

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

 **КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

 по профессиональному модулю

ПМ01.Монтаж и техническая эксплуатация оборудования систем мобильной связи

Междисциплинарный курс: МДК 01.01. Технология монтажа систем мобильной связи

Специальность: 210705 Средства связи с подвижными объектами

(программа базовой подготовки)

 Москва 2015 г.

|  |  |
| --- | --- |
| ОДОБРЕНАПредметной цикловой комиссиейПротокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_20\_\_ г.Председатель ПЦК\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.Г.Лобанова«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г. | УТВЕРЖДАЮЗам. директора по УМРГБПОУ «КС № 54»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Г. Бозрова«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г. |

Составитель:Ручко В.М., преподаватель ГБПОУ «Колледж связи №54»

 г. Москвы

Рецензент:

*Ф.И.О., должность*

 ГБПОУ КОЛЛЕДЖ СВЯЗИ №54

 Согласовано

 Председатель модульной

 комиссии

 \_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Г.Лобанова

 «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_2015 г

 ЗАДАНИЕ

На курсовое проектирование по профессиональному модулю ПМ 01

***Междисциплинарный курс***: **МДК 01.01 Технология монтажа систем мобильной связи**

Специальность: 210705, Средства связи с подвижными объектами

Студенту гр. 2ССПО9-4(б): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Тема: «Проектирование сети сотовой связи с равномерным распределением абонентов в заданной зоне»

Вариант:\_\_\_\_\_

Спроектировать сети сотовой связи с равномерным распределением абонентов в заданной зоне при следующих исходных данных:

1.Тип территории в зоне обслуживания\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.Испрользуемый стандарт сотовой связи\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.Число абонентов зоне обслуживания (М сети, тыс. чел.)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4.Плошадь зоны обслуживания (Sсети, км2)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5.Вероятность отказа абоненту в предоставлении канала в час наибольшей нагрузки(ЧНН) pот к.=0.02

6.Допустимый трафик в соте в соответствие с числом каналов Aсот\_\_\_\_

7.Средний трафик одного абонента в ЧНН , А1=0015-0,025Эрл.

При выполнении курсовой работы:

1.Произвести оптимальный выбор частотных каналов

2.Рассчитать число сот в сети

3.Найти максимальное удаление в соте абонентской станции от базовой станции

4.Определить мощность передатчика базовой станции

5.Рассчитать потери на трассе

6.Рассчитать электропитание базовой станции

7.Рассчитать надежность сети сотовой связи

8.Нарисовать трассу прохождения сигнала от БС к АС

9.Нарисовать конфигурацию сети ( повариантам)

Преподаватель Ручко В.М.

**Содержание**

Задание

Введение………………………………………………………… 4

1.Выбор частотных каналов…………………………………..

2.Расчет числа сот в сети………………………………………

3.Расчет удаления АС от БС………………………………….

4.Расчет баланса мощностей………………………………….

5.Расчет потерь на трассе…………………………………….

6.Расчет электропитания базовой станции………………….

7.Рассчет надежности сети сотовой связи…………………..

8.Литература……………………………………………………

Приложение 1…………………………………………………..

Трасса прохождения сигнала от БС к АС

Приложение 2………………………………………………….

Модель Эрланга В (система с отказами)

Приложение 3…………………………………………………..

Конфигурация сети

Приложение А. Образец титульного листа

Введение

Во введении следует обосновать актуальность избранной темы курсового проекта, раскрыть ее теоретическую и практическую значимость, сформулировать цели и задачи работы ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………
.

.

.

.

.

.

.

..

.

.

.

.

..

.

.

.

1.**Выбор частотных каналов**

 На первом этапе выполнения курсового проекта необходимо

Выбрать количество частотных каналов в соте и соответственно число каналов трафика, определяем по таблице 1.

Для расчета сначала просчитываем 1 канал, затем 2 канала, 3 канала и 4 канала и больше если потребуется. Однако увеличение числа каналов существенно влияет на оплату операторам связи их аренды. В свою очередь с уменьшением числа каналов в соте возрастает число сот в сети и уменьшаются их размеры. Это удорожает развертывание и обслуживание сот. Минимальные размеры (Rрадиус)соты определяют число допустимых хендоверов. **Хендовер**–это эстафетная передача обслуживания абонента от одной соты к другой.

Для сетей GSM-900 радиус соты R должен быть не менее **1,1-1,4 км**

Для сетей GSM-1800- радиус соты R должен быть не менее**0,6- 0,8км**

Для сетей CDMA – радиус соты не должен быть не менее **0,5-1км**

В одном частотном канале GSM существует 8 независимых каналов, то, по таблице 1, определяем число каналов трафика сначала для одного частотного канала, затем для двух, трех и т.д.

