

УДК 004.414.22/004.051/519.687.5

В. В. ТУРКИНА

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина

НЕМАНИПУЛИРУЕМЫЕ МЕХАНИЗМЫ ОБМЕНА КАК ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОБИЛЬНЫХ АБОНЕНТОВ В AD-НОС СЕТЯХ

Рассматриваются принципы построения беспроводных Ad-hoc сетей. Показано, что улучшение качества обслуживания в мобильных Ad-hoc сетях достигается путем интеграции разнородных беспроводных технологий доступа. Задача интеграции и взаимодействие мобильных абонентов рассмотрена с позиции теории игр. Рассмотрены исходные предположения и ограничения на построение экономических неманипулируемых механизмов обмена в Ad-hoc сетях. Рассмотрены примеры применения теоретико-игрового подхода для повышения качества обслуживания в беспроводных Ad-hoc сетях. В качестве принципа организации взаимодействия мобильных абонентов в Ad-hoc сетях предложено использовать методы теории активных систем.

Ключевые слова: беспроводные сети, абонент мобильной сети, качество обслуживания, сетевые ресурсы, равновесие Нэша, цена анархии.

Введение

Все известные подходы к организации беспроводных сетей следующего поколения подразумевают реализацию двух идей [1].

1. Когнитивное радио, как радиосистема, обладающая механизмом самоуправления со способностью адаптироваться к изменяющейся радиосреде. Идея когнитивного радио была предложена в 1998 году американским исследователем Джозефом Митола (Joseph Mitola) [2] по использованию радиоэлектронными средствами «интеллектуальных функций» для оптимального выбора радиоинтерфейса и приложений. При этом механизмы самоуправления базируются на принципах обучения и искусственного интеллекта. Система когнитивного радио должна обладать возможностями получать информацию о состоянии окружающей радиосреды, проводить интеллектуальный анализ полученной информации, а затем при изменении радиосреды адаптивно изменять параметры телекоммуникационной системы таким образом, чтобы обеспечить эффективное функционирование системы связи.

2. Интеграция и взаимодействие мобильных абонентов, которая далее в статье рассматривается с позиции теории игр. Классическое представление теории игр изучает взаимодействие агентов – субъектов, обладающих свободой воли и предпочитающих действовать рационально, т.е. максимизировать свою функцию полезности. Изначально теория игр изучала ситуации, в которых агентами являлись коммерческие фирмы, политические партии и любые другие сущности, в которых решения принима-

ются людьми. Сейчас методы теории игр оказались востребованы применительно к техническим системам, в частности, телекоммуникационным сетям.

Устройство в технических системах получит способность принимать решения, только в случае, если разработчик определит алгоритм поведения устройства, имитирующий рациональное принятие решений. В основе такого алгоритма всегда будет находиться функция полезности, которая оценивает качество выполнения устройством своих задач в зависимости от целей устройства, его действий и состояния внешней среды. Если в системе будет действовать несколько таких устройств, каждое из которых стремится максимизировать свою функцию полезности, не учитывая полезности других, то решаемую задачу отнесем к классу некооперативных игр.

Равновесие Нэша – ключевое понятие теории некооперативных игр. Так называется набор стратегий в игре для двух и более игроков, в котором ни один участник не может увеличить выигрыш, изменив свою стратегию если другие участники своих стратегий не меняют. «Нэш не являлся специалистом. Он работал сам по себе, и получал удовольствие, занимаясь решением известных открытых проблем, и часто следствием этого процесса было открытие совершенно новых способов мышления...» [3].

1. Анализ публикаций

Существующие стандарты, например IEEE 802.11 определяет два режима работы сети – режим

"Ad-hoc" и клиент/сервер (или режим инфраструктуры – infrastructure mode). Режим «Ad-hoc» (точка-точка, Peer to Peer, или независимый базовый набор служб, IBSS) – это простая сеть, в которой связь между многочисленными станциями устанавливается напрямую, без использования специальной точки доступа [4]. В настоящее время изучаются возможности использования недорогих «Ad-hoc» сетей для увеличения пропускной способности и расширения зоны покрытия сотовых сетей поколений 3G и 4G [5].

