МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни

"ПРОЕКТУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ"

для студентів спеціальності 8.080407
"Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг"
денної форми навчання

Харків. Вид. ХНЕУ, 2009

Затверджено на засіданні кафедри інформаційних систем.
Протокол №6 від 20.01.2009 р.

М54 Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з нав-чальної дисципліни "Проектування розподілених систем моніторингу" для студентів спеціальності 8.080407 "Комп'ютерний еколого-еконо-мічний моніторинг" денної форми навчання / Укл. Л. А. Павленко. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2009. – 60 с. (Укр. мов.)

Наведено матеріал для закріплення студентами на практиці теоретичних знань з даної навчальної дисципліни. Подано короткий теоретичний матеріал та приклади моделювання процесу оцінки стану природного середовища засобами ГІС-технологій. Розглянуто завдання для самостійного моделювання, що виконуються в середовищі пакетів ArcView GIS 3.2 a, MS Excel, MS Access, Statistica.

Рекомендовано для студентів спеціальності 8.080407 денної форми навчання.

Вступ

Сьогодні виділяють два головні напрями в екології, які пов’язані з такими науково-практичними дисциплінами: прикладна екологія, яка призначена для оптимізації взаємодій людини з біосферою, та інженерна екологія, яка вивчає взаємодію суспільства з природним середовищем у процесі виробництва. Якщо перша продовжує вікові дослідження людства природних явищ та вирішує проблеми адаптації людини до оточення, друга вирішує екологічні проблеми завдяки розробці замкнених, безвідхідних та інших "екологічно-чистих" технологій. Тісний зв'язок між проблемами екології та антропогенного тиску на природне середовище, викликаного соціально-економічними проблемами, призвело до необхідності виконувати системні спостереження за станом природного середовища та дослідження засобами інформаційних систем з метою прийняття управлінських рішень з покращення стану оточення.

1. Загальні рекомендації до вивчення навчальної дисципліни "Проектування розподілених систем моніторингу"

Комп’ютерний еколого-економічний моніторинг — це засіб збору, накопичення, систематизації інформації про стан об’єктів довкілля та спостережень за джерелами та факторами антропогенного впливу на загальному фоні природних процесів з метою подальшого аналізу, оцінки та прогнозу стану середовища, виявлення резервів технологій виробництва та резервів біосфери. На рис. 1 наведено загальну схему еколого-економічного моніторингу.

Особливістю саме екологічної складової моніторингу є те, що стан кожного з об’єктів впливає на стан ближнього та дальнього оточення або безпосередньо та одночасно, або опосередковано та через деякий час.

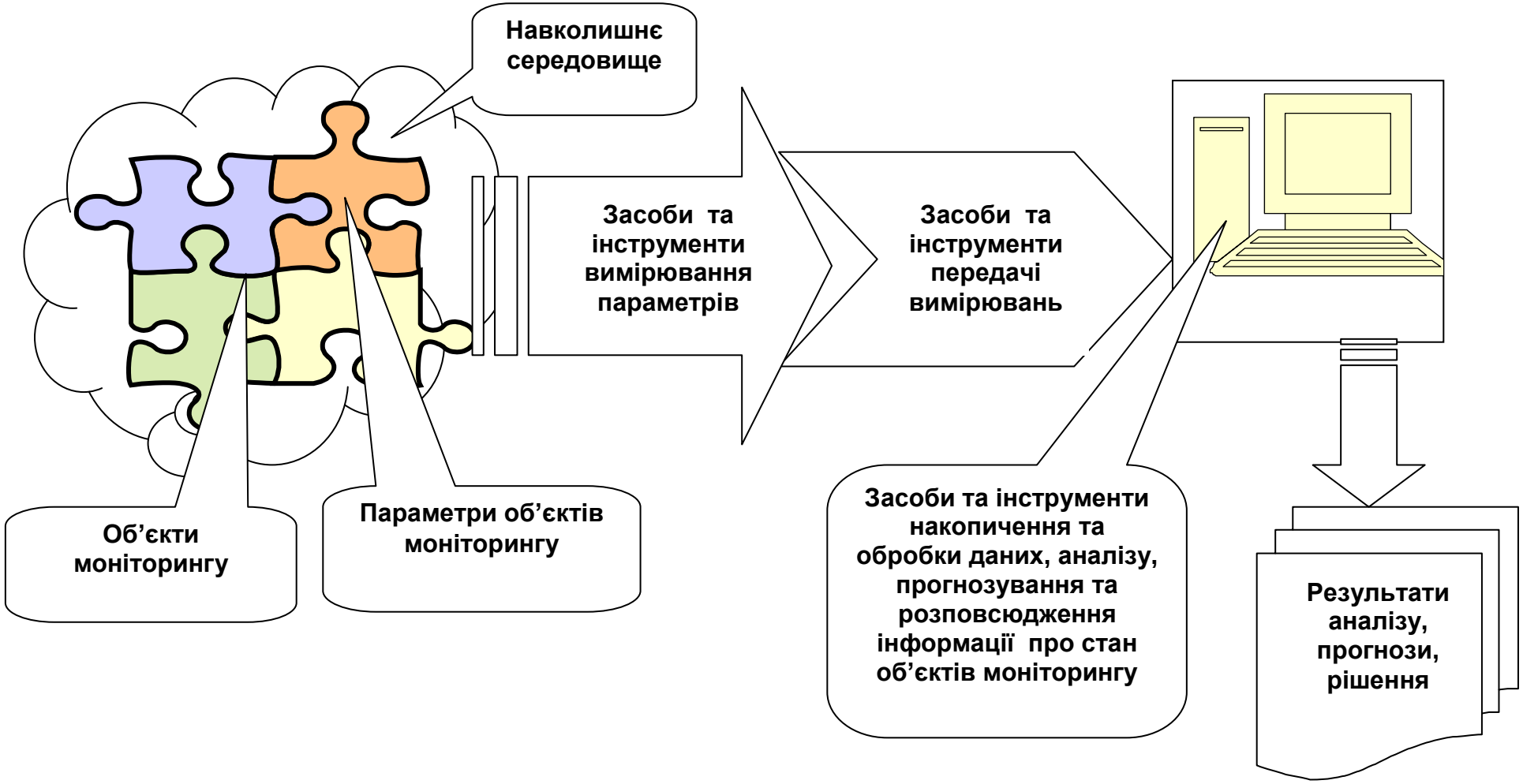


Рис. 1. **Загальна схема еколого-економічного моніторингу**

Територіальна розподіленість об’єктів моніторингу, багато параметрів, складність їх структур та перетинання багатьох сфер їх впливу на оточення потребують наглядного відображення спостережень з картографічною прив’язкою об’єктів спостережень до держав, окремих регіонів, вулиць міст та населених пунктів, планів окремих підприємств, лісових масивів, різноманітних водних та земельних ресурсів тощо.

Механізм узагальнення інформації про стан об’єктів спостереження в системі еколого-економічного моніторингу передбачає підтримку загального інформаційного портрету не тільки самих об’єктів, але й усього їх оточення. Це сукупність графічних, розподілених у просторі даних, які характеризують екологічну обстановку на визначеній території та прив’язані до просторових даних місцевості. Інформаційні портрети різних рівнів ієрархії: локального (район, місто, зона впливу промислового об’єкта та інше) та державного відрізняються за масштабом картооснови.