Таблица 1.

Определение числа каналов трафика

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Число частотных каналов  |

 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|

|  |
| --- |
| Число физических каналов  |

 | 8 | 16 | 24 | 32 |
|

|  |
| --- |
| Используют под каналы управления  |

 | 1 | 2 | 2 | 3 |
|

|  |
| --- |
| Число каналов трафика  |

 | 7 | 14 | 22 | 29 |

Для сетей CDMA на одной частоте передается до 25 каналов трафика

Трафик характеризуют объемом передаваемой информации. При передаче данных трафик определяют скоростью передачи, бит/с, и временем передачи т.е. числом переданной информацией в битах. Единицей измерения трафика является эрланг. **1 Эрл**.- это занятость одного телефонного (ТФ) канала в течении часа.

По таблицам Эрланга, приложение 2, для заданного числа каналов ( число каналов 1, число каналов трафика 7) при вероятности отказа абоненту в предоставлении канала в час наибольшей нагрузки**Ротк=0,02** (из исходных данных), находим допустимый трафик в соте **Асот1=?**( из таблицы); **Асот2=?; Асот3=?; Асот4=?**( для 2 каналов, 3-х,4-х)

**Асот1=2,935 Эрл**

**Асот2=8,2 Эрл.**

**Асот3=14,9 Эрл.**

**Асот4=21,4 Эрл.**

Средний трафик одного абонента в ЧНН (час наибольшей нагрузки)

А1=0,015-0,025 Эрл.

Выбираем **А1=0,015 Эрл**.

2.Определяем допустимое число абонентов в соте:

Мсот1=$\frac{Асот1}{А\_{1}}$=

2.1 Определяем число сот в зоне обслуживания:

qсот1=$\frac{Мсети}{М сот1 }$ =

3.Определяем площадь соты:

Sсот1 =$\frac{S\_{сети}}{q\_{сот1}}$ =

3.1Определяем радиус соты в виде правильного шестиугольника:

R1 =$≈\sqrt{\frac{Sсот1}{0,65}}$ =

Где R – максимальное удаление мобильной станции от базовой станции в соте.

Аналогично производим расчет для 2-х; 3-х; 4-х частотных каналов, определяем число сот в зоне обслуживания, число сот в городе, площадь соты, радиус соты.

По результатам расчетов заполняем таблицу 2.

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Число частот в соте  |

 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|

|  |
| --- |
| Число частот в сети: кластер 3/9, кластер 4/12  |

 | 7 | 14 | 22 | 29 |
|

|  |
| --- |
| Число абонентов в соте Мсот |

 |  |  |  |  |
|

|  |
| --- |
| Число сот в сети qсот |

 |  |  |  |  |
|

|  |
| --- |
| Площадь соты Sсот, км2 |

 |  |  |  |  |
|

|  |
| --- |
|  |
| Радиус соты R, км  |

 |  |  |  |  |

На основе анализа данных таблицы 2 выбираем оптимальный вариант сети, который бы минимизировал общее число частотных каналов при допустимых размерах сот.

Выбираем вариант сети с количеством частот в соте………

**4. Определение баланса мощностей**

Необходимо обеспечить баланс мощностей в соте радиуса R для сети.

Составляем уравнение баланса мощностей с учетом всех особенностей прохождения сигнала на трассе согласно рисунку 1.

Рисунок 1. Трасса прохождения сигнала

 Pout БС Ga БС

 Lf БС Lp

Tx

фидер

 Ga АС

Комбайнер

 PinБС с ТМА

 PinБС без ТМА LpLfАС

фидер

фидер

Приемник

(разнесенный прием)

 Ga БС

 Gd БС

фидер

Rx

Tx Rx

Lf БС

Стойка базовой станции Lf БС

 PoutAC PinAC

Обозначение :

G – усиление; L – потери; L p – потери на трассе; А – антенна; D – разнесение; F – фидер; С – комбайнер; Тх – передатчик; Rx – приемник; Pin – входная мощность; Pout – выходная мощность; ТМА (Tower Mounted Amplifier) – малошумящий усилитель на входе приемника.

