Національна Академія наук України
Інститут географії

ДАЦЕНКО ЛЮДМИЛА МИКОЛАЇВНА

УДК 528.94

КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НА БАЗІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ҐРУНТІВ

спеціальність 11.00.12 - географічна картографія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата географічних наук

Київ-2000

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі геодезії та картографії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка та ЗАТ “Інститут передових технологій”.

Науковий керівник: кандидат географічних наук, доцент
Молочко Анатолій Миколайович,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, завідувач кафедри геодезії та картографії географічного факультету

Офіційні опоненти: доктор географічних наук
Пархоменко Галина Орестівна,
Інститут географії НАН України, провідний науковий співробітник,

кандидат географічних наук
Барановський Володимир Андрійович, Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України, провідний науковий співробітник

Провідна установа: Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Захист відбудеться "7" квітня 2000 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д. 26. 163. 01 при Інституті географії НАН України за адресою: 02034, м.Київ-34, вул. Володимирська, 44.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту географії НАН України (м.Київ-34, вул. Володимирська, 44)

Автореферат розісланий 3 березня 2000 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат географічних наук А.Г.Гольцов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Навколишнє середовище — невід'ємна умова і першоджерело існування людини та розвитку суспільного виробництва. Його стан вже давно турбує людство. Суспільна практика поставила перед усіма галузями науки завдання — всебічно дослідити причинно-наслідкові зв'язки всіх елементів системи "Суспільство — Природа" для пошуку шляхів збалансованого економічного, соціального та екологічного розвитку. Одним із завдань сучасної географії є проведення еколого-географічних досліджень природного середовища, в першу чергу ґрунтів, які є індикатором стану екосистеми. Базою для оцінки характеру забруднення компонентів природи, вивчення поведінки елементів-забруднювачів у природному середовищі та розробки заходів по реабілітації території стало *еколого-географічне картографування.* Еколого-географічні дослідження, що спираються на картографічне моделювання, супроводжуються збиранням, накопиченням та опрацюванням значних обсягів різнопланової фактологічної та картографічної інформації про стан навколишнього середовища. Найбільша результативність цих досліджень може бути досягнута за рахунок інтенсивного інформаційного обміну, з постійним поповненням даними та порівнянням їх з раніше накопиченими та синтезованими, з побудовою багатошарових інформаційних та різнорівневих моделей — цифрових карт. Застосування ГІС-технологій в таких дослідженнях забезпечує:

– високу ступінь автоматизації, яка розвивається на базі цифрових картографічних та географічних даних;

– системний підхід до відображення та аналізу стану забруднення природи, тобто екологічної ситуації;

– інтерактивність, оперативність та багатоваріантність картографування, що дає змогу отримувати різнобічну оцінку ситуації, поєднання методів створення та використання карт;

– застосування нових графічних засобів моделювання геозображень і на їх основі створення нових видів і типів електронних карт, можливість поєднувати текстові, графічні та звукові зображення (мультимедійність), створювати 3-вимірні комп'ютерні моделі, що завдяки переміщенню у просторі та часі забезпечують різнопланові багаторакурсні зображення систем, які досліджуються.

Актуальним є розробка шляхів та методів створення електронних екологічних моделей проблемно-практичної орієнтації з широкими можливостями оперативної обробки інформації. Вони спрямовані на забезпечення прийняття конкретних господарських рішень з проблем поліпшення стану навколишнього середовища на новому технічному та науковому рівнях.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконувалась у рамках конкурсної наукової програми Міністерства у справах науки і технологій України 01.05. "Охорона і відтворення земельних ресурсів України" (1992-1999 рр.). Картографічні моделі розроблено на фактичному матеріалі еколого-геохімічних досліджень Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України (відділу пошукової і екологічної геохімії) та Комгеології України, що одержані при виконанні проекту "Вивчення природного і техногенного аномального та фонового вмісту токсичних елементів у різних еколого-геохімічних ландшафтах України" (№ д.р.0199U0119213).

Мета і завдання роботи полягають у розробці теоретичних та методичних основ еколого-географічного картографування з використанням сучасних технічних засобів та ГІС-технологій, створенні автоматизованої картографо-інформаційної системи з можливістю картографічного відображення екологічної ситуації.

Мета роботи визначила такі наукові **завдання**:

Опрацювати досвід картографічного моделювання у сфері еколого-географічних досліджень за сучасними технологіями.

Здійснити аналіз фізико-географічних особливостей території Київської області як модельного регіону, оцінити стан ґрунтів та просторово-часове поширення шкідливих елементів за допомогою сучасних комп'ютерних технологій.

Виконати апробацію методики збирання, класифікації, упорядкування, оновлення та аналізу різнорідних за формою та змістом джерел інформації, формування структури геоінформаційної бази даних (текстової, семантичної, табличної та графічної), її наповнення просторовою та атрибутивною інформацією, необхідною для побудови електронних екологічних карт з наступним їх аналізом.

3. Розробити технологічну схему, що забезпечить функціонування автоматизованої картографо-інформаційної системи для екологічних досліджень, та здійснити апробацію її на прикладі еколого-географічних досліджень ґрунтів Київської області. Схемою передбачено: визначення методом картографічного моделювання поширення зон найбільшого ризику для здоров' я населення та тварин через значну забрудненість ґрунтів; створення картографічної моделі для визначення та відображення можливих зон накопичення забруднюючих елементів та їхніх сполук.

4. Оцінити придатність різноманітних програмних продуктів для опрацювання результатів еколого-географічних досліджень та їх застосування у ГІС-картографуванні.

Об'єкт і предмет дослідження. Екологічний стан ґрунтів Київської області є об'єктом, що досліджується на основі розроблених електронних карт, графічних моделей та баз даних.

Предметом дослідження є науково-методичні засади створення і використання електронних екологічних моделей, реалізованих баз даних та ГІС-технологій, а також методика побудови електронних екологічних карт (підходи, принципи, методи, способи та прийоми, засоби ГІС-картографування).

Методологія та методи дослідження. Вихідну методологічну й теоретичну основу роботи становлять положення сучасної географічної науки в галузі екологічного та геоінформаційного картографування. Концепція проблемно-орієнтованого картографування, практика створення окремих екологічних карт, їх серій та фундаментальних комплексних атласів, весь комплекс традиційних методів створення та використання карт і геоінформаційних технологій являють собою основу, на якій базується дисертаційна робота.

Аналіз сучасних ГІС переконує в необхідності спільного використання інформаційних та модельних властивостей карт. Це сприяє поєднанню теоретичних концепцій — геоінформатики та картографії. В екогеоінформаційній концепції є змога інтегрувати найбільш ефективні методи картографічного моделювання, реалізувати модельно-пізнавальну, комунікативну та мовну функції картографічних моделей.

Дисертація виконувалася на основі проаналізованих загальнотеоретичних та методологічних положень картографічної та географічної наук, що викладені у працях відомих вчених: О.М.Берлянта, О.С.Васмута, М.А.Глазовської, Г.А.Ісаченко, А.П.Золовського, Г.О.Пархоменко, Б.Б.Полинова, О.І.Перельмана, Л.Г.Руденка, К.О.Саліщева.

