
ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 621.396.21

І. В. Корнієнко,
к.т.н., ст. викладач**АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ
ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ РАДІОЧАСТОТНОГО РЕСУРСУ**

У статті наводиться аналіз реалізації геоінформаційних продуктів у галузі моделювання радіозв'язку. Розглядаються можливі напрями подальшого методологічного розвитку геоінформаційних технологій в оптимізаційних цілях, пов'язаних з використанням радіочастотного ресурсу.

Ключові слова: геоінформаційні технології, радіочастотний ресурс, електромагнітна безпека, радіозасоби, моделювання, оптимізація.

И. В. Корниенко,
к.т.н., ст. преподаватель**АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ
ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО РЕСУРСА**

В статье приводится анализ практических реализаций геоинформационных продуктов в области моделирования радиосвязи. Рассматриваются возможные направления дальнейшего методологического развития геоинформационных технологий в оптимизационных целях, связанных с использованием радиочастотного ресурса.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, радиочастотный ресурс, электромагнитная безопасность, радиосредства, моделирование, оптимизация.

I. V. Korniienko,
candidate of technical sciences, senior lecturer**THE ASPECTS OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES APPLICATION
FOR THE OPTIMIZATION OF RADIO FREQUENCY RESOURCE DISTRIBUTION**

The analysis of practical realization of geoinformation products in the field of radiocommunication modeling is given in the article. The author considers the possible directions of further methodological development of geoinformation technologies with the optimization purposes connected with the use of radio frequency resource.

Keywords: geoinformation technologies, radio frequency resource, electromagnetic safety, radio sets, modeling, optimization.

Актуальність теми дослідження. Особливістю нашого часу є безперервно зростаюча потреба в передачі потоків інформації на великі відстані, при цьому особливе значення надається забезпеченню свободи пересування під час обміну інформацією. Такі можливості створюють технології радіозв'язку, яким для обміну інформацією надається певний частотний ресурс. На перший погляд, радіочастотний ресурс, що використовується засобами радіозв'язку, володіє великою ємністю, але на теперішній час це хибне уявлення, і питання пошуку вільного радіочастотного ресурсу постійно загострюється. Розв'язування

ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

цієї проблеми лежить у площині оптимального розподілу частотно-територіального ресурсу та пошуку шляхів ущільнення інформаційних потоків у виділеному частотному діапазоні.

Розподіл радіочастотного ресурсу між радіозасобами, структурна та параметрична оптимізація радіомереж і радіоліній відносяться до класу багатокритеріальних задач із складними та чисельними математичними обчисленнями, розв'язування яких потребує застосування ЕОМ.

Постановка проблеми. Оптимальне використання радіочастотного ресурсу передбачає такий його розподіл між джерелами радіовипромінювання, при яких виконуються такі умови:

- енергетична доступність радіосигналу для радіоприймальних засобів;
- допустимий рівень спотворень сигналів на трасі поширення;
- достатня канална ємність множинного доступу для користувачів радіомережі;
- пропускна здатність радіоліній;
- електромагнітна сумісність (ЕМС) радіозасобів;
- електромагнітна безпека для біологічних організмів.

Ефективний частотно-територіальний розподіл ресурсу між радіозасобами зумовлює необхідність здійснення моделювання процесів поширення радіохвиль, характеристики яких однозначно пов'язуються з навколишнім простором. Застосування для цієї задачі електронно-обчислювальної техніки пов'язано з існуванням досить розвинутого математичного апарату опису процесів поширення радіохвиль та необхідності обробки великих обсягів різноманітних статистичних даних, переважна більшість яких носить стохастичний характер. Прикладом подібних даних є територіальний розподіл абонентів, наявність випадкових і детермінованих радіозавад з їх адитивними та мультиплікативними властивостями, інтенсивність і тривалість радіосянсів, рівні корисних радіосигналів за наявності різних перешкод тощо. Однозначним серед цих даних є їх належність до просторового положення – розташування радіопередавача та радіоприймача, джерела радіозавади, фізичної перешкоди на шляху поширення радіохвиль, точок простору, які характеризують рівень радіосигналу. Подібні відношення при комп'ютерному моделюванні вимагають прив'язування всіх процесів та явищ до території геопростору і, відповідно, використання певних картографічних зображень для відображення отриманих результатів та пошуку оптимального варіанту. Звичайно для розв'язування подібних задач використовувались САПР, але, виходячи з вимоги просторової прив'язки, представляє інтерес застосування геоінформаційних технологій.

