**Глава 3. Расчет основных параметров сети CDMA.**

**3.1. Расчет числа радиоканалов.**

Общее число частотных каналов, выделенных для развертки сотовой сети связи у данном месте, определяется по формуле

, (3.1)



где int(x) – целая часть числа х;

Fk – полоса частот, занятая одним частотным каналом системы сотовой связи (частотный разнос между каналами).

**3.2.Определение размерности кластера.**

Для определения необходимой размерности кластера С при заданных значениях p0 и pt используют соотношение

, (3.2)

где p(C) – процент времени, в течении которого соотношения мощность сигнала/ мощность помехи на входе приемника MS будет находиться ниже защитного отношения .

Интеграл представляет собой табулированную Q-функцию

. (3.3)

Нижний придел этого интервала имеет вид

, (3.4)

где  и  выражены в дБ; – определяется соотношением

. (3.5)

В свою очередь значения  и  определяются по формулам

, (3.6)

, (3.7)

 – параметр, который определяет диапазон случайных флуктуаций уровня сигнала в точке приема:

. (3.8)

Коэффициент  в (3.7) представляет собой медианное значение затухания радиоволн на i-му направлении увеличении помехи. Эти коэффициенты обратно пропорциональны четверти ступени расстояния до источника помехи. Величина М обозначает число базовых станций, которые «мешают», расположенных в соседних кластерах.

Сначала рассмотрим случай, для всенаправленной антенны, где , ,  и , , ;

где  - число секторов.

Выберем значение С=3.



, (3.9)



Определим 



Вычислив квадратный корень из получившегося значение получаем



Отсюда следует





Теперь вычислим нижнюю границу Q-функции



Этому значению в таблице соответствует величина, равная , это значение приблизительно равно единице. Считая по формуле (3.2), получаем



Получившееся значение явно больше , которое из задания равно 10. Отсюда следует что данный тип антенны и выбранное значение кластера не подходит для указанного стандарта.

Теперь рассмотрим случай для направленной антенны, у которой угол диаграммы направленности , , М=2 и , .

Выберем значение С=4.



Определим 



Вычислив квадратный корень из получившегося значение получаем



Отсюда следует





Теперь вычислим нижнюю границу Q-функции



Этому значению в таблице соответствует величина, равная 0,0838. Считая по формуле (3.2), получаем



Получившееся значение немного меньше , отсюда вытекает, что данный тип антенны является наиболее оптимальным.

**3. 3. Расчет числа радиоканалов, которые используются одной BTS.**

Число частотных каналов, которые используются для обслуживания абонентов в одном секторе соты, определяется по формуле.

, (3.10)



где  - число секторов.

Б) РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ ТЕЛЕФОННОЙ НАГРУЗКИ

Величина допустимой телефонной нагрузки в одном секторе одной соты определяется соотношением



(3.11)

при условии, что

, (3.12)

где ;

 - число абонентов, которые могут одновременно использовать один частотный радиоканал. В данном случае величина =1, т.к. используется аналоговый стандарт.



Подкоренное выражение больше, чем величина , т.к. .



В) РАСЧЕТ ЧИСЛА АБОНЕНТОВ, КОТОРЫЕ ОБСЛУЖИВАЮТСЯ ОДНОЙ BTS

При заданной активности одного абонента в час наибольшей нагрузки можно рассчитать число абонентов, которые обслуживаются одной BTS по формуле



(3.13)



Г) РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Необходимое число базовых станций на заданной территории обслуживания определяется соотношением

, (3.14)



где  - заданное число абонентов, которых обслуживает сотовая сеть связи.

Д)РАСЧЕТ РАДИУСА ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ БАЗОВОЙ СТАНЦИЕЙ.

Величину радиуса соты можно определить, используя выражение



(3.15)



Е) РАСЧЕТ ВЕЛЕЧИНЫ ЗАЩИТНОГО РАССТОЯНИЯ

Величина защитного расстояния между BTS с одинаковыми частотными каналами определяется соотношением



(3.16)



Ё) РАСЧЕТ УРОВНЯ СИГНАЛА НА ВХОДЕ ПРИЕМНИКА MS

Необходимую мощность на входе приемника MS  при  и  определяют, пользуясь так называемым первым уравнением передачи.

(3.17)



где  - коэффициент усиления антенны базовой станции, дБ;

*f –* средняя частота выделенного диапазона частот;

 - мощность передатчика BTS, дБВт;

 - потери в фидере BTS, дБ;

 - длинна фидера, которая может быть равной или больше высоты подвеса антенны BTS;

 - погонное ослабление фидера, дБ/м.

Ж) РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ

Для определения вероятности ошибки, когда MS находится на границе зоны обслуживания BTS, необходимо использовать соотношение



(3.18)



**Глава 3. Расчет основных параметров сети GSM.**

**3.1 Характеристики проектированной сети**

-площадь 3656 км2 ;

-количество абонентов 15 000;

-активность абонента  0.023Эрл;

-вероятность блокировки 0.12;

-полоса частот  8 МГц;

-полоса частот занимаемая одним частотным каналом Fk=200 кГц(GSM) и

-число абонентов на 1 частотный канал nа=8(GSM)

-высота антенны 20 м;

-усиление антенны 12дБ;

-мощность передатчика =1 Вт;

-защитное отношение С/Ш 9дБ;

-время в течении которого С/Ш на входе приемника будет меньше 10%;

-уровень случайных флуктуаций  10 дБ;

**3.2 Расчет величины дуплексного разноса между частотными каналами**

Величина дуплексного разноса определяется соотношением

 = - = -, (3.1)

где ,  – верхняя (максимальная) частота поддиапазонов частот, выделенных для работы ССС;

 и  – нижняя (минимальная) частота этих же поддиапазонов.

