

**ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

ФОМЕНКО Наталія Володимирівна



УДК 504.064.2:528.9(477.86)

**Сучасна екологічна ситуація в м. Івано-Франківську
та система забезпечення екологічної безпеки міської території**

11.00.11 конструктивна географія
та раціональне використання природних ресурсів

Авторсферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата географічних наук

Чернівці 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу, Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор геолого-мінералогічних наук, професор, лауреат Державної премії СРСР в галузі науки (географії) *Адамсико Олег Максимович*, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри екології та директор науково-дослідного інституту екологічної безпеки і природних ресурсів.

Офіційні опоненти: доктор географічних наук, професор *Гуцуляк Василь Миколайович*, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, професор кафедри фізичної географії та раціонального природокористування;

кандидат географічних наук, доцент *Гудзевич Анатолій Васильович*, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, доцент кафедри фізичної географії.

Провідна установа: Львівський національний університет імені Івана Франка, кафедра конструктивної географії та картографії, Міністерство освіти і науки України, м. Львів.

Захист відбудеться «18» асовбтня 2006 р. о 11 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 76.051.04 у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (58012, м. Чернівці, вул. М. Коцюбинського, 2, географічний факультет, ауд. 24).

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (58012, м. Чернівці, вул. Лесі Українки, 23).

Автореферат розіслано «14» вересня 2006 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради, кандидат географічних наук, доцент



М. В. Дутчак

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Найбільш напруженими ділянками з точки зору екології і умов проживання населення є міста. Це пов'язано з високою концентрацією джерел забруднення території, їх високою інтенсивністю, а також комплексним впливом на всі компоненти навколишнього середовища. Постійне зростання кількості транспорту, розвиток промисловості та інші чинники є причиною швидких темпів погіршення екологічного стану в урбоекосистемах. В зв'язку з цим, актуальною є розробка методики контролю за станом забруднення всіх компонентів навколишнього середовища, швидкого і ефективного визначення екологічного стану урбоекосистеми в цілому та прогнозу ситуації на майбутнє. Екологічний стан урбоекосистем може змінюватись швидкими темпами. Тому необхідним є проведення комплексних моніторингових досліджень забруднення компонентів навколишнього середовища. Оскільки результати досліджень являють собою великий об'єм різнопланової інформації, актуальною є розробка методики автоматизованої обробки цих даних та візуалізації результатів з метою ефективного контролю за екологічним станом території.

Автоматизована обробка екологічних даних повинна реалізовуватись із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій і включати в себе, по-перше, систематизацію даних у відповідним чином організованій комп'ютерній базі даних, комплексну обробку бази даних та створення моделі стану території, по-друге, автоматизованій розрахунок комплексних та сумарних показників, які узагальнюють результати екологічних досліджень і, по-третє, візуалізацію екологічних даних та результатів обробки бази даних у вигляді діаграм, карт, схем, які найкращим чином відображають екологічний стан території і дають можливість здійснювати постійний контроль за його змінами при проведенні моніторингових досліджень.

Проблема вивчення міст як середовища існування привертає увагу багатьох вчених і спеціалістів. Урбанізоване середовище насичене промисловими підприємствами, транспортними засобами, об'єктами житлово-комунального господарства, які впливають на природний ландшафт і людину, визначаючи загострення всіх проблем: ресурсно-господарських, природно-ландшафтних, соціально-демографічних. Зародження, специфіка становлення, особливості прояву екологічних проблем пов'язані з географічним положенням міста, природним ландшафтом, функціональною структурою, містобудівним плануванням, рівнем соціально-економічного розвитку. Важливим є вивчення взаємозв'язку між екологічною ситуацією, яка склалася в місті, і здоров'ям його мешканців. Отже, вивчення міського середовища потребує інтегрованого підходу, того використання закономірностей, принципів, концепцій, методів, розроблених в екології, біології, географії, містобудуванні, гігієні, естетичній історії. Кінцевою метою еколого-географічного дослідження міста є визначення ступеня відповідності міста (його компонентів) життєвим потребам людини для забезпечення її фізичного і морального здоров'я.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Вибраний нами напрямок досліджень відповідає держбюджетній тематичній Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, яка виконується за рахунок фінансування Міністерства освіти і науки України: "Наукові основи розробки систем техногенно-екологічної безпеки в нафтогазовій галузі та нетрадиційній енергетиці" (1998-2001 рр., № держ. реєстрації 0198U005853), "Науково-методичні основи оцінки впливів об'єктів паливно-енергетичного комплексу на екологічні системи і здоров'я людини в Карпатському регіоні" (2001-2003 рр., № держ. реєстрації 010U.001665), Державного фонду фундаментальних досліджень: "Визначення ареалів хімічного забруднення ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності в басейні Верхнього Дністра та заходи по захисту ландшафтів від забруднення і деградації" (2001-2005 рр., № 06-07/000129), ґалузевим планам науково-дослідних робіт Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи: "Визначення впливу техногенного забруднення території на здоров'я населення Снятинського району Івано-Франківської області та Кішманського і Заставнівського районів Чернівецької області" (1997-2000 рр., № 0199U001187).

Мета і задачі дослідження – створити автоматизовану систему обробки та візуалізації результатів екологічних досліджень для системи екологічної безпеки міської екосистеми та управління екологічною безпекою міста. Задачі дослідження:

- ↪ обґрунтувати вибір програмних продуктів, які використовуються при створенні системи екологічної безпеки;
- ↪ вивчити природні передумови формування екологічної ситуації території досліджень;
- ↪ систематизувати результати екологічних досліджень в єдиній, певним чином організованій базі даних та розробити методику її обробки для побудови екологічних карт та діаграм;
- ↪ оцінити екологічну ситуацію урбоекосистеми та обґрунтувати мережу постійно діючого моніторингу для розробки управлінських рішень та оптимізації ситуації в місті;
- ↪ обґрунтувати систему моніторингу міського середовища масштабу 1:10 000.

Об'єкт дослідження – урбоекосистема міста Івано-Франківська – обласного центру, що характеризується техногенним тиском, зумовленим забрудненнями промисловими підприємствами, щільною забудовою, інтенсивним транспортним навантаженням.

Предмет дослідження — кількісні та якісні показники техногенного забруднення ґрунтового покриву, атмосферного повітря, водного середовища та їх вплив на екологічний стан довкілля.

Методи дослідження. Теоретико-методологічну основу дисертації складають сучасні методи аналізу і синтезу, принципи системного підходу до визначення природно-антропогенних екосистем. В дослідженнях використані географічні, геохімічні, ландшафтні, картографічні методи досліджень, з застосуванням

сучасних ГІС-технологій та комп'ютерної техніки.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше запропоновано алгоритм створення інформаційної системи екологічних даних міської території (на прикладі міста Івано-Франківська).