Расчет трасс сетей подвижной связи ведем с использованием логарифмов потерь на трассах, в фидерах, комбайнерах и логарифмов коэффициентов усиления антенн и дополнительных усилителей. Мощности на выходе передатчика и на входе приемника выражаем в децибелах на милливатт (дБм) согласно формуле:

Р, дБм = 10 lgP, мВт или с использованием программы «Конвертер перевода величин»

Некоторые соотношения между Р, дБм и P, мВт приведены в таблице 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Р,мВт |

 | 20Вт | 10Вт | 2Вт | 1Вт | 100 | 20 | 1 | 10-10 | 10-11 |
|

|  |
| --- |
| Р,ДБм |

 | 43 | 40 | 33 | 30 | 20 | 13 | 0 | -100 | -110 |

Составляем уравнение баланса мощностей вверх, от абонентской станции(АС)к базовой станции(БС)

**PinБС = PoutАС -LfАС +GaАС -Lp + GaБС + GdБС -LfБС**

Составляем уравнение баланса мощностей вниз, от базовой станции(БС) к абонентской станции(БС)

**PinАС = Pout БС - Lf БС+GaБС-Lс - Lp + GaАС- Lf АС**

Все коэффициенты усиления и ослабления выражаем в децибелах(дБ), а мощности в децибелах на милливатт(дБм)

**Pin БС и Pin АС**- мощности на входе приемников БС и АС
Для расчета принимаем следующие значения:

**Pin АС= - 104 дБм во всех диапазонах**

**Pin БС=- 111дБм с ТМА**

**Pin БС=- 106дБм без ТМА**

**Pout АС и Pout БС** - мощности на выходе приемников БС и АС

**Pout АС= 2Вт на 900 МГц**

**Pout АС= 1Вт на 1800 МГц**

**Pout АС= 200мВт CDMA**

**Pout БС= От 28Вт до 50Вт, принимаемPout БС= ?Вт**

**GaБС и GaБС** – коэффициенты усиления антенн БС и АС

**LfАС и Lf БС** – потери в фидерах БС и АС

**При проверке баланса мощностей вверх( Pin БС) можно принять:**

**LfАС = 0;GaАС=0; GaБС= 15-17дБ; LfБС=2 дБ; GdБС=3 дБ**

**При проверке баланса мощностей вниз( Pin АС) можно принять:**

**LfБС=2 дБ; GaБС= 15-17дБ; Lc=0( если в соте 1 или 2 частоты и**

**Lc=3дБ если в соте3-4 частоты); LfАС=0; GaАС=0**

**Lс** – потери в комбайнере( Комбайнер это устройство которое применяется для сложения и разделения сигналов приема и передачи, применяется на базовых станциях операторов сотовой связи)

**Lp**– потери на трассе( определяем по модели Окумура-Хата в диапазоне 900МГц и по модели COST 231 Хата в диапазоне 1800 МГц: модели распространения радиоволн для различных типов местности)

**GdБС** – коэффициент усиления за счет разнесенного приема сигналов на базовой станции БС (3дБ – 4дб)

**5. Расчет потерь на трассе.( Lp)**

Потери на трассе зависят от расстояния R, рабочей частоты F, высоты подвеса антенн базовой станции HБС и абонентской станции HАС

**В диапазоне 900 МГц** применяем формулы модели распространения радиоволн по модели Окумура-Хата. Условия применимости модели:

F = 150-1500 МГц

HБС = 30-200 метров, принимаем HБС =30 м

HАС = 1-10 метров, принимаем HАС = 1,5 м

ΔРσ = 0,68σ =0,68х8= 5,6дБ ,ΔРσ = 5,6дБ, запас мощности сигнала для его уверенного приема

Lдоп = 12 дБ( дополнительные потери)

**5.1 Расчет потерь в городской зоне(Lг):**

Lг = 69,55+26,16 lgF- 13,82 lgHБС - aHАС +(44,9 – 6,55 lgHБС) lgR,

Lг =

где НБС – эффективная высота подъема антенны базовой станции, м; НАС – высота антенны подвижной станции над землей, м; R – расстояние между передатчиком и приемником, км; F – частота сигнала, МГц.(выбираем среднюю частоту полосы частот)

**aHАС** –Корректировочный фактор,

а) для малых и средних городов:

aHАС = (1,1 lgF-0,7)\*HАС – (1,56 lgF – 0,8)

aHАС =

б) для больших городов:

aHАС= 3,2(lg (11,75\* HАС))2 – 4,97

aHАС=

**5.2 Расчет потерь в пригородной зоне(Lпр)**

Lпр = 63,35 + 27,72 lgF – 13,82 lgHБС – (1,1 lgF – 0,7) HАС +

**+(**44,9 – 6,55 lg HБС) lg R – 2(lg$\frac{F}{28}$)2

Lпр =

**5.3 Расчет потерь в сельской местности (Lсм)**

Lсм = 27,81 + 46,05 lgF – 13,82 lgHБС – (1,1 lgF – 0,7) HАС +

+ (44,9 – 6,55 lg HБС) lg R – 4,78(lgF)2

Lсм =

Суммарные потери на трассе **Lp**будут :

