

# METHOD OF ENSURING THE REQUIRED TRANSMISSION RATE SUBSCRIBER STATION WiMAX

Garkuša S. V.<sup>1</sup>, Al-Janabi H. D. K.<sup>2</sup>, Al-Dulaimi A. M. K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Poltava University of Economics and Trade  
3, Kovalya str., Poltava, 36014, Ukraine*

<sup>2</sup>*Odessa National Academy of Telecommunications named after O.S.Popov  
1, Kovalska str, Odessa, 65029, Ukraine*

*Ph.: (05322) 21671, e-mail: sv.garkusha@mail.ru*

*Abstract* — A method is proposed to meet the requirements of the transmission rate in a downlink WiMAX. The novelty of the method is to formulate the problem as a problem of subchannel allocation redistribution of the available bandwidth for the transmission of downlink information in the direction of subscriber stations with their spatial remoteness registered (type of modulation and coding scheme), and the required transmission rate.

## МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИМ СТАНЦИЯМ ТЕХНОЛОГИИ WiMAX

Гаркуша С. В.<sup>1</sup>, Ал-Джанаби Х. Д. К.<sup>2</sup>, Аль-Дулайми А. М. Х.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Полтавский университет экономики и торговли  
ул. Ковалю, 3, Полтава, 36014, Украина*

<sup>2</sup>*Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова  
ул. Ковальская, 1, Одесса, 65029, Украина*

*тел.: (05322) 21671, e-mail: sv.garkusha@mail.ru*

*Аннотация* — Предложен метод удовлетворения требований по скорости передачи в нисходящем канале связи технологии WiMAX. Новизна метода состоит в формулировке задачи распределения подканалов как задачи перераспределения доступной пропускной способности нисходящего канала для передачи информации в направлении пользовательских станций, при учёте их территориальной удаленности (вида системы модуляции и кодирования), а также требуемой скорости передачи.

### I. Введение

Так как в технологии WiMAX одним нисходящим каналом совместно пользуются несколько пользовательских станций (Subscriber Station, SS), то существует необходимость в выборе механизма или метода планирования пропускной способности для обеспечения доступа к среде передачи данных всем пользовательским станциям. Механизм планирования пропускной способности, в свою очередь, используется планировщиком для выделения скорости передачи SS.

Как показал проведенный анализ известные методы планирования пропускной способности в нисходящем канале связи технологии WiMAX предполагают использование нескольких основных механизмов по предоставлению прав доступа пользовательским станциям к среде передачи данных [1]: метод обеспечения максимальной скорости передачи (Maximum Sum Rate Algorithm); метод максимальной справедливости (Maximum Fairness Algorithm); метод пропорциональной справедливости планирования (Proportional Fairness Scheduling).

В результате анализа известных методов установлено, что их использование направлено на применение для интерактивного "best effort" класса данных, во избежание ситуации, при которой некоторые SS никогда не получают доступ к ресурсу. Использование указанного класса обслуживания (Class of Service, CoS) обеспечивает доставку данных SS по мере возможностей без гарантий скорости передачи данных. При этом одним из основных требований к повышению качества обслуживания, при планировании ресурсов каждой SS, должно быть направлено на обеспечение минимальной гарантированной скорости передачи с возможностью доступа к дополнительной (не гарантируемой) полосе пропускания.

Однако ни один из проанализированных механизмов не способен обеспечить подобного CoS.

В работе [2] предложена математическая модель (модель 1), направленная на обеспечение требуемой минимальной скорости передачи данных пользовательским станциям в нисходящем канале связи, путем решения задачи совместного распределения частотных и временных ресурсов. Модель предложенная в [2] с математической точки зрения сформулирована как задача смешанного целочисленного нелинейного программирования (Mixed Integer NonLinear Programming, MINLP). Такой подход, с одной стороны, позволил наиболее полно учесть технологические особенности, а также обеспечить высокую гибкость при решении задачи распределения ресурсов в нисходящем канале связи технологии WiMAX. Однако, с другой стороны, обладает достаточно высокой вычислительной сложностью.

Кроме того задача выделения каждой пользовательской станции требуемой скорости передачи также может быть сформулирована как задача распределения подканалов. Пример такого решения представлен в работе [3] (модель 2). По сравнению с моделью представленной моделью 1, модель 2 имеет меньшую гибкость при решении задачи выделения требуемой скорости передачи пользовательским станциям, ввиду распределения только частотного ресурса (подканалов). При этом она обладает более низкой вычислительной сложностью, т.к. с математической точки зрения является задачей нелинейного программирования (NonLinear Programming, NLP).

Поэтому предложен эвристический метод распределения частотных подканалов в нисходящем канале связи технологии WiMAX. Использование предложенного метода должно обеспечить выделе-

ние каждой пользовательской станции требуемой скорости передачи без максимизации общей производительности нисходящего канала связи.

## II. Метод распределения подканалов в беспроводной сети стандарта IEEE 802.16

Работу метода можно описать в несколько этапов.

Этап 1. При запуске работы алгоритма (блок 1) производится сбор данных о состоянии сети и нисходящего канала связи (блок 2) в виде набора параметров. Ввиду того, что ни одной пользовательской станции не выделено подканалов, то скорости передачи данных имеют значения равные нулю (блок 3).