Так, на локальному рівні в інформаційному портреті мають бути присутні усі джерела емісій (вентиляційні труби промислових підприємств, випуски стічних вод та інше). На регіональному рівні джерела, які розташовані близько, зливаються до групового джерела. На державному рівні агрегація значень показників відбиває узагальнення більш високого ступеня.

Такі можливості надають прикладні геоінформаційні системи (ГІС), які дозволяють виконувати оперативний аналіз стану середовища, приймати рішення з упровадження економічних заходів природоохоронного регулювання, вирішувати задачі дослідження та гармонізації стану екосистем. Розробка прикладних ГІС виконується із застосуванням інструментальних ГІС таких відомих фірм-розробників, як ARC GIS (фірми ESRI (США)), MGE Intergraph (фірми Intergraph (США)), MapInfo (фірми ESTI MAP (США)) та ін. Найбільш потужними та розповсюдженими з них є пакети фірми ESRI.

Діюча з 1975 року "Глобальна система моніторингу оточення" (ГСМО) під егідою ООН включає п’ять підсистем, які виконують вивчення: кліматичних змін, перенесення забруднюючих речовин, гігієничних аспектів середовища, дослідження світового океану та ресурсів суші.

Сьогодні режимні спостереження за станом природних ресурсів України здійснюють десять міністерств та відомств: Міністерство екологічної безпеки України, Національна космічна агенція України, Міністерство охорони здоров'я України, Міністерство сільского господартсва та продовольства України, Міністерство лісного господарства України, Державний комітет України з гідрометеоролії, Державний комітет України з водного господарства, Державний комітет України з геології та використання надр, Державний комітет України по земельним ресурсам, Державний комітет України з житлово-комунального господарства. Вони мають відомчі мережі спостереження, інформаційні канали комунікації, центри обробки та аналізу даних.

Забезпечення ефективності зворотнього зв’язку для адекватного управління цією складної структурою лишається актуальною завданням. Крім того, на екологічний стан будь-якої країни впливає екологічний стан інших держав та земної кулі в цілому, тому необхідні єдині стандарти та регулюючі регламенти для підтримки системи глобального моніторингу Землі. Для підвищення ефективності державної системи економіко-екологічного моніторингу, яка відповідає міжнародним стандартам, представляється доцільною розробка чіткого кадастру національних об’єктів дослідження, розробка заходів державного рівня з організації та впровадження інформаційної системи на базі сучасних геоінформаціних рішень, сучасних економіко-математичних методів та технологій дослідження й оптимізації взаємодії антропогенного навантаження та екологічних можливостей територій на локальних і державному рівнях.

У роботі наведено приклади, які наочно ілюструють аналітичні можливості пакета ArcView GIS 3.2 а при моделюванні багатьох бізнес-процесів еколого-економічного моніторингу.

Деякі відстані між об’єктами на карті та інші параметри в прикладах слід розглядати як умовні, такі, що прийняті в задачах тільки для підсилення ілюстрації аналітичних можливостей пакета.

Пакет ArcView GIS 3.2 а дозволяє виконувати експорт/імпорт даних в/із пакети/тів MS Excel, Deductor Studio, Statistica, MS Access та реляційні/них СУБД різних платформ й інших, що дозволяє будувати на їх основі багатофункціональні інформаційні системи обробки еколого-економічної інформації.

Далі наведено завдання для самостійного моделювання процесу оцінки стану еколого-економічного середовища засобами ГІС-технологій.

2. ПРИКЛАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГІСТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Моделювання оцінювання послідовності приєднання до великого міста прилеглих населених пунктів

Критерієм оцінки можливості приєднання населеного пункту до великого міста прийняті: відстань між їх центрами та площа, яку він займає. Тобто в першу чергу приєднуються населені пункти, які знаходяться ближче до міста та займають більшу площу. Вирішення задачі проілюстровано на прикладі міста Харків.

Для цього в середовищі пакета ArcView GIS 3.2 а було створено карту України та побудована буферна зона для міста Харків (як полігонального об'єкта). Для розробки буферної зони необхідно відмітити необхідний об’єкт на карті за допомогою піктограми інструменту "Select Feature", вибрати пункти меню: "Theme", "Create Buffers". У вікні "Create Buffers" (рис. 2) можна уточнити необхідний об’єкт, у розділі "The Feature of a Theme" відмітити "Use only the selected Feature". Наступний крок (рис. 3) дозволяє вибрати параметри буферної зони: або як відстань від вказаного об’єкта, або як відстань від певного поля атрибутивної таблиці, або як концентричні кола з певними кількістю кіл та відстанню між ними. Обов’язковою є вказівка одиниць виміру.

