

УДК 504.064:614.73:621.039.58:004.9:681.518.3

РАДИОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕНЬ ТЕРИТОРІЙ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Бурачек В. Г.¹, Зацерковний В. І.², Кривоберець С. В.²

¹*Університет новітніх технологій, м. Київ, Україна*

²*Чернігівський державний інститут економіки і управління, м. Чернігів, Україна*

E-mail: agrogis@mail.ru

У статті проведено дослідження, у ході якого опрацьована і систематизована доступна і відкрита інформація з літературних джерел і тематичних карт, що відображає стан проблеми радіоекологічного моніторингу територій за допомогою геоінформаційних технологій. Описані технології ArcGIS використані в екологічному Веб-атласі Чернігівської області для картографічної прив'язки зон і ділянок радіоактивного і хімічного забруднення територій, а також наповнення атласу даними з еколого-економічних ресурсів області.

Ключові слова: радіоекологічний моніторинг, забруднення навколишнього середовища, екологічний Веб-атлас Чернігівської області, геоінформаційні системи (ГІС), геоінформаційні технології (ГІТ).

ВСТУП

Актуальність теми дослідження

Аварія, що сталася 26 квітня 1986 року на Чорнобильській АЕС, і наступна пожежа призвели до безпрецедентного викиду радіоактивного матеріалу з ядерного реактора і пагубних наслідків для населення і навколишнього середовища. Це викликало погіршення здоров'я сотень тисяч людей, забруднені мільйони гектарів ґрунтів, у водосховищах осіли десятки мільйонів тонн радіоактивного мулу.

У результаті забруднення навколишнього середовища радіоактивними матеріалами з постраждалих районів протягом 1986 року довелося евакуювати понад 100 000 осіб, а потім, після 1986 року, відселити ще 200 000 осіб з Білорусі, Російської Федерації і України. Біля п'яти мільйонів осіб продовжують проживати на забруднених у результаті аварії територіях. Уряди трьох постраждалих країн за підтримки міжнародних організацій вживають заходів для реабілітації забруднених територій, надання медичних послуг і відновлення соціального і економічного добробуту регіону.

Постановка проблеми. Обраний напрям дослідження пов'язаний із реалізацією завдань постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» від 30.03.1998 р. № 391, Державної цільової екологічної програми проведення моніторингу навколишнього природного середовища, що затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05.12.2007 р. № 1376; Закону України "Про екологічну мережу України" за станом на 24.06.2008 р. № 1864-IV, виконанням науково-дослідної роботи

Чернігівського державного інституту управління і економіки спільно з Державним управлінням у сфері охорони навколишнього природного середовища в Чернігівській області.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням екологізації економіки, раціонального природокористування, проблемам сталого розвитку присвячено багато наукових праць українських вчених, зокрема: В. А. Барановського [1], Л. Г. Мельника, Б. М. Данилишина, Є. В. Хлобистова, Б. В. Буркинського, О. О. Веклич, М. Г. Ступеня, Л. Я. Новаковського, О. М. Теліженка, О. І. Карінцевої, П. Г. Казьміра, З. В. Герасимчук, Л. Г. Руденко, С. К. Харічкова, Н. В. Караєвої, Г. О. Білявського, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костікова та ін.

Постановка завдання. Метою роботи є створення геоінформаційної методики для радіоекологічного моніторингу стану територій. Оскільки екологічні проблеми мають просторово-розподілений характер, то для проведення аналізу були застосовані геоінформаційна технологія (ГІТ), зокрема програмне забезпечення ArcGis (Arc View) компанії ESRI [2]. Перевагами використання цих технологій є надійне збереження усіх можливих даних і атрибутів, пов'язаних з об'єктом дослідження у цифровому форматі; графічна візуалізація результатів моніторингу з можливістю масштабування; можливість наступного всебічного аналізу різними методами накопиченої інформації; можливість інтеграції в інші системи; можливість прогнозу ситуації і одержання додаткової інформації для прийняття рішень [3].

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основні викиди з четвертого енергоблоку Чорнобильської атомної електростанції тривали десять днів і до їх складу входили радіоактивні газы, конденсовані аерозолі і велика кількість часток палива. Загальний об'єм викидів радіоактивних речовин склав біля 14 ЕБк (1 ЕБк = 1018 Бк (бекерелей)), станом на 26 квітня 1986 року, у тому числі 1,8 ЕБк ^{131}I , 0,085 ЕБк ^{137}Cs та інші радіоізотопи цезію, 0,01 ЕБк ^{90}Sr і 0,003 ЕБк радіоізотопів плутонію. Інертні газы склали близько 50 % загального радіоактивного викиду.

Понад 200 000 км² території Європи була забруднена радіоактивним цезієм (понад 0,04 МБк ^{137}Cs на 1 м²) [4], з яких 71 % припало на три найбільш постраждалі країни: Білорусь, Російська Федерація і Україна. Випад був високо гетерогенним; на нього сильно вплинули дощі, що йшли під час проходження радіоактивних повітряних фронтів (рис. 1) [5].

Випад більшої частини радіоізотопів стронцію і плутонію відбувся головним чином поблизу реактора (у радіусі менше 100 км), в тому числі на територію Чернігівської області. Значну частку викидів склали радіонукліди з коротким періодом фізичного напіврозпаду; радіонукліди з тривалим періодом напіврозпаду були викинуті у менших об'ємах.

