

# КОНЦЕПЦИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТАКТИЧЕСКИМИ РАДИОСЕТЯМИ КЛАССА MANET

Романюк В. А., Сова О. Я., Жук П. В., Романюк А. В.

Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ "КПИ", г. Киев, Украина

E-mail: [romanjuk@i.com.ua](mailto:romanjuk@i.com.ua), [juk\\_pv@front.ru](mailto:juk_pv@front.ru), [soy135@ukr.net](mailto:soy135@ukr.net).

**Abstract** – The hierarchical construction model of the tactical radio networks intellectual control systems is presented in the article. A model allows realizing decomposition of mobile radio networks operative management tasks on the recursive sequence of components: tasks related to node management and its adaptation to the different operating conditions are solved at node level; planning and mobile radio network management tasks are solved at network level.

## 1. Введение

Реализация новейших военных концепций, направленных на повышение эффективности использования вооруженных сил в ходе современных боевых действий, особенно в тактическом звене управления, требует решения большого количества задач как организационного так и технического характера. Первоочередной из них является создание информационно-коммуникационной сети, которая обеспечит доведение до участников военных операций достоверной и полной информации об обстановке в реальном масштабе времени. В качестве транспортной основы упомянутой информационно-коммуникационной сети зарубежными и отечественными военными аналитиками предложено использование радиосетей класса MANET (*Mobile Ad-Hoc Networks*) [1].

Особенности радиосетей класса MANET (динамичность топологии и значительная размерность сети; неоднородность элементов сети; ограниченные мощность и время передачи абонентов; децентрализованное управление, возможность самоорганизации узлов в радиосеть и др.) требуют наличия эффективной системы управления (СУ) в составе узла, об-

ладающей высокой степенью автономности и адаптивности для обеспечения возможности узла передавать информацию с заданным качеством обслуживания в условиях неопределенности.

## 2. Основная часть

Радиосеть MANET, как сложная динамическая система, состоит из ряда подчиненных подсистем – центра управления радиосетью, мобильных базовых станций и узлов. Очевидно, что цель функционирования узла, как элемента нижнего уровня системы, зависит от цели функционирования радиосети в целом. С другой стороны, задачи, решаемые радиосетью, могут корректироваться в зависимости от ситуации, сложившейся в узлах (их состоянии). В целом, управление в радиосети класса MANET основано на том, что каждый из элементов радиосети решает некоторую свою частную задачу в условиях относительной самостоятельности. Решения, вырабатываемые всеми подсистемами любого уровня иерархии, координируются подсистемой вышестоящего уровня, которому они подчинены.

Иерархия такого подчинения обуславливает необходимость декомпозиции исходных целей и задач управления на рекурсивную последовательность вложенных составляющих, что, в свою очередь, определяет организацию системы управления радиосетью MANET в виде многоуровневой структуры с вертикальными связями, которые отображают подчиненность выполняемых задач. На нижнем уровне решаются задачи управления узлом радиосети, на верхних – задачи управления всей радиосетью.



Рис. 1 (Fig. 1)

В связи с этим, на рис. 1 представлена модель иерархического построения интеллектуальной системы управления радиосетью MANET, которая состоит из сетевого и узлового уровней. Управление радиосетью осуществляется путем реализации множества методов управления ресурсами узла и сети в целом, которые находятся в составе соответствующих подсистем узловой системы управления и относятся к разным уровням модели OSI.

Учитывая условия функционирования узлов радиосети класса MANET, которые характеризуются неопределенностью, а также принимая во внимание то, что разными узлами радиосети приходится решать смежные задачи управления, предлагается функции (методы) управления сетью реализовать в виде множества интеллектуальных агентов (ИА), которые находятся в каждом узле радиосети MANET.

ИА – программный продукт, способный действовать в интересах поставленной цели и обладать следующими основными свойствами: активность; мобильность; кооперируемость и возможность коммуникации с другими агентами; совместная работа на достижение общей цели. Главным свойством ИА является интеллектуальность – способность к самообучению, логичной дедукции или конструированию модели окружающей среды для нахождения оптимальных способов поведения. Реализация этого свойства возможна путем использования интеллектуальных технологий обработки знаний, как основных средств борьбы с неопределенностью внешней среды (например, нечеткие нейронные сети). Рассмотрим подробнее задачи, которые решают ИА на каждом из указанных уровней.

