

УДК 004.272.1(045)

Е. А. Зубарева  
Е. В. Шевцова**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕДАЧИ  
МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ТРАФИКА В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ  
ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ ПОВЫШЕННОЙ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ**

Институт компьютерных технологий НАУ, e-mail: zubareva2309@mail.ru

*Рассмотрены вопросы анализа процессов передачи мультимедийного трафика в беспроводных сетях видеоконференцсвязи. Обоснованы требования к интенсивности реконфигурации топологии для поддержания заданного уровня помехозащищенности.*

**Ключевые слова:** мультимедийный трафик, беспроводные сети, помехозащищенность.

**Введение и постановка задачи.** В настоящее время активно развиваются широкополосные беспроводные мультисервисные сети (БМСС) [1 - 4]. При построении таких сетей одной из главных является задача поддержки режима видеоконференцсвязи (ВКС) с обеспечением заданных параметров качества обслуживания и с требуемым уровнем помехозащищенности. Для обеспечения режима ВКС нужно решить две основные задачи [5; 6]:

- синхронизировать мультимедийный трафик (ММТ);
- обеспечить помехозащищенность функционирования сети при передаче ММТ.

Важно отметить, что для решения поставленных задач необходимо разработать метод реконфигурации диаграмм направленности антенн (ДНА), который обеспечивает своевременную синхронную передачу ММТ в условиях недостаточной помехозащищенности. Ранее были предприняты попытки создания модели многоуровневой синхронизации компонент ММТ, однако вопросы помехозащищенности передачи ММТ на до сих пор не решены [7 - 9]. Поэтому тематика проводимых исследований является актуальной.

В предлагаемой работе после краткого анализа режима ВКС в беспроводных мультисервисных сетях рассмотрено решение вопроса обеспечения помехозащищенности функционирования сети при передаче ММТ с обоснованием требований как к компонентам БМСС, так и к ее составляющим.

**Анализ процессов функционирования линий связи между базовыми станциями соты беспроводной сети WIMAX.** Под *видеоконференцсвязью* будем понимать телекоммуникационную технологию, обеспечивающую интерактивное взаимодействие территориально – распределенных абонентов для обмена аудио- и видеоинформацией в реальном режиме времени [5].

Главным недостатком применения широкополосных БМСС (технологии WATM / WIMAX) для видеоконференцсвязи является малая производительность и помехозащищенность виртуальных путей (ВП), состоящих из объединенных между собой виртуальных каналов (ВК). В свою очередь, эти параметры зависят от пропускной способности и помехозащищенности линий связи (ЛС), представленных как многоканальные системы в виде ДНА. Даже в режиме нормального функционирования, поддерживающего заданное качество обслуживания  $QoS$ , фактическая пропускная способность ЛС оказывается намного ниже требуемой (соответствующей высокой помехозащищенности). Потеря пропускной способности связана как с восстановлением безошибочности битового потока (путем повторной передачи данных), так и с восстановлением нарушенной помехозащищенности ЛС, которое обусловлено помехами в каналах этой линии. При этом чем выше требования к своевременности передачи компонент ММТ (с учетом синхронизации и безошибочности),

тем сложнее обеспечить помехозащищенность ЛС. Взаимное влияние противоречивых критериев по помехозащищенности и синхронной передаче ММТ определяет требования по эффективному использованию корректирующего аппарата ДНА. Например, передача данных требует высокой безошибочности при достаточно низких требованиях по своевременности передачи, и наоборот, качество речевого трафика полностью зависит от своевременной передачи речевых контейнеров ячеек при относительно небольших требованиях к безошибочности в целом. Вместе с тем технология *WATM / WIMAX* и в том, и в другом случае должна обеспечивать как заданную синхронизацию ММТ, так и необходимую помехоустойчивость функционирования виртуальных каналов и виртуальных путей, состоящих из ЛС (ДНА) [8 - 10].

