

**Теоретичні основи побудови мобільних систем широкосмугового радіодоступу
міліметрового діапазону хвиль.**

**Теоретические основы построения мобильных систем широкополосного радиодоступа
миллиметрового диапазона волн.**

**Theoretical bases of construction of mobile broadband radioaccess systems of millimeter wave
band.**

1. Номер держреєстрації - 0109U002226

2. Науковий керівник роботи - член-кореспондент НАН України, д.т.н., професор
Ільченко Михайло Юхимович, Ильченко Михаил Ефимович, Mikhail Pchenko

**3. Суть розробки, основні результати
(укр.)**

Основною метою науково-дослідної роботи була розробка принципів побудови та методів реалізації мобільних систем широкосмугового радіодоступу міліметрового діапазону хвиль для забезпечення високошвидкісного доступу користувачів до IP мереж передачі даних з гарантованим рівнем якості обслуговування.

Розроблено принципи побудови мобільних систем широкосмугового радіодоступу міліметрового діапазону хвиль: архітектура, топологія, підтримка різних рівнів мобільності, засоби забезпечення якості надання послуг, організація опорної мережі та мережі доступу, взаємодія з існуючими мережами загального користування та мережами стільникового мобільного радіозв'язку. Для створення систем міліметрового діапазону хвиль розроблено параметри OFDM-сигналів, вибрано оптимальні методи модуляції. Розроблено ефективні методи адаптації до зміни умов роботи мобільних систем широкосмугового радіодоступу міліметрового діапазону хвиль в умовах багатопроменевості. Проаналізовано методи синхронізації в системах з OFDM-модуляцією, вибрано оптимальні комбінації методів грубої та точної підстройки і розроблено алгоритми синхронізації та їх прототипи на мові VHDL. На основі проведеного аналізу та імітаційного моделювання нових методів завадостійкого кодування розроблено оптимальні обчислювальні алгоритми декодування згорткових турбокодів і процедури їх реалізації у вигляді прототипів на мові програмування високого рівня C++. Розроблено імітаційну модель каналу мобільної системи широкосмугового доступу у вигляді пакету програм моделювання окремих процесів та візуально-орієнтованої моделі, що дозволяє моделювати різноманітні процеси фізичного та канального рівнів в телекомунікаційних системах різної складності і поведінку безпроводових каналів в цілому в умовах багатопроменевого розповсюдження радіохвиль.

(рос.)

Основной целью научно-исследовательской работы была разработка принципов построения и методов реализации мобильных систем широкополосного доступа миллиметрового диапазона волн для обеспечения высокоскоростного доступа пользователей к IP-сетям передачи данных при условии обеспечения гарантированного качества предоставления услуг.

Разработаны принципы построения мобильных систем миллиметрового диапазона волн: архитектура, топология, поддержка уровней мобильности, средства обеспечения качества предоставления услуг, организация опорной сети и сети доступа, взаимодействие с существующими сетями общего пользования и сетями сотовой мобильной связи. Для создания систем миллиметрового диапазона волн разработаны параметры OFDM-сигналов, выбраны оптимальные методы модуляции. Разработаны эффективные методы адаптации к изменению условий работы мобильных систем миллиметрового диапазона волн в условиях многолучевого распространения радиоволн. Проанализированы методы синхронизации в системах с OFDM-модуляцией, выбраны оптимальные комбинации методов грубой и точной подстройки и разработаны алгоритмы синхронизации и их прототипы на языке VHDL. На основе проведенного анализа и имитационного

моделирования новых методов помехоустойчивого кодирования, разработаны оптимальные вычислительные алгоритмы декодирования сверточных турбо-кодов и процедуры их реализации в виде прототипов на языке программирования высокого уровня C++. Разработана имитационная модель канала мобильной системы широкополосного доступа в виде пакета программ моделирования отдельных процессов и визуально-ориентированная модель, позволяющая моделировать различные процессы физического и канального уровней в телекоммуникационных системах различной сложности и поведение беспроводных каналов в условиях многолучевого распространения радиоволн.

