

**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

Направление	11.03.01 - Радиотехника
Профиль	11.03.01-02 Аудиовизуальная техника
Факультет	РТ
Кафедра	ТВ

К защите допустить

Зав. кафедрой

Лысенко Н. В.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА**

**Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОСТРОЕНИЯ КОСМИ-
ЧЕСКИХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ВИДЕОИНФОР-
МАЦИИ**

Студентка	<hr/>	Петрова Е.В.
	<i>подпись</i>	
Руководитель	<hr/>	Морозов А.В.
	<i>подпись</i>	
Консультант	<hr/>	Иванов А.Н.
(к.т.н., доцент)	<i>подпись</i>	

Санкт-Петербург

2017

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Утверждаю
Зав. кафедрой ТВ
_____ Лысенко Н.В.
«___» _____ 20__ г.

Студентка Петрова Е.В. Группа 3105

Тема работы: Исследование способов построения космических бортовых систем накопления видеоинформации

Место выполнения ВКР: кафедра ТВ и ВТ СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Исходные данные (технические требования):

Система из 10 видеокамер; Full HD видео; 25 суток; не менее 10 Мбит/с.

Исследование влияния сжатия на видеоинформацию.

Содержание ВКР: Архитектура современных систем накопления информации, накопление видеоинформации в космических ТВ-системах, функциональная схема космической системы накопления видеоинформации, исследование влияния сжатия на видеоинформацию.

Перечень отчетных материалов: пояснительная записка, иллюстративный материал.

Дополнительные разделы: Безопасность жизнедеятельности

Дата выдачи задания

«___» _____ 20__ г.

Дата представления ВКР к защите

«___» _____ 20__ г.

Студентка

Петрова Е.В.

Руководитель

Морозов А.В.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Утверждаю

Зав. кафедрой ТВ

_____ Лысенко Н. В.

« ____ » _____ 20 ____ г.

Студентка Петрова Е.В.

Группа 3105

Тема работы: Исследование способов построения космических бортовых систем накопления видеоинформации

№ п/п	Наименование работ	Срок выполнения
1	Архитектура современных систем накопления информации	24.04- 03.05
2	Накопление видеоинформации в космических ТВ-системах	04.05 – 12.05
3	Функциональная схема космической системы накопления видеоинформации	13.05 – 22.05
4	Исследование влияния сжатия на видеоинформацию	23.05 – 04.06

Студентка

Петрова Е.В.

Руководитель

Морозов А. В.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 41 стр., 25 рис., 8 ист..

В данной работе рассматривается способ построения системы накопления видеоинформации в космическом пространстве. Было проведено исследование, показывающее влияние кодирования с различными значениями битрейта на сжатие информации и на сюжет кадров. Для каждого из выбранных сюжетов была рассчитана ошибка кодирования. Для расчетов и получения графических результатов исследования была использована среда MATLAB. Все операции с видеофайлами осуществлялись с помощью возможностей набора библиотек FFmpeg.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Архитектура современных систем накопления информации.....	8
1.1 Способы построения систем накопления информации.....	8
1.2 Технические средства для накопления информации.....	20
2 Накопление видеоинформации в космических ТВ-системах.....	25
2.1 Условия эксплуатации технических средств в космическом пространстве	25
2.2 Требования к космическим системам накопления видеоинформации.....	25
3 Функциональная схема космической системы накопления видеоинфор- мации.....	30
4 Исследование влияния сжатия на видеоинформацию.....	42
4.1 Общие сведения.....	42
4.2 Исследование кодирования видеоданных	42
5 Безопасность жизнедеятельности	54
Заключение	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	42

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существуют различные устройства для накопления информации, максимальный объем которых постоянно увеличивается. Далеко не всегда есть возможность использовать системы накопления информации для хранения большого объема данных, либо даже их бывает недостаточно. Для уменьшения количества данных, передаваемых по каналам связи, или хранимых на устройствах памяти используются различные методы сжатия. Сжатие является неотъемлемой частью информационного мира. Наиболее высокую степень сжатия обеспечивает сжатие с потерями, но при этом декодированный файл может очень сильно отличаться от исходного.

В выпускной квалификационной работе представлен обзор современных технических средств для накопления информации, предложена система накопления видеоинформации для космического пространства и проведено исследование влияния кодирования на сжатие информации, результаты которого представлены в графическом виде. В исследовании был произведен расчет ошибки кодирования с помощью среды MATLAB.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ОЗУ-оперативное запоминающее устройство

NAS- Network Attached Storage

БРЭА-бортовая радиоэлектронная аппаратура

RAID- Redundant Array of Independent Disks

1. Архитектура современных систем накопления информации

1.1 Способы построения систем накопления информации

Запоминающее устройство - носитель информации, предназначенный для записи, хранения и воспроизведения данных.

Сетевое хранилище(NAS)- система для хранения большого объема данных. Система может содержать в себе как один, так и несколько дисков. Часто NAS объединяют в RAID-массивы.

RAID-массив, состоящий из нескольких дисков. Массив увеличивает скорость чтения/записи данных и повышает надежность хранения информации. В рейд-массив нужно объединять одинаковые диски. Существуют различные конфигурации рейда, которые, соответственно, обладают разными свойствами.

RAID 0-массив, использующий несколько совместно обрабатывающих информацию дисков, благодаря чему повышается производительность (рисунок 1). Информация разбивается на блоки и записывается на диски поочередно. Недостатком данной конфигурации является ненадежность.

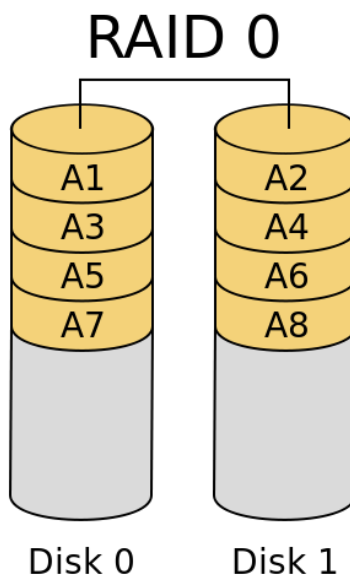


Рисунок 1-Схема RAID 0

RAID 1- массив с дублированием (рисунок 2). В нем используется пара или более дисков, на которые пишется одинаковая информация. В

случае отказа одного из них, второй продолжает работать. Данный массив обеспечивает высокую надежность.

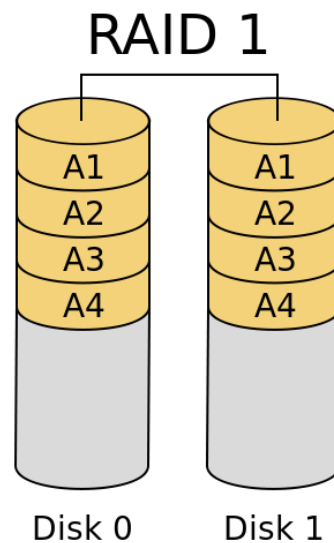


Рисунок 2-Схема RAID 1

RAID 2-в данном варианте используется 2 группы дисков: для хранения данных и для кодов коррекции ошибок (рисунок 3). В случае выхода из строя какого-либо диска, с помощью кодов коррекции ошибок возможно восстановление данных. Используют код Хэмминга.