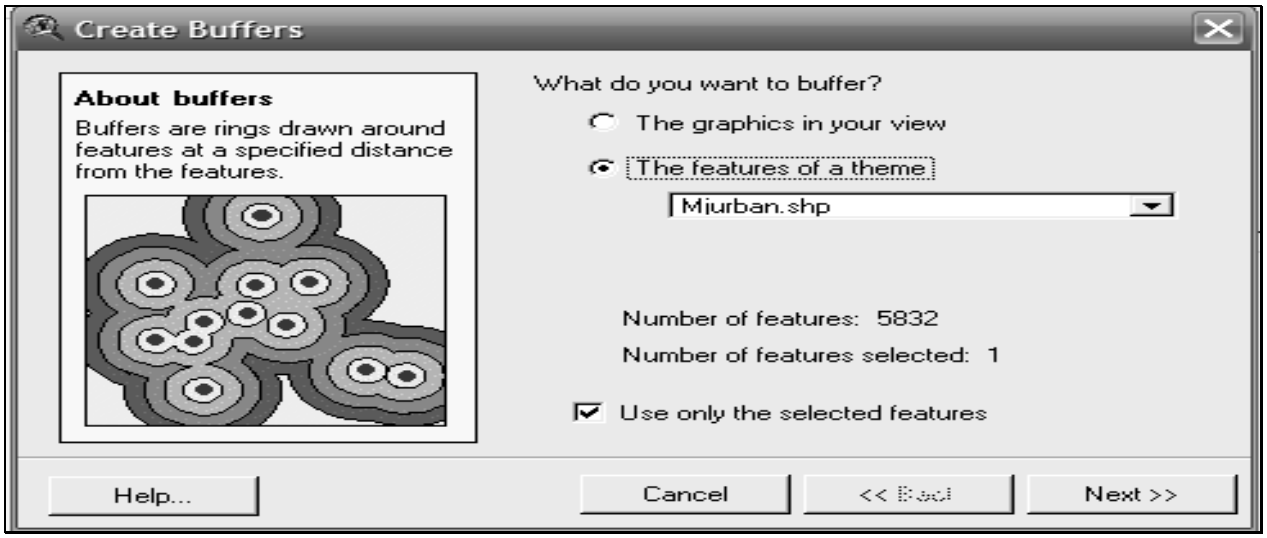


Рис. 2. **Перший крок побудови буферної зони**

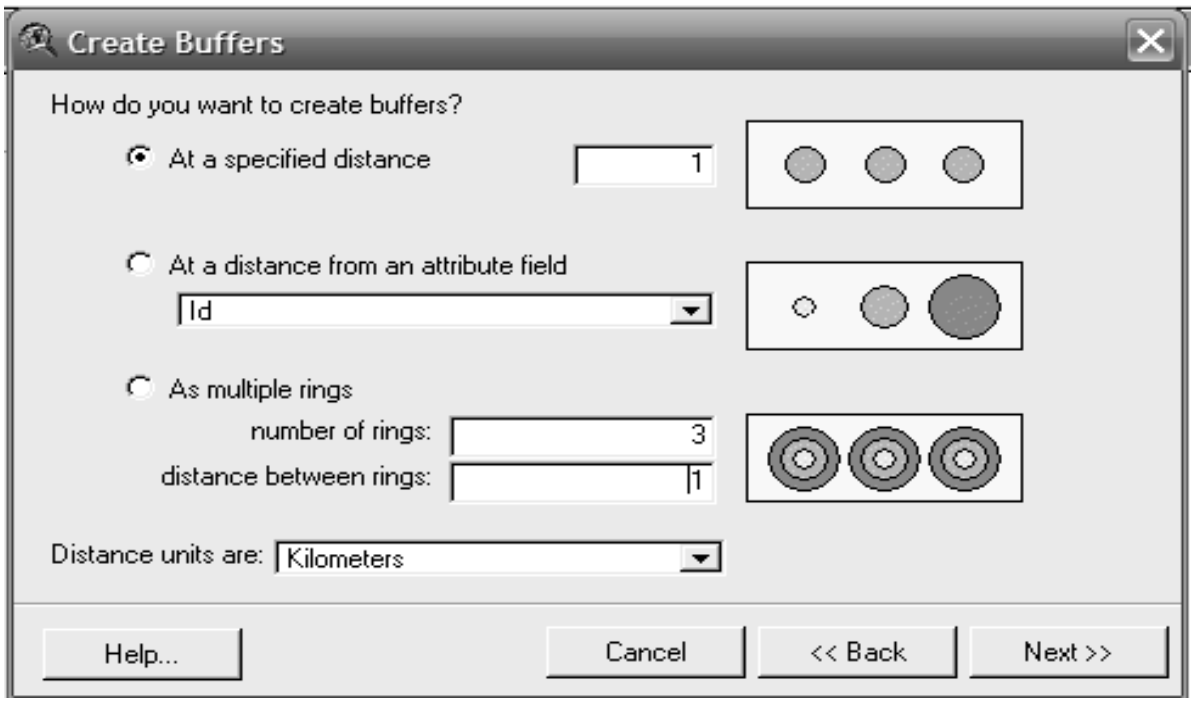


Рис. 3. **Вибір параметрів побудови буферної зони**

На наступному кроці необхідно вказати параметри буферу (рис. 4): з визначенням бар'єрів перекриття, або без визначення; буфер буде побудовано тільки в або поза об'єктом; місце збереження нового буферу. Кращім варіантом є збереження нового буферу в новій темі.

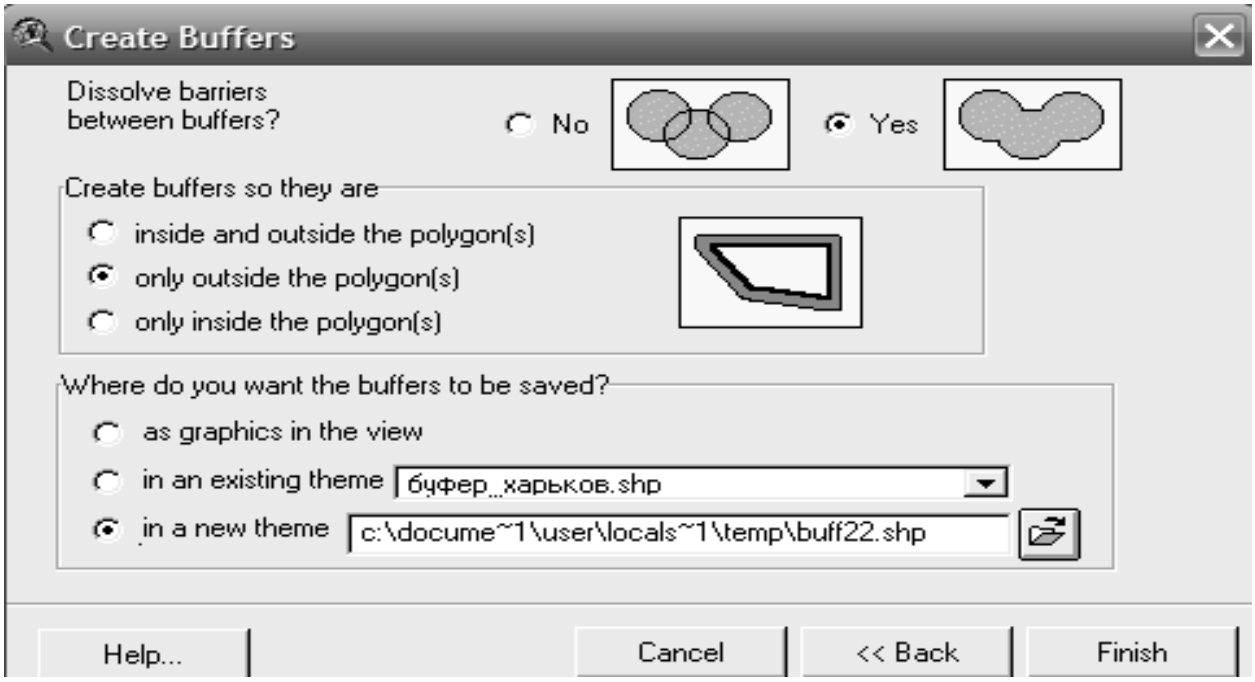


Рис. 4. **Вибір параметрів побудови буферної зони**

Шириною буферної зони було обрано 25 км (рис. 5).

