

Представлений алгоритм комплексного анализу продуктивности WiMAX мережі, що містить вимірювання ключових робочих показників мережі при передачі мовного трафіку, при використанні відповідних програмно-апаратних засобів для тестування продуктивності мережі WiMAX в режимі "drive-test"

Ключові слова: WiMAX, тестування, продуктивність, якість, вимірювання

Представлен алгоритм комплексного анализа производительности Wi-MAX сети, включающий измерение ключевых рабочих показателей сети при передаче речевого трафика, при использовании соответствующих программно-аппаратных средств для тестирования производительности сети WiMAX в режиме "drive-test"

Ключевые слова: WiMAX, тестирование, производительность, качество, измерения

The algorithm of complex analysis of WiMAX network productivity is represented, including measuring of key working parameters of network, at the transmission of VoIP traffic, at the use of the soft and devices for productive testing of the WiMAX network in the mode of "drive-test"

Keywords: WiMAX, testing, productivity, quality, measurings

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕСТИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШИРОКОПОЛОСНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ IEEE 802.16E

Наорс И. Анадж

Аспирант*

Контактный тел.: 050-183-98-05

E-mail: moskalets1@yandex.ru

Н.В. Москалец

Доцент*

Контактный тел.: 050-183-98-05

E-mail: moskalets1@yandex.ru

*Кафедра "Телекоммуникационные системы"

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

Пр.Ленина, 14, г. Харьков. Украина.

Введение

Широкое распространение беспроводных широкополосных сетей WiMAX 4-го поколения со значительным покрытием больших территорий привело к необходимости тестирования производительности существующих и планируемых сетей. Важность соответствия ожиданиям клиентов будет иметь решающее значение для успеха предоставления любой из 4G услуг. Качество работы WiMAX-сетей характеризуется множеством различных показателей, среди которых удобство эксплуатации занимает важное, но не ключевое место, а определяющими параметрами являются скорость и надежность работы сети. Известно, также, что надежность работы является слабым местом любой беспроводной технологии, что вынуждает специалистов постоянно проводить исследования зависимости надежности от различных деструктивных факторов действующей сигнально-помеховой обстановки [1].

Попытки дать исчерпывающую характеристику указанным параметрам для WiMAX-сетей в тех или иных условиях является строго невыполнимой задачей, поскольку при известных данных физической скорости передачи информации, регламентированной стандартом IEEE 802.16e-2005, невозможно абсолютно точно сказать об эффективной скорости работы такой сети в реальных городских условиях. Как видно, возникает достаточно обширный перечень вопросов и наиболее характерным способом ответа на них является экспериментальное исследование функционирования сети.

Комплексный подход по оценке производительности функционирования сети IEEE 802.16e

Многообразие идей и определений в сценариях по тестированию производительности WiMAX-сетей не определены международными стандартами. Суще-

ствует "серая зона", представляющая собой широчайший диапазон собственных толкований, которые были рождены на свет операторами сетей и производителями телекоммуникационного оборудования и посвящены описаниям терминов, которые отсутствуют в международных документах по стандартизации.

Подводя итог, можно с уверенностью констатировать, что спецификации требований по измерениям производительности WiMAX-сетей всё ещё неопределены в полной мере и находятся в самой начальной фазе в силу постоянного эволюционирования технологии доступа WiMAX.

В настоящее время тестирование производительности является новой подход при мониторинге данных. Новый подход в тестировании – режим измерения производительности на основе статистических данных, получаемых на основе плановых измерений с последующей численной обработкой математическими методами, представляет собой эффективный способ по анализу функционирования сетевой архитектуры, что позволяет систематически находить ограничения ("бутылочные горлышки"), ошибки и подозрительные события поведения сетевых компонентов.

Алгоритмы по тестированию производительности в некоторой степени уникальны и существует множество параметров и событий, которые могут быть измерены, равно как и множество режимов измерений, которые могут быть соотнесены друг с другом. Количество таких перестановок и комбинаций бесконечно, что накладывает определенные ограничения при синтезе алгоритма по измерению рабочих показателей производительности сети [2].

Оператор сети должен определить для себя приоритетные цели по предоставлению информационных услуг на основании реально выполняемых требований по обеспечению качества. После четкой формализации данных задач, должны быть идентифицированы технические показатели производительности, на которых, согласно выбранной стратегии, основывается надлежащее функционирование сетевой архитектуры и дальнейшая оптимизация сети. Согласно этой концепции, постепенно, шаг за шагом, операторы приступают к внедрению новых сервисов [2].