(англ.)

Working out of principles of construction and methods of implementation of mobile broadband access systems of a millimeter wave band for maintenance of high-speed access of users to IP-networks data transfers under condition of maintenance of the secured quality of giving of services was a research work main objective.

Principles of construction of mobile systems broadband access of millimeter wave band are developed: architecture, topology, a support of mobility levels, means of maintenance of quality of giving of services, the organization of a basic network and an access network, interacting with existing networks of the general using and networks of a cellular vehicular communication. Parameters of OFDM-signals are developed for creation systems of millimeter wave band, optimum methods of modulation are chosen. Effective methods of adaptation to change of working conditions of mobile broadband access systems of millimeter wave band in the conditions of the multiple-beam wave propagation are developed. Synchronization methods in systems with OFDM-modulation are analyzed, optimum combinations of methods of coarse and exact tune are chosen and algorithms of synchronization and their prototypes in language VHDL are developed. On the basis of spent to the analysis and imitating modeling of new methods of antinoise coding, optimum computational algorithms of decoding convolution turbo-codes and procedures of their implementation in the form of prototypes in the programming language of high level C++ are developed. The imitation model to the channel of mobile broadband access system in the form of the software package of modeling of separate processes and the visually-oriented model is developed, allowing to model various processes of physical and channel levels in telecommunication systems of various complexities and behavior of wireless channels in the conditions of the multiple-beam wave propagation.

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

5. Порівняння зі світовими аналогами

Результати роботи знаходиться на рівні світових аналогів

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Впровадження на ринок можливе при створенні нових високошвидкісних мереж ширококутового радіодоступу, розробці нових систем та пристроїв ширококутового радіодоступу міліметрового діапазону хвиль.

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

Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України. Вітчизняні та закордонні підприємства, науково-дослідні та проектно-конструкторські організації при створенні нових систем, комплексів та засобів зв'язку в мікрохвильовому діапазоні довжин хвиль. Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, вищі навчальні заклади при підготовці фахівців та наукових кадрів телекомунікаційного профілю. Окремі розділи роботи можуть бути впроваджені при розробці сучасних мереж ширококутового доступу національними операторами зв'язку. Розроблені прототипи систем синхронізації і завадостійких кодів, а також алгоритми адаптивної модуляції та кодування можуть бути використані при створенні нових систем ширококутового доступу вітчизняними проектно-конструкторськими організаціями.

8. Стан готовності розробки

Розробка готова на 50%. Розроблена імітаційна модель використовується для подальших наукових досліджень та в учбовому процесі. Для подальшого впровадження результатів роботи необхідне проведення ДКР.

9. Існуючі результати впровадження

Впровадження результатів роботи у вигляді науково-технічного супроводу розгортання мультисервісної мережі зв'язку на базі технологій ширококутового радіодоступу компанії-оператора «Норматек Інк»

10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

Науково-дослідний інститут телекомунікацій НТУУ «КПІ», тел. (044) 236-62-13

e-mail: ilch@kpi.ua, kkk610@ukr.net

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання

Монографія:

- Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи ширококутового радіодоступу. – К.: Наукова думка, 2009. – 312 с.

Докторська дисертація:

- Кравчук С.О. «Методи підвищення пропускної здатності систем ширококутового радіодоступу» 2010 р.

Наукові статті:

1. Ільченко М.Е., Кайденко Н.Н., Кравчук С.А. Системная архитектура мобильного и фиксированного WiMAX // Зв'язок. 2009. – № 1-2. – С. 48–50.
2. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Основні тенденції розвитку сучасних ТС // Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні (Відділення інформатики НАН України). – К.: Наукова думка, 2010. – С. 757–761. (1008 с.)
3. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Концепція побудови національної інформаційно-телекомунікаційної багаторівневої інфраструктури // Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні (Відділення інформатики НАН України). – К.: Наукова думка, 2010. – С. 777–781. (1008 с.)
4. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Сучасні уніфіковані цифрові мікрохвильові радіорелейні системи // Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні (Відділення інформатики НАН України). – К.: Наукова думка, 2010. – С. 797–804. (1008 с.)
5. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Системи ширококутового радіодоступу // Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні (Відділення інформатики НАН України). – К.: Наукова думка, 2010. – С. 804–815. (1008 с.)
6. Кравчук С.А., Лаврик М.В. Анализ пропускной способности системы связи SDMA // Наукові записки УНДІЗ. – 2010. – № 2 (14). – С. 32–38.

