

**Интеллектуальные радиомережі з самоорганізацією.
Интеллектуальные самоорганизующиеся радиосети.
Intellectual selforganized radionetworks.**

1. **Номер державної реєстрації теми – 0109U001506**
2. **Науковий керівник**—д.т.н., доц. Бунін С.Г., Бунин С.Г., Bunin Sergey G.
3. **Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

Створено теоретичну базу для побудови телекомунікаційних радіомереж, які не використовують фіксованої інфраструктури та складаються зі стаціонарних і рухомих абонентів. Суть роботи полягає у використанні технологій обробки знань для інтелектуалізації процесів управління ресурсами радіомережі на різних рівнях моделі OSI, що забезпечить здатність радіомережі до самоорганізації, а також функціонування в умовах невизначеності. Зазначений підхід, у поєднанні з унікальними властивостями надширококутних сигналів, дозволять підвищити ефективність колективного використання пропускну здатності радіоканалів, а також розробити нові методи управління трафіком та методи маршрутизації пакетів між кореспондуючими абонентами.

Вперше, на фізичному рівні, запропоновано вирішувати проблему ефективного використання радіоресурсу й підвищення швидкості передачі інформації шляхом використання надширококутних сигналів. Здійснено оцінку енергетики радіоліній з надширококутними сигналами, досліджено принципи побудови пристроїв радіозв'язку на імпульсних надширококутних сигналах, а також особливості проектування мереж з використанням зазначених сигналів. На каналному рівні запропонована низка методів та математичних моделей множинного доступу до радіоканалу при застосуванні імпульсних надширококутних сигналів. На мережевому рівні моделі OSI розглянуто різні схеми адресації в мережах із самоорганізацією та запропоновано низку методів маршрутизації, які передбачають динамічне формування метрик вибору маршруту, запропоновано управляти топологією мережі як складовою частиною маршрутизації та інтелектуалізувати процеси ухвалення рішення з маршрутизації. На транспортному рівні запропоновано новий метод віконного управління потоками даних в радіомережах із самоорганізацією на основі системи нейро-нечіткого виводу. На прикладному рівні моделі OSI розроблена модель системи управління ресурсами радіомереж із самоорганізацією, яка передбачає інтелектуалізацію процесу управління радіомережею, що дозволить забезпечити необхідну якість обслуговування абонентів радіомережі.

(рос.)

Создана теоретическая база для построения телекоммуникационных радиосетей, которые не требуют фиксированной инфраструктуры и состоят из стационарных и подвижных абонентов. Суть работы заключается в использовании технологий обработки знаний для интеллектуализации процессов управления ресурсами радиосети на разных уровнях модели OSI, что обеспечит способность радиосети к самоорганизации, а также функционированию, в условиях неопределенности. Отмеченный подход, в сочетании с уникальными свойствами сверхширокополосных сигналов, позволят повысить эффективность коллективного использования пропускной способности радиоканалов, а также разработать новые методы управления трафиком и методы маршрутизации пакетов между корреспондирующими абонентами.

Впервые, на физическом уровне предложено разрешать проблему эффективного использования радиоресурса и повышения скорости передачи информации путем использования сверхширокополосных сигналов. Осуществлена оценка энергетики радиолиний со сверхширокополосными сигналами, исследованы принципы построения устройств радиосвязи на импульсных сверхширокополосных сигналах, а также особенности проектирования сетей, с использованием отмеченных сигналов. На канальном уровне предложено ряд методов и математических моделей множественного доступа к радиоканалу

при применении импульсных сверхширокополосных сигналов. На сетевом уровне модели OSI рассмотрены разные схемы адресации в сетях с самоорганизацией и предложен ряд методов маршрутизации, предусматривающих динамическое формирование метрик выбора маршрута, также предложено управлять топологией сети, как составной частью маршрутизации, и интеллектуализировать процессы принятия решения по маршрутизации. На транспортном уровне предложен новый метод оконного управления потоками данных в радиосетях с самоорганизацией на основе системы нейро-нечеткого вывода. На прикладном уровне модели OSI разработана модель системы управления ресурсами радиосетей с самоорганизацией, предусматривающая интеллектуализацию процесса управления радиосетью, которая позволит обеспечить необходимое качество обслуживания абонентов радиосети.

(англ.)