Основну довідково-інформаційну базу дослідження становили текстові, картографічні та статистичні джерела, що є у фондах Національної бібліотеки України ім.В.І.Вернадського НАН України, Державної медичної наукової бібліотеки, Наукового центру радіаційної медицини Академії медичних наук України. Експериментально-практичні роботи виконувалися за матеріалами польових досліджень і виробничих звітів Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України, Державного геологічного підприємства "Кіровгеологія", Московської дослідно-методичної геохімічної експедиції. Електронні карти були створені на технічній базі ЗАТ “Інститут передових технологій” із залученням банку даних ІПТ та Укргеодезкартографії.

Основні положення, що виносяться на захист:

1. Сучасні геоінформаційні технології значно підвищують ефективність картографічного методу досліджень компонентів природи та еколого-географічних ситуацій, сприяють раціональному опрацюванню заходів з охорони і відтворення природних ресурсів в оперативному режимі.

2. Теоретико-методичні положення створення проблемно-орієнтованої ГІС, основними з яких є методи створення моделей електронних екологічних карт на базі цифрових моделей

ґрунтів та рельєфу, електронної бази даних екологічного напряму відкритого доступу, з можливостями моделювання еколого-географічної ситуації. Це дозволяє здійснювати аналіз екологічного стану ґрунтів в інтерактивному режимі, що реалізується в рамках автоматизованої картографо-інформаційної системи "Еколого-географічний стан ґрунтів Київської області".

3. Методика підготовки та переведення електронних екологічних моделей у видавничі оригінали карт. Вона дозволяє змоделювати стан забруднення компонентів природи, маніпулювати різними показниками і створювати електронні карти, які після опрацювання у пакетах векторної та растрової графіки продукуються у видавничі оригінали карт для отримання їх друкованих версій.

Наукова новизна одержаних результатів. На базі узагальнення теоретичних та експериментальних розробок, виконаних різними авторами у численних еколого-географічних дослідженнях, та шляхом здійснення власних наукових пошуків розроблено теоретико-методичні основи й побудовано структурно-графічні моделі створення проблемно-орієнтованої ГІС. Побудовані автором електронні екологічні моделі покладено в основу діючої автоматизованої картографо-інформаційної системи (АКІС), призначеної для аналізу еколого-географічного стану ґрунтів. АКІС Київської області є новим технологічним комплексом, що дозволяє оперативно аналізувати та моделювати екологічну ситуацію в інтерактивному режимі.

Розроблено нову методику та обґрунтовано принципи формування інформаційної бази даних для роботи автоматизованої картографо-інформаційної системи, означено вимоги до джерел інформації, що становлять основу функціонування цієї системи.

Визначено компоненти екологічної геоінформаційної системи, на базі якої створено серію еколого-географічних карт Київської області в електронному вигляді. Згідно з існуючими вимогами до якості друкованих картографічних творів запропоновано нову методику підготовки електронних екологічних моделей до друку.

Практичне значення результатів досліджень. У дисертаційній роботі викладено положення з теорії, методів та результатів практичного використання ГІС-технологій для автоматизованого еколого-географічного картографування ґрунтів.

Теоретичні положення створення проблемно-орієнтованої ГІС практично реалізовано автором в автоматизованій картографо-інформаційній системі (АКІС). Це має практичне значення для виконання аналогічних робіт з метою побудови АКІС будь-якої проблемної орієнтації (соціологічних, економічних та інших видів суспільно-географічних досліджень). Рекомендації можуть бути корисні іншим розробникам АКІС.

Діюча АКІС, створена автором для дослідження екологічного стану ґрунтів Київської області, має методичне значення як модель-зразок у практичній побудові не лише аналогічних

систем, що працюють на комп'ютерній базі, а й у позакартографічних сферах. Створена за допомогою даної АКІС серія екологічних карт стану ґрунтів Київської області є практично картографічним відображенням реальних знань про сучасну природу території.

Практична реалізація наукових розробок. Розроблена та апробована (на фактичному матеріалі еколого-геохімічних досліджень відділу пошукової та екологічної геохімії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України) методика й технологія автоматизованої картографо-інформаційної системи Київської області використані у проектах Комітету України з питань геології та використання надр: "Розробка методичних тимчасових положень з еколого-геохімічного середньомасштабного картографування території України (1997-1999рр.)" (номер д.р.0197U0006729); "Вивчення природного і техногенного аномального та фонового вмісту токсичних елементів в різних еколого-геохімічних ландшафтах України" (номер д.р.0199U0119213) багаторічної науково-технічної програми Міністерства у справах науки і технологій — (02.01) "Охорона та оновлення земельних ресурсів України" (1992-2000 рр.). Основні положення роботи апробовано в різних тематичних проектах ЗАТ "Інститут передових технологій" (м. Київ).

Результати досліджень знайшли відображення: у заключному звіті науково-дослідної лабораторії геодезії, картографії та фотограмметрії географічного факультету Київського університету імені Тараса Шевченка "Геоінформаційне забезпечення і розробка карт для вищої школи" (1994-1996 рр.), звіті науково-виробничої фірми "Радіаційні обстеження та ситуаційний аналіз" ("РОСА") — "Вивчення закономірностей формування доз опромінення населення при різних шляхах впливу" (номер д.р.0196U021756).

Особистий внесок автора роботи. В результаті виконаних дослідницьких робіт сформульовано та обґрунтовано основні науково-методичні положення створення проблемно-орієнтованої ГІС. Автором розроблено методику побудови екологічних моделей з організацією електронної бази даних, необхідної для екологічних досліджень, та апробовано технологічну схему картографічного дослідження екологічного стану території. Зокрема, визначено і сформульовано науково-методичні положення щодо використання сучасних комп'ютерних технологій у еколого-географічних дослідженнях. Основні роботи виконано автором на базі настільної ГІС ArcView 3.1 з модулями розширення Spatial Analist, Network Analist, 3DAnalist. Створено серію електронних екологічних карт та цифрових моделей. Розроблено методику підготовки електронних екологічних карт до видання засобами різних за призначенням програмних продуктів.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертації доповідалися та були опубліковані у матеріалах: VII з'їзду Українського географічного товариства (Київ, 1995 р.); Наукової конференції Київського національного університету імені Тараса Шевченка до

90-річчя проф.П.К.Заморія (Київ, 1996 р.); І Міжнародної науково-практичної конференції "Картографія та вища школа" (Київ, 1996 р.); ІІІ Міжнародного науково-методичного семінару "Посилення практичної підготовки студентів-географів з топографії і картографії та координації і результативності досліджень з географічної картографії на картографічних кафедрах державних університетів" (Харків, 1997 р.); ІІ Міжнародної конференції "Картографія та вища школа" в рамках VIII з'їзду Українського географічного товариства (Київ, 1998 р.); Третьої, Четвертої та П'ятої Всеукраїнських конференцій з геоінформаційних технологій: "Теорія, технологія, впровадження ГІС", "ГІС-форум" (Київ, 1997, 1998 та 1999 рр.); щорічних наукових конференцій студентів та аспірантів Київського університету імені Тараса Шевченка (Київ, 1996, 1997, 1998 рр.); Семінару користувачів геоінформаційних технологій ESRI: "ГІС для міських адміністрацій" (Львів, 1999 р.); Ялтинського Симпозіуму 1999 р.: Українські геозв'язки: Геоматика для 21-го століття (Ялта, 1999 р.); Міжнародної науково-практичної конференції "Геоінформаційні технології сьогодні" (Львів, 1999 р.) тощо.

