

# МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ПАКЕТОВ ДАННЫХ НИСХОДЯЩЕГО КАНАЛА СВЯЗИ ТЕХНОЛОГИИ WiMAX

Гаркуша С.В., к.т.н., доц.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

*Предложена математическая модель планирования пакетов данных в нисходящем канале связи стандарта IEEE 802.16. Предложенная модель направлена на формирование одного пакета данных нисходящего канала для каждой пользовательской станции, что позволяет минимизировать количество служебных сообщений передаваемых по используемому частотному каналу связи. Проведен анализ зависимости количества слотов формирующих один пакет данных от требуемой скорости передачи пользовательской станции, а также вида системы модуляции и кодирования.*

## MODEL SCHEDULING OF A DATA PACKET DOWNLINK WiMAX TECHNOLOGY

Garkusha S.V.

*Proposes a mathematical model of scheduling data packets in the communication downlink channel standard IEEE 802.16. Suggested model aims on the formation of one packet of data downlink channel for each user station, which minimizes the number of service messages transmitted used over frequency the communication channel. Analised the dependence of the number of slots form a single packet of data on the speed of transmit descriptors allocated user station and the type of system used modulation and coding.*

В технологии WiMAX одним из эффективных путей повышения производительности и улучшения основных показателей качества обслуживания (Quality of Service, QoS) для систем с использованием технологии WiMAX, является использование принципов структурной и функциональной самоорганизации. Высокий уровень самоорганизации может быть достигнут путем усовершенствования сетевых протоколов и механизмов, отвечающих за распределение доступных сетевых ресурсов. В рамках системы WiMAX, построенной на технологии OFDMA, существует возможность управления частотным и временным ресурсом. Исходя из технологических особенностей технологии WiMAX, задача распределения частотного и временного ресурса в технологии WiMAX должна быть сформулирована как задача распределения слотов между ПС сети и соответствующего объединения их в пакеты данных в зависимости от заявленной скорости передачи и параметров QoS.

Анализ известных решений [1-4] показал, что повышение производительности технологии WiMAX и обеспечение QoS может быть обеспечено путем как отдельного, так и согласованного решения задач распределения частотного и временного ресурса. Так варианты решений задачи распределения частотного ресурса приведены в работах [1, 2]. Подход, предложенный в [3], направлен на решение задачи распределения временного ресурса. Кроме того, в работе [4] предложен подход, направленный на совместное решение задачи распределения частотного и временного ресурса, сформулированный как задача распределения слотов и формирования пакетов данных нисходящего канала связи. Однако подход, предложенный в работах [4] носит эвристический характер.

На основании проведенного анализа, а также сформулированных требований, предлагается единая модель, в которой описывается совместная процедура распределения как частотного, так и временного ресурса. Предложенная модель представлена в виде решения задачи распределения слотов и формирования их в пакеты данных нисходящего канала связи технологии WiMAX с учетом показателей качества обслуживания (требуемой скорости передачи пользовательским станциям) и территориальной удаленности пользовательских станций сети (система модуляции и кодирования для передачи сигнала пользовательским станциям).

В ходе решения указанной задачи производится закрепление подканалов и распределение слотов за пользовательскими станциями (ПС), на которых будут передаваться данные в нисходящем канале при выполнении ряда важных условий-ограничений: условие закрепления одного подканала на протяжении передачи одного слота не более чем за одной

пользовательской станцией; условие закрепления за ПС количества слотов, обеспечивающего необходимую скорость передачи при используемой системе модуляции и кодирования; условия формирования одного пакета для каждой ПС; условие формирования пакетов «прямоугольной формы»; условие резервирования необходимого количества слотов для передачи служебной информации.

Задача распределения слотов и формирования пакетов данных пользовательской станции решена с использованием критерия оптимальности, направленного на минимизацию количества слотов, выделяемых пользовательским станциям.

Сформулированная задача с математической точки зрения является задачей смешанного целочисленного нелинейного программирования – MINLP (Mixed Integer NonLinear Programming). В модели искомые переменные являются булевыми. Переменная, используемая в критерии оптимальности, является целочисленной, ограничения на искомые переменные носят линейный и нелинейный характер.