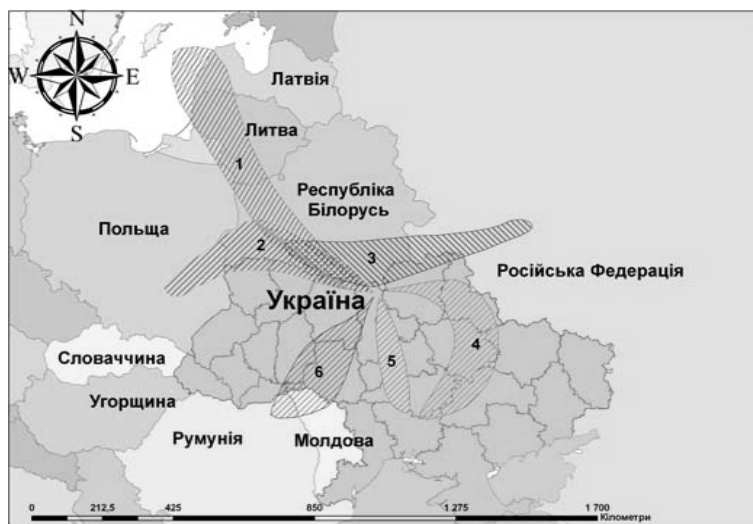


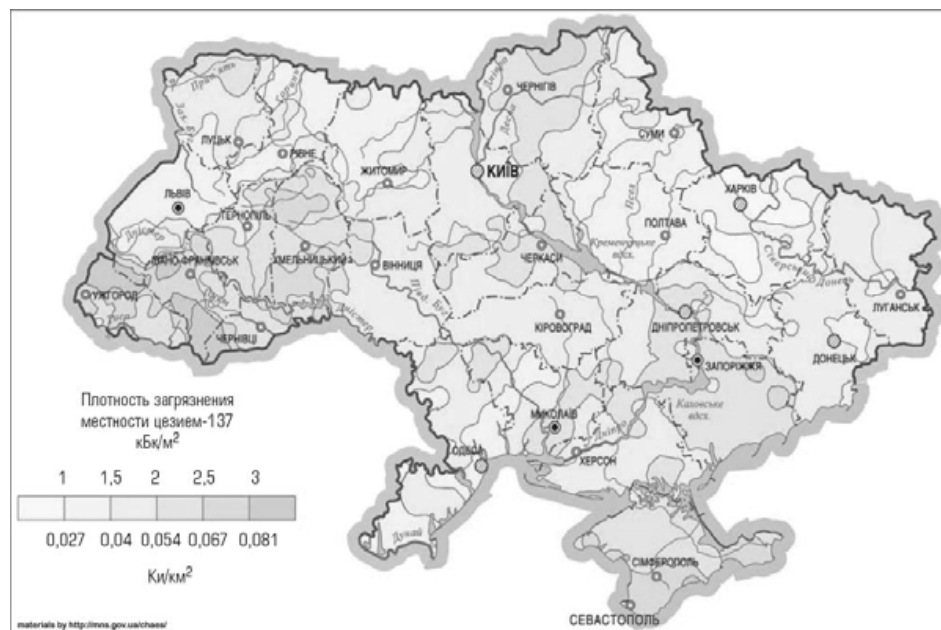
Рис. 1. Формування радіоактивних шарів у відповідності з метеорологічними умовами для миттєвих викидів у наступні дати і час (за Гринвічем):

- 1) 26 квітня 1986 року, 00:00; 2) 27 квітня, 00:00; 3) 27 квітня, 12:00;
- 4) 29 квітня, 00:00; 5) 2 травня, 00:00; і 6) 4 травня, 12:00.

Забрудненими й дуже забрудненими зонами, де життєдіяльність населення значно погіршена через екологічні умови, є не менше третини території України (рис. 2) [5].

Складна екологічна ситуація в Україні вкрай загострилась. До пенсійного віку не доживають 47 % чоловіків і 36 % жінок, а за останні 15 років середня тривалість життя в Україні скоротилася на сім років. За рівнем життя, його тривалістю і рівнем освіти (за індексом розвитку ООН) Україна займає позицію в другій сотні держав світу, тоді як ще у 1994 р. вона посідала 45, 1997 р. – 94 позицію. Згідно з висновком Міжнародного союзу боротьби з раком, близько 80 % видів злоякісних новоутворень – це наслідок впливу факторів довкілля [6]. А в Україні залишилося лише 6 % території з нормальними природними умовами для проживання людей. Наслідки радіаційного забруднення території країни будуть проявлятися ще десятиліття і століття, як у природному середовищі так і в геномі людини.

Під час багаторічних комплексних робіт був накопичений досвід великомасштабного картографічного дослідження радіонуклідного забруднення територій, розроблені методики з агрохімії, радіохімії, методи кількісного визначення радіонуклідів у різних середовищах. Встановлено, що гриби, бактерії, водорості, лишайники, хвойні ліси здатні накопичувати дуже високі концентрації радіонуклідів, прісноводні екосистеми більш уразливі, ніж морські. Лісові екосистеми, виступаючи бар'єром і біофільтром радіоактивних випадань, є «критичною ланкою» при екологічному нормуванні радіаційного навантаження в зональному спектрі ландшафтів. Молоді рослини і тварини виявилися більш чутливими до інтенсивного радіаційного впливу, ніж дорослі.



а)



б)

Рис. 2. Складові радіоактивного фону забруднення ¹³⁷Cs на територію України і Чернігівської області зокрема: а) до 1986 р.; б) після аварії на ЧАЕС – в травні 1986 р.

Великий обсяг інформації, характерний для екологічних досліджень, найчастіше через труднощі сприйняття і комплексного характеру не спроможний ефективно вирішити проблему без геоображення (візуалізації на карті). Інтеграційний характер ГІС дозволяє створити на їх основі потужний інструмент для збору, збереження, систематизації, аналізу і подання інформації.

Застосування ГІС для аналізу радіоекологічних процесів на радіоактивно забруднених територіях дозволяє ефективно обробляти великі обсяги інформації, необхідної для вирішення проблем, пов'язаних із реабілітацією забруднених територій і подавати її різним чином (рис. 3).

