

РОЗРОБКА МОДЕЛІ КОМПЛЕКСНОГО ВПЛИВУ ЗАДАВАЛЬНИХ ТА ЗБУРЮЮЧИХ ФАКТОРІВ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РАДІО ДОСТУПУ

Otrokh S.I., Kravchenko V.I., Krivenkov O.M., Hryshchenko O.O., Holik A.S. Development model of the complex influence of disturbing and disturbing factors on the operation of the network of high-speed radio access.

The analysis of the problem of the network of high-speed radio access and the main questionable and disturbing factors of influence was carried out. The general structure of the radio access network and the structure of the wireless access network are considered. The model of the combined control system of the radio network with perturbation communication at the action of destabilizing factors is presented. The problem of development and functioning of the radio networks is described and methods of solving a problem description are substantiated.

Keywords: radio network, wireless access, task action, disturbing action, radio access

Отрох С.І., Кравченко В.І., Кривенков О.М., Грищенко О.О., Голік А.С. Розробка моделі комплексного впливу задавальних та збурюючих факторів на функціонування мережі високошвидкісного радіо доступу.

Проведено аналіз особливостей завдання мережі високошвидкісного радіо доступу та основних задавальних та збурюючих факторів впливу. Розглянуто загальну структуру мережі радіо доступу та структуру мережі безпроводового доступу. Наведено модель комбінованої системи управління радіомережою зі зв'язком за збуренням при дії дестабілізуючих факторів. Описано проблему розвитку та функціонування радіомереж та обґрунтовано методи вирішення вище описаних проблем.

Ключові слова: радіомережа, бездротовий доступ, задавальна дія, збурююча дія, радіо доступ

Отрох С.І., Кравченко В.І., Кривенков А.Н., Грищенко Е.О., Голик А.С. Разработка модели комплексного влияния задающих и возмущающих факторов на функционирование сети высокоскоростного радиодоступа.

Проведен анализ особенностей задач сети высокоскоростного радиодоступа и основных задающих и возмущающих факторов влияния. Рассмотрена общая структура сети радиодоступа и структура сети беспроводного доступа. Рассмотрена модель комбинированной системы управления радиосети со связью по возмущению при действии дестабилизирующих факторов. Описана проблема развития и функционирования радиосетей и обоснованы методы решения выше описанных проблем.

Ключевые слова: радиосеть, беспроводной доступ, задающее действие, возмущающее действие, радио доступ

Вступ

На сьогодні інтерес багатьох до бездротового доступу визначається вступом телекомунікацій у новий етап свого технологічного розвитку й відповідною трансформацією бізнес-середовища галузі. Перехід до інформаційного суспільства супроводжується конвергенцією мереж, глобалізацією й персоналізацією телекомунікаційних послуг.

Для того щоб вдосконалити будь-яку мережу необхідно дослідити принципи її роботи у різних умовах. Для цієї мети використовуються моделі, які відображають послідовність та реакції на різні фактори можливі у реальному житті [1, 2].

Предметом для дослідження є процес функціонування мережі високошвидкісного радіодоступу та вплив задавальної і збурюючої дії на даний процес.

Основним принципом розвитку радіомереж доступу буде надання повного спектру сервісів, тобто забезпечення можливості отримання за допомогою цієї бездротової технології доступу до всіх сервісів пакетної мережі, які надаються за допомогою кабельних технологій доступу.

Розвиток радіомереж доступу повинно здійснюватися у напрямку розширення покриття в громадських місцях та повинна проводитись модернізація програмного-апаратних засобів задіяних в наданні послуги.

Мета статі – дослідження функціонування мережі високошвидкісного радіо доступу при умові комплексного впливу завальних та збурюючих факторів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Радіо-технології можуть використовуватися для охоплення зон де наявний платоспроможний попит, але відсутня можливість або доцільність підключення до пакетної мережі за допомогою лінійно-кабельної інфраструктури.