Известно, что наиболее критической частью сетей широкополосного беспроводного доступа является радиointерфейс между мобильным терминалом и базовой станцией, который представляет собой превосходный участок для сбора данных о характере обеспечения качества функционирования на физическом уровне.

Наиболее исчерпывающую информацию о радиопокрытии обеспечивает методология измерения энергетических параметров радиоканала с мобильного передвижного средства: так называемый "drive test" в зоне обслуживания базовой станции. Конечной целью выполнения таких измерений на производительность является отладка неполадок и оптимизация функционирования сети. Данные по функционированию сети, получаемые на протяжении "drive tests", могут организовываться в формате отчетов и переправляться на высшие уровни системы управления сетевой архитектуры для последующего анализа.

На рис.1 представлен алгоритм комплексного анализа производительности сети, включающий измерение ключевых рабочих показателей сети, при передаче разного рода потового трафика (речь, данные, видеоинформация), при использовании соответствующих программно-аппаратных средств для тестирования производительности сети в режиме "drive-test". Вместе с тем, для более точной оценки производительности сети и получения полной информации о состоянии радиоканала, характеристиках передачи потоковых сервисов и проблемных участках сети необходимо использование обработки результатов измерений методами математической статистики с учетом аналитической модели сети IEEE 802.16.

Данный подход обеспечивает комплексную оценку производительности сети, что дает возможность применения нового поколения измерительного инструментария, способного обрабатывать большие объемы данных от интерфейсов сетевой архитектуры WiMAX и осуществлять их высокопродуктивную фильтрацию и корреляцию.

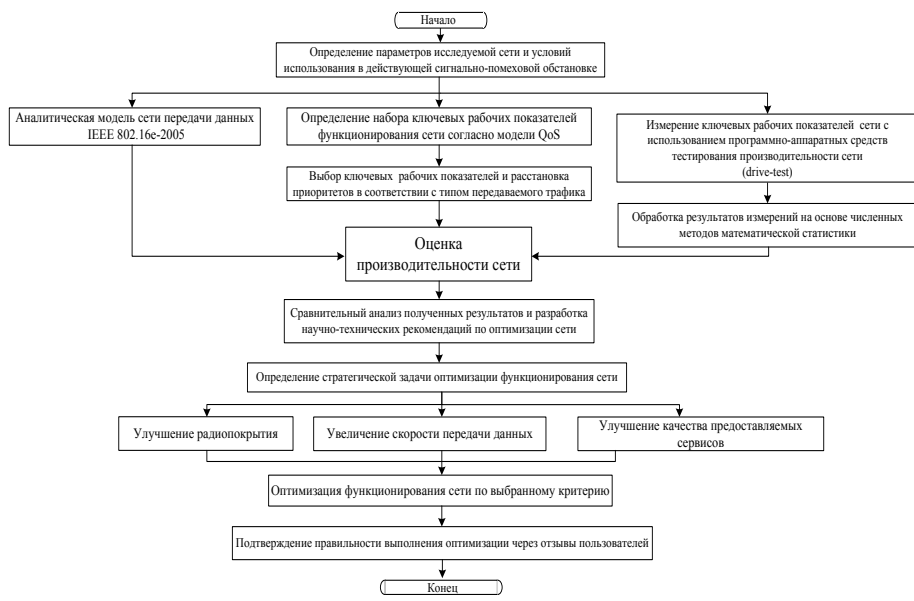


Рис. 1. Алгоритм комплексного анализа производительности сети

Далее, рассмотрим один из вариантов проведения тестирования производительности сети в режиме "drive-test".

Методика и условия проведения тестирования производительности сети с использованием программного пакета IxChariot в режиме "drive-test".

Для такого рода тестов одним из наиболее успешных и признанных решений является программный продукт IxChariot компании Ixia, который является мощным инструментом оценки ключевых функциональных характеристик сети с пакетной коммутацией, позволяющий проанализировать её реальную непрерывную производительность, осуществлять тестирование всех аспектов передачи данных с учетом использования различных сервисов, проверку хенд-овера и роуминга, а также большое количество параметров качества функционирования [3].

Измерения рабочих характеристик сети проводятся путем передачи сгенерированных потоков данных между парами компьютеров, подключенных к беспроводной сети WiMAX с эмуляцией разного рода типов распределенных приложений, с последующим сбором информации и формированием отчета полученных результатов.

