

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ФГБУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР КОСМИЧЕСКОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
«ПЛАНЕТА»**

**СТРУКТУРА  
распространения информации  
аппаратуры МСУ-ГС КА «Электро-Л» №1  
в форматах LRIT/ HRIT**

Версия: 1.0

Дата: февраль 2012 г.

Москва

## Оглавление

1 Введение .....	3
2 Структура файлов LRIT/HRIT .....	4
3 Типы LRIT/HRIT файлов .....	5
3.1 Краткий обзор .....	5
3.2 Тип файла #0 – данные изображения .....	6
3.3 Файл типа #128 – пролог .....	6
3.4 Файл типа #129 – эпилог .....	8
4 Типы тегов заголовка файлов LRIT/HRIT .....	14
4.1 Обзор .....	14
4.2 Определение типов заголовка .....	14
4.2.1 Тег заголовка #0 – первичный заголовок .....	14
4.2.2 Тег заголовка #1 – структура изображения .....	15
4.2.3 Тег заголовка #2 – пространственная привязка изображения .....	16
4.2.4 Тег заголовка #3 – функциональное описание изображения .....	17
4.2.5 Тег заголовка #4 – аннотация .....	17
4.2.6 Тег заголовка #128 – идентификатор сегмента .....	21
4.2.7 Тег заголовка #129 – качество строк сегмента изображения .....	23
5 Структура поля данных .....	24
5.1 Файлы данных изображения .....	24
5.2 Данные МСУ-ГС уровня обработки 1.5 .....	25
5.3 Имена файлов .....	26
6 Структура транспортного потока .....	26
6.1 Основные сведения .....	27
6.2 Последовательность, размер и назначение данных в исходном пакете .....	28
6.2.1 Структура исходного пакета .....	28
6.2.2 Тестовые пакеты .....	29
6.3 Выходные данные транспортного уровня .....	29
7 Структура передачи данных .....	30
7.1 Транспортный кадр .....	30
7.1.1 Поле данных транспортного уровня .....	30
7.1.2 Заголовок транспортного кадра .....	31
7.1.3 Пустой транспортный кадр .....	32
7.1.4 Помехозащищающее кодирование Рида – Соломона .....	33
7.1.5 Синхромаркер .....	33
7.1.6 Рандомизация .....	33
8 Передача данных по радиоканалу .....	34
8.1 Свёрточное кодирование .....	34
8.2 Передача в радиолинию .....	34

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ определяет спецификацию форматов LRIT/ HRIT, предназначенных для представления информации МСУ-ГС в комплексе РОАРИ ФГБУ «НИЦ «Планета» и для распространения на сеть пользовательских станций. Структура и форматы записей соответствуют документу «MSG Ground Segment LRIT/HRIT Mission, Specific Implementation, Doc. No: EUM/MSG/SPE/057, Issue: 6, Date: 21 June 2006», за счет чего достигается информационная совместимость с программным обеспечением приемных станций информации от КА Meteosat 8/9.

Информация МСУ-ГС уровня обработки 1.5 представляется в форматах LRIT/ HRIT поканально. В формате HRIT сохраняются:

- видеоданные десяти спектральных каналов – 3 канала видимого диапазона и 7 каналов ИК-диапазона. Для каждого канала матрица изображения имеет размеры  $2784 \times 2784$  пикселей, радиометрическое разрешение – 10 бит/пиксел. Пространственное разрешение всех изображений в подспутниковой точке – 4 км;
- изображение одного спектрального канала видимого диапазона с матрицей видеоданных размером  $11136 \times 11136$  пикселей, радиометрическим разрешением 10 бит/пиксел и пространственным разрешением в подспутниковой точке – 1 км.

В формате LRIT сохраняются видеоданные отдельных спектральных каналов. Матрица изображения в каждом канале имеет размеры  $2784 \times 2784$  пикселей, радиометрическое разрешение = 8 бит/пиксел, пространственное разрешение в подспутниковой точке – 4 км.

Механизм распространения МСУ-ГС на сеть пользовательских станций основан на передаче блоков данных, на которые разбивается информация каждого спектрального канала и которые называются LRIT/HRIT-файлами. В документе объясняется структура и формат этих файлов.

## 2 СТРУКТУРА ФАЙЛОВ LRIT/HRIT

Каждый распространяемый блок данных приводится к формату LRIT/HRIT-файла. LRIT/HRIT-файл состоит из одного или нескольких тегов заголовка и одного поля данных (рис. 1). Информация, содержащаяся в тегах заголовка, описывает содержимое поля данных.

Каждый тег заголовка имеет структуру, представленную на рис. 2. В заголовке может быть определено до 256 типов тегов. Первый тег заголовка имеет тип #0, который идентифицирует его как основной тег заголовка. Основной тег заголовка обязательный, он определяет тип файла и устанавливает размеры готового LRIT/HRIT-файла.

Номер типа файла идентифицирует данные, содержащиеся в поле данных. Глобальные определения типов файлов от #0 до #127. Дополнительные типы файлов для специфических задач – это типы файлов от #128 до #255. В данном документе определены только два дополнительных типа файлов #128 и #129.

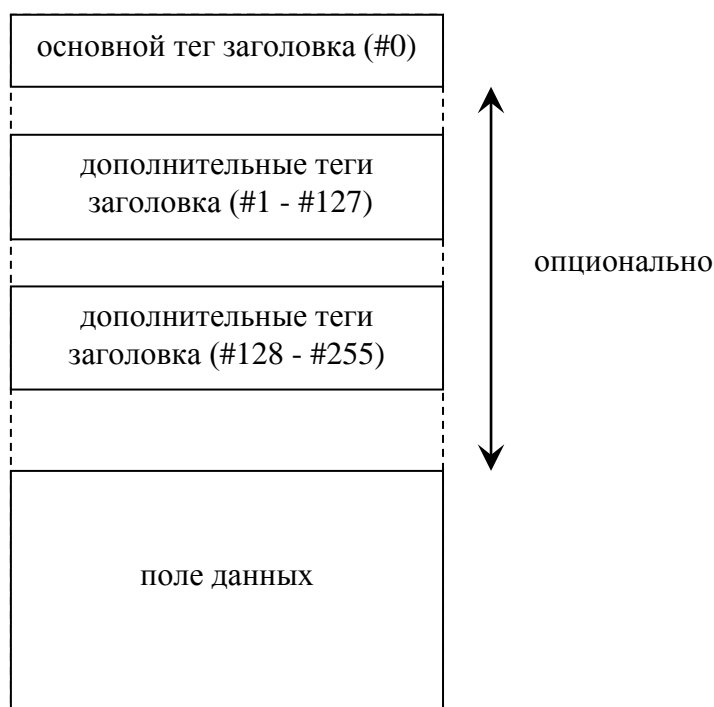


Рис. 1. Структура файла LRIT/HRIT

тип	длина	данные
	n	структура данных, определяемая типом

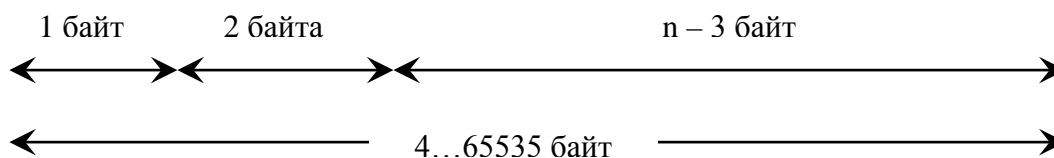


Рис. 2. Основная структура тега в файле LRIT/HRIT

### 3 ТИПЫ LRIT/HRIT ФАЙЛОВ

#### 3.1 Краткий обзор

Таблица 1 определяет типы данных, описанных в данном документе.

