битах 1-3, 001 → 1, в битах 4-6, 100 → 4, и в битах 7-9, 110 → 6). Следовательно, в сообщении в коде CREX появилась бы последовательность символов “146”. Пропущенное значение могло бы так же быть выражено с использованием восьмеричного представления, но, по определению, представляется последовательностью символов “/”.

2.2 Применения

2.2.1 BUFR

2.2.1.1 Представление новой информации

Продолжают становиться доступными новые типы данных, продолжают предъявляться требования их добавления к типам текущих данных, продолжают ускоряться темпы этой эволюции. Традиционные символьные кодовые формы не приспособлены для эффективного удовлетворения этих требований. Все изменения к традиционным символьным кодовым формам должны быть одобрены на сессии Комиссии ВМО по Основным Системам (CBS) и затем на сессии Исполнительного Совета ВМО. После утверждения на сессии CBS, изменения становятся вступившими в силу не ранее ноября следующего года. Поскольку CBS собирается только один раз в течение двух лет, то в случае самого плохого сценария, требуемые изменения символьной кодовой формы становятся действующими не ранее, чем через три года после того, как требование впервые было сделано. Это просто неприемлемо при современных, быстро развивающихся технологиях. Кроме того, любая модификация традиционной алфавитно-цифровой кодовой формы требует соответствующей модификации всего программного обеспечения для кодирования сообщений в этой форме кода, или для декодирования сообщений из нее. В противном случае, программное обеспечение будет выдавать неправильные значения или сбой. Таким образом, формы традиционного символьного кода не приспособлены к быстрому или простому проведению изменений.

Самоописательная природа кода BUFR делает его идеальным кандидатом для решения этой проблемы. Самоописание прямо приводит к наиболее значимым функциональным возможностям BUFR – его способности быстро и просто адаптироваться к представлению новой информации. Если все необходимые элементы таблиц доступны, немедленно могла бы быть закодирована новая информация, или добавления к существующим типам данных, или сами новые типы данных, и при этом нет необходимости изменения декодирующих программ. Даже если описатели в коде BUFR, требуемые для новой информации, не существуют, срочные модификации таблицы делаются каждый год, а при особых обстоятельствах – дважды в год. В большинстве случаев, требуемые модификации таблиц будут доступны для оперативного использования в течении одного года после их запроса, а часто и быстрее (однако, не ранее, чем через 6 месяцев). Кроме того, технологически осуществимо сделать пополнения официальных ВМО таблиц для кодов BUFR/CREX намного быстрее, часто - в течение месяца. Есть надежда, что это станет действительностью в недалеком будущем. Итак, изменения могут быть сделаны не только быстро, их можно сделать просто, потому что при изменении таблиц для кодов BUFR/CREX декодирующие

программы не нуждается в модернизации. Особенно важно то, что дополнять надо только таблицы, а это - относительно простая процедура.

2.2.1.2 Упрощение обмена данными

Эффективное представление данных

Код BUFR обладает некоторыми свойствами, которые позволяют упростить обмен данными. Скорее всего, значительным достижением является способность BUFR эффективно представлять данные - для эффективного использования доступной пропускной способности канала это всегда является важным результатом в общественной связи. Данными, занимающими большой объем, без требования их читаемости человеком, например, такими как данные спутникового зондирования, уже обмениваются в коде BUFR, так как это эффективно. Однако, в коде BUFR можно так же более эффективно представлять группы наблюдений, которыми в настоящее время обмениваются в форме традиционного символьного кода, и почти так же эффективно - представлять простое наблюдение.

В качестве примера, рассмотрим наземные наблюдения в BMO FM 12-IX Ext. SYNOP в символьной форме:

YYGGi_w lllii i_Ri_xhVV Nddff 1s_nTTT 2s_nT_dT_dT_d 3P_oP_oP_oP_o 4PPPP 5appp 7wwW₁W₂ 8N_hC_LC_MC_H

Данные, закодированные в этой форме, состоят из 55 символов плюс 10 пробелов между каждой группой из 5 символов, в сумме из 65 символов. Для передачи этих 65 символов потребуется в сумме 520 битов (65 X 8 битов для символа).