Различные типы беспроводных сетей имеют взаимно дополняющие характеристики, что позволяет искать решение проблем в направлении интеграции разнородных технологий беспроводного доступа. Такая гетерогенная сеть [6,7] будет состоять из нескольких беспроводных сетей, в том числе Bluetooth и WiFi для локальных зон, WiMAXs для городских районов, сотовых сетей 3G для широких областей, спутниковых и глобальных сетей и т.д.

Целью статьи является разработка принципов организации взаимодействия мобильных абонентов в Ad-hoc сетях на основе экономических неманипулируемых механизмов обмена.

Экономический механизм состоит из трех основных компонентов [8]: правил описания заявок, алгоритма распределения ресурсов и схемы платежей. Правила описания заявок задают множества стратегий участников. Алгоритм распределения определяет, какое задание, на каком узле и в какое время выполняться, а схема платежей по результатам распределения назначает платежи пользователям провайдером. Механизм называется неманипулируемым [9], если слабо доминирующей стратегией каждого участника является сообщение истинных параметров своего задания. Под слабо доминирующей стратегией, в отличие от строгого доминирования, понимается стратегия, когда выигрыш от ее применения при некоторых действиях других игроков возможен больший, чем при применении альтернативных стратегий, а при иных действиях – одинаковый с ней.

Манипулируемый механизм не может гарантировать эффективность, так как распределение, эффективное при значениях параметров, сообщенных участниками, скорее всего не будет эффективным для истинных данных.

2. Исходные предложения

Рассмотрим Ad-hoc сеть, состоящую из N устройств. Пусть каждое из устройств располагает каналом связи, который характеризуется известными затратами ресурсов OH_n и оценкой качества

обслуживания QoS_n , предоставляемым данным каналом.

Будем полагать, что в фиксированный момент времени каждое устройство беспроводной сети выполняет некоторый известный набор прикладных задач, количество которых составляет - m_n . Для каждой задачи известны требуемые показатели качества обслуживания: QoS_{mk}^* , $m_k \in 1..m_n$.

Тогда общее состояние такой сети может быть охарактеризовано матрицей:

$$N_w = \left\langle \left\langle OH_n, QoS_n, \left\langle QoS_{mk}^*, m_k \in 1..m_n \right\rangle \right\rangle, n \in 1..N \right\rangle.$$

Предположим, что устройства беспроводной сети обладают возможностью взаимодействовать между собой путем взаимного обмена трафиком располагаемых каналов связи с дополнительными затратами собственных ресурсов на поддержание такого обмена. Для учета таких затрат будем использовать метрики, учитывающие затраты i-го устройства на передачу информации к j-му: $OH_{i,j}^{tr}$, а также затраты j-го устройства на прием информации от i-го $OH_{j,i}^r$.

Определение 1. Модель качества обслуживания характеризует зависимость качества обслуживания от скорости обмена, а значит и расходуемых ресурсов:

$$Q_n(BR_n): OH_n \rightarrow BR_n \rightarrow \{QoS_{mk}^*\}, m_k \in 1..m_n, n = 1, N. \quad (1)$$

Определение 2. Функция предпочтения, характеризует индивидуальные интересы каждого из мобильных устройств:

$$\varphi_n(OH_n): \left\langle OH_n, \{QoS_{mk}^*\}, m_k \in 1..m_n \right\rangle \rightarrow R; n = 1, N. \quad (2)$$

Определение 3. Обмен – это перераспределение сетевого трафика из множества $BR = \{BR_n\}; n = 1, N$ между устройствами:

$$I: BR^0 \rightarrow BR^1. \quad (3)$$

где BR^0, BR^1 - начальное и конечное состояние сети.

Определение 4. Ограничения по ресурсам определяют множества всевозможных значений матрицы распределения ресурсов:

$$BR = \{BR_n\}; n = 1, N.$$

К подобным ограничениям относятся

1. Ограничения на общее количество ресурса Q_S , например, суммарная пропускная способность сети, предоставленная для решения задач, не может превысить пропускную способность каналов связи:

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m_k=1}^{m_n} BR_{m_k}^* \leq \sum_{n=1}^N BR_n. \quad (4)$$

2. Ограничения по возможности взаимодействия между устройствами Q_n определяются пространственным расположением устройств и указывают, с какими устройствами каждое из устройств может обмениваться данными. Данный класс ограничений определим с помощью квадратной матрицы максимальных пропускных способностей между устройствами:

$$BR^{\max} = \left\langle \left\langle BR_{i,j}^{\max}; i = 1, N, j = 1, N \right\rangle \right\rangle, \quad (5)$$

где $\forall i, BR_{i,i}^{\max} = 0$ для запрещения обмена информацией устройства с собой.