Таблица 1. Типы файлов LRIT/HRIT

Код типа файла	Тип файла	Тип/подтип прикладных данных, содержащихся в поле данных
<b>Глобальные LRIT/HRIT типы файлов</b>		
0	Данные изображения	Сегменты данных изображения
1	Сообщение глобальной системы телекоммуникаций	Не используется
2	Алфавитно-цифровой Текст	Не используется
3	Сообщение шифрования	Ключа Не используется
4...127	зарезервировано	(для дальнейшего глобального использования)
<b>Типы файлов LRIT/HRIT специальных миссий</b>		
128	Данные пролога	Этот тип файла обеспечивает дополнительную информацию о спутнике, состоянии обработки изображения, известную в начале обработки данных.
129	Данные эпилога	Этот тип файла содержит дополнительную информацию, известную в конце цикла обработки.
130...255	резерв	

### 3.2 Тип файла #0 – данные изображения

Тип файла #0 используется для всех данных уровня обработки 1.5. Поле данных файла LRIT/HRIT типа файла #0 содержит растровые данные в соответствии со спецификациями, описанными в разделе 4.

Поддерживаются только изображения с радиометрическим разрешением 8 и 10 бит на пиксел.

### 3.3 Файл типа #128 – пролог

Файл пролога формируется в комплексе структурного восстановления информации МСУ-ГС на этапе получения изображения в формате представления данных по уровню обработки 1.5. Пролог содержит информацию о статусе спутника и/или процессах обработки изображения, известных на начало формирования пролога. Файл пролога содержит номер версии, который однозначно идентифицирует его структуру данных.

Файлы пролога не сегментируются.

Поле данных пролога содержит следующее подмножество тегов:

- **SatelliteStatus** – статус спутника;
- **ImageAcquisition** – получение изображения;
- **ImageCalibration** – калибровочная информация.

**SatelliteStatus** – состояние спутника (Тип = UFD\_TAG\_SatelliteStatus = 2):

**Title: SatelliteStatus**

```

SatelliteStatus ::= RECORD
{
  TagType           UNSIGNED DWORD
  TagLength         UNSIGNED DWORD
  SatelliteID       UNSIGNED DOUBLE
  SatelliteName     CHARACTERSTRING SIZE (256)
  NominalLongitude  REAL DOUBLE
  SatelliteCondition
    UNSIGNED DWORD
    {рабочее (1),
     режим ожидания (1),
     тестирования (2),
     маневрирование (3)}
  TimeOffset       REAL DOUBLE
}

```

**Пояснения:**

- TagType – тип тега;
- TagLength – длина тега в байтах;
- SatelliteID – идентификатор;
- SatelliteName – название спутника (GOMS-1);
- NominalLongitude – номинальная долгота подспутниковой точки в радианах;
- SatelliteCondition – состояние спутника (вкл/выкл, калибровка, штатная эксплуатация и т.п.);
- TimeOffset – параметр для привязки БШВ к наземному времени.

**ImageAcquisition** – состояние съемки (Тип = UFD\_TAG\_ImageAcquisition = 3):

**Title: ImageAcquisition**

```
ImageAcquisition ::= ARRAY SIZE (1..10) OF RECORD
{ TagType           UNSIGNED DWORD
  TagLength         UNSIGNED DWORD
  Status            UNSIGNED DWORD
  StartDelay        INTEGER
  Cel               REAL DOUBLE
}
```

**Пояснения:**

- TagType – тип тега;
- TagLength – длина тега в байтах;
- Status – индикаторы состояния канала (0 – съемка этой группой каналов не выполнялась, 1 – съемка была выполнена);
- StartDelay – разница между временем начала съемки для данной группы каналов и временем начала сеанса (тег Annotation) в микросекундах;
- Cel – общая доля сбойных строк. Если окажется, что значение

`double < 0`, то соответствующая оценка не получена;

**ImageCalibration** – калибровочная информация. Массив таблиц, в которых хранится калибровочная информация для данных уровня обработки 1.5. Для каждого канала формируется одна таблица.

**Title: ImageCalibration**

ImageCalibration ::= ARRAY SIZE (1..10) OF  
ARRAY SIZE (1..1024) OF INTEGER

### Пояснения:

Для каждого спектрального канала формируется таблица из 1024 элементов, позволяющая перейти от кодов яркости пикселей к энергетическим яркостям (для ВД) или к радиационным температурам (для ИК) в градусах Кельвина. Связь кодов  $g$  в таблице с радиационными температурами (энергетическими яркостями)  $t$  описывается формулой  $t = g / 1000$ .

Содержание тега может уточняться по результатам наземной аттестации МСУ-ГС.

### 3.4 Файл типа #129 – эпилог

Эпилог формируется на последней стадии или после окончания цикла формирования изображения уровня обработки 1.5. Поле данных эпилога содержит теги:

- RadiometricProcessing - данные о радиометрической обработке в каждом спектральном канале;
- GeometricProcessing - информация о геометрической обработке.

RadiometricProcessing - данные о радиометрической обработке (Тип = UFD\_TAG\_RadiometricProcessing = 4):



**Title: RadiometricProcessing**

RadiometricProcessing ::= ARRAY SIZE (1..10) OF RECORD

```

{ TagType                UNSIGNED DWORD
  TagLength              UNSIGNED DWORD
  RPSummary              RECORD
  {
    Impulse              UNSIGNED DWORD
    IsStrNoiseCorrection UNSIGNED DWORD
    IsOptic              UNSIGNED DWORD
    IsBrightnessAligment} UNSIGNED DWORD
  OpticCorrection        RECORD
  {
    Degree               INTEGER
    A}                   REAL DOUBLE SIZE(16)
  RPQuality              RECORD
  {
    EffDinRange          REAL DOUBLE
    EathDarkening        REAL DOUBLE
    Zone                 REAL DOUBLE
    Impulse              REAL DOUBLE
    Group                REAL DOUBLE
    DefectCount          UNSIGNED DWORD
    DefectProcent        REAL DOUBLE
    S_Noise_DT_Preflight REAL DOUBLE
    S_Noise_DT_Bort      REAL DOUBLE
    S_Noise_DT_Video     REAL DOUBLE
    S_Noise_DT_1_5       REAL DOUBLE
    CalibrStability      REAL DOUBLE
    TemnSKO              REAL DOUBLE SIZE(2)
    StructSKO            REAL DOUBLE SIZE(2)
    Struct_1_5           REAL DOUBLE
    Zone_1_5             REAL DOUBLE
    RadDif}              REAL DOUBLE
  }