Поглиблена методика обробки результатів екологічних даних та складання електронних карт стану міських територій.

Вперше для м. Івано-Франківська побудована карта екологічної ситуації, яка відображає просторове розміщення хімічних елементів в геосередовищах.

Вперше виявлено, що на міській території сформувались ареали забруднення, які обумовлені як локальним так і регіональним походженням.

На основі аналізу екологічного стану території обґрунтовано мережу постійно діючого моніторингу.

Практичне значення одержаних результатів.

Рекомендації та обґрунтування проведення в обласних центрах України Державного екологічного моніторингу з подальшою обробкою екологічних даних і представлення у вигляді екологічних карт масштабу 1:10 000 можуть бути використані Міністерством охорони навколишнього природного середовища України.

Розроблено ряд карт, що відображають екологічну ситуацію в місті з рекомендаціями для її покращення і розробкою управлінських рішень, які можуть використовуватись місцевими органами влади (Івано-Франківська міська рада та обласна державна адміністрація).

Особистий внесок здобувача. Автор дослідження приймала безпосередню участь у виконанні польових експедиційних робіт протягом 1993-2005 рр., особисто відбрала, обробила, вивнесла на карту фактичного матеріалу 90% усіх проб ґрунтів, води, атмосферного повітря, складала і оформила екологічні карти забруднення усіх компонентів довкілля і комплексну екологічну карту. Ці матеріали і стали основою для написання роботи. Основні результати дисертації опубліковані в особистих статтях, а також у співавторстві з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались на науково-практичних конференціях: "Екологічна і техногенна безпека" (м. Харків, 2000), "Геоморфологічні дослідження в Україні: минуле, сучасне, майбутнє" (м. Львів, 2000), "Проблеми раціонального використання охорони і відтворення природно-ресурсного потенціалу України" (м. Чернівці, 2000), "Еколого-економічні проблеми Карпатського єврорегіону" (м. Івано-Франківськ, 2004).

Публікації. Зміст дисертаційного дослідження опубліковано у 15 статтях (з них 9 одноосібних), в тому числі 5 у виданнях, рекомендованих ВАК України, та у 4 тезах доповідей на конференціях.

Обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури, розміщеної на 20 листах (218 найменувань). Робота викладена на 178 сторінках машинописного тексту, з них 128 сторінок основного тексту, проілюстрована 44 рисунками та 12 таблицями.

забруднюючих речовин. Ландшафтні умови території дають можливість аналізувати екологічну ситуацію з точки зору ступеня стійкості території до трансформації. Ці і ряд інших чинників мають визначальний вплив на формування екологічної ситуації території досліджень.

Техногенне навантаження зумовлене функціонуванням на території міста різноголосових промислових підприємств. В м. Івано-Франківську в 2005 р. діяло 80 підприємств, які викинули протягом року в атмосферне повітря 690, 667 тонн більше 60 назв різних забруднюючих речовин. Основними змішаними сполуками, що надходять в атмосферу від стаціонарних джерел, є оксид сірки, оксиди азоту, оксид заліза, оксиди речовини (різного складу сажа, зола та ін.), леткі органічні сполуки, вуглеводні тощо.

Третій розділ присвячений концепції створення геoinформаційної системи (ГІС) екологічної безпеки м. Івано-Франківська. Метою є польових екологічних досліджень висночає маршрути, протягом яких проводились візуальні спостереження і відбирались проби (зразки) атмосферного повітря, ґрунтів і ґрунтових вод. З допомогою маршрутів була вивчена вся територія досліджуваного полігону в межах м. Івано-Франківська та його околиць. Аналіз зразків ґрунту та сухого залишку проб ґрунтових і підземних вод прозводились рентгенофлюорисцентним методом, атмосферне повітря аналізувалось на хроматографах ЛХМ-80 і ЛХМ-8МД.

Для повного і всебічного аналізу екологічного стану міста в третьому розділі визначалась екологічна ситуація регіону його розташування (Івано-Франківської області). Для цього з допомогою комп'ютерного моделювання було побудовано ряд екологічних карт (рис.1), які дозволяють оцінити ступінь забрудненості області та міста дванадцятьма найпоширенішими елементами (Hg, Cd, Zн, Cu, Pb, Ni, Co, Mo, Cr IV, Se, Al, Fe). При цьому було виявлено, що в межах міста у 97% випадків площині: їхня концентрація збільшується з півдня на північ. Це доси можливість стверджувати, що забруднення можуть бути зумовлені не тільки місцевими джерелами, а бути привнесеними з-поза меж міста.

Однією зі складових інформаційної системи екологічного управління стає екологічне картографування. Більшість екологічних проблем має просторовий характер і потребує картографічного відображення. Оцінка стану навколишнього природного середовища і прогноз його розвитку завжди спираються на територіальний або ландшафтний підхід, оскільки ландшафти є тими територіальними системами, в умовах яких відбувається взаємодія людини і природи.

Екологічне картографування перебуває в стадії становлення. Щоб вирішити комплекс екологічних проблем України, слід розробити цілісну систему екологічного картографування, яка б містила компоненти, індикаційні, оцінювальні, прогностичні, спеціалізовані та інші види карт. Значну частину наведених видів карт доцільно розробляти за допомогою автоматизованих систем картографування. Екологічні карти розробляються на комп'ютерній основі і застосовуються спеціалізованого програмного забезпечення.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У *вступі* обґрунтована актуальність дисертаційної роботи, сформульована мета та задачі досліджень, наукова новизна, практичне значення отриманих результатів.

У *першому розділі* визначено наукові засади досліджень екологічного стану урбосередств. Визначено загальні підходи до вивчення екологічного стану урбанізованих територій та систему моніторингу як універсальний метод вирішення проблеми її екологічної безпеки.

Методологічною основою дисертаційного дослідження обрано еколого-геохімічний і ландшафтно-екологічний підходи, а загальнонауковою базою досліджень став системний підхід. Останній ґрунтується на визначенні сумарних показників: забруднення навколишнього середовища з подальшим відображенням їх на картах і картохемах екологічної ситуації території. Комплексні дослідження ландшафтознавчого напрямку для різних міст України проводились В.М.Гучуляком, В.П. Кучерявим, О.М.Адаменком, В.С.Чайкою.

Для визначення екологічної ситуації міста обґрунтовано розміщення розташування сітки пунктів і станцій спостереження за станом довкілля. За багатства показниками така інформація є найціннішою для своєчасного виявлення загальних, високих та катастрофічних рівнів забруднень з можливістю визначення їх джерела та своєчасної локалізації.

Для вирішення поставлених завдань і здійснення тематичного еколого-географічного картографування було обрано полігон на території, яка повністю включає місто Івано-Франківськ у його адміністративних кордонах разом із прилягаючими землями сільськогосподарського використання. На площі близько 100 км² була розбита мережа із 248 точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплювали всю досліджувану територію. Робочий масштаб польових досліджень 1:10 000.