Теперь рассмотрим те же наземные наблюдения, представленные в коде BUFR. Для этой цели удобно использовать описатель последовательности 3 07 002 из Таблицы D. Подробное расширение для 3 07 002 приведено ниже:

Рисунок 2-1:

РАЗДЕЛ 4

ширина в битах

		+0 01 001---ВМО номер блока-----	7
	+3 01 001--0 01 002---ВМО номер станции-----		10
	0 02 001-----ТИП СТАНЦИИ-----		2
+3 01 032-	+0 04 001---ГОД-----		12
	3 01 011- 0 04 002---МЕСЯЦ-----		4
		+0 04 003---ДЕНЬ-----	6
		+0 04 004---ЧАС-----	5
	3 01 012--0 04 005---МИНУТА-----		6
		+0 05 002---ШИРОТЫ (ПОРЯДОК ТОЧНОСТИ)-	15
	+3 01 024- 0 06 002---ДОЛГОТА (ПОРЯДОК ТОЧНОСТИ)		16
		+0 07 001---ВЫСОТА СТАНЦИИ -----	15
		+0 10 004---ДАВЛЕНИЕ-----	14
3 07 002-	+3 02 001- 0 10 051---ДАВЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОЕ К УМ		14
		0 10 061---3 ЧАС ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ-	10
		+0 10 063---ХАРАКТЕРИСТИКА ДАВЛЕНИЯ----	4
		+0 11 011 НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА-----	9
		0 11 012 СКОРОСТЬ ВЕТРА НА 10м-----	12
		0 12 004 СУХОЙ ТЕРМОМЕТР НА 2 м ----	12
		0 12 006 ТЕМПЕР ТОЧКИ РОСЫ НА 2м---	12
	3 02 003- 0 13 003 ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ---		7
		0 20 001 ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ВИДИМОСТЬ -	13
		0 20 003 ТЕКУЩАЯ ПОГОДА-----	8
		0 20 004 ПРОШЕДШАЯ ПОГОДА (1)-----	4
		+0 20 005 ПРОШЕДШАЯ ПОГОДА (2)-----	4
+3 02 011	+0 20 010 КОЛИЧЕСТВО ОБЛАКОВ (ОБЩЕЕ)		7
	0 08 002 НАЗЕМНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ О		
		ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ---	6
	0 20 011 КОЛИЧЕСТВО ОБЛАЧНОСТИ----		4
+3 02 004- 0 20 013	ВЫСОТА НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛ-		11
	0 20 012 ТИП ОБЛАКОВ C _L -----		6
	0 20 012 ТИП ОБЛАКОВ C _M -----		6
	+0 20 012 ТИП ОБЛАКОВ C _H -----		6

		ВСЕГО БИТОВ	267

Сравнение расширенной версии описателя 3 07 002 из BUFR Таблицы D и кодовой формы SYNOP показывает, что BUFR версия содержит все параметры, содержащиеся

в версии SYNOP, плюс дополнительно информацию о местоположении (широта, долгота, высота станции) и дате/времени (год, месяц, минута). Теперь рассмотрим полное BUFR сообщение, применяя этот описатель последовательности:

Рисунок 2-2:

	Октет в разделе №.	Октет в сообщении №	Значение в коде	Описание
Раздел 0 (Раздел индикатора)	1-4	1-4	BUFR	закодировано согласно ССИТТ Международного Алфавита № 5 Алфавит № 5
	5-7	5-7	78	Общая длина сообщения (в октетах)
	8	8	3	Номер BUFR издания
Раздел 1 (Раздел идентификации)	1-3	9-11	18	Длина раздела (в октетах)
	4	12	0	BUFR основная таблица
	5-6	13-14	58	Изначальный центр (U.S. Navy - FNOC)
	7	15	0	Номер модификации последовательности
	8	16	0	Индикатор, что Раздел 2 не включен
	9	17	0	Таблица А – данные уровня земли
	10	18	0	Подтип BUFR сообщения
	11	19	9	Номер версии основных таблиц
	12	20	0	Номер версии локальных таблиц
	13	21	92	Год века
	14	22	4	Месяц
	15	23	18	День
	16	24	0	Час
	17	25	0	Минута

