

## **БЕЗПРОВОДОВІ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ З ДИНАМІЧНИМ ВИБОРОМ СПЕКТРУ**

**Журавель А.С., Кравчук С.О.**

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. І. Сікорського, Україна*

*E-mail: anseezhur@gmail.com*

### **Wireless networks with dynamic spectrum access**

Different models and methods of dynamic spectrum access and the cognitive radio technology for optimization work of wireless networks with dynamic spectrum access were considered.

На даний час з метою вирішення проблем сучасних мереж широкопasmового доступу, пов'язаних із обмеженнями радіоспектру та ефективності його використання, розробляються телекомунікаційні мережі безпроводового доступу (ТМБД) наступного покоління. ТМБД повинні забезпечити високу пропускну здатність для користувачів шляхом створення гетерогенної безпроводової архітектури із задіянням технології динамічного доступу до спектру, що базується на принципі когнітивності вибору найкращого доступного радіоканалу (дозволяє використовувати спектр в динамічний спосіб) – так званого когнітивного радіо. Також когнітивні техніки можуть використовуватися для відкритого доступу до спектру [1].

До основних функцій технології когнітивного радіо відносяться: зондування спектру; управління використанням спектру; мобільність спектру; спільне використання спектру. Спектр спільного використання дозволяє користувачам когнітивного радіо ділитися смугами спектру ліцензійних користувачів на вторинній основі.

Найбільш відомим застосуванням технології когнітивного радіо є метод динамічного доступу до спектру DSA (Dynamic spectrum access), за допомогою якого радіосистема динамічно адаптується до наявних дірок (вільних частотних смуг) у спектрі з обмеженим використанням у відповідь на зміну оточуючих обставин та умов. Головним завданням DSA є подолання двох видів завад, що викликані несправностями пристроїв або діями користувачів. DSA широко використовується в когнітивній мережі та має різні підходи до реалізації та застосування. Важливість DSA породжує появу різноманітних методів та алгоритмів його реалізації [2].

Метою даної роботи є проведення аналітичного огляду наявних різноманітних моделей та методів технології динамічного доступу до спектру. При цьому головна увага приділяється підходу, що використовує теорію ігор GTA (Game Theoretic Approach), та так званій моделі, заснованій на вимірюваннях MBM (Measurement-based Model).

GTA може бути пояснений як математична структура, що включає в себе моделі та методи, які використовуються для аналізу поведінки рішень індивіда, з огляду на його інтерес до власної вигоди. В загальному ж, це математичний

інструмент, що аналізує та планує взаємодію між декількома особами, що приймають рішення.

Основними компонентами даного підходу є: особи, що приймають рішення; простір дій; комплект утиліт (чи функцій виграшу).

Відповідно до MBM використовується напівмарковська модель (Semi-Markov model), котра добре описує поведінку безпроводової мережі WLAN і може використовуватись для отримання оптимальних стратегій управління та заснована на фактичних вимірюваннях в діапазоні 2,4 ГГц [3].