The theoretical basis for the construction of telecommunications radio networks which do not require fixed infrastructure and consist of fixed and mobile subscribers has been established. The main scope of the work lies in the use of knowledge processing technologies for resource management processes of radio models at different OSI layers, which will provide the ability to self-organizing as well as functioning in uncertain conditions. Proposed approach, combined with the unique properties of UWB signals, would improve the collective use of radio bandwidth, and to develop new methods of traffic management and routing methods of corresponding packets between subscribers. For the first time, it has been proposed to resolve the problem of efficient use of radio resource and increase the speed of information transmission by using ultra-wideband signals at physical layer. The assessment of energy carried by radio ultra-wideband signals are investigated principles of radio communication devices for pulsed UWB signals, as well as design features of networks, using tagged signals has been carried out. At the link level a number of methods and mathematical models of multi-access radio channel in the application of pulsed ultra-wideband signals have been suggested. At the network level of the OSI model different addressing schemes in networks with self-organization and proposed a number of routing methods, involving the formation of dynamic routing metrics are also invited to manage the topology of the network as part of the routing and intellectualize decision-making processes by routing have been considered. At the transport layer a new method of window flow control in radio networks with self-organization on the basis of neuro-fuzzy inference has been proposed. At the application layer of the OSI model radio resource management system with self-organization, which provides intellectualization process control radio network, which will provide the necessary quality of customer service radio network was developed.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Патент на корисну модель № 57558. Спосіб прийому коротких імпульсних радіосигналів / Бунін С.Г., Долженко Д.О. – опубл. 10 березня 2011 р. Бюл. №5.
- Патент на винахід. Спосіб прийому коротких імпульсних радіосигналів та пристрій, що його реалізує / Бунін С.Г., Долженко Д.О. номер заявки № u2010 06787 від 01.06.2011 р.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню, а запропоновані методи прийому імпульсних надширокосмугових сигналів та пристрої, які їх реалізують, не мають аналогів у світовій практиці інженерії телекомунікаційних радіомереж.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Результати дослідження можуть бути покладені в основу розробки радіотерміналів для радіомереж із самоорганізацією.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Розроблена теоретична база для побудови телекомунікаційних радіомереж із самоорганізацією може застосовуватись Міністерством транспорту і зв'язку – при розробці концепції розвитку систем зв'язку та при впровадженні нових технологій і мереж зв'язку; Міністерством освіти і науки України, вищими навчальними закладами – при підготовці

фахівців та наукових кадрів телекомунікаційного профілю; Вітчизняними та закордонними підприємствами, науково-дослідними та проектно-конструкторськими організаціями – при створенні нових систем радіозв'язку.

8. Стан готовності розробки.

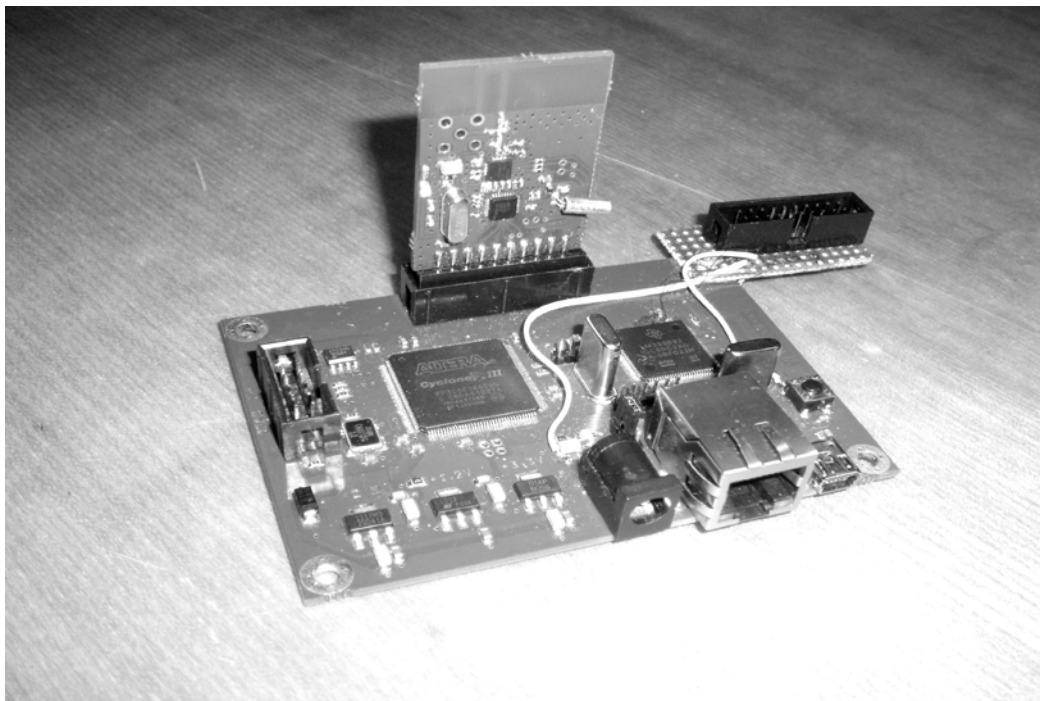
Розроблено діючий макет радіотерміналу для мереж із самоорганізацією.