**Lp= L(г,пр,см)+ΔРσ + Lдоп**

**Lp=**

**В диапазоне 1800 МГц**применяем формулы распространения радиоволн по модели COST 231 Хата. Условия применимости модели:

F = 1500-2000 МГц , принимаем среднюю частоту диапазона Fср из варианта задания

HБС = 30-200 метров, принимаем HБС =30 м

HАС = 1-10 метров, принимаем HАС = 1,5 м

ΔРσ = 0,68σ =0,68х8= 5,6дБ ,ΔРσ = 5,6дБ, запас мощности сигнала для его уверенного приема

Lдоп = 12 дБ ( дополнительные потери)

**5.1 Расчет потерьв среднем городе и пригородном центре с умеренной плотностью посадки деревьев**

**Lг=**48,55 + 35,4 lgF- 13,82 lgHБС – (1,1 lgF – 0,7)HАС +

+ (44,9 – 6,55 lgHБС )lg R

**Lг=**

**5.2 Расчет потерь в большом городе**

**Lбг=**48,55 + 35,4 lgF- 13,82 lgHБС –(1,1 lgF – 0,7)HАС +

+ (44,9 – 6,55lgHБС )lgR

**Lбг=**

**5.2 Расчет потерь в сельской местности**

**Lсм= 9,56 + 53,73**lgF – 13,82lgHБС – 4,78(lgF)2 +

+ (44,9 – 6,55lgHБС )lgR

**Lсм=**

Суммарные потери на трассе **Lp**будут :

**Lp= L(г,бг,см)+ΔРσ + Lдоп**

**Lp=**

**Теперь зная Lp, рассчитаем мощность сигнала на входе**

**приемника АС:**

**Pin АС = Pout БС - Lf БС+ GaБС - Lс - Lp + GaАС- Lf АС**

**Pin АС =**

**Pin БС = Pout АС - LfАС +GaАС - Lp + GaБС + GdБС - LfБС**

**Pin БС =**

Найденные величины**Pin АС и Pin БС**должны превышать чувствительность приемников абонентской станции:

**Pin АС =- 104 дБм**и базовой станции**Pin БС=- 111дБм**

**Если расчетные величины оказались меньше то следует произвести расчет , увеличив высоту подвеса антенны базовой станции(БС) или уменьшить радиус соты R**

Результаты расчета сводим в таблицу 4.

|  |
| --- |
| Трасса вниз БС$\rightarrow $АС |
| F, МГц  | НБС, м  | НАС, м | R, км | LГ, дБ  | Р , дБ  | LДОП, дБ  | PoutБС, дБм | LfБС, дБ  | GaБC, дБ  | Lс, дБ  | LP, ДБ  | GaAC, дБ  | LfAC, дБ  | PinAC |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Трасса вверх АС$\rightarrow $ БС |
| F, МГц  | НБС, м  | НАС, м | R, км | LГ, дБ  | Р , дБ  | LДОП, дБ  | PoutАС, дБм | LfАС, дБ  | GaАC, дБ  | Lр, дБ  | GaБС, дБ  | GdБC, дБ  | LfБC, дБ  | PinБC, дБ  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**6. Расчет электропитания базовой станции**

 В сетях сотовой связи наибольшее распространение получили источники бесперебойного питания (ИБП) переменного тока. Организация бесперебойного питания объекта подразумевает возможность его переключения при неполадках в электросети на альтернативный источник энергии. В ИБП любого типа функции такого источника выполняют аккумуляторные батареи.

 Аккумуляторы являются вторичными элементами питания или, как их еще называют, химическими источниками тока второго типа.

 Аккумуляторные батареи функционируют в двух основных режимах: разряда и заряда. Установленные в ИБП переменного тока батареи находятся в одном из трех состояний – дежурном, аварийном и пост аварийном. Поскольку аварии в сети происходят все-таки не столь часто, большую часть срока эксплуатации батарея функционирует в дежурном, или буферном, режиме постоянного подзаряда. Аварийные режимы (питание нагрузки от батареи) в телекоммуникациях занимают сравнительно небольшое время. Пост аварийный – это автоматический режим заряда разряженной батареи.

Любая АБ характеризуется взаимосвязанной системой параметров, базовыми из которых являются емкость и номинальное напряжение. Выбор емкости АБ обусловлен типом нагрузки, которую она будет поддерживать в течение заданного времени при определенных режимах разряда. Для любого телекоммуникационного объекта определяющими являются требования по энергоснабжению: время работы, ток разряда, мощность. Требования по емкости определяются на основании этих характеристик.