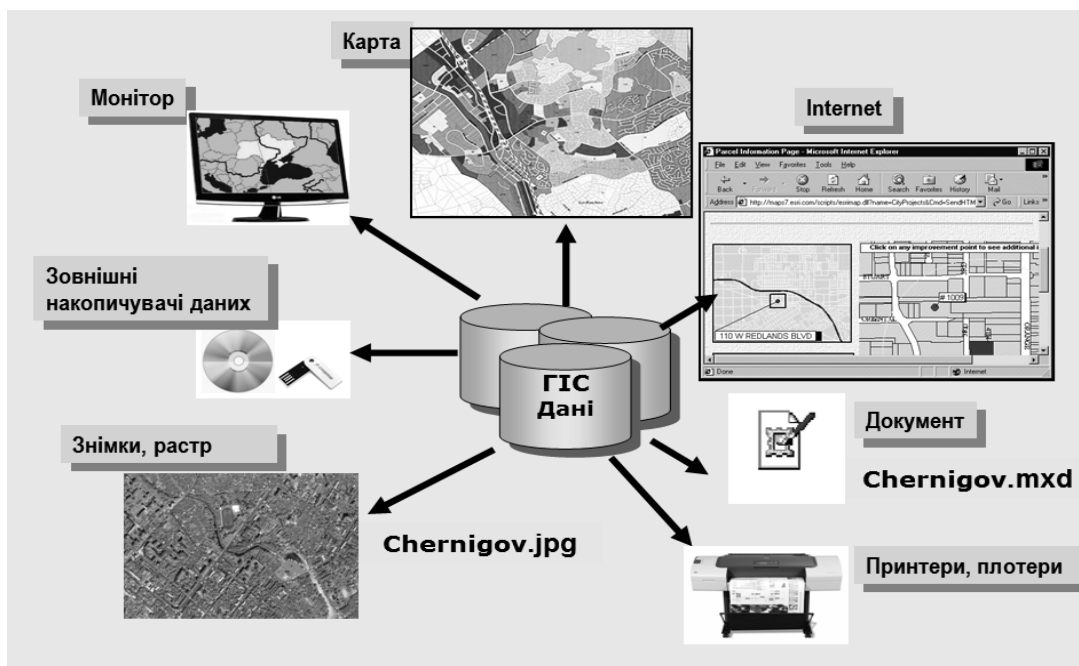


Рис. 3. Приклади подання вихідної інформації у ГІС.

Ієрархічна структура побудови ГІС робить можливим включення будь-якого окремого геоінформаційного проекту у більш широкі системи іншої дослідницької спрямованості. Саме це дозволяє розглядати ГІС як дослідну, аналітичну систему [3].

Ефективність функціонування ГІС в значному ступені визначається її математичним забезпеченням, під яким розуміють математичні моделі досліджуваних просторових об'єктів, представлених у вигляді, придатному для обчислень на комп'ютері, та алгоритми прогнозування зміни станів цих об'єктів і якістю пошарового тематичного наповнення бази метричних та атрибутивних даних. Це зумовлено тим, що при дослідженні будь-якого просторового об'єкта необхідно сформулювати адекватну модель просторового об'єкта дослідження; сформулювати відхилення параметрів стану просторового об'єкта дослідження;

визначити перехід об'єкта дослідження в «несправний» стан; отримати управлінське (діагностичне) рішення.

Серед великої кількості задач, що вирішуються за допомогою ГІС, найбільш інтелектуальними є системи прогнозу та діагностики, які спроможні передбачати сценарій майбутнього, ґрунтуючись на подіях минулого і наявного стану, та володіють можливістю знаходити причини аномальності спостережуваних процесів та явищ. Для цього ГІС використовують динамічні параметричні моделі та набори даних, за допомогою яких виявляються відхилення від еталонної поведінки.

Як показано в роботі [7], найбільш прийнятним для діагностики стану просторових об'єктів ГІС, є математичні моделі, в яких матриця коефіцієнтів впливу розраховується в темпі "виходу" моделі на режим прийняття рішення (діагностування), тобто, багаторежимні квазілінійні середньостатистичні ідентифіковані математичні моделі. У цьому випадку діагностична модель менш піддається «шумам» і більш пристосована для ефективної ідентифікації стосовно кожного екземпляру об'єкта дослідження або середньостатистичного об'єкта дослідження.

В загальному випадку лінійну математичну модель об'єкта дослідження при наявності похибок вимірів можна представити матричними рівняннями двох типів [8]:

$$\bar{Y}_z = A\bar{X} + \Delta\bar{Y}_z \quad (1)$$

або

$$\bar{W}_z = A\bar{X} + \Delta\bar{W}_z; \bar{W}_z = \bar{Y}_z - T\bar{S}_z; \Delta\bar{W}_z = \Delta\bar{Y}_z - T\Delta\bar{S}_z \quad (2)$$

де $\bar{Y}_z$ – вектор відносних відхилень параметрів режиму функціонування об'єкта дослідження розмірності $(m \times 1)$;

$\bar{X}$ – вектор відносних відхилень шуканих параметрів стану об'єкта дослідження, керуючих і збурюючих впливів розмірності $(n \times 1)$;

A – матриця коефіцієнтів впливу розмірності $(m \times n)$;

$\bar{S}$ – вектор відносних вимірюваних збурюючих і керуючих впливів, якщо вони не переведені у вектор $\bar{Y}$ шляхом перетворень для заданої структури системи рівнянь. Розмірність вектора $(\nu_z \times 1)$;

T – матриця коефіцієнтів впливу розмірності $(m \times \nu_z)$.

Діагностичну модель досліджуваного об'єкта виду (1) правомірно використовувати у випадку виконання наступних умов: в діагностичній моделі врахована програма керування досліджуваного об'єкта на режимі діагностування.

При цьому якщо керуючі впливи вимірюються, то вони уведені у вектор $\bar{Y}_z$, якщо не вимірюються – то вони відсутні; відхилення параметрів управління дорівнюють нулю; відхилення збурюючих впливів на режимі діагностування відсутні; відсутні похибки вимірів збурюючих впливів; характеристики еталонних модулів відповідають номінальним характеристикам або здійснена ідентифікація

математичної моделі до індивідуальних характеристик досліджуваного об'єкта (явища), тобто, відсутній вплив на вектор $\bar{Y}_j$ природного розсіювання характеристик модулів об'єкта (явища); відсутнє приведення вимірюваних параметрів до стандартних атмосферних умов. В протилежному випадку, при приведенні до стандартних атмосферних умов компоненти вектора $\bar{Y}_j$ стануть корельованими. У всіх інших випадках необхідно використовувати діагностичну модель (2).