В качестве примера получены решения сформулированной в работе оптимизационной задачи, для чего была использована система MatLab R2011a, в рамках которой задействована программа `minlpAssign` пакета оптимизации TOMLAB.

В результате анализа полученных решений установлено, что задача совместного распределения частотного и временного ресурса имеет более высокую эффективность использования пропускной способности нисходящего канала технологии WiMAX, по сравнению с задачей распределения частотного и задачей распределения временного ресурса. На рис. 1 показано, во сколько раз ( $B$ ) можно уменьшить количество слотов, выделяемых ПС при решении задачи совместного распределения частотного и временного ресурса, по сравнению с задачей распределения частотного ( $B_{\text{част}}$ ) и задачей распределения временного ( $B_{\text{врем}}$ ) ресурса, в зависимости от требуемой скорости передачи ПС.

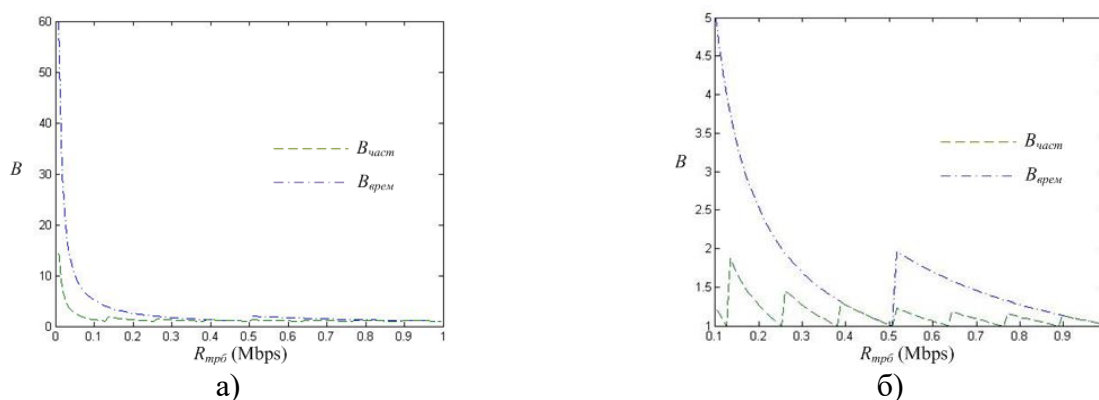


Рис. 1. Выигрыш задачи совместного распределения частотного и временного ресурса в эффективности использования пропускной способности нисходящего канала технологии WiMAX

Зависимости, представленные на рис. 1, имеют скачки. Наличие скачков объясняется необходимостью выделения очередного подканала (в случае решения задачи распределения частотного ресурса) или последовательности символов, кратной количеству символов в слоте (в случае решения задачи распределения временного ресурса), при увеличении требуемой скорости передачи ПС. Кроме того формирование одного пакета данных для каждой ПС, позволяет минимизировать количество служебной информации, передаваемой в нисходящем канале связи.

#### Литература

1. Гаркуша С.В. Разработка и анализ масштабируемой модели распределения подканалов в сети стандарта IEEE 802.16 // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. – 2012. – Вип. 4(33). – С. 68-74.
2. Гаркуша С.В. Разработка и анализ модели распределения подканалов в сети стандарта IEEE 802.16 // Вісник національного університету «Львівська політехніка»: Радіоелектроніка та телекомунікації. – 2012. – № 738. – С. 177-185.
3. Ohseki T., Morita M., Inoue T. Burst construction and packet mapping scheme for OFDMA downlinks in IEEE 802.16 systems // IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM). – 2007. – P. 4307-4311.
4. Ben-Shimol Y., Kitroser I., Dinitz Y. Two-dimensional mapping for wireless OFDMA systems // IEEE Transactions on Broadcasting. – 2006. – Vol. 52, No. 3. – P. 388-396.