```

**Пояснения:****TagType** – тип тега;**TagLength** – длина тега в байтах;

**RPSummary** – запись, содержащая суммарную информацию о процессе радиометрической нормализации по каналу. Структура записи:

*Impulse* - признак выполнения коррекции импульсных и групповых помех в канале (1-коррекция выполнена, иначе – код ошибки);

*IsStrNoiseCorrection* - признак выполнения коррекции структурных искажений в канале (1 – коорекция выполнена статистическим методом, 2 – калибровочным методом, 3 – коррекция на борту, иначе - код ошибки);

*IsOptic* - признак проведения коррекции зонной характеристики (1 – коорекция выполнена статистическим методом, 2 – калибровочным методом, 3 – коррекция на борту, иначе - код ошибки);

*IsBrightnessAligment* - признак выполнения яркостного выравнивания данных от перекрывающихся ПЗС-линеек для изображений видимого диапазона (1– выравнивание выполнено, иначе - код ошибки);

**OpticCorrection** – запись с коэффициентами для коррекции зонной характеристики. Структура записи:

*Degree* – степень корректирующего полинома;

*A* - массив коэффициентов корректирующего полинома;

**RPQuality** – запись, содержащая информацию об оценке радиометрического качества видеоданных, а также показатели качества радиометрической коррекции (если оценка какого-либо показателя не выполнялась, то его поле имеет отрицательное значение). Структура записи:

*EffDinRange* – значение эффективности использования динамического диапазона;

*EathDarkening* - показатели степени затемнения диска Земли в канале;

*Zone* - степень зонных искажений для канала;

*Impulse* - степень импульсных помех в канале;

*Group* - степень поражения групповыми помехами в канале;

*DefectCount* - число выбитых ПЗС-приемников в канале;

*DefectProcent* - доля выбитых ПЗС-приемников в канале;

*S\_Noise\_DT\_Preflight* - отношение «сигнал/шум» (для ВД) или эквивалентная шуму разность температур (для ИК-каналов), полученные по данным предполетной калибровки;

*S\_Noise\_DT\_Bort* - отношение «сигнал/шум» (для ВД) или эквивалентная шуму разность температур (для ИК-каналов), полученные по данным бортовой калибровки;

*S\_Noise\_DT\_Video* - отношение «сигнал/шум» (для ВД) или эквивалентная шуму разность температур (для ИК), полученные по видеоданным;

*S\_Noise\_DT\_1\_5* - отношение «сигнал/шум» (для ВД) или эквивалентная шуму разность температур (для ИК), полученные по нормализованным видеоданным;

*CalibrStability* - стабильность данных бортовой калибровки;

*TemnSKO* - степень флюктуаций темнового сигнала для двух линеек каналов ВД (только для каналов ВД);

*StructSKO* - степень флюктуаций чувствительностей ПЗС-элементов;

*Struct\_1\_5* - уровень остаточных структурных искажений в канале;

*Zone\_1\_5(double)* - уровень остаточных искажений средней яркости по полю изображения;

*RadDif* - остаточные яркостные различия данных от перекрывающихся ПЗС-линеек (только для каналов ВД);

**GeometricProcessing** - информация о геометрической обработке (Тип = **UFD\_TAG\_GeometricProcessing** = 5):

**Пояснения:**

*TagType* – тип тега;

*TagLength* – длина тега в байтах;

**Title: GeometricProcessing**

```

GeometricProcessing ::= ARRAY SIZE (1..10) OF RECORD
{
  TagType           UNSIGNED DWORD
  TagLength         UNSIGNED DWORD
  TagChGroup        UNSIGNED DWORD
  TGeomNormInfo    RECORD
  {
    IsExist         UNSIGNED DWORD
    IsNorm          UNSIGNED DWORD
    SubLon          REAL DOUBLE
    TypeProjection  UNSIGNED DWORD
    PixInfo         REAL DOUBLE SIZE(4)
  }
  SatInfo           RECORD
  {
    TISO            RECORD
    {
      T0            REAL DOUBLE
      dT            REAL DOUBLE
      ASb           REAL DOUBLE
      Evsk          REAL DOUBLE SIZE(3)(3)(4)
      ARx           REAL DOUBLE SIZE(4)
      ARy           REAL DOUBLE SIZE(4)
      ARz           REAL DOUBLE SIZE(4)
      AVx           REAL DOUBLE SIZE(4)
      AVy           REAL DOUBLE SIZE(4)
      AVz           REAL DOUBLE SIZE(4)
    }
    Type           INTEGER
    TimeProcessing REAL DOUBLE
    ApriorAccuracy REAL DOUBLE
    RelativeAccuracy REAL DOUBLE SIZE(2)
  }
}

```

***TGeomNormInfo*** – запись, содержащая информацию по геометрической нормализации. Структура записи:

*IsExist* – признак наличия выходного изображения канала в файле (1 - нормализованное изображение присутствует, 0 – изображение не было сформировано);

*IsNorm* – 0, если нормализация выполнена нормально, иначе код ошибки;

*SubLon* – долгота спутника при переводе в нормализованную геостационарную проекцию (в радианах);

*TypeProjection* - тип проекции (1 - нормализованная геостационарная проекция).

*PixInfo* – набор коэффициентов, необходимых для перехода от пиксельных координат в координаты нормализованной геостационарной проекции.

*SatInfo* – запись с информацией о положении и ориентации спутника, способ геодезической привязки (по картам, по диску, по ОКИ). Описание структуры:

*TISO* – преобразованная информация ИСО, которая использовалась при геометрической нормализации:

*TO* – время БШВ начала интервала интерполяции;

*dT* – длительность интервала интерполяции;

*ASb* – угол ориентации солнечной батареи;

*Evsk* – коэффициенты аппроксимации элементов матрицы ориентации ВСК относительно ГСК;

$$\left. \begin{array}{l} AR_x \\ AR_y \\ AR_z \end{array} \right\} - \text{коэффициенты аппроксимации} \\ \text{вектора положения КА в ГСК;}$$

$$\left. \begin{array}{l} AV_x \\ AV_y \\ AV_z \end{array} \right\} - \text{коэффициенты аппроксимации} \\ \text{вектора скорости КА в ГСК;}$$

*Type* – способ геодезической привязки (1 – по ОКИ, 2 – по диску, 3 - по картам);

*TimeProcessing* - время обработки изображений.

*ApriorAccuracy* - априорная точность географической привязки по орбитальным данным для уровня 1.0.

*RelativeAccuracy* - относительная точность географической привязки в пределах 16 и 500 элементов (для всех каналов).

Файлы Эпилога не сегментируются.

## 4 ТИПЫ ТЕГОВ ЗАГОЛОВКА ФАЙЛОВ LRIT/HRIT

### 4.1 Обзор

Состав тегов заголовка представлен в Таблице 2.