Таким чином, узагальнення методів екологічних досліджень в комплексі з системою моніторингу служить основою для подальшої розробки принципів використання результатів екологічних даних з метою їх візуалізації.

У *другому розділі* проаналізовано природні та антропогенні чинники формування екологічного стану території м. Івано-Франківська. Серед природних складових навколишнього середовища розглянуто геологічне середовище, геоморфосферу, гідросферу, атмосферне повітря та ґрунтовий покрив, ландшафти.

Екологічна ситуація будь-якої території визначається не лише привнесеним забруднюючих речовин з джерел антропогенного походження, але в деяких випадках може залежати від природних факторів. Тому важливим аспектом вивчення і аналізу сучасної екологічної ситуації стає комплекс досліджень, який вивчає геологічні умови території, її будову, рельєф, що зумовлює розвиток небезпечних екогенних та ендегенних процесів, а також є передумовою для утворення певного типу ґрунтів; режим підземних і ґрунтових вод в комплексі з метеорологічними умовами території (кількість опадів), що доси уявлені про міграцію, дебіт та якість поверхневих, ґрунтових та підземних вод, напрямки і швидкість переважаючих вітрів, від яких залежать швидкість осідання і міграція

В нашому дослідженні застосовано два програмних продукти, які поступово привносять нас до створення карти сучасної екологічної ситуації м. Івано-Франківська.

Однією з найбільш простих і компактних програм, які допомагають у вирішенні задач обробки і аналізу вихідних даних є програма Surfer компанії Golden Software. Основним призначенням Surfer є обробка і візуалізація двовимірних масивів даних, які описуються функцією типу $z=f(x,y)$. Логіку роботи з пакетом можна представити у вигляді трьох основних функціональних блоків: а) побудова цифрової моделі поверхні; б) допоміжні операції з цифровими моделями поверхні; в) візуалізація поверхні. Пакет Surfer надає користувачу набір математичних методів інтерполяції, які дозволяють вибрати найбільш оптимальну модель для вирішення конкретної прикладної задачі. При цьому забезпечуються широкі можливості по управлінню методами інтерполяції зі сторони користувача.

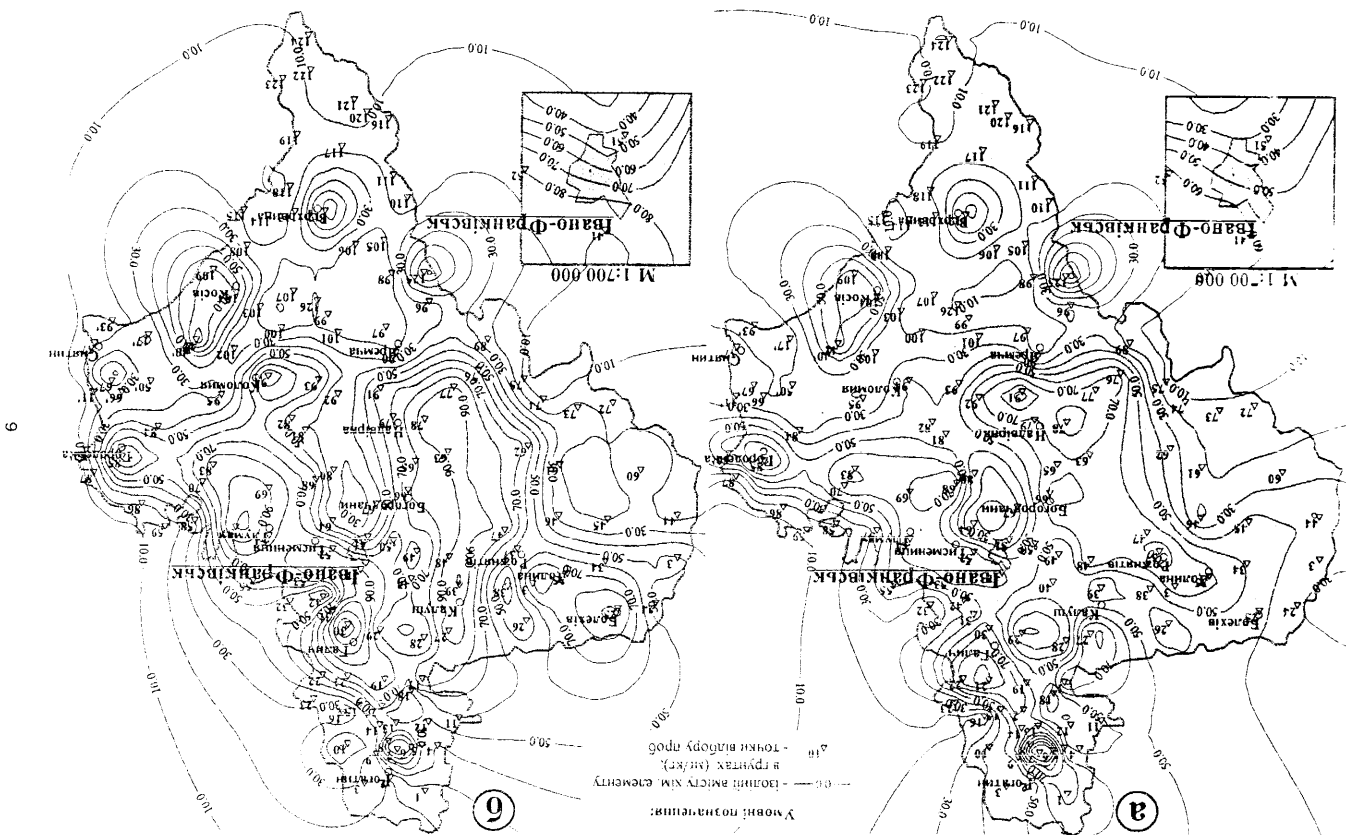
Щоб обрати один з інтерполяційних методів, який би став придатним для побудови екологічних карт забруднення, у дисертаційному дослідженні розглянуто і проаналізовано шість основних, які пропонуються програмою Surfer. В результаті аналізу було обрано найоптимальніший і найбільш об'єктивний метод побудови регулярних сіток – метод радіальних базисних функцій. Останнім було побудовано 84 екологічні картосхеми забруднення окремих компонентів навколишнього середовища (рис. 2), а також інтегральні моделі за результатами обчислення комплексних та сумарних показників забруднення. Всі картосхеми є основою для визначення сучасної екологічної ситуації міста.

