

# RESULTS ANALYSIS METHODS OF DISTRIBUTION TIME-FREQUENCY DOWNLINK RESOURCE LTE TECHNOLOGY

Garkusha S. V.

*Poltava University of Economics and Trade  
3, Kovalya str., Poltava, 36014, Ukraine  
Ph.: (05322) 21671, e-mail: sv.garkusha@mail.ru*

*Abstract* — A comparative analysis of the proposed model of distribution time-frequency resource of LTE technology with the existing methods in terms of the overall performance of the downlink, the degree of balancing capacity, as well as the probability of user stations isolation the desired baud rate. It is shown that the proposed model under high requirements transfer rate of user stations, compared with known methods, allows for 5-20% increase in the power-balancing capacity downlink and 40-100% increase in the probability of selection user stations required transmission rate.

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО РЕСУРСА НИСХОДЯЩЕГО КАНАЛА ТЕХНОЛОГИИ LTE

Гаркуша С. В.

*Полтавский университет экономики и торговли  
Ул. Ковалы, 3, Полтава, 36014, Украина  
тел.: (05322) 21671, e-mail: sv.garkusha@mail.ru*

*Аннотация* — Проведен сравнительный анализ предложенной модели распределения частотно-временного ресурса технологии LTE с существующими методами с точки зрения обеспечения общей производительности нисходящего канала связи, степени балансировки пропускной способности, а также вероятности выделения пользовательским станциям требуемой скорости передачи. Показано, что предложенная модель в условиях высоких требований к скорости передачи пользовательских станций, по сравнению с известными методами, позволяет на 5-20 % повысить степень балансировки пропускной способности нисходящего канала связи, а также на 40-100 % повысить вероятность выделения пользовательским станциям требуемой скорости передачи.

### I. Введение

В технологии LTE (Long-Term Evolution), разработанной 3GPP (3rd Generation Partnership Project), одним из эффективных путей повышения производительности и улучшения основных показателей качества обслуживания (Quality of Service, QoS) является усовершенствование сетевых протоколов и механизмов, отвечающих за планирование доступных сетевых ресурсов. К подобного рода ресурсам, прежде всего, относятся временной ресурс – OFDM-символы и частотный ресурс – частотные поднесущие. В технологии LTE, как и в HSDPA или WiMAX, механизмы планирования ресурсов нисходящего канала связи не определены стандартом, оставляя право выбора за производителями оборудования базовых станций (evolved NodeB, eNodeB) [1].

Проанализированы методы [2, 3] распределения частотного и временного ресурсов, использующие алгоритм Round Robin Scheduler, Max C/I Ratio и Proportional Fair Scheduling. Проведенный анализ показал, что использование указанных методов направлено на применение для интерактивного "best effort" класса данных. Использование указанного класса обслуживания (Class of Service, CoS) обеспечивает доставку данных пользовательским станциям (User Equipment, UE) по мере возможностей без гарантий скорости передачи данных. Повышение качества обслуживания при планировании частотно-временного ресурса каждой UE должно быть направлено на обеспечение гарантированной скорости передачи с возможностью доступа к дополнительной (не гарантируемой) полосе пропускания.

В связи с этим разработана математическая модель планирования частотно-временного ресурса в нисходящем канале связи технологии LTE, сформулированная как задача распределения блоков пла-

нирования (Scheduling Block, SB), для обеспечения гарантированной скорости передачи UE.

### II. Основная часть

Предложенная математическая модель направлена на применение в беспроводных сетях технологии LTE, использующих временное и частотное разделение каналов. В ходе решения задачи распределения блоков планирования в рамках предложенной модели необходимо выполнить ряд важных условий-ограничений: условие закрепления каждого SB нисходящего канала связи на протяжении передачи каждого подкадра не более чем за одной UE; условие выделения UE блоков планирования только нисходящего канала; условие закрепления за каждой UE количества SB, обеспечивающего необходимую скорость передачи в нисходящем канале связи при используемой схеме модуляции и кодирования (Modulation and Coding Scheme, MCS); условие объединения SB в группы ресурсных блоков (resource block groups, RBG), удовлетворяющих ширине используемого частотного канала. Задача распределения SB решается с использованием критерия оптимальности, направленного на максимизацию общей производительности нисходящего канала связи.

В качестве примера получено решение сформулированной в работе оптимизационной задачи с использованием системы MatLab R2012b. При этом в была задействована программа minlpAssign пакета оптимизации TOMLAB. Для примера всем пользовательским станциям были установлены одинаковые требуемые скорости передачи, которые принимали значения  $R_{\text{треб}}^n = 0 \div 0,26$  Мбит/с.

Как показали результаты моделирования общая производительность нисходящего канала связи при использовании известных методов на протяжении

всего интервала измерения не изменялась и составила для метода Round Robin – 0,9622 Мбит/с, метода Proportional Fair – 1,2377 Мбит/с, а для метода Max C/I Ratio – 1,4192 Мбит/с. Общая производительность нисходящего канала связи при использовании предложенной модели на участке  $R_{\text{треб}}^n = 0 \div 0,15$  Мбит/с имела максимальное значение, соответствующее методу Max C/I Ratio и составляла 1,4192 Мбит/с. На интервале  $R_{\text{треб}}^n = 0,15 \div 0,26$  Мбит/с общая производительность уменьшилась на 3 % до значения 1,3641 Мбит/с.