На рис.1 представлена схема базовой структуры программного пакета IxChariot [3].

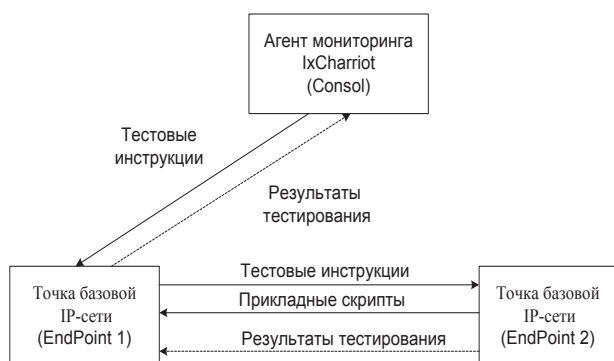


Рис.2. Структуры программного пакета IxChariot.

Для сети беспроводного доступа к ресурсам интернет оператора “Intel-lecom” ООО “Интеллектуальные коммуникации” предоставляемого услуги 4G в г.Харькове по технологии WiMAX стандарта IEEE 802.16e-2005 в диапазоне 2,3 ГГц, предлагается проведение измерений рабочих показателей беспроводных соединений с передачей различных типов трафика.

Цель экспериментальных исследований при проведении тестирования заключалась в следующем:

1. Проведение измерений ключевых рабочих параметров сети WiMAX 4G при передаче различных видов потокового трафика в реальном масштабе времени в условиях действующей сложной сигнально-помеховой обстановки в городских условиях.

2. Анализ полученных результатов производительности сети и оценка качества её функционирования в соответствии с моделью QoS для рассматриваемых видов обслуживания.

3. Определение условий использования радиопередающих средств беспроводной сети WiMAX 4G с учетом деструктивных факторов окружающей электромагнитной обстановки влияющих на показатели качества функционирования сети и надежность её работы.

4. Получение практических результатов, необходимых для разработки научно-технических рекомендаций по повышению эффективности функционирования сети и её оптимизации по выбранному критерию

с учетом динамического изменения параметров действующей электромагнитной обстановки.

На рис.3 представлена общая схема экспериментальной установки, включающая собственно сегмент сетевой архитектуры системы WiMAX 4G и двух терминалов доступа: фиксированного и мобильного, представляющих контрольные точки базовой IP-сети EndPoint1 и EndPoint2 соответственно. На базе EndPoint2 установлен агент мониторинга IxChariot (Consol). Мобильный терминал может находиться в одной зоне обслуживания базовой станции вместе с фиксированным терминалом так и в зонах обслуживания других базовых станций сети.

Процедура тестирования предполагает двунаправленный характер и выполняется от оконечной точки EndPoint1 до точки EndPoint2.

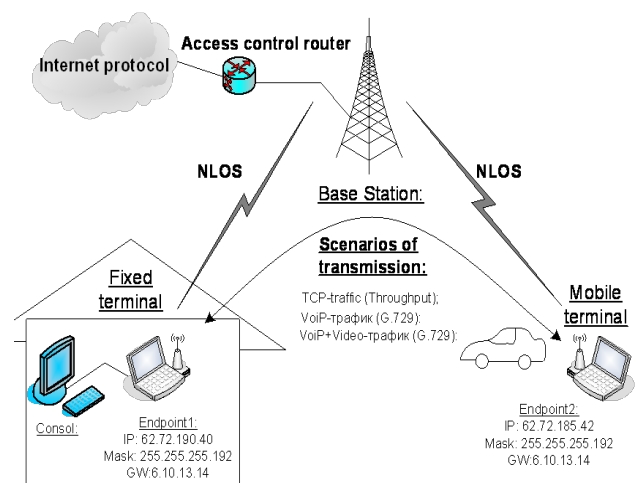


Рис. 3. Схема экспериментальной установки

Эксперимент по тестированию производительности сети, как правило, включает серию тестов:

1) измерение энергетических параметров радиоканала: уровня принимаемого сигнала, отношения, сигнал/шум, девиации отношения сигнал/шум в зависимости от радиуса зоны радиопокрытия обслуживающей базовой станции.

2) измерение характеристик беспроводного соединения при передаче TCP-пакетов данных различной длины для фиксированного и мобильного видов доступа, в зоне действия одной и нескольких обслуживающих базовых станций.