У *четвертому розділі* обгрунтовано наукові засади, механізм створення та здійснено аналіз бази даних екологічних досліджень. Функціонування екологічного моніторингу не можливе без існування оптимальної, загальнодоступної і надійної форми збереження і обробки отриманої інформації. База екологічних даних (рис. 3) створювалась у вигляді набору таблиць у логічній послідовності, занесена до програмного забезпечення Microsoft Excel і відповідним чином оброблялась шляхом розрахунку коефіцієнтів небезпечності та сумарних показників забруднення території. База екологічних даних складається з восьми листів, які вміщують більше 40 000 параметрів.

Алгоритм інформаційної системи екологічних даних для м. Івано-Франківська побудований на основі трьох основних рівнів: фізичного, концептуального і моделей даних. Для створення фізичного рівня обов'язковим є занесення фактичних концентрацій забруднюючих елементів та їх відповідних гранично допустимих значень.

Концептуальний рівень бази екологічних даних повинен містити автоматизовані результати обробки даних попереднього (фізичного) рівня. До обов'язкових параметрів, які відображають стан геосередовищ відносимо: коефіцієнт безпеки елемента, сумарний показник забруднення і коефіцієнти кореляції. При необхідності даний рівень швидко і легко може наповнюватися іншими показниками, наприклад, кларк концентрації елемента, сумарний показник забруднення ландшафту, інтенсивність забруднення природного компонента, індекс забрудненості тощо.

Рис. 1 - Карта вмісту а) Fe; б) Al в ґрунтах Івано-Франківської області, М 1:2 000 000



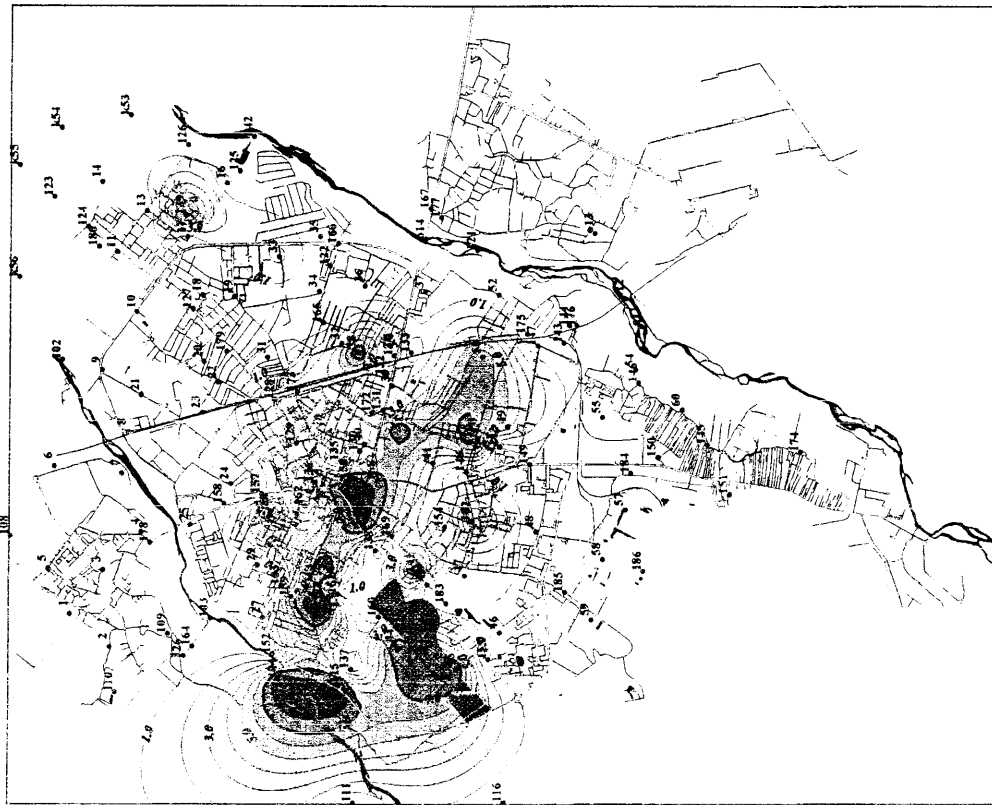
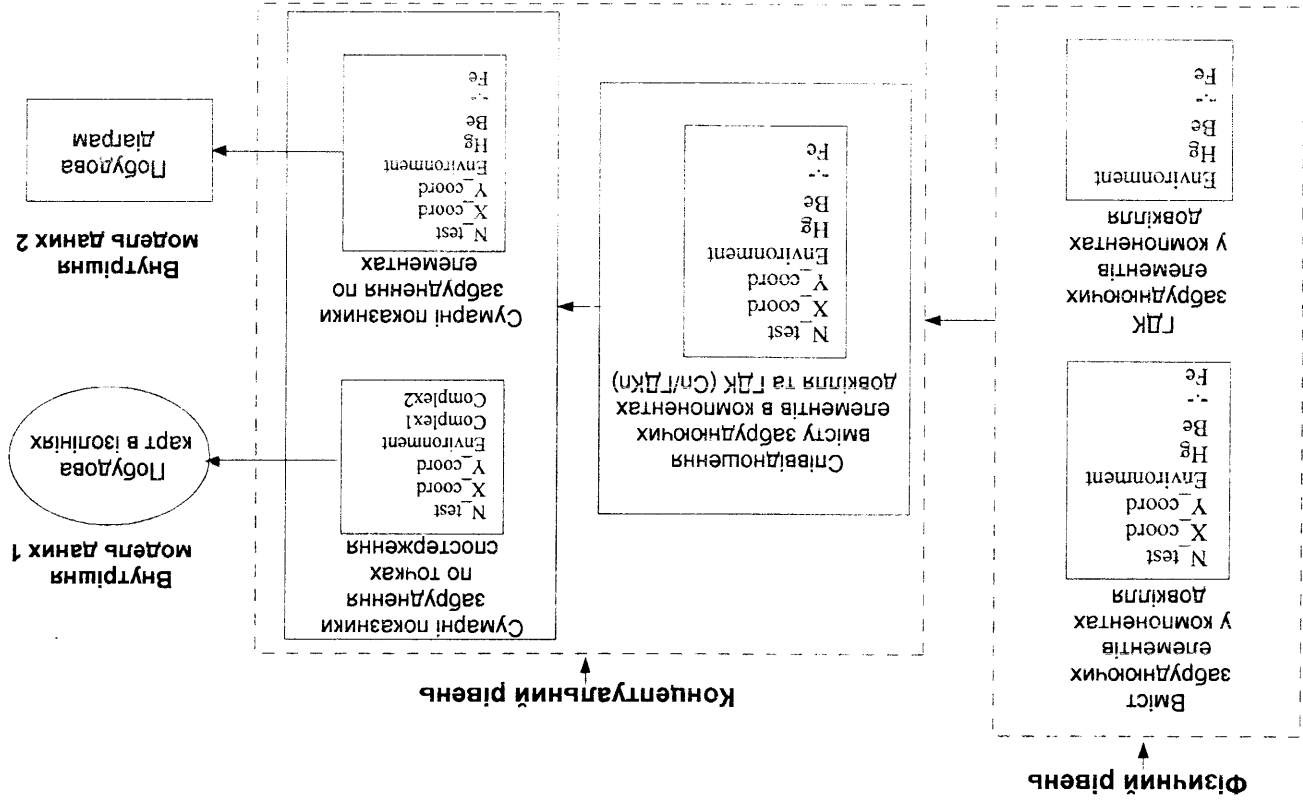


Рис. 2 — Картохема вмісту Pb в атмосферному повітрі м. Івано-Франківська

0,0 — точки відбору проб
 7,0 — ізолінії ГДК (10^{-10} мг/м. куб.)
 5,0 — ізолінії вмісту Pb в атмосферному повітрі (10^{-10} мг/м. куб.)