Таблица 2. Список тегов LRIT/HRIT-заголовка

Код типа тега	Тип тега
Теги, определенные в LRIT/HRIT Global Specification	
0	первичный заголовок
1	структура изображения
2	пространственная привязка изображения
3	функциональное описание изображения
4	аннотация
5...127	не используются
128	идентификация сегмента
129	качество сегмента изображения
130...255	не используются

### 4.2 Определение типов заголовка

#### 4.2.1 Тег заголовка #0 – первичный заголовок

Тег присутствует в файлах формата LRIT/HRIT всех типов. Структура первичного заголовка следующая:

<b>Title: Primary Header Record</b>	<b>Id: PRIMARY HEADER</b>	
PRIMARY HEADER	:: RECORD	
{ Header_Type	UNSIGNED BYTE (0)	– фиксированное значение
Header_Record_Length	UNSIGNED SHORT (16)	– фиксированное значение
File_Type_Code	ENUMERATED BYTE	– определение типа файла
	{файл данных изображения (0), пролог (128), эпилог (129)}	
Total_Header_Length	UNSIGNED	– определяет полный размер всех тегов заголовка
Data_Field_Length	UNSIGNED DOUBLE	– определяет полный размер поля данных LRIT/HRIT файла в битах. Для файлов данных изображения, этот параметр будет известен после сжатия поля данных.
}		

#### Пояснения:

- File\_Type\_Code определяет формат данных, которые будут

переданы через LRIT/HRIT файлы.

#### 4.2.2 Тег заголовка #1 – структура изображения

Тег описывает структуру изображения. Он является обязательным для файлов с видеоданными и относится только к этим файлам. Структура тега следующая:

<b>Title: Image Structure Record</b>	<b>Id: IMAGE_STRUCTURE</b>	
IMAGE_STRUCTU	::= RECORD	
{ Header_Type	UNSIGNED BYTE (1)	– фиксированное значение
Header_Record_Length	UNSIGNED SHORT (9)	– фиксированное значение
NB	UNSIGNED BYTE	– число бит на пиксел
NC	UNSIGNED SHORT	– число столбцов
NL	UNSIGNED SHORT	– число строк
Compression_Flag	ENUMERATED BYTE	– метод сжатия
	{без сжатия (0),	
	сжатие без потерь (1),	
	сжатие с потерями (2) }	
}		

#### Пояснения:

- NB (number of bits per pixel) – число бит на пиксел, 8 или 10 бит/пиксел;
- NC (number of columns) – число колонок.

Возможные значения для NC:

11136	для канала видимого диапазона высокого пространственного разрешения (1 км)
2784	для всех каналов, соответствующих пространственному разрешению 4 км
любой размер кратный множителю 464 (базовое значение сегмента)	для всех данных изображения

Compression\_Flag - Признак сжатия:

*Признак сжатия* определяет метод сжатия (без потерь или с потерями). Применяемый алгоритм сжатия и его собственное представление данных определены в поле *Data\_Representation* тега заголовка тип #128.

### 4.2.3 Тег заголовка #2 – пространственная привязка изображения

Тег определяет проекцию представления изображения земного диска. Структура тега пространственной привязки изображения определена как:

<b>Title: Image Navigation Record</b>	<b>Id: IMAGE_NAVIGATION</b>	
IMAGE_NAVIGATION	::=	RECORD
{ Header_Type	UNSIGNED BYTE (2)	– фиксированное значение
Header_Record_Length	UNSIGNED SHORT (51)	– фиксированное значение
Projection_Name	CHARACTERSTRING SIZE (32) {“GEOS(<sub_lon>”) }	– название проекции
CFAC	INTEGER	– масштабный коэффициент по столбцам
LFAC	INTEGER	– масштабный коэффициент по строкам
COFF		– смещение столбца
LOFF	INTEGER	-- смещение строки
}		

#### Пояснения:

- Projection\_Name - название проекции.

Используется нормализованная геостационарная проекция.

- CFAC / LFAC

Масштабные коэффициенты по строке и столбцу CFAC и LFAC.

- COFF / LOFF

COFF и LOFF –определяют позицию окна с областью проекции в файле сегмента изображения.



#### 4.2.4 Тег заголовка #3 – функциональное описание изображения

Тег определяет физические значения данных изображения (альbedo или радиометрическая температура). Структура тега функционального описания изображения определена как:

<b>Title: Image Data Function</b>	<b>Id:</b>	
	<b>IMAGE_DATA_FUNCTION</b>	
IMAGE_DATA_FUNCTION ::=	RERECORD	
{ Header_Type	UNSIGNED BYTE (3)	-- фиксированное значение
Header_Record_Length	UNSIGNED SHORT ()	-- фиксированное значение
Data_Definition_Block	ARRAY (Data_Def_Block_Size) of CHARACTERSTRING	-- переменный размер, заполняется в соответствии с алгоритмом представления выходного продукта

Замечание: Data\_Def\_Block\_Size = Header\_Record\_Length - 3  
}

*Примечание.* В данной версии формата тег не используется.

#### 4.2.5 Тег заголовка #4 – аннотация

Тег аннотации используется, чтобы более точно идентифицировать продукт/тип данных и подтип файла LRIT/HRIT. Это позволяет быстро и просто обнаружить необходимый файл, удовлетворяющий критериям обработки и маршруту в соответствующей функции постобработки.

Предполагается, что все операционные системы пользовательских станций поддерживают длинные имена файлов. Поэтому, предложено использовать текст аннотации как заданное по умолчанию имя файла. Помимо использования для формирования имени файла, этот тег заголовка содержит все критерии элемента распространения, которые можно обработать в одном теге. Пользовательская станция может использовать аннотацию, чтобы применить фильтр, по критериям сортировки и обработки.

Структура тега аннотации следующая:

<b>Title:Annotation</b>	<b>Id: ANNOTATION</b>	
<b>Record</b>		
ANNOTATION	::= RECORD	
{ Header_Type	UNSIGNED BYTE (4)	-- фиксированное значение
Header_Record_Length	UNSIGNED SHORT (64)	
Annotation_Text	RECORD	
{ XRITchannelID	CHARACTERSTRING SIZE (1)	
FieldSeparator	CHARACTERSTRING SIZE (1)	' '
DisseminationID	CHARACTERSTRING SIZE (3)	Значение между '000' и 999
Field Separator	CHARACTERSTRING SIZE (1)	' '
DisseminatingS/C	CHARACTERSTRING SIZE (6)	
FieldSeparator	CHARACTERSTRING SIZE (1)	' '
ProductID1	CHARACTERSTRING SIZE (12)	см Таблицу 3
FieldSeparator	CHARACTERSTRING SIZE (1)	' '
ProductID2	CHARACTERSTRING SIZE (9)	см Таблицу 3
FieldSeparator	CHARACTERSTRING SIZE (1)	' '
ProductID3	CHARACTERSTRING SIZE (9)	см Таблицу 3
FieldSeparator	CHARACTERSTRING SIZE (1)	' '
ProductID4	CHARACTERSTRING SIZE (12)	см Таблицу 3
FieldSeparator	CHARACTERSTRING SIZE (1)	' '
Flags	CHARACTERSTRING SIZE (2)	
}		
}		

#### Пояснения:

- Annotation\_Text - текст аннотации

Тег Annotation\_Text содержит следующие поля символьных строк:

– *LRIT/HRIT канал ID*

‘L’ для LRIT канала распространения, ‘H’ для HRIT канала распространения. Первый символ имени файла LRIT и HRIT позволяет в пользовательской станции приема идентифицировать канал распространения.

