**Содержание**

1. Индивидуальное задание ----------------------------------------------------------

2. Краткие технические данные аппаратуры-------------------------------------

2.1. Аппаратура ИКМ-480 --------------------------------------------------------------

3. Расчет шумов оконечного оборудования -------------------------------------

3.1. Допустимые значения фазовых флуктуаций ------------------------------

3.2. Зависимость защищенности от шумов квантования от уровня входного сигнала при нелинейном кодировании с характеристикой компрессии А-

3.3. Необходимое число разрядов кодирования при использовании равномерного квантования -------------------------------------------------------------

3.4. Определение шумов незанятого канала при равномерном и неравномерном квантовании ----------------------------------------------------------

3.5. Определение величины приведенной инструментальной погрешности при равномерном и неравномерном квантовании -----------------------------

4. Расчет длины участка регенерации и составление схемы организации

связи -------------------------------------------------------------------------------------------

4.1. Расчет допустимого значения вероятности ошибки для одного регенератора -------------------------------------------------------------------------------

4.2. Расчет длины участка регенерации -------------------------------------------

4.3. Определение допустимого значения защищенности на входе регенератора ------------------------------------------------------------------------------

4.4. Расчет ожидаемого значения защищенности на входе регенератора-

4.5. Расчет параметров качества для магистрали в соответствии с Рекомендацией МККТТ G.821 ----------------------------------------------------------

4.6. Расчет цепи дистанционного питания -----------------------------------------

4.7. Составление схемы организации связи ---------------------------------------

4.8. Комплектация оборудования ----------------------------------------------------

Список литературы ------------------------------------------------------------------------

**1. Супориши инфиродӣ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Қитъаи шабака | Система интиқол | Дарозии қитъа, км | Намуди силк |
| Мгистралӣ | ИКМ-1920 | 560 | КМ-4 |

* *F* – коэффисиенти мағали тақвиятгари корректиркун, 10
* **–миқдори эҳтиётии устуворӣ ба халалҳои регенератор, дБ 8
* – афтиши шиддати ДП дар як НРП, В 17
* – пикфактори сигнал, дБ 15
* – майлкунии миёнаквадратии волюм, дБ 5
* *Н* – мутаносибӣ байни мағалҳои кванткунонӣ ва мағалҳои асбобӣ



* **– ҳифзнокии минималӣ аз мағалҳои кванткунонӣ, дБ 32
* **– ҳифзнокии сигнал аз дискретизатсия, дБ 57

**2. Маълумоти мухтасари техникии таҷҳзот**

***2.1.*** ***Таҷҳизоти ИКМ-1920***

1. Таҷҳизоти ИКМ-1920 барои ташкили каналҳо дар шабакаҳои дарунизонавӣ ва магистралӣ бо истифодаи силкҳои коаксиалии КМ-4 (расми 2а) бо ҷуфтҳои 2,6/9,5 мм, мебошад. Тракти хаттӣ бо нақшаи яксилка ташкил карда мешавад.
2. Суръати интиқоли сигнали рақамӣ – 139264 кбит/с.
3. Дарозии максималии хати алоқа – 12500 км.
4. Занҷирҳои тақвияти регенератор ҷуброни сустшавии қитъаро дар ҳудуди аз 45 то 63 дБ (дар басомади 69632 кГц), таъмин мекунанд.
5. Намуди рамз дар хат – КВП-3 бо скремблиркунӣ.
6. Сохтори даври интиқол дар расми 2б оварда шудааст. Давомнокии давр баробар аст ба 15.625 мкс, он дорад 2176 ҷойгиршавии импулсӣ ва шартан тақсим шудаанд ба 4 гурўҳҳои бо 544 ҷойгиршавӣ дар ҳаряке.
7. Таъминоти фосилавии НРП бо ноқилҳои марказии ҷуфтҳои коаксиалӣ бо ҷараёни 400 мА, карда мешавад. Шиддати максималии ДП баробар аст ба 1700 В. Дарозии қитъаи ДП тақрибан 240 км-ро ташкил медиҳад.
8. Алоқаи хизматӣ байни таҷҳизоти ЧВГ карда мешавад бо канали рақамӣ, байни истгоҳҳои мобайнӣ – бо каналҳои баландбасомад ва пастбасомади алоқаи хизматӣ.

