

Д. т. н. В. И. БОРИЩ, к. т. н. В. В. КОВАЛЬ,
Ю. Г. ТУМАНОВ

Украина, г. Одесса, Украинская гос. академия связи
им. А.С. Попова; г. Киев, ЗАО "Киевстар GSM"

Дата поступления в редакцию
24.05 2000 г.

Оппонент д. ф.-м. н. И. М. ВИКУЛИН

ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОДОСТУПА К СТАЦИОНАРНЫМ СЕТЯМ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Приведены результаты расчета интенсивности отказов, вероятности безотказной работы и гарантированно-го срока технической эксплуатации оборудования.

Организация абонентского доступа к современным сетям электросвязи осуществляется на базе [1, с. 97]:

- волоконно-оптических кабелей с возможной скоростью перемещения цифровых сигналов электросвязи (ЦСЭ) более 2 Гбит/с;
- медных кабелей, позволяющих на основе применения передовых технологий (например, цифровой абонентской линии) достичь качественной передачи ЦСЭ со скоростью, соизмеримой с перемещением в оптическом волокне;
- применения радиоканалов (радиодоступ) с обеспечением скорости транспортировки ЦСЭ до 2,048 Мбит/с и выше.

Как известно, использование радиотехнологий позволяет осуществлять оперативный обмен информацией с подвижными объектами в реальном масштабе времени, что является существенным преимуществом перед другими технологиями сетей электросвязи.

Первоначально для связи с подвижными абонентами создавались отдельные ведомственные радиосистемы связи, например, железнодорожные, речные, авиационные. Увеличение числа радиоабонентов,

отсутствие координационных принципов при разработке и эксплуатации радиосредств привели к неэффективному использованию радиоспектра, плохой электромагнитной совместимости, неудобству в пользовании. Устранить эти недостатки удалось за счет развития радиотелефонных сетей общего пользования. Это, по сути, радио-АТС, которая обеспечивает связь подвижных абонентов и между собой, и с абонентами телефонной сети в дуплексном режиме с автоматическим поиском канала.

Повысить эффективность использования выделенного для подвижной радиосвязи спектра частот можно за счет разбивки территории на зоны обслуживания с радиусом ~0,5 км. В центре каждой зоны устанавливается маломощная базовая станция. Исходя из условия минимального взаимного влияния между станциями, работающими на одной частоте (f), оптимальными являются зоны (без перекрытий и пропусков) в форме равностороннего треугольника, квадрата, правильного шестиугольника – "соты". Разбивка территории радиобслуживания на соты определила название "сотовая сеть" (рис. 1).

Базовая станция на своей частоте устанавливает связь с находящимся в соте мобильным терминалом (МТ). При перемещении МТ в другую соту происходит автоматическое переключение его на частоту новой БС, чем обеспечивается бесперебойная связь. БС соединяются с центром коммутации подвижной связи (ЦКПС), где в памяти ЭВМ сосредоточены как статические, так и динамические данные о подвижных объектах сети.