– **DisseminatingS/C** – идентификатор распространяющего КА

Этот параметр идентифицирует источник распространения, зону распространения КА. Значение может быть между 000 и 999. Значение, используемое как базовое 000.

– **DisseminatingS/C** – идентификатор распространяющего КА

Используется следующее название: ‘GOMS1\_\_’.

– **ProductID** – идентификатор продукта (1) – (4)

Таблица 3 определяет содержание этих полей.

Таблица 3.

ProductID (1)	S	ProductID (2)	S	ProductID (3)	S	ProductID (4)	Тип файла LRIT/ HRIT
<b>12 символов</b>	-	<b>9 символов</b>	-	<b>9 символов</b>	-	<b>12 символов</b>	
‘GOMS1_1’ или ‘GOMS1_4’	-	9 символов названия спектрального диапазона	-	6 цифр номера сегмента	-	время получения данных	#0
‘GOMS1_1’ или ‘GOMS1_4’	-		-	‘PRO’	-	время получения данных	#128
‘GOMS1_1’ или ‘GOMS1_4’	-	9 символов названия спектрального диапазона	-	‘PRO’	-	время получения данных	#128
‘GOMS1_1’ или ‘GOMS1_4’	-		-	‘EPI’	-	время получения данных	#129

*Примечания к таблице:*

Все строки символов в ProductID (1) - (4) выравниваются по левой границе поля. Оставшееся пространство в поле заполняется символами ASCII «\_» (‘5F’h).

Поля ProductID отделяются друг от друга символом ASCII «-» (‘2D’h).

ProductID (1) содержит название спутника: ‘GOMS1\_X\_\_\_\_\_’.

X – обозначает пространственное разрешение представляемых данных:

1 – разрешение в подспутниковой точке 1 км,

4 – разрешение в подспутниковой точке 4 км.

ProductID (2) содержит название спектрального канала в форме XX\_X\_YYYY.

XX\_X – 4 цифры идентифицируют центральную длину волны.

YYYY – 4 цифры идентифицируют орбитальную позицию.

Значения поля для каждого канала приведены в таблице 4:

Таблица 4.

Канал	Диапазон, мкм	ProductID (2)
1	0,5 – 0,65	00_6_076E
2	0,65 – 0,8	00_7_076E
3	0,8 – 0,9	00_9_076E
4	3,5 – 4,0	03_8_076E
5	5,7 – 7,0	06_4_076E
6	7,5 – 8,5	08_0_076E
7	8,2 – 9,2	08_7_076E
8	9,2 – 10,2	09_7_076E
9	10,2 – 11,2	10_7_076E
10	11,2 – 12,5	11_9_076E

ProductID (3) содержит:

файл изображения (тип #0) – 6 цифр номера сегмента изображения равный Segm\_Seq\_No из тега заголовка #128

файл пролога (тип #128) – строку символов 'PRO'

файл эпилога (тип #129) – строку символов 'EPI'

ProductID (4) содержит время начала получения данных в формате YYYYMMDDhhmm, где

YYYY – год

MM – месяц

DD - день

hh – час

mm – минуты

– *Флаги*

Поля признака будут состоять из 2 символов ASCII.

Первый символ идентифицирует, содержит ли поле данных LRIT/HRIT сжатые или распаковываемые данные:

'C' идентифицирует сжатые данные

'\_' идентифицирует распаковываемые данные

Второй символ идентифицирует, содержит ли поле данных LRIT/HRIT зашифрованные или незашифрованные данные:

'E' идентифицирует зашифрованные данные

'\_' идентифицирует незашифрованные данные

– *FieldSeparator* – разделитель полей

*FieldSeparator* состоит из единственного (отдельного) символа ASCII ' (2D'h).

#### 4.2.6 Тег заголовка #128 – идентификатор сегмента

Использование этого типа тега заголовка обязательно для всех файлов типа #0.

Структура тега идентификации сегмента:

<b>Title:Segment Identification</b>	<b>Id: SEGMENT_ID</b>	
SEGMENT_ID	::=	RERECORD
{ Header_Type	UNSIGNED BYTE (128)	-- фиксированное значение
Header_Record_Length	UNSIGNED SHORT (13)	-- фиксированное значение
GP_SC_ID	ENUMERATED SHORT	
Spectral_Channel_ID	ENUMERATED BYTE	
Segm_Seq_No	UNSIGNED SHORT	-- порядковый номер сегмента
Planned_Start_Segm_Seq_No	UNSIGNED SHORT	
Planned_End_Segm_Seq_No	UNSIGNED SHORT	-- запланированный номер конца сегмента
Data_Field_Representation	ENUMERATED BYTE { обычный формат (0), формат сжатия JPEG (1), формат сжатия Wavelet (3)}	-- определяет представление поля данных LRIT/HRIT
}		

#### Пояснения

- GP\_SC\_ID – идентификатор КА. В данном случае GP\_SC\_ID имеет значение 19001.

- Spectral\_Channel\_ID

Идентификатор спектрального канала МСУ-ГС. Принимает значения от 1 до 10.

- Segm\_Seq\_No – номер сегмента.

Сегментация применяется к следующим данным тип файл #0 (данные изображения)

Segm\_Seq\_No идентифицирует порядковый номер сегмента изображения земного диска.

Для файла типа #0 (данные изображения), Segm\_Seq\_No устанавливает отношения к географическому местоположению содержания данных как объяснено в Разделе 4.2.2. Точное местоположение сегмента изображения может быть получено из COFF/LOFF тега #2 пространственной привязки изображения.

- Planned\_Start\_Segm\_Seq\_No

Этот параметр представляет запланированный номер первого распространяемого сегмента изображения, который известен в начале повторного цикла. Значение этого параметра сохранится устойчивым до конца распространения повторного цикла, независимо от фактических распространяемых номеров сегментов.

- Planned\_End\_Segm\_Seq\_No

Этот параметр представляет запланированный номер последнего распространяемого сегмента изображения, который известен в начале повторного цикла. Значение этого параметра сохранится устойчивым до конца распространения повторного цикла, независимо от фактических распространяемых номеров сегментов.

- Data\_Field\_Representation

В случае применения сжатия к полю данных файла типа #0, Compression\_Flag в теге заголовка #1 используется, чтобы идентифицировать метод сжатия.

Если Compression\_Flag установлен в ненулевое, то значение Data\_Field\_Representation, используется, чтобы определить более точно алгоритм сжатия, примененный к полю данных LRIT/HRIT файла:

- без сжатия (0),
- сжатие JPEG (1),

- сжатие Wavelet (3),
- сжатие JPEG используется как базовый формат для сжатия с потерями данных изображения с 2 или более бит в пиксел. Дальнейшие параметры сжатия содержатся в поле данных LRIT/HRIT файла.