Таким образом, возникает необходимость в системном анализе эффективности передачи ММТ по каждой ЛС соты беспроводной сети, когда введение временной избыточности может быть должным образом использовано как для обеспечения заданной безошибочности и своевременности передачи контейнеров ячейки, так и для помехозащищенности функционирования ЛС. К сожалению, сегодня при анализе эффективности функционирования аспекты помехозащищенности и своевременности передачи рассматриваются не комплексно, а отдельно друг от друга. Вместе с тем, если в модель анализа помехозащищенности функционирования ввести допустимые пороги для временных перерывов при передаче ММТ, то процесс адаптивного управления реконfigurацией ДНА будет определяться заранее заданными допустимыми временными порогами корректирования ДНА с учетом дополнительного времени, необходимого для повторной передачи данных.

Важно отметить, что задача по обеспечению передачи ММТ заключается в создании такой модели системного анализа процессов функционирования ЛС, в которой введение временной избыточности могло бы одновременно обеспечить требования как по своевременности синхронной передачи, так и по помехозащищенности функционирования. Но для формирования такой модели сначала необходимо установить соотношение двух взаимосвязанных стохастических процессов: процесса передачи синхронизируемого ММТ при условии отсутствия помех и процесса появления помех с реконfigurацией ДНА для их устранения.

В процессе передачи ММТ с определенным качеством обслуживания *QoS* должны быть обеспечены жесткие требования по синхронности с заданными задержками и допустимой безошибочности для обеспечения правильности переданной информации (см. таблицу). Поэтому в беспроводных сетях (технологии *WATM / WIMAX*) первоочередной задачей является повышение помехозащищенности функционирования ЛС за счет введения аппаратного и временного корректирования ДНА при минимальных затратах на использование дорогостоящих аппаратных средств [5; 6; 9; 10].

#### Требования к качеству передачи ММТ

Тип трафика	Необходимые допустимые значения		
	Ошибки битов в контейнерах ячеек	Доля потерь контейнеров ячеек	Время задержки при передаче контейнеров ячеек, мс
1. Передача данных	$10^{-7}$	$10^{-6}$	1000
2. Речь с высокой степенью воспроизведения	$10^{-5}$	$10^{-7}$	500
3. Видео с высокой точностью*	$10^{-6}$	$10^{-8}$	300

\* - с учетом введения в контейнеры ячеек информационной избыточности

Требования, предъявляемые к моделям системного анализа процессов функционирования ЛС соты, определяются условиями и режимами их применения.

Взаимное влияние стохастических процессов (передачи различных объемов ММТ и появления внутренних помех) обусловлены допустимой «пульсацией» ММТ и недостаточной помехозащищенностью каналов ЛС. Поток помех приводит либо только к повторной передаче, либо к повторной передаче после корректирования ДНА. При этом происходит увеличение времени передачи ММТ, что превышает допустимые задержки. Поэтому своевременность передачи снижается, следовательно, синхронность режимов тоже нарушается. В тех случаях, когда для своевременной передачи контейнеров ячеек ММТ обеспечить требуемую помехозащищенность функционирования ЛС не удастся, контейнеры ячеек разбиваются на равные части (так называемые блоки контейнеров ММТ) и передаются последовательно. Для обеспечения синхронности передачи ММТ определяются либо моменты завершения передачи каждого блока  $t_k$ , либо моменты завершения передачи контейнера ячеек  $t_{nk}$ , состоящего из  $n$  блоков. В этом случае время передачи ММТ с повторами уменьшается.

Как известно, ЛС можно представить в виде многоканальной системы, состоящей из двух частей. Одна часть передает трафик с заданной помехозащищенностью, а другая – находится в состоянии готовности к передаче (при блокировке первой части помехами) или корректируется путем изменения ДНА. В этих случаях необходимо рассматривать два метода обеспечения синхронности (введение приоритетного обслуживания компонент ММТ и разбивки контейнера ячеек на блоки с учетом передачи с повторами), а также два метода обеспечения помехоустойчивости функционирования (за счет применения резервной ДНА или за счет корректирования существующей).