Теленазорт карда мешавад бо ҷуфтҳои корӣ бе танаффуси алоқа.

1. Комплектатсияи таҷҳизот.

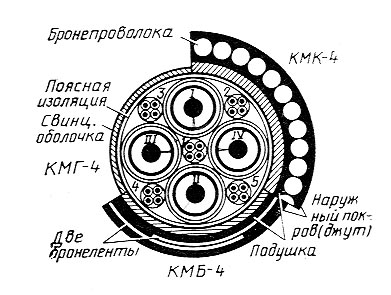
«Стойка четвертичного временного группообразования» (СЧВГ) – барои 4 комплекти ЧВГ.

«Стойка оборудования линейного тракта» (СОЛТ) – барои 2 система.

«Стойка дистанционного питания» (СДП) – барои 2 система.

«Стойка аналого-цифрового преобразования сигналов телевизионного вещания» (САЦО-ТС) – барои як канали пахши телевизионӣ.

«Необслуживаемый регенеративный пункт НРПГ-2», дар замин насбшаванда, – барои 2 система.



**Расми 2а. Силки КМ-4**

Дар зери ҷилди умумӣ ҷойгир шудаанд чор ҷуфти коаксиалӣ ва инчунин панҷ чортогии симметрӣ барои алоқаи хизматӣ ва телесигнализатсия.

**Расми 2а.**



**Расми 2б.**

**3. Ҳисобкунии мағалҳои таҷҳизоти охира**

***3.1. Қиматҳои ҷоизи флуктуатсияҳои фазагӣ***

Дар системаи идеалӣ дискретизатсияи сигнал дар лаҳзаҳои баробарқафомонии вақт , ки ин ҷо *n* – адади бутун мебошад, карда мешавад. Тавоноии мағалҳо дар қитъаи қабулу интиқол зиёд намешавад аз:

, (3.1.1)

ин ҷо – шиддати эффективии сигнал.

Ҳифзнокӣ аз мағалҳои дискретизатсия мешавад:

, (3.1.2)

ин ҷо  ва .

Дар ҳолати додашудаи ҳифзнокии  аз (3.1.2) метавон ёфтан талабот ба бузургиҳои *a* ва *b* дар ҳолати баробарии онҳо.

дБ



мкс

мкс.

***3.2.Вобастагии ҳифзнокӣ аз мағалҳои кванткунонӣ аз сатҳи сигнали воридшаванда***



***Рис.3.2.а. Характеристика компрессии типа А.***

Расми 3.2.а Характеристикаи компрессияи намуди А



Мутаносибии сигнал-мағал барои характеристикаи компрессияи намуди А.

, .

, .

Расми 3.2.б.Мутаносибии сигнал-мағал барои характеристикаи компрессияи намуди А.



***3.3. Шумораи зарурии разрядҳои рамзкунонӣ дар ҳолати истифодабарии кванткунонии мунтазам***

Дар ҳолати кванткунонии мунтазам, вақте ки қадами кванткунонӣ бузургии-ро дорад тавоноии мағали кванткунонӣ дар рахи басомадҳои канали  баробар аст ба:

, (3.3.1)

ин ҷо  – басомади дискретизатсияи сигнал.