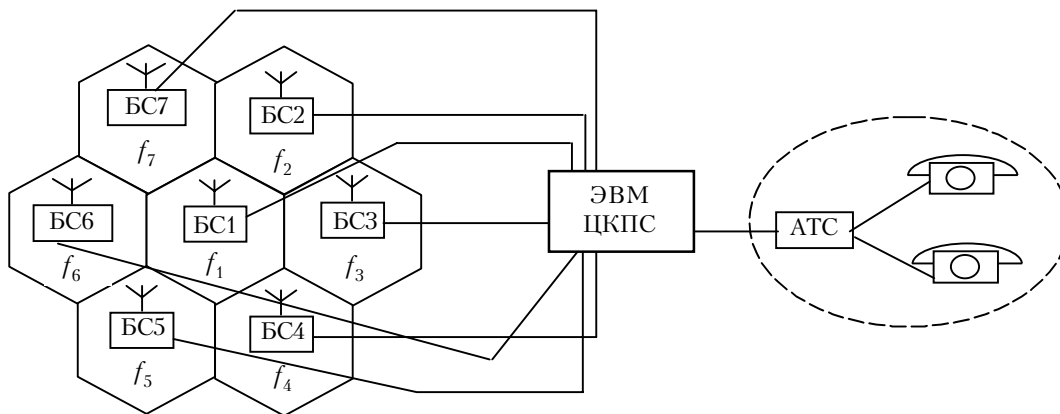


Рис. 1. Сотовая сеть

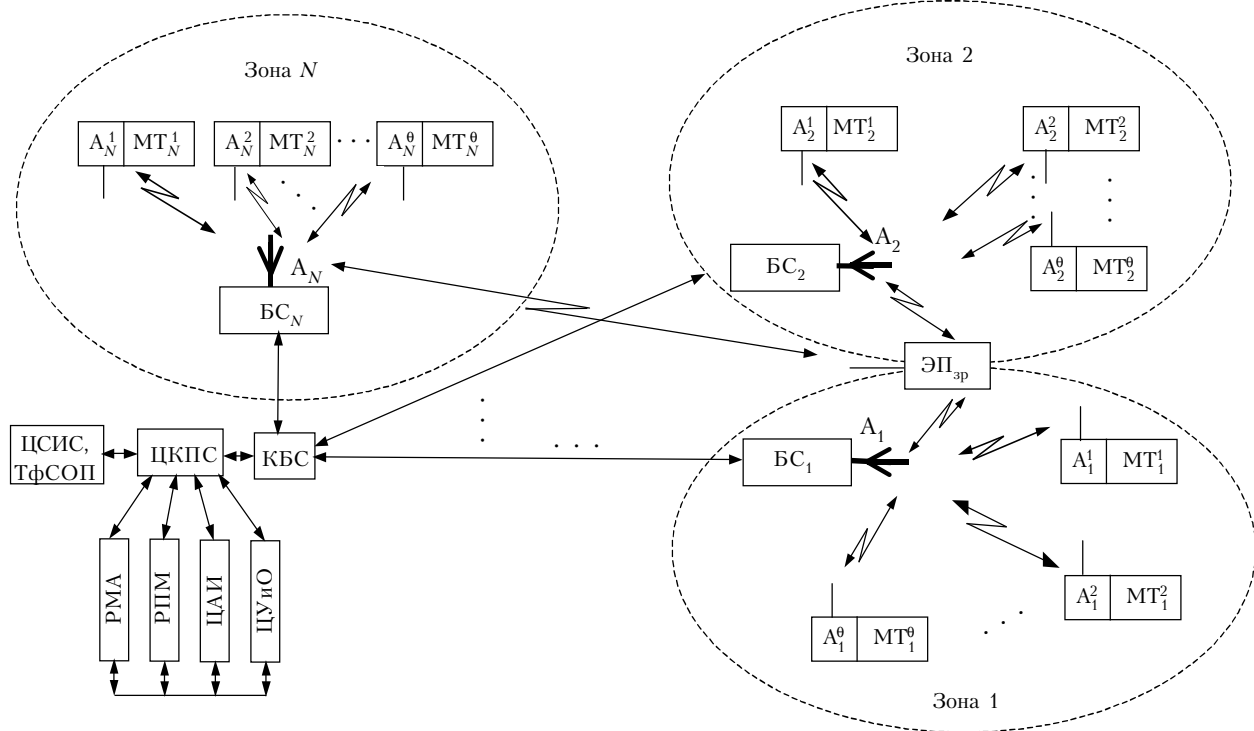
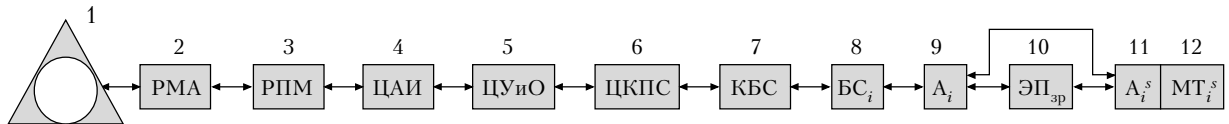


Рис. 2. Функциональная схема сотовой связи стандарта GSM Alkatel-900:

ЦСИС – цифровая сеть с интеграцией служб; ТфСОП – телефонная сеть общего пользования; ЦКПС – центр коммутации подвижной связи; КБС – контроллер базовых станций; РМА – “визитный” регистр местоположения МТ; РПМ – регистр местоположения; ЦАИ – центр аутентификации; ЦУиО – центр управления и обслуживания; A_i – антенны базовых станций, $i=N$, N – число зон; A_i^s – антенны мобильного терминала MT_i^s , $s=1, \theta$; θ – число МТ в зоне радиообслуживания; ЭП_{зр} – эстафетная передача между зонами радиообслуживания



АКС ЦСИС, ТфСОП

Рис. 3. Структурная схема расчета надежности радиодоступа подвижной сети к стационарной сети электросвязи: АКС ЦСИС – абонентская коммутационная станция ЦСИС

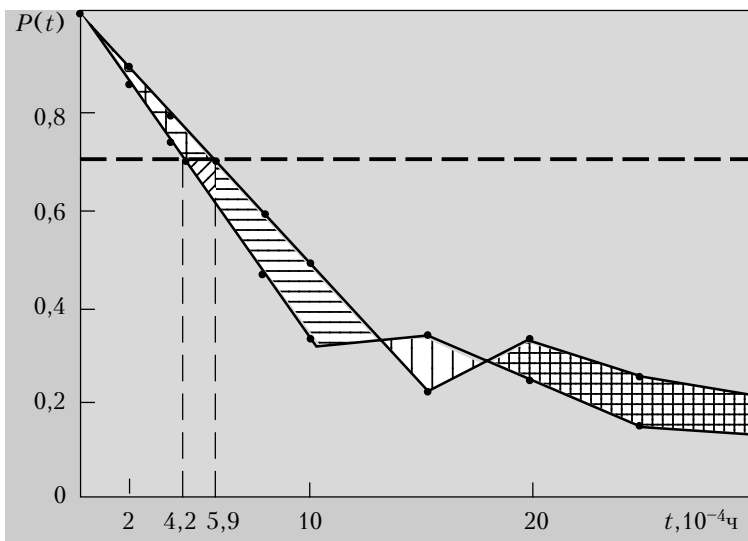


Рис. 4. Вероятность безотказной работы оборудования радиодоступа к стационарной сети электросвязи