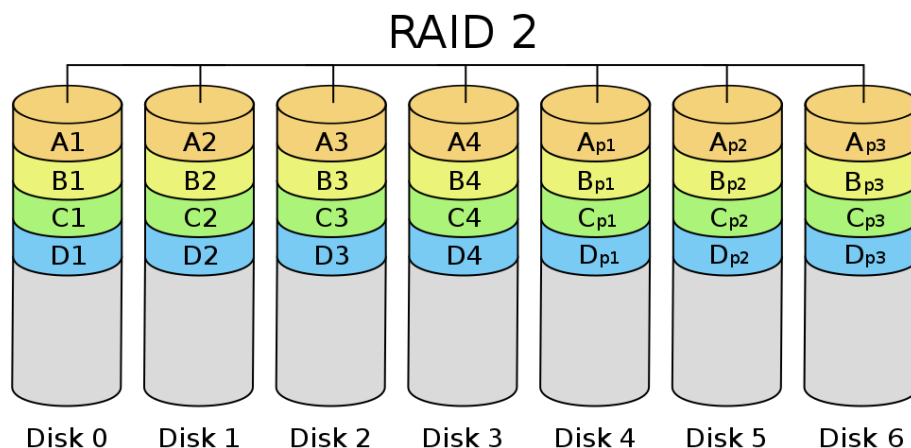


Рисунок 3-Схема RAID 2

RAID 3 и RAID 4 также построены на использовании кода Хэмминга.

RAID 5- самая популярная конфигурация (рисунок 4). Является более безопасной версией RAID 0. В данном массиве все диски, кроме од-

ного, объединяются в RAID 0. Тот диск, который не объединен, хранит в себе служебную информацию, необходимую для восстановления одного из дисков.

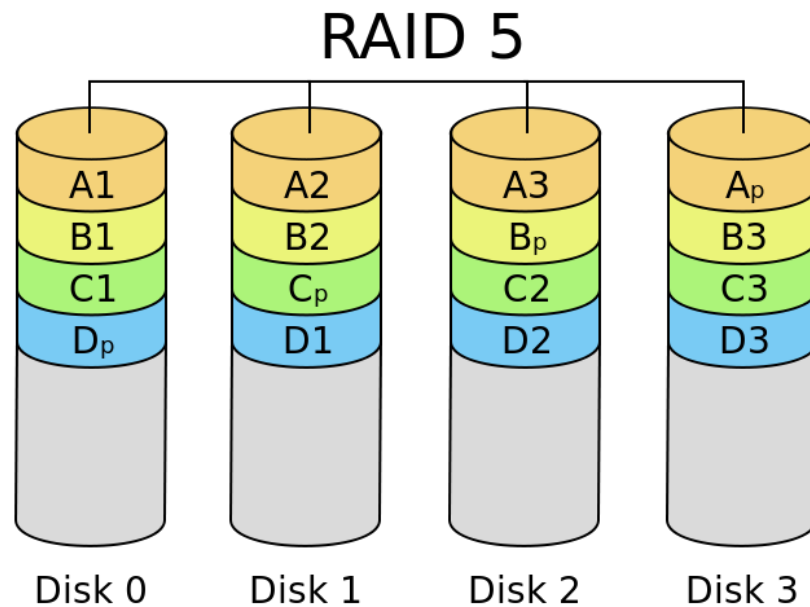


Рисунок 4-Схема RAID 5

RAID 6- похож на RAID 5, только для хранения служебной информации используется два диска, для хранения данных-три (рисунок 5).

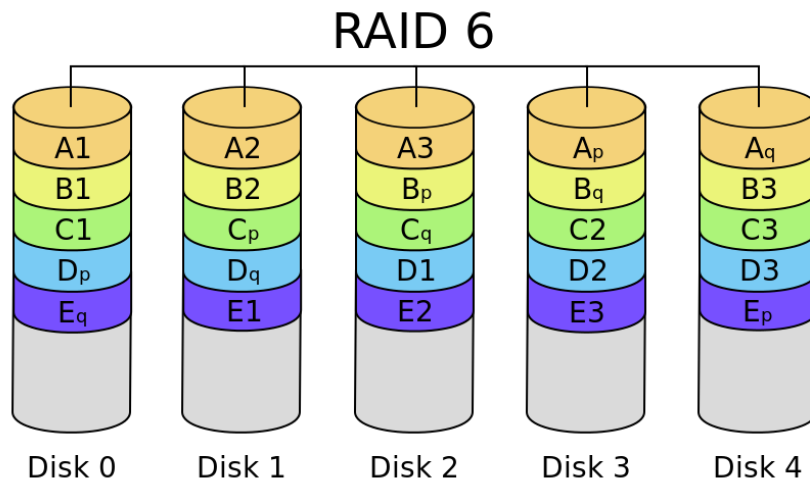


Рисунок 5- Схема RAID 6

RAID 0-RAID 6 являются базовыми уровнями, помимо которых существуют комбинированные уровни.

1.2 Технические средства для накопления информации

Оперативная память(Random Access Memory)-энергозависимая память с произвольным доступом, является областью временного хранения информации (рисунок 6).

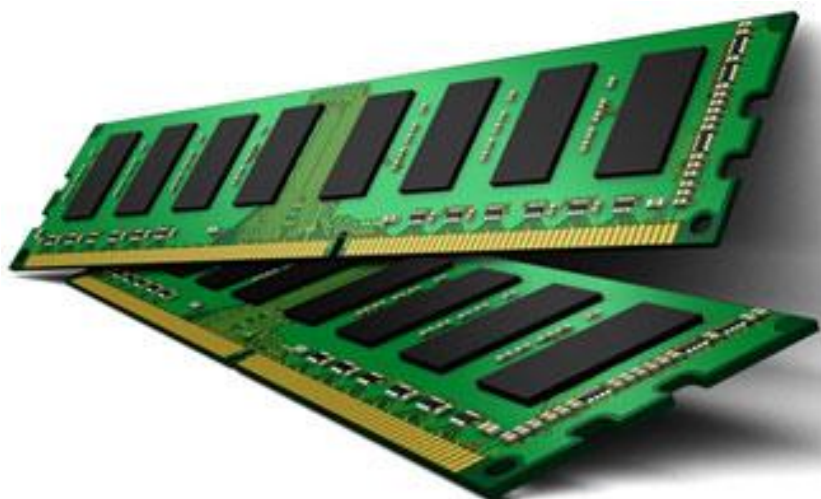


Рисунок 6-Оперативная память

Оперативная память состоит из ячеек, в которых хранится определенный объем данных. Если в какую-либо ячейку производится запись данных, то информация, которая хранилась в ней до поступления новых данных, будет утеряна

Оперативная память является посредником между процессором и носителями информации. Обмен данными между процессором и накопителем может происходить как напрямую, так и с использованием кэш-памяти.

