

ЗАДАЧА ОБЧИСЛЕННЯ ЗОН ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗАСОБАМИ ГІС

В статті дається порядок обчислення зон електромагнітного забруднення територій з використанням геоінформаційних систем, наводяться умови виконання основних обчислювальних операцій.

Актуальність проблеми. Задача визначення ступеня електромагнітного забруднення територій є складовою проблеми моніторингу екологічного забруднення навколишнього середовища, а також складовою проблеми загального управління радіочастотним ресурсом. Визначення просторових зон електромагнітного забруднення територій здійснюється двома основними способами: практичними вимірами напруженості електромагнітного поля у оцінюваному просторі, і моделюванням процесів поширення електромагнітної енергії від множини джерел електромагнітного випромінювання (ДЕМВ). При першому способі (вимірному) задача ускладнюється суттєвими витратами і тривалим часом проведення вимірів. Другий спосіб вимагає використання адекватного математичного моделювання, а також великих обчислювальних ресурсів. Природно, що другий спосіб є переважним через менші відносні витрати при отриманні даних, платою за що є наближення обчислених даних до реальних з наявністю деякої похибки.

Моделювання поширення електромагнітного випромінювання від множини ДЕМВ в цілому є складною обчислювальною задачею, проте застосування геоінформаційних технологій може суттєво спростити задачу побудови моделі оцінки і прогнозування зон електромагнітного забруднення геопростору. Складністю при цьому є те, що аналітичний апарат існуючих геоінформаційних систем (ГІС) не адаптований до розв'язування задач даного класу. У [1] сформульований підхід до геоінформаційного оцінювання електромагнітного забруднення, якій полягає у використанні існуючих об'єктних моделей геоінформаційного простору для моделювання процесів поширення електромагнітних хвиль з подальшим визначенням рівня напруженості електромагнітного поля у досліджуваній області. Подібне моделювання вимагає розробки загального алгоритму проведення обчислень і використання баз просторових даних з урахуванням множини ДЕМВ, їх просторових і параметричних характеристик, властивостей і характеристик геопростору, а також критеріїв і цілей проведення оцінки. Отже, обчислення зон електромагнітного забруднення територій засобами ГІС є актуальною науковою задачею.

Постановка задачі. Існує певна загроза для екологічного стану навколишнього середовища з боку засобів і комплексів електромагнітного випромінювання. Відомості про джерела випромінювання визначаються з тактико-технічних характеристик ДЕМВ, фактичної оцінки електромагнітного поля рухомими засобами моніторингу, відомостей про розміщення і юстирування антен радіо засобів і характеристик випромінювання, що надаються власниками джерел випромінювання і державними органами контролю за використанням радіочастотного ресурсу.

Необхідно розробити алгоритм обчислення зон електромагнітного забруднення територій і визначення зон небезпечного електромагнітного впливу.

Обмеження:

- визначення електромагнітного забруднення здійснюється тільки від стаціонарних потужних радіозасобів та інших джерел електромагнітного випромінювання;
- вплив малопотужних стаціонарних радіо засобів (радіотелефон, радіо модем тощо) у загальну електромагнітну обстановку не враховується через їх незначний вплив, складність отримання вихідних даних і суттєве ускладнення моделі оцінки;
- випромінювання рухомих радіозасобів оцінюються за середньостатистичними показниками, що вимірюються у зонах, де відсутній вплив стаціонарних потужних джерел електромагнітного випромінювання.

Основна частина. Застосування ГІС для розв'язування задачі моніторингу електромагнітного забруднення потребує формулювання і виконання чіткої системи сценаріїв, структурно-логічна схема якої зображена на рисунку 1.