Исходя из вышеизложенного, для проведения системного анализа процессов передачи ММТ в беспроводных сетях повышенной помехозащищенности необходимо рассмотреть взаимодействие двух процессов: передачи ММТ и повышения помехоустойчивости БМСС.

В данной работе остановимся более подробно на исследовании второго процесса.

**Анализ формирования помехоустойчивых топологий БМСС за счет реконфигурации ДНА.** В начале необходимо провести анализ причин, приводящих к снижению помехоустойчивости сети. В радиотехнике помехоустойчивость характеризуется соотношением мощности передаваемых сигналов  $S$  к мощности помех (шумов)  $N$  [11]:

$$K_{\text{п}} \approx \frac{S}{N}.$$

На основании этого критерия можно выделить две основные причины потери помехоустойчивости:

- снижение мощности сигнала  $S$  и увеличение мощности шума (помех)  $N$ ;
- отказы различных компонент приемопередающих трактов цифровых антенных решеток (ЦАР). В этом случае ДНА деформируется (главный лепесток меняет форму и появляются лишние боковые лепестки), соответственно снижается дальность передачи. Это явление приводит к появлению *внутренних* помех. Они являются основным фактором снижения помехоустойчивости БМСС при отсутствии метео- и электромагнитных помех [12].

Для восстановления необходимой конфигурации ДНА используются резервные компоненты трактов ЦАР (при необходимости с дополнительным расширением спектра сигналов) [11].

Определяющим условием для поддержания заданной помехоустойчивости является обеспечение необходимой связности базовых станций (БС) с сотой БМСС за счет быстрого

восстановления конфигурации ДНА. Другими словами, необходимо, чтобы интенсивность «распада» ДНА была ниже интенсивности ее восстановления [13].

– обеспечение необходимой связности каждой БС как с другими БС соты, так и с БС БМСС в целом;

– обеспечение заданной интенсивности реконфигурации ДНА каждой БС в случае появления помех.

Для решения этих задач анализируется помехозащищенное функционирование соты БМСС путем проведения эффективной реконфигурации ДНА.

**Формальная модель процесса деградации соты БМСС.** В качестве ЛС, соединяющих БС с беспроводной мультисервисной сетью, рассматриваются ДНА. Помехоустойчивость каждой отдельной соты зависит как от интенсивности появления помех (рассматриваются только внутренние помехи), так и от интенсивности реконфигурации ДНА. В этом случае указанный параметр должен быть значительно выше интенсивности появления внутренних помех. Если это требование не выполняется, то происходит процесс полной деградации соты [13].

Под *вероятностью эффективного функционирования соты* будем понимать вероятность застать соту в работоспособном состоянии (с заданным количеством связей БС с сотой). Иными словами, сота должна быть целой, а не распадаться на отдельные сегменты [13]. Выделив два стохастических процесса (поступление мультимедийного трафика (ММТ) в различные моменты времени на разные БС и блокирование внутренними помехами ЛС между БС), можно использовать следующее выражение для оценки эффективности функционирования соты  $P_{э.ф}(t, \Delta t)$  [14 – 16]:

$$P_{э.ф}(t, \Delta t) = P_{п.ф}(t, \Delta t) * P_{э.п}(t, \Delta t_{пер}),$$

где  $P_{э.ф}(t, \Delta t)$  – вероятность эффективного функционирования соты;  $P_{п.ф}(t, \Delta t)$  – вероятность помехоустойчивого (безошибочного) функционирования БС соты в течение времени  $\Delta t$ ;  $P_{э.п}(t, \Delta t_{пер})$  – вероятность эффективной передачи ММТ с заданным качеством обслуживания в течение времени  $\Delta t_{пер}$ ;

$$P_{э.п} = e^{-\frac{\Delta t}{T_{б.п}}},$$

где  $T_{б.п}$  – среднее время безошибочной передачи.