Використання геоінформаційних систем для моделювання радіосистем надає певні переваги, що можуть зорієнтувати у виборі інструменту обчислень, прогнозування та оптимізації, а саме:

- бази даних ГС можуть виступати джерелом актуальних просторових даних, що мають точне просторове положення і наявність яких має вирішальне значення при моделюванні систем радіозв'язку, як-от: рельєф місцевості, місцеположення перешкод, їх фізичні властивості та характеристики тощо;
- ГС мають розвинений математичний апарат, що дозволяє здійснювати моделювання і прогнозування процесів і явищ;
- ГС мають потужний апарат наочної візуалізації отриманих результатів моделювання;
- ГС дозволяє створювати базу даних об'єктних моделей з метою їх подальшого використання в оптимізаційних задачах частотного ресурсу.

ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Зазначені переваги зумовили активне застосування геоінформаційних технологій у галузі радіозв'язку при їх проектуванні, підготовці до використання і оптимізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі приклади реалізації програмних геоінформаційних продуктів, які здійснюють операції частотно-територіального планування, проектування топологічної структури, аналізу, структурної та параметричної оптимізації радіомереж різного призначення. Серед найбільш функціональних можна відзначити такі: програмний продукт «Radio Telecommunication Engineering System» (RTES), який розроблений з використанням ArcView GIS (включаючи компоненти Spatial Analyst, 3D Analyst, MapObjects) [1]; інтегрована система управління радіочастотним спектром ATDI [2]; програмний комплекс ONEPLAN RPLS (Onega) компанії ІнфоТел [3] з функціональними модулями оптимізації радіопідсистеми RPLS-XML, RPLS-DB RFP і RPLS-NEO; родина програмних продуктів «АЛЬБАТРОС», а саме програмні комплекси «Территория», «Зона», «Зона-ПДУ», «ЭМС-локальная», «ЭМС-РЭС», що розроблені ЗАТ «Інформаційним космічним центром «Північна корона» [4]; програмні продукти для проектування радіорелейних ліній DRRL і підготовки санітарних паспортів об'єктів зв'язку SANZONE, що розроблені компанією «Центр телекомунікаційних технологій» [5]; програмні комплекси «Балтика-СПС», «Балтика-ЭМС», «Балтика-РПЛ» [6]; ГІС «ПІАР» науково-виробничої фірми «ЯР» [7]; програмний продукт «RPS2: Radio Planning System 2» компанії «Сибірські інформаційні технології» [8] та багато інших.

Виклад основного матеріалу. Основою проектування та оптимізації мереж радіозв'язку є методи та алгоритми обчислення процесів, пов'язаних із поширенням радіосигналів та розрахунком допустимого абонентського навантаження. В наведених програмних комплексах для цього використовується методика (рис. 1), яка полягає у поєднанні в єдиному інформаційному просторі технічних даних засобів радіозв'язку, статистичних даних про розподілення рухомих абонентів, відомих моделей поширення радіохвиль, методик обчислення зовнішніх та внутрішньосистемних радіозавад і, відповідно, бази просторових даних з матрицею рельєфу місцевості і моделей крупних просторових об'єктів, що можуть утворювати перешкоди на трасі поширення радіохвиль.

