|  |
| --- |
| ФГОБУ ВПО СибГУТИ |
| Частотное планирование сети подвижной радиосвязи |
| Варианты заданий к курсовому проектированию по дисциплине «Основы теории средств связи с подвижными объектами» |

|  |
| --- |
| Новосибирск  2012 |

Варианты к курсовому проектированию «Частотное планирование сети подвижной радиосвязи»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Стандарт | МГц | МГц | % |  | тыс. | дБ | дБВт | км2 | м |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | CDMA | 800 | 12.5 | 10 | 0.02 | 120 | 6 | -145 | 770 | 30 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Примечание 1:** значения параметров, не заданные в таблице, принимаются типичными для заданного по варианту стандарта сотовой связи. К ним относятся: ; ; . Их значения необходимо взять из соответствующей литературы (например, [10]).

**Примечание 2:** значение параметра  для всех вариантов.

**Примечание 3:** значение параметра  выбрать из диапазона  по своему усмотрению.

Для составления полного частотного плана сети подвижной радиосвязи (СПРС), т.е. плана внедрения конкретных номиналов частот для каждой из базовых станций (БС), установленных на территории города, необходимо предварительно определить основные параметры этого плана. К этим параметрам относятся:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. |  | размерность кластера; |
| 2. |  | количество секторов обслуживания в одной соте:    где  – ширина диаграмм направленности антенн БС; |
| 3. |  | количество БС, которые необходимо установить на территории города; |
| 4. |  | радиус одной соты, км; |
| 5. |  | мощность передатчика БС, дБВт; |
| 6. |  | высота подвеса антенны БС; |

Перечисленные параметры можно определить, если известны следующие данные:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 7. |  | полоса частот, выделенная для передачи сигналов БС данной сотовой сети; |
| 8. |  | полоса частот, занимаемая одним частотным каналом данного стандарта; |
| 9. |  | количество абонентов, которые одновременно могут использовать один частотный канал (например, для GSM – это 8); |
| 10. |  | количество абонентов, которое должна обслуживать данная сотовая сеть; |
| 11. |  | активность одного абонента в час наибольшей нагрузки, Эрл; |
| 12. |  | допустимая вероятность блокировки вызова СПРС; |
| 13. |  | необходимое защитное отношение сигнал/помеха для приемников СПР; |
| 14. |  | процент времени, в течение которого допускается, чтобы отношение сигнал/помеха на входе приемника в СПРС было меньше защитного ; |
| 15. |  | площадь города, в котором развернута СПРС, ; |
| 16. |  | параметр, определяющий диапазон случайных флуктуаций уровня принимаемого сигнала в месте приема ( дБ); |
| 17. |  | чувствительность приемника МС, дБВт; |
| 18. |  | коэффициент усиления антенны БС, дБ. |

**Примечание 1:** высота антенны МС принимается равной hMS=1.5 м.

Процедура определения основных параметров частотного плана для СПРС состоит в следующем:

1. Определяется общее число частотных каналов, выделяемых для развертывания сотовой сети в данном городе:

 (1)

квадратные скобки в выражении 1 означают взятие целой части от выражения в скобках (в последующих формулах используется такое же обозначение).

2. Определяется необходимая размерность кластера при заданных значениях  и . При этом используется соотношение:

, (2)

где  – процент времени, в течение которого отношение сигнал/помеха на входе приемника МС ниже защитного , как правило, . Величины  и  определяются выражениями 3-9:

 (3)

где ,  дБ [7] для условий городской застройки,  (дисперсия логнормально распределённой случайной величины помехи на входе приёмника) [8]:

 (4)

Значения  (количество «мешающих» базовых станций, расположенных в соседних кластерах) и  (величина, обратная отношению мощности сигнала к мощности помех, создаваемых -й «мешающей» станцией [1, 4]) зависят от вида диаграмм направленности антенн на БС (ненаправленных либо секторных):

Если

 и  (5)

Если

 и  (6)

Если

 и  (7)

Здесь - коэффициент соканального повторения определяется выражением:

, (8)

а  (дисперсия распределения случайной величины отношение сигнал/помеха на входе приёмника):

. (9)

Значение , при котором выполняется условие , принимается за размерность кластера СПР.

3. Определяется количество частотных каналов, которое используется для обслуживания абонентов в одном секторе одной соты:

. (10)

4. Определяется допустимая телефонная нагрузка в одном секторе одной соты (Эрланг):

, (11)

где . Выражение 11 получено из формулы Эрланга [1].

5. Определяется количество абонентов, которое обслуживается одной БС при заданном значении вероятности блокировки:

. (12)

6. Определяется количество БС в сотовой сети:

. (13)

7. Определяется радиус одной соты:

. (14)

8. Определяется  при , либо  при . Для этого используется выражение [4]:

, (15)

где  – несущая частота в МГц.