	18	26	0	Резерв для локального использования ADP центрами (также нужен для комплекта четного числа октетов в разделе)
Раздел 3 (Раздел описания данных)	1-3	27-29	10	Длина секции (в октетах)
	30	0	Резерв	
	5-6	31-32	1	Число подмножеств данных
	7	33	бит 1=1	Флаг, указывающий на наблюдаемые данные
	8-9	34-35	3 07 002	Описатель Таблицы D для уровня земли в F X Y формате
	10	36	0	Нужен, чтобы дополнить секцию до четного числа октетов
Раздел 4 (Раздел данных)	1-3	37-39	38	Длина секции (в октетах)
	4	40	0	Резерв
	5-38	41-74	Данные	Непрерывный двоичный поток данных для 1 наблюдения, 267 битов плюс 5 битов в конце на четный октет (более подробно см. Рисунок 2-1)
Раздел 5 (Конец раздела)	1-4	75-78	7777	Закодировано в ССИТТ Международного Алфавита № 5

Таким образом, полное BUFR сообщение с 1 наземным наблюдением (Рисунок 2-2) требует 78 октета или 624 бита, на 104 больше, чем соответствующая символьное представление. Однако, 69 из дополнительных 104 битов являются результатом включения широты, долготы, высоты станции, и года, месяца и минуты в коде BUFR. Для одной и той же информации, BUFR сообщение с одним наземным наблюдением было бы только на 35 битов больше (около 7%) по сравнению с традиционной символьной версией.

Теперь заметим, что из 624 битов в BUFR сообщении, 267 занято наземным наблюдением, и 357 занято BUFR служебной информацией. Однако, если был передан набор в символьной форме из 448 наблюдений, общее число битов было бы 232960 (520 X 448). Соответствующее BUFR представление потребовало бы только 14996 октетов, или 119968 битов, около половины длины символьного представления. Кроме

того, этот рисунок не включает эффект от использования возможности упаковки данных в коде BUFR (BUFR упаковка обсуждается в Уровне 3). Использование сжатия сделало бы BUFR сообщение даже еще более компактным.

В итоге, для простых наблюдений BUFR является почти такой же эффективной кодовой формой, как традиционная символьная, и намного более эффективной - для наборов наблюдений. В настоящее время не разработано схемы представления наборов метеорологических данных, превосходящей по эффективности возможности упакованного сообщения, составленного в коде BUFR.

Решение проблем Тома А

Систематическая передача географических координат, легко выполняемая с помощью кодов с табличным поиском, уменьшила бы известные проблемы Тома А, связанные с чрезмерными задержками его обновления. Они обусловлены тем, что секретариат ВМО получает обновления, которые странам следовало бы присылать, иногда со значительными задержками или вовсе не получает их. Дополнительные задержки возникают, когда центры GDPS должны внести изменения в свои собственные базы данных. Передача географических координат совместно с самими данными решило бы 98% ошибок координат для конкретной станции. Оставшиеся 2% ошибок – это случаи, когда неправильно было определено местонахождение самой станции, и эти ошибки, конечно, остались бы. Для включения этой информации требуется добавить 46 битов, и это точно является выгодным.

Дополнительная информация в содержании Бюллетеня

Другое потенциальное преимущество BUFR - это информация, имеющаяся в Разделе идентификации (Раздел 1). Краткий заголовок (AHL) в Глобальной Телекоммуникационной Системе (GTS) имеет только ограниченную информацию о содержании бюллетеня, который он озаглавливает, т.к. его основной целью является адресация сообщения, а не описание его содержания. Чтобы обеспечить возможность более четкого описания содержания, была рассмотрена более гибкая процедура замены или дополнения GTS AHL. Однако, Раздел идентификации BUFR сообщения содержит ценную информацию о его содержании. Кроме того, эти данные являются адресуемыми, с фиксированным расположением в сводках, содержащих только одно BUFR сообщение, что является частным случаем большей части данных, обмениваемых в BUFR по GTS. Например, метеорологический центр обработки мог бы просмотреть 9 октетов Раздела 1 (17 октетов в BUFR сообщении) для Категории Данных и октеты 13 – 17 Раздела 1 (октеты 30 – 34 в BUFR сообщении) для дата/время данных и только затем принять решение, желательно их декодировать и вносить в базу данных информацию, содержащуюся в данной конкретной сводке. Таким образом, эти Разделы могут дополнить описание содержания данных сводки.