Интенсивность отказов групп оборудования радиодоступа к ССЭ

Номер группы оборудования на схеме	$\lambda_{\min}, 10^7 \text{ч}^{-1}$	$\lambda_{\max}, 10^7 \text{ч}^{-1}$
1	9	15
2	2	3
3	2	3
4	2	3
5	4	5
6	7	13
7	5	6
8	3,5	5
9	2,5	3,5
10	6	8
11	3	4
12	6,5	9
$\lambda_c(t)$	52,5	67,5

Мощность передатчика БС незначительна, и поэтому влияние его сигнала на удаленные приемники МТ не существенно. Следовательно, на этой же частоте может работать другая БС, например, через две соты. Таким образом, чтобы обеспечить связью неограниченную плоскую территорию в сотовой сети, достаточно, например, семи рабочих частот ($f_1 \dots f_7$). В результате многократно используется частотный ресурс и соответственно увеличивается количество абонентов сети.

При применении современных радиотехнологий в сетях электросвязи необходимо определять надежность их работы.

Часто при выборе оптимальной стратегии управления техническим состоянием сетей электросвязи при их технической эксплуатации используют понятие «безотказная работа», т. е. вероятность того, что в течение заданного времени непрерывной работы или в пределах заданной наработки отказа не будет. Нами проведен расчет надежности системы радиодоступа подвижной сети к стационарной сети электросвязи (ССЭ) по показателю «вероятность безотказной работы» и определен гарантированный срок ее технической эксплуатации.

Структура доступа «пользователь – сеть» определяется рекомендациями [2] и содержит средства [1, 3], с помощью которых пользователь соединяется с сетью связи. На **рис. 2** изображена функциональная схема сотовой связи стандарта GSM Alkatel-900, а на **рис. 3** – соответствующая ей структурная схема расчета (отражает только содержательный смысл надежности безотносительно к функциональному назначению отдельных элементов).

При проведении расчетов предполагалось, что эстафетная передача между зонами радиообслуживания имеется во всех случаях установления связи.

В **таблице** приведены результаты расчета интенсивности отказов $\lambda(t)$ 12 групп оборудования радиодоступа, а также суммарная величина $\lambda_c(t)$.

Вероятность безотказной работы оборудования радиодоступа $P(t)$ для различных интервалов времени t (от 100 до 300000 ч) рассчитывалась по формулам

$$P(t) = e^{-\lambda_c t} \approx 1 - \lambda_c t \text{ при } \lambda t \ll 1;$$

$$P(t) = e^{-\lambda_c t} \text{ при } \lambda t > 1.$$

На **рис. 4** построена полученная зависимость. Задавая допустимым значением $P_{\text{доп}}$, по графику этого рисунка можно определить гарантированный срок технической эксплуатации оборудования радиодоступа. Так, для уровня надежности $P_{\text{доп}} = 0,7$ (при вероятности безотказной работы ниже 0,7 качество работы оборудования радиодоступа признается неудовлетворительным, а само оборудование – находящимся в состоянии отказа) гарантированный срок технической эксплуатации системы радиодоступа будет в пределах от 42000 до 59000 ч (от 5,25 года до 7,5 лет).

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Борщ В. И., Вивчарюк А. В., Донец В. А. и др. Терминальное оборудование цифровых сетей электросвязи с интеграцией служб. – К. : Наукова думка, 1999.
2. Цифровая сеть интегрального обслуживания (ЦИО). Общесетевые системы и функции, интерфейсы «пользователь – сеть» ЦЦИО. – МСЭ/МКККТ. Синяя книга. Рекомендации I.310–I.470. – Т. III, вып. III. – 1988.
3. Цифровая сеть интегрального обслуживания (ЦИО). Общая структура, услуги и возможности обслуживания. – МСЭ/МКККТ. Синяя книга. Рекомендации I.110–I.257. – Т. III, вып. III. – 1988.

в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции

в портфеле редакции

- Магнитоуправляемый выпрямитель. *Л. Ф. Викулина, П. Ю. Марколенко (Украина, г. Одесса)*
- Датчики ускорений на базе микромеханики и микроэлектроники. *В. С. Голуб (Украина, г. Киев)*



- Исследование механических напряжений в эпитаксиальных датчиках Холла различной конфигурации. *Ф. Д. Касимов, С. А. Исмаилова (Азербайджан, г. Баку)*
- Получение тонких пленок медно-цинковых сплавов методом электрического взрыва в вакууме. *А. Н. Головяшкин, Д. В. Лежнев (Россия, г. Пенза)*
- Радиационная технология управления параметрами элементов и микросхем частного применения. *В. А. Мокрицкий, В. А. Завадский (Украина, г. Одесса)*

в портфеле редакции

в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции в портфеле редакции