 Выбор батареи во многом зависит от качества сети: одни батареи лучше работают в буферном режиме, другие рассчитаны на циклическое применение. Чем глубже разряжается батарея, тем меньше циклов заряда/разряда она обеспечивает.

 Например, для линий связи в сельской местности более важен параметр количества циклов заряда/разряда, которые может выдержать аккумулятор. В этих сетях качество электроснабжения приводит к частым и длительным (более часа) отключениям выпрямительных устройств с переходом нагрузки на питание от аккумуляторной установки. В таком случае целесообразнее использовать гелевые аккумуляторы, так как ресурс их работы в режиме циклирования выше, чем у других аккумуляторов.

**Щелочные аккумуляторные батареи**

*Основные области применения.* Щелочные герметичные аккумуляторы и батареи предназначены для питания постоянным током систем автоматики, сигнализации, связи, приборов и др. Герметичные аккумуляторы предназначены для работы в режиме циклирования (длительный, средний и короткий режимы разряда) и в режиме постоянного подзаряда.

*Отличительные особенности.* В процессе эксплуатации аккумуляторы не требуют обслуживания (доливок и корректировки уровня электролита). В качестве электролита в никельжелезных аккумуляторах применяется водный раствор едкого натра с добавкой (20 ± 1) г/л гидроокиси лития.

В зависимости от условий эксплуатации срок службы герметичных аккумуляторов и батарей от 3 до 10 лет, срок хранения не менее 2 лет.

**Гелевые аккумуляторные батареи**

*Основные области применения:*

– системы бесперебойного питания;

– производство и передача электроэнергии;

– телекоммуникации и связь;

– системы альтернативной энергии;

– охранная и пожарная сигнализация;

– аварийное освещение.

*Отличительные особенности:*

– устойчивость к циклическому режиму эксплуатации (более 1200 циклов заряд-разряд);

– низкоегазовыделение благодаря использованию сплава без сурьмы и применению технологии внутренней рекомбинации газов.

Конструкция гелевых аккумуляторов обычно представляет собой модификацию обычного свинцово-кислотного аккумулятора. К электролиту добавляется гелевый компонент для сокращения движения внутри аккумулятора. Во многих гелевых аккумуляторах также используются одноходовые клапаны вместо открытых воздушных клапанов, это способствует тому, что выделяющиеся газы снова растворяются в воде внутри аккумулятора, подавляется газообразование. В аккумуляторах на «гелевых элементах» исключено пролитие даже в случае поломки. Гелевые аккумуляторы устойчивы к циклическому режиму эксплуатации (более 1200 циклов заряд/разряд)

Срок службы более 15 лет.

**Свинцово-кислотные аккумуляторные батареи**

*Основные области применения:*

– непрерывное электропитание;

– телекоммуникация;

– пожарное освещение;

– пожарная тревога и системы обеспечения безопасности.

*Отличительные особенности:*

– дешевизна и простота производства – по стоимости 1 кВт·ч энергии эти батареи являются самыми дешевыми; малый саморазряд – самый низкий по сравнению с аккумуляторными батареями других типов;

– низкие требования по обслуживанию – отсутствует «эффект памяти», не требуется доливки электролита;

– допустимы высокие токи разряда.

– не допускается хранение в разряженном состоянии;

– низкая энергетическая плотность – большой вес аккумуляторных бата- рей ограничивает их применение в стационарных и подвижных объектах;

– допустимо лишь ограниченное количество циклов полного разряда (200–300);

– кислотный электролит и свинец оказывают вредное воздействие на окружающую среду;

– при неправильном заряде возможен перегрев.

Свинцово-кислотные батареи имеют настолько низкую энергетическую плотность по сравнению с другими типами батарей, что это делает нецелесообразным использование их в качестве источников питания переносных устройств. Хотя примеры их применения в портативной электронной технике есть. Кроме того, при низких температурах их емкость существенно снижается.

Производители ИБП всегда указывают полную мощность, выраженную в вольтамперах, следовательно, необходимо перевести активную мощность оборудования в полную. Активная мощность вычисляется по формуле

РИБП$>\frac{Pmax}{PF}$

РИБП

где РИБП – требуемая мощность источника бесперебойного питания базовой станции; PF(Power Factor) – коэффициент мощности, который в дан- ной курсовой работе принимается равным 0,7; Pmax – максимальная потребляемая мощность .

Максимальная потребляемая мощность для базовых станций сетей GSM 60 Вт, сетей CDMA – 40 Вт.

Необходимо также учесть максимальную потребляемую мощность охранно-пожарной сигнализации – 900 Вт и системы управления микроклиматом – 3000 Вт.