Публікації. Результати дисертаційних досліджень опубліковано в 9-х статтях у наукових журналах та збірниках наукових праць загальним обсягом 3,3 др.арк., п'ять з них — самостійно (2,2 др.арк.); восьми збірниках тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. Вона викладена на 199 сторінках, з яких 60 сторінок це 38 рисунків та 19 таблиць. У додатку подано таблиці та CD-диск. Перелік використаних джерел налічує 119 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

ЕКОЛОГІЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА СУЧАСНІ ЕКОГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Екологічне картографування в Україні проходить своє становлення. Вишукуються нові шляхи створення картографічних творів екологічної тематики. Значний попит на еколого-картографічну продукцію обумовлений необхідністю постійного аналізу екологічного стану та прогнозування кризових ситуацій на територіях різного рівня. Висока інформативність, наочність та доступність картографічних матеріалів робить їх вкрай важливим джерелом для прийняття оперативних рішень з питань контролю та поліпшення екологічного стану територій. Про велику увагу до екологічного картографування свідчить значна кількість публікацій у наукових виданнях та періодичній пресі, тематичних збірниках, а також підготовка й видання різних друкованих, електронних та рукописних карт.

Еколого-географічні пошуки з вивчення стану території, почалися ще на початку 20-х років XX ст. Наступні 40 років екологічна концепція базувалася на принципі "географія як екологія людини". Російські вчені (такі як В.Б.Сочава) на початку 70-х років почали орієнтуватися на міждисциплінарний підхід до екології. У сучасній географічній літературі екологія розглядається як наука, що вивчає елементи та зв’язки у системі: "середовище — людина — суспільство". В Україні перші публікації з картографічного забезпечення наукових досліджень екологічного напряму з'явилися у 70-х роках (Золовський А.П., Маркова О.Е., Пархоменко Г.О., Руденко Л.Г.) як результати робіт Відділення географії ІГФ АН України. Їх автори вважають, що еколого-географічне картографування певною мірою витікає з картографування процесів охорони природи та природокористування і зараз сформувалося як новий розділ тематичного картографування. Його метою стає моделювання процесів та явищ, що виникають при взаємодії суспільства і природи.

Як і будь-який науковий напрям на початку розвитку, екологічне картографування відзначається значним різноманіттям теоретичних пошуків, пріоритетів, способів аналізу інформації та поглядів на об'єкти досліджень. Все це позначається на змісті екологічних карт. Проте, можна визначити кілька основних груп концепцій екологічного картографування. Перша з них виходить з ідей класичної екології — біологічної науки про взаємодію живих організмів з середовищем їх існування (В.Б.Сочава). В основу другої групи концепцій покладено постулат, що екологія еволюціонувала від біоцентризму до антропо- та демоцентризму. Антропоцентристські та демоцентристські концепції екологічного картографування суттєво відрізняються за пріоритетними категоріями й акцентами в процесі розгляду суб'єктно-об'єктних відношень у системі “Суспільство — Природа”. Об'єктами картографування при цьому виступають як екологічні ситуації та проблеми, так і еколого-господарські системи. Загальним для всіх концепцій є наголос на аналізі та відображенні явищ, взаємовідносин та зв’язків у системі “Суспільство — Природа”.

Екологічне картографування все частіше спирається на сучасні географічні інформаційні системи, що забезпечує створення оперативних екологічних карт. Оперативність полягає у створенні та використанні карт в реальному або близькому до реального часу з метою швидкого (тобто своєчасного) інформування користувача, щоб він мав змогу вплинути на хід процесу.

У реалізації геоінформаційних проектів усе частіше використовуються досить потужні та багатофункціональні програмні засоби. Значні зміни у ситуації з програмним забезпеченням ГІС пов'язані з двома обставинами: широким проникненням на ринок закордонних комерційних програмних засобів та розвитком вітчизняних програмних засобів. Серед іноземних комерційних програмних засобів ГІС в Україні найбільшого поширення набули: ArcInfo,

ArcView (Environmental System Research Inst. Inc. USA), Terrasoft (Digital Resource System, Canada), UDRISI (Clark Univ., USA), MapInfo (MapInfo Inc. USA), EPPL7 (Minnesota State Planning Agency, USA). Вітчизняні програмні продукти (впроваджені в Києві) представлені фірмою “ВІЗІКОМ” — інформаційна система ГІС "ВІЗІКОМ-КИЇВ", ВАТ "Геобіономіка" — ГІС "ОКО" тощо.

Узагальнення досвіду екологічного картографування дозволило обґрунтувати шляхи та методи подальшого дослідження цього напряму з опорою на досягнення в галузі геоінформаційних технологій та з врахуванням потреб практики.

НАУКОВО- МЕТОДИЧНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

Взаємодія Суспільства і Природи — це сфера, де схрещуються інтереси багатьох наук. Завдання гармонізації цієї взаємодії потребує розгляду природи Землі і людського суспільства як єдиної системи, якій притаманна особлива властивість — просторової організованості, що вивчається саме географічними науками. Географія і картографія систематично розробляли і узагальнювали матеріали щодо стану природного середовища, природних ресурсів, населення і господарства. В результаті розроблено картографічні твори різних масштабів, територіального охоплення і призначення. Ускладнення і загострення відносин між Суспільством і Природою викликали інтенсивний процес екологізації багатьох напрямів науки і практики, застосування в дослідженнях екологічного підходу. Екологічний підхід — це загальнонауковий пізнавальний прийом, що застосовується в конкретних наукових дослідженнях для визначення екостанів досліджуваних об'єктів, вивчення екоситуацій у навколишньому середовищі, коли вивчається певний екологічний об'єкт. Властива географії і картографії комплексність і одночасно конкретність у поєднанні з різним спрямуванням і використанням екологічної і системної методології визначили важливу роль цих наук у дослідженні актуальних проблем сучасності. Успішна екологізація географії відбивається у її фундаментальному і прикладному напрямах на міждисциплінарному екологічному фронті. Географія дедалі ширше взаємодіє з екологією. Виділяючи і вивчаючи певну геосистему з позиції системної методології, необхідно визначити зв'язки й відношення між окремими компонентами. В геосистемі в процесі її вивчення мають бути виділені зв'язки між біотичними та абіотичними компонентами, тобто екологічні зв’язки. Саме в цьому полягає спільність і основна сфера поєднання екологічних і географічних досліджень.

Аналіз існуючих класифікацій екологічних карт дозволяє визначити основні принципи їх типізації. Карти поділяють:

– за характером подання інформації та рівнем її аналізу на констатуючі (інвентаризаційні), оціночні, прогнозні, прогнозно-рекомендаційні (оптимізаційні);

– за призначенням та часовою періодичністю характеристик, що аналізуються на базові, оперативні карти та карти експрес-інформації;

– за призначенням для певної категорії користувачів на науково-пошукові, виробничі та довідкові карти;

– за повнотою охоплення зв'язків та відношень у системах “Суспільство - Природа” — на галузеві та комплексні екологічні карти.