Відома велика кількість підходів, алгоритмів і програм, які дозволяють в тому або іншому ступені раціонально організувати обчислювальні процедури. Такі підходи відображені в роботах [8, 9] в яких представлені: метод усіх можливих регресій; метод вибору "найкращої підмножини" предикторів; метод виключення; покроковий регресійний метод; гребенева ("рідж") регресія; "ПРЕСС"-регресія; регресія на головних компонентах; регресія на ортогональні поліноми Чебишева; регресія на власних значеннях; східчастий регресійний метод; регресія на основі G -обернення; робастна регресія; регуляризація по Тихонову; регресія з використанням сингулярних розкладань; схеми Холецкого і Хаусхолдера; метод групового урахування аргументів (МГУА). На цій основі написана велика кількість пакетів програм на різних алгоритмічних мовах.

Однак, частина з них мало відрізняється одна від одної, а іншими досить складно скористатися. Цей факт можна пояснити тим, що більшість пакетів програм розроблялися приблизно в один і той же час, незалежно один від одного, і ґрунтувалися на одному і тому ж фундаменті наявних на той час математичних методів. Відсутність, недостатність або наявність помилок в необхідній документації по використанню розроблених пакетів програм призводять до того, що найчастіше простіше розробити нові програми, ніж розібратися у вже відомих. Досконало неопрацьованою залишається поки що проблема порівняння і вибору кращого алгоритму або програми; автоматизовані тільки лише розрахунки, а аналіз результатів і вибір найкращих варіантів, як і раніше, провадиться інтуїтивно, вимагаючи суттєвих витрат часу і коштів.

Використання традиційних [8] та інших підходів для створення поліноміальних моделей тематичних шарів ГІС виявилось малоефективним через притаманні їм в тому або іншому ступені спільних недоліків: великої чутливості до похибок виміру відгуків; великими погрішностями в обчисленні коефіцієнтів поліномів при поганій обумовленості матриці планування; неможливістю розрахунку коефіцієнтів полінома у випадку недостатньої кількості експериментів; відсутності формалізованих методів вибору оптимальної структури поліноміальної моделі.

У зв'язку з цим виникла необхідність випробувати ряд нових підходів, щоб при наступних комп'ютерних експериментах і порівняльній оцінці виявити комплекс алгоритмів, здатних автоматизувати вибір оптимальної структури поліноміальної моделі еталонних тематичних шарів ГІС в умовах поганої обумовленості задачі і вирішити тим самим задачу створення моделей просторових об'єктів ГІС.

Розроблений авторами алгоритм, реалізований в пакеті прикладних програм, який може бути рекомендований для моделювання в ГІС при порівняно невеликому числі аргументів, при цьому для розширення можливостей даного алгоритму

рекомендовані алгоритми відновлення поліноміальних моделей за допомогою регуляризуючого функціоналу та ортогональних багаточленів, застосування яких потребує додаткових досліджень.

В таблиці 1 представлені характеристики різноманітних картографічних геозображень (відеоінформаційних матеріалів), що використовуються у ГІС.

Таблиця 1

Порівняння характеристик картографічних зображень

Характеристики картографічних зображень	Традиційне (паперове) картографічне зображення (ТКЗ)	Електронне растрове картографічне зображення (ЕРКЗ)	Електронне векторне картографічне зображення (ЕВКЗ)	Картографічне зображення цифрової карти (ЦКЗ)
1	2	3	4	5
Основа (дані) для створення	Геодані, отримані під час зйомки, статистичні дані	Сканерне зображення ТКЗ, растеризовані ЕВКЗ, ЦКЗ	Векторизовані ЕРКЗ, ЦКЗ	Геодані, що входять до складу ГІМ
Просторова інформація	Вся інформація, що міститься на карті; карта-накопичувач інформації			В ЦКЗ відображається вся інформація, що міститься в ГІМ
Атрибутивна інформація	Для розуміння змісту атрибутивної інформації, що міститься на картах у вигляді умовних знаків, користувачу карти необхідно звертатись до легенди			Атрибутивна інформація, що міститься в ГІМ, відображується в ЦКЗ за необхідністю; може бути текстовою, графічною, числовою, відео, звуковою (мультимедійні геозображення)
Умовні знаки	Статистичні	Статистичні і динамічні		Статистичні і динамічні; спостерігається процес спрощення умовних знаків

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
Картографічні проекції	Задається при створенні; користувач не може змінювати	Користувач може змінювати у випадку створення ЕРКЗ з ЦКЗ	Користувач може змінювати у випадку створення ЕВКЗ з ЦКЗ	Користувач має можливість змінювати проекцію
Об'єм інформації	Залежить від розміру картографічного зображення, масштабу і фактору зчитуваності карти			Залежить від ємності цифрових носіїв інформації (набагато перевершує об'єм інформації на ТК і ЕК)
Генералізація	В процесі генералізації відбувається зміна об'єму і складу геоінформації			Можна візуалізувати тільки потрібні геодані; об'єм геоданих, що зберігаються в ГІМ є незмінним
Точність (достовірність) геоінформації	Залежить від точності вихідних геоданих, точності складання карти і якості друку	Залежить від якості вихідного ТКЗ, ЕВКЗ або ЦКЗ	Залежить від якості вихідного ЕРКЗ або ЦКЗ	Залежить від точності даних, що зберігаються в ГІМ і якості перевірки геоданих

Істотною перевагою електронних ГІС є легкість їх перетворення в паперову форму. Для цього електронні карти і відповідні бази даних потрібно просто надрукувати. При цьому в ГІС можуть бути зашиті стандартні вимоги до оформлення карт (наприклад, кольори заливки об'єктів і графічний вигляд границь, схеми побудови легенд та інше зарамкове оформлення, розташування окремих складових карти на аркуші тощо), які автоматично реалізуються при друці карти. Володіючи необхідною базою даних і розвиненою програмою створення картографічних зображень, ГІС можна розглядати як видавничо-редакційну систему.

Інтенсивний розвиток ГІС і ГІТ, локальних і глобальних мереж передачі даних

сприяє можливості впровадження інформаційно-аналітичних систем екологічного моніторингу для аналізу радіоекологічної обстановки і підтримки прийняття рішень у сфері екологічного управління.

Застосування Веб-технологій істотно підвищує рівень інтелектуальності створюваних тематичних карт (рис. 4).