Произвольный доступ значит, что при необходимости можно получить доступ к любой ячейке памяти за одинаковое количество времени (рисунок 7). Скорость доступа не меняется от местоположения необходимой информации, что является большим плюсом.

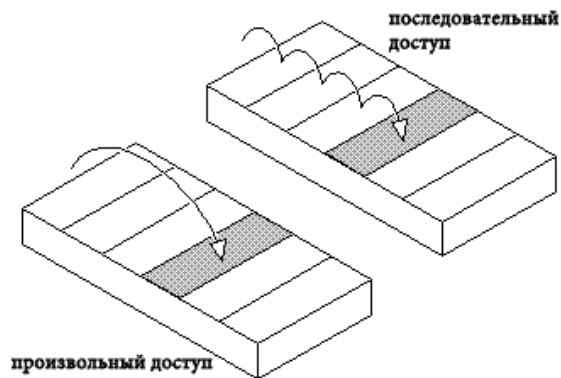


Рисунок 7-Память с произвольным и последовательным доступом

Оперативная память довольно редко выходит из строя. Часто повреждённая память начинает допускать ошибки, которые приводят к нестабильной работе устройств.

Без использования в электронных устройствах оперативной памяти, все операции осуществлялись бы очень медленно, и для считывания данных с носителя информации требовалось бы гораздо большее количество времени.

Жесткий диск(HDD)-это устройство долговременного хранения данных (рисунок 8).



Рисунок 8-Жесткий диск

Жесткий диск является энергонезависимой памятью, информация на него записывается на пластины, покрытые ферромагнитным материалом. Запись и чтение производятся с помощью считывающих головок, при этом головка не касается пластин.

Популярные интерфейсы подключения HDD:

SATA-последовательный интерфейс, который дает возможность подключения только одного устройства (рисунок 9). Имеет разные ревизии, которые характеризуются различными скоростями передачи/обмена данными. SATA имеет скорость обмена данными до 150 Мб/с, SATA II- скорость обмена данными до 300 МБ/с, SATA III – скорость обмена данными у данной ревизии составляет до 6 Гбит/с.

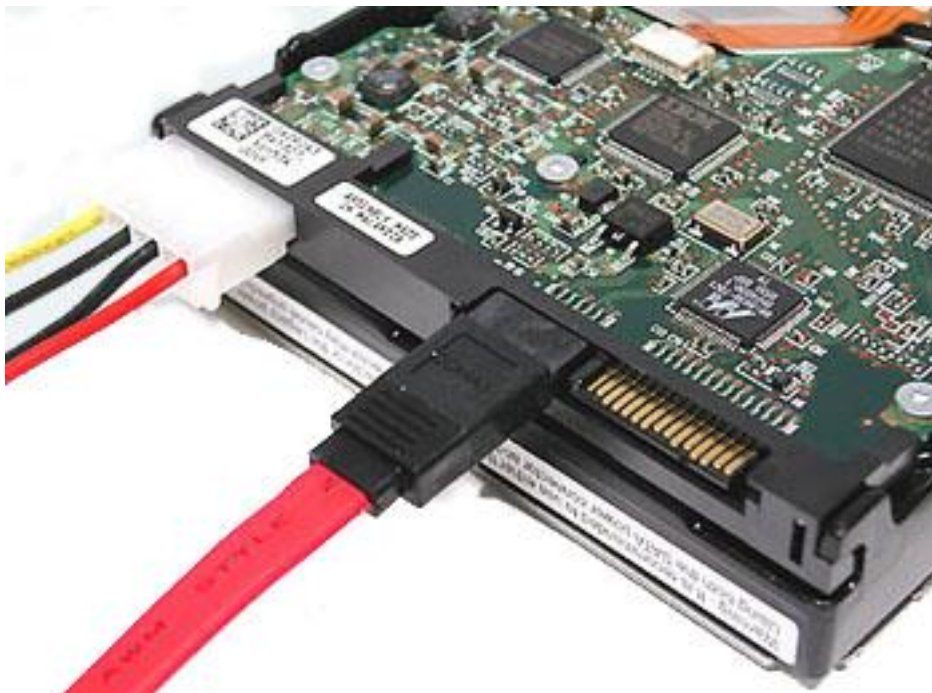


Рисунок 9-Интерфейс SATA

USB-последовательный интерфейс, который помимо обмена данными обеспечивает питание устройства (рисунок 10). У 3 ревизии данного интерфейса скорость обмена данными до 380 Мб/с.

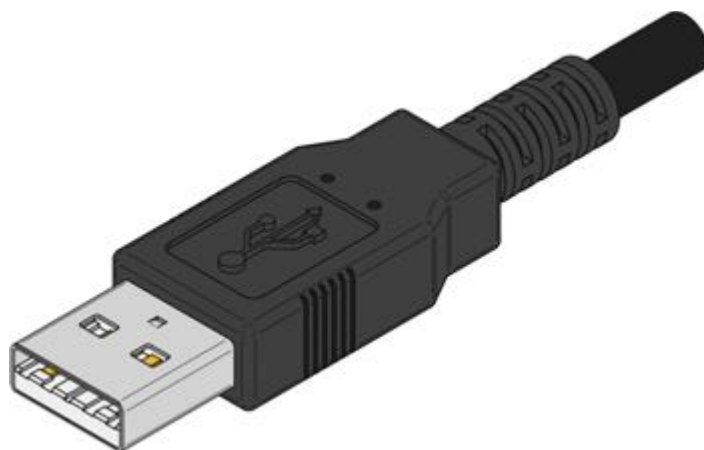


Рисунок 10-Интерфейс USB

Твердотельный накопитель(SSD)- запоминающее устройство, состоящее из микросхем памяти, также содержит управляющий контроллер (рисунок 11).

В твердотельных накопителях, в отличие от жестких дисков, нет подвижных частей, что делает их более устойчивыми к падениям и ударам. В большинстве твердотельных накопителей используется память типа NAND.



Рисунок 11-Твердотельный накопитель

Важной характеристикой накопителей является IOPS-количество операций ввода/вывода, характеризует производительность устройств хранения.

Наработка на отказ-количество часов от момента включения диска до его отказа; характеризует надежность устройства.

Объем данных, записываемый на SSD в день, можно рассчитать по формуле :

$$DWPD = \frac{TBW}{Capacity \times 365 \times 3},$$

где DWPD- показатель, который дает понять, сколько раз можно перезаписать весь объем SSD диска в день по отношению к гарантийному сроку; TBW- объем данных, который можно записать на диск за все время его использования; Capacity- объем SSD; 365-количество дней в году; 3- количество гарантийных лет.

На срок службы SSD влияет такой параметр, как количество циклов записи-стирания. Количество циклов записи-стирания определяется типом используемых чипов (рисунок 12). В TLC чипах в каждой ячейке может храниться три бита информации, MLC-два или больше, SLC-только один бит. Самыми долговечными являются SSD с чипами SLC, данные чипы гарантируют порядка 100 тысяч циклов перезаписи.