Темпи створення екологічних карт зараз випереджають ступінь вивченості процесів та наслідків антропогенного впливу на природне середовище. Тому зміст більшості карт має констатуючий характер і залежить від державної та відомчої статистики. Для більш енергійного розвитку екологічного картографування вкрай необхідними є фундаментальні дослідження довгострокових процесів у геокомплексах, їх стійкості до різних впливів тощо. Особливого значення для комплексного екологічного картографування набуває питання створення геоінформаційної бази, яка б забезпечувала усі етапи й напрями вивчення та картографічного висвітлення екологічних проблем та ситуацій, створення електронних карт екологічного стану різних об’єктів для роботи в інтерактивному режимі.

Прослідкувати та оцінити екологічні ситуації можна тільки за допомогою добре налагодженої системи моніторингу та створення постійних “чергувальних” карт або системи постійно оновлюваних (моніторингових) екологічних карт.

ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Екологічні проблеми потребують багатоаспектних досліджень. Один із напрямів екологічних досліджень — еколого-геохімічне дослідження природного середовища. Важливим є дослідження стану ґрунтів, які є чутливим і дуже інформативним індикатором стану природи в умовах різного антропогенного навантаження на екосистеми. Під час вивчення забрудненості ґрунтів регіону насамперед проводиться аналіз фізико-географічних та ландшафтно-геохімічних його властивостей, які мають значний вплив на розподіл, акумуляцію та міграцію забруднюючих речовин у ґрунті.

Карти полів забруднення ґрунтів відображають результати польових та лабораторних досліджень. Їх аналіз дає змогу зробити такі узагальнення щодо екологічного стану території Києва та області:

1. Забруднення ґрунтів значною мірою визначається територіальною концентрацією промислових підприємств - головних джерел забруднення.

2. Рівень забрудненості залежить від стійкості ґрунтів до впливу шкідливих елементів та здатності їх до самоочищення (у Києві: в правобережній частині глинисті та суглинисті породи визначають більш високий ступінь забруднення; у лівобережній частині піщані породи — менший).

3. Одним із чинників, що спричиняє підвищений рівень забруднення правобережної частини міста, є тривалий час її експлуатації. Правобережжя Києва — історичний осередок, у межах якого виникали та розвивалися перші промислові підприємства.

4. У великому промисловому місті форма ареалів забруднення ґрунтів найбільше залежить від потужності джерел забруднення і менше — від рельєфу, геоморфологічних умов місцевості та переважаючого напрямку вітру.

За техногенним навантаженням Київська область значно відрізняється від м.Києва: у ній відсутні осередки значної концентрації промислових підприємств. Головними джерелами забруднення ґрунтів є промислові підприємства, які зосереджені у містах, транспортні автомагістралі, а також сільське господарство, де широко застосовується внесення мінеральних добрив та обробка рослин різноманітними отрутохімікатами. Значна частина області вкрита лісом, що є природним кордоном поширення інгредієнтів, які забруднюють ґрунти. На більшості територій, що мають лісовий покрив вміст у ґрунті елементів-забруднювачів не перевищує фонові концентрації. Слабке забруднення ґрунтів спостерігається на відкритих територіях. У місцях розміщення населених пунктів, залізниць, автомагістралей забруднення ґрунтів збільшується.

За результатами проведеного еколого-геохімічного дослідження сільськогосподарських земель Київської області були побудовані екологічні моноелементні моделі розподілу рухомих та валових форм мікроелементів. Для побудови моделей сумарного вмісту рухомих форм міді, цинку, кобальту та нікелю було використано дані ІГМРУ НАН України про фоновий вміст мікроелементів в основних типах ґрунтів. Виявлені аномалії (Обухівський, Білоцерківський, Бородянський, Броварський, Вишгородський райони) з підвищеним вмістом мікроелементів, що перевищують природний фон у декілька разів, пов’язані з впливом викидів окремих промислових підприємств області. Проведені дослідження просторової структури системи джерел забруднення розкривають закономірності розподілу мікроелементів у ґрунтах регіону, які визначаються природними і техногенними чинниками. Отриманий фактичний матеріал став інформативною базою для розробки серії електронних еколого-географічних карт у структурі картографо-інформаційної системи Київської області.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ КАРТОГРАФО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Автоматизована картографо-інформаційна система — це науково-технічний комплекс, який містить електронну базу даних (загальногеографічного і тематичного змісту), що має канали постійного оновлення інформації, базові електронні карти, комплект спеціалізованого програмного забезпечення, який дозволяє оперативно розробляти картографічні моделі, створювати таблиці, графіки, профілі тощо.

Робота над створенням автоматизованої картографо-інформаційної системи екологічного стану ґрунтів Київської області проводилась за сприяння Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України в ЗАТ "Інститут передових технологій". Для роботи було залучено ланку програмних продуктів, базовою стала настільна ГІС ArcView 3.1 з модулями розширення Spatial Analist, Network Analist та 3D Analist, яка має зручні для обміну даних електронні таблиці, математичний апарат, що дозволяє моделювати поверхні, та технічні можливості конвертації електронних карт до інших програмних продуктів.

Функціонування системи забезпечили такі роботи:

– збирання, упорядкування, аналіз та оновлення різнорідних та різнопланових даних;

– формування геоінформаційної бази цих даних (рис. 1.);