Тези доповідей на конференціях:

1. Ільченко М.Е., Кайденко Н.Н., Кравчук С.А. организация сетей абонентского доступа учебных и научных заведений к информационным ресурсам // Зб. тез 3-ї міжнародної наук.-техн. конф. "Проблеми телекомунікацій", 21–24 квітня 2009 р., м. Київ, Україна. – К.: НТУУ "КПІ", 2009. – С. 17–20.
2. Кравчук С. А. Реализация бесшовной передачи обслуживания в сети радиодоступа миллиметрового диапазона волн с распределенной микросотовой архитектурой // Матер. 19-й Международная Крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2009), 14–18 сентября 2009 г., Севастополь. – Севастополь: Вебер, 2009. – С. 246–247.
3. Кравчук С.А., Кайденко Н.Н., Минович Д.А. Моделирование физического уровня системы WiMAX в среде SIMULINK пакета MATLAB // Зб. тез 3-ї міжнародної наук.-техн. конф. "Проблеми телекомунікацій", 21–24 квітня 2009 р., м. Київ, Україна. – К.: НТУУ "КПІ", 2009. – С. 108.
4. Кайденко Н.Н. Организация выделенных каналов сетей абонентского доступа на сетях мобильной связи // Збірник тез 3-ї міжнародної науково-технічної конференції

«Проблеми телекомунікацій»: , 21-24 квітня 2009 р., м. Київ, Україна.- К.: НТУУ «КПІ», 2009. – С. 40.

5. Ивлев Ю.В. «Структура организации программного обеспечения серверов сети абонентского доступа к информационным ресурсам» // Науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій»: Збірник тез. К.: НТУУ «КПІ», 21-24.04. 2009р. – С. 54.
6. Кайденко Н.Н. «Методы управления профилями передачи как средство адаптации в системах WiMAX» // Науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій»: Збірник тез. К.: НТУУ «КПІ», 20-23 квітня 2010р. – С. 84.
7. Ивлев Ю.В. Кононенко В.М. «Методы борьбы с нежелательной массовой рассылкой электронных сообщений (Spam)» // Науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій»: Збірник тез. К.: НТУУ «КПІ», 20-23 квітня 2010р. – С. 179.
8. Ивлев Ю.В. «Реализация алгоритма защищенных HTTP-сессий на PHP и Javascript» // Науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій»: Збірник тез. К.: НТУУ «КПІ», 20-23 квітня 2010р. – С. 178.
9. Минович Д.А., Кравчук С.А. Исследование систем радиодоступа с ММО путем использования канальных статистических параметров второго порядка // Матер. 20-й Международной Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2010), 13–17 сентября 2010 г., Севастополь, Украина. – Севастополь: Вебер, 2010. – С. 427–428.
10. Борисенкова О.Д., Кравчук С.А. Анализ влияния самоподобия трафика на характеристики QoS телекоммуникационных сетей // Зб. тез 5-ї міжнародної наук.-техн. конф. «Проблеми телекомунікацій», 19–22 квітня 2011 р., м. Київ, Україна. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – С. 104
11. Кайденко Н.Н., Кравчук С.А. Обеспечение качества обслуживания в мультисервисных сетях широкополосного радиодоступа // Зб. тез 5-ї міжнародної наук.-техн. конф. «Проблеми телекомунікацій», 19–22 квітня 2011 р., м. Київ, Україна. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – С. 59.

12. Фото / схема, слайди презентації розробки в електронному вигляді

Презентація надається пізніше.