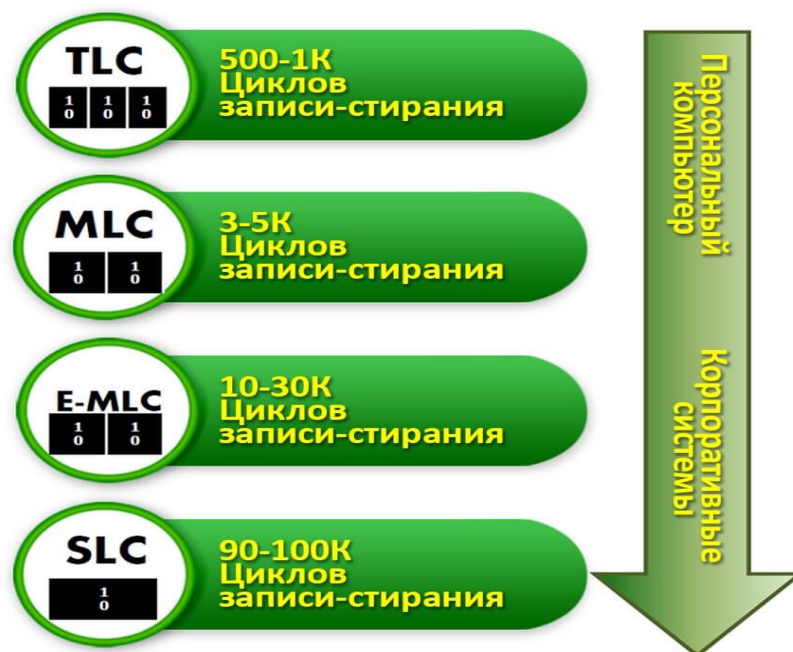


Рисунок 12-Виды чипов в SSD

Существуют пользовательские и корпоративные SSD устройства, последние, согласно стандарту JEDEC(рисунок 13), имеют меньшее количество ошибок данных на бит(UBER) и обязаны обеспечивать запись заявленного количества информации в режиме 24/7 что дает преимущество перед пользовательским классом устройств.

Application Class	Workload	Active Use (power on)	Retention Use (power off)	Functional Failure Rqmt (FFR)	UBER
Client	Client	40°C 8 hrs/day	30°C 1 year	≤3%	≤10 ⁻¹⁵
Enterprise	Enterprise	55°C 24hrs/day	40°C 3 months	≤3%	≤10 ⁻¹⁶

Рисунок 13-Стандарт JEDEC

2. НАКОПЛЕНИЕ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В КОСМИЧЕСКИХ ТВ-СИСТЕМАХ

2.1 Условия эксплуатации технических средств в космическом пространстве

На функционирование бортовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭА) при ее эксплуатации влияют многочисленные факторы. Особое значение имеет воздействие полей ионизирующих излучений космического пространства.

Длительное воздействие потока частиц с невысокими энергиями приводит к ионизации материала и смещению параметров элементов. В выключенном состоянии накопление заряда происходит медленнее, так как электрическое поле отсутствует и не препятствует релаксации заряда. Накопленная доза радиации, при которой устройство продолжает нормально функционировать, индивидуальна для каждого устройства.

Поглощенная доза- энергия, поглощенная материалами электронных компонентов. Поглощенная доза, при которой происходит отказ компонентов, является предельной накопленной дозой.

Существует 2 класса одиночных сбоев. Первым классом являются обратимые и переходные сбои. Вторым-необратимые катастрофические отказы:

-SEE (single event latch up — защелка)

-SEB (single event burnout) — пробой истоковой области в мощных металл-окислах полупроводниковых транзисторов (МОПТ)

-SEGR (single event gate rupture) — пробой подзатворного диэлектрика в МОПТ.

Локальные эффекты в ИС, вызванные воздействием отдельных частиц, получили название Single Event Effects (SEE). Влияние одиночных частиц связано с эффектом ионизации.

Эффект SEE есть случайное возникновение импульсного сигнала в некотором участке схемы устройства, вызванное попаданием отдельной частицы излучения в транзисторную структуру интегральной схемы.

Выделяют неустранимый отказ (hard error) и устранимый отказ (soft error), т. е. сбой.

Сбой-устранимый отказ, устранение которого может происходить как без вмешательства системы (самоустранение), так и с использованием специальных процедур.

Неустранимые отказы связаны с физическим разрушением полупроводниковой структуры. Таковыми являются разрушение транзистора и пробой изолятора.

Наиболее частыми являются отказы, связанные с кратковременным изменением уровня напряжения на выходе логического элемента («ложным» импульсом). Такое событие в схеме называют кратковременным импульсным сигналом (Single Event Transient — SET).

Еще один эффект от попадания частиц — одиночный сбой-защелкивание. Данный вид отказа возникает при активации паразитных тиристорных структур, присутствующих в ИС, построенных по КМОП-технологии. В результате через образовавшийся в паразитной тиристорной структуре канал начинает протекать значительный ток, который может привести к локальному перегреву и разрушению элементов ИС. SEL устраняется снятием питания с ИС. Определить возникновение SEL можно по резкому увеличению энергопотребления ИС.

Информационные отказы могут вызываться как влиянием накопленной дозы радиации, так и одиночными событиями.

Микросхемы Flash-памяти перестают функционировать при облучении дозами несколько десятков килорад.

Повышение предельной накопленной дозы достигается за счет совершенствования элементной базы, процессов производства, тренировки ИС и организации их работы в системе (экранирование, холодный резерв).

Рассмотрим проявление эффекта типа «одиночный сбой-защелкивание» (SEL). Из одиночных сбоев данный тип является самым опасным по тяжести последствий, так как при отсутствии средств защиты приводит к невозстанавливаемым отказам аппаратуры. Однако, как показывают исследования, для возникновения SEL в обычных КМОП-

структурах энергия частицы должна быть намного больше, чем для переключения запоминающего элемента. Основное направление работ по уменьшению эффектов SEL связано с технологией формирования полупроводниковых структур. Устройства, построенные на технологии «кремний на изоляторе» (Silicon-oninsulator — SOI), существенно меньше подвержены SEL. Основным методом борьбы с SEL является снятие питания с устройства. Для срабатывания защиты рекомендуется порог порядка 10–20 % от нормального энергопотребления.

Эффекты SET приводят к появлению «ложных» импульсов в сети логических элементов, т. е. вызывают события, аналогичные тем, которые вызывают внешние электромагнитные помехи и помехи по цепям питания в схемах на печатных платах. Эти события можно трактовать как риск сбоя. Если, распространяясь по цепи, они приводят к ложным переключениям элементов памяти, то устройство меняет свое состояние. Это означает, что происходит сбой, или восстанавливаемый отказ, по проявлению аналогичный SEU.

2.2 Требования к космическим системам накопления видеоинформации для космических ТВ-систем

Для космических систем немаловажен такой параметр, как радиационная стойкость. Радиационная стойкость делится на два типа: RT (Radiation Tolerant), невосприимчивые к радиации, или выдерживающие уровень излучения от 25 до 100 кРад, и RH (Radiation Hardened), защищенные от радиации, или выдерживающие уровень излучения от 100 до 300 кРад.