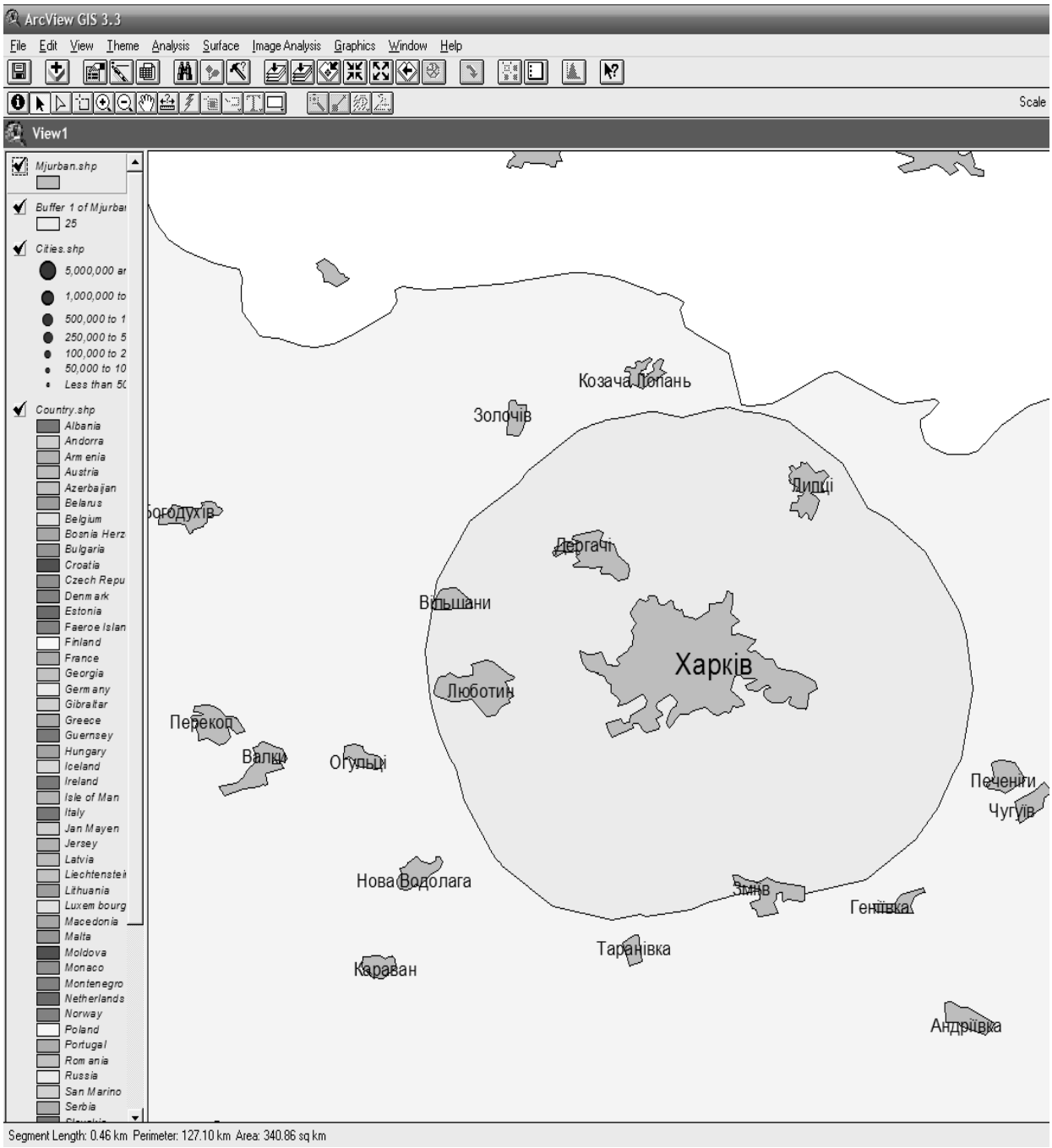


Рис. 5. **Буферна зона шириною 25 км для полігону — міста Харків**

В отриманій буферній зоні для м. Харків повністю або частково знаходяться такі населені пункти: Дергачі, Липці, Люботин, Вільшани, частково Зміїв.

Було оцінено відстані від центрів цих населених пунктів до центра міста Харків вимірювальним інструментом пакета ArcView GIS 3.2 a. На рис. 6 наведено приклад для м. Харків та населеного пункту Дергачі.

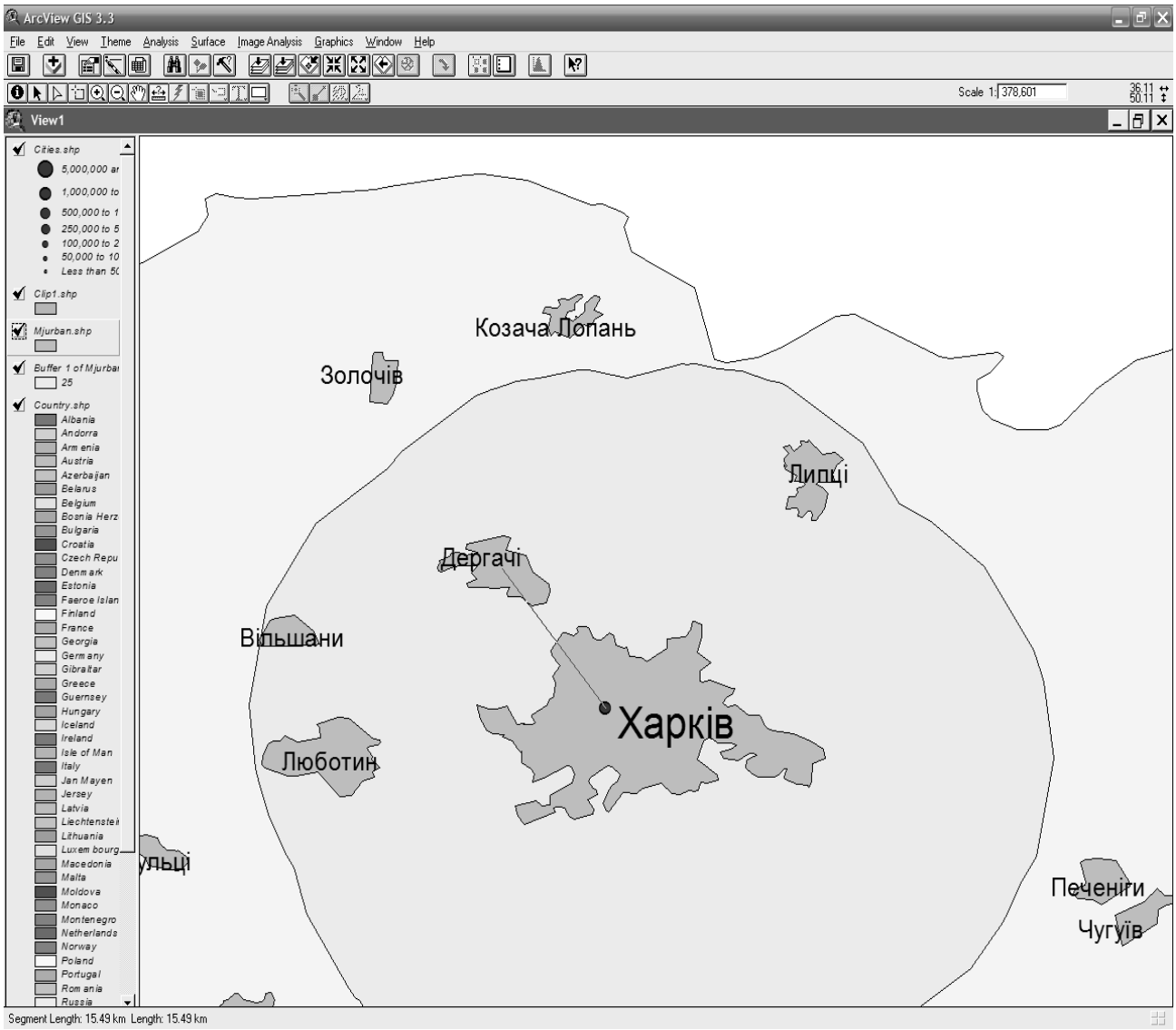


Рис. 6. **Визначення відстані між центрами Харкова та населеного пункту Дергачі (15,49 км)**

Полігони населених пунктів: Дергачі, Липці, Люботин, Вільшани повністю знаходяться в буферній зоні полігону міста Харків, тому достатньо визначити площі цих населених пунктів.

Для цього використовується піктограма інструменту "Vertex Edit" (ArcView GIS 3.2 a) активної теми проекта. Позначку цього інструменту слід навести на об’єкт, розміри котрого необхідно визначити. Об’єкт виділяється маркерами та значення розміру з’являється в статус-стрічці, у лівому нижньому кутку екрану.