На сьогодні визначені технології радіо-доступу та типові технічні рішення, які будуть використовуватися для організації «останньої милі» (підключення кінцевих користувачів до вузлів доступу) на базі технологій WiFi, WiMax, CDMA, LTE та підключення віддалених вузлів доступу радіорелейними лініями до пакетної мережі.

Підключення віддалених вузлів доступу за допомогою радіо-технологій буде здійснюватися у випадках економічної недоцільності будівництва волоконно-оптичної лінії зв'язку до відповідного населеного. Принцип надання доступу до пакетної мережі та структуру мережі безпроводового доступу наведено на рис. 1, 2.

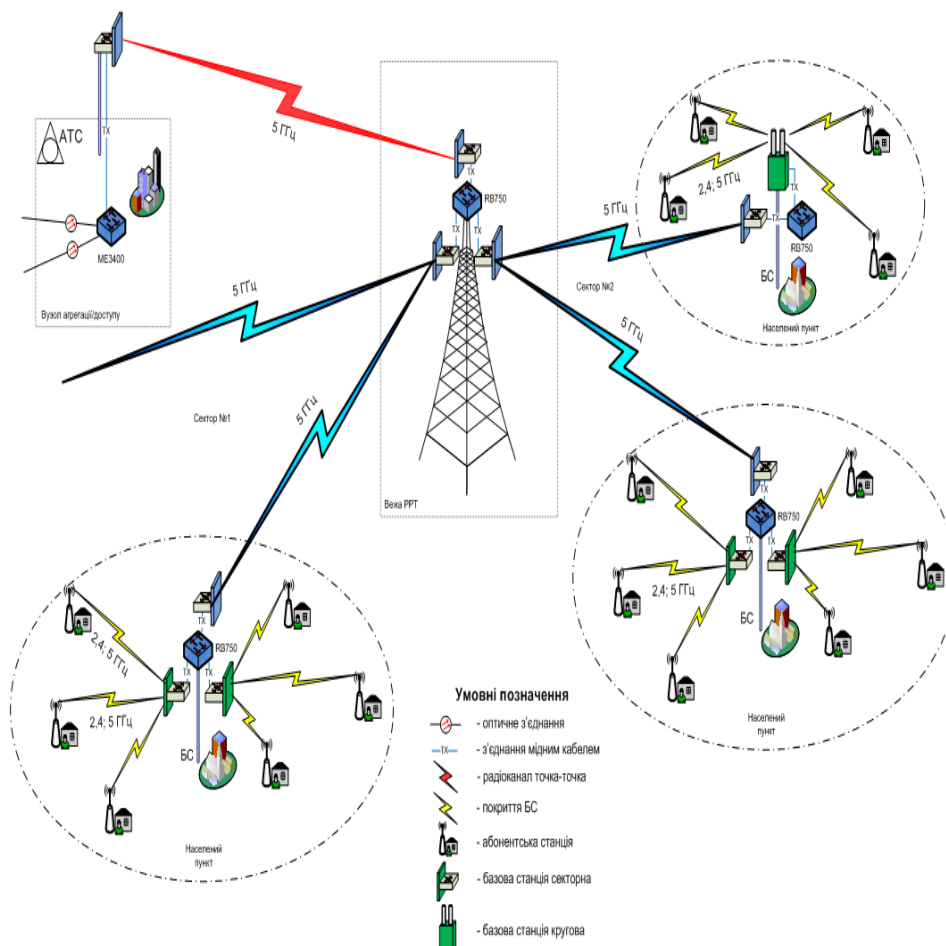


Рис. 1. Загальна структура мережі радіо доступу

Розроблено модель комплексного впливу задавальних та збурюючих факторів на функціонування радіомережі, яка дозволяє розрахувати параметри і режим роботи системи управління. Однією з основних проблем сучасної теорії управління є проблема підвищення точності системи управління радіомережею.