3. Функции предпочтения устройств ограничим классом вогнутых однопиковых непрерывных функций, например:

$$\varphi_n(BR_n) = \sum_{m_k=1}^{m_n} B_n^{m_k} \left(QoS_{m_k}^* - QoS_{m_k}^n \right)^2, \quad (6)$$

где $B_n^{m_k}$ - предпочтительность решения задачи m_k устройством n .

4. Ограничения индивидуальной рациональности Q_R определяют требования, налагаемые на значения функций предпочтения устройств, например:

$$\forall i \in I, \varphi_i(BR_i^1) \geq \varphi_i(BR_i^0). \quad (7)$$

Множество распределений ресурсов, индивидуально рациональных по отношению к начальному распределению ресурса, обозначим $IR(BR^0)$, при этом $IR(BR^0) \subseteq A$.

Определение 5. Множество возможных вариантов обмена (МВО) - совокупность всех индивидуально рациональных распределений ресурсов, переход к которым от начального распределения ресурсов возможен в рамках заданной структуры $Y(BR^0)$:

$$Y(BR^0) \subset I(BR^0), \forall BR \in Y(BR^0), \quad (8)$$

$$BR^0 \rightarrow BR^1 \in Q_S.$$

Определение 6. Обменная схема (ОС) – кортеж, включающий множество всех устройств – I , множество ресурсов – J , множество индивидуально рациональных распределений ресурсов – $IR(BR^0)$, начальное распределение ресурсов BR^0 , ограничения:

$$OC = \left\langle I, J, A, BR^0, Q_S, Q_R, Q_M, IR(BR^0) \right\rangle. \quad (9)$$

Пример 1. Доступ к гарантированной скорости передачи данных.

Рассмотрим взаимодействие двух устройств, располагающих собственными каналами связи. Предположим, что оба устройства решают по одной задаче, требующей сетевого взаимодействия. Первое устройство используется для видеосвязи и находится в сети, характеристики которой по критериям задержки и джиттера недостаточны для качественной связи. Второе устройство решает задачи, связанные с просмотром Веб-страниц, обменом электронной почтой, обменом файлами, то есть устройство не требует гарантированной скорости передачи данных. Таким образом, первому устройству требуется качественный канал, который имеется у второго устройства. Второе устройство при этом получает возможность экономии затрачиваемых ресурсов.

Пример 2. Повышение надежности связи

Главным показателем надежности связи является коэффициент доступности услуги, как отношение времени перерыва в предоставлении услуг к общему времени, когда услуга должна предоставляться. Коэффициент доступности услуги 99,99% говорит о том, что оператор гарантирует не более 4,3 минут простоя связи в месяц, 99,9% — что услуга может не оказываться 43,2 минуты. Если организовано взаимодействие двух устройств с независимыми каналами связи, то связь отсутствует только при одновременной недоступности услуги у двух устройств.

3. Организация взаимодействия мобильных абонентов в Ad-hoc сетях

Задача заключается в определении оптимальных по Парето распределений ресурсов (распределение ресурсов Парето оптимально, если не существует другого распределения ресурсов, которое не менее предпочтительное для каждого из агентов и

более предпочтительное для одного из них) с учетом заданных рыночных цен [10].

Рассматриваемая обменная схема (рис. 1) представляет собой сеть, которая состоит из N устройств. В сети имеется два типа ресурсов.

1. Первое из N устройств обладает каналом связи, который характеризуется высокими показателями качества обслуживания

$$QoS_1 = \langle BW_1, PL_1, D_1, J_1 \rangle.$$

2. Остальные N-1 устройств, пронумерованные от 2 до N, обладают каналами связи, для которых:

$$\forall n \in 2..N; PL_n \ll PL_1, D_n \ll D_1, J_n \ll J_1. \quad (10)$$

Первое из N устройств может обмениваться с каждым из остальных N-1 устройств, последние не могут обмениваться между собой. Предположим, что первое из N устройств не имеет информации о функциях полезности остальные N-1 устройств, кроме информации, что эти функции полезности принадлежат некоторому классу однопиковых функций с точкой пика r_n . Ограничения перечислены выше (см. (4)-(7)).