Для работы в автономном режиме ИБП базовой станции комплектуется четырьмя батареями. Необходимо рассчитать максимальное время автономной работы при заданной нагрузке по формуле

t=$\frac{60\*E\*U}{P}$

где t – максимальное время автономной работы, мин; Е – ёмкость батареи; U – суммарное напряжение батарей в ИБП; Р – расчётная мощность нагрузки.

Исходные данные для расчета:

Тип аккумуляторной батареи: ……..

Номинальная емкость: Сn(Ач) Сn = …..

Номинальное напряжение: Un(B) Un = …..

Расчетная мощность нагрузки Р(Вт) Р = ….

РИБП$>\frac{Pmax}{PF}$

РИБП

t = $\frac{60\*E\*U}{P}$

t =

**7. Расчет надежности сети сотовой связи**

*Надежность* – это свойство системы обеспечивать нормальное выполнение заданной функции, обеспечивать первоначальные технические характеристики в течение определенного времени в заданных пределах допуска.

Надежность характеризуется:

– безотказностью;

– ремонтопригодностью;

– долговечностью.

*Безотказность* – свойство системы непосредственно сохранять рабо-тоспособность в определенных условиях и режимах эксплуатации.

*Ремонтопригодность* – свойства системы, заключающиеся в приспособленности к предупреждению о нарушении и устранении отказов путем планового технического обслуживания и ремонта.

*Долговечность* – свойство системы сохранять работоспособность в перерывах между плановым техническим обслуживанием и ремонтом до предельного состояния.

В основе понятия надежности лежит понятие отказа. *Отказ* – нарушение работоспособности системы, заключающееся в прекращении выполнения заданных функций или выходе рабочих показателей за заданные пределы. Для аппаратуры передачи данных характерны отказы различного типа – внезапные и постепенные, полные и частичные, самоустраняющиеся и устойчивые.

Сбой в работе сети сотовой связи может быть вызван различными причинами: обрывом линий связи, выходом из строя оборудования и некоторыми другими.

Однако для пользователей услуг не имеет значения, вследствие чего пропадает связь.

В рамках соглашения о качестве обслуживания абоненту должен быть гарантирован определенный, достаточно большой промежуток времени, в течение которого показатели качества обслуживания не будут ниже заданных.

Простои, вызванные сбоями в работе сети, могут сопровождаться огромными потерями прибыли. Таким образом, актуальными являются вопросы сокращения времени простоя, оценка потерь, вызванных простоями, и оценка затрат на минимизацию этих потерь.

Для решения поставленных задач возникает необходимость в количественной оценке надежности. С этой целью в теории надежности вводятся количественные характеристики и устанавливается связь между ними, разрабатываются методы, позволяющие анализировать физические причины отказов и прогнозировать надежность.

Речь идет о выборе методов и средств обеспечения работы систем с максимальной эффективностью.

*Время наработки на отказ* **Тср**и *среднее время восстановления после сбоя* **Тв**являются основными параметрами, которые следует учитывать при решении задачи обеспечения надежного и стабильного сервиса.

*Среднее время восстановления* – среднее время, необходимое для возобновления нормальной работы системы.

*Наработка на отказ* – среднее время между отказами восстанавливаемых изделий.

Значения времени наработки на отказ и среднего времени восстановления берем из варианта задания.

Используя данные определяем надежность системы.

**Параметры безотказности**:

– интенсивность отказов системы;

– наработка на отказ системы;

– вероятность безотказной работы.

*Интенсивность отказов* – вероятность отказов в единицу времени.

Зная **Тср** каждого элемента системы, можем определить интенсивность отказов **λ**, 1/ч, каждого элемента по формуле:

**λ = 1/Tср**

**Определяем и интенсивность отказов базовой станции**

**λ1 = 1/Tср =**

**Определяем и интенсивность отказов контроллера**

**λ2 = 1/Tср =**

**Определяем и интенсивность отказов мультиплексора**

**λ3 = 1/Tср =**

**Определяем и интенсивность отказов**  всей системы в целом по формуле:

$Λ$**(t)c =**$\sum\_{i=1}^{n}λi$

$Λ$**(t)c =**$\sum\_{i=1}^{n}λi$ **=λ1+λ2+ λ3=**

где λi – интенсивность отказов каждого элемента системы.

Зная интенсивность отказов всей системы, определяем наработку на отказ системы по формуле:

**Tср.с =**$\frac{1}{Λс}$

**Tср.с =**$\frac{1}{Λс}$ **=**

*Вероятность безотказной работы* **–** вероятность того, что в течение заданного времени не произойдет отказа в системе.