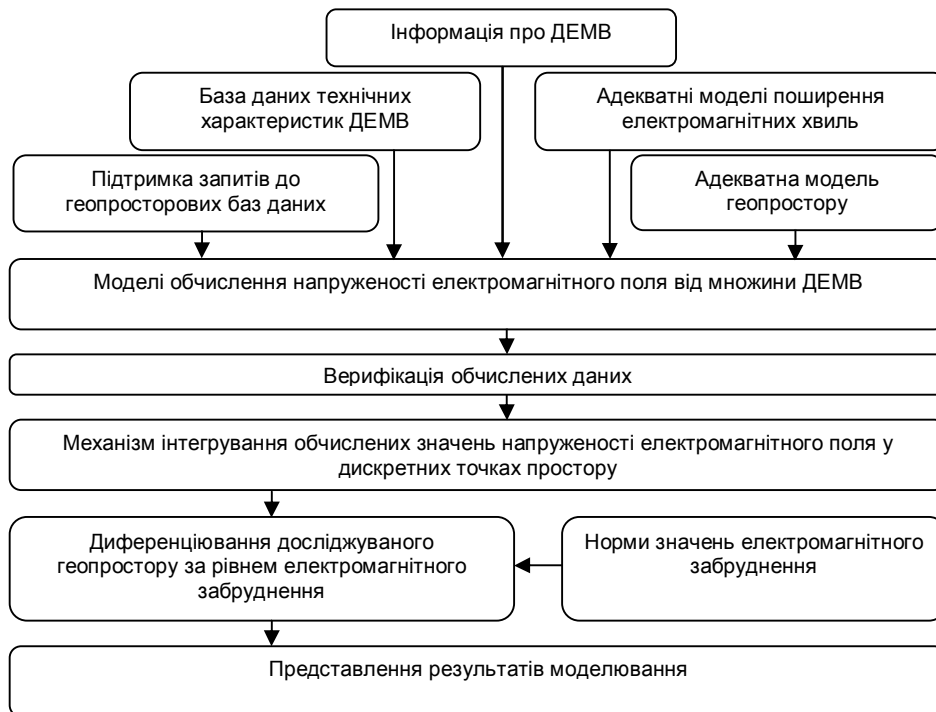


Рис. 1. Структурно-логічна схема оцінки електромагнітного забруднення навколишнього середовища

Для максимального наближення обчислених значень напруженості електромагнітного поля до реальних, механізм обчислення зон електромагнітного забруднення територій повинен розв'язувати наступні часткові задачі:

- просторова оцінка потужності електромагнітного поля від множини джерел електромагнітного випромінювання з урахуванням рельєфу, характеру місцевості, забудови, відбиття радіохвиль;
- врахування вкладу в електромагнітне забруднення середовища часових характеристик випромінювання;
- використання фактичних вимірів напруженості електромагнітного поля;
- корегування моделей поширення радіохвиль, що використовуються, за отриманими результатами практичних вимірів при ідентифікації джерел випромінювання;
- нормування потужності електромагнітного випромінювання і формування інтегральної оцінки електромагнітного забруднення;
- формування рангових просторових зон електромагнітного забруднення;
- представлення результатів моделювання у зручному наочному вигляді відповідно до задач моделювання і встановлених критеріїв оцінки.

Основою прогнозування показників напруженості електромагнітного поля в певному частотному діапазоні є алгоритми обчислення процесів поширення радіохвиль. Для цього, зазвичай, використовується методика (рис. 2), яка полягає у поєднанні в єдиному інформаційному просторі технічних даних джерел електромагнітного випромінювання, відомих моделей поширення радіохвиль, бази просторових даних з матрицею рельєфу місцевості і моделей крупних просторових об'єктів, що можуть утворювати перешкоди на трасі поширення радіохвиль.

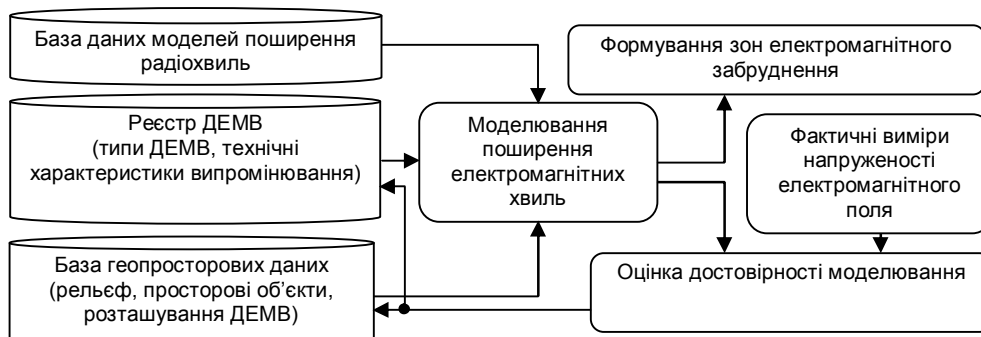


Рис. 2. Узагальнена схема обчислення електромагнітного поля

Інтеграцію модулів обчислення напруженості електромагнітного поля з засобами ГІС можна здійснювати двома основними способами: перший – використання в окремому програмному продукті інтерфейсу ГІС для обробки даних з просторовою локалізацією 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, алгебраїчне обчислення значень напруженості електромагнітного поля, візуалізація отриманих результатів, які зручно відображувати растровими моделями представлень.

Вибір моделей, алгоритмів і процедур моделювання доцільно здійснювати у відповідності до Рекомендацій Європейської конференції адміністрацій зв'язку (CEPT) і Міжнародного союзу електрозв'язку (сектору радіозв'язку – ITU-R) [2, 3].

Блок-схема алгоритму обчислення зон електромагнітного забруднення територій зображена на рисунку 3.