Як приклад, на рис. 7 наведено визначення площі населеного пункту Дергачі.

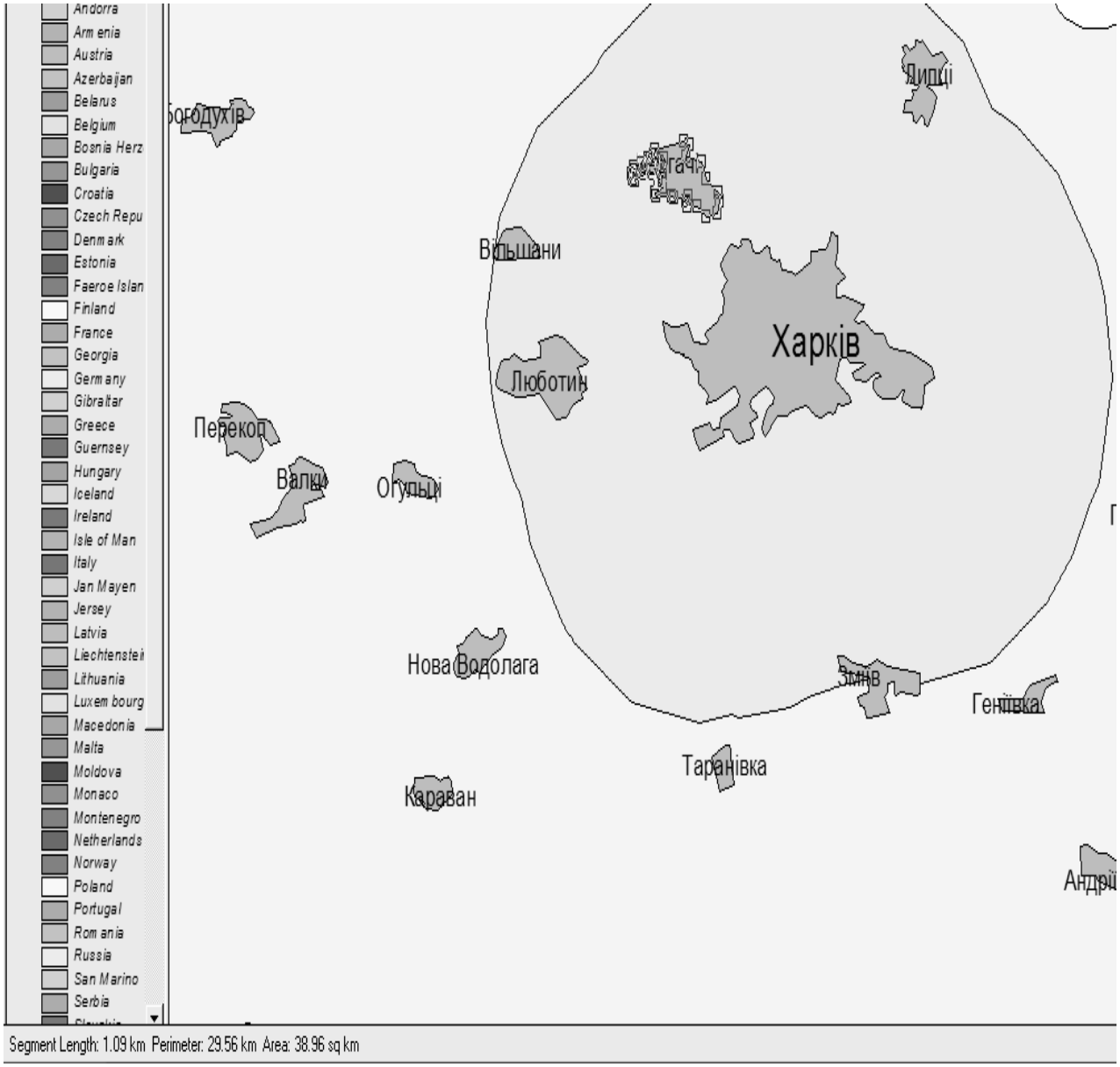


Рис. 7. **Визначення площі населеного пункту Дергачі (38,96 кв. км)**

Населений пункт Зміїв частково знаходиться в буферній зоні м. Харків, тому для визначення площі цієї частки необхідно побудувати оверлійну структуру, тобто полігон, який є зоною перетину полігону буферної зони м. Харків з полігоном населеного пункту Зміїв.

Для побудови оверлійної зони, по-перше, необхідно активізувати опцію геомоделювання "Geoprocessing" таким чином: пункти меню "File", "Extensions", "Geoprocessing" (рис. 8).

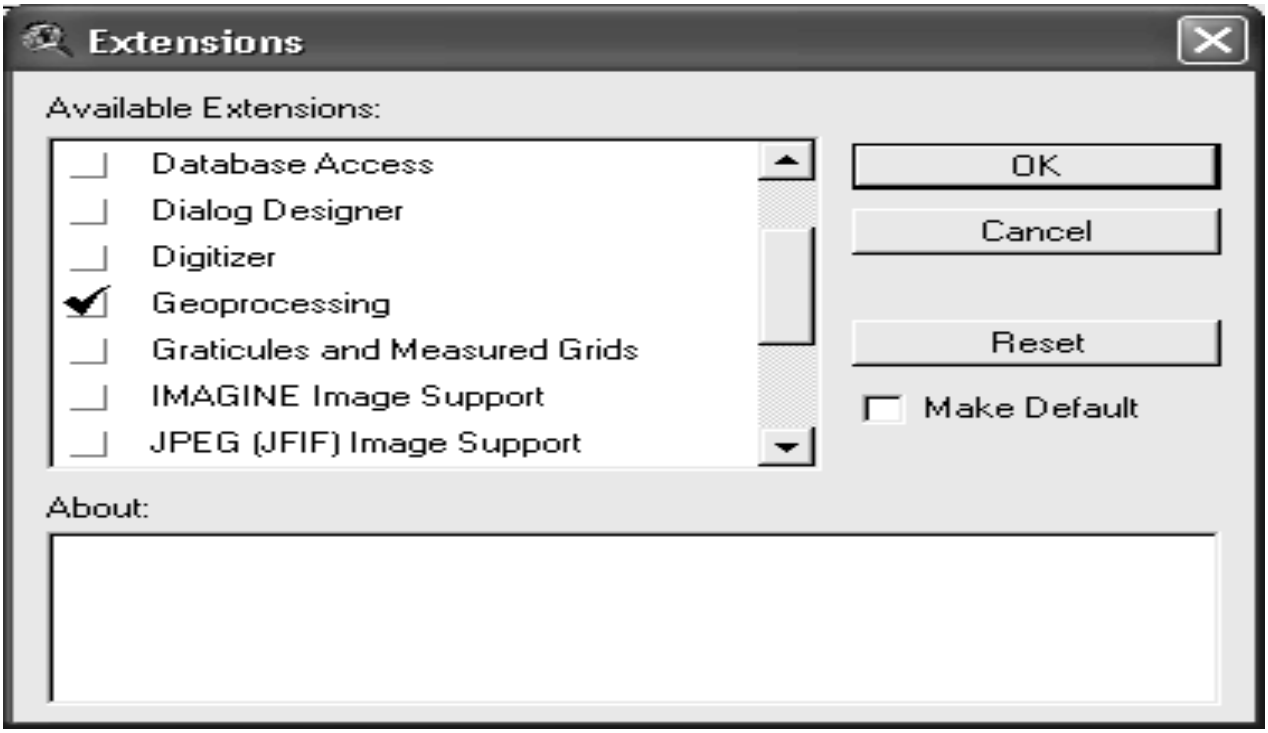


Рис. 8. **Активація Geoprocessing**

Потім у пункті меню "View" необхідно вибрати підпункт "GeoProcessing Wizard" та перейти до виконання геомоделювання, вибравши пункти меню: "View", "GeoProcessing Wizard".