9. Існуючі результати впровадження.

За тематикою роботи підготовлено до захисту дисертаційну роботу Войтенка Ю.Ю. «Методи підвищення ефективності транспорту даних в радіомережах із самоорганізацією» на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Підготовлена та подана до друку монографія «Самоорганізующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами». Прочитано курси лекцій для магістрів 2009 - 2010 та 2010 - 2011 років навчання: «надширокополосні імпульсні сигнали та їх властивості», «радіомережі із самоорганізацією», «протоколи маршрутизації в радіомережах із самоорганізацією».

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ „КПІ”, науково-дослідний Інститут телекомунікацій, тел. (044) 236-62-23, 236-40-14, e-mail: its@ntu-kpi.kiev.ua



Макет радіотерміналу для використання в радіомережах із самоорганізацією

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Самоорганізующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами: Монография / [Ильченко М.Е., Бунин С.Г., Войтер А.П., Романюк В.А.] – К.: НПП Издательство „Наукова думка” НАН Украины. – 2011. – (подана до друку).
2. Бунин С.Г. Множественный доступ и ретрансляция в самоорганизующихся радиосетях со сверхширокополосными импульсными сигналами / Бунин С.Г. // Труды XIX Межд. Крымской конф. „СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. 14–18 сентября 2009 г., г. Севастополь. – С. 272–276.
3. Бунин С.Г. Приоритетное обслуживание при конкурентном доступе к радиоканалу / Бунин С.Г., Войтер А.П. // Труды XIX Межд. Крымской конф. „СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. 14–18 сентября 2009 г., г. Севастополь. –С. 122–126.