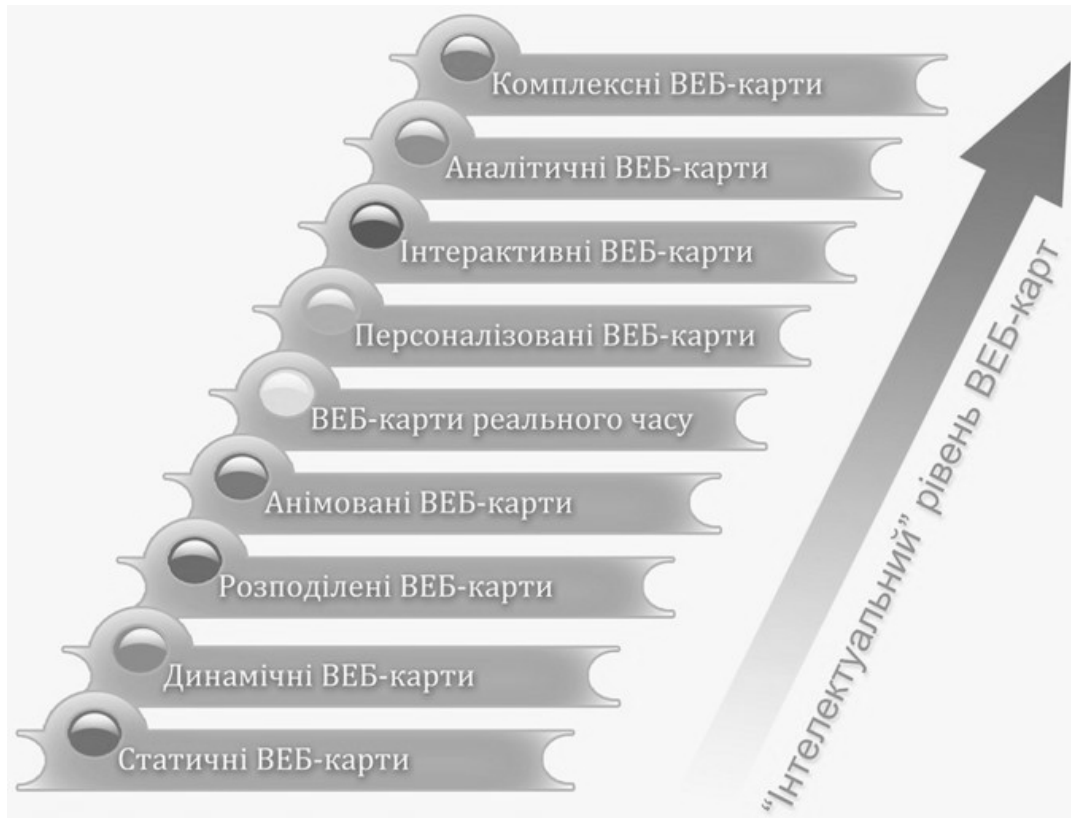


Рис. 4. Підвищення інтелектуальності тематичних карт «Атласу Чернігівської області» за рахунок використання Веб-технологій.

Розвиток геопорталів полягає у вдосконаленні перегляду картографічної інформації, вибраної з бази даних. На Веб-сервері організовано базу даних, що являла собою набір тематичних категорій. Кожна категорія містила певний набір тематичних карт у форматах GIF, JPEG. Користувач, потрапляючи на такий сервер, повинен був вибрати за базою даних тему і регіон, охоплений картою, і визначити набір додаткових умов. В результаті запиту до БД на екрані комп'ютера користувача відображалась певна карта.

Сучасний етап розвитку ГІС в мережі Інтернет пов'язують зі створенням інтерактивних середовищ взаємодії користувача (клієнта) з геоінформаційним сервером за рахунок того, що браузер клієнта оснащують зовнішнім модулем

(зазвичай Active-X) для розширення графічних можливостей.

Архітектура і функціональні можливості програмного продукту ArcIMS компанії ESRI розроблені з метою надання послуг для роботи з географічними даними як в глобальній мережі Internet, так і в локальних мережах окремих підприємств (Intranet).

На основі сервера геопросторових даних ArcIMS Spatial Server можна створювати геоінформаційні додатки для Internet, що генерують та передають клієнтам растрові картографічні зображення, а також і формують потоки цифрових векторних даних, вибраних з бази геопросторових даних. Для кожного картографічного проекту з компонентів ArcIMS Spatial Server створюється картографічна служба MapService, яка підтримує взаємодію клієнтів з відповідною інтерактивною картою в Internet. Склад карти, джерела даних та атрибути її графічного відображення визначаються описом проекту – мовою ArcXML. Застосування технології ArcIMS забезпечує повну сумісність ГІС в Internet з міжнародними стандартами та специфікаціями Open GIS Consortium, активним учасником якого є компанія ESRI. Безумовно, ця технологія гарантує вихід цифрової картографічної продукції на світовий ринок геоінформаційних послуг в Internet. Однак легко помітити, що повний спектр функціональних можливостей технології ArcIMS можна отримати лише за умови наявності у використанні лінійки продуктів ArcGIS від компанії ESRI [3].

Прикладом такої роботи є створений авторами на основі [10] Веб-атлас Чернігівської області.

Чернігівська область, на превеликий жаль, належить до депресивних територій нашої країни і потребує прийняття спеціального рішення, яке допомогло б регіону вийти зі складного становища. Розв'язання задач переходу з регіону до моделі сталого розвитку повинне ґрунтуватись на об'єктивній, детальній, комплексній просторово-скоординованій інформації. Цим вимогам повною мірою відповідають регіональні комплексні науково-довідкові атласи, що являють собою зведення систематизованих знань про природу, населення, господарство і культуру досліджуваних територій.

Ця версія атласу створена за допомогою технологій заснованих на HTML і Java, тому користувачам не потрібно вивчати додаткові програмні засоби. Основною метою перспективного розміщення атласу у глобальній мережі є інформаційна підтримка дистанційного навчання.

При створенні Веб-версії атласу для розміщення в Інтернеті особлива увага зверталася на розроблення інтуїтивно зрозумілої системи навігації по сайту.