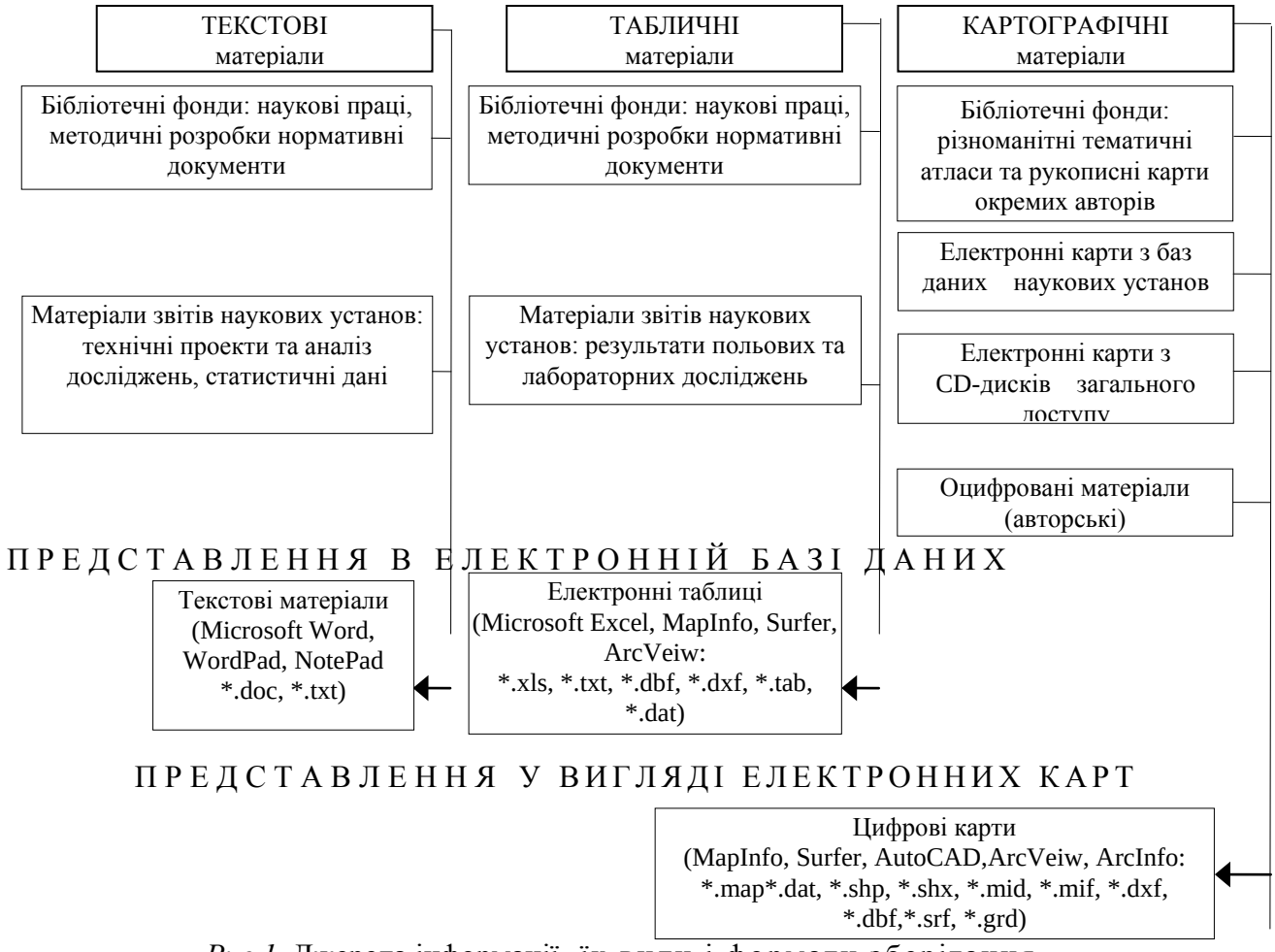

Рис.1. Джерела інформації, їх види і формати зберігання.

– розробка, редагування та оновлення картографічного цифрового матеріалу і тематичного навантаження;

– моделювання розвитку різних природних та техногенних процесів, оперативне інформування користувачів системи про екологічний стан території.

Розробка спеціального змісту тематичних карт, зокрема еколого-географічних, є головним етапом картографічних робіт, що спирається на методологію картографічного моделювання, а специфіка програмного забезпечення вносить у роботу свої корективи.

Аналіз традиційних способів зображення, поставлені у роботі завдання та технічні можливості підготовленої АКІС визначили основні способи зображень об'єктів, що відповідають характеру їх просторового прояву, локалізації, поєднанню та взаємозв'язкам. Після проведеної роботи над змістом електронних еколого-географічних карт було підготовлено базову "топографічну" основу, визначено базові елементи карт та способи їх зображення засобами Legend Type програми ArcView (представлення у вигляді точкової, лінійної або полігональної теми). Вибрано способи зображення, найбільш близькі до традиційного представлення картографічної інформації: кольорова шкала (Graduated Color) - *спосіб якісного фону* (карта ґрунтового покриву); локалізована діаграма (Chart) - *локалізовані діаграми* (місця відбору та вміст речовин у пробах ґрунту). Для збільшення інформативності додано шкалу абсолютної неперервної масштабності з відображенням співвідношення вмісту важких металів та кількісної характеристики їх сумарного вмісту; унікальні значення (Unique Value) і градуйований символ Graduated Symbol) - *точковий спосіб* (для аналізу просторової концентрації явища — щільності забруднення — способом вагових точок); *спосіб ізоліній* (відображення форм просторової якісної та кількісної неоднорідності поля розповсюдження мікроелементів), *ареали* (30-кілометрова зона відчуження). Залучення модуля Spatial Analist до ArcView дало можливість використати функції просторового моделювання та аналізу. Побудовано цифрові моделі поверхні забруднення ґрунтів, тривимірні моделі; створено карти щільності точкових об'єктів (промислових підприємств); розраховано буферні зони за відстанями (розповсюдження шкідливих елементів при аваріях); використано можливості побудови ізоліній; побудовано профілі за цифровою моделлю рельєфу тощо. Робота з АКІС в режимі "діалогу" дозволяє в разі необхідності моделювати екоситуацію в реальному часі.

Підготовка складних за змістом карт обумовила *сумісне застосування різних способів зображення*. Для відображення сумарного забруднення ґрунтів та типів ґрунтового покриву було використано кольорову ступінчасту шкалу пошарового забарвлення та спосіб якісного фону. При цьому ступінчаста шкала має вигляд різнотонного забарвлення, а якісний фон — вигляд прозорої штриховки. Цей прийом дозволяє наочно відобразити взаємозв'язок між

розподілом елементів (мікроелементів) та ґрунтовим покривом. Для більшої інформативності під час створення карт вмісту важких металів (у порівнянні з фоновими показниками) було використано принцип абстрактного рельєфу — двокольорова ступінчаста шкала (“холодні” кольори — показники, нижчі від фонових, “теплі кольори” — показники, вищі від фонових, додаткова прозора штриховка на кольоровій шкалі —показники, вищі від гранично допустимих концентрацій). Для посилення ефектів прояву явищ, зображених на карті, були використані також різні графічні способи, придатні для аналізу карт: побудова різноманітних профілів, графіків, діаграм, блок-діаграм тощо.

По закінченню основних робіт над розробкою серії електронних моделей екологічних карт (у рамках завдань картографічної екологічної системи) постало питання про підготовку комп'ютерного картографічного матеріалу та електронних карт до видання. Оскільки електронні карти певною мірою не відповідають редакторським вимогам до видавничого оригіналу карт, потрібно було вирішити наявні технічні проблеми. В межах ГІС продуктів майже неможливо витримати всі вимоги до видавничого оригіналу, тому фрагменти готових електронних карт слід конвертувати у більш гнучкі до графічних робіт програмні продукти (програм векторної та растрової графіки) для наступної обробки. Підготовлено методику переведення електронних екологічних моделей у видавничі оригінали карт, яка дозволяє моделювати стан забруднення компонентів природи, маніпулювати різними показниками, створювати електронні карти та поєднувати їх з уже підготовленою картографічною основою. Отримані картографічні матеріали продукуються у видавничі оригінали карт для отримання їх друкованих версій.

ВИСНОВКИ

У процесі екологічного дослідження для збирання, зберігання та обробки значних обсягів різнопланової інформації про стан навколишнього середовища застосовуються новітня електронна техніка та геоінформаційні технології. Дослідження набувають ефективності, результативності й оперативності завдяки реалізації можливостей сучасних геоінформаційних систем, які забезпечують інтенсивний інформаційний обмін з постійним поповненням даними, зіставлення нових даних з раніше накопиченими і синтезованими, побудову багатошарових та різнорівневих моделей цифрових карт.

Аналіз сучасного рівня картографічного забезпечення екологічних досліджень підтверджує необхідність пошуку нових шляхів розвитку наукових та практичних розробок. Геоінформацію, що міститься в екологічних картах, цифрові дані, які відображені у відповідних легендах, необхідно готувати для використання в електронному вигляді. Застосування сучасних

програмних засобів для моделювання екологічних ситуацій досить складне, проте перспективність цих робіт для експертних та інших методів оцінки і прогнозування не викликає сумніву.