Выполнение пп. 2-8 необходимо проделать для различных , чтобы определить оптимальный вариант развёртываемой сотовой сети. Критериями оптимизации считать меньшее количество БС, большее число обслуживаемых абонентов, большую зону покрытия БС меньшую мощность передатчика.

9. В качестве результатов представить параметры частотного плана, полученные в пп. 1-8.

10. Определить оптимальный вариант СПРС, сделать выводы по проделанной работе.

11. Оформить пояснительную записку курсового проекта.

Таким образом, изложенная процедура позволяет найти все требуемые параметры частотного плана сотовой сети. При составлении полного частотного плана необходимо, зная количество частотных каналов, приходящихся на каждую БС и конфигурацию кластера, используемого для построения сотовой сети, определить конкретные номиналы частот, которые выделяются для работы всех БС, принадлежащих одному кластеру. При этом должны быть сведены к минимуму помехи между сотами, в которых используются соседние частотные каналы, а также интермодуляционные помехи между частотными каналами, используемыми в одном секторе соты.

Для составления полного частотного плана могут быть использованы методы, описанные в [5], [6].

**Пример частотного планирования**

Исходные данные:

Рассмотрим GSM систему, со следующими параметрами:

МГц; Эрл; ; дБ; км; ; м; дБ. дБ; МГц; дБВт; ; .

Определить параметры сотовой сети для небольшого города и мощность передатчика базовой станции , необходимую для обеспечения заданного качества связи.

1. Находим общее число частотных каналов планируемой сети по формуле 1:

.

1. По формулам 2-9 определяем необходимые значения M и N для обеспечения требуемого *отношения сигнал/помеха* на выходе приёмной антенны. Для этого последовательно вычисляем:

Для 

а) коэффициент соканального повторения (формула 8):



б) коэффициенты  (формулы 5-7)



в) дисперсию (формула 4)



г)  (формула 3)



**Примечание 2:** В формулах 3-4 значение .

д) дисперсию отношение сигнал/помеха (формула 9)



е)  (формула 2)



По результатам вычислений 2-е мы видим, что условие  достигается при  (). Эти значения принимаем в качестве параметров сети для дальнейшего частотного планирования.

1. По формуле 3 определяем количество частотных каналов, которое используется для обслуживания абонентов в одном секторе одной соты:

.

1. Определяем допустимую телефонную нагрузку в одном секторе одной соты по формуле 11:

.

1. Определяем количество абонентов, которое обслуживается одной БС при заданном значении вероятности блокировки по формуле 12:

.

1. По формуле 13 определяем количество БС в сотовой сети:

.

1. По формуле 14 определяем радиус соты:

.

1. По формуле 15 определяем :

.

Необходимо проделать выполнение пп. 2-8 с другими размерами кластера () для выбора оптимального варианта сотовой сети. Критериями оптимизации считать меньшее количество БС, большее число обслуживаемых абонентов, большую зону покрытия базовой станции, меньшую мощность передатчика.

Таким образом, характеристики, полученные при выполнении 1, 2-е, 3-8 являются результатами выполнения курсового проекта.

**Примечание 3:** При выполнении расчётов рекомендуется использовать системы математических расчётов (Mathcad, Matlab и т.п.).

**Литература:**

1. W.C.Y. Lee mobile cellular telecommunication systems. Howard W.Sams and Co., 1989.
2. Системы радиотелефонной связи с подвижными объектами (обзор). Зарубежная техника связи. Экспресс-информация ЦНТИ "Информсвязь" вып. 8-9, 1988г., с.1-39.
3. M.R.L. Hodges. The GSM radio interface.Br Telecom Technol J. v.8, №1, 1990, p.31-43.
4. Masaharu Hata. Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services. IEEE Tr. VT-29, №3, 1980, p.317-325.
5. A. Gamst. Homogeneous distribution of frequensies in a regular hexagonal cell system. IEEE Tr. VT-31, №3, 1982, p.132-144.
6. W.K. Hale. New spectrum management tools. Proc. Int. Symp. on EMC, 1981, p.47-53.
7. V.Palestini, V.Zingarelli. Qutage probability in cellular mobile radio systems. Alta Frequenza, №2, 1988, p.97-108.
8. L.F.Fenton. The sum of lognormal probability distributions in scatter transmission systems. IRE Tr. CS-8, №1, 1960, р.57-67.
9. Быховский М.А. Частотное планирование сотовых сетей подвижной связи. [www.bykhmark.ru/rus/stati/Chastot\_plan\_sot\_SPS.doc](http://www.bykhmark.ru/rus/stati/Chastot_plan_sot_SPS.doc)
10. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 300 с.