Потреба у створенні комплексного атласу для Чернігівської області пов'язана з необхідністю оновлення і доповнення аналогів, надрукованих попередньо. Аналогом для створення соціально-екологічного Веб-атласу Чернігівської області став загальногеографічний «Атлас Чернігівської області» на 20 сторінках [10].

Робота зі створення зазначеного атласу супроводжувалась одночасно вирішенням науково-методичних питань [1], а саме:

- розроблення структури атласу відповідно до особливостей екологічного стану у регіоні та найсуттєвіших потреб потенційних споживачів інформації;
- укладання основних структурно-логічних блоків, обґрунтування послідовності розміщення карт, їх взаємозв'язку та взаємодоповнюваності;
- визначення тематики карт, їх змісту, типу, вибір об'єктів і показників картографування;
- вибір способів картографічного зображення, розроблення системи картографічних умовних знаків і принципів оформлення атласу;
- випробування методики збирання та обробки джерел картографічної інформації (статистичної, гідрометеорологічної тощо).

Застосування ГІТ не тільки значно полегшує складання карт, але й дає змогу надалі оперативно в інтерактивному режимі розв'язувати на їх основі прикладні задачі. Від створення баз даних з можливістю їх статистичного аналізу, формування різноманітних запитів, до застосування методів математико-картографічного моделювання при побудові окремих карт і цілих блоків тих або інших матеріалів.

На відміну від традиційного варіанта атласу, який вміщує карти, складені на певні дати, комп'ютерний варіант містить карти аналогічного змісту, але які постійно формуються відповідно до запиту.

Різні за специфікою графічного втілення традиційні та електронні атласи мають спільну інформаційну основу, що передбачає можливість її поповнення і не лише сучасними матеріалами.

Всі карти в атласі виконані із застосуванням геоінформаційних технологій. Призначення географічної інформаційної системи (ГІС) полягає в наданні просторової основи підтримки прийняття рішень в задачах використання ресурсів регіону і для управління регіональним антропогенним середовищем. За допомогою цієї технології можна наочно на карті представляти певні об'єкти, їх місце розташування і різні характеристики, поміщені в базу даних.

Крім того, за допомогою ГІС можна здійснювати не тільки різний порівняльний статистичний, але й просторовий аналіз, а також моделювати різні ситуації й давати прогнозні оцінки [3].

Робота над атласом ґрунтувалась на широкому використанні під час створення сайту даних з економічних ресурсів області; залученні інформації за факторами, що істотно впливають на ці ресурси, а саме – соціальних, демографічних, природних, техногенних тощо. А також застосуванні різних методів геоінформаційного картографування і ГІТ загалом для аналізу певних просторових показників; відпрацюванні технології віддаленого доступу до геоінформаційних ресурсів Чернігівської області [2].

Для картографічної прив'язки зон і ділянок радіоактивного і хімічного забруднення на території Чернігівської області використана ArcGIS компанії ESRI з векторними картами масштабу 1:200 000. Така система, яка є основою створення атласу, поєднує бази даних за всіма природними і антропогенно-зміненими середовищами, джерелами впливу і станом здоров'я населення, а також містить необхідні дані для розрахунків за імітаційним моделями. Як приклад, на рис. 5

представлена інтегральна оцінка забруднення територій на фрагменті екологічного Веб-атласу Чернігівської області, створеного авторами за даними [5, 10].

Інформаційною основою оцінки радіаційного впливу на людину є комплексний регіональний моніторинг, який вирішує завдання виявлення зон можливих природних і техногенних небезпек, а також територій з підвищеним радіаційним фоном і аномальним вмістом ксенобіотиків, спостереження за джерелами радіоактивного і хімічного забруднення, стану здоров'я населення, погіршення екологічної ситуації в регіоні тощо. Дані моніторингу використовуються для оцінки і прогнозу стану системи: джерела впливу – навколишнє середовище – людина з розробкою заходів зі зниження наслідків техногенного впливу для навколишнього середовища і населення.