На *сетевом уровне* (центр управления радиосетью, мобильные базовые станции) осуществляется планирование целесообразного поведения мобильных узлов и радиосети в целом. Основные задачи, решаемые ИА на этом уровне, заключаются в выборе стратегии достижения цели управления радиосетью (или ее зоной), формировании последовательности необходимых управляющих воздействий для достижения сетевой (зонной) оптимизации, а также оперативной корректировке поведения элементов радиосети, исходя из прогнозируемых и планируемых изменений ситуации. Координация работы агентов сетевого уровня осуществляется метаагентом сетевого уровня (рис.1), который отвечает за работу интеллектуальной системы управления радиосетью.

На *узловом уровне* (мобильные узлы, узлы-сенсоры) решаются задачи управления отдельными радиотерминалами или информационными направлениями с учетом выработанной на сетевом уровне стратегии поведения мобильных узлов и радиосети в целом. Взаимодействие с сетевым уровнем осуществляется метаагентами узлового уровня, которые, в свою очередь, определяют «поведение» узловых интеллектуальных агентов, а также осуществляют координацию действий агентов разных узловых систем управления с целью обеспечения заданного качества обслуживания различных типов трафика, которые передаются в радиосети (так называемая узловая оптимизация).

Формирование управляющих решений осуществляется с учетом специфики функционирования каждого узла (его текущего состояния и технических характеристик, требований к качеству передачи определенного типа трафика, текущего состояния и динамики изменения внешней среды). Так как кроме плановых изменений состояния MANET, существует

значительная начальная неопределенность, а также существенная неопределенность среды, то ИА должны обеспечивать адаптивное управление радиосетью. В этом случае адаптация выступает как средство управления радиосетью при отсутствии ее точной модели и в таких условиях позволяет оптимизировать характеристики сети.

Предложенная в работе организация взаимодействия узлов радиосети с использованием ИА, взаимодействующих между собой, позволит решить общую задачу управления радиосетью класса MANET распределенным образом.

### 3. Заключение

Таким образом, учитывая, что функции узловой системы управления реализуются всеми элементами радиосети класса MANET, предложена модель иерархического построения интеллектуальных систем управления данными радиосетями, предполагающая наличие сетевого и узлового уровней. Кроме того, с целью организации взаимодействия узлов радиосети при выработке и принятии решений по управлению сетевыми и узловыми ресурсами, при построении узловой системы управления предложено использование программных интеллектуальных агентов.

### 4. Список литературы

- [1] Intellectual Mobile Ad Hoc Networks / [Zhuk P., Romanyuk V., Sova O., Bunin S.] // In Proc. of International Conference Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET 2012), Lviv, 2012. – p. 238.

## CONCEPT OF INTELLECTUAL CONTROL SYSTEMS HIERARCHIC CONSTRUCTION FOR TACTICAL MANET

Romanjuk V.A., Sova O.Y., Zhuk P.V., Romanjuk A.V.  
*Military Institute of Telecommunications and Information Technology, Kyiv, Ukraine*

**Introduction.** Tactical MANET features (such as dynamic and a significant dimension of the network topology; the heterogeneity of network elements; limited capacity and the transmission of subscribers; decentralized management; the ability to self-organization of nodes in the radio network, etc.) require an effective management system, with a high degree of autonomy and adaptability to enable the node to transmit information with a specified quality of service in uncertainty conditions.

**The main part.** Fig. 1 represents a model of intellectual control systems hierarchic construction for tactical MANET. Model consists of network and node levels.

Network level is intended for planning and forming of expedient behavior strategy for mobile nodes and MANET in whole.

Node level provides the formation of management decisions specific to the operation of each mobile node: its current status and technical characteristics, requirements for the certain traffic type quality of service, the environment current state and its dynamic of changes. Also node level provides a given quality of service for different traffic types by adapting control system to changes in the external environment and its own parameters.

The network management functions (methods) are proposed to implement as a set of intellectual agents that are in each node of the MANET and solve the general problem of network control through distributed manner.

**Conclusion.** Thus, given that the functions of the nodal control system implemented by all elements of the MANET, a model of intellectual control systems hierarchic construction for tactical MANET is proposed. The model includes network end node levels. Also, in order to organize nodes cooperation during development and management decisions proposed using of intelligent agents for the nodal control system construction.