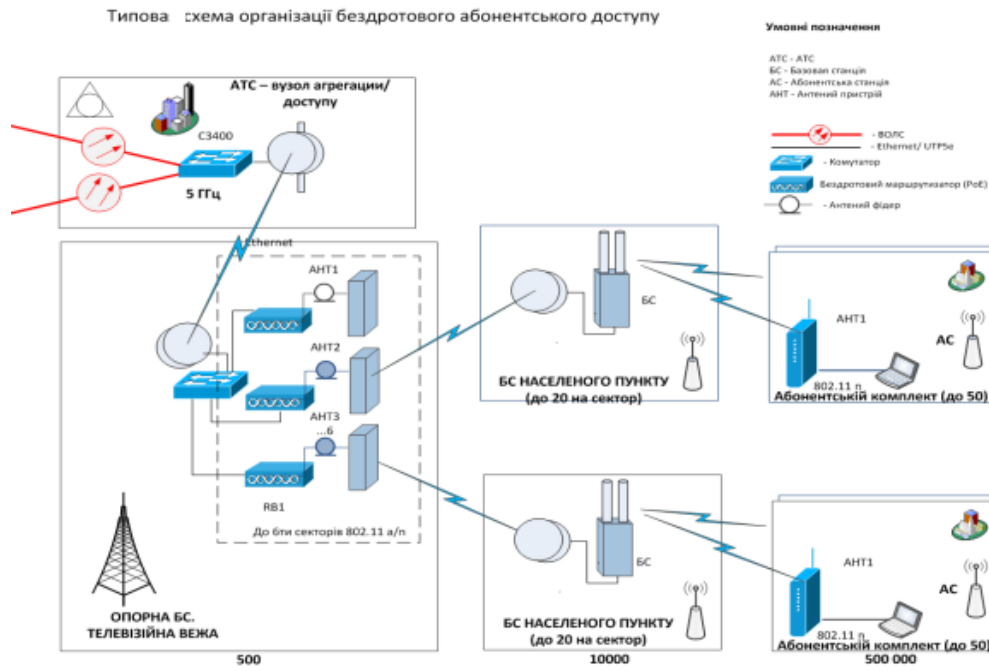


Рис. 2. Структура мережі безпроводового доступу

З метою вирішення зазначеної задачі є визначення передавальних функцій замкненої системи управління задавальними і збурними діями. В замкненій системі величина $\beta(t)$, якою управляють, через зворотний зв'язок подається на її вхід (на елемент порівняння). В загальному випадку до системи прикладені задавальна $\alpha(t)$ і збурна (дестабілізуючі фактори) дії $L(t)$. Обидві ці дії впливають на керовану величину $\beta(t)$. Тому при аналізі замкненої системи цікавлять передавальні функції, які зв'язують $\beta(t)$ з $\alpha(t)$ і $\beta(t)$ з $L(t)$. Для визначення цих передавальних функцій складемо рівняння замкненої системи, яка представлена на рис. 3.

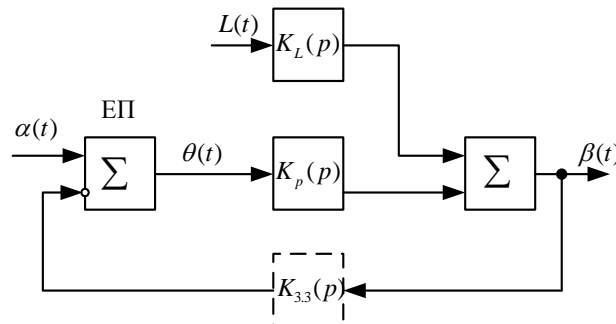


Рис. 3. Структурна схема замкненої системи управління радіомережею

Визначаємо передавальну функцію замкненої системи, яка зв'язує $\beta(p)$ з $\alpha(p)$ - передавальну функцію замкненої системи відносно задавальної дії.

$$K_{\beta\alpha}(p) = K_3(p) = \frac{\beta_\alpha(p)}{\alpha(p)} = \frac{K_p(p)}{1 + K_p(p)} \quad (1)$$

