**7, 5 ж – Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования**

**12 ж – «Тюменский государственный нефтегазовый университет»**

**12 ж – Институт кибернетики, информатики и связи**

**14 ж - Отделение электрорадиосвязи**

**28ж - КУРСОВАЯ работа**

16 - : на тему

16ж ОРГАНИЗАЦИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НА АППАРАТУРЕ ИКМ - 480.

14 ж **- по дисциплине «Цифровые системы передачи»**

14 - Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_г

подпись дата

14- Группа МТС-07 (9)-1

14 – Специальность: 210404.51 Многоканальные телекоммуникационные системы

код название специальности

14 – Руководитель Смирнов А.Е. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2010г

подпись дата

14 – 2010

Техническое задание

Организовать соединительные линии на сети ГТС с использованием многопарного кабеля типа МКТ-4, рекомендуемая аппаратура ИКМ - 480.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

1

*ИКИС ГОУ ВПО ТюмГНГУ С-032*

|  |  |
| --- | --- |
| Студенту |  |
| Специальность | 210404.51 Многоканальные телекоммуникационные системы |
| Группа | МТС-07 (9)-1 |

Таблица1

Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Показатели | | Значения |
|  | Номер варианта | | 3 |
|  | Длина ЦЛТ, км | ОП1-ОРП2 | 140,2 |
| ОРП2-ОП3 | 181,1 |
|  | Типы каналов, потоков | ТЧ | 210 |
| ОЦК | 12 |
| ЗВ | - |
| Модем до 64 кбит\с | - |
| Е1 | 8 |
|  | Температура грунта | Минимум | -2 |
| Максимум | +18 |

20% - приведенных каналов организуются с помощью ИКМ-30-4;

20% - приведенных каналов организуются с помощью стойки САЦК;

35% приведенных каналов организуются с помощью первичных мультиплексоров;

25% приведенных каналов организуются в ЦСК и передаются в ИКМ-480 в виде потоков Е1.

*Изм.*

##### Лист

*№ докум.*

##### Подпись

##### Дата

##### Лист

2

*ИКИС ГОУ ВПО ТюмГНГУ С-032*

*Разраб.*

*Провер.*

*Смирнов А.Е..*

*Реценз.*

*Н. Контр.*

*Утверд.*

*Пояснительная*

*записка*

*Лит.*

##### Листов

Содержание

1. Пояснительная записка

Введение

1.1 Технические данные системы передачи ИКМ-480.

1.2 Характеристика используемого оборудования

Заключение.

Приложение (Схема организации связи).

2. Практическая часть

* 1. 2.1 Расчет числа систем.
  2. 2.2 Размещение регенерационных пунктов.
  3. 2.3 Расчет вероятности ошибок цифрового линейного тракта
  4. 2.3.1 Расчет допустимой вероятности ошибок.
  5. 2.3.2 Расчет ожидаемой вероятности ошибок.

2.4. Организация дистанционного питания.

* 1. 2.4.1 Схема организации дистанционного питания.
  2. 2.4.2 Расчет напряжения дистанционного питания
  3. Расчет состава оборудования.

2.5.1 Расчет состава оборудования ИКМ-30-4

2.5.2 Расчет количества мультиплексоров PDH

2.5.3 Расчет количества линейного оборудования.

Список литературы.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

П. З. С-032

Пояснительная записка

**Введение**

Интенсивное развитие цифровых систем передачи объясняется существенными преимуществами по сравнению с аналоговыми системами передачи. Основными преимуществами цифровых систем передачи являются:

* высокая помехоустойчивость;
* возможность многократного воспроизведения информации без ухудшения качества;
* независимость качества передачи от длины линии связи;
* стабильность параметров каналов ЦСП;
* эффективность использования пропускной способности каналов цифровых систем для передачи дискретных сигналов;
* более простая математическая обработка передаваемых сигналов;
* возможность построения интегральной цифровой сети связи;
* высокие технико-экономические показатели.

Параметры каналов в цифровой сети связи практически не зависят от ее структуры, что обеспечивает возможность построения гибкой разветвленной сети связи, обладающей высокой надежностью.

Рекомендациями МККТТ на третичные ЦСП европейской иерархии отвечают 480-канальные системы (ИКМ-480), которые предназначаются для использования на внутризоновых и магистральных участках первичной сети. С помощью комплекса аппаратуры ИКМ-480 организуются пучки каналов по кабелям типа МКТ-4 с коаксиальными парами малого диаметра (1,2/4,6мм).