Перший крок майстра геоопроцесінгу (рис. 9) дозволяє вибрати певну операцію геообробки даних.

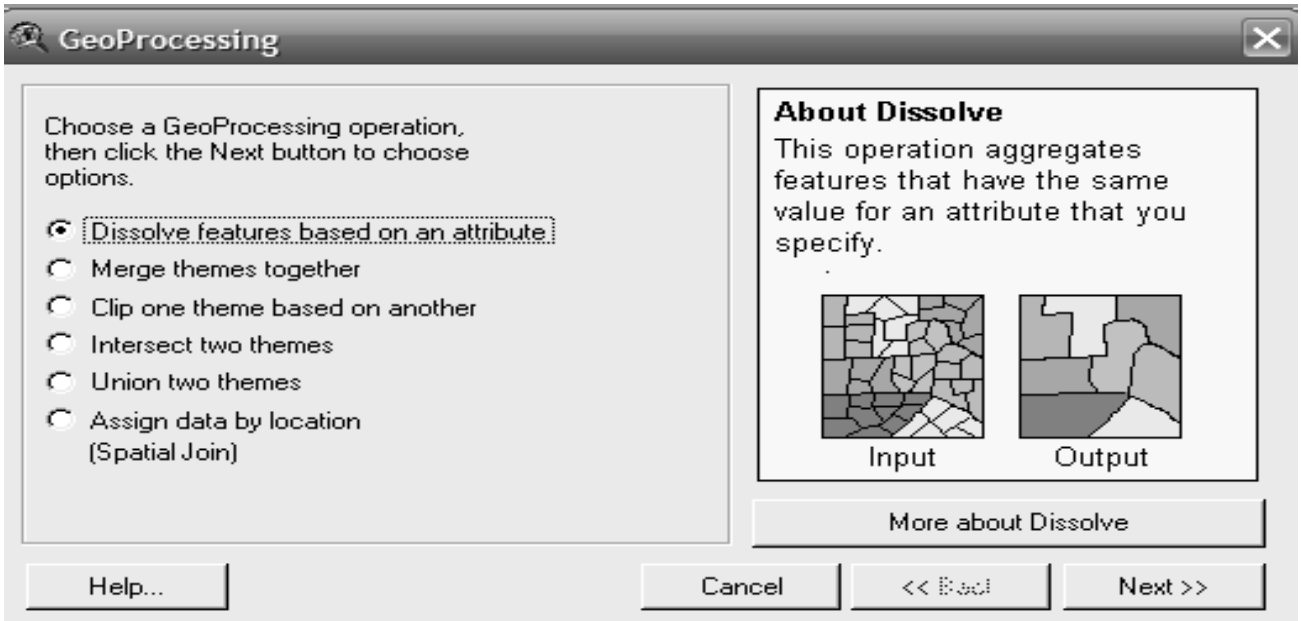


Рис. 9. **Перший крок майстра геопроцесінгу**

На рис. 10 показано вікно наступного кроку — результат вибору операції "Clip one theme based on another" — "Вирізання однієї теми іншою", тобто одержання оверлійного полігону.

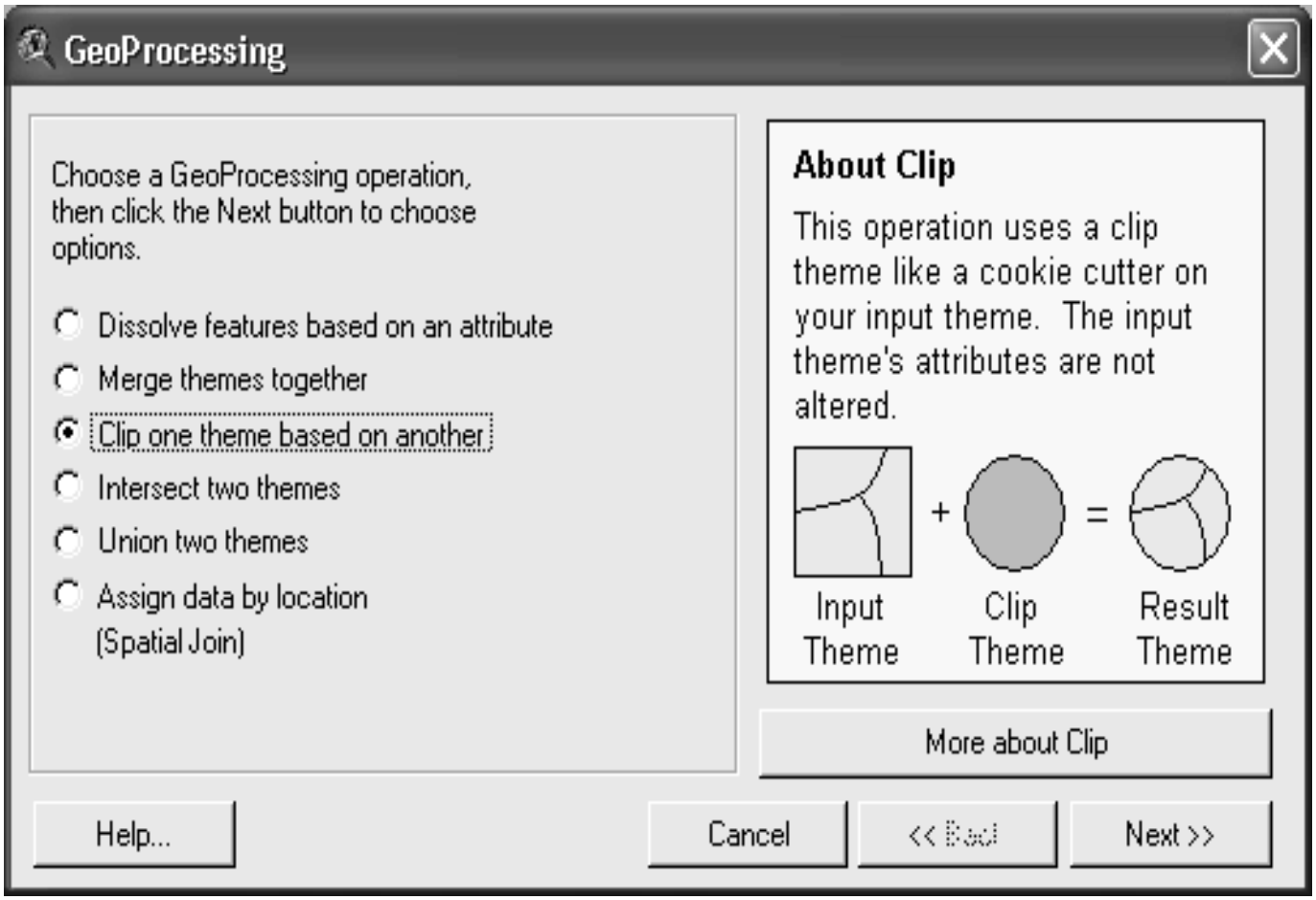


Рис. 10. **Вікно з вибраною операцією геомоделювання**

У наступному вікні майстра необхідно вказати вхідну тему, полігон, який вирізає першу тему, та вихідний файл, де можна зберегти нову оверлійну структуру. Оверлійні структури на карті виділяються окремим кольором.