Ця передавальна функція характерна для слідкуючої і програмної системи управління. Якщо система (рис. 14) має неединичний зворотний зв'язок (у зворотний зв'язок включено ланку з передавальною функцією ($K_{3.3}(p) \neq 1$), то передавальна функція замкненої системи має вигляд, аналогічний передавальній функції ланки з неединичним зворотним зв'язком.

$$\beta_3(p) = \frac{K_p(p)}{1 + K_{3.3}(p)K_p(p)}. \quad (2)$$

Передавальна функція, яка зв'язує $\beta_L(t)$ і $L(t)$ - це передавальна функція замкненої системи відносно збурної дії.

$$K_{\beta L}(p) = \frac{\beta_L(p)}{L(p)} = \frac{K_L(p)}{1 + K_p(p)}. \quad (3)$$

Визначимо передавальні функції системи за похибкою $\theta(t)$, обумовленою задавальною $\alpha(t)$ і збурною $L(t)$ діями, а також знаходження способів зменшення цієї похибки. Тому дослідження системи спрощується, якщо користуватись передавальними функціями, безпосередньо зв'язуючими $\theta(t)$ з $\alpha(t)$ і $\theta(t)$ з $L(t)$.

Передавальна функція системи, зв'язуючи $\theta_\alpha(p)$ і $\alpha(p)$ - це передавальна функція системи з похибкою, спричиненою задавальною дією.

$$K_{\theta_\alpha}(p) = \frac{\theta_\alpha(p)}{\alpha(p)} = \frac{1}{1 + K_p(p)}. \quad (4)$$

Таким чином, якщо в деякій області значень $p|K_p(p)| \rightarrow \infty$, то $K_{\theta_\alpha}(p) \rightarrow 0$, а отже і $\theta_\alpha(p) \rightarrow 0$. Передавальна функція $K_{\theta_\alpha}(p)$ характерна для слідкуючих і програмних систем. Передавальна функція системи $K_{\theta_L}(p)$, яка з'єднує $\theta_L(p)$ і $L(p)$, тобто передавальна функція системи за похибкою спричинена збурною дією $L(p)$:

$$K_{\theta_L}(p) = \frac{\theta_L(p)}{L(p)} = \frac{K_L(p)}{1 + K_p(p)}. \quad (5)$$

Звідси $\beta_L(p) = \theta_L(p)$, тобто складова $\beta_L(t)$ керованої величини, зумовленої збурною дією $L(t)$, є відхилення $\theta_L(t)$, яке виникає внаслідок впливу дії, тобто $K_{\beta L}(p) = K_{\theta_L}(p)$.

Точність системи управління радіомережею можна визначити за розв'язком її рівняння, складеного відносно похибки. Рівняння для похибки $\theta(t)$ системи, до якої прикладені задавальні $\alpha(t)$ і збурні дії $L(t)$ стосовно до системи рис. 13, має вигляд:

$$F(p)\theta(t) = M(p)\alpha(t) + B(p)L(t), \quad (6)$$

де $F(p)$, $M(p)$, $B(p)$ - відповідні операторні поліноми. Повний розв'язок рівняння (6) (похибка системи) можна подати у вигляді суми перехідної $\theta_{\Pi}(t)$ і вимушеної $\theta_B(t)$ складових $\theta(t) = \theta_{\Pi}(t) + \theta_B(t)$. Перехідна складова є розв'язком однорідного рівняння системи $F(p)\theta_{\Pi}(t) = 0$. Вона має місце у перехідному режимі і залежить від параметрів системи і початкових умов. Останні, у свою чергу, залежать від характеру змін діянь $\alpha(t)$ і $L(t)$. Через перехідну складову похибки $\theta_{\Pi}(t)$ керована величина системи у перехідному процесі може помітно відхилятися від потрібного значення.