Рисунок 1 Общая схема организации связи

Более современным является создание линейных трактов на одномодовых оптических волокнах с малым километрическим затуханием, что существенно повышает эффективность третичных ЦСП. В частности, применение волоконно-оптических вставок в линии передачи на кабелях с металлическими парами позволяет уже сейчас увеличить длину секции ДП третичной ЦСП до 246 км и, следовательно, осуществлять замену действующих систем К-300 на ИКМ-480 и ИКМ-480х2 при сохранении мест расположения обслуживаемых промежуточных пунктов.

Целью данного курсового проекта является расчет соединительной линии на сети ГТС с использованием многопарного кабеля типа МКТ-4, рекомендуемая аппаратура ИКМ - 480.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

П. З. С-032

Задачи????

**1.1 Технические данные системы передачи ИКМ-480**

Основные технические данные ЦСП ИКМ-480 приведены в таблице 1.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

П. З. С-032

Таблица 1

Технические данные ЦСП ИКМ-480

|  |  |
| --- | --- |
| **Данные** | **Значение** |
| **1** | **2** |
| 1. Система связи | однокабельная  однополосная |
| 2. Количество организуемых каналов ТЧ или ОЦК в одной системе передачи | 480 |
| 3. Скорость передачи, Мбит\с | 34,368 |
| 4. Рабочая (расчетная) частота в линейном тракте, МГц | 17,184 |
| 5. Номинальное затухание участка регенерации, дБ | 60 (55) |
| 6. Номинальная длина регенерационного участка при t0=200С, км | 3,0 |
| 7. Допустимое отклонение от номинальной длины регенерационного участка, км |  |
| 8. Минимальная длина регенерационного участка, прилегающего к ОП (ОРП), км | 0,9 |
| 9. Возможности регенераторов по перекрытию затухания участков на полутактовой частоте, дБ | 40 - 73 |
| 10. Длина секции дистанционного питания, км | 200 |
| 11. Количество дистанционно питаемых НРП в секции | 66 |

В ЦСП ИКМ-480 организуется 3 канала служебной связи:

1 канал – цифровая СС, организуется на СТВГ с помощью дельтамодуляции, со скоростью передачи 32 кбит\с;

2 канал – аналоговая СС (один канал ПСС-УСС, второй канал ПСС-ВЧ):

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

П. З. С-032

ПСС (постанционная СС), УСС (участковая СС) – организуется в диапазоне частот 0,3 – 3,4 кГц. Обеспечивает связь между ОП-ОРП, ОРП-ОРП.

ПСС-ВЧ организуется в диапазоне частот 12 – 16 кГц, организуется по четырехпроводной схеме на тех же парах кабеля, что и ПСС-УСС. Организует связь между ОП-НРП, НРП-НРП.

НРП питает дистанционно по схеме «провод-провод»:

* ЦЛТ – по центральным жилам коаксиальных пар, напряжение дистанционного питания (ДП) < 1300 В, ток ДП=200 мА;
* ДП служебной связи (СС) организуется по первой и второй симметричным парам, напряжение ДП < 430 В, ток ДП=20 мА;
* ДП телемеханики участковой (ТМУ) организуется по фантомным цепям четвертой и пятой симметричных пар, напряжение ДП < 1300 В, ток ДП=20 мА;
* ДП телемеханики магистральной (ТММ) организуется по третьей симметричной паре, напряжение ДП < 360 В, ток ДП=20 мА;

ТММ организуется по третьей симметричной паре, предназначена для приема оконечного пункта (ОП) или обслуживаемого регенерационного пункта (ОРП) сигналов аварийной сигнализации: «предупреждение» и «авария» с индикацией на стойке СОЛТ направления и номера ОРП, откуда пришел сигнал.

ТМУ предназначена для подачи с ОП или ОРП сигналов управления и приема сигнала извещения из НРП.

* 1. **1.2** **Характеристика используемого каналообразующего оборудования**

Для формирования стандартных потоков Е1, используется оборудование АЦО-11, мультиплексоры ENE 6012 или OGM 30Е, стойка САЦК. Для формирования ТЦП используется мультиплексор ENE 6058 или стойка СТВГ, которые могут формировать ТЦП на базе 16 ПЦП. В качестве оборудования цифрового линейного тракта на ОП используется стойка СОЛТ ИКМ-480.