Требования к аппаратуре космической техники согласно ГОСТ РВ 20.39.304-98:

- Синусоидальная вибрация-100 м/с²

- Механический удар одиночного действия-1500 м/с² при воздействии длительностью 0,3-1 мс.

-Механический удар многократного действия-50 м/с² при воздействии длительностью 2-10 мс.

-Повышенная температура среды-40 градусов Цельсия.

-Пониженная температура среды-минус 10 градусов Цельсия.

3.ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

На рисунке ? изображена электрическая функциональная схема системы накопления видеоинформации.

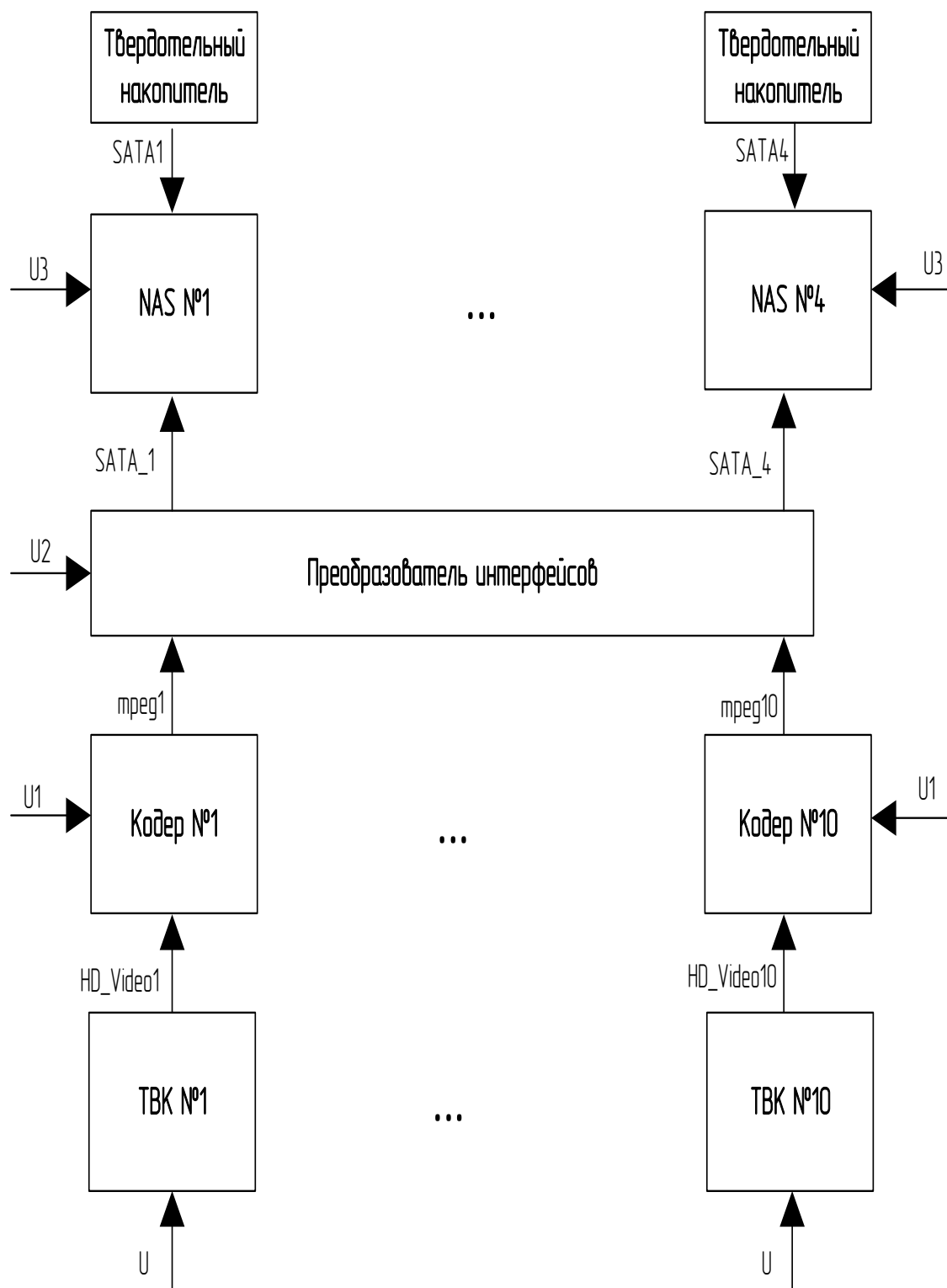


Рисунок 14-Электрическая функциональная схема

Основными блоками схемы являются: видеокамеры с разрешением Full HD, кодеры, преобразователь интерфейсов, хранилища NAS с SSD накопителями.

В данной системе можно использовать радиационно-стойкие видеокамеры RC720CPB03A(рисунок ??) от компании Mirion Technologies. Эти камеры обладают радиационной стойкостью величиной 1 мегагрей и рабочей мощностью облучения 100 грей/час.



Рисунок 15-Видеокамера RC720CPB03A

Кодеры в системе используются для уменьшения объема данных, выходящих с видеокамер, для возможности записи большего количества информации на имеющиеся устройства памяти. Преобразователь интерфейсов необходим так как для системы NAS необходим интерфейс SATA, с помощью которого данные с кодера будут поступать в накопители для дальнейшего хранения. Систему NAS можно использовать от компании NETGEAR(рисунок ?) с четырьмя отсеками для накопителей, различными интерфейсами(USB, SATA), горячей заменой дисков и несколькими режимами RAID, в частности, RAID 10, который обеспечивает высокую надежность.



Рисунок 16-Сетевое хранилище NETGEAR

В качестве накопителей можно использовать SSD PM1633a(рисунок ?) от компании Samsung емкостью в 16 терабайт. Данные накопители обладают средней наработкой на отказ 2000000 часов, количеством ошибок данных на бит- 10^{17} , число операций произвольной записи в секунду-31000 IOPS ,число операций произвольного чтения в секунду-195000 IOPS. Все это является неплохими показателями для SSD накопителя.



Рисунок 17-SSD Samsung PM1633

Представленная система накопления информации сможет записать 256 терабайт информации.

4.ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЖАТИЯ НА ВИДЕОИНФОРМАЦИЮ

4.1 Общие сведения

В данном разделе будет произведено исследование влияния битрейта и ошибки кодирования на сюжет. Для работы был использован набор библиотек для обработки аудио- и видеозаписей FFmpeg, работа с кадрами осуществлялась в среде MATLAB.

Сжатие-преобразование информации, в результате которого требуется меньший объем памяти для ее хранения.

Сжатие используется для сокращения объема данных, благодаря чему требуется меньшее пространство памяти для хранения и упрощается передача данных. Особенно актуальным сжатие становится в случае обработки больших объемов информации при малых объемах накопителей данных. Постоянно возникает необходимость уменьшения избыточности или сжатия данных.