Рис. 3 - Структура бази екологічних даних (БЕД)



Моделі даних у дисертаційному дослідженні представлені з допомогою екологічних карт, як вже зазначалося вище, а також запропонована методика відображення сумарного екологічного забруднення за допомогою діаграми. Інформативність діаграми забезпечується відносною величиною – відсотком забрудненої території, тобто для кожного досліджуваного елемента обчислений відсоток забрудненої ним території для міста Івано-Франківська.

Методика обробки результатів екологічних досліджень базується на обчисленні коефіцієнта безпеки елемента, який визначається відношенням вмісту речовини у компоненті навколишнього середовища (який аналізується) до його ГДК:

$$K_i = \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (\text{за В.М.Гуцуляком})$$

де C_i – фактична концентрація речовини;

$ГДК_i$ – її відповідна граничнодопустима концентрація;

i – кількість досліджуваних точок.

Виходячи з цього для оцінки екологічної ситуації і побудови електронних карт було використано загальноприйнятту методику обчислення сумарного показника небезпечності забруднення ($Z_c = \sum_{i=1}^n K_i$), а також було застосовано власний алгоритм. Останній полягає у підрахунку кількості часток фактичних і граничнодопустимих концентрацій, які перевищують одиницю:

$$K_s = \sum K_i (\text{при } K_i > 1).$$

Для території м. Івано-Франківська виявлено ступінь зв'язку (кореляційні зв'язки) у поширенні дванадцяти забруднюючих елементів (Hg, Be, Cd, Co, Pb, As, Se, Cu, Cr IV, Zn, Al, Fe) в атмосферному повітрі, ґрунтах і ґрунтових водах. Зокрема, аналіз кореляційних зв'язків між масивами значень забруднення у ґрунтах і атмосферному повітрі свідчить, що майже всі коефіцієнти (за винятком алюмінію) характеризуються щільними прямими зв'язками (табл. 1), тільки кобальт і залізо мають зв'язок середньої щільності ($K=0,48$ і $K=0,11$ відповідно). Отже, всі забруднення атмосферного повітря в межах міста відчуває на собі ґрунтовий покрив. Тому при плануванні комплексу заходів щодо покращення екологічного стану ґрунту необхідно перш за все приділити увагу якості атмосферного повітря.

Таким чином, при створенні логічної послідовності бази екологічних даних досягнуто основної мети з допомогою трьох обов'язкових операцій: наповнення, обробка та візуалізація даних. Завершальним етапом виконаних робіт є інтерпретація результатів дослідження і вироблення управлінських рішень для покращення екологічної ситуації та створення мережі постійно діючого екологічного моніторингу міської системи.

Основні результати аналізу забрудненості геосередовищ міста Івано-Франківська можна представити наступними висновками.

1. В межах міста територіально розкидані 5 зон небезпечного стану атмосферного повітря. Вони приурочені до ділянок з інтенсивним транспортним

Таблиця 1 – Щільність зв'язку між досліджуваними масивами екологічних даних по забрудненню дванадцятьма елементами в системі ґрунт – атмосфера повітря

Елемент	Hg	Be	Cd	Co	Pb	As	Se	Cu	Cr IV	Zn	Fe	Al
Hg	0,614											
Be		0,617										
Cd			0,644									
Co				0,478								
Pb					0,824							
As						0,746						
Se							0,825					
Cu								0,630				
Cr IV									0,821			
Zn										0,823		
Fe											0,114	
Al												-0,067

рухом і переважно охоплюють центральні мікрорайони міста: вулиці Вовчинецька, Галицька, перехрестя Об'їзної і Хоткевича, Чорновола, Мазепи, Сахарова та інших. Особливу увагу потрібно звернути на територію міського озера, обласної лікарні по вулиці Мазепи і прилягаючі території, які є місцем масового відпочинку населення. Загальне поширення забруднень не корелюється з промисловими підприємствами, тому можна зробити висновок, що більша їх частина розсіюється внаслідок інтенсивного масопереносу та в переважній більшості надходить від транспортних засобів, що випливає із діаграм узагальнених показників бази екологічних даних. Найбільший внесок (48%) у забруднення атмосфери по території міста вносить свинець, який, крім того, володіє високим ступенем кореляції у двох суміжних середовищах (атмосфера – ґрунт). Це свідчить про те, що на перше місце серед джерел забруднення повітря м. Івано-Франківська можна поставити транспорт. Поширення забруднень атмосферного повітря міста дозволяє обґрунтувати систему постійно діючого моніторингу, які доцільно було б розмістити в районі вище перелічених вулиць з метою оперативного контролю за станом атмосферного повітря і обґрунтування системи розселення.

2. Аналіз екологічного стану ґрунтів дозволяє зробити висновок, що майже вся територія міста знаходиться в зоні допустимого ступеня безпеки. Задовільний стан ґрунтового покрива характерний для тих же територій, що і атмосферного повітря, що підтверджується коефіцієнтами кореляції. Тому вважаємо за доцільне продовжити спостереження за якістю і хімічним забрудненням ґрунтів перш за все по вулицях Незалежності, 167; Мазепи, 50; Сорохтея, 30; перехрестя вулиць Привокзальної і Незалежності; Довгої і Бельведерської.

3. Картохема екологічного стану ґрунтових вод дозволила виділити у східній частині Івано-Франківська значну за площею територію забруднення, яка

простягається вздовж профілю річки Бистриця Надвірнянська. Екологічний стан вод оцінюється як задовільний, небезпечний і навіть критичний. Виділення значної за площею території забруднення є негативним фактором в екологічній ситуації міста, оскільки по ліву сторону вулиці Об'їзної, поблизу мікрорайону Каскад, розміщені дачні ділянки, де люди використовують воду як для пиття так і для поливання садів, городини тощо. Тому першочергову увагу потрібно приділити територіям по вулицях Вовчинська, Спільна, Селянська; перехрестя Галицької і Василянок, включаючи вул. Лермонтова, Кобилянської, Безкровного; на території, що прилягає до вулиці Набережної імені Стефаніка, Пулюя і далі на схід; на перехресті вул. Конавальця, Стелана Бандери, Побутової та Дудасва та на північний захід від нього; в районі міського кладовища (село Чукалівка). Значний внесок у забруднення ґрунтових вод приносять три токсичні елементи: ртуть, берилій і селен, які є продуктами промислової діяльності і пояснити їх знаходження у ґрунтових горизонтах міської території можна тільки недостатністю функціонування систем очистки промислових стічних вод.