**Оборудование АЦО-11**

Аналого-цифровое оборудование АЦО-11 предназначено для формирования первичных цифровых потоков со скоростью передачи 2048 кбит\с из аналоговых сигналов 30 каналов ТЧ и используется в качестве каналообразующего оборудования, в основном на местных сетях связи в ЦСП и ВОСП плезиохронной цифровой иерархии.

АЦО-11 выпускается в следующих модификациях:

* для организации до 30 каналов ТЧ и до двух цифровых каналов со скоростью передачи 64 кбит\с;
* для организации 27 каналов ТЧ и до 4-х цифровых каналов со скоростью передачи 64 кбит\с;
* для организации 31 канала ТЧ.

**Характеристика мультиплексора PDH**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

П. З. С-032

Основным функциональными модулями сетей PDH в новых поколениях систем передачи являются мультиплексоры.

Мультиплексоры служат для объединения (сборки) низкоскоростных потоков в высокоскоростной.

Демультиплексоры – для разделения (разборки) высокоскоростного потока с целью получения низкоскоростных потоков.

К мультиплексорам PDH относятся различные мультиплексоры: производства NEC, СуперТел, ОГМ-30Е и др.

ENE-6012 – мультиплексор применяется в качестве аппаратуры аналого-цифрового преобразования сигналов, поступающих от АТС различных типов, а также обеспечивает передачу и прием сигналов от цифровых терминалов.

Мультиплексор обеспечивает организацию 30 каналов ТЧ или ОЦК, передачу СУВ по каждому каналу ТЧ и формирования первичного цифрового потока со скоростью передачи 2048 кбит\с в коде HDB-3.

Параметры ENE-6012 приведены в таблице 3

Таблица 2

Параметры ENE-6012

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Данные** | **Значение** |
| 1 | Число организуемых каналов ТЧ | 30 или 31 |
| 2 | Частота дискретизации, кГц | 8 |
| 3 | Принцип кодирования, 8 бит | А-87,3\13 |
| 4 | Частота синхронизации, кГц | 2048 |
| 5 | Передача сигнальной информации | КИ16 |
| 6 | Генератор задающий | внутренний с запуском или внешний |
| 7 | Длительность сверхцикла | 2 мс |
| 8 | Длительность цикла | 125 мкс |

Электрические характеристики мультиплексора приведены в таблице 4.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

П. З. С-032

Таблица 3

Характеристики мультиплексора

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Данные** | **Значение** |
| 1 | Скорость передачи цифрового сигнала, кбит\с | 2048 |
| 2 | Тип кода | HDB-3 |
| 3 | Рабочая частота, кГц | 1024 |
| 4 | Допустимые потери в линии на рабочей частоте 1024 кГц, дБ | 0-6 |

**Характеристика ENE-6058**

Мультиплексор ENE-6058 содержит 1, 2, 3 или 4 мультиплексора в зависимости от количества входных потоков Е1 со скоростью 2048 кбит\с. ENE-6058 предназначен для объединения, разделения 16 плезиохронных первичных потоков со скоростью 2048 кбит\с в групповой третичный поток со скоростью 34368 кбит\с. ENE-6058 является мультиплексором третичного временного группообразования. На стойке занимает одно место.

**Характеристика OGM-30**

Многофункциональный мультиплексор OGM-30 с возможностью гибкого конфигурирования предназначен для формирования первичных цифровых потоков со скоростью передачи 2048кбит\с.

Аппаратура может применяться на сельских, городских, ведомственных, внутризоновых и магистральных сетях связи в качестве:

* оконечного мультиплексора;
* мультиплексора ввода\вывода;
* мультиплексора ввода\вывода с конференц связью (групповыми каналами);
* кроссировочного мультиплексора.

Особенности построения:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

П. З. С-032

* гибкая конструкция – различные интерфейсы и легкая переконфигурация;
* легкость эксплуатации и технического обслуживания через интеллектуальный, портативный, выносной пульт управления;
* наличие канального интерфейса данных;
* встроенная система контроля и исправления ошибок;
* применение БИС (больших интегральных схем).

**Стойка САЦК-1. Комплект АКУ-30**

Стойка САЦК-1 применяется в качестве каналообразующего оборудования во вторичных, третичных, четвертичных ЦСП и ВОСП плезиохронной цифровой иерархии на внутризоновых и магистральных транспортных сетях.

Стойка аналого-цифрового каналообразования предназначена для размещения комплектов аппаратуры каналообразующей унифицированной АКУ-30.

Комплект АКУ-30 предназначен для организации в первичном цифровом потоке 30 каналов ТЧ, а также для организации абонентского доступа к одному основному цифровому каналу (ОЦК).