На рис. 1 приведены результаты моделирования отображающие динамику изменения степени балансировки пропускной способности нисходящего канала между UE, которая определялась в соответствии с выражением

$$F^i = 1 - (\max_n R_n^i - \min_n R_n^i) / \sum_{n=1}^N R_n^i,$$

где  $R_n^i$  – скорость передачи  $n$ -й UE на  $i$ -м интервале измерения,  $n = \overline{1, N}$ ,  $N$  – количество UE.

Как показали результаты моделирования (рис. 1) степень балансировки пропускной способности нисходящего канала при использовании известных методов на протяжении всего интервала измерения не изменялась и составила для метода Round Robin – 0,9421, для метода Proportional Fair – 0,9163, а для метода Max C/I Ratio – 0,8214. Степень балансировки пропускной способности нисходящего канала связи при использовании предложенной модели на участке  $R_{\text{треб}}^n = 0 \div 0,15$  Мбит/с имела минимальное значение, соответствующее методу Max C/I Ratio и составляла 0,8214, а на интервале  $R_{\text{треб}}^n = 0,15 \div 0,26$  Мбит/с увеличилась до значения 0,9859.

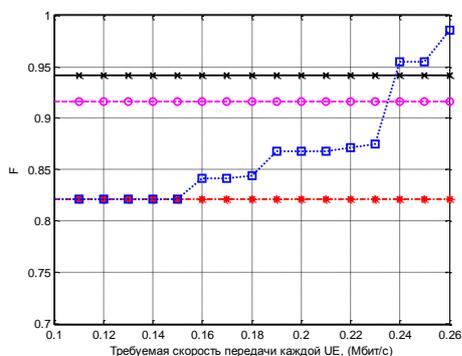


Рис. 1. Степень балансировки пропускной способности нисходящего канала связи, где  $\times$  соответствует методу Round Robin,  $*$  – методу Max C/I Ratio,  $\circ$  – методу Proportional Fair,  $\square$  – предлагаемой модели

Fig. 1. Balancing grade regulating capacities downlink where  $\times$  corresponds to the method of Round Robin,  $*$  – method of Max C / I Ratio,  $\circ$  – the method of Proportional Fair,  $\square$  – the proposed model

На рис. 2 приведены результаты расчета вероятности выполнения требований по скорости передачи, выделяемой всем UE, которая на  $i$ -м интервале измерения определялась из выражения

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

где  $\sum_{n=1}^N Q_n^i$  – количество UE, которым выделена требуемая скорость передачи на  $i$ -м интервале измерения, т.е.  $Q_n^i = \begin{cases} 0, & \text{если } R_n^i < R_{\text{треб}}^i; \\ 1, & \text{если } R_n^i \geq R_{\text{треб}}^i. \end{cases}$

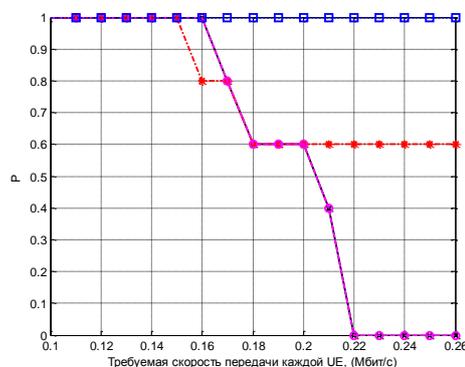


Рис. 2. Вероятность выделения UE требуемой скорости передачи, где  $\times$  соответствует методу Round Robin,  $*$  – методу Max C/I Ratio,  $\circ$  – методу Proportional Fair,  $\square$  – предлагаемой модели

Fig. 2. Chance UE allocation required transmission rate, where  $\times$  corresponds to the method of Round Robin,  $*$  – method of Max C / I Ratio,  $\circ$  – the method of Proportional Fair,  $\square$  – the proposed model

Как показали результаты моделирования выполнение требований по скорости передачи известными методами обеспечивается только при невысоких значениях  $R_{\text{треб}}^n = 0 \div 0,15$  Мбит/с. Использование предложенной модели обеспечивает выделение требуемой скорости передачи UE на всем интервале измерения  $R_{\text{треб}}^n = 0 - 0,26$  Мбит/с.

### III. Заключение

Сравнительный анализ показал, что в условиях высоких требований к скорости передачи пользовательских станций использование предложенной модели, по сравнению с известными методами, позволяет на 5-20 % повысить степень балансировки пропускной способности нисходящего канала связи (рис. 1), а также на 40-100 % повысить вероятность выделения пользовательским станциям требуемой скорости передачи (рис. 2). При этом производительность нисходящего канала связи, в условиях высоких требований к скорости передачи, на 3 % меньше производительности получаемой с использованием метода Max C/I Ratio и на 10-42 % больше производительности с использованием методов Round Robin и Proportional Fair.

### IV. References

- [1] Ghosh A., J. Zhang, R. Muhamed, Andrews J. Cr. *Fundamentals of LTE*. Prentice Hall, USA, 2010. 464 p.
- [2] Kawser M. T., Farid H. M. A. B., Hasin A. R., Sadik A. M. J., Razu I. K. Performance Comparison between Round Robin and Proportional Fair Scheduling Methods for LTE. *International Journal of Information and Electronics Engineering*, 2012, Vol. 2, No. 5, pp. 678-681.
- [3] Galaviz G., Covarrubias D. H., Andrade A. G., Villarreal S. A resource block organization strategy for scheduling in carrier aggregated systems. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2012, pp. 107-124.