У *якому розділі* проаналізовано результати комп'ютерної обробки екологічних даних і визначено екологічну ситуацію та прогнозований екологічний стан м. Івано-Франківська. Всі природні компоненти, які є складовими техногенезу, і соціальні аспекти середовища існування прямо чи опосередковано впливають на життя людини і можуть служити об'єктами екологічної оцінки. В багатьох випадках аналітичні карти (наприклад, карти перевищення вмісту будь-якого із елементів над ГДК), відіграють важливу роль і можуть служити базовими при розробці переліку заходів для нейтралізації прояву екологічно несприятливих процесів.

З цією метою нами побудовані часткові інтегральні карти, з допомогою яких оцінено стан окремих середовищ. Вони висвітлюють екологічні проблеми і показують екологічно небезпечні в певному відношенні території. Однак одним з головних підумків еколого-географічного вивчення і картографування міст повинна стати узагальнена оцінка окремих ділянок міської території з точки зору їх придатності чи непридатності для приживання людини. В межах території м. Івано-Франківська ми виділили три основні екологічні стани території: сприятливий, задовільний, небезпечний. Найбільша площа досліджуваної території знаходиться в зоні задовільного екологічного стану, і характеризується значною щільністю забудови, інтенсивним транспортним навантаженням та концентрацією населення.

В результаті виконання даного дослідження створена система екологічної безпеки, яка включає:

- базу екологічних даних з результатами аналізів проб атмосферного повітря, ґрунту та ґрунтових вод відповідним чином оброблену і представлену;
- кореляційний аналіз вмісту забруднювачів з відповідною характеристикою джерел надходження;
- електронні карти екологічного стану для кожного досліджуваного компонента довкілля на вміст 12 найбільш розповсюджуваних

- елементів забруднювачів;
- карти екологічного стану атмосферного повітря, ґрунтів і ґрунтових вод у відповідності до обчисленого коефіцієнта сумарного забруднення;
- карту сумарного забруднення м. Івано-Франківська, яка є заключним етапом дисертаційного дослідження і являє собою інтеграцію забруднювачів у трьох компонентах довкілля;
- аналіз екологічного стану геосередовищ урбанізованого середовища і обґрунтування постійно діючого моніторингу за станом основних компонентів довкілля.

З результату проведених екологічних досліджень визначена сучасна екологічна ситуація, тобто виконаний екологічний аудит міської території, яка районована за ступенем техногенного забруднення. Для цього побудовано ряд комп'ютерних (електронних) карт, на яких відображений екологічний стан трьох важливих компонентів навколишнього середовища – атмосферного повітря, ґрунтів і ґрунтових вод. Кореляційна залежність між забрудненнями кожного окремо взятого компонента середовища, а також між ними дозволяє виокремити спільні джерела надходження цих речовин у довкілля. Це дозволило виробити ряд рекомендацій і комплекс профілактичних заходів з покращення стану навколишньої середовища. Користуючись розробленими кореляційними залежностями, можна задавати необхідний для безпеки життєдіяльності режим роботи підприємств-забруднювачів, так, щоб вони не наносили шкоди довкіллю і людині.

Таку систему можна використовувати не тільки для покращення екологічної ситуації в місті Івано-Франківську, а й у будь-якому іншому місті в Україні, або за її межами. Сам принцип побудови карт, структура бази екологічних даних будуть ефективними на будь-яких об'єктах дослідження. Метою комп'ютерної системи екологічної безпеки є створення безпечних умов життя населення і відновлення довкілля.

ВИСНОВКИ

1. Важливе завдання, яке вирішено в дисертаційному дослідженні – обґрунтовано систему моніторингу міського середовища масштабу 1:10 000. Вона включає польові екологічні дослідження, протязом яких відбувались проби атмосферного повітря (137 пунктів відбору), зразки ґрунтів (181 пункт відбору) і проби ґрунтових вод (73 пункти відбору). Результати аналізу на вміст 12 найпоширеніших забруднюючих речовин в довкіллі стали основою для аналізу і визначення сучасного екологічного стану міста.

2. Для систематизації результатів екологічних досліджень ми обрали програму Microsoft Excel. Створена нами база екологічних даних (БЕД) має логічну структуру і складається із восьми взаємопов'язаних таблиць. Першим рівнем при створенні БЕД став фізичний рівень, де заносилися фактичні визначені концентрації забруднюючих речовин у довкіллі, а також їх відповідні граничнодопустимі концентрації. Співставлення двох перших таблиць фізичного

рівня приводить нас до другого – концептуального рівня, де містяться результати математичної обробки (сумарні показники забруднення) і статистичні параметри (коефіцієнти кореляції) досліджень. Концептуальний рівень є базою для створення математичних моделей, в якості яких виступають карти і картосхеми забруднення компонентів навколишнього середовища.

База екологічних даних міста Івано-Франківська може використовуватись Міністерством охорони навколишнього природного середовища України, іншими спеціально уновноваженими державними органами, а також підприємствами, установами та організаціями, зацікавленими у кількісних та якісних показниках стану довкілля у певних моніторингових точках дослідження.

3. Результати аналіз проб атмосферного повітря, ґрунтів і ґрунтових вод оброблялися шляхом обчислення коефіцієнта небезпеки елемента. Маючи останній, далі було використано як загальноприйнятну методіку так і власний алгоритм, який полягає у підрахунку кількості часток фактичних і граничнодопустимих концентрацій, які перевищують одиницю. За результатами обрахунків паралельно будувались картосхеми за сумарним показником забруднення і за кількістю забруднюючих елементів. Результати побудов показують ідентичність у розповсюдженні забруднюючих елементів по території, отже запропонована нами методика підрахунку може бути застосована при визначенні екологічного стану навколишнього середовища.

4. З метою комплексного аналізу екологічної ситуації, що склалася в місті, необхідно мати уяву про екологічну ситуацію регіону його розташування. З цієї метою аналізувався вміст забруднюючих елементів у довкіллі Івано-Франківської області. Результати комп'ютерного моделювання дають можливість стверджувати, що екологічна ситуація в місті зумовлюється не лише місцевими джерелами забруднення, але й привнесеним їх з території області. Про цей факт свідчить очевидна закономірність, яка прослідковується на 97% побудованих карт, а саме: концентрація забруднюючих речовин в межах міста (рис.1) збільшується з півдня на північ. Можливі джерела забруднення можуть знаходитися в районі міст Надвірна, Богородчани, Бурштин.