Під час проведення дисертаційних досліджень визначились і сформувалися певні методичні положення:

Вивчення та аналіз досвіду картографічного моделювання у сфері екологічних, насамперед еколого-географічних, досліджень за сучасними технологіями в Україні і в світі в цілому дали змогу визначити пріоритетні напрямки в галузях загальної, глобальної екології; екології людини та охорони природи. До наявних надбань науки з теоретичного обґрунтування побудови геоінформаційних систем слід долучити розробку методології ГІС-картографування.

Особливості структури геоінформаційної бази даних визначили методику першого етапу опрацювання (класифікація, збирання, упорядкування, періодичне оновлення та аналіз) різних за формою та змістом даних. Другий етап обробки інформації забезпечено методикою наповнення електронної бази даних (текстової, семантичної, табличної та графічної); нею передбачено розміщення просторової та атрибутивної інформації, що необхідна для побудови електронних карт та їх аналізу. У ГІС-технологію картографічного моделювання введено ланки, які забезпечують єдність всієї АКІС та узгодження карт методом операцій з інформаційними шарами, на основі урахування взаємозв'язків явищ, що підлягають картографуванню. Такими ланками стали єдині географічні основи, елементи змісту базових тематичних карт, визначеність даних у часі тощо.

3. Створено технологічну схему автоматизованої картографо-інформаційної системи для екологічних досліджень (див. рис.2) і створено картографічну модель для визначення та відображення можливих зон накопичення забруднюючих елементів та їх сполук у вигляді серії електронних екологічних карт, в якій виділено: базові — фізична (з ЦМР) і адміністративна (з БД) карти та карта ґрунтів; спеціалізовану серію суто екологічних карт — вмісту важких металів у ґрунтах (Zn, Co, Ni, Cu — різних їх форм), сумарного забруднення важкими металами, вмісту радіоактивних речовин у ґрунтах (Sr, Cs), процентного співвідношення вмісту важких металів тощо; серію карт техногенного навантаження — локалізації територіальної концентрації промислових підприємств, густоти автомобільної мережі (буферні зони); карти для аналізу гостроти екологічної ситуації: карти реципієнтів забруднення ґрунтів (густота населення, соціальний стан тощо). Побудовано цифрову модель рельєфу для інтерполяції ізоліній, розрахунку кутів нахилу, моделювання експозиції схилів, побудови профілів тощо. Апробація методики на прикладі еколого-географічних досліджень ґрунтів Київської області дала змогу визначити методом картографічного моделювання поширення зон найбільшого ризику для здоров' я населення і тварин унаслідок значного забруднення ґрунтів.

Функціонування АКІС забезпечується послідовним підключенням окремих модулів системи (див. рис 3).

4. Проведено аналіз різноманітних програмних продуктів, зокрема програм, перелічених на рис.2, оцінено їх придатність до опрацювання матеріалів та наступного подання результатів еколого-географічних досліджень. Обґрунтовано пропозиції щодо оптимізації їх використання у ГІС-картографуванні (Рис.3) : робота з ГІС продуктами ArcInfo, ArcView 3.1 (Spatial Analist, Network Analist, 3D Analist) та AutoCAD MAP більш раціональна, ніж залучення MapInfo та Surfer .

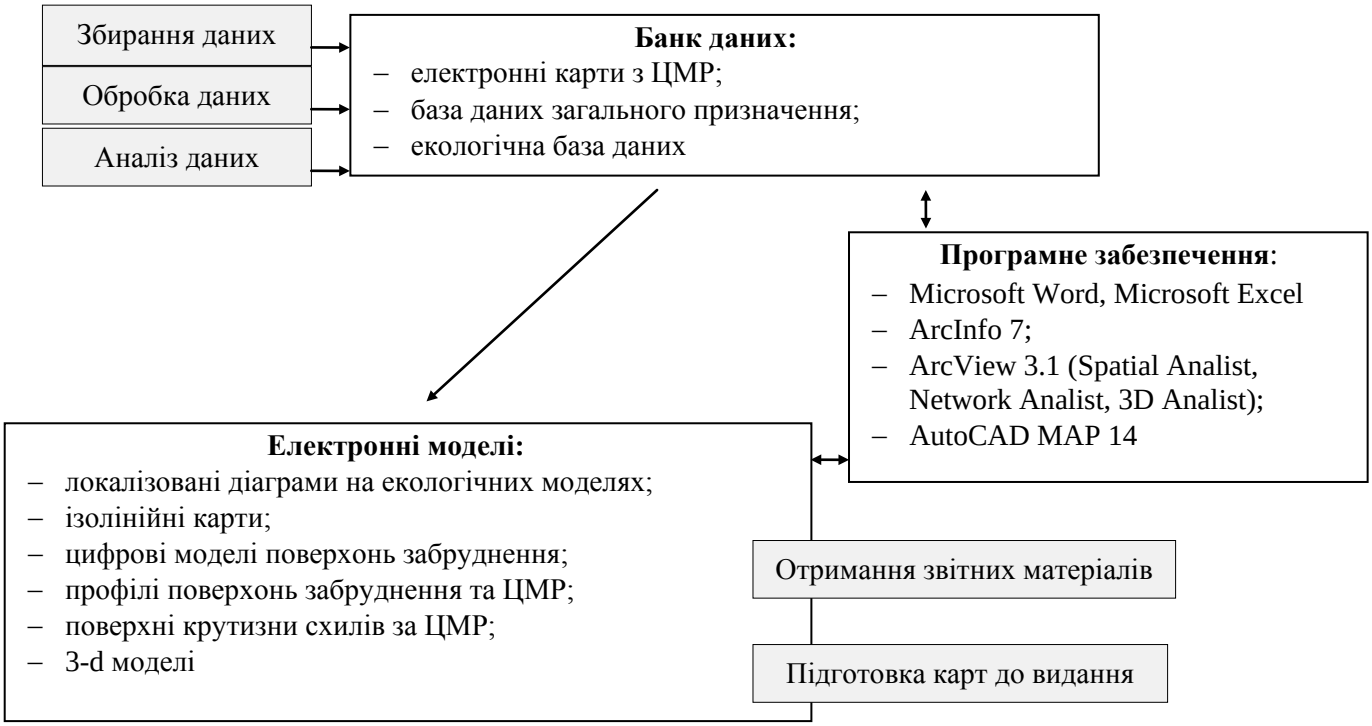

Рис.2. Технологічна схема автоматизованої картографо-інформаційної системи.

Застосування сучасних комп'ютерних технологій, у першу чергу ГІС, дало змогу опрацювати велику кількість різнопланової інформації як стосовно експериментального об’єкта, так і суто технічних питань картографічного моделювання. Створена практично АКІС є еколого-географічним інформаційним комплексом з широкими можливостями для екологічних досліджень та картографічного моделювання. Ця система дає змогу в інтерактивному режимі працювати з картою, робити запити до бази даних з проведенням різних обчислень, візуалізувати одночасно декілька показників на карті, застосовуючи при цьому різні способи їх зображення, отримувати електронну карту (з ЦМР, електронними таблицями, графіками, що її супроводжують)(див. рис.4.). Практично всі роботи виконано на комп'ютерах типу IBM PC Pentium 500 на платформах WINDOWS 95 та NT Work Group 4.0.