На рис. 11 наведено результат побудови такої зони та визначення її площі.

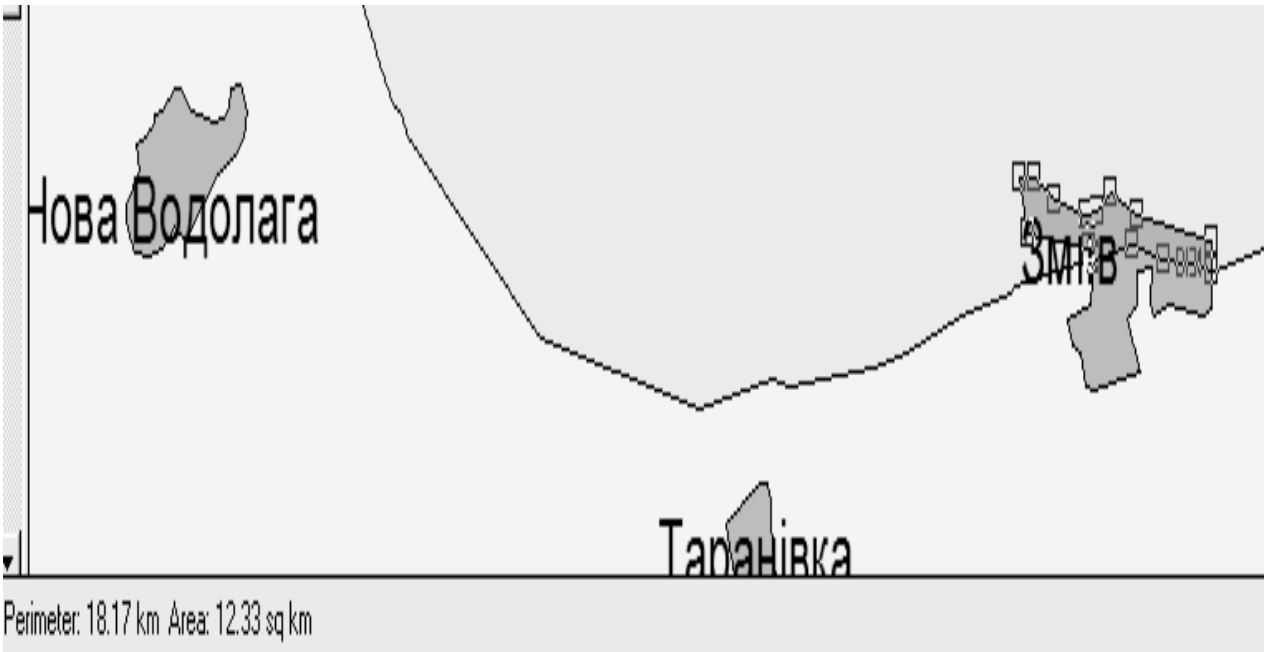


Рис. 11. **Визначення площі зони перетину полігональних об’єктів: буферної зони міста Харків та полігону населеного пункту Зміїв (12,33 кв. км)**

У табл. 1 наведені результати виміру відстаней між центрами вказаних населених пунктів та центром Харкова і площі населених пунктів, які розміщуються в буферній зоні м. Харків.

Таблиця 1

Площі населених пунктів, які розміщуються в буферній зоні м. Харків та відстані між центрами населених пунктів та центром м. Харків

№ з/п	Назва населеного пункту	Площа перетину буферної зони м. Харків	Відстань між центрами м. Харків та населеного пункту	Ранг за площею	Ранг за відстанню
1	Вільшани	13,86	23,69	4	3
2	Дергачі	38,96	15,53	2	1
3	Зміїв	12,33	34,97	5	5
4	Липці	27,79	26,22	3	4
5	Люботин	56,22	20,10	1	2

Аналіз даних табл. 1 дозволив виявити два населені пункти, які мають найбільшу площу перетину з площею буферної зони м. Харків та найменшу відстань між їх центрами та центром м. Харків: Дергачі та

Люботин, чим обумовлена послідовність можливого приєднання їх до території м. Харків: Дергачі, потім — Люботин.

2.2. Моделювання оцінювання площі затоплення у весняну повінь населених пунктів, які знаходяться на річці Сіверський Донець

Оцінку площі затоплення в повінь було виконано для північного сегменту ріки Сіверський Донець та населеного пункту Печеніги. Ширину зони розливу ріки обрано рівною 1 км.

У середовищі пакета ArcView GIS 3.2 а для північного сегменту річки Сіверський Донець було побудовано буферну зону шириною 1 км (рис. 12).