Алгоритмы сжатия бывают с потерями и без. Алгоритмы с потерями позволяют значительно сократить объем информации, при этом декодированные данные могут сильно отличаться от исходных. Алгоритмы сжатия без потерь позволяют восстановить данные без каких-либо искажений.

Кодек-программа, предназначенная для кодирования и декодирования данных. Кодер, в свою очередь, является частью кодека.

Если при кодировании данных происходит изменение их содержимого, то метод сжатия является необратимым, то есть при восстановлении данных не происходит полное восстановление информации. Такие методы применимы для данных, для которых потеря части содержимого не приводит к существенному искажению информации.

Если же при сжатии происходит только изменение структуры данных, то метод называется обратимым. В данном случае происходит полное восстановление информации. Обратимые методы сжатия можно применять

для любых типов данных, но данный метод дает меньшую степень сжатия, чем необратимые.

Стандарт H.264 предназначен для сжатия видеоданных с сохранением высокого качества. H.264 обеспечивает сжатие с потерями, отбрасывая избыточную информацию и сохраняя важную. Кодек делит кадр на макроблоки и ищет то, что изменилось, а что осталось таким же. Компенсацией движения, осуществляемой в данном кодеке, можно добиться существенного сжатия данных. В данном случае кодируются отличия векторов движения.

Битрейт-количество битов памяти, используемое для передачи (хранения) одной секунды мультимедиа файлов.

Наиболее часто битрейт измеряется в количестве килобит в секунду (Кбит/с, Kbps). Битрейт-характеристика, влияющая на качество и размер мультимедиа. Чем больше битрейт, с которым были записаны файлы, тем лучше будет их качество и тем большее количество памяти будут занимать файлы.

4.2 Исследование кодирования видеоданных

Для исследования были взяты 3 видеозаписи с различным сюжетом: в первой видеозаписи акцент был сделан на крупной детали, во второй появились мелкие детали, в третьей кадры состоят только из мелких деталей. Каждая видеозапись была разбита на кадры в формате BMP с помощью библиотек FFmpeg. Затем из 25 полученных кадров для каждой видеозаписи с помощью кодека H.264 и задания различных значений битрейта от 100 Мбит/с до 50 кбит/с были получены новые видеофайлы в формате AVI. Из каждого полученного файла был взят 7 кадр и в среде MATLAB была рассчитана ошибка кодирования произведен ее графический анализ для различных значений битрейта и разных сюжетов. Ошибка кодирования вычисляется следующим образом:

$$\varepsilon = \frac{D_{\text{разн}}}{D_{\text{макс}}},$$

где ε -ошибка кодирования; $D_{\text{разн}}$ -дисперсия разностного кадра; $D_{\text{макс}}$ -дисперсия эталонного кадра.

При анализе графических результатов было выявлено, что наибольшей ошибкой кодирования при одинаковом битрейте обладает кадр с только мелкими деталями (рисунок ?). При маленьких значениях битрейта картинка становится неприятной глазу, а детали трудноразличимы (рисунки ?).