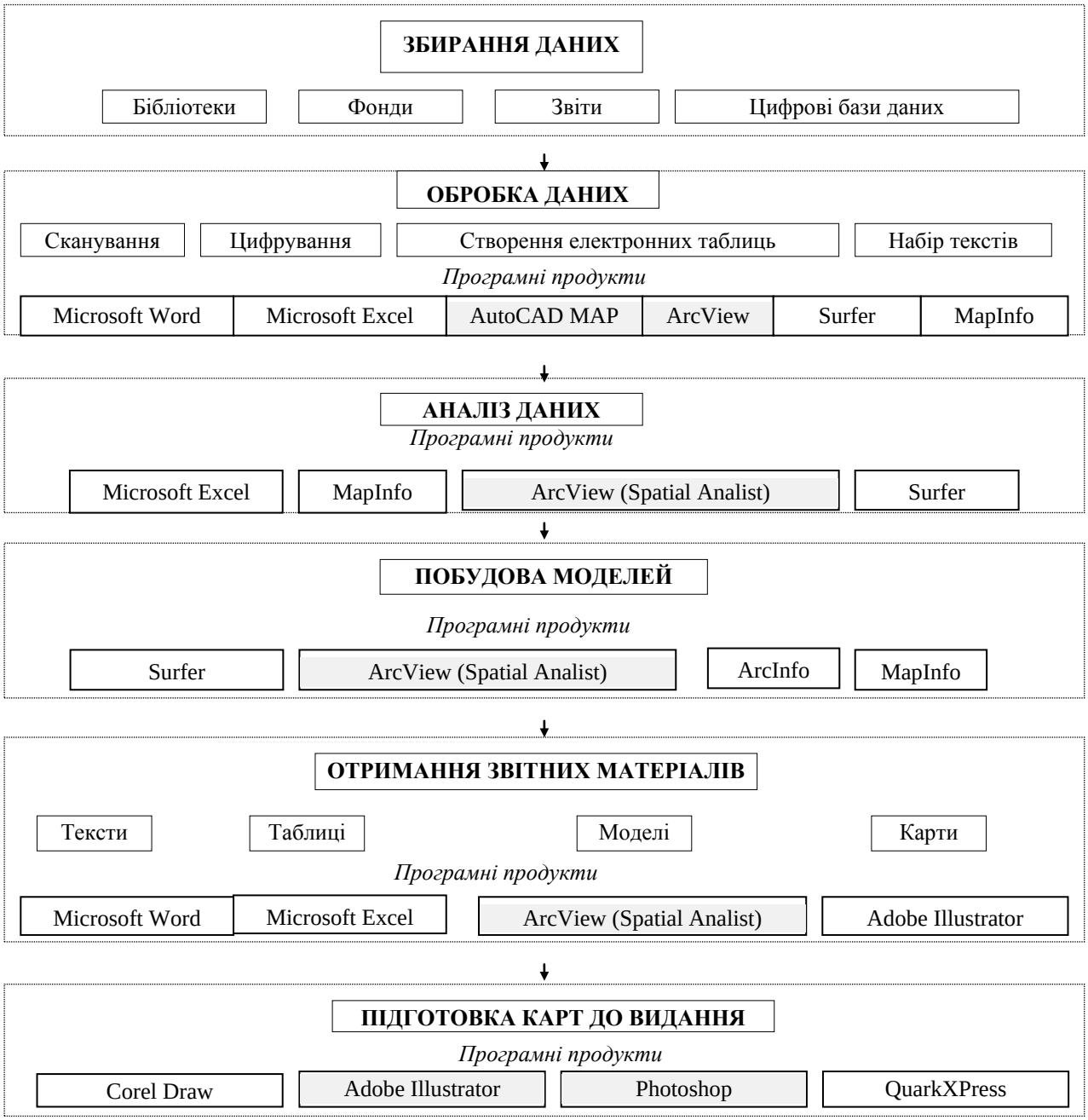

Рис 3. Структурно-графічна модель функціональних модулів АКІС екологічного стану Київської області та її базові програмні продукти (*зафарбовані*)

Створення електронних екологічних карт не замінює традиційні карти, а є доповненням до загального процесу картографічного дослідження, що розширює можливості аналізу зв'язків між явищами та процесами. Під час роботи з комп'ютером є змога на високому рівні моделювати і прогнозувати екологічну ситуацію. Основними результатами дисертаційного дослідження є науково-методичне обґрунтування процесу наукового пізнання, здійсненого на основі картографічного моделювання за технологічною схемою створення

проблемно-орієнтованої ГІС; реалізація її в автоматизованій картографо-інформаційній системі; апробація її на прикладі еколого-географічного дослідження стану ґрунтів Київської області.

Аналіз фактичного матеріалу, який характеризує просторово-часову мінливість забрудненості ґрунтів, показує, що найповніша оцінка екологічного стану території досягається завдяки АКІС, яка дає змогу залучити всю інформацію загалом, забезпечуючи умови для найбільш оптимального вирішення актуальних проблем. Роботу виконано із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій, які дали змогу опрацювати велику кількість різнопланової інформації та організувати її у вигляді єдиної автоматизованої картографо-інформаційної системи. Ця система надає картографічному моделюванню широкі можливості дослідження не лише екологічних, а й інших проблем, об'єктів, явищ, процесів.

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Журнали:

Теоретичні аспекти створення ґрунтово-геохімічних карт // Вісник геодезії та картографії. -1996. -№1(5). - С. 76-81.

Геоекологічна орієнтація сучасної тематичної картографії // Вісник геодезії та картографії. -1999. -№1(12). - С. 39-41.

Науково-методичні основи створення картографічної інформаційної системи для еколого-геохімічних досліджень ґрунтів // Укр.геогр.журнал. - 1999. -№2. - С. 19-26.

Нові риси сучасного картографічного виробництва// Вісник геодезії та картографії. -1999. -№2(13). - С. 58-59.

Підготовка до видання географічних карт з використанням ГІС-технологій // Вісник Книжкової палати. -1997. -№11. - С. 23.

Эколого-геохимическое картирование по подвижным формам химических элементов // Минералогический журнал. -1998. -Т.20. -№5. - С.62-71(співавтори Жовінський Е.Я., Кураєва І.В., Шурпач Н.А.).

Збірники наукових праць:

Застосування сучасних комп'ютерних технологій при створенні тематичних карт і у практичних роботах студентів-картографів // Картографія та вища школа: Зб.наук.праць. - К., 1996. - С.72-75.

Створення картографічної інформаційної системи для екологічних досліджень ґрунтів засобами ГІС // Картографія та вища школа: Зб.наук.праць. - К., 1998. - С. 84-86.

Підготовка до видання географічних карт з використанням ГІС-технологій // Картографія та вища школа: Зб.наук.праць. - К., 1998. - С.25-27 (співавтор Городецький Е.М.).

Тези доповідей:

Автоматизація створення карт вмісту важких металів у ґрунтах // Тези доп. VII з'їзду Українського географічного товариства (Київ, 30 трав. -1 черв. 1995 р.) -К. 1995. - С. 344-346 (співавтори Жовінський Е.Я., Кураєва І.В., Федорищак Р.П.).

Геохімічне картографування забрудненості важкими металами антропогенових відкладів // Тези доп. наук. конф. до 90-річчя проф.П.К.Заморія: Сучасний стан та перспективи розвитку геоморфології, неотектоніки, геології та палеогеографії антропогену України (Київ, 28 бер. 1996 р.) - К., 1996. - С. 53-54 (співавтори Жовінський Е.Я., Кураєва І.В., Федорищак Р.П.).