3) измерение параметров беспроводного соединения при организации мультисервисных видов обслуживания: передачи речевых пакетов IP-телефонии и передачи потокового видео совместно с пакетами речи с различными вариантами использования речевых кодеков и размеров UDP пакетов для фиксированного и мобильного видов доступа.

4) измерение параметров беспроводного соединения смешанного потока данных с учетом перемещения мобильного пользователя по территории нескольких зон обслуживания базовых станций с осуществлением процедуры “хендвера”.

5) измерение параметров беспроводного соединения фиксированного доступа в течении суточного сеанса связи.

При организации проведения тестирования производительности беспроводной сети в режиме “drive-test” использовались вариант маршрута передвижения аппаратно-программного измерительного комплекса по зонам действия базовых станций WiMAX-сети г.Харькова, представленный на рис.4.

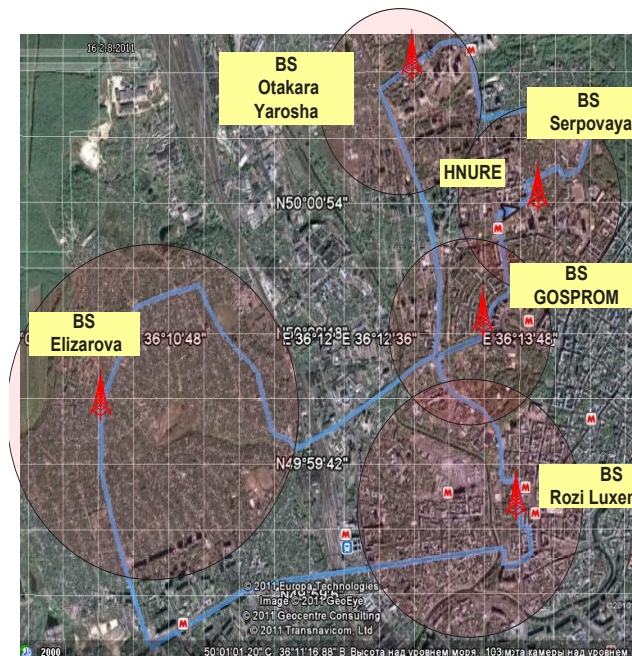


Рис.4 – Вариант передвижения по зонам обслуживания БС WiMAX оператора “Intelcom” г.Харькова

В качестве примера, приведем результаты варианта тестирования производительности сети при передаче речевых IP-пакетов.

Результаты экспериментального исследования передачи потокового трафика IP- телефонии WiMAX-сети

В ходе эксперимента была осуществлена организация голосовой телефонии (H.323, SIP) с различным набором речевых кодеков (G.711, G.723, G.726, G.729) двухсторонних VoIP сессий между точками E1 и E2. В результате тестирования формируется оценка шкалы речевого восприятия MOS с использованием кодека G.711 (рис.5), одной путевой временной задержки (рис.6), процента потерянных речевых пакетов (рис.7) для двунаправленного характера передачи информации (нисходящий и восходящий каналы).

Рекомендациями ITU-T определены несколько оценок качества передачи пакетов IP-телефонии, среди которых следует выделить (табл. 1):

– рейтинг качества R (Quality Rating), $0 \leq R \leq 100$ [4];