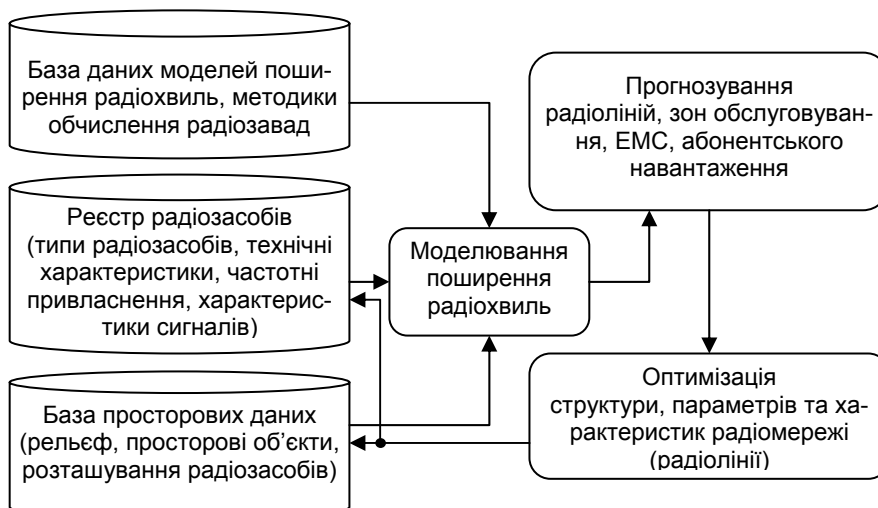


Рис. 1. Узагальнена структура частотно-територіального планування

ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Результатами моделювання є прогнозовані оцінки ефективності частотно-територіального плану, на основі якого здійснюється подальша структурно-параметрична оптимізація радіомережі (радіолінії). Моделювання здійснюється до моменту отримання позитивних оцінок ефективності, тобто оптимального (або близької до нього) частотно-територіального плану радіомережі.

Інтеграція обчислювальних модулів із засобами ГІС здійснюється двома основними способами: перший – використання в окремому програмному продукті інтерфейсу ГІС для обробки просторово-локалізованих даних і просторового моделювання; другий – виконання просторового моделювання безпосередньо в середовищі ГІС. Подібне поєднання дозволяє уникнути програмування функцій, які стандартно задані у більшості геоінформаційних пакетів, як-то визначення зон видимості, тіні і напівтіні, алгебраїчного обчислення значень напруженості електромагнітного поля, візуалізація отриманих результатів, які зручно відображувати растровими моделями представлень. Реалізація більш складних спеціалізованих обчислень, наприклад, інтегрального обчислення радіозавад як функцій багатьох змінних від різних вихідних даних, потребує створення окремих спеціалізованих обчислювальних модулів.

Методологічно-алгоритмічне забезпечення процесів моделювання, а саме вибір методик, моделей, алгоритмів та процедур моделювання здійснюється у відповідності до Рекомендацій Європейської конференції адміністрацій зв'язку (CEPT) і Міжнародного союзу електрозв'язку (сектора радіозв'язку – ITU-R) [9, 10].

Важливим етапом моделювання є процедура вибору конкретної моделі поширення радіохвиль. В оглянутих програмних комплексах її вибір здійснюється власноруч за критерієм застосовності моделі до умов траси поширення. Використовувані моделі (наприклад, ITU-R P.370-7, Okumura Neta, COST 231 Walfisch Ikegami) описують поширення радіохвиль відповідно до узагальнених умов підстилаючої поверхні – рельєфу, забудови, рослинності тощо. Зони радіопокриття при цьому обчислюються за єдиною моделлю, навіть якщо умови для поширення радіохвиль для однієї зони різняться, що, на думку автора, не дозволяє отримувати результати, які максимально наближені до реальних. У свій час моделі поширення радіохвиль узагальнювались через неможливість (або суттєвої ускладненості) просторового опису шляху поширення радіохвиль. Геоінформаційні технології мають унікальну здатність відтворювати навколишній простір і мають величезний обчислювальний ресурс. Відповідно до цього, на погляд автора, доцільно здійснити спробу опису процесу поширення радіохвиль відповідно до відтвореного геоінформаційного простору. Реалізація подібного опису вимагає детального дослідження можливості моделювання поведінки радіосигналу на шляху поширення при різних моделях-перешкодах, тобто моделювання процесів загасання, відбиття і дифракції хвиль, та, пов'язаних з цим виникненням спотворень (інтерференції) сигналу. Навіть у першому наближенні використання геоінформаційних методів класифікації об'єктів може дозволити створення складених моделей поширення радіохвиль, відповідно до модельованого середовища їх поширення.