Формат сжатия Wavelet используется как базовый для сжатия без потерь данных изображения.

#### 4.2.7 Тег заголовка #129 – качество строк сегмента изображения

Структура тега следующая:

<b>Title: Image Segment Line Quality Record</b>	<b>Id: LINE_QUALITY</b>	
LINE_QUALITY ::=	RERECORD	
{ Header_Type	UNSIGNED BYTE (129)	-- фиксированное значение
Header_Record_Length	UNSIGNED SHORT ()	-- переменное значение
Line_Quality_Entries	ENUMERATED SHORT	
ARRAY SIZE (1..NL) OF RECORD		-- NL определено в теге заголовка #1
{ Line_Number_in_Grid	INTEGER	
Line_Mean_Acquisition	TIME CDS SHORT	
Line_Validity	ENUMERATED BYTE { Не получена (0) Номинал (1), Основана на отсутствующих данных (2), Основана на на разрушенных данных (3), Основана на замененных или интерполированных данных (4)},	
Line_Radiometric_Quality	ENUMERATED BYTE {Не получена (0) Номинал (1), Пригодная для использования (2), Подозреваемая (3), Не пригодная для использования (4)},	
Line_Geometric_Quality	ENUMERATED BYTE {Не получена (0) Номинал (1), Пригодная для использования (2), Подозреваемая (3), Не пригодная для использования (4)},	
}		

**Пояснения:**

- Line\_Quality\_Entries

Эти записи отражают информацию, полученную от комплекса структурного восстановления информации МСУ-ГС.

- **LineNumberInGrid** представляет номер строки в сетке.
- **LineMeanAcquisitionTime** представляет среднее время получения строки.
- **LineValidity** квалифицирует обоснованность строки.
- **LineRadiometricQuality** квалифицирует радиометрическое качество строки.

## 5 СТРУКТУРА ПОЛЯ ДАННЫХ

### 5.1 Файлы данных изображения

Поле данных в файлах данных изображения состоит из последовательности пикселей, без выравнивания или промежутков. Размер одного пиксела (в битах) определен в теге структуры изображения, где так же определено количество столбцов, обозначенных как NC, и число строк - NL. Пикселы кодируются начиная со старшего бита (MSB). Общее количество –  $NC * NL$ . Таким образом, полный размер поля данных равен  $NC * NL$  умноженному на размер пиксела. Пикселы сортируются (располагаются) линейно, слева направо и сверху вниз. Соответственно номера столбцов считаются от 1 до NC, а номера строк с 1 до NL. Следовательно, первый пиксел в поле данных (левый верхний) имеет координаты (1,1), а последний (правый нижний) имеет координаты (NC, NL). Рис. 3 показывает структуру изображения в формате LRIT/HRIT.

Признак сжатия в теге структуры изображения не оказывает никакого влияния на представление данных изображения.



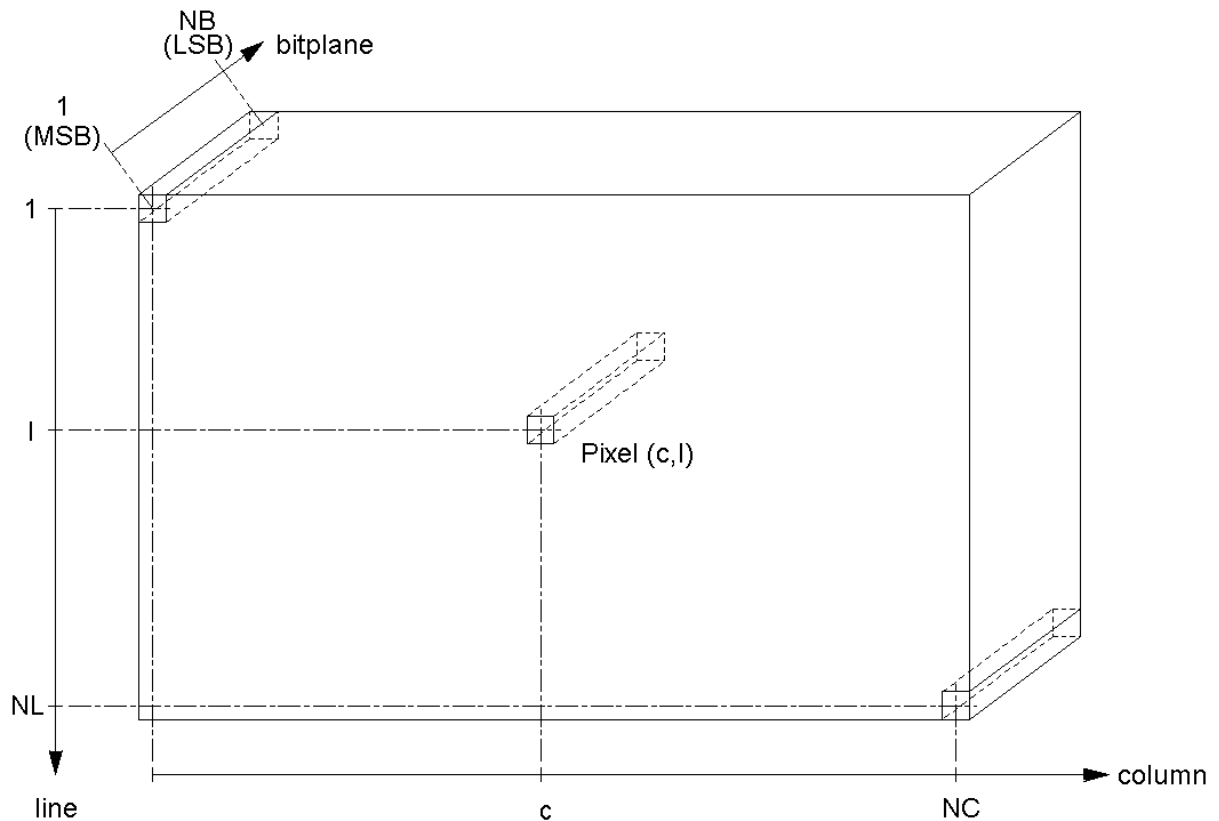


Рис. 3. Структура изображения в формате LRIT/HRIT

### 5.2 Данные МСУ-ГС уровня обработки 1.5

Изображение диска Земли, полученное МСУ-ГС после уровня обработки 1.5, имеет следующие размеры:

- 11136×11136 пикселей для изображений видимого диапазона с пространственным разрешением в подспутниковой точке 1 км;
- 2784×2784 пикселей для изображений видимого и ИК - спектральных диапазонов с пространственным разрешением в подспутниковой точке 4 км.

При размере сегмента 464 строки изображение земного диска будет содержать соответственно 24 файла сегментов с длиной строки 11136 пикселей и 6 файлов сегментов с длиной строки 2784 пиксела.