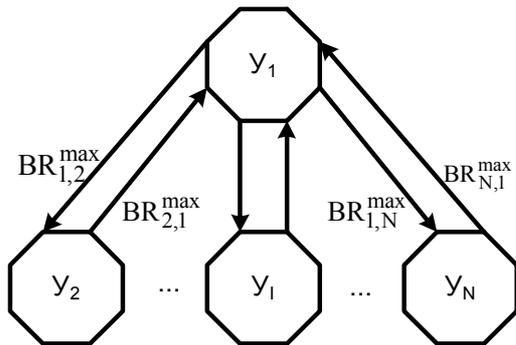


Рис. 1. Пропускная способность схемы с веерной структурой

Начальное распределение ресурсов задано следующим образом - весь ресурс первого типа сосредоточен у первого устройства, весь ресурс второго типа – у остальных устройств:

$$Y(BR^0) = \begin{bmatrix} BR_1 & 0 \\ 0 & BR_2^2 \\ \dots & \dots \\ 0 & BR_2^N \end{bmatrix}, \sum_{n=2}^N BR_2^n = BR_2. \quad (10)$$

Значения BR_1, BR_2 выбираются таким образом, что бы рассматриваемая модель могла соответствовать определению обменной модели.

Функции предпочтения имеют следующий вид:

1. Для первого устройства:

$$\varphi_1(BR_1, \Delta BR_1, \Delta BR_2) = BR_1 + \sum_{n=2}^N (\Delta BR_{n,1} \cdot on_{n,1}^r - \Delta BR_{1,n} \cdot on_{1,n}^t). \quad (11)$$

где $\Delta BR_1 = \sum_{n=2}^N \Delta BR_{1,n}, \Delta BR_2 = \sum_{n=2}^N \Delta BR_{n,1}$ - изменения ресурсов первого и второго вида;

$\Delta BR_{n,1}, \Delta BR_{1,n}$ - фактическая скорость передачи данных от n-того устройства к первому и приема данных в обратном направлении, бит/с;

$on_{n,1}^r, on_{1,n}^t$ - относительные коэффициенты, учитывающие дополнительные затраты ресурсов на передачу и прием данных со скоростями $\Delta BR_{n,1}, \Delta BR_{1,n}$.

2. Для остальных устройств функцию предпочтения представим в виде разности метрик – показателя качества и потери пропускной способности устройства из-за обмена с устройством №1:

$$\begin{aligned} \forall n \in 2, N; \varphi_n(\Delta BR_{n,1}, \Delta BR_{1,n}) &= \\ &= QoS_{MBR}(\Delta BR_{1,n}) - \frac{\Delta BR_{n,1}}{BR_{n,1}^{max}} = \\ &= \min\left(1, \frac{\Delta BR_{1,n} - GBR}{MBR - GBR}\right) - \frac{\Delta BR_{n,1}}{BR_{n,1}^{max}}, \end{aligned} \quad (12)$$

где $\Delta BR_{1,n} (\Delta BR_{n,1})$ – затраты первого (n-того) устройства, бит/с.

Функция прибыли от обмена для первого устройства:

$$\begin{aligned} f_1(\Delta BR_1, \Delta BR_2) &= \\ &= \varphi_1(\Delta BR_1, \Delta BR_2) - \varphi_1(0, 0) = \\ &= \sum_{n=2}^N (\Delta BR_{n,1} \cdot on_{n,1}^r - \Delta BR_{1,n} \cdot on_{1,n}^t). \end{aligned} \quad (13)$$

Для остальных устройств функция прибыли от обмена:

$$\begin{aligned} \forall n \in 2, N; f_n(BR_n, \Delta BR_{1,n}) &\equiv \\ &\equiv \varphi_n(BR_n, \Delta BR_{1,n}). \end{aligned} \quad (14)$$

Постановка задачи – найти механизм обмена, максимизирующий ожидаемую прибыль первого устройства от обмена, при условии, что ему известны:

- $\Omega = [MBR_{min}, MBR_{max}]$ - интервал максимальной скорости передачи и приема данных, бит/с;
- $p(MBR)$ - вероятностное распределении типов устройств.