Наукове забезпечення ГІС-підготовки фахівців картографів // Матер. III Міжнар. наук.-метод. семінару (Харків, 7-11 лип. 1997 р.) - Харків, 1997. - С. 5-6 (співавтори Барановський І.В., Бондаренко Е.Л., Молочко А.М., Яценко О.Ю.).

Автоматизована картографічно-інформаційна система (АКІС) для екологічних досліджень (на прикладі ґрунтів Київської області) // Тези доп. IV Всеукр. конф. з геоінформ. технологій: Теорія, технологія, впровадження ГІС / ГІС-форум (Київ, 12-16 лист. 1998 р.) - К., 1998. - С. 158-160.

Моделювання екоситуацій від регіонального до муніципального рівнів // Тези доп. Ялтинського симпоз. 1999: Українські геозв'язки: Геоматика для 21-го століття / (Ялта, Крим, 12-14 трав. 1999) - С. 47-48 .

Геоінформаційні технології та підготовка до видання географічних карт та атласів // Тези доп. Міжн. Наук.-практ. Конф.: Геоінформаційні технології сьогодні / (Львів, 7-9 червн. 1999 р.) - Львів, 1999. - С. 2.

Даценко Л.М. Картографічне моделювання на базі ГІС-технологій в екологічних дослідженнях ґрунтів. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.12 - географічна картографія. - Інститут географії НАН України, Київ, 2000.

Дисертацію присвячено питанням розробки теоретико-методичних основ еколого-географічного картографування з використанням сучасних технічних засобів та ГІС-технологій (на прикладі Київської області), створення автоматизованої картографічної інформаційної системи з можливістю картографічного відображення екологічної ситуації. Під час проведення дослідження розроблено методику класифікації, збирання, упорядкування, періодичного оновлення та аналізу різнорідних за формою та змістом даних у відповідності до створеної структури формування геоінформаційної бази даних. Розроблено методику створення

технологічної схеми автоматизованої картографо-інформаційної системи для екологічних досліджень та виконано її апробацію на прикладі еколого-географічних досліджень ґрунтів Київської області. В результаті картографічного модельного експерименту розроблено карти поширення зон найбільшого ризику та можливих зон накопичення забруднюючих елементів та їх сполук в електронній та друкованій версіях.

Ключові слова: картографічне моделювання в екологічних дослідженнях, екологічна ГІС, база даних, електронні карти, забруднення ґрунтів.

Даценко Л.М. Картографическое моделирование на базе ГИС-технологий в экологических исследованиях почв. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.12 - географическая картография. - Институт географии НАН Украины, Киев, 2000.

Диссертация посвящена вопросам разработки теоретико-методических основ эколого-географического картографирования с использованием современных технических средств и ГИС-технологий (на примере Киевской области), создания автоматизированной картографической информационной системы с возможностью картографического отображения экологической ситуации. Разработана методика классификации, сбора, упорядочения, периодического обновления и анализа разнородных по форме и содержанию данных в соответствии с созданной структурой формирования геоинформационной базы данных. Разработана методика создания технологической схемы автоматизированной картографической-информационной системы для экологических исследований и выполнена ее апробация на примере эколого-географических исследований почв Киевской области. В результате экспериментального картографического моделирования разработаны карты распространения зон самого большого риска и возможных зон накопления загрязняющих элементов и их соединений в электронной и печатной версиях.

Ключевые слова: картографическое моделирование в экологических исследованиях, экологическая ГИС, база данных, электронные карты, загрязнение почв.

Datsenko L.M. Cartographic Modeling on the GIS-technologies base in Ecological Researches of Soils. -Manuscript.

Dissertation for candidate science degree in Geography speciality 11.00.12 - Geographic cartography.- Geography Institute of Ukrainian National Academy of Sciences, Kyiv, 1999.

A powerful anthropogenic environmental impact makes it necessary that the ecological maps and fast data processing methods be promptly elaborated in order to provide solutions and improve the

wildlife conservation knowledge. In this case the disproportion arises between the amount of information obtained and the traditional data processing and presentation technique capacities. It is modern information technology that enables the integration of the whole data received, ecological map prompt construction, on-line updating, comparing and processing the data bases and cartographic products at more qualitative ranks.

The Dissertation is devoted to the question of the development of theoretical and metodical basis of ecological and geographical map-making with modern technical means and GIS-technologies use, creation of automated cartographic informational system with potentialities of ecological situation cartographic reflaction. Ecological investigations will not provide a full-colour picture of phenomena under observation without implementing the capacities of cartographic modeling. Ecological maps construction by means of spatial models lets us to include different methods in map modeling, namely mathematical, structure-descriptive and symbolical. During the modeling process the model mathematical core problems are considered and worked out, various mathematical methods are used to obtain the quantitative parameters, to build up the scales, to provide data analysis and synthesis. The structure-descriptive aspect in cartographic modeling consists of displaying the typical properties and characteristic features of real objects under study. To provide the adequacy of zone ecological condition investigation, the completeness and resolution of model content is established as well as their correlation and correspondence with real circumstances is defined. The usage of various cartographic symbols is necessary to make the model more demonstrative. The same phenomenon may be interpreted by different means of representation: isometric lines, cartograms, cartodiagrams, trajectories also. The system uses the integrated approach both when gathering information and on the stage of data analysis. EcoGIS is an important mean of information resources integration and it enables the ample opportunities in:

- territory-referenced (oriented in co-ordinates) data accumulation;
- data interpretation in a form of cartographic images with the use of computer graphics;
- environmental condition estimation;
- extraordinary ecological events forecast;

The electronic maps make the basis of elaborated system. They enable the user to access interactively both environmental monitoring in a most demonstrative way and quickly printing out the map fragments under investigation when it is necessary to perform an analysis for making a decision and sanctions. The system includes the following items:

- the topographic basics (i.e. main digital maps, basic maps) that contain the cartographed territory topography elements main properties (terrain features, hydrography, roads, administrative units' borders etc.) with different levels of generalization);

– maps of soil;
– economics-geographical maps (localization of industrial enterprises-contaminators);
– harmful chemical elements (radioactive ones included) spreading and intensity maps.

The environmental ecology condition and anthropogenic-natural degradation processes cartographic investigations (based upon GIS) are being performed in the following directions:

– studies on natural negative processes, signs of degradation, their separate components and main features (building up the isolines (interpolation) by means of Spatial Analyst);
– studies on harmful elements spreading around the territories due to industrial and agricultural enterprises activities (working out the contaminated surfaces by means of Spatial Analyst);
– making use of special (devoted to one theme) cartographic products, croplands maps, their dynamic changes in definite periods of time.

During the researches realization there was elaborated method of classification, collection, regulating, periodical renewal and analysis of heterogeneous by form and content data in accordance with created structure of geoinformational data base forming. As important result of scientific and practical researches there became the elaboration of the method of technological scheme for automated cartographic and informational system for ecological researches creation and its approbation by an example of ecological and geographical researches of soils in Kyiv region. (Determination of the biggest risk zones expancion by means of cartographic modeling and possible zones of polluting elements and their structure reflaction).

Key words: cartographic modeling in ecological researches, ecological GIS, data base, electronic maps, soils pollution.