Аз ин мебарояд, ки чи қадар қадами кванткунонӣ кам бошад ҳамон қадар тавоноии мағали кванткунонӣ камтар аст, вале дар ин ҳолат шумораи қадамҳои кванткунонӣ бояд мутаносибан зиёд бошад, ки бояд ҳамаи

## Расми 3.3. Вобастагии ҳифзнокӣ аз мағалҳои кванткунонӣ дар ҳолати кванткунонии мунтазам.

диапазони динамикии сигналро ишғол кунад. Диапазони динамикии сигналро меёбем:

**дБ.

Бузургии қадами кванткунонӣ:

, (3.3.2)

ин ҷо – шумораи қадамҳои кванткунонӣ,

дар ҳолати , *m –* адади разрядҳои рамзи дуӣ дар ҳолати кванткунонии мунтазам. Акнун мумкин аст ёфтани ададҳои зарурии разрядҳои рамзкунонӣ дар ҳолати кванткунонии мунтазам барои ҳизнокии

минималӣ аз мағалҳои кванткунонӣ

(дБ).

, дБ (3.3.3)

, дБ. (3.3.4)



**3.4. Мауайян намудани мағали канали банднабуда дар ҳолати кванткунонии мунтазам ва номунтазам.**

Дар ҳолати набудани сигналҳои воридотии телефонӣ дар даромади кодер халалҳои суст ҷой доранд ба монанди мағалҳои худӣ ва халалҳои гузаранда, боқимондаҳои импулсҳои нестнашуда ва ғайра. Агар дар ҳолати характеристикаи кодер аз рўи ноустувории нишондиҳандаҳои гиреҳҳои он ва шиддатҳои таъминкунанда тарзе ҷойгир шавад ки сатҳи сигнали воридотии сифрӣ ба сатҳи кодер мувофиқ шавад он гоҳ халали бо амплитудаи хурдтарин ба пайдошавии комбинатсияи аз сифр фарқкунанда оварда мерасонад. Тавоноии псофометрии ин мағалҳо дар сарбории 600 Ом чунин мебошад:

, пВт. (3.4.1)

Формулаи (3.4.1), истифода намуда мағали канали банднабуда дар ҳолати кванткунонии номунтазам ҳисоб мекунем.

– қадами минималӣ дар ҳолати кванткунонии номунтазам,

, В.

коэффисиенти псофометрӣ ,

рахи басомадҳои канали ТЧ кГц,

басомади дискретизатсия кГц.

пВт.

Дар ҳолати кванткунонии мунтазам бузургии  -ро иваз мекунем ба – бузургии қадами минималӣ дар ҳолати кванткунонии мунтазам.

, , .

пВт.

***3.5. Муайян намудани бузургии хатогии овардашудаи асбобӣ дар ҳолати кванткунонии мунтазам ва номунтазам.***

Дар раванди табдилдиҳии аналогӣ-рақамӣ дар таҷҳизотҳои охира мағалҳои дигаркунандаи характеристикаҳои табдилдиҳандаро аз намуди аслиаш пайдо мешаванд. Ин дигаргуниҳо пайдо мешаванд бо равандҳои гузаранда дар вақти ташкилкунии сигнали гурўҳии АИМ ва дурустии кори гиреҳҳои алоҳидаи кодер. Сатҳи мағалҳои асбобӣ зиёд мешавад дар ҳолати баланд намудани суръати интиқол ва разряднокии рамз.

Тавоноии мағалҳои асбобӣ дар муқовимати танҳоро бо ёрии формулаи зерин меёбем:

, (3.5.1)

ин ҷо – қимати миёнаквадратии хатогии асбобии овардашудаи табдилдиҳӣ,

*m* – разряднокии рамз,

– қадами кванткунонӣ.

Таносуби байни мағалҳои кванткунонӣ ва мағалҳои асбобӣ баробар аст ба:

. (3.5.2)

Н-ро дониста бузургии хатогии асбобии овардашударо ёфтан мумкин аст:

. (3.5.3)

Дар ҳолати кванткунонии номунтазам:

.

Дар ҳолатикванткунонии мунтазам:

.