Рисунок 18- Сжатое и несжатое изображение

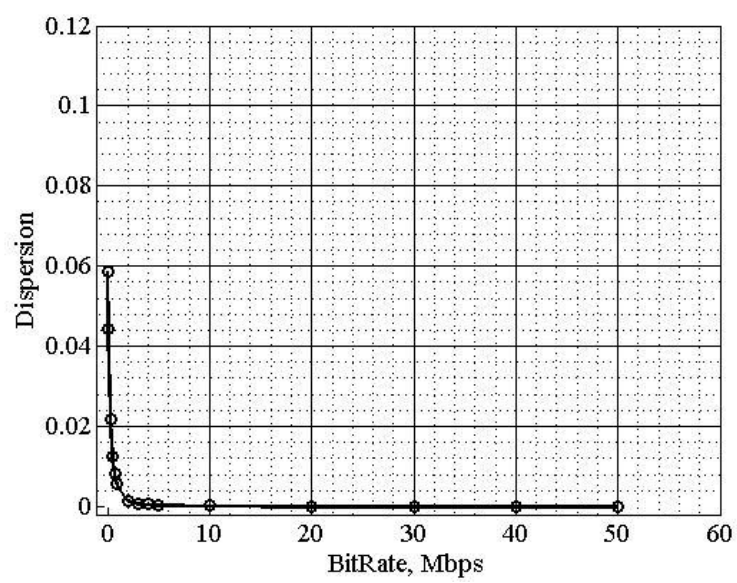


Рисунок 19-Графическое представление ошибки



Рисунок 20-Несжатое и сжатое изображение

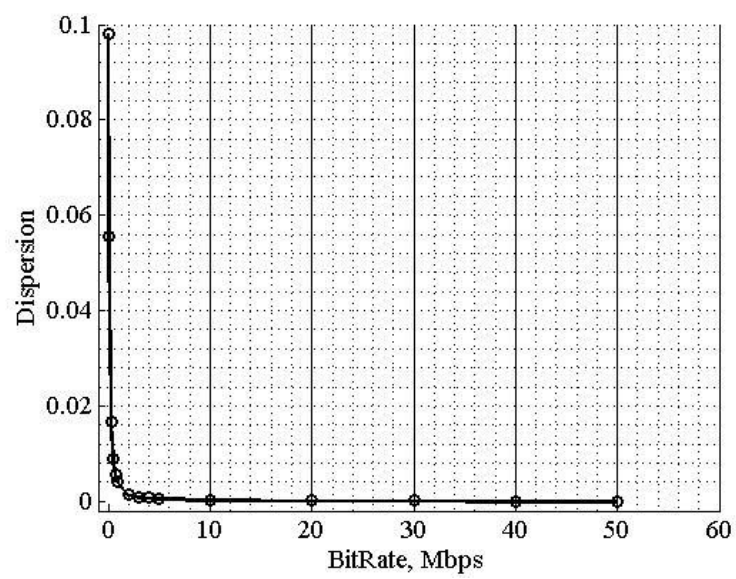


Рисунок 21-Графическое представление ошибки





Рисунок 22-Несжатое и сжатое изображение

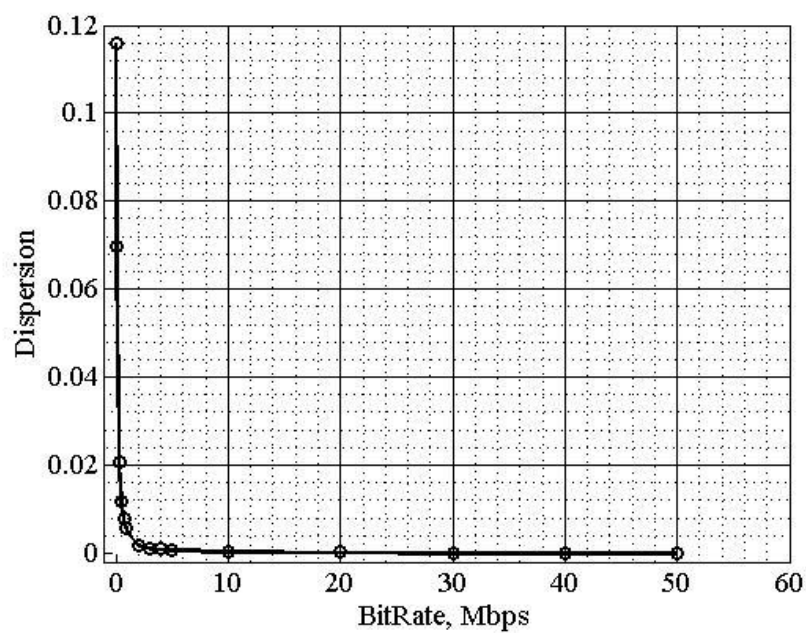


Рисунок 23-Графическое представление ошибки

При сравнении графических результатов трех различных сюжетов было выяснено, что максимальную ошибку при минимальном битрейте имеет сюжет, состоящий из мелких деталей. Также исследование показало, что при снижении битрейта примерно до 2 Мбит/с ошибка была равна или практически равна нулю и была почти одинаковой для всех сюжетов.

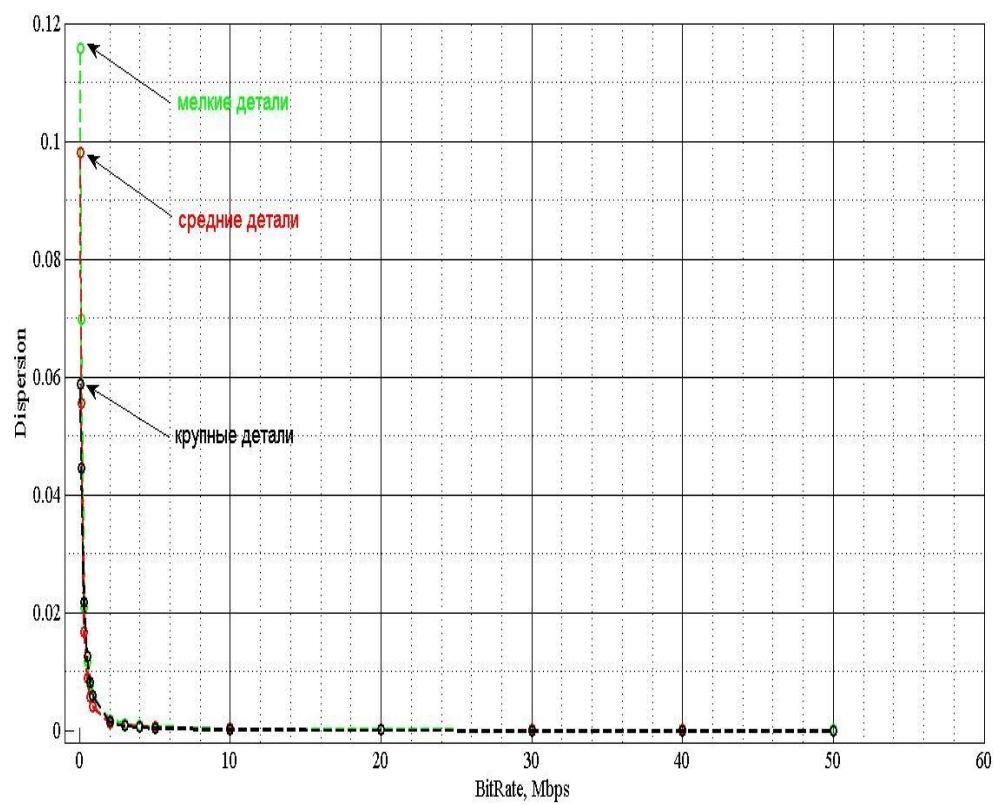


Рисунок 24-Графическое представление ошибок

5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В аппаратных средствах в процессе эксплуатации нередко возникают отказы элементов системы. Для эффективной и безопасной эксплуатации технологий важно соблюдение общего подхода к вопросам обеспечения безопасности, который изложен в ГОСТ Р МЭК 61508.

Организация, ответственная за Э/Э/ПЭ систему, связанную с безопасностью, или за одну или несколько стадий жизненных циклов всей системы безопасности, Э/Э/ПЭ системы безопасности и программного обеспечения системы безопасности, должна выделить одного или более сотрудников, несущих полную ответственность за:

- систему и стадии ее жизненного цикла;
- координацию действий, связанных с безопасностью, выполняемых на этих стадиях;
- взаимодействие между этими стадиями и другими стадиями, выполняемыми другими организациями;
- координацию оценки функциональной безопасности особенно на тех стадиях, где выполнение оценки функциональной безопасности различается, включая взаимодействие, планирование, а также обобщение документации, обоснований и рекомендаций;
- убеждение в том, что функциональная безопасность выполнена и продемонстрировано соответствие целями и требованиями данного стандарта.

Необходима разработка процедур, предназначенных для обеспечения быстрого исполнения решений и учета рекомендаций, связанных с безопасностью и сформированных по результатам:

- a) анализа опасностей и рисков;
- b) оценки функциональной безопасности;
- c) действий по верификации;

d) действий по подтверждению соответствия;

e) управления конфигурацией;

f) отчетов и анализа инцидентов.

Необходимы процедуры, гарантирующие анализ всех обнаруженных опасных событий и появление рекомендаций по минимизации возможности их повторения.

Для выполнения на систематической основе всех действий, которые необходимы для достижения необходимой полноты безопасности для функций безопасности, в данном стандарте в качестве технического подхода принят жизненный цикл всей системы безопасности.

Жизненный цикл всей системы безопасности должен являться основой при декларировании соответствия настоящему стандарту, при этом может использоваться жизненный цикл всей системы безопасности, отличный от того, что показан на рисунке 1, при условии выполнения всех целей и требований разделов данного стандарта.