5. Для території м. Івано-Франківська виявлено ступінь зв'язку (кореляційні зв'язки) у поширенні дванадцяти забруднюючих елементів (Hg, Be, Cd, Co, Pb, As, Se, Cu, Cr IV, Zn, Al, Fe) в атмосферному повітрі, ґрунтах і ґрунтових водах. Зокрема, аналіз кореляційних зв'язків між масивами значень забруднення у ґрунтах і атмосферному повітрі свідчить, що майже всі коефіцієнти (за винятком алюмінію) характеризуються щільними прямими зв'язками (табл. 1), тільки кобальт і залізо мають зв'язок середньої щільності ($K=0,48$ і $K=0,11$ відповідно). Отже, всі забруднення атмосферного повітря в межах міста відчуває на собі ґрунтовий покрив. Тому при плануванні комплексу заходів щодо покращення екологічного стану ґрунту необхідно перш за все приділити увагу якості атмосферного повітря.

6. В дисертаційному дослідженні обґрунтовано можливість застосування пакета Surfer для вивчення і аналізу екологічних питань та основні можливості програми. Проаналізувавши набір математичних методів інтерполяції, нами було обрано найоптимальніший метод побудови регулярних сіток – метод радіальних

базисних функцій. Таким чином, з допомогою програми Surfer стає можливим візуалізація результатів екологічних досліджень у вигляді карт і картосхем забруднення території, які на топографічній основі мають вигляд точок відбору проб, а база даних наповнена результатами їх аналізу. Критерієм забрудненості території виступають граничнодопустимі концентрації речовин у відповідних компонентах середовища (рис.3).

7. Підсумком роботи є побудова комп'ютерної моделі урбокосистеми – картосхеми забруднення міста Івано-Франківська. Методика її побудови полягає у зонуванні території міста за ступенем забруднення території. В остаточному вигляді картосхеми, побудована у пакеті Surfer, з допомогою прив'язки (три географічні координати) перенесена (імпортована) до програмного забезпечення Map Info і накладена на ландшафтну основу міста. Це дає змогу описати сучасну екологічну ситуацію міста в комплексі з аналізом ландшафтних одиниць.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Фоменко Н.В. Вибір оптимального методу побудови екологічних карт забруднення навколишнього середовища в програмному забезпеченні Surfer // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Географія. – Чернівці. – №199, 2004. – С.151-160.
2. Фоменко Н. Побудова цифрової моделі поверхні шляхом обробки і візуалізації двовимірних функцій з допомогою пакета Surfer // Науковий вісник Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Географія. – Тернопіль. – №2. – Ч.2. – 2004. – С.115-118.
3. Фоменко Н.В. Екологічний менеджмент як основа гармонізації відносин суспільства і природи в контексті процесів урбанізації // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Географія. – Чернівці. – № 246, 2005. – С.79-83.
4. Фоменко Н. Кореляційний аналіз геохімії ґрунтів м. Івано-Франківська // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Географія. – Тернопіль. – №1. – 2006. – С.119-122.
5. Фоменко Н.В. Аналіз екологічного стану ґрунтового покриву міста Івано-Франківська // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія – Вінниця. – Вип.11 – 2006. – С.71-73.
6. Фоменко Н.В. Створення комп'ютерної бази екологічних даних з метою їх обробки (на прикладі м. Івано-Франківська) // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. Науково-технічний журнал. – Київ. – №4(22), 2004. – С. 49-51.
7. Фоменко Н.В. Екологічний аудит урбокосистеми міста Івано-Франківська // Науковий вісник Івано-Франківського Національного технічного університету нафти і газу, №1(7), 2004. – С.95-98.
8. Фоменко Н.В. Обґрунтування вибору методу побудови карт забруднення навколишнього середовища // Науковий вісник Національного технічного університету нафти і газу, №1(5), 2003 – С. 104-109.
9. Фоменко Н.В. Аналіз даних регіонального (обласного) моніторингу з метою

визначення екологічного стану м. Івано-Франківська (на прикладі ґрунтів) // Науковий вісник Інституту менеджменту та економіки. Серія технічних наук, №3, Івано-Франківськ, "Полум'я", 2001. – С. 34-44.

10. Міщенко Л.В., Фоменко Н.В., Немий С.М., Черняков С.П., Якимів І.М. Екологічний стан атмосферного повітря Прут-Дністровського межиріччя // Державний міжвідомчий науково-технічний збірник ІФДТУНГ "Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: техногенна безпека". Випуск 37 (том 10), Івано-Франківськ, 2000. – С.55-56.

11. Адаменко О.М., Міщенко Л.В., Фоменко Н.В. Екологічна безпека Івано-Франківщини // Науковий вісник Інституту менеджменту та економіки, №1. Івано-Франківськ, "Свіерсія", 1999. – С. 107-110.

12. Адаменко О.М., Міщенко Л.В., Фоменко Н.В. Картографічне та комп'ютерне моделювання агроєкосистем Прут-Дністровського межиріччя // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції до 50-річчя кафедри геоморфології Львів. нац. ун-ту ім. І.Франка "Геоморфологічні дослідження в Україні: минуле, сучасне, майбутнє". – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка. – 2002. – С. 210–211.

13. Адаменко О.М., Міщенко Л.В., Фоменко Н.В. Техногенно-екологічна безпека об'єктів паливно-енергетичного комплексу // Екологічна та техногенна безпека: Сборник научних трудов міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: ХІСП. – 2000. – С. 10-13.

14. Адаменко О.М., Ферей М.В., Міщенко Л.В., Фоменко Н.В., Антонішин Г.І. Вплив природних екологічних факторів, внесення добрив та техногенного забруднення на урожайність сільськогосподарських культур // Науковий вісник Інституту менеджменту та економіки. Серія технічних наук, №2, Івано-Франківськ, "Полум'я", 2000. – С. ...

15. Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Лободіна З.М., Луценко А.С., Міщенко Л.В., Журавель О.М., Пелдерський О.В., Зорін Д.О., Зоріна Н.О., Плаксієв Л.В., Приходько М.М., Абушева І.А., Потравнік Л.Д., Скрипник В.С., Фоменко Н.В., Побігун О.В., Кудряк Л.М. ГІС-технології оцінки екологічної ситуації для управління екологічною безпекою. // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук. - №5(28), 2004. – С.149-152.

АНОТАЦІЯ

Фоменко Н.В. Сучасна екологічна ситуація в м. Івано-Франківську та система забезпечення екологічної безпеки міської території. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.11 – конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів. – Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, 2006.