**4. Ҳисобкунии дарозии қитъаи регенератсионӣ ва тартибдиҳии нақшаи ташкили алоқа.**

***4.1. Ҳисобкунии қимати ҷоизи эҳтимолияти хато барои як регенератор.***

Қимати ҷоизи эҳтимолияти хато барои як регенератор чунин ёфта мешавад:

. (4.1.1)

Агар қабул карда шавад, ки эҳтимолияти хато дар вақти интиқоли сигнали рақамӣ байни ду муштариён аз қимати  зиёд нашавад дар ҳолати ташкили алоқаи байнишаҳрӣ, он гоҳ дар вақти тақсимоти хатоҳо дар қитъаҳои алоҳидаи шабакаи миллӣ чунин қиматро ҳосил мекунем: .

Дар ин ҳолат  баробар аст:

, (4.1.2)

ин ҷо – дарозии қитъаи занҷири канали рақамии асосӣ (ОЦК), ки дар он СИР истифода бурда мешавад.

Ҳамин тавр қимати шартии эҳтимолияти хатои ҷойдошта барои 1 км тракти хаттӣ:

барои қитъаи магистралӣ ;

барои қитъаи дохилизонавӣ ;

барои қитъаи маҳаллӣ .

***4.2.* *Ҳисобкунии дарозии қитъаи регенератсионӣ.***

Дар вақти кори СИР бо силкҳои симметрӣ намудҳои асосии халалҳо, ки дарозии қитъаи регенератсиониро муайян мекунанд ин халалҳо аз гузаришҳои хаттӣ мебошанд.

Барои санҷиши қимати ҷойдоштаи ҳифзнокӣ чунин ибораро истифода бурдан мумкин аст:

,

ин ҷо – шумораи сатҳҳо дар рамз,

– миқдори эҳтиётии халалмуҳофизатнокӣ, ки ноидеалии гиреҳҳои регенератор ва таъсири ҳаргуна факторҳои номуътадилиро ба назар мегирад,

– бузургии хато дар як регенератор барои шабакаи дохилизонавӣ .

 дБ,

Муҳофизатнокӣ аз халалҳои худӣ баробар мешавад:

,

ин ҷо дБ – сатҳи интиқол.



 ва  баробар карда дарозии қитъаи регенератсиониро меёбем.

дБ,

, , ; МГц.

.

км.

***4.3. Муайян намудани қимати ҷоизи ҳифзнокӣ дар даромади регенератор.***

Азбаски эҳтимолияти хато дар регенератор қатъиян алоқа дорад бо ҳифзнокӣ он гоҳ барои эҳтимолияти додашудаи хато ёфтани бузургии лозимаи ҳифзнокӣ дар даромади регенератор.



– эҳтимолияти хато.

Ин бузургиро ба шумораи регенераторҳо *п* қитъаи маҳаллӣ тақсим намуда, бузургии лозимаи ҳифзнокӣ дар даромади регенераторро меёбем.

.

Дар графики дар боло овардашуда эҳтимолияти хато баробар ба  мутобиқат мекунад қимати ҳифзнокии дБ.

***4.4. Ҳисобкунии қимати мунтазири ҳифзнокӣ дар даромади регенератор.***

Қимати мунтазири ҳифзнокӣ дар даромади регенераторро бо чунин формула ҳисоб намудан мумкин аст:

, дБ, (4.4.1)

ин ҷо – ҳифзнокии мунтазирии сигнал аз гузаришҳои хаттӣ;

– бузургии мутаносибии мағалҳои худӣ;

– бузургии мутаносибии мағалҳои регенератор.



, (4.4.2)

ин ҷо – «постоянная Больцмана»;

К;

, Гц;

дБ – сатҳи интиқол;

– сустшавии номиналии қитъа.

.