Исходя из требований поддержания заданной помехоустойчивости функционирования соты  $P_{п.ф}(t, \Delta t)$ , каждый раз после возникновения внутренних помех формируется новая топология соты, обеспечивающая необходимую связность БС. При таком подходе можно дать оценку помехоустойчивости с учетом обеспечения своевременности передачи ММТ (т. е. оценить эффективность функционирования соты при передаче ММТ) [7; 13]. При этом степень связности  $l$  каждой БС с сотой характеризует связность БМСС в целом.

Считая появление внутренних помех и реконфигурацию каждой ДНА как не зависящие друг от друга процессы, а деградацию соты – как критический случай, возникший в процессе передачи ММТ, можно оценить все состояния помехоустойчивости соты. Они делятся на события нормального, критического и ненормального функционирования. Располагая временем нахождения в каждом из этих состояний, можно определить вероятность помехоустойчивого функционирования соты, используя следующую формулу [14; 15]:

$$P_{п.ф}(t, \Delta t) = K_{п.с}(t) \cdot P_{п.н}(\Delta t), \quad (1)$$

где  $K_{п.с}(t)$  – коэффициент помехоустойчивости соты, т. е. вероятность застать соту в любой момент времени в состояниях с заданной связностью БС (например,  $l \geq 2$ );  $P_{п.н}(\Delta t)$  –

вероятность помехоустойчивой передачи ММТ (с заданным качеством обслуживания) в соте в течение времени  $\Delta t$ .

Рассматривая случай, когда  $1 \ll \frac{\mu_p}{n\lambda_n}$  ( $n$  – количество ДНА в соте;  $\lambda_n$  – интенсивность появления внутренних помех в каждой ДНА;  $\mu_p$  – интенсивность реконфигурации ДНА), можно предположить, что  $P_{n,n}(\Delta t) \approx 1$ . Тогда выражение (1) принимает вид:

$$P_{n,\phi}(t, \Delta t) \approx K_{n,c}(t) .$$

Сущность процесса деградации (потери помехоустойчивости) рассматривается на примере соты с пятигранговой ячеистой топологией и 7 ЛС.

На рис. 1 в виде графов переходов представлены две базовые формальные модели деградации соты БМСС: поярусная (а) и «гибели и размножения» (б) [14; 17].

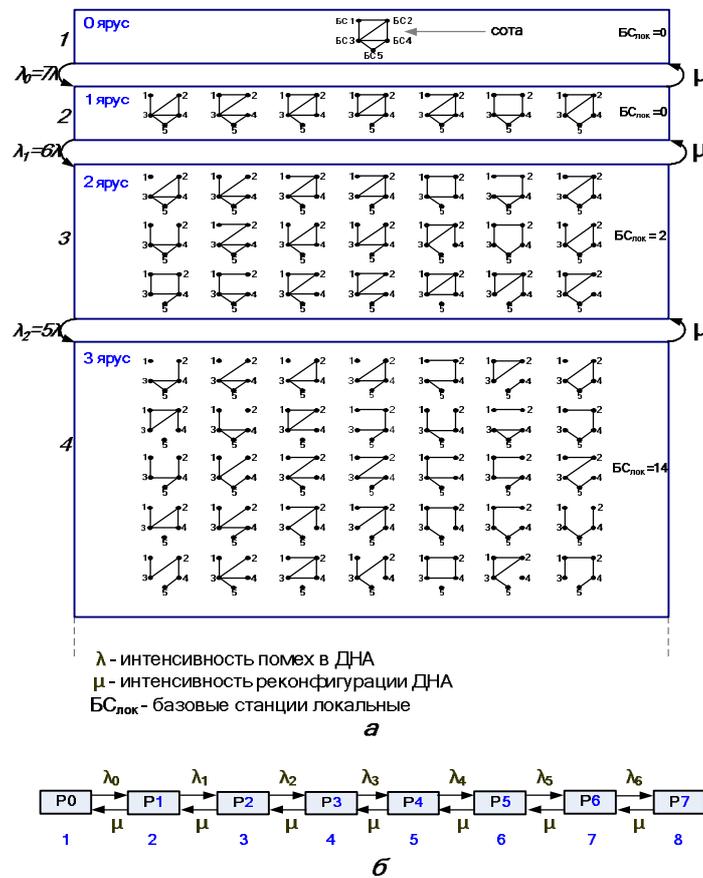


Рис. 1. Формальные модели процесса функционирования пятигранговой соты с учетом недостаточной помехоустойчивости при передаче ММТ: а – поярусная; б – «гибели и размножения»