4. Бунин С.Г. Адресация в сетях Ad Hoc и MANET / Бунин С.Г., Максимов В.В., Журавков П.А. // Труды конф. „Проблемы телекоммуникаций”. – К.: ИТС НТУУ „КПИ”. – 2009. – С. 230–236.
5. Бунин С.Г. Множественный доступ и ретрансляция в сетях Ad Hoc и MANET со сверхширокополосными импульсными сигналами / Бунин С.Г. // Труды конф. „Проблемы телекоммуникаций”. – К.: ИТС НТУУ „КПИ”. – 2009. – С. 185 – 190.
6. Бунин С.Г. Множественный доступ и ретрансляция в самоорганизующихся сетях со сверхширокополосными импульсными сигналами / Бунин С.Г. // Труды XIX Межд. Крымской конф. „СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. 14–18 сентября 2009 г., г. Севастополь. – С. 178 – 183.
7. Бунин С.Г. Приоритетное обслуживание при конкурентном доступе к радиоканалу / Бунин С.Г., Войтер А.П. // Труды XIX Межд. Крымской конф. „СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. 14–18 сентября 2009 г., г. Севастополь. – С. 245 – 248.
8. Бунин С.Г. Приоритетное обслуживание при конкурентном доступе к радиоканалу / Бунин С.Г., Войтер А.П. // Труды XIX Межд. Крымской конф. „СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. 14–18 сентября 2009 г., г. Севастополь. – С. 238 – 242.
9. Бунін С.Г. Швидкість передачі інформації в імпульсних надширококумгвових мережах / Бунін С.Г., Войтенко Ю.Ю. // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ „КПІ”. – 2010. – № 1. – С. 25 – 32.
10. Бунін С.Г. Импульсные сверхширокополосные сигналы и перспективы их применения в РЭС в Украине / Бунін С.Г. // Труды міжн. конф. „Актуальні питання регулювання у сфері телекомунікацій та користування радіочастотним ресурсом”. 18–20 травня 2010 р., м. Київ. – С. 72 – 76.
11. Бунин С.Г. Скорость передачи информации в радиосетях со сверхширокополосными импульсными сигналами / Бунин С.Г. // Труды XX Межд. Крымской конф. „СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. 13–17 сентября 2010 г., г. Севастополь. – С. 45 – 48.
12. Bunin S. Data rate in impulse ultra wideband radio networks / Proc. Of the 5th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS)/ IEEE Publications. – 6 – 10 Sept. 2010. – P. 322 – 326.
13. Застосування надширококумгвових імпульсних радіосигналів у супутникових системах зв'язку і системах дальнього радіозв'язку / [Бунін С.Г., Долженко Д.О., Висоцький М.В., Плотник К.О.] // – Наукові вісті. – 2010. – № 6 (74). – С. 5 – 11.
14. Бунин С.Г. „Неэнергетический” прием ультракоротких импульсных сигналов / Бунин С.Г. // – Telecommunication Sciences. – July – December 2010. – vol.1, № 1. P. 7 – 13.
15. Бунин С.Г. Самоорганизующиеся радиосети на основе импульсных сверхширокополосных сигналов / Бунин С.Г., Романюк В.А., Войтенко Ю.Ю. // Труды 5-ї міжнародн. конф. „Проблеми телекомунікацій”. – К.: ИТС НТУУ „КПИ”. 2011. – С. 18.
16. Бунин С.Г. Повышение эффективности приема многолучевого импульсного сверхширокополосного сигнала / Бунин С.Г., Плотник К.А. // Труды 5-ї міжнародн. конф. „Проблеми телекомунікацій”. – К.: ИТС НТУУ „КПИ”. 2011. – С. 73.
17. Бунин С.Г. Оценка помехоустойчивости приемника, реализующего «неэнергетический» способ приема / Бунин С.Г., Долженко Д.О. // Труды 5-ї міжнародн. конф. „Проблеми телекомунікацій”. – К.: ИТС НТУУ „КПИ”. 2011. – С. 18.
18. Бунин С.Г. Использование сверхширокополосных импульсных сигналов в будущих системах дальней радиосвязи / Бунин С.Г. // Труды XXI Межд. Крымской конф. „СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. 12–16 сентября 2011 г., г. Севастополь. – С. 86 – 89.

19. Бунин С.Г. „Неэнергетический” прием импульсных сверхширокополосных сигналов и его помехоустойчивость / Бунин С.Г. // Труды XXI Межд. Крымской конф. „СВЧ техника и телекоммуникационные технологии”. 12–16 сентября 2011 г., г. Севастополь. – С. 174 – 176.
20. Метод віконного управління потоками даних в мобільних радіомережах військового призначення на основі системи нейро-нечіткого виводу / [Жук П.В., Сова О.Я., Романюк В.А., Жук О.В.] // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – 2011. – № 2. – С. 36 – 46.
21. Сова О.Я. Постановка проблеми управління потоками даних у мобільних радіомережах з динамічною топологією / Сова О.Я. // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – 2010. – № 1. – С. 92 – 100.
22. Міночкін А.І. Інтелектуальний метод маршрутизації в мобільних радіомережах / Міночкін А.І., Романюк В.А., Сова О.Я. // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – 2009. – № 1. – С. 74 – 87.
23. Архітектура системи управління мережами MANET: Тези доповідей та виступів учасників V Міжнародної конференції [“Проблеми телекомунікацій – 2011”], (Київ, 19-22 квітня 2011р.) / Романюк В.А., Сова О.Я., Жук О.В. – К.: ІТС НТУУ “КПІ”, 2011. – С. 58 – 60.
24. Романюк В.А. Интеллектуальная маршрутизация в мобильных радиосетях (MANET) / Романюк В.А., Шацко П.В., Сова О.Я. [и др.] // Зв'язок. – 2011. – № 2(94). – С. 24 – 31.
25. Проблема построения системы управления в сетях MANET: сборник тез докладов и выступлений участников XX Международной Крымской конференции [„СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”], (КрыМиКо). / [Романюк В.А., Сова О.Я., Жук А.В., Миночкин Д.А.]. – Севастополь, 2010. – С. 43 – 44.
26. Романюк В.А. Концепція ієрархічної побудови інтелектуальних систем управління мобільними радіомережами військового призначення / Сова О.Я., Романюк В.А., Жук П.В. // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ “КПІ”. – 2010. – № 2. – С. 121 – 130.
27. Романюк В.А. Координатна маршрутизація в імпульсних надширококутних мобільних радіомережах (MANET) / Романюк В.А., Сова О.Я., Жук О.В. // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – 2010. – № 1. – С. 68 – 77.
28. Романюк В.А. Інтелектуальні мобільні радіомережі: збірник матеріалів V науково-технічної конференції [„Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення”] / – К.: ВІТІ НТУУ „КПІ”, 2010. – С. 28 – 36.
29. Zhuk O., Romanyuk V., Sova O. Wireless Sensor Network Topology Control // In Proc. of International Conference Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET 2010), Lviv, 2010. – p. 160.
30. Romanyuk V., Sova O., Minochkin D. Routing in Mobile Ad Hoc Networks Using Fuzzy Neural Networks // In Proc. of International Conference Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET 2010), Lviv, 2010. – p. 223.
31. Романюк В.А. Архітектура системи оперативного управління тактичними радіомережами / Романюк В.А. // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – 2009. – № 3. – С. 70 – 76.
32. Жук О.В., Романюк В.А., Сова О.Я. Управление топологией беспроводной сенсорной сети // 19-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». – Севастополь.: КрыМиКо`09. – 2009.
33. Миночкин А.И., Романюк В.А., Сова О.Я. Интеллектуальная маршрутизация в мобильных радиосетях // 19-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». – Севастополь.: КрыМиКо`09. – 2009.