Нумерация строк и столбцов файлов сегментов изображения идентифицирована тегом заголовка #2 (пространственная привязка изображения).

Сегменты нумеруются. Номера сегментов задаются в теге заголовка #128, а смещение по столбцу задается в теге #2. Направления нумерации сегментов соответствуют направлению кадровой развертки МСУ-ГС.

### 5.3 Имена файлов

Имена файлов в формате LRIT/HRIT формируются так же, как поле данных тега заголовка #4 (аннотация) и полностью ему идентичны.

Пример имен файлов в формате LRIT/HRIT:

– пролог для всех каналов

H-000-GOMS1\_-GOMS1\_4\_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_-PRO\_\_\_\_\_ -200601261200-\_\_\_;

– ИК - канал (5,7 – 7,0мкм), 3 сегмент, сжатые данные, пространственное разрешение 4 км

H-000- GOMS1\_-GOMS1\_4\_\_\_\_\_ -06\_4\_076E -000003\_\_\_ -200601261200-C\_ .

## 6 СТРУКТУРА ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Организация передачи данных в канале распространения основана на требованиях и рекомендациях «Глобальной спецификации LRIT/HRIT версии 2.6 от 12 августа 1999г. («LRIT/HRIT Global Specification», Issue 2.6, Date: 12.08.1999) [Д1].

Входными (исходными) данными для формирования транспортного потока являются файлы LRIT/HRIT. Для обеспечения информационной совместимости с программным обеспечением станций приема информации КА Meteosat 8/9 структура и формат транспортного потока аналогичны (за исключением некоторых констант) документу «MSG Ground Segment LRIT/HRIT Mission, Specific Implementation, Doc. No: EUM/MSG/SPE/057, Issue: 6, Date: 21 June 2006» [Д3].

Канал передачи данных в форматах HRIT/LRIT построен по принципу пакетной телеметрии, рекомендованной Комиссией США по космической радиотелеметрии (CCSDS). Документы CCSDS доступны в формате PDF на web-сайте [www.ccsds.org/](http://www.ccsds.org/)

Информация МСУ-ГС распространяется в форматах LRIT/HRIT поканально-последовательно. Передача осуществляется старшими битами вперед.

### 6.1 Основные сведения

Входными (исходными) данными для распространения являются LRIT/HRIT-файлы имеющие переменную длину. Для обеспечения контроля целостности передачи каждому файлу добавляется транспортный заголовок, включающий в себя циклический файловый счетчик и размер передаваемого LRIT/HRIT-файла. LRIT/HRIT-файл с присоединенным транспортным заголовком называется **транспортным файлом**. Общая структура транспортного файла представлена в табл. 5.

Транспортный заголовок		Данные
Файловый счетчик	Длина поля данных (в битах)	LRIT/HRIT-файл
16 бит	64 бита	$1 \dots (2^{64} - 1)$ бит

Таблица 5. Структура транспортного файла.

Транспортные файлы разбиты на один или более блоков 8190-байтового размера, которые формируют область данных исходного пакета. Последний блок может быть короче и содержать 1...8190 байтов. В конец каждого блока добавляется 2-байтовое значение контрольной суммы (CRC).

## 6.2 Последовательность, размер и назначение данных в исходном пакете

### 6.2.1 Структура исходного пакета

Исходный пакет (CCSDS пакет), в дополнение к исходным (пользовательским) данным, несет информацию, необходимую для сбора, хранения, распределения и обработки спутниковых данных. Структура исходного пакета представлена в табл. 6.

Заголовок исходного пакета (48 бит)							Поле данных пакета (переменная длина)	
Идентификатор пакета				Контроль последовательности		Длина пакета	Пользовательские данные	
Номер версии	Тип	Флаг вторичного заголовка	APID	Флаг последовательности	Счетчик последовательности пакетов		Основные данные	CRC
3 бита	1 бит	1 БИТ	11 бит	2 бита	14 бит	16 бит	Переменная	16 бит
2 байта				2 байта		2 байта	Макс. 8190 байт	2 байта

Таблица 6. Структура исходного пакета.

Назначение полей исходного пакета:

- **номер версии:**  
биты установлены в '000'b. Идентифицирует версию-1 CCSDS пакета;
- **тип:**  
установлен в '0'. Не используется;
- **флаг вторичного заголовка:**  
установлен в '0'. Вторичный заголовок не используется для LRIT/HRIT;
- **APID:**  
идентификатор прикладного процесса. На данный момент установлен в 0 для LRIT и HRIT. Это поле определяет тип данных для конечных прикладных процессов обработки;
- **флаг последовательности:**  
установлен в '3' если пользовательские данные содержат один полный транспортный файл данных;

установлен в '1', если пользовательские данные содержат первую долю (первый 8190-байтовый блок, начало) транспортного файла;

установлен в '0', если пользовательские данные содержат продолжение (одну из частей, блоков) транспортного файла;

установлен в '2', если пользовательские данные содержат последнюю долю (последний блок, конец) транспортного файла;

– **счетчик последовательности пакетов:**

номер пакета в последовательности - это поле представляет собой циклический (до 16383) счетчик числа пакетов.

– **длина пакета:**

это поле содержит значение длины пользовательских данных пакета минус 1;

– **пользовательские данные:**

это поле содержит одну из частей (блоков) транспортного файла;

– **CRC:**

Контрольная сумма **основных данных**. Вычисляется в соответствии с полиномом  $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ .

### 6.2.2 Тестовые пакеты

В случае, когда никакие пользовательские данные не доступны или в испытательных целях, в поток данных транспортного уровня могут быть включены полноразмерные (8190 байт) испытательные пакеты со следующими значениями полей заголовка:

<b>номер версии:</b>	'000'b
<b>тип:</b>	'0'b
<b>флаг вторичного заголовка:</b>	'0'b
<b>APID:</b>	'0x7FF'h
<b>флаг последовательности:</b>	'11'b (несегментировано)
<b>длина пакета:</b>	8190 байт
<b>пользовательские данные:</b>	'все нули'
<b>CRC:</b>	'0x0000'h

### 6.3 Выходные данные транспортного уровня

Выходными данными транспортного уровня является последовательность исходных пакетов содержащих данные транспортных файлов (с возможным включением тестовых пакетов).

## 7 СТРУКТУРА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Передача данных в форматах LRIT/ HRIT построена на базе рекомендаций Комиссии США по космической радиотелеметрии (CCSDS). Документ [Д1] содержит все необходимые понятия и принципы построения пакетной телеметрии применяемой при распространении данных в форматах LRIT/ HRIT. Структура передачи данных представляет собой последовательность транспортных кадров (CADU см. [Д1]) имеющих в своём составе всё необходимое для последующего приёма, восстановления и сборки передаваемых данных.

### 7.1 Транспортный кадр

Транспортный кадр является базовой 1024-байтовой структурой при передаче данных и включает в себя блок данных транспортного уровня, заголовок, проверочные символы Рида-Соломона и синхромаркер. Структура транспортного кадра представлена в табл. 7.