На одной стойке САЦК-1 может быть установлено:

* комплект аппаратуры каналообразующей унифицированной АКУ-30 (4 шт.);
* комплект источников электропитания КИЭ (4шт.);
* комплект сервисного оборудования КСО (1шт.);
* устройство ввода УВ (1шт.).

Комплект АКУ-30 обеспечивает передачу методом ИКМ-ВД 30 каналов ТЧ по первичному цифровому тракту со скоростью передачи 2048 кбит\с, передачу одного цифрового канала со скоростью передачи 64 кбит\с.

КИЭ – комплект источников электропитания содержит два источника вторичного электропитания ИВЭ П 24-5\2-1 либо ИВЭ П 60-5\2-1. Комплект предназначен для формирования стабилизированных напряжений +\- 5В для питания комплектов АКУ-30.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

П. З. С-032

КСО – комплект сервисного оборудования предназначен для формирования сигналов стоечной, рядовой и общестанционной

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

П. З. С-032

сигнализации, питания схем контроля в комплекте КСО и в АКУ-30.

В состав комплекта КСО входит плата коммутатора служебной связи КС с переговорно-вызывным устройством для организации канала служебной связи в групповом сигнале.

В устройстве ввода УВ расположены двенадцать 40-контактных соединителей для подключения низкочастотных цепей каналов ТЧ, шесть десятиконтактных гребенок для распайки цепей ВЧ и цепей ОЦК.

**Характеристика СОЛТ ИКМ-480**

Стойка оборудования линейного тракта СОЛТ входит в состав оконечной станции ИКМ-480 и предназначена для организации по кабелю типа МКТ-4 цифровых линейных трактов двух систем передачи ИКМ-480, служебной связи, дистанционного питания и контроля НРП.

В СОЛТ предусмотрена возможность обеспечения работоспособности и контроля линейного тракта как при нормальном режиме работы СТВГ (ENE-6058), так и при отсутствии сигнала от СТВГ(ENE-6058) (в автономном режиме). Во втором случае в состав тракта должен входить источник тактовой частоты (ЗГ) и имитатор линейного сигнала, который подключается в линию при отсутствии сигнала от СТВГ (ENE-6058).

**Характеристика НРП**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

13

П. З. С-032

На магистрали могут применятся следующие типы НРП:

* НРПГ-2 – необслуживаемый регенерационный пункт грунтовой на две системы ИКМ-480. предназначен для регенерации сигналов ИКМ-480 в линейном тракте, а также для передачи на обслуживаемую станцию сигналов извещения и приема сигналов управления телемеханикой, усиления сигналов ВЧ и НЧ служебной связи;
* НРПГ-2С – с блоками служебной связи;
* НРПГ-2Т – с блоками магистральной телемеханики.

В состав НРПГ входят следующие блоки:

* два РЛ – регенераторов линейных (для двух систем ИКМ-480);
* БТМ – блок участковой телемеханики;
* БО – блок обходчика.

В состав НРПГ-2С входят следующие блоки:

* два РЛ;
* БТМ;
* БУСС – блок усилителя служебной связи вместо БО.

В состав НРПГ-2Т входят следующий блоки:

* два РЛ;
* БТМ;
* БО;
* РМТ – блок регенератора магистральной телемеханики или линейной защиты БЛЗ.

Контейнеры НРПГ-2 устанавливаются на линии через 3  км; НРПГ-2С – через 18 км, НРПГ-2Т – через 69 км.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

П. З. С-032

**Заключение**

Цифровые системы передачи находят все более широкое распространение в сетях связи. В настоящее время в нашей стране освоен серийный выпуск аппаратуры ИКМ-30, ИКМ-120, ИКМ-480, аппаратуры цифровой передачи звукового вещания (АЦВ) и др. Разработаны и внедряются в серийное производство аппаратура ИКМ-1920, кодово–импульсной телеграфии (КИТ), цифровой телевизионной соединительной линии(ТСЛ-Ц) и др.

В данной курсовом проекте была разработана функциональная модель цифрового канала, а также был проведён его энергетический расчёт по заданным техническим требованиям.

По результатам, полученным в данной курсовом проекте, была выбрана наиболее целесообразная структурная схема состава оборудования, на основании которой разработана его функциональная и принципиальная схемы.

Учтены высокие требования, предъявляемые к современным системам передачи с учётом современной элементной базы. Был произведён расчёт НРП и на основе полученных результатов была синтезирована его принципиальная схема.