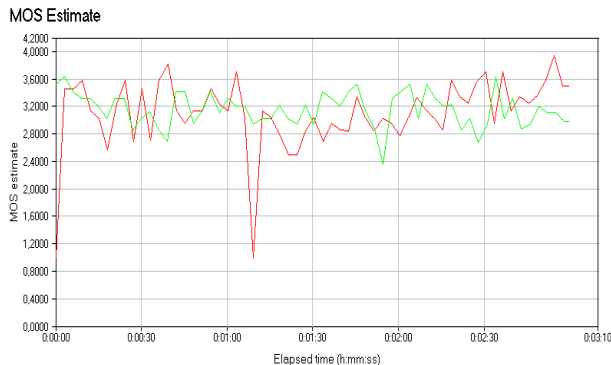


Рис. 5 – Оценка передачи речевых пакетов по критерию MOS

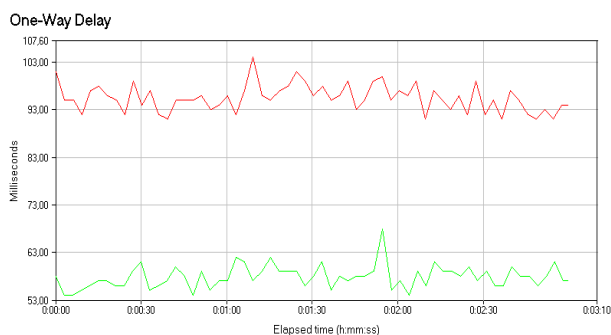


Рис. 6 – Показатель однопутевой задержки

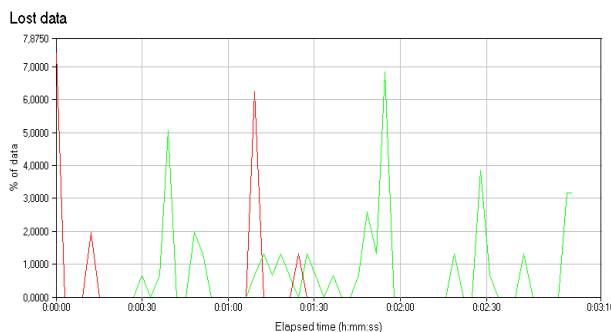


Рис. 7 – Процент потерянных пакетов в сети

Таблица 1

Показатели рейтинга качества R и средней экспертной оценки MOS

R (нижний предел)	MOS (нижний предел)	Степень удовлетворенности пользователей по субъективной оценке качества
90	4,34	Очень удовлетворен
80	4,03	Удовлетворен
70	3,60	Некоторые пользователи не удовлетворены
60	3,10	Многие пользователи не удовлетворены
50	2,58	Почти все пользователи не удовлетворены

– среднюю экспертную оценку MOS (Mean Opinion Score), $1 \leq MOS \leq 5$ [5].

В табл.2 представлены средние значения рассматриваемых показателей качества передачи трафика IP-телефонии.

тов многолучевости и отражения радиоволн, использованием (в качестве примера) речевого кодека G.711 без функции маскирования потерянных кадров (PLC), мобильностью измерительного комплекса перемещаемого со скоростью до 60 км/ч.

Таблица 2

Результаты производительности передачи пакетов IP-телефонии

Точки	Среднее значение показателя MOS	Среднее значение по шкале R (E-модель)	Среднее значение показателя задержки из конца в конец (мс)	Среднее значение показателя однопутевой задержки (мс)	Среднее значение процента потерянных пакетов от E1 к E2	Среднее значение максимального количества потерянных пакетов
E 1-E 2	3,13	60,40	162	77	0,472	9
E 1	3,10	59,56	141,446	95	0,300	9
E 2	3,16	61,23	183,047	58	0,644	5

Как видно из анализа графиков и результатов табл.1-2, качество передачи речевых пакетов является не вполне удовлетворительным, что объясняется возникновением помех в радиолиниях вследствие эффек-

тов многолучевости и отражения радиоволн, использованием (в качестве примера) речевого кодека G.711 без функции маскирования потерянных кадров (PLC), мобильностью измерительного комплекса перемещаемого со скоростью до 60 км/ч.

Поэтому, для оценки производительности работы WiMAX-сети с учетом влияния подвижности абонентов в действующей сигнально-помеховой обстановке необходимо проведение экспериментальных измерений параметров сети в режиме “drive-test” и детальный анализ статистических свойств передаваемого телекоммуникационного трафика, с последующей оптимизацией параметров работы сети по выбранному критерию. В дальнейших наших исследованиях предполагается деталь-

ная оценка производительности развернутой WiMAX-сети 4G применительно к условиям г.Харькова в рамках рассмотренного комплексного подхода.

Литература

1. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития. / Гепко И.А., Олейник В.Ф., Чайка Ю.Д., Бондаренко А.В. – К.: “ЕКМО”, 2009.–672с.
2. Яковлев В.А. Измерение производительности и ключевых рабочих показателей сетей UMTS / Яковлев В.А. //Журн. Измерительные приборы и системы – 2008. -№4,-С.22-26
3. <http://www.ixchariot.ru/>
4. ITU-T Recommendation G.109 Definition of categories of speech transmission quality.
5. ITU-T Recommendation P.800 Methods for subjective determination of transmission quality.

ОТ АВТОРА

И Анадж Наорс, автор статьи “Аналитическая модель для исследования производительности доступа абонентов сети стандарта IEEE 802.16”, опубликованной в «Восточно-Европейском журнале передовых технологий» №3/12(51) (с. 29-32) приносит свои извинения Винелю Алексею (Saint-Petersburg Institute for Informatics and Automation) в связи с неполным количеством ссылок на используемые в статье материалы его научных трудов.