*Ярусы* – это состояния помехоустойчивости соты, объединенные в соответствующие группы по признаку блокируемых помехами ДНА, уменьшающих для каждой БС количество связей с сотой  $l_{ij}$  [14].

В комбинаторике  $C_n^m$  (количество сочетаний из  $n$  элементов по  $m$ ) определяется по формуле [18]:

$$C_n^m = \frac{n!}{(n-m)!m!} ,$$

где  $n$  – общее количество линий связи в соте;  $m$  – количество отказавших линий связи на  $k$ -м ярусе.

На нулевом ярусе все диаграммы направленности БС помехоустойчивы (т. е. имеют одно состояние помехоустойчивости  $C_7^0 = 1$ ,  $l_{ij} \geq 2$  для каждой ДНА БС).

Первый ярус – заблокирована помехами одна ДНА, а остальные помехоустойчивы (количество состояний  $C_7^1 = 7$ , связность  $\min l_{ij} \geq 1$ ). Это режим нормальной помехоустойчивости.

Второй ярус – заблокированы помехами две ДНА (количество состояний  $C_7^2 = 21$ , из них 19 состояний соответствуют условию  $\min l_{ij} \geq 1$ , а две БС стали локальными. Это режим критического функционирования с точки зрения обеспечения связности, так как есть БС, у которых  $\min l_{ij} = 0$ , хотя вероятность локализации БС относительно мала ( $P_{\text{лок}} = 0,095$ ).

Третий ярус – заблокировано три ДНА (количество состояний  $C_7^3 = 35$ , из них два состояния не представляют собой целостной соты (являются кусочными), а 12 БС стали локальными со связностью  $\min l_{ij} = 0$ ). Для данного яруса коэффициент связности  $K_{\text{с.я}}$  (при  $l_{ij} \geq 1$ ) можно рассчитать по формуле [13; 14]:

$$K_{\text{с.я}}^{l \geq 1} = \frac{M_{\text{я}} - M_{\text{лок}}}{M_{\text{я}}} = \frac{35 - 14}{35} = 0,6 ,$$

где  $M_{\text{я}}$  – общее количество состояний яруса;  $M_{\text{лок}}$  – количество состояний на ярусе с локальными БС или состояний, которые не являются целостной сотой.

Соответственно коэффициент потери связности третьего яруса  $K_{\text{п.с.я}}^{l \geq 1}$  будет равен:

$$K_{\text{п.с.я}}^{l \geq 1} = \frac{M_{\text{лок}}}{M_{\text{я}}} = \frac{14}{35} = 0,4 .$$

Таким образом, на третьем ярусе вероятность локализации БС составляет  $P_{\text{лок}} = 0,4$ . Это режим ненормального функционирования соты, т. е. срыв передачи ММТ.

Предположив, что ДНА одностипны, одинаково блокируются помехами с интенсивностью  $\lambda_{\text{п}}$  и обладают одинаковой для всех ДНА интенсивностью реконфигурации  $\mu_{\text{р}}$ , можно рассчитать вероятности нахождения сети в состояниях помехоустойчивости  $P_k$  отдельно для каждого яруса в соответствии с системой уравнений Колмогорова–Чепмена (рис. 1, б) с учетом нормирующего условия:

$$\sum_{k=0}^{n-1} P_k = 1 ,$$

где  $n$  – общее количество ярусов.