Этап 2. Производится выбор первого подканала из доступного набора подканалов (блок 4) для выделения его пользовательской станции. Далее в алгоритм вводятся переменные  $W$  и  $q$ . Переменной  $W$  присваивается соотношение скорости передачи, выделенной первой SS, к требуемой скорости ( $W = R_1 / R_{прб}^1$ ), а переменной  $q$  присваивается значение единицы, что соответствует рассмотрению первой SS (блок 5).

Этап 3. На следующем этапе производится выбор SS, за которой будет закреплен подканал, определенный на этапе 2. Выбор производится путем последовательного перебора пользовательских станций (блок 6), а также сравнения соответствующего им соотношения скорости передачи, выделенной SS, к требуемой скорости передачи данных (блок 7). В случае если указанное соотношение меньше установленного значения  $W$ , то переменные  $W$  и  $q$  принимают значения соответствующие текущей пользовательской станции (блок 8). Если соотношение скорости передачи, выделенной SS, к требуемой скорости передачи данных больше или равно значению  $W$ , то переменные  $W$  и  $q$  не изменяют своих значений, а в работе алгоритма используется следующая SS (блок 6).

Этап 4. По окончании перебора всех пользовательских станций рассчитывается скорость передачи, которая обеспечивается  $k$ -м подканалом для  $q$ -й SS (блок 9), после чего производится суммирование скорости передачи, выделенной  $q$ -й SS, со скоростью передачи  $k$ -го подканала (блок 10). Процедура описанная этапами 2-4 повторяется для всех подканалов.

Этап 5. В результате выполнения алгоритма за каждой из SS производится закрепление необходимого набора подканалов, что соответствует выделению скорости передачи данных в нисходящем канале связи (блок 11), после чего работа алгоритма заканчивается (блок 12).

В процессе исследований были проанализированы отказы в выделении требуемой скорости передачи пользовательским станциям, которые можно представить в виде вероятности выполнения требований по скорости передачи, выделяемой всем SS (рис. 1). Вероятность выполнения требований по скорости передачи на  $i$ -м интервале измерения определялась в соответствии с выражением

$$P^i = \sum_{n=1}^N Q_n^i / N,$$

где  $N$  – общее количество SS;  $\sum_{n=1}^N Q_n^i$  – количество SS, которым выделена требуемая скорость передачи на  $i$ -м интервале измерения.

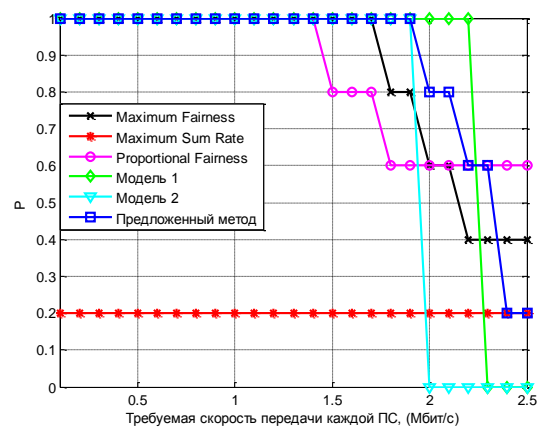


Рис. 1. Зависимость вероятности выделения SS требуемой скорости передачи ввиду используемого способа распределения подканалов от требуемой скорости передачи

## III. Заключение

Сравнительный анализ показал, что наилучшие показатели по производительности обеспечивают модели 1 и 2, так как они сформулированы в виде оптимизационной задачи направленной на максимизацию общей производительности нисходящего канала связи. Однако скорости передачи, выделяемые пользовательским станциям с использованием предложенного метода являются более сбалансированными относительно друг друга. Кроме того предложенный метод обладает самой низкой вычислительной сложностью ввиду своего эвристического характера. В результате проведенного анализа установлено, что предложенный метод может быть использован в условиях невысоких требований к скорости передачи (по отношению к модели 1). Это позволит снизить нагрузку на оборудование при решении задачи выделения требуемой скорости передачи. При необходимости максимизации общей пропускной способности нисходящего канала связи, без увеличения требований к требуемой скорости передачи, целесообразно будет перейти к использованию модели 2. В условиях же высоких требований к скорости передачи наиболее эффективным будет использование модели 1.

## IV. References

- [1] Andrews J.G., Ghosh A., Muhamed R. *Fundamentals of WiMAX Understanding Broadband Wireless Networking*. Prentice Hall Communications Engineering and Emerging Technologies Series, 2007. 449 p
- [2] Garkusha S., Ahmed H. *Abed Slot Allocation Model and Data Burst Scheduling in Downlink WiMAX Technology*. 12th International Conference the Experience of Designing and Application of Cad Systems in Microelectronics (CADSM 2013). Polyana, Ukraine, 2013, pp. 97-100.
- [3] Garkusha S.V. *Razrabotka i analiz modeli raspredelenija podkanalov v seti standarta IEEE 802.16 [Development and analysis of model subchannel allocation in the IEEE 802.16 network]*. *Journal of National University "Lviv Polytechnic": Radio and Telecommunications*, 2012, № 738, pp. 177-185.