2.2.1.3 Включение сведений о качестве данных и текущей информации

Информация о качестве и мониторинге может быть включена в BUFR благодаря использованию соответствующих операторов описания данных из BUFR Таблицы С, которая описана в Уровне 3. Однако, существует оператор описания данных, который позволяет идентифицировать качество данных (т. е. хорошие, слабо сомнительные, сильно сомнительные, плохие и замененные или исправленные) для каждого наблюдаемого параметра. Другие операторы описания позволяют сохранить как первоначальные значения, полученные при наблюдении, так и значения (возможно, несколько), исправленные затем, предположительно уточненные в результате работы процедур контроля качества. Описание Таблицы С отнесено к Уровню 3, поскольку описатели оператора могут быть достаточно сложными.

2.2.1.4. Упрощение обработки данных и их хранения

Хотя только часть метеорологических данных, оперативно обмениваемых в мире, представлено с помощью BUFR, многие центры обработки данных нашли полезным его использование для представления всех данных наблюдений в их подсистемах численного прогноза и последующего хранения данных наблюдений. Это объясняется несколькими причинами. Во-первых, в BUFR можно представить все данные наблюдений, а не только те, которыми в настоящее время обмениваются в BUFR в международном масштабе. Во-вторых, поскольку BUFR является стандартом WMO, его использование в центрах для внутренней обработки и хранения облегчает обмен данными между центрами обработки данных - каждый центр может, в принципе, читать базу данных другого центра, если она хранится в BUFR. В-третьих, BUFR дает эффективные средства для представления данных наблюдений в системах центров по внутренней обработке и архивированию. В-четвертых, способность BUFR включать данные о качестве информации и текущую информацию вместе с данными, была найдена центрами по обработке данных очень полезной. В-пятых, использование BUFR освобождает центры от затрат значительных ресурсов на развитие их собственного внутреннего стандарта представления данных. В заключение, данные, хранящиеся в BUFR, всегда доступны благодаря универсальному программному обеспечению для декодирования из BUFR. Заметим, что когда он используется в качестве стандарта для хранения данных наблюдений, разумно хранить также и BUFR таблицы, используемые совместно с самими данными.

2.2.1.5 Использование в Базе Данных

Некоторые центры обработки данных нашли полезным использовать файлы BUFR сообщений, как основу для своих внутренних функционирующих баз данных наблюдений. Это особенно эффективно в тех случаях, когда BUFR был выбран для представления данных наблюдений во всех их действующих подсистемах численных прогнозов, как вследствие компактного представления данных наблюдений с помощью BUFR, так и чтобы сохранить значительные ресурсы, которые были бы израсходованы при кодировании и декодировании данных во время пересылки их в базы данных и из них.

2.2.2 CREX

2.2.2.1 Представление новой информации, удовлетворяющее требованиям удобства для визуального восприятия

Как было замечено выше, все новые типы данных становятся доступными, в связи с этим продолжают предъявляться требования увеличения типов данных, находящихся в обращении, ускорятся темпы этой эволюции, а формы традиционного символьного кода не являются хорошо приспособленными, чтобы удовлетворить всем этим запросам. Хотя свойство самоописания, присущее CREX, непосредственно приводит к его наиболее значительному преимуществу перед формами традиционного буквенно-цифрового кода – способности CREX адаптироваться к представлению новой информации быстро и легко – BUFR тоже может это делать. Однако, поскольку CREX является еще и формой алфавитно-цифрового кода, он является читаемым для человека. Эта дополнительная особенность делает его наилучшей формой кода, когда требуется ручное кодирование или интерпретация информации. Совместно с фактом, что технически он способен заменить BCE формы традиционного символьного кода, CREX становится мощным средством для ускорения внедрения самоописательных форм кода. Везде, где использование BUFR невозможно, следовало бы серьезно рассматривать применение CREX.