Коэффициент помехозащищенности соты рассчитывается по формуле [13]:

$$K_{\text{п.с}} = \sum_{k=0}^{n-1} \sum_{i=1}^{M_k} P_{k_i} ,$$

где  $P_{k_i}$  – вероятность нахождения соты в  $i$ -м состоянии каждого  $k$ -го яруса;  $k$  – номер яруса с состояниями  $P_{k_i}$ ;  $M_k$  – общее количество состояний  $k$ -го яруса;  $n$  – общее количество ярусов.

**Обоснование требований к интенсивности реконфигурации ДНА, поддерживающей заданный уровень помехозащищенности.** Для обоснования требований к реконфигурации ДНА необходимо провести анализ процесса функционирования соты БМСС [2].

В качестве примера для анализа эффективности реконфигурации ДНА рассмотрим две топологии соты БМСС (рис. 2, *а* и *б*):

- пятигранговая ячеистая топология;
- шестигранговая ячеистая топология.

Интенсивность появления внутренних помех  $\lambda_{п}$ , а также интенсивность реконфигурации ДНА  $\mu_p$  – базовые параметры, характеризующие помехозащищенность каждой БС рассматриваемых топологий соты.

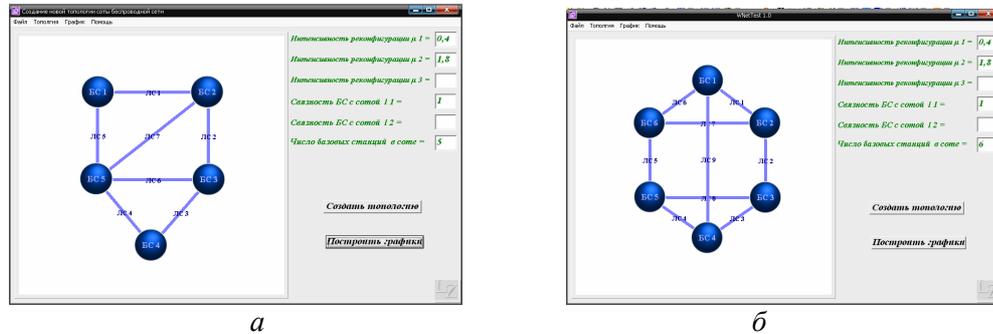


Рис. 2. Топология соты БМСС: *а* – пятигранговая ячеистая топология; *б* – шестигранговая ячеистая топология

На рис. 3 приведены результаты анализа эффективности реконфигурации топологий в виде графиков зависимости коэффициента помехозащищенности  $K_{п.с}$  от интенсивности появления внутренних помех в зоне соты с пятигранговой топологией (рис. 3, *а*) и шестигранговой топологией (рис. 3, *б*) для двух режимов реконфигурации  $\mu_p = 0,4$ ,  $\mu_p = 1,8$  и заданного критерия связности БС с сотой  $l \geq 1$ .