Вероятность безотказной работы определяется по формуле

**Pс(t)= e –Λt**

где t – время испытания, ч; – интенсивность отказов системы.

Время испытания может принимать следующие значения:**0**,**24, 720**, **2172, 8760 ч**.

Расчет вероятности отказа необходимо произвести при различных значениях времени испытания t и по данным расчетам построить кривую безотказности P(t).

P(t)

 1

 t время

**Параметры ремонтопригодности :**

– среднее время восстановления;

– коэффициент готовности;

– коэффициент простоя.

Используя параметры надежности Tср иTв , можно вычислить коэффициент доступности услуг Кд (коэффициент готовности Кг).

*Коэффициент готовности* – вероятность того, что система будет в работоспособном состоянии в любой момент времени в промежутках между выполнением профилактического обслуживания или ремонта.

Коэффициент готовности:

**К г =** $\frac{Тср}{Тв+Тср}$

где Tcp – среднее время наработки на отказ системы; Tв – время восстановления системы.

**К г =**

*Коэффициент простоя* учитывает все простои аппаратуры, вызванные техническим обслуживанием, но без учета простоев по организационным причинам.

Коэффициент простоя

**KП = 1 – Кг.**

Результаты расчетов сводим в таблицу5.

Таблица 5.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Интенсивность отказов системы $Λ$с, 1/ч  | Наработка на отказ системы Тср, ч  | Вероятность безотказнойработы системы P(t)  | Тв  | Кг | Кп  |
| t = 24  | t = 720  | t = 2172  | t = 8760  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Расчетные параметры сравниваем с нормативными показателями.

Нормативные показатели системы :

Наработка на отказ системы Тср должна быть не менее 350 суток;

Коэффициент готовности системы Кг должен быть не менее 0,99.

Литература

1.Абилов А.В. Распространение радиоволн в сетях подвижной связи,: учебное пособие, ИжГТУ, 2001.

2.Бобков В.Ю. Сети мобильной связи: частотно-территориальное пла-нирование : учеб.пособие / В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, П.А. Ми-хайлов. – 2-е изд., испр. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007.

3.Колодезная Г.В. Основы теории связи с подвижными объектами, методическое пособие по курсовому проектированию: Хабаровск, ДВГУПС, 2012.

4. Половко А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб. : БВХ-Петербург, 2008

Приложение 1.

Трасса похождения сигнала от базовой станции(БС) к абонентской станции(АС)

 Pout БС Ga БС

 Lf БС Lp

Tx

фидер

 Ga АС

Комбайнер

 PinБС с ТМА

 PinБС без ТМА LpLfАС

фидер

фидер

Приемник

(разнесенный прием)

 Ga БС

 Gd БС

фидер

Rx

Tx Rx

Lf БС

Стойка базовой станции

 PoutAC PinAC

Обозначение :

G – усиление; L – потери; L p – потери на трассе; А – антенна; D – разнесение; F – фидер; С – комбайнер; Тх – передатчик; Rx – приемник; Pin – входная мощность; Pout – выходная мощность; ТМА (Tower Mounted Amplifier) – малошумящий усилитель на входе приемника.

Приложение 2.

Модель Эрланга В (система с отказами)