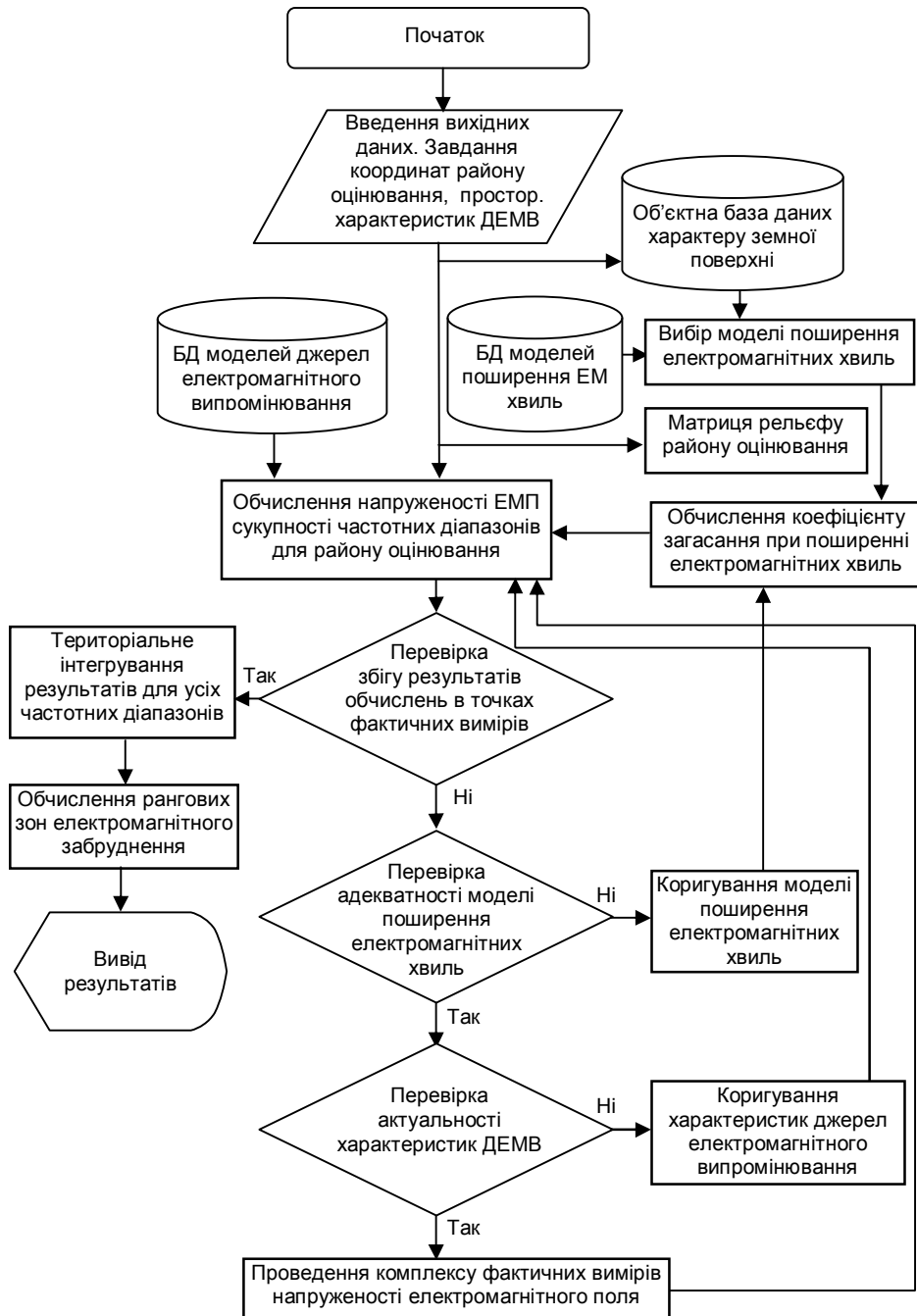


Рис. 3. Блок-схема алгоритму обчислення зон електромагнітного забруднення територій

Алгоритм включає у себе наступні технологічні операції:

- збір вихідних даних для обчислення;
- попередня обробка вихідних даних;
- обчислення напруженості електромагнітного поля для визначених частотних присвоєнь;
- перевірка адекватності обчислень;
- корегування моделі обчислень;
- інтегрування обчислених даних для різних частотних діапазонів.

Операції збору вихідних даних передбачають:

- вибір району оцінювання електромагнітного забруднення;
- імпорт даних про просторові характеристики ДЕМВ (координати, юстирування антен тощо)
- імпорт технічних характеристик джерел електромагнітного забруднення;
- імпорт матриці рельєфу оцінюваної території;
- імпорт вихідних даних про характер земної поверхні.

Попередня обробка вихідних даних передбачає вибір моделі поширення електромагнітних хвиль відповідно до характеру земної поверхні, визначення зон прямої видимості, тіні і напівтіні та обчислення коефіцієнту послаблення електромагнітних хвиль.