Синхро-маркер	Заголовок транспортного кадра	Поле данных транспортного уровня	Проверочные символы Рида-Соломона
4 байта	6 байт	886 байт	128 байт

Таблица 7. Структура транспортного кадра.

#### 7.1.1 Поле данных транспортного уровня

Поле данных транспортного уровня является структурой длиной 886 байт, включающей в себя 2-байтовый мультиплексный указатель (заголовок) и 884-байтовый блок данных транспортного уровня. Документ [Д1] определяет это поле как M\_PDU (multiplexing protocol data units). Для формирования поля данных выходные данные транспортного уровня (последовательность пакетов) разбиваются на блоки по 884 байта, к которым добавляются заголовки содержащие указатель на первое начало (заголовок)

пакета в блоке. Структура поля данных транспортного уровня представлена в табл. 8.

Заголовок		Пакетная зона				
Не исп.	Указатель на первый заголовок (пакет #k)	Остаток предыдущего пакета #(k - 1)	Пакет #k	Пакет #(k + 1)	...	Начало пакета #m
5 бит	11 бит					
2 байта		884 байта				

Таблица 8. Структура поля данных транспортного уровня.

Первые 5 бит в заголовке поля данных транспортного уровня не используются. В случае если в пакетной зоне отсутствует начало пакета (зона полностью состоит из части одного пакета) указатель на первый заголовок установлен в '0x7FF' HEX.

### 7.1.2 Заголовок транспортного кадра

Заголовок транспортного кадра содержит в себе данные, необходимые для идентификации принадлежности данных, передаваемых в кадре. Построение пакетной телеметрии вводит понятие «**виртуальный канал**» для передачи в одном потоке данных от различных, не взаимосвязанных между собой, источников (приборов установленных на борту КА). Документ [Д1] определяет это поле как VCDU – Virtual Channel Data Unit). Виртуальный канал состоит из заголовка транспортного кадра и поля данных транспортного уровня. Структура виртуального кадра представлена в табл. 10

Заголовок виртуального кадра	Зона данных виртуального кадра (поле данных транспортного уровня)
6 байт	886 байт

Таблица. 10. Структура виртуального кадра (VCDU).

Структура заголовка транспортного (виртуального) кадра представлена в таблице 9.

№ Версии	Идентификатор транспортного кадра		Счетчик виртуальных кадров	Сигнальное поле	
	Иденти- фикатор КА	Иденти- фикатор виртуального канала		Флаг воспроизведения	Не исп.
2 бита	8 бит	6 бит	24 бит	1 бит	7 бит
6 байт					

Таблица. 9. Структура заголовка транспортного кадра.

Назначение полей заголовка следующее:

- **№ версии:**  
установлено в '01'b;
- **Идентификатор КА:**  
номер КА, присваиваемый CCSDS: '0x00'h;
- **Идентификатор виртуального канала:**  
определяет принадлежность данных. Для LRIT = 0, для HRIT = 1;
- **Счетчик виртуальных кадров:**  
это поле представляет собой циклический (до 16777216) счетчик числа кадров данного виртуального канала;
- **Сигнальное поле:**  
Флаг воспроизведения установлен в '0' для данных поступающих в режиме реального времени. Значение '1' указывает на воспроизведение данных с ЗУ. Все не используемые биты в сигнальном поле установлены в '0'b.

### 7.1.3 Пустой транспортный кадр

В случаях когда необходимо обеспечить заполнение транспортного потока для поддержания его непрерывности, обеспечения заявленной символьной скорости передачи данных или в испытательных целях – в поток вставляется транспортный кадр с «пустым» виртуальным кадром (в [Д1] описан как «Fill VCDU»). Значение полей заголовка «пустого» виртуального кадра следующее:

**№ версии:** установлено в '01'b;



**Идентификатор КА:** ‘0x00’h;

**Идентификатор виртуального канала:** 63 (‘все единицы’);

**Счетчик виртуальных кадров:** текущее значения счетчика пустых кадров;

**Сигнальное поле:** ‘все нули’;

**Поле данных транспортного уровня:** ‘все нули’;

#### 7.1.4 Помехозащищающее кодирование Рида – Соломона

Для обеспечения возможности контроля и коррекции ошибок в пределах транспортного кадра каждый виртуальный кадр кодируется кодом Рида-Соломона (255, 223) с перемежением 4. Проверочные символы Рида-Соломона для виртуального кадра записываются в соответствующее 128-байтовое поле в конце транспортного кадра.

#### 7.1.5 Синхромаркер

Для обозначения начала каждого транспортного кадра в последовательном потоке данных в структуре кадра размещен синхромаркер ‘1ACFFC1D’h.

#### 7.1.6 Рандомизация

Каждый транспортный кадр, **не включая синхромаркер**, подвергается наложению псевдослучайной последовательности (рандомизации), заключающейся в побайтном выполнении операции «Исключающее ИЛИ » между данными и псевдослучайной последовательностью. Псевдослучайная последовательность строится в соответствии с полиномом

$$h(x) = x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + 1.$$

Начальное состояние при формировании последовательности – все единицы.

Первые 255 бит псевдослучайной последовательности от генератора показаны ниже.

1111 1111 0100 1000 0000 1110 1100 0000 1001 1010 0000 1101  
 0111 0000 1011 1100 1000 1110 0010 1100 1001 0011 1010 1101 1010  
 0111 1011 0111 0100 0110 1100 1110 0101 1010 1001 0111 0111 1101  
 1100 1100 0011 0010 1010 0010 1011 1111 0011 1110 0000 1010 0001  
 0000 1111 0001 1000 1000 1001 0100 1100 1101 1110 1010 1011 000...

## 8 ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО РАДИОКАНАЛУ

Входными данными при физической передаче является последовательность транспортных кадров, представляемая как непрерывный битовый поток.

### 8.1 Свёрточное кодирование

Для повышения помехозащищенности данных входной поток подвергается свёрточному кодированию со следующими параметрами свёртки:

- избыточность  $R = 1/2$ ;
- длина кодового вектора  $K = 7$ ;
- рабочие векторы на выходах кодера  $G1 = 1111001$ ,  $G2 = 1011011$ ,  
( $G2$  – не инвертируется).
- $G1$  передаётся первым.

### 8.2 Передача в радиолинию

Основные параметры передачи данных LRIT/HRIT по радиоканалу представлены в таблице 11.

Параметр	LRIT	HRIT
Центральная частота	1691,0 МГц	1691,0 МГц
Ширина спектра (BW)	0,660 МГц	1,960 МГц
Поляризация	Правая круговая	

Скорость передачи исходной информации	128 Кбит/с	1 Мбит/с
Скорость передачи в радиоканале	294 Кбит/с	2,3 Мбит/с
Модуляция	PCM/NRZ/BPSK	PCM/NRZ/SQPSK
Эквивалентная изотропно-излучаемая мощность КА «Электро-Л» (P*G)	22 дБ*Вт	22 дБ*Вт
Добротность приемной станции	$\geq 4.5$ дБ/К	$\geq 9.5$ дБ/К

Таблица 11. Параметры передачи данных LRIT/HRIT по радиоканалу.