Согласно теореме, доказанной в работе [11], если функция предпочтения первого устройства линейная, то неманипулируемый механизм обмена с уче-

том принятых выше обозначений имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \forall n = 2..N; \Delta BR_{1,n}(\Delta BR_{n,1}) &= \\ &= f_1(\Delta BR_1, \Delta BR_2) = \\ &= \varphi_1(\Delta BR_1, \Delta BR_2) - \varphi_1(0, 0) = \\ &= \sum_{n=2}^N (\Delta BR_{n,1} \cdot on_{n,1}^r - \Delta BR_{1,n} \cdot on_{1,n}^t). \end{aligned} \quad (15)$$

Заклучение

В работе предложен неманипулируемый механизм обмена для организации взаимодействия мобильных абонентов в Ad-hoc сетях. Предложенный механизм заимствован из методов децентрализованного управления многоагентными техническими и социально-экономическими системами. Развитием работы является анализ на математических моделях «платы за анархию» [12] предложенного решения. Важным является также поиск методов ограничения вычислительной сложности алгоритма. Представляет интерес исследование механизмов обмена с другими функциями полезности агентов.

Литература

1. Тихвинский, В. О. Концептуальные аспекты создания 5G [Текст] / В. О. Тихвинский, Г. С. Бочечка // ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ. – 2013. – № 10. – С. 29–33.
2. Mitola, J. III. Cognitive radio: making software radios more personal [Text] / J. III. Mitola, G. Q. Maguire // IEEE Personal Communications. – 1999. – Volume 6, Issue 4. – P. 13–18.
3. Біографія Джона Форбса Неша м.л. [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.abelprize.no/binfil/download.php?tid=63538>. – 2.10.2015.
4. Rashvand, H. F. Dynamic Ad-Hoc Networks [Text] / H. F. Rashvand, H.-C. Chao. – London: The Institution of Engineering and Technology, 2013. – 506 p.
5. Massive live video distribution using hybrid cellular and ad hoc networks [Text] / N. M. Do, C.-H. Hsu, J. P. Singh, N. Venkatasubramanian // IEEE International Symposium on World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), June 2011, Lucca, Italy. – P. 1–9.
6. Ferrus, R. Interworking in Heterogeneous Wireless Networks: Comprehensive Framework and Future Trends [Text] / R. Ferrus, O. Salient, R. Agusti // IEEE Wireless Communication. – April, 2010. – P. 22–31.
7. Wang, J. Challenges of CAC in Heterogeneous Wireless Cognitive Networks [Text] / J. Wang, F. Xiuhua // 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials Science/ Physics Procedia 25, 2012. – P. 2218 – 2224.

8. Николенко, С. И. Теория экономических механизмов [Текст]: учебное пособие / С. И. Николенко. – М.: ИНТУИТ.РУ, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 207 с.

9. Коргин, Н. А. Представление механизма последовательного распределения ресурсов как неманипулируемого механизма многокритериальной активной экспертизы [Текст] / Н. А. Коргин. // Управление большими системами: сборник трудов. – 2012. – № 36. – С. 186–208.

10. Новиков, Д. А. Сетевые структуры и организационные системы [Текст] / Д. А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 102 с.

11. Коргин, Н. А. Неманипулируемые механизмы обмена в активных системах [Текст] / Н. А. Коргин. – М.: ИПУ РАН (научное издание), 2003. – 126 с.

12. Чиркова, Ю. В. Цена анархии в игре баланса загрузки системы обслуживания с тремя машинами [Текст] / Ю. В. Чиркова // Математическая Теория Игр и ее Приложения. – 2014. – Т. 6, № 4. – С. 85–96.

References

1. Tykhvynskyy, V.O., Bochechka, H.S., Kontseptual'nye aspekty sozdaniya 5G [Conceptual aspects of 5G]. ELEKTROSVYAZ', 2013, no. 10, pp 29–33.
2. Mitola, J. III., Maguire, G. Q., Cognitive radio: making software radios more personal. IEEE Personal Communications, 1999, vol. 6, iss. 4, pp 13–18.
3. Byohrafiya Dzhona Forbsa Nэsha ml [Biography of John Forbes Nash, Jr.], 2015, Available at: <http://www.abelprize.no/binfil/download.php?tid=63538>.] (accessed 02.10.2015).
4. Rashvand, H. F., Chao, H.-C. Dynamic Ad-Hoc Networks. London, The Institution of Engineering and Technology Publ., 2013. 506 p.
5. Do, N. M., Hsu, C.-H., Singh, J. P., Venkatasubramanian, N., Massive live video distribution using hybrid cellular and ad hoc networks. IEEE International Symposium on World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), June 2011, Lucca, Italy, pp. 1–9.
6. Ferrus, R., Salient, O., Agusti, R., Interworking in Heterogeneous Wireless Networks: Comprehensive Framework and Future Trends. IEEE Wireless Communication, April 2010, pp 22–31.
7. Wang, J., Fu, X., Challenges of CAC in Heterogeneous Wireless Cognitive Networks. 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials Science/ Physics Procedia 25, 2012, pp. 2218 – 2224.
8. Nykolenko, S. Y. Teoryya ekonomycheskykh mekhanizmov: uchebnoe posobyе [The theory of economic instruments: a training manual]. Moscow, YNTUYT.RU, BYNOM. Laboratoriya znanyy Publ., 2009. 207p.