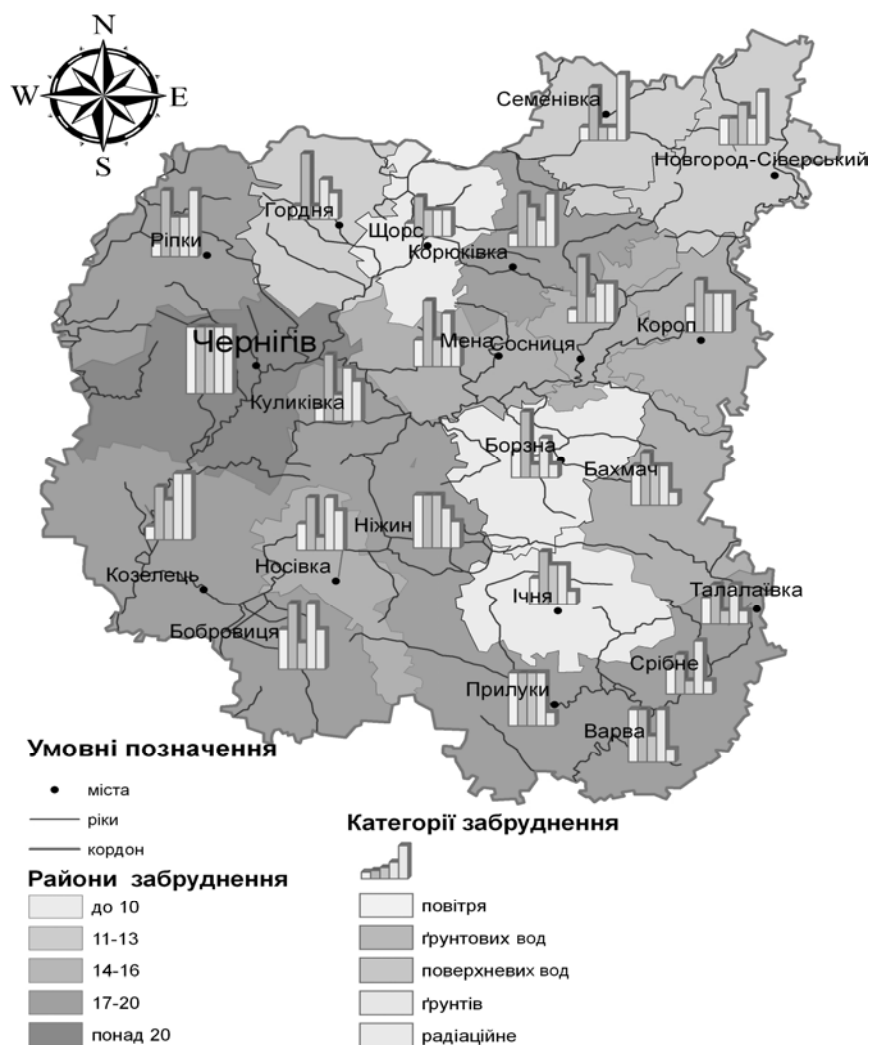


Рис. 5. Інтегральна екологічна оцінка забруднення територій Чернігівської області.

ВИСНОВКИ

Використання ГІТ з прив'язкою даних і візуалізацією процесів моделювання, дозволяє здійснювати оперативне планування заходів для захисту населення у випадку виникнення надзвичайних ситуацій та пом'якшення їх наслідків, визначати стратегічні напрямки з природної, техногенної і екологічної безпеки населення Чернігівської області.

Для картографічної прив'язки зон і ділянок радіоактивного і хімічного забруднення на території Чернігівської області використана геоінформаційна система ArcGIS від ESRI, разом з векторними картами масштабу 1:200 000. Така система поєднує бази даних за всіма природними і антропогенно-зміненими середовищами, джерелами впливу і станом здоров'я населення, а також містить необхідні дані для розрахунків за імітаційним моделями. Розглянуті алгоритми, реалізовані в пакеті прикладних програм, можуть бути рекомендовані для моделювання в ГІС при порівняно невеликому числі аргументів і застосовуватись для практичних задач геопросторового моделювання та геостатистичного прогнозування. Для розширення можливостей даних алгоритмів доцільно розробляти більш досконалі схеми перебору, які дозволяють зменшити час обчислення і збільшити число варійованих факторів. Зокрема, можуть бути рекомендовані алгоритми відновлення поліноміальних моделей за допомогою регуляризуючого функціоналу та ортогональних багаточленів, застосування яких потребує додаткових досліджень. Методика створення еталонних моделей просторових об'єктів ГІС за допомогою ортогональних багаточленів дозволяє знайти рішення в умовах погано обумовленої задачі з прийнятним ступенем достовірності розрахунків для прогнозування в ГІС.

Підвищення інформативності картографічних зображень при радіологічному моніторингу забруднень територій, для широкого кола споживачів, збільшенням об'єму їх змісту, за допомогою розміщення додаткових тематичних карт і допоміжної інформації, розширить коло споживачів картографічного матеріалу, а отже, його затребуваність суспільством.

Список літератури

1. Україна. Еколого-географічний атлас: атлас-монографія / Барановський В. А.; наук. редкол. С. С. Куруленко [та ін.]; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін.]. – К.: Варта, – 2006. – 218 с.
2. Зацерковний В. І. Використання геоінформаційних технологій в екологічному моніторингу Чернігівської області / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець, Ю. С. Сімакін // Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські науки. – Одеса: ОДАУ, 2009. – Випуск 51. – С. 82-86.
3. Бурачек В. Г. Геоінформаційний аналіз просторових даних: монографія / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. Нац. авіац. ун-т. – Ніжин: Аспект-Поліграф, 2011. – 440 с.
4. A. Wenisch, E. K. Prinzenstein, G. Mraz, G. Reisenbauer, I. Besenbück, K. Hirschmüller, P. Bossew, «Ergänzende Messungen der Bodenbelastung mit ¹³⁷Cs durch den Reaktorunfall in Tschernobyl 1986 in

- Österreich», Österreichisches Ökologieinstitut, Studie im Auftrag des Umweltministeriums, Wien (June 1994)
5. Карти забруднення радіонуклідами території України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://chornobyl.in.ua/uk/karty-radiacia-ukraina.html>
 6. E. A. Nefedova, Yu. A. Izrael, E. V. Kvasnikova, I. M. Nazarov and Sh. D. Fridman, “Atlas on radioactive contamination of Russia - a summary of radioactive monitoring”, 17th Conference and 10th General Assembly of the International Cartographic Association, Institute Cartographic de Catalunya, Espana, p. 2681-2685, (1995)
 7. Зацерковний В. І. Методика створення еталонних моделей місцевості просторових об'єктів ГІС за допомогою ортогоналізуючого функціоналу / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець, Ю. С. Сімакін // Вісник ЧДТУ. Збірник. Серія «Технічні науки» № 2 (49). – Чернігів: ЧДТУ, 2011. – С. 240-246.
 8. Алабин М. А. Кореляционно-регрессионный анализ статистических данных в двигателестроении / М. А. Алабин, А. Б. Ротман. – М. : Машиностроение, 1975. – 124 с.
 9. Справочник по типовым программам моделирования / [под редакцией Ивахненко А. Г.]. – Киев : Техника, 1980. – 184 с.
 10. Погурельська Т.В. Географічний атлас із серії «Моя мала Батьківщина». – К.: Мапа, 2003. – 20 с.

Бурачек В. Г. Радиологический мониторинг загрязнений территорий Черниговской области с помощью геоинформационных технологий / В. Г. Бурачек, В. И. Зацерковный, С. В. Кривоберець // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1–С. 32-48.

В статье проведено исследование, в ходе которого обработана и систематизирована доступная и открытая информация из литературных источников и тематических карт, отражающая состояние проблемы радиоэкологического мониторинга территорий с помощью геоинформационных технологий. Описанные технологии ArcGIS использованы в экологическом Веб-атласе Черниговской области для картографической привязки зон и участков радиоактивного и химического загрязнения территорий, а также наполнение атласа данным эколого-экономических ресурсов области.

Ключевые слова: радиоэкологический мониторинг, загрязнение окружающей среды, экологический Веб-атлас Черниговской области, геоинформационные системы (ГИС), геоинформационные технологии (ГИТ).