Вимушена складова похибки $\theta_B(t)$ у даному випадку має дві компоненти $\theta_B(t) = \theta_{B\alpha}(t) + \theta_{BL}(t)$, які визначають як окремі розв'язки рівнянь:

$$\begin{aligned} F(p)\theta_{B\alpha}(t) &= M(p)\alpha(t), \\ F(p)\theta_{BL}(t) &= B(p)L(t). \end{aligned} \quad (7)$$

Вимушені складові $\theta_{B\alpha}(t)$ і $\theta_{BL}(t)$ відповідають похибкам системи в усталеному режимі. Складова $\theta_{B\alpha}(t)$ виникає при зміні $\alpha(t)$, а $\theta_{BL}(t)$ спричинюється збуренням $L(t)$.

Запропоновано досягнення більших значень коефіцієнта підсилення k_p системи при збереженні її умов сталості. Ефективним засобом зменшення і усунення вимушених складових похибок є збільшення порядку астатизму системи. Доведено, що значних результатів підвищення точності системи управління радіомережою можливо отримати від поєднання структури ітераційних і комбінованих систем управління радіомережою рис. 4.

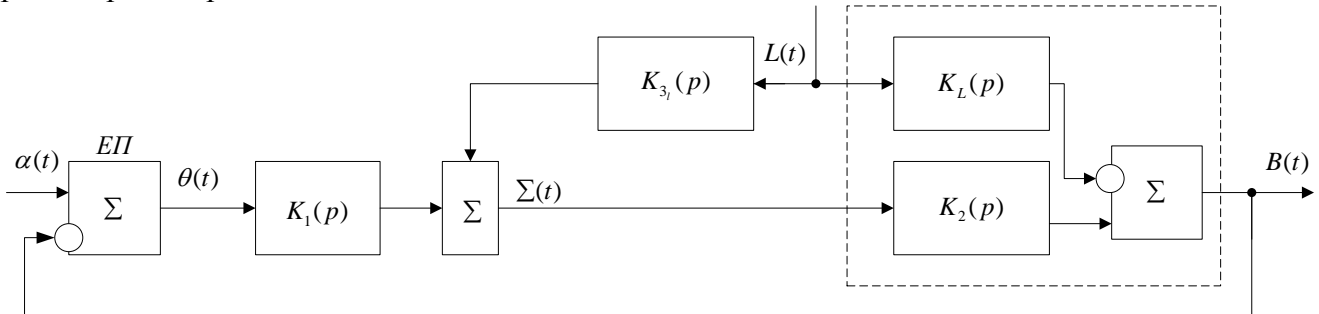


Рис. 4. Структурна схема комбінованої системи управління радіомережою зі зв'язком за збуренням при дії дестабілізуючих факторів

Основна вимога, яка висувається до системи управління радіомережі полягає у тому, щоб відхилення керованої величини від потрібного значення як у перехідному, так і в усталеному режимах роботи були найменшими. Чим повніше у системі скомпенсовано вплив збурної дії і точніше відтворюється задавальна дія, тим досконаліша система. В компенсації впливу збурної дії на керовану величину, у досягненні її незалежності від збурення і забезпеченні можливо точного відтворення задавальної дії і полягає фізична сутність задачі управління.

Таким чином, система управління радіомережою повинна володіти як можливістю адаптації до стійких плинних змін режиму, так і властивістю інваріантності, що дозволяє системі бути нечутливою до випадкових збурень. Система управління *FN* повинна мати комбіновану структуру, яка забезпечує властивості адаптивності і інваріантності. Структура її представлена на рис. 5, де БУ – блок узгодження.