9. Korhyn, N. A. Predstavlenye mekhanyzma posledovatel'noho raspredeleniyya resursov kak nemanyulyruemogo mekhanyzma mnohokryteryal'noy ak-tyvnoy ekspertyzy [Submission mechanism consistent allocation of resources as a mechanism not manipulated multicriterion active expertise]. *Managing large systems : Proceedings*, 2012, no. 36, pp. 186–208.

10. Novykov, D. A., *Setevye struktury y orhanyzatsyonnye systemy* [Network structures and organizational systems]. Moscow, YPU RAN Publ., 2003. 102 p.

11. Korhyn, N. A., *Nemanyulyruemye mekhanyzmy obmena v aktyvnykh systemakh* [Unmanipulated exchange mechanisms in active systems]. Moscow, YPU RAN Publ., 2003. 126 p.

12. Chyrkova, Yu. V. Tsena anarkhyy v yhre balansakh zahruzky systemy obsluzhyvaniya s tremya ma-shynami [The price of anarchy in the game load balancing service system with three machines], *Mathematical Game Theory and its Applications*, 2014, vol. 6, no. 4, pp. 85–96.

Поступила в редакцію 23.03.2016, рассмотрена на редколлегии 14.04.2016

НЕМАНИПУЛЬОВАНІ МЕХАНІЗМИ ОБМІНУ ЯК ОСНОВНИЙ ПРИНЦИП ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ МОБІЛЬНИХ АБОНЕНТІВ У АД-НОС МЕРЕЖАХ

В. В. Туркіна

Розглядаються принципи побудови бездротових Ad-hoc мереж. Показано, що поліпшення якості обслуговування в мобільних Ad-hoc мережах досягається шляхом інтеграції різномірних бездротових технологій доступу. Завдання інтеграції і взаємодій мобільних абонентів розглянуто з позиції теорії ігор. Розглянуто вихідні припущення і обмеження на побудову економічних неманіпульованих механізмів обміну в Ad-hoc мережах. Розглянуто приклади застосування теоретико-ігрового підходу для підвищення якості обслуговування в бездротових Ad-hoc мережах. В якості принципу організації взаємодії мобільних абонентів в Ad-hoc мережах запропоновано використовувати методи теорії активних систем.

Ключові слова: бездротові мережі, абонент мобільної мережі, якість обслуговування, мережеві ресурси, рівновага Неша, ціна анархії.

UNMANIPULATED EXCHANGE MECHANISM AS A BASIC PRINCIPLE OF THE MOBILE SUBSCRIBERS INTERACTION ORGANIZATION IN AD-HOS NETWORKS

V. V. Turkina

The principles of construction of wireless Ad-hoc networks. It is shown that the improvement of the quality of service in mobile Ad-hoc networks is achieved through the integration of heterogeneous wireless access technologies. The challenge of integration and interaction of mobile subscribers is considered from the perspective of game theory are considered assumptions and restrictions on the construction of unmanipulable mechanisms of economic exchange in the Ad-hoc networks. Examples of the use of game-theoretic approach to improve the quality of service in wireless Ad-hoc networks are considered. As a principle of the organization of the mobile subscribers interaction in the Ad-hos networks is proposed to use the methods of the active systems theory.

Keywords: wireless networks, mobile network subscriber, service quality, network resources, Nash equilibrium, the price of anarchy.

Туркіна Вікторія Валентиновна – аспірант каф. маркетинга, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: viki1361@mail.ru.

Turkina Victoria Valentinovna - PhD student of Dep. of Marketing, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine, e-mail: viki1361@mail.ru.