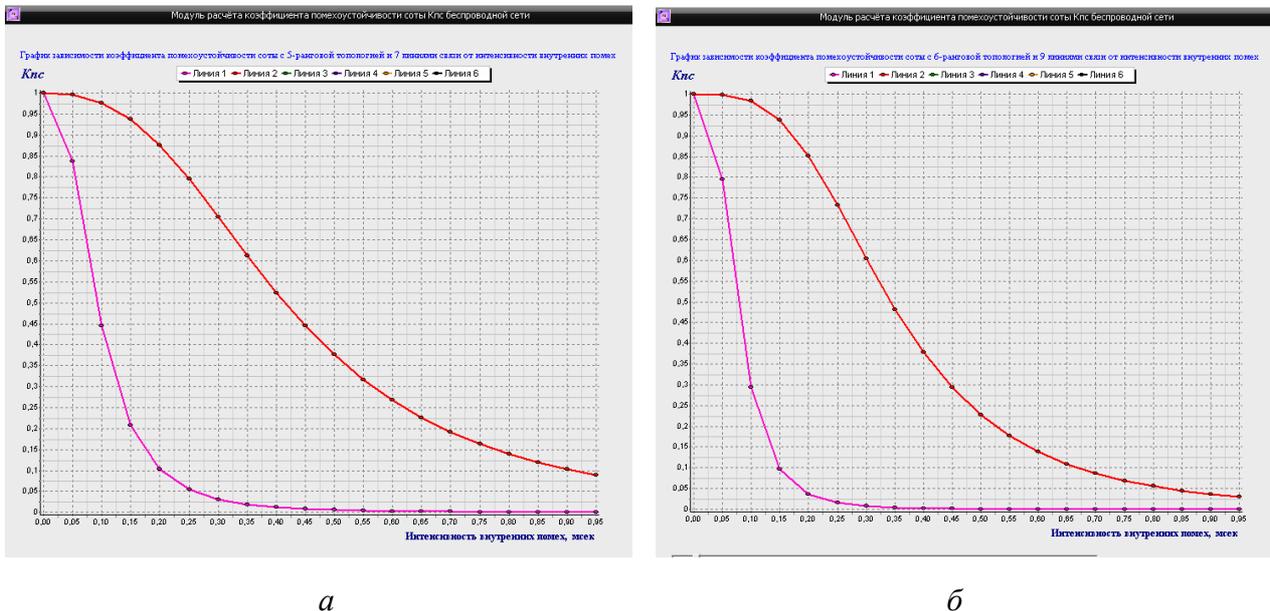


Рис. 3. Графики зависимости коэффициента помехозащищенности  $K_{п.с}$  от интенсивности появления внутренних помех в зоне соты с пятигранговой (рис. 3, *а*) и шестигранговой ячеистой топологией (рис. 3, *б*) для двух режимов реконфигурации  $\mu_p = 0,4$ ,  $\mu_p = 1,8$  и заданного критерия связности  $l \geq 1$

**Выводы.** На основании полученных результатов проанализированы различные режимы функционирования сот БМСС в условиях недостаточной помехоустойчивости и обоснованы требования к реконфигурации топологии, исходя из того, что помехоустойчивость соты и, соответственно, сети всецело зависит от интенсивности реконфигурации ДНА, а также от

степени связности БС с сотой. Чем больше значения этих двух критериев, тем более высокий коэффициент  $K_{п.с}$  удается поддержать.

Для поддержания помехозащищенности шестиранговой соты при  $K_{п.с} \geq 0,95$  и  $\mu_p = 0,4$  пределы интенсивности помех составляют  $\lambda_{п} = 0 \dots 0,02$ ; а при  $\mu_p = 1,8$  удается поддержать требуемую помехозащищенность для большего диапазона помех  $\lambda_{п} = 0 \dots 0,14$ , т. е. на порядок больше. При сравнении пяти- и шестиранговой топологий для  $\mu_p = 1,8$  диапазоны помех составляют  $\lambda_{п} = 0 \dots 0,12$  и  $\lambda_{п} = 0 \dots 0,14$  соответственно.

Полученные результаты сравнительного анализа эффективности реконфигурации топологии сот (пятиранговой и шестиранговой) позволяют утверждать, что шестиранговая топология является наиболее эффективной с точки зрения поддержания помехозащищенности.

В работе была рассмотрена задача помехозащищенного функционирования соты БМСС. В дальнейших работах будет продолжено исследование вопросов синхронизации компонентов ММТ для проведения системного анализа передачи трафика в БМСС.