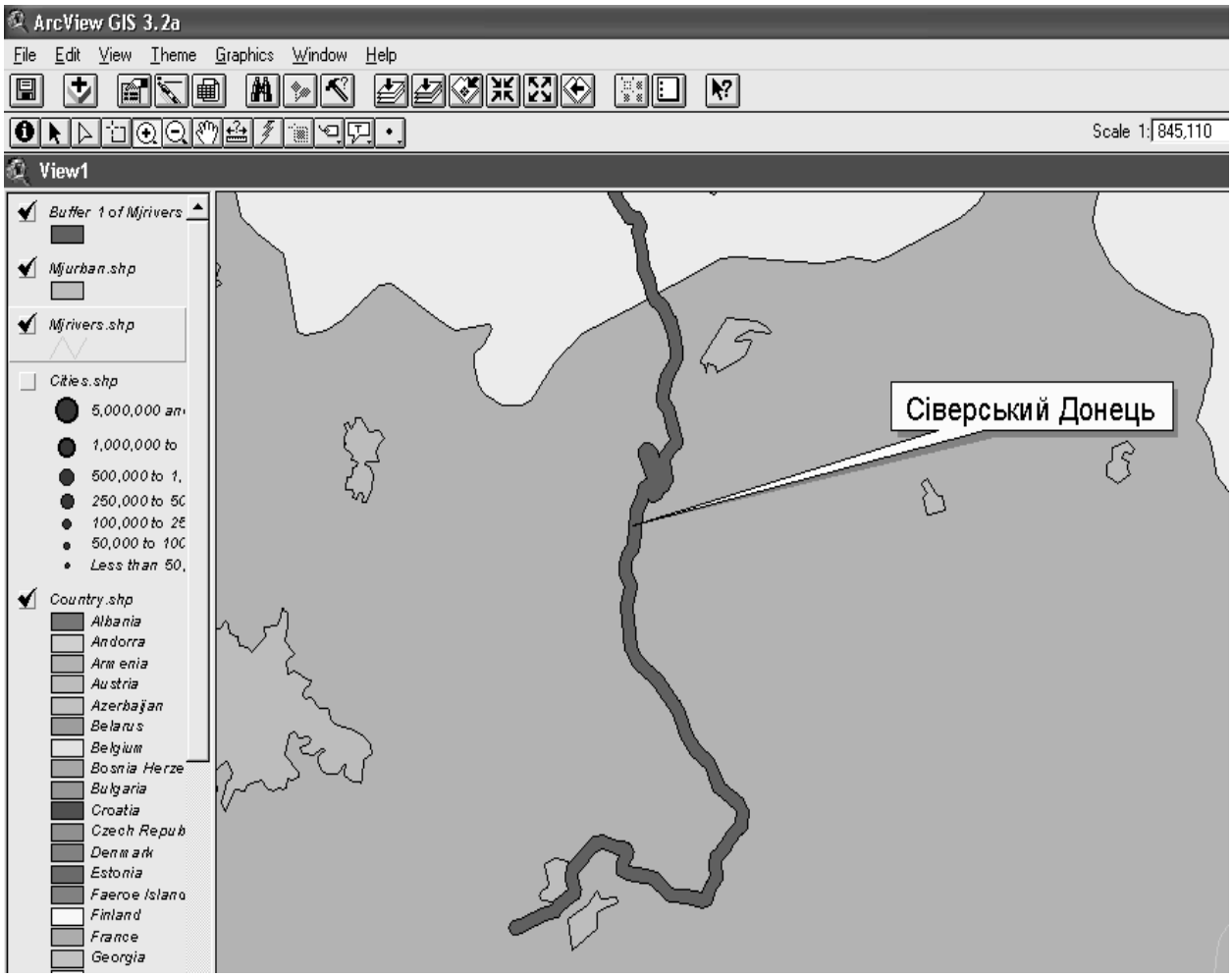


Рис. 12. **Буферна зона розливу північного сегменту річки Сіверський Донець шириною 1 км**

Площа оверлійної зони цієї буферної зони північного сегменту Сіверського Донця та полігону населеного пункту Печеніги, тобто площа можливого затоплення Печеніг у період весняної повні становить 8,73 км² (рис. 13).

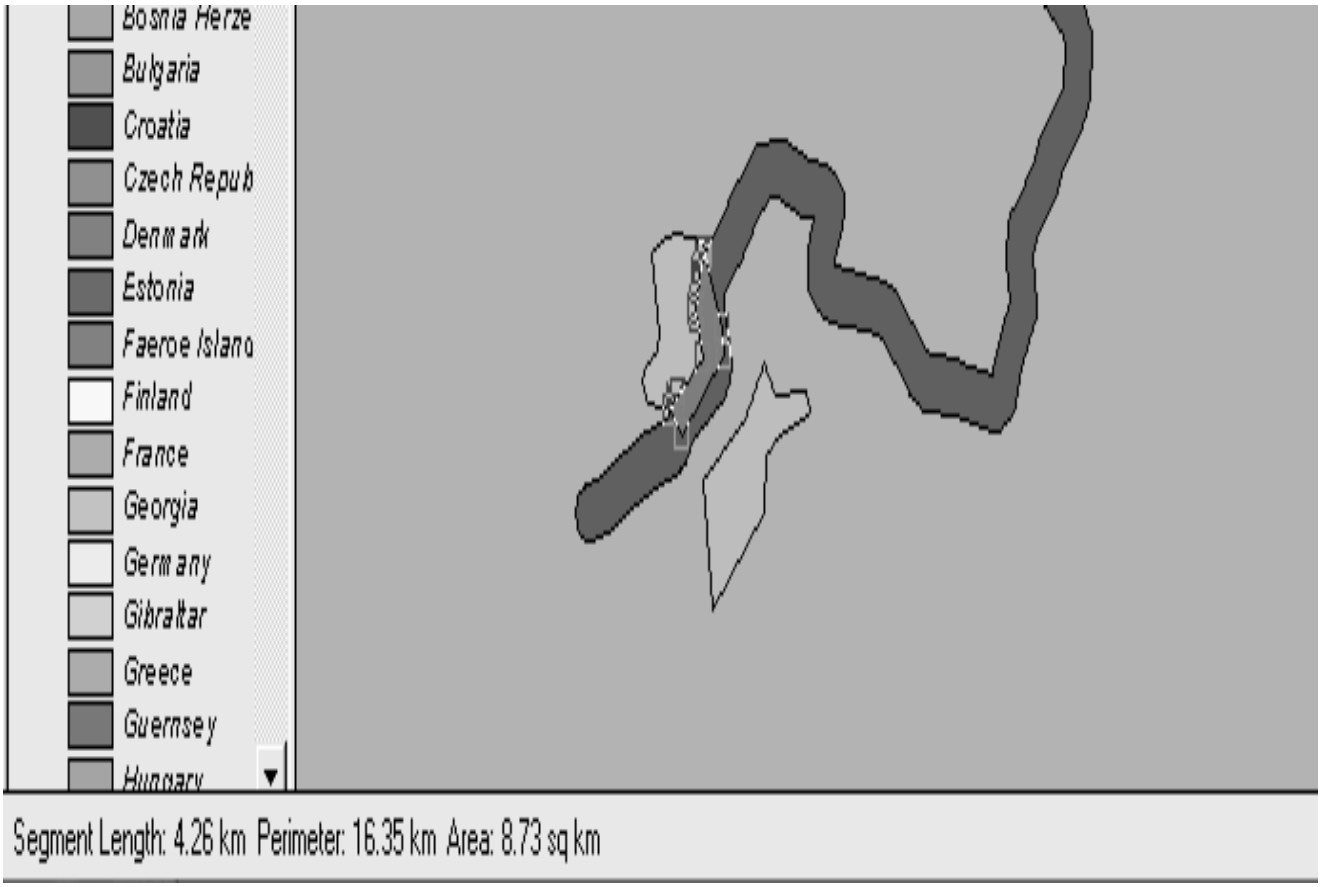


Рис. 13. **Оверлійна зона буферу північного сегменту річки Сіверський Донець та населеного пункту Печеніги**

Наступний приклад ілюструє оцінку прогнозованого значення ширини зони розливу річки Сіверський Донець (південний сегмент) (рис. 14) за даними багаторічних спостережень за шириною зони розливу у весняну повінь (табл. 2).

Рис. 14. **Південний сегмент річки Сіверський Донець**

Таблиця 2

Ширина зони розливу ріки Сіверський Донець у різні роки

№ з/п	Рік	Ширина зони розливу, км	№ з/п	Рік	Ширина зони розливу, км
1	1983	0,00	14	1996	0,56
2	1984	0,00	15	1997	0,00
3	1985	0,95	16	1998	1,00
4	1986	0,87	17	1999	0,95
5	1987	0,00	18	2000	1,00
6	1988	0,56	19	2001	1,57
7	1989	0,15	20	2002	0,63
8	1990	0,00	21	2003	0,95
9	1991	0,59	22	2004	0,00
10	1992	0,00	23	2005	1,87
11	1993	0,00	24	2006	1,27
12	1994	0,00	25	2007	1,40
13	1995	1,68	26	2008	1,40

На рис. 15 наведено результат оцінювання прогнозованого значення можливої зони розливу ріки Сіверський Донець у період весняної повіні в 2010 році. Лінія тренду (що виконує апроксимацію логарифмічною функцією із значенням достовірності апроксимації − 0,2143) дозволила виконати прогноз ширини зони розливу до 2010 року. Прогнозоване значення можливої зони розливу р. Сіверський Донець дорівнює 1 км.