34. Бунин С.Г. Скорость передачи информации в импульсных сверхширокополосных сетях / Бунин С. Г. // Збірник тез 4-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (20 – 23 квітня 2010 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2010. – С. 36.
35. Максимов В.В. Расчет служебной информации для OLSR протокола с двускачковым MPR / Максимов В.В., Левочина О. И // Збірник тез 4-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (20 – 23 квітня 2010 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2010. – С. 46.
36. Войтенко Ю.Ю. Межуровневое взаимодействие в мобильных самоорганизующихся сетях / Войтенко Ю.Ю. // Збірник тез 4-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (20 – 23 квітня 2010 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2010. – С. 54.
37. Плотник К.А. Анализ RAKE приемников для сверхширокополосных систем связи / Плотник К. А // Збірник тез 4-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (20 – 23 квітня 2010 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2010. – С. 89.
38. Максимов В.В. К вопросу о делении Ad Hoc сети на кластеры / Максимов В.В., Романюк Н.Н., Огородник А.О. // Збірник тез 4-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (20 – 23 квітня 2010 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2010. – С. 92.
39. Журавков П.А. Сравнительный анализ производительности сетей Ad Hoc на основе технологий IEEE 802.11 и UWB / Журавков П. А // Збірник тез 4-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (20 – 23 квітня 2010 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2010. – С. 71.
40. Долженко Д.О. Выбор оптимального приемника UWB-сигналов / Долженко Д.О. // Збірник тез 4-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (20 – 23 квітня 2010 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2010. – С. 220.
41. Максимов В.В. Моделирование комбинированного алгоритма деления ad hoc сети на кластеры / Максимов В.В., Романюк Н.Н., Огородник А.О. // Збірник тез 5-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (19 – 22 квітня 2011 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2011. – С. 220.
42. Позняк В.О. Використання комбінованого алгоритму маршрутизації для мережі ad hoc / Позняк В.О. // Збірник тез 5-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (19 – 22 квітня 2011 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2011. – С. 130.
43. Бунин С.Г. Оценка помехоустойчивости приемника, реализующего „неэнергетический” способ приема / Бунин С.Г., Долженко Д.О. // Збірник тез 5-ї міжнародної науково-технічної конференції „Проблеми телекомунікацій” (19 – 22 квітня 2011 р.). – К.: ІТС НТУУ „КПІ”. – 2011. – С. 236.
44. Бунин С.Г. Розрахунок характеристик кореляторів приймача імпульсних надширококутних сигналів для прийому енергетично значущих променів багатопроменевого сигналу / Бунин С.Г., Плотник К.О. // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ „КПІ”. – 2011. – № 1. – С. 36 – 42.