### Список литературы

1. *The Next Generation Networks Laboratories (NGN-LAB)* // Belgium E. C. – 2002. – P. 51 – 56.
2. *Вишневский В. М.* Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G / В. М. Вишневский, С. Л. Портной, И. В. Шахнович – М.: Техносфера, 2009. – 472 с.
3. *Andrews J.* Fundamentals of WIMAX: Understanding Broadband Wireless Networking / Andrews J., Ghosh A., Muhamed R. – Prentice Hall, 2007. – 496 p.
4. *Principles of Communication System Simulation with Wireless Applications* / [W. H. Tranter, K. S. Shanmugam, T. S. Rappaport, K. L. Kosbar]. – Prentice Hall, – 2004. – 800 p.
5. *Семенов Ю. А.* Телекоммуникационные технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://book.itep.ru>.
6. *Ярославцев А. Ф.* Моделирование процессов передачи мультимедийного трафика в IP сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://nts.sibsutis.ru/arc.php>
7. *Безверщенко Е. В.* Интеллектуальные технологии моделирования процессов передачи мультимедийного трафика / Е. В. Безверщенко, Е. А. Зубарева, Е. В. Шевцова // Проблемы інформатизації та управління. – 2008. – № 2 (24). – С. 18–23.
8. *Ластовченко М. М.* Математические аспекты проектирования интеллектуальных коммутационных систем передачи мультимедийных трафиков / М. М. Ластовченко, В. Н. Ярошенко, В. И. Биляк – К.: Математичні машини і системи. – 2003. – №4/5. – С. 66–75.
9. *Ластовченко М. М.* Адаптивная синхронизация мультимедийного трафика в ситуационных центрах управления / М. М. Ластовченко, В. И. Биляк, В. И. Марущак // Проблемы управления и информатики. – 2006. – №5. – С. 32 – 41.
10. *Олвейн В.* Структура и реализация современной технологии MPLS. - М.: Вильямс, 2004. – 480 с.
11. *Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки частоты* / [В. И. Борисов, В. М. Зинчук, А. Е. Лимарев и др]. – М.: Радио и связь, 2000. – 384 с.
12. *Невдяев Л. М.* CDMA: борьба с помехами [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://aist.osp.ru/nets/2000/10/141420>.
13. *Ластовченко М. М.* Метод анализа эффективности реконфигурации топологии беспроводных мультисервисных сетей повышенной помехозащищенности / М. М. Ластовченко, Е. А. Зубарева, В. О. Саченко // УСиМ. – 2009. – № 6. – С. 79 – 86.

14. Ластовченко М. М. Введение критериев интегрального оценивания в системный анализ надежности функционирования широкополосной сети связи / М. М. Ластовченко, В. Е. Русецкий // УСиМ. – 2005. – № 2. – С. 86 – 95.
15. Ластовченко М. М. Системный анализ эффективности функционирования широкополосных транспортных платформ интеллектуальных сетей / М. М. Ластовченко, В. Е. Русецкий, В. Н. Ярошенко // Математичні машини і системи. – 2006. – № 1. – С. 28 – 39.
16. Жуков И. А. Анализ процессов адаптивной коррекции радиоспектра при передаче мультимедийного трафика шумоподобными сигналами / И. А. Жуков, М. М. Ластовченко, Ю. Ю. Искренко // Проблеми інформатизації та управління. – 2008. – № 2 (24). – С. 57 – 64.
17. Вентцель Е. С. Введение в исследование операций. – М.: Сов. радио, 1964. – 388 с.
18. Баврин И. И. Краткий курс теории вероятностей и математическая статистика / И. И. Баврин, В. Л. Матросов - М.: Прометей, 1989. – 136 с.

О. О. Зубарева, Е. В. Шевцова

**Системний аналіз процесів передачі мультимедійного трафіку в бездротових мережах відеоконференцзв'язку підвищеної перешкодозахищеності**

Розглянуто питання аналізу процесів передачі мультимедійного трафіку в бездротових мережах відеоконференцзв'язку. Обґрунтовано вимоги до інтенсивності реконфігурації топології для підтримки заданого рівня завадозахищеності.

E. A. Zubareva, Shevtsova E. V.

**System analysis processes of multimedia traffic transmission in wireless networks of videoconferencing with high noise immunity**

In the article is considered the question analysis processes of multimedia traffic transmission in wireless networks of videoconferencing. Grounded requirement to reconfiguration intensity of topology for holding given level noise immunity.