**ДОПИСАТЬ**

**2.Практическая часть.**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

15

П. З. С-032

* 1. **2.1 Расчет числа систем**

## Число систем рассчитывается по формуле:

, (1)

где  - количество приведенных каналов ТЧ между оконечными пунктами, берется из исходных данных;

480 – число телефонных каналов, организуемых одной системой ИКМ-480;

 (2)

NТЧ – количество организуемых телефонных каналов ТЧ;

NОЦК – количество организуемых основных цифровых каналов;

NЕ1 – количество организуемых потоков Е1;

Nрез – количество резервных каналов ТЧ.





* 1. **2.2 Размещение регенерационных пунктов**

Существуют следующие типы станций для аппаратуры ЦСП: оконечные пункты (ОП), обслуживаемые регенерационные пункты (ОРП), необслуживаемые регенерационные пункты (НРП).

Расстояние между ОП-ОРП или ОРП-ОРП называется секцией дистанционного питания и задается в паспортных данных системы передачи. При размещении ОРП следует руководствоваться следующими соображениями:

* расстояние ОРП-ОРП (ОП-ОРП) не должно превышать максимальной длины секции дистанционного питания;
* ОРП может располагаться только в населенном пункте.

Для ИКМ-480 секция дистанционного питания составляет 200 км. Расстояние между ОП-НРП, НРП-НРП, НРП-ОРП называется участком регенерации.

При расчете длин и количества регенерационных участков учитывается конкретный тип кабеля и сезонный диапазон температуры грунта на глубине прокладки кабеля.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

16

П. З. С-032

При размещении НРП длина регенерационного участка должна находится в пределах возможных отклонений от указанных в технических характеристиках системы передачи.

При расчете длины регенерационного участка необходимо учитывать особенности кабеля. Благодаря конструкции, коаксиальные кабели достаточно хорошо защищены от внешних помех, особенно в высокочастотной части спектра.

Уже на частотах порядка 1000 кГц переходное затухание превышает 100 дБ и увеличивается пропорционально корню квадратному из частоты, что позволяет применять однокабельную систему организации цифрового линейного тракта.

Основным фактором, ограничивающим длину участка регенерации, являются собственные помехи (тепловые шумы линии, узлов аппаратуры и собственные шумы корректирующего усилителя).

Номинальная длина регенерационного участка при t0С=200С для ИКМ-480 равна 3 км 

Расчетная длина участка регенерации определяется по формуле:

 (3);

где Ан.ру – номинальное затухание участка регенерации Ан.ру = 55 дБ.

αtmax (0,5tT) – коэффициент затухания кабеля на расчетной частоте ЦСП (полутактовой частоте) при максимальной температуре грунта на глубине прокладки кабеля.

 (4);

где  - коэффициент затухания кабеля при t0=+200С на расчетной частоте 0,5fт.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

17

П. З. С-032

Для кабеля МКТ-4 на частоте 0,5fт = 17,184 МГц, α20 = 18,9 дБ\км.

αα – температурный коэффициент затухания кабеля на расчетной частоте 0,5fт.

 - максимальная температура грунта на глубине прокладки кабеля.





Количество регенерационных участков определяется по формуле:

 (5);

где Lоп-орп – длина секции ОП1-ОРП2 (ОРП2-ОП3), км.

Для первой секции:



Для второй секции:



Количество НРП в секции определяется по формуле:

 (6)

В первой секции:



Во второй секции:



Длина регенерационного участка, прилегающего к ОП (ОРП), при необходимости делается укороченной. Для дополнения затухания до номинальной величины в этом случае используется система АРУ в РС приема стойки СОЛД, которая позволяет поддерживать постоянный уровень сигнала на выходе усилителя при длинах регенерационного участка в пределах 2,3….3,15 км и изменении затухания кабеля, вызванного колебаниями температуры грунта.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

18

П. З. С-032

Схема размещения НРП.

НРП НРП НРП

1\2 2\2 1\2

ОП2

НРП НРП НРП

1\1 2\1 1\1

ОП1

ОРП

На первой секции 47 участков имеют номинальную длину 2,92 км.

На второй секции 61 участок имеет номинальную длину2,91 км.

В соответствии с приложением 1 таблица 2 методического пособия в первой секции ОП1-ОРП2, НРГП-2 будут установлены в пунктах: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 47.

НРПГ-2С – 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42.

НРПГ-2Т – 23, 46.

На второй секции ОРП2-ОП3 будут установлены:

НРПГ-2: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 61.