Важливим чинником успіху реалізації запропонованого підходу до моделювання є створення і використання об'єктно-орієнтованих моделей геоінформаційного простору. Важливість точного та повного опису властивостей реальних об'єктів зумовлена різним ступенем їх впливу на радіохвилю. При цьому важливим є не тільки геометричні характеристики об'єкта, але й

ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

такі, як хімічні, біологічні, фізичні тощо, від чого залежить, наприклад, рівень загасання сигналу або коефіцієнт відбиття.

Поруч з розв'язком наведеної проблеми представляє інтерес інтегральне геоінформаційне моделювання процесів електромагнітного забруднення, де завдяки створюваним об'єктним моделям можна характеризувати рівень біологічної небезпеки та забрудненості безпосередньо у середині об'єктів (будівлях, лісопаркових зонах тощо). При цьому, нормовану оцінку електромагнітної забрудненості доцільно здійснювати не тільки на рівні земної поверхні, а також на різних висотах, утворюваних, наприклад, різними поверхнями будівель. Використання баз даних систем проектування радіомереж у задачах прогнозування радіоелектронного забруднення дозволить створити якісно нові оцінки електромагнітного забруднення, які можна отримати при врахуванні характеру функціонування радіомереж, наприклад, часові статистичні показники інтенсивності радіоелектронного випромінювання.

Висновки. Підсумовуючи викладене, можна зазначити, що подальші перспективи методологічного розвитку застосування ГІС у задачах оптимального управління частотним ресурсом, частотно-територіального планування радіомереж, розрахунку радіоліній, оптимізації електромагнітної сумісності радіозасобів, забезпечення електромагнітної безпеки пов'язані з удосконаленням процесів моделювання, проектування та оптимізації радіомереж і радіоліній із застосуванням засобів ГІС. Одним з основних перспективних напрямів, на думку автора, є підхід опису процесів поширення радіохвиль з використанням об'єктно-орієнтованих моделей геоінформаційного простору, що дозволить отримувати оцінки прогнозування, які мають мінімальну похибку по відношенню до реальних значень, і, відповідно, підвищити достовірність отримання оптимального частотно-територіального плану радіомереж.

Література

1. ArcReview № 1(8) 1999. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dataplus.ru/Arcrev/Readers.html>.
2. Функции радиоконтроля в интегрированной системе управления радиочастотным спектром разработанной АТДИ (Матеріали міжнародної конференції, Київ, 7 сентября 2010 года) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://edu.ucrf.gov.ua/LearningSpace5/courses/Conference/2010_Kyiv/17_Vikhrenko_RU.pdf.
3. Офіційний сайт компанії Infotel [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rpls.ru/>.
4. Офіційний сайт компанії ЗАО "Информационный Космический Центр "Северная Корона [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.spacecenter.ru/>
5. Офіційний сайт компанії "Центр телекоммуникационных технологий" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ctt-group.ru:80/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=130
6. Офіційний сайт компанії NASHPROEKT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nashproekt.ucoz.com/>
7. Офіційний сайт науково-виробничої фірми «ЯР» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.npfyar.ru/>
8. Офіційний сайт компанії «Сибирские информационные технологии» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sibinfox.ru:80/>
9. База даних офіційних документів Рекомендацій Європейської конференції адміністрацій зв'язку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ecodocdb.dk/doks/doccategoryECC.aspx?doccatid=4>
10. Офіційний сайт Міжнародного союзу електрозв'язку (сектору радіозв'язку) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=information&rlink=rhome&lang=en>

Надійшла 17.11.2011 р.