Дисертація присвячена вирішенню питань визначення екологічної ситуації в межах міста Івано-Франківська для створення системи його екологічної безпеки шляхом впровадження локального моніторингу масштабу 1:10 000, організації бази екологічних даних із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій і побудови карт просторового характеру забруднюючих елементів у трьох

складових навколишнього середовища (атмосферному повітрі, ґрунтах і ґрунтових водах).

Для вирішення поставлених задач нами обґрунтовано використання трьох програмних продуктів, які служать для систематизації, обробки, передавання, збереження, аналізу та візуалізації інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Внаслідок комп'ютерного моделювання створено комплект екологічних карт і картосхем, які відображають просторовий характер поширення дванадцяти забруднюючих елементів в атмосферному повітрі, ґрунтах і ґрунтових водах, а також створено картосхему комплексного забруднення території за сумарними показниками та за кількістю забруднюючих елементів. Створені карти можуть використовуватись Міністерством охорони навколишнього природного середовища України, місцевими органами влади та широким колом зацікавлених споживачів, а також можуть бути початком при створенні мережі екологічної інформації.

Ключові слова: екологічна безпека, екологічний стан території, комп'ютерне моделювання, програмне забезпечення, статистичний аналіз, екологічне управління, екологічне картографування, база даних.

АННОТАЦІЯ

Фоменко Н.В. Современная экологическая ситуация в г. Ивано-Франковске и система обеспечения экологической безопасности городской территории. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.11 – конструктивная география и рациональное использование природных ресурсов. – Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, Черновцы, 2006.

Диссертация посвящена решению вопросов изучения экологической ситуации на территории города Ивано-Франковска для создания системы его экологической безопасности путем внедрения локальной сети мониторинга масштаба 1:10 000, организации базы экологических данных с использованием современных компьютерных технологий и построения карт пространственного характера загрязняющих веществ в трех компонентах природной среды (атмосферном воздухе, почвах и почвенных водах). Критерием загрязненности территории на картах выступают предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ.

Для решения поставленных задач нами использовано три программных продукта, которые служат для систематизации, обработки, передачи, сохранения, анализа и визуализации информации об экологическом состоянии окружающей среды, прогнозирования ее изменений и разработки научно обоснованных рекомендаций для принятия решений о защите природной среды и соблюдения условий экологической безопасности.

Система мониторинга включает полевые экологические исследования с

экологической информации.

Ключевые слова: экологическая безопасность, экологическое состояние территории, компьютерное моделирование, программное обеспечение, статистический анализ, экологическое управление, экологическое картографирование, база данных.

ANNOTATION

Fomenko, N.V. Ecological condition of Ivano-Frankivsk city and the securing system of ecological safety of urban area. – Manuscript.

Thesis for the Candidate of Geographical Sciences Degree in the speciality 11.00.11 – constructive geography and rational usage of natural resources. Chernivtsi National University named after Yu. Fedkovych, Chernivtsi, 2006.

The thesis is about solution the problems of studying ecological situation of Ivano-Frankivsk city for making ecological safety system by means of making local net of monitoring with the scale 1:10 000, organizing ecological database with using modern computer technologies and making the maps of spatial distribution of contaminants in the air, soil and soil waters.

To solve the problems we conditioned using three computer programs which help to systematize, process, delivery, save, analyze and visualize the information on ecological situation of environment, forecasting its changing and working out scientific recommendations for decision-making on protection from negative changing of environment conditions and maintenance of ecological safety terms.

As a result of computer modelling using Surfer program set of ecological maps was made. They depict spatial character of spreading twelve contaminants in the air, soil and soil waters. Map of composite pollution of the territory was done using summary indexes. Created maps can be used by Ministry of Ecology and Nature Resources, institutions of local governing and wide sphere of interesting users and could be the beginning of creating the ecological information net.

Key words: ecological safety, ecological situation of the territory, computer modeling, security program, statistical analysis, ecological management, ecological mapping, database.

отбором проб воздуха (137 точек отбора проб), почв (181 точка) и почвенных вод (73 точки). Результаты анализа на содержание двенадцати наиболее распространенных загрязняющих веществ (Hg, Be, Cd, Co, Pb, As, Se, Cu, Cr IV, Zn, Al, Fe) в окружающей среде послужили основой для составления базы экологических данных (БЭД) с дальнейшим ее анализом и определения современного экологического состояния города. БЭД организована в программном обеспечении Microsoft Excel и состоит из восьми таблиц, в которые занесены результаты экологического исследования и анализа.

В работе проанализированы природные и антропогенные предпосылки формирования экологического состояния города Ивано-Франковска. Среди природных составляющих рассмотрены геологическая среда, геоморфосфера, ландшафт, гидросфера, воздух и почвы. Техногенная нагрузка обуславливается функционированием на территории города разнообразных промышленных предприятий. Кроме того, на экологическое состояние города может повлиять привнесение загрязняющих веществ с территории области. Как показывают результаты нашего исследования, региональное загрязнение на территории Ивано-Франковской области в пределах города характеризуются зависимостью увеличения концентрации загрязняющих веществ с юга на север.

Вследствие компьютерного моделирования с помощью программного пакета Surfer составлен комплекс экологических карт и картосхем, которые отображают пространственный характер распространения двенадцати загрязняющих элементов в воздухе, почвах и почвенных водах, а также составлено картосхему комплексного загрязнения территории за суммарными показателями и за количеством загрязняющих веществ. Исчисление суммарного показателя загрязнения осуществлялось путем деления фактической концентрации элемента на его соответствующую предельно-допустимую концентрацию и дальнейшего суммирования частного в каждой мониторинговой точке исследования. Нами предложена методика картографирования, которая основана на исчислении суммарных показателей путем суммирования количества элементов в мониторинговой точке, концентрация которых превышает их соответствующую предельно-допустимую концентрацию. Таким образом, мы получили картосхему, на которой показаны количества элементов с превышениями их допустимого уровня. Как показал результат картографирования, заключительные картосхемы, параллельно составленные двумя путями, принципиально не отличаются, что свидетельствует о возможности использования данного вида суммарного показателя при построении экологических карт.

Комплексная экологическая карта города, составленная с помощью программы Surfer, была импортирована с помощью привязки (три географические координаты) в программу Map Info. Последняя дает возможность изображать результат нашей работы на ландшафтной основе города Ивано-Франковска. Это дает возможность анализировать экологическую ситуацию в комплексе с видами природно-антропогенных ландшафтов.

Созданные карты могут использоваться Министерством охраны окружающей природной среды Украины, местными органами управления и широким кругом заинтересованных потребителей, а также могут быть началом при создании сети

Підписано до друку 12.09.2006 р. Формат 60x90/16.
Гарнітура Times New Roman
Ум. друк. арк. 0,98
Зам. № 73. Наклад 100 прим.

76006, м. Івано-Франківськ, вул. Вовчинецька, 227
Друкарня Інституту менеджменту та економіки
«Галицька академія»