НРПГ-2С: 6,12,18,24,30,36,42,48,54.

НРПГ-2Т: 23,46.

Таблица 4 Длины регенерационных участков.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема связи | - | Однокабельная | | | | | | | |
| Тип кабеля | - | МКТП-4 | | | | | | | |
| Длина секции | км | 140,2 | | | | 181,0 | | | |
| Длина регенер. уч-ка | км | 2,92 | 2,92 | ….. | 2,92 | 2,92 | 2,92 | ….. | 2,92 |

* 1. **Расчет вероятности ошибки цифрового линейного тракта**

**2.3.1 Расчет допустимой вероятности ошибки**

Переходные помехи и собственные шумы корректирующих усилителей регенераторов приводят к появлению цифровых ошибок в сигнале на входе приемной станции.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

19

П. З. С-032

Каждая ошибка после декодирования в тракте приема оконечной станции приводит к быстрому изменению величины аналогового сигнала, вызывая щелчок в телефоне абонента.

Заметные щелчки возникают при ошибках в двух старших разрядах кодовой группы ИКМ сигнала. Если частота дискретизации 8 кГц, то по линейному тракту за 1 минуту передается 8000\*60=480000 кодовых групп и опасными в отношении щелчков являются 2\*480000=960000 старших разрядов.

Если считать, что вероятность ошибки для любого символа одинакова, то вероятность ошибки для всего линейного тракта, при условии, что за минуту не более одного из 960000 символов будет зарегистрировано ошибочно, должна быть

 (8)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

20

П. З. С-032

При проектировании стремятся обеспечить . Учитывая, что в ЦСП ошибки накапливаются вдоль линейного тракта, поэтому значения допустимой вероятности ошибки в расчете на 1 км ЦЛТ составляет:

для магистральных сетей ;

для зоновых сетей ;

для местных сетей 

При длине переприемного участка по ТЧ 2500 км допустимая вероятность ошибки на 1 км тракта

 (9)

С целью обеспечения более высокого качества передачи рекомендуется принимать вероятность ошибки на 1 км цифрового линейного тракта 10-10 1\км.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

21

П. З. С-032

Допустимая вероятность ошибки для цифрового линейного тракта определяется по формуле:

 (10)

где LЦЛТ – длина цифрового линейного тракта;

Рош. 1 км ЦЛТ – допустимая вероятность ошибки 1 км. ЦЛТ.

Допустимая вероятность ошибки в первой секции составит:



Допустимая вероятность ошибки во второй секции составит:



Общая допустимая вероятность ошибки ЦЛТ составит:



**2.3.2 Расчет ожидаемой вероятности ошибки**

Для систем работающих по коаксиальному кабелю, преобладающими являются тепловые шумы. Они учитываются при расчете защищенности сигнала на входе НРП. Защищенность зависит от скорости передачи и от дополнительных помех.

При известном значении коэффициента затухания для коаксиальной пары на полутактовой частоте системы защищенность на регенерационном участке определяется по формуле:

 (11)

где АЗК – защищенность от тепловых шумов, дБ

Арег.уч – затухание регенерационного участка при максимальной температуре грунта на расчетной частоте, равной полутактовой 17,184 МГц. Определяется по формуле:

 (12)

αtмах – коэффициент затухания кабеля на расчетной частоте при максимальной температуре грунта, берется из формулы 4;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

П. З. С-032

Lрег.уч.расч. – расчетная длина регенерационного участка, км;

Ф – скорость передачи цифрового сигнала в линейном тракте, Мбит\с;

q =3 дБ - допуск по защищенности на неточность работы регенератора;

σ = 7,8 дБ – допуск по защищенности на дополнительные помехи в линейном тракте, отличные от тепловых шумов.

Затухание регенерационного участка длиной 2,92 км составит:



Защищенность на регенерационном участке длиной 2,92 км составит:



Помехоустойчивость цифрового линейного тракта оценивается вероятностью возникновения ошибки при прохождении цифрового сигнала через все элементы ЦЛТ. Ошибки в различных регенераторах возникают практически независимо друг от друга, поэтому вероятность ошибки в ЦЛТ можно определить как сумму вероятностей ошибок по отдельным участкам.

Ожидаемая вероятность ошибки ЦЛТ определяется по формуле:

 (13)

Между вероятностью ошибки регенератора и защищенностью существует следующая зависимость: увеличение защищенности приводит к снижению вероятности ошибки.