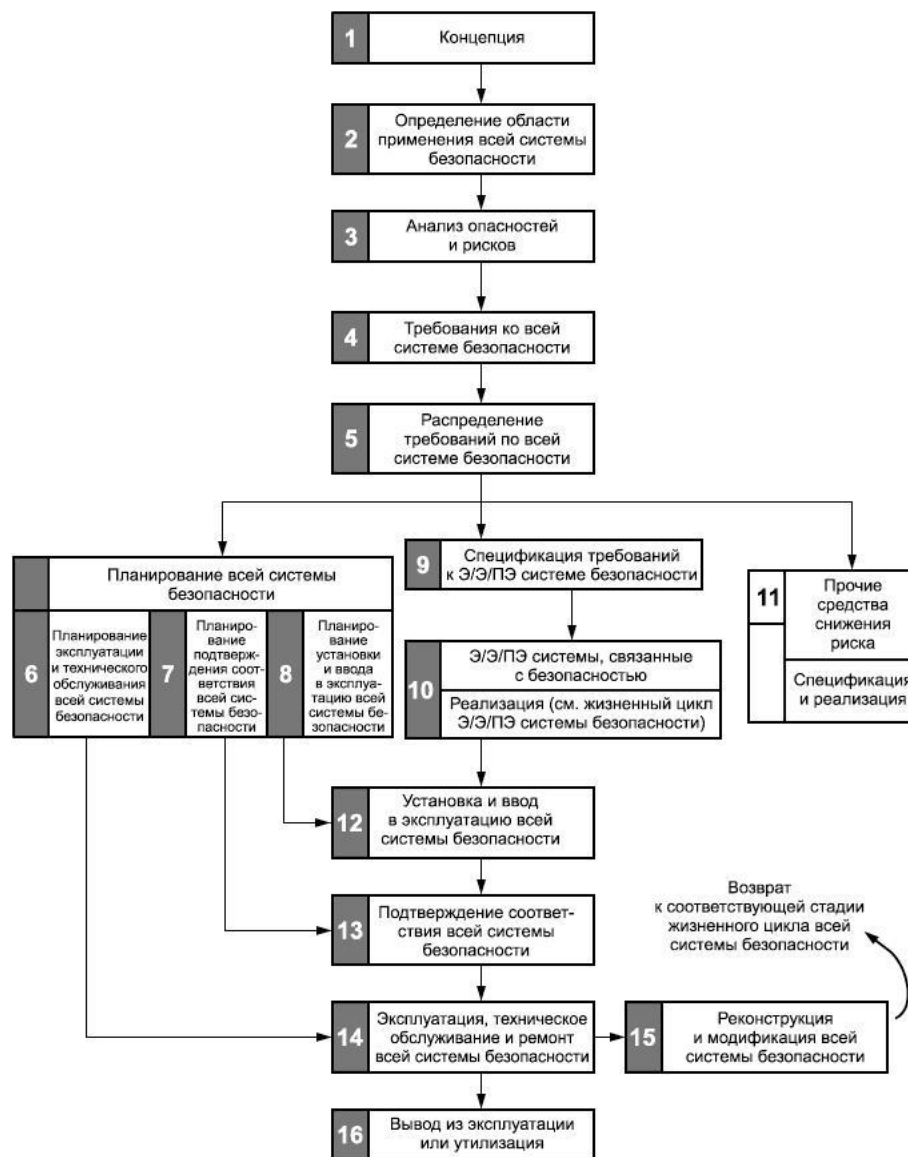


Рисунок 25-Структура жизненного цикла всей системы безопасности.

5.1 Анализ опасностей и рисков

Данная стадия представлена на рисунке 25 блоком 3.

Необходимо проведение анализа опасностей и рисков, учитывающего информацию, полученную на стадии определения области распространения всей системы.

Опасности, связанные с самим УО и системой его управления, должны быть определены для всех предсказуемых условий. В эту область вхо-

дят все случаи, связанные с человеческим фактором. Особое внимание должно быть уделено аномальным и нечастым режимам работы УО. Если анализ опасных факторов показал, что действия, представляющие угрозу безопасности, являются предсказуемыми, то должен быть выполнен анализ угроз безопасности.

Анализ опасностей и рисков должен включать информацию о том, что активация функции безопасности по запросу или из-за ложных действий может привести к другой опасности. В такой ситуации может возникнуть необходимость разработки новых функций безопасности для борьбы с новой опасностью.

Во время анализа опасностей и рисков должны быть учтены следующие факторы:

- каждое опасное событие и компоненты, оказывающие влияющие на него;
- последствия и вероятность последовательности событий, с которой связано каждое опасное событие;
- допустимый риск для каждого опасного события;
- меры, предпринимаемые для сокращения или исключения опасностей и рисков;
- допущения, сделанные при анализе рисков, включая оцененные значения интенсивностей запросов и интенсивностей отказов оборудования; должна быть детализирована степень доверия к ограничениям в работе и вмешательству человека.

Информация и результаты, составляющие анализ опасностей и рисков, должны быть задокументированы.

Информация и результаты анализа опасностей и рисков для УО и системы управления УО должны поддерживаться на полном жизненном

цикле всей системы безопасности, начиная со стадии анализа опасностей и рисков и до вывода из эксплуатации или утилизации.

Не является возможным перечисление каждой причины отказов по нескольким причинам:

- причинно-следственные отношения между ошибками и отказами часто трудно определить;
- при использовании сложных аппаратных средств и программного обеспечения характер отказов изменяется в диапазоне от случайных до систематических.

Категории отказов в системах, имеющих отношение к безопасности, могут быть установлены в зависимости от периода их возникновения:

- отказы из-за ошибок, возникающих до установки или в период установки системы (например, вследствие ошибок программного обеспечения, включая спецификацию и ошибки программы; вследствие ошибок в аппаратных средствах, включая производственные ошибки и неправильный выбор элементов);
- отказы из-за технических ошибок или ошибок человека, возникающих после установки системы (например, случайные отказы аппаратных средств или отказы, вызванные неправильным использованием).

Для предотвращения перечисленных отказов или управления ими обычно требуется использование большого числа средств.

При вычислении охвата диагностикой для элемента для каждого компонента или группы компонентов необходимо оценить долю опасных отказов, обнаруживаемых диагностическими тестами. Диагностические тесты, которые могут внести вклад в охват диагностикой, включают в себя (но не ограничиваются) такие меры как:

- сравнительные проверки, например контроль и сравнение избыточных (резервных) сигналов;
- дополнительные встроенные тестовые программы, например вычисление контрольных сумм в устройстве памяти;
- контроль с помощью внешних воздействий, например пропусканием импульсного сигнала через контролируемые тракты;
- непрерывный контроль аналогового сигнала, например, для обнаружения выхода из диапазона уровней показаний при отказе сенсора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была приведена функциональная схема системы накопления видеoinформации в космическом пространстве, проведено исследование, которое позволило получить графическое представление ошибки кодирования при различных значениях битрейта. Анализ полученных графиков так же позволил оценить влияние кодирования на различные сюжеты. Исследовательская часть была выполнена при помощи среды MATLAB и доступных в FFmpeg библиотек. В частности, для сжатия видеофайлов в FFmpeg был использован кодек H.264.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. С. Л. Максименко, В. Ф. Мелехин, А. С. Анализ проблемы построения радиационно-стойких информационно-управляющих систем // Информационно-управляющие системы. 2012, вып. № 2. С. 18–25.
2. Сергей Полесский, Валерий Жаднов, Майя Артюхова, Вячеслав Прохоров// Компоненты и технологии. 2010, вып. № 9. С. 93–98.
- 3.Твердотельный накопитель. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Твердотельный_накопитель (дата обращения: 25.04.2017).
- 4.Оперативная память. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оперативная_память (дата обращения: 25.04.2017).
5. Жесткий диск. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Жёсткий_диск (дата обращения: 25.04.2017)
6. RAID. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RAID> (дата обращения: 1.05.2017)
7. Что такое RAID-массивы и зачем они нужны? URL: <https://sonikelf.ru/chto-takoe-raid-massivy-i-zachem-oni-nuzhny/> (дата обращения: 1.05.2017)
8. ГОСТ РВ 20.39.304-98. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам. М.: Госстандарт России, 1998.