Ҳифзнокии мунтазирии сигнал аз гузаришҳои хаттӣ бо чунин формула ҳисоб карда мешавад:

, дБ (4.4.3)

ин ҷо дБ – сустшавии гузаранда дар тарафи дур;

м – дарозии сохтмонии силк;

 – дарозии қитъаи регенератсия;

– дарозии трассы;

– сустшавӣ дар басомади нимтактӣ.

дБ.

***4.6. Ҳисобкунии занҷири таъминоти фосилавӣ.***

Таъминоти фосилавиирегенераторҳои хаттӣ асосан бо ҷараёни муътадил бо нақшаи «ноқил-ноқил» бо истифода аз занҷирҳои фантомии силкҳои симметрӣ ё ноқилҳои марказии ҷуфтҳои коаксиалӣ, карда мешавад.  Дар ин ҳолат НРП ба занҷири ДП (дистанционное питание) пайдарпай пайваст мешавад.

Таъминоти фосилавӣ ба хат дода мешавад аз блокҳои ДП, ки насб карда мешаванд дар ҷевонҳои ДП ё дар ҷевонҳои таҷҳизоти тракти хаттӣ, дар навбати худ ҷойгир мешаванд дар нуқтаҳои охирин (ОП) ва дар нуқтаҳои регенератсионии хизматрасонишаванда (ОРП). Дар сектсияи ОРП-ОРП (ё ОП-ОРП), ки сектсияи таъминоти фосилавӣ номида мешавад, ду қитъаи таъминоти фосилавӣ ташкил карда мешавад: ними НРП аз як ОРП боббарқ таъмин карда мешаванд ва ними дигар бошад аз дигар ОРП.

Дар вақти ҳисобкунии шиддат дар баромади блоки ДП бояд ба назар гирифт афтиши шиддатро дар қитъаҳои силк ва дар НРП, ҳамчунин:

, (4.6.1)

ин ҷо – ҷараёни таъминоти фосилавӣ, А;

– муқовимати километриии занҷири силки истифода мешуда барои интиқоли таъминоти фосилавӣ ҷараёни доимӣ, ;

– дарозии қитъаи ДП, км;

*п* – шумораи НРП, таъминшаванда аз як ОП (ё ОРП);

– афтиши шиддат дар як НРП, В.

Маълум аст, ки ОРП бояд тарзе дар магистрал ҷойгир карда шаванд, ки иҷро шавад талаботи , ин ҷо – шиддати максималӣ дар баромади манъбаи ДП-и дар СИР-и намуди додашуда, истифодашаванда.

В,

* мА,
* ,
* км,
* .

***4.7. Тартибдиҳии нақшаи ташкили алоқа.***

Дар асоси маълумотҳои техники СИР, қиматҳои гирифташуда ва ҳисобкунии занҷири ДП ҷойгиркунии НРП ва ОРП дар ҳар як қитъаҳои лоиҳакашишавандаи шабака, карда мешавад.



***4.8. Комплектатсияи таҷҳизот.***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номгў | Миқдор | Таркиб | Барои як истгоҳ | Ҳамагӣ |
| ОС | 2 | СЧВГ – стойка четвертичного временного группообразования | 1 | 2 |
| СОЛТ – стойка оборудования линейного тракта | 1 | 2 |
| САЦО-ТС – стойка аналого-цифрового преобразования сигналов телевизионного вещания | 1 | 2 |
| ОРП | 2 | СОЛТ – стойка оборудования линейного тракта | 2 | 4 |
| СДП – стойка дистанционного питания | 2 | 4 |
| НРП | 146 | НРПГ-2 – необслуживаемый регенерационный пункт | 1 | 146 |

**Руйхати адабиёт**

1. Н.Н. Баева, В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. Проектирование цифровых каналов передачи. (Учебное пособие)
2. В.И. Иванов, В.Н. Гордиенко, Г.Н. Попов и др. Цифровые и аналоговые системы передачи. -М.: Радио и связь, 1995
3. И.Р. Берганов, В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи. –М.: Радио и связь, 1989.