Как и в случае использования BUFR, если все необходимые элементы таблицы имеются в распоряжении, то, в принципе, можно немедленно кодировать CREX сообщения с новой информацией и автоматизированное программное обеспечение для декодирования (хотя CREX является читаемым человеком, все равно будет некоторая автоматизированная обработка CREX сообщений, например, в центрах автоматизированной обработки данных) совсем не должно будет изменяться. В случаях, когда не существует CREX описателей, необходимых для новой информации, быстрая корректировка таблиц делается ежегодно, и в некоторых особых обстоятельствах - дважды в год. Относительно простая процедура корректировки CREX таблиц - это все, для чего потребовалось бы программное обеспечение.

Однако, поскольку CREX кодирование и интерпретация будет выполняться обычно с помощью человека, при добавлении новой информации проводится дополнительное рассмотрение. Если данные были закодированы с использованием описателя последовательности, то в Разделе Описания Данных (Раздел1) только описатель последовательности и будет содержаться. Следовательно, персонал должен быть информирован, что описатель последовательности вскоре будет заменен новым, содержащим дополнительную информацию, и должно быть дано описание основного содержания нового описателя последовательности. Если информация была закодирована без использования описателя последовательности, то новая информация появится в Разделе Описания Данных и повышенное внимание со стороны персонала не является технически необходимым. Однако, чтобы минимизировать ошибки, персонал, тем не менее, следует информировать, что в обсуждаемом типе данных скоро появится новая информация, и она будет в Разделе Описания Данных. Обычно, такая информации приводится в Ежемесячном Бюллетене “Известия о Наблюдениях за Погодой”, и несколько дополнительных месяцев отводится для того, чтобы информация о всех дополнениях BUFR и CREX таблиц дошла до всех Членов и, они могли отреагировать на нее.

2.2.2.2 Включение информации о качестве и контроле

Информация о качестве и контроле может быть включена в CREX в необязательном Разделе 3. Раздел 3 должен начинаться с символов “SUPP” и заканчиваться символами “++”. Т. е., нет никаких ограничений в отношении формы и содержания информации, включенной в Раздел 3. Например, Раздел 3 мог бы содержать информацию о качестве и/или контроле наблюдений, содержащихся в Разделе Данных (Раздел 2) CREX сообщения, идентифицированного номером блока/станции для каждого наблюдения, содержащегося в данном сообщении. Вне сомнения, существует много других подходов к тому, как можно было бы использовать Раздел 3 для этих целей.

В отличие от BUFR, в коде CREX не существует операторов описания данных, чтобы облегчить включение сообщений о качестве и/или контроле. Такие операторы описания данных могут быть довольно сложными. Решение не разрабатывать таких операторов в CREX было принято, чтобы облегчить его визуальное восприятие человеком благодаря сохранению формы кода максимально простой.

2.2.2.3 Упрощение обмена данными

Код CREX дополняет BUFR в сфере обмена данными, и его простое визуальное восприятие человеком облегчает обмен данными везде, где BUFR не может быть использован. Комбинация BUFR и CREX соответствует требованиям обмена данными

для каждого возможного типа метеорологических, океанографических, или других данных об окружающей среде.

2.2.2.4 Уменьшение стоимости обучения

Поскольку каждая форма традиционного алфавитно-цифрового кода предназначалась только для одного определенного типа данных, существует много таких форм кодов (47 в ВМО Том I.1, Часть А). Поскольку существует довольно много форм традиционного алфавитно-цифрового кода, и потому что отдельные Члены, возможно, используют ряд из них, то они часто сами находят средства для обучения своих служащих использованию этих нескольких кодовых форм. На такую обучающую деятельность можно потратить ценные ресурсы. CREX и BUFR являются самоописательными формами кодов, тем не менее, они могут заменить все используемые в настоящее время формы традиционного алфавитно-цифрового кода. Это означает, что программа подготовки Членов сводится к обучению их персонала только BUFR и CREX. Следовательно, надо надеяться, что их внедрение заметно уменьшит расходы Членов на обучение.