Расчет ожидаемой вероятности ошибки в линейном тракте осуществляется по формуле:



Для первой секции ОП1-ОРП2:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

23

П. З. С-032



Для второй секции ОРП2-ОП3:



Общая вероятность ошибки ЦЛТ составит:



Сравним рассчитанную величину с величиной допустимой вероятности ошибки:

 (15)

В первой секции:



Во второй секции:



Из расчетов видно, что данное условие выполняется, следовательно, размещение НРП в секциях выполнено верно и качество организуемых каналов будет удовлетворять требованиям МККТТ.

* 1. **Организация дистанционного питания**

**2.4.1 Схема организации дистанционного питания**

В ЦСП ИКМ-480 дистанционное питание регенераторов и сервисного оборудования ЦЛТ осуществляется раздельно.

Питание регенераторов НРП организуется по центральным жилам коаксиальных пар прямого и обратного направлений по схеме «провод-провод». Максимально возможная величина напряжения ДП, поступающая от УДП составляет 1300 В, номинальный ток ДП равен 200 мА.

Питание сервисного оборудования ЦЛТ осуществляется по фантомным цепям, организованных на симметричных парах кабеля МКТ-4 от УДП. Максимальное напряжение ДП для участковой телемеханики составляет 430 В, номинальный ток ДП – 40 мА, для системы служебной связи UДП = 430В, IДП = 20 мА.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

24

П. З. С-032

ДП ТММ осуществляется по жилам третьей симметричной пары постоянным током 20 мА, напряжением до 360В.

Схема организации ДП РЛ приведена на рис.2.

1\2 2\2 61\1

ОРП

1\1 2\1 47\1

ОП1

ОП2

Таблица 5

Схема организации ДП

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип кабеля** | - | **МКТП-4** | | **МКТП-4** | |
| **Диаметр жил коаксиального кабеля** | мм | 1,2\4,6 | | 1,2\4,6 | |
| **Длина секции ДП** | км | 67,16 | 70,08 | 87,6 | 90,52 |
| **Число НРП в секции РП** | шт | 23 | 24 | 30 | 31 |
| **R0** | Ом\км | 15,85 | | 15,85 | |

Uдп1 =676,2 В Uдп2 = 695,6В Uдп3 = 881,9В Uдп =911,3В

**2.4.2 Расчет напряжения ДП**

Напряжение ДП РЛ в ЦСП ИКМ-480 определяется по формуле:

 (16)

где UДП = 10В – падение напряжения на одном регенераторе НРП в цепи ДП;

NНРП – число НРП в полусекции ДП;

IДП = 200 мА – номинальное значение постоянного тока ДП;

ΔIДП =80 мА – максимальное значение тока ДП от номинального значения;

rt max – электрическое сопротивление центральной жилы коаксиальной пары кабеля МКТ-4 при максимальной температуре грунта Ом\км.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

П. З. С-032

 (17)

rt=20 – сопротивление жилы постоянному току при температуре +200С, rt=20 = 15,85 Ом\км;

αα – температурный коэффициент сопротивления жил кабеля, L2 = 4\*10-3 1\град

t0max – максимальная температура грунта на глубине прокладки кабеля;

Lрег.уч – расчетная длина регенерационного участка.

Рассчитанное напряжение ДП не должно превышать максимально допустимого напряжения ДП 1300 В.



Для первой цепи ДП напряжение составит:



Для второй цепи ДП напряжение составит:



Для третьей цепи ДП напряжение составит:



Для четвертой цепи ДП напряжение составит:



Питание сервисного оборудования ЦСП ИКМ-480 осуществляется от соответствующих источников УДП стойки СОЛТ. Если длины регенерационных участков одинаковы, то расчет напряжения для каждого вида сервисного оборудования ЦЛТ определяется по формуле:

 (18)

Ui – падение напряжения ДП усилителя или регенератора;

Ni – число регенераторов различного вида сервисного оборудования на полусекции;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

26

П. З. С-032

rt – сопротивление цепи ДП постоянному току при максимальной температуре грунта на глубине прокладки кабеля, Ом\км

Lрег.уч – длина регенерационного участка для определенного вида сервисного оборудования, км.



Для первой секции:



Для второй секции:



* 1. **Расчет состава оборудования**

**2.5.1 Расчет состава оборудования ИКМ-30-4**

Для формирования первичных цифровых потоков в составе оборудования ЦСП ИКМ-30-4 используются блоки ОСА-13, АЦО-11. Количество блоков АЦО определяется по формуле:

 (19)

NΣприв.кан.ТЧ  - количество приведенных каналов ТЧ, организуемых с помощью оборудования АЦО-11.