 = 1805–1710 = 1815,8–1720,8 = 95 МГц.

**3.3 Расчет общего числа частотных каналов**

Общее число каналов в ССС  определяется формулой

 = , (3.2)

где  – целая часть числа .

 =  = 72.

Для ССС необходимо выделение 72-х каналов.

**3.4 Расчет числа каналов**

Число каналов в одном секторе зоны обслуживания БС определяется соотношением

, (3.14)

где  – число секторов.  = 3 для ДНА с .

.

При расчете числа каналов в одном секторе зоны обслуживания нельзя округлять полученное значение до целого в меньшую сторону, поскольку это в дальнейшем приведет к ухудшению качества связи.

**3.5 Расчет допустимой телефонной нагрузки**

Величина допустимой телефонной нагрузки в одном секторе или в зоне одной БС с круговой ДНА определяется соотношением

, если , (3.15)

, если , (3.16)

где ;

 – число абонентов, которые могут работать на одной несущей. В частности, в системе GSM-1800 на одной несущей организуется 8 временных каналов, т.е. =8;

 – вероятность отказа в обслуживании абонента, значение которой указано в техническом задании.  = 8% = 0,08. Величина этой вероятности определяется формулой Эрланга [9]

.

Определим . Поскольку выполняется условие

,

т.е. , то расчет допустимой нагрузки будет производиться по формуле (2.15).

.

Полученное значение допустимой телефонной нагрузки совпадает с табличным значением интеграла вероятности .

**3.6 Расчет числа абонентов, обслуживаемых одной базовой станцией**

Число абонентов, обслуживаемых одной базовой станцией, зависит от числа секторов, допустимой телефонной нагрузки и активности абонентов:

, (3.17)

где  – вероятность активности абонента;

 – число секторов.  = 3 для ДНА с , как уже говорилось выше.

.

**3.7 Расчет необходимого числа базовых станций**

Необходимое число базовых станций на заданной территории обслуживания определяется соотношением

, (3.18)

где  – заданное число абонентов, которые должны обслуживаться на территории заданной площади.

NБС = 5

.

**3.8 Расчет радиуса зоны обслуживания базовой станции**

Величину радиуса соты можно определить из соотношения

,

откуда

. (3.19)

.

**3.9 Расчет величины защитного расстояния**

Величина защитного расстояния между одинаковыми частотными каналами определяется соотношением

.

.

**3.10 Определение мощности передатчика базовой станции**

Необходимую мощность передатчика БС (, дБВт) можно определить, используя соотношение

, (3.20)

где  – чувствительность приемника АС, дБВт;

,  – коэффициенты усиления антенн БС и АС соответственно, дБ;

,  – коэффициенты, учитывающие потери в антенно-фидерном тракте БС и АС соответственно, дБ;

,  – высота антенны БС и АС соответственно, м;

 – расстояние от АС до обслуживающей ее БС.

Значение  для всех вариантов размещения БС, кроме варианта «сотовых решеток», для которого, , км;

- средняя частота диапазона, выделенного БС, МГц;

 – нижний предел интегрирования в выражении (2.3);

 – параметр, определяющий диапазон случайных флуктуаций принимаемого сигнала, дБ.

Поскольку антенна АС всенаправленная, маловысотная (обычно высота антенны порядка 1,5 м), имеет небольшой коэффициент усиления (0–2 дБ), то для упрощения расчетов можно считать, что , .Кроме того, можно пренебречь потерями в антенно-фидерных трактах БС и АС (, ). С учетом изложенного соотношение (4.20) можно записать в виде

 (3.21)



Полученная мощность соответствует реальным мощностям базовых станций проектируемого стандарта ССС.

**3.11 Расчет вероятности ошибки**

Для определения вероятности ошибки, когда АС находится на границе зоны обслуживания БС, следует использовать соотношение

, (3.22)

где значение коэффициента затухания радиоволн  необходимо брать равным 2, что обеспечивает учет наихудшего варианта влияния взаимных помех, (вариант предполагает распространение помех в свободном пространстве).

.

Полученная вероятность ошибки маленькая, даже с учетом того, что это наихудший вариант. Повысить ее можно, повысив значение частотного параметра , но это приведет к расширению используемого диапазона частот и к уменьшению числа каналов, обслуживаемых одной БС.

**3.12 План территориального распределения базовых станций**

План территориального распределения базовых станций можно представить в виде круга радиусом  (см. рис. 3.4).

 км.

Величина повторного использования частот определяется соотношением

; (3.23)

.

Эта величина может быть различна для БС с различными номерами. Приведенная формула определяет среднее значение повторного использования частот.

На рисунке 3.4 в кружочках в вершинах шестиугольных сот представлены номера БС.

**3.13 План распределения частотных каналов**

При фиксированном распределении каналов за каждым сектором БС закрепляется набор частотных каналов с номерами

, (3.24)

где ;

 для ;

.

\