RADIOLOGICAL MONITORING OF CONTAMINATED AREAS CHERNIHIV REGION USING GIS

Burachek V. G.¹, Zacerkovniy V. I.², Kryvoberets S. V.²

¹*Universytet new technologies, Kyiv, Ukraine*

²*Chernihivsky State Institute of Economics and Management, Chernigov, Ukraine*

E-mail: agrogis@mail.ru

The article analyses and systematizes available information in literature and in thematic maps which show the issue of radiological monitoring of territories using geographic information technologies. The described technologies ArcGIS are used in the ecological Web-atlas of the Chernigov area for to map the zones and sites of radioactive and chemical contamination of territories as well as filling of atlas data with ecological and economic resources of the region.

The aim is to create geographic information techniques for radiation monitoring areas.

Since environmental problems are spatially distributed nature, for analysis were applied geographic information technologies (GIT), including software ArcGis (Arc View) company ESRI. The advantages of using these technologies is the safe storage of all possible data and attributes associated with the object of research in digital format, graphical visualization of monitoring results apply zooming; opportunity following a comprehensive analysis of various methods of accumulated information, the possibility of integration with other systems, the ability to forecast situation and additional information for decision-making.

An important advantage of electronic GIS is the ease of conversion to paper form. This electronic maps and related databases simply print. In the GIS can be sewn standard requirements for registration cards (such as fill colour of objects and graphical form boundaries scheme of legends and other framework design, placement of certain components on the card sheets, etc.) are automatically implemented when printing maps. Possessing the necessary database and advanced program creating cartographic images, GIS can be considered as publishing and editorial system.

The information basis for evaluation of human exposure to radiation is a comprehensive regional monitoring, which solves the problem of identifying the possible areas of natural and man-made hazards, and areas with high radiation background and anomalous contents of xenobiotics, tracking sources of radioactive and chemical contamination, health, worsening environmental situation in the region and so on. Monitoring data are used to evaluate and forecast the state of the system: sources of influence - environment - people with the development of measures to reduce the effects of anthropogenic impact on the environment and population.

Using GIS techniques with data binding and visualization process modelling enables operational planning measures to protect the public in case of emergency mitigation, determine the strategic areas of natural, technological and environmental safety of the public Chernihiv region.

For mapping anchor zones and areas of radioactive and chemical pollution in the Chernihiv region used geographic information system ArcGIS from ESRI, along with vector maps of scale 1:200 000. This system combines a database of all natural and human-altered environments, sources of exposure and health status of the population, and contains the necessary data for the calculations by simulations. The algorithm, implemented in a package of applications can be recommended for modelling in GIS with a relatively small number of arguments and applied to practical problems geospatial modelling and geostatistical prediction. To empower these algorithms should develop more sophisticated schemes brute force, to reduce the computation time and increase the number of varied factors. Particular, may be recommended recovery algorithms polynomial models using regularizing functional and orthogonal polynomials, the use of which requires further research. Methods of creating reference models for GIS spatial objects using orthogonal polynomials can find a solution in a poorly conditioned problem with a reasonable degree of reliability calculations to predict in GIS.

Increased information content of cartographic images for radiological monitoring of contaminated areas for a wide range of customers, increase the volume of their content by placing additional thematic maps and background information, broaden the customer

cartographic material, and hence its relevance society.

Keywords: radio-ecological monitoring, environmental pollution, ecological Web-atlas Chernihiv region, geographic information systems (GIS), geographic information technologies (GIT).

References

1. Ukraine. Ecological atlas: atlas-monograph / Baranowski V.A.; science. Editorial Board. S.S. Kurulenko [et al.]; Council on investigate product. forces of Ukraine [et al.]. – K.: Sentinel, 2006. – 218 p.
2. Zatserkovnyy V.I. Use of GIS in environmental monitoring Chernihiv Region / V.I. Zatserkovnyy, S.V. Kryvoberets, Yu.S. Simakin // Journal of Agrarian Black. Agriculture. – Odessa: ODAU, 2009. – Issue 51. – C. 82-86.
3. Burachek V.G. Geoinformation analysis of spatial data: a monograph / V.G. Burachek, O.O. Gelezniak, V.I. Zatserkovnyy. Nat. aviation. University. – Nizhin: Aspect-Polygraph, 2011. – 440 p.
4. A. Wenisch, E.K. Prinzenstein, G. Mraz, G. Reisenbauer, I. Besenbück, K. Hirschmüller, P. Bossew, «Ergänzende Messungen der Bodenbelastung mit ¹³⁷Cs durch den Reaktorunfall in Tschernobyl 1986 in Österreich», Österreichisches Ökologieinstitut, Studie im Auftrag des Umweltministeriums, Wien (June 1994)
5. Maps of contamination in Ukraine [electronic resource]. – Mode of access: <http://chornobyl.in.ua/uk/karty-radiacia-ukraina.html>
6. E.A. Nefedova, Yu.A. Izrael, E.V. Kvasnikova, I.M. Nazarov and Sh.D. Fridman, “Atlas on radioactive contamination of Russia – a summary of radioactive monitoring”, 17th Conference and 10th General Assembly of the International Cartographic Association, Institute Cartographic de Catalunya, Espana, p. 2681-2685, (1995)
7. Zatserkovnyy V.I. Methods of creating reference models terrain spatial objects using the GIS functionality ortohonalizuyuchoho / V.I. Zatserkovnyy, S.V. Kryvoberets, Yu.S. Simakin // Bulletin ChSTU. Collection. Series «Engineering» № 2 (49). – Chernigov: ChSTU, 2011. – P. 240-246.
8. Alabin M.A. for the correlation and regression analysis of statistical data in engine / M.A. Alabin, A.B. Rothman. – M.: Mechanical Engineering, 1975. – 124 p.
9. Reference standard simulation programs / [edited Ivachnenko A.G.]. – Kiev: Technology, 1980. – 184 p.
10. Pohurelska T.V. Geographical Atlas of the series "My Fatherland had." – K.: Map, 2003. – 20 p.

Поступила в редакцию 22. 04. 2013 г.