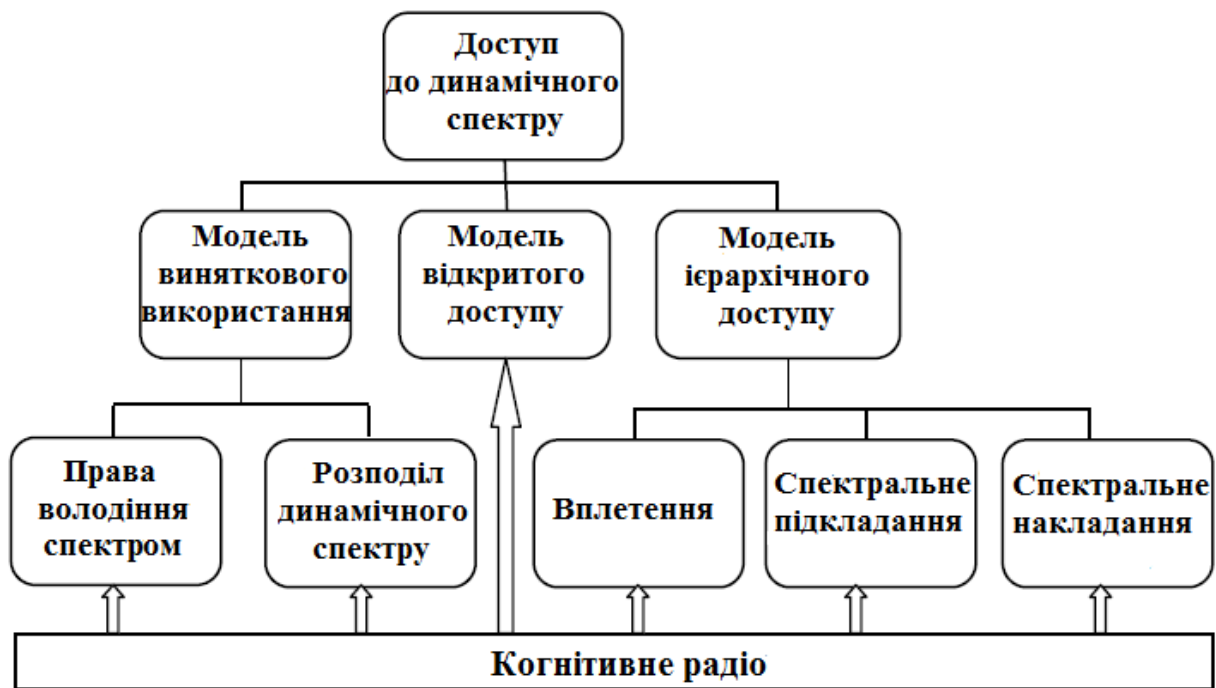


Рис.1. Основні технології динамічного доступу до спектру.

Що стосується основних моделей DSA (рис.1), то до них відносяться:

Модель динамічного виняткового використання DEU (Dynamic Exclusive Use model). Основна концепція полягає в поліпшенні ефективності використання спектру шляхом введення гнучкості. Включає в себе два основних підходи: права володіння спектром і динамічний розподіл спектру. Перший підхід дозволяє ліцензії на продаж і торгівлю спектром, а також вільний вибір технологій. Другий підхід прагне підвищення ефективності спектру через динамічне призначення спектру з використанням статистики просторового і часового трафіку різних послуг.

Модель відкритого доступу OSM (Open Sharing Model): модель відкритого доступу також називають моделлю спільного спектру. Дана модель може бути умовно поділена на три типи:

а) некерований спільний спектр, при використанні даної моделі жодному користувачеві не надається виняткова ліцензія на діапазон спектру;

б) керований спільний спектр, дана модель являє собою спробу уникнути трагедії при використанні спільного спектру, за рахунок встановлення

лімітованої форми структури доступу до спектру. Це ресурс, який контролюється групою користувачів, і який характеризується обмеженням на те, коли і як цей ресурс використовується;

в) приватний спільний спектр, ця концепція за допомогою використання передових технологій дозволяє відразу декільком користувачам отримати доступ до спектру.

Ієрархічна модель доступу HAS (Hierarchical Access Model), дана модель доступу включає в себе три підходи:

а) вплетення (Inter-Weave): даний підхід базується на ідеї про повторне використання спектру в просторовій області, тобто первинний спектр використовується когнітивним радіо в географічних областях, де первинна діяльність була відсутня.

б) спектральне підкладання UWB (Spectrum Underlay): технології UWB працюють в використовуваному спектрі на дуже низькій потужності для іншого ліцензійного чи неліцензійного використання, але без обмеження користувачів. Використання UWB не ліцензоване.

в) спектральне накладання OSA (Spectrum Overlay): даний підхід передбачає роботу на вищій потужності, що може спричинити вплив на вже існуючих користувачів, проте дана можливість виключається тим, що трансмісії дозволяються тільки в періодах чи областях, де спектр на даний момент не використовується [4].

В даній роботі було проаналізовано існуючі методи та моделі реалізації технології когнітивного радіо, зокрема DSA. Найбільш перспективним напрямком роботи став розгляд можливостей до отримання будь-якої моделі DSA з використанням підходу, який використовує теорію ігор та MBM. Це надало нам можливість отримувати більш точні та реалістичні результати.

Подальші дослідження в даному напрямку допоможуть відчутно покращити та оптимізувати функціонування безпроводових мереж доступу з динамічним вибором спектру та забезпечать ефективну комунікацію такого спектру на новому, вищому рівні.

### Література

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи широкосмугового радіодоступу. – К.: Наукова думка, 2009. – 312 с.
2. Berlemann L., Mangold S., Walke B.H. Policy-based reasoning for spectrum sharing in cognitive radio networks // Proc. IEEE DySPAN 2005, November 2005.
3. Elnourani M.G.A. Cognitive Radio and Game Theory: Overview and Simulation // Thesis is presented as part of Degree of Master of Science in Electrical Engineering, Blekinge Institute of Technology, December 2008. – 32 p.
4. Pinki Yadav, Subhajit Chatterjee and Partha Pratim Bhattacharya: A survey on Dynamic Spectrum Access Technique in Cognitive radio //International Journal of Next-Generation Networks (IJNGN) Vol.4, No.4, December 2012.