Количество блоков ОСА-13 определяется по формуле:

 (20)

где Nкомпл – общее количество согласующих комплектов в блоке ОСА-13, определяется по формуле:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

27

П. З. С-032

 (21)

где NКСИ-13 – количество согласующих комплектов исходящей связи;

NКСВ-13 – количество согласующих комплектов входящей связи.

 (22)

 (23)

где Nисх.сл, Nвх.сл – количество исходящих и входящих соединительных линий, организуемых с помощью ЦСП ИКМ-30-4.

Количество стоек САЦК определяется по формуле:

 (24)

**2.5.2. Расчет количества мультиплексоров PDH**

Количество мультиплексоров ENE 6012 определяется по формуле:

 (25)

Количество мультиплексоров ENE 6058 определяется по формуле:

 (26)

**2.5.3. Расчет количества линейного оборудования**

Количество стоек СОЛТ-ОП, СОЛТ-ОРП ИКМ-480 определяется по формуле:

 (27)

В соответствии с исходными данными количество приведенных каналов, организованных с помощью ЦСП ИКМ-30-4 составляет 20% от общего количества каналов, что соответствует Nприв.кан.ТЧ  = 210\*0,2=42 приведенных каналов ТЧ, из них 50% каналов используется для исходящей связи и 50% - входящей, что составляет 42\*0,5=21 приведенных каналов ТЧ. Количество согласующих комплектов исходящей связи составит:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

28

П. З. С-032



Количество согласующих комплектов входящей связи составит:



Общее количество комплектов составит:



Количество блоков ОСА-13 составит:



Количество блоков АЦО-11 составит:



В соответствии с исходными данными количество приведенных каналов ТЧ, организованных с помощью стойки САЦК составляет 20% от общего количества приведенных каналов, что соответствует Nприв.кан.ТЧ  = 210\*0,2=42 приведенных каналов ТЧ. Количество стоек САЦК составит:



В соответствии с исходными данными количество приведенных каналов ТЧ, организованных с помощью первичных мультиплексоров составляет 35% от общего количества приведенных каналов, что соответствует Nприв.кан.ТЧ  = 210\*0,35=74 приведенных каналов ТЧ. Количество первичных мультиплексоров составит:



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

29

П. З. С-032

Количество третичных мультиплексоров составит:



Количество стоек СОЛТ-ОП составит:



Количество стоек СОЛТ-ОРП составит:



Данные расчетов заносятся в таблицу 6

Расчет оборудования Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оборудования** | **Ед. изм** | **Число единиц в пунктах** | | | | | | |
| **ОП1** | **ОРП2** | **ОП3** | **НРПГ2** | **НРПГ2С** | **НРПГ2Т** | **всего** |
| КСИ-13 | Компл | 4 |  | 4 |  |  |  | 8 |
| КСВ-13 | Компл | 4 |  | 4 |  |  |  | 8 |
| ОСА-13 | Блок | 1 |  | 1 |  |  |  | 2 |
| АЦО-11 | Блок | 1 |  | 1 |  |  |  | 2 |
| САЦК | Стойка | 1 |  | 1 |  |  |  | 2 |
| ENE6012 | Мульт | 2 |  | 2 |  |  |  | 4 |
| ENE6058 | Мульт | 1 |  | 1 |  |  |  | 2 |
| СОЛТ-ОП | Стойка | 1 |  | 1 |  |  |  | 2 |
| СОЛТ-ОРП | Стойка |  | 1 |  |  |  |  | 1 |
| НРПГ-2 | Конт |  |  |  | 84 |  |  | 84 |
| НРПГ-2С | Конт |  |  |  |  | 16 |  | 16 |
| НРПГ-2Т | конт |  |  |  |  |  | 4 | 4 |

**Список литературы**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

31

П. З. С-032

1. Бузов А.Л., Быховский М.А. и др. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем: Учебное пособие/ Под ред. проф. М.А. Быховского. –М.: Эко-Трендз, 2006.–376 с.
2. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.
3. Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы. – М.: НИИР, 2001. – 568 с.
4. Липкович Э.Б., Кисель Д.В. Проектирование и расчёт систем цифрового спутникового вещания: Учебно-методическое пособие. – Мн.: БГУИР, 2006. – 135 с.
5. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, –2-е издание, испр./ Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003.– 305 с.
6. Тепляков И.М. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебное пособие.– М.: Радио и связь, 2004. – 361 с.