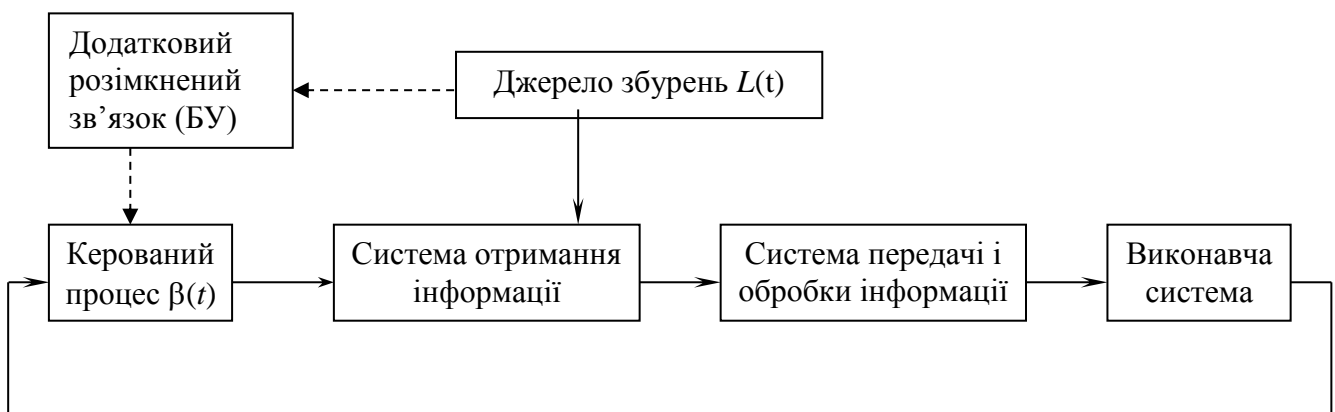


Рис. 5. Структура комбінованої системи управління

Висновки

Набула подальшого розвитку модель комбінованої системи управління мережі майбутнього, яка на відміну від існуючих враховує комплексний вплив задавальних та збурюючих факторів та дозволяє розрахувати параметри і режим роботи системи управління мережі майбутнього. Вдосконалена комбінована структура системи управління мережі майбутнього забезпечує інваріантність системи до дії дестабілізуючих факторів, що забезпечує ефективне функціонування мережі майбутнього.

Таким чином, система управління мережею майбутнього повинна володіти як можливістю адаптації до стійких плінних змін режиму, так і властивістю інваріантності, що дозволяє системі бути нечутливою до випадкових збурень. Система управління FN повинна мати комбіновану структуру, яка забезпечує властивості адаптивності і інваріантності. Структура її представлена на рис. 5, де БУ – блок узгодження.

Список використаної літератури

1. Noise Immunity Calculation Methodology for Multi-Positional Signal Constellations / Vladimir Tolubko, Sergei Otrokh, Lyubov Berkman, Oleksandr Pliushch and Vladislav Kravchenko // 14th IEEE International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET'2018): Conference Proceedings. – Lviv, 20-24 of February, 2018. – P.#436.

2. Маніпуляційне кодування сигнальних n -вимірних багатопозиційних сузір'їв на основі оптимальних за завадостійкістю регулярних структур / С. І. Отрох, В. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, В. І. Кравченко // «Телекомунікаційні та інформаційні технології». – 2017. – №3 (56). – С. 5 – 11.

Автори статті

Отрох Сергій Іванович – доктор технічних наук, завідувач кафедри мобільних та відеоінформаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Кравченко Владислав Ігорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри мобільних та відеоінформаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Кривенков Олександр Миколайович – аспірант, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Грищенко Олена Олександрівна – аспірант, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Голік Анна Сергіївна – провідний інженер кафедри мобільних та відеоінформаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Authors of the article

Otrokh Serhii Ivanovych – doctor of Science (technic), head of Department of Mobile and video information technologies, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Kravchenko Vladyslav Ihorovych – candidate of Science (technic), Associate Professor of Department of Mobile and video information technologies, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Krivenkov Oleksandr Mykolayovych – postgraduate student, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Hryshchenko Olena Oleksandrivna – postgraduate student, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Holik Anna Serhiivna – senior engineer of Department of Mobile and video information technologies, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Дата надходження в редакцію: 12.10.2018 р.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Ю.В. Мельник