|  |  |
| --- | --- |
| Число каналов | Вероятность блокировки Рбл, % |
| 0,1 | 0,5 | 1.0 | 2 | 5 | 10 |
| Трафик(Эрланг) |
|  | 0,0010 | 0,0050 | 0,0101 | 0,0204 | 0,0526 | 0,1111 |
|  | 0,0458 | 0,1054 | 0,1526 | 0,2235 | 0,3813 | 0,5954 |
|  | 0,1938 | 0,3490 | 0,4555 | 0,6022 | 0,8994 | 1,271 |
|  | 0,4393 | 0,7012 | 0,8694 | 1,092 | 1,525 | 2,045 |
|  | 0,7621 | 1,132 | 1,361 | 1,657 | 2,219 | 2,881 |
|  | 1,146 | 1,622 | 1,909 | 2,276 | 2,960 | 3,758 |
|  | 1,579 | 2,158 | 2,501 | 2,935 | 3,738 | 2,666 |
|  | 2,051 | 2,730 | 3,128 | 3,627 | 2,543 | 5,597 |
|  | 2,558 | 3,333 | 3,783 | 2,345 | 5,370 | 6,546 |
|  | 3,092 | 3,961 | 2,461 | 5,084 | 6,216 | 7,511 |
|  | 3,651 | 2,610 | 5,160 | 5,842 | 7,076 | 8,487 |
|  | 2,231 | 5,279 | 5,876 | 6,615 | 7,950 | 9,474 |
|  | 2,831 | 5,964 | 6,607 | 7,402 | 8,835 | 10,47 |
|  | 5,446 | 6,663 | 7,352 | 8,2 | 9,730 | 11,47 |
|  | 6,077 | 7,376 | 8,108 | 9,010 | 10,63 | 12,48 |
|  | 6,722 | 8,100 | 8,875 | 9,828 | 11,54 | 13,50 |
|  | 7,378 | 8,834 | 9,652 | 10,66 | 12,46 | 14,52 |
|  | 8,046 | 9,578 | 10,44 | 11,49 | 13,39 | 15,55 |
|  | 8,724 | 10,33 | 11,23 | 12,33 | 14,32 | 16,58 |
|  | 9,412 | 11,09 | 12,03 | 13,18 | 15,25 | 17,61 |
|  | 10,11 | 11,86 | 12,84 | 14,04 | 16,19 | 18,65 |
|  | 10,81 | 12,64 | 13,65 | 14,90 | 17,13 | 19,69 |
|  | 11,52 | 13,42 | 12,47 | 15,76 | 18,08 | 20,74 |
|  | 12,24 | 14,20 | 15,30 | 16,63 | 19,03 | 21,78 |
|  | 12,97 | 15,00 | 16,13 | 17,51 | 19,99 | 22,83 |
|  | 13,70 | 15,80 | 16,96 | 18,38 | 20,94 | 23,89 |
|  | 12,44 | 16,60 | 17,80 | 19,27 | 21,90 | 24,94 |
|  | 15,18 | 17,41 | 18,64 | 20,15 | 22,87 | 26,00 |
|  | 15,93 | 18,22 | 19,49 | 21,04 | 23,83 | 27,05 |
|  | 16,68 | 19,03 | 20,34 | 21,93 | 24,80 | 28,11 |
|  | 17,44 | 19,85 | 21,19 | 22,83 | 25,77 | 29,17 |
|  | 18,21 | 20,68 | 22,05 | 23,73 | 26,75 | 30,24 |
|  | 18,97 | 21,51 | 22,91 | 24,63 | 27,72 | 31,30 |
|  | 19,74 | 22,34 | 23,77 | 25,53 | 28,70 | 32,37 |
|  | 20,52 | 23,17 | 24,64 | 26,44 | 29,68 | 33,43 |
|  | 21,30 | 24,01 | 25,51 | 27,34 | 30,66 | 32,50 |
|  | 22,08 | 24,85 | 26,38 | 28,25 | 31,64 | 35,57 |
|  | 22,86 | 25,69 | 27,25 | 29,17 | 32,62 | 36,64 |
|  | 23,65 | 26,53 | 28,13 | 30,08 | 33,61 | 37,72 |
|  | 24,44 | 27,38 | 29,01 | 31,00 | 34,60 | 38,79 |

Приложение 3.

Конфигурация сети:GSM



**Элементы сотовой сети связи стандарта GSM**:

**MS** (Mobile Station) – подвижная станция;

**BSS** – подсистема базовых станций (BSC+TCE+BTS);

**BTS** (Base Station) – базоваястанция;

**BSC** (Base Station Controller) – контроллербазовойстанции;

**TCE** – транскодер;

**SSS** (Switching SubSystem) – подсистемакоммутации;

**MSC** (MobileSwitchingCenter) – центркоммутацииподвижнойстанции;

**HLP** (Home Location Register) – регистр положения (домашний регистр);

**VLR** (Vision Location Register) –гостевой регистр местоположения;

**AUC** (Authentication Center) – центр аутентификации;

**EIR** (Equipment Identity Register) – регистр идентификации оборудования;

**OMC** (Operations and Maintenance Center) – подсистема эксплуатации и технического обслуживания.

**Конфигурация сети стандарта CDMA**



**Конфигурация системы стандарта CDMA**



 Приложение А

 **КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

 По профессиональному модулю ПМ01

Междисциплинарный курс: МДК 01.01. Технология монтажа систем мобильной связи

 ***Тема: «Проектирование сети сотовой связи с равномерным распределением абонентов в заданной зоне»***

Специальность: 210705 Средства связи с подвижными объектами

Выполнил студент(ка) группы 2ССПО9-4(б): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проверил преподаватель: Ручко В.М. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Москва 2015 г.

Изм.

Лист

№ докум.

Подписьь

Дата

Лист

Разраб.

Провер.

 Т. Контр

.

 Н. Контр.

Утверд.

Лит.

Листов

*КС №54*

Масса

Масштаб

*Изм.*

*Лист*

*№ докум.*

*Подпись*

*Дата*

*Лист*

*2107505 2ССПО9-4*