Обчислення напруженості електромагнітного поля для визначених частотних присвоєнь передбачає визначення напруженості електромагнітного поля для частотного діапазону кожного джерела випромінювання в межах оцінюваної території.

Перевірка адекватності обчислень здійснюється шляхом порівняння результатів обчислення з вимірами радіотехнічної лабораторії в конкретних точках простору. При невідповідності результатів порівняння (в межах певного допуску) здійснюється перевірка адекватності застосованої моделі поширення радіохвиль, перевірка актуальності і достовірності даних про просторове положення джерел електромагнітного випромінювання, що надані провайдерами послуг.

Результати обчислень для різних частотних присвоєнь інтегруються для визначення зон потенційної електромагнітної небезпеки, в яких сумарне електромагнітне поле перевищує нормативні показники.

Суттєвим чинником успіху реалізації запропонованого способу моделювання є створення і використання об'єктно-орієнтованих моделей геоінформаційного простору. Важливість точного і повного опису властивостей реальних об'єктів обумовлена різним ступенем їх впливу на електромагнітну хвилю. При цьому важливими є не тільки геометричні характеристики об'єкта, але й хімічні, біологічні, фізичні тощо, від яких залежить, наприклад, рівень загасання хвилі або коефіцієнт відбиття. Завдяки створюваним об'єктним моделям можна характеризувати рівень біологічної небезпеки та забрудненості безпосередньо всередині об'єктів (будівлях, лісопаркових зонах тощо). При цьому представляє інтерес оцінка електромагнітної забрудненості не тільки на земній поверхні, але й на різних висотах, утворюваних різними поверхнями будівлі.

Крім того, запропонований алгоритм можна реалізовувати в ГІС нормативної грошової оцінки земель, де нині електромагнітний вплив враховується виключно по лініях електропередач.

Висновки. Задача оцінки техногенного впливу електромагнітного забруднення є важливою складовою комплексної оцінки екологічного стану навколишнього середовища. Застосування ГІС для розв'язку цієї задачі суттєво спростить процедуру моніторингу, моделювання і прогнозування електромагнітного забруднення. Запропонований алгоритм геоінформаційного оцінювання електромагнітного забруднення територій ґрунтується на використанні баз просторових даних, джерелом яких може виступати Національна інфраструктура геопросторових даних, бази даних органів контролю за використанням радіочастотного ресурсу і провайдерів послуг. В алгоритмі передбачені операції перевірки аналітичних обчислень шляхом порівняння отриманих результатів з значеннями контрольних вимірів. Передбачено просторове і частотне інтегрування результатів обчислень для множини джерел електромагнітного випромінювання. Суттєвим для обчислення зон електромагнітного забруднення засобами ГІС є те, що:

- вибір моделі поширення електромагнітних хвиль здійснюється, виходячи з об'єктних моделей, що характеризують земну поверхню;
- в якості вихідних даних використовується інформація про джерела електромагнітного випромінювання, що надається провайдерами послуг зв'язку або електропостачання;
- забезпечується використання точних просторових описів земної поверхні і об'єктів, що розташовані на ній;
- формування зон електромагнітної небезпеки здійснюється шляхом інтегрування обчислених даних для різних частотних діапазонів в дискретних точках простору.

На основі отриманої оцінки електромагнітного забруднення, прогнозованих показників напруженості електромагнітних полів різних частотних діапазонів і аналітично моделюючих функцій ГІС можливе вироблення рішення по оптимізації енергетично-територіального плану джерел електромагнітного випромінювання, мета якої – зменшення техногенного впливу на навколишнє середовище до нормативно-допустимого рівня.

Список літератури

1. Корнієнко І.В., Сімакін Ю.С. Використання ГІС в задачах моніторингу електромагнітного забруднення навколишнього середовища. // Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землекористування – Європейський досвід». – Чернігів: ЧДІЕУ, 2011. – С. 152 – 159.
2. База даних офіційних документів Рекомендацій Європейської конференції адміністрацій зв'язку [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ecodocdb.dk/doks/doccategoryECC.aspx?doccatid=4>.
3. 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>

И.В. Корниенко, к.т.н.

ЗАДАЧА ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДСТВАМИ ГИС

В статье дается порядок вычисления зон электромагнитного загрязнения территорий с использованием геоинформационных систем, приводятся условия выполнения основных вычислительных операций.

I.V. Korniyenko, c.t.s

**TASK OF CALCULATION OF ZONES OF ELECTROMAGNETIC POLLUTION OF
TERRITORIES WITH THE HELP OF GIS**

An order of calculation of zones of electromagnetic pollution of territories with the help of geoinformation systems is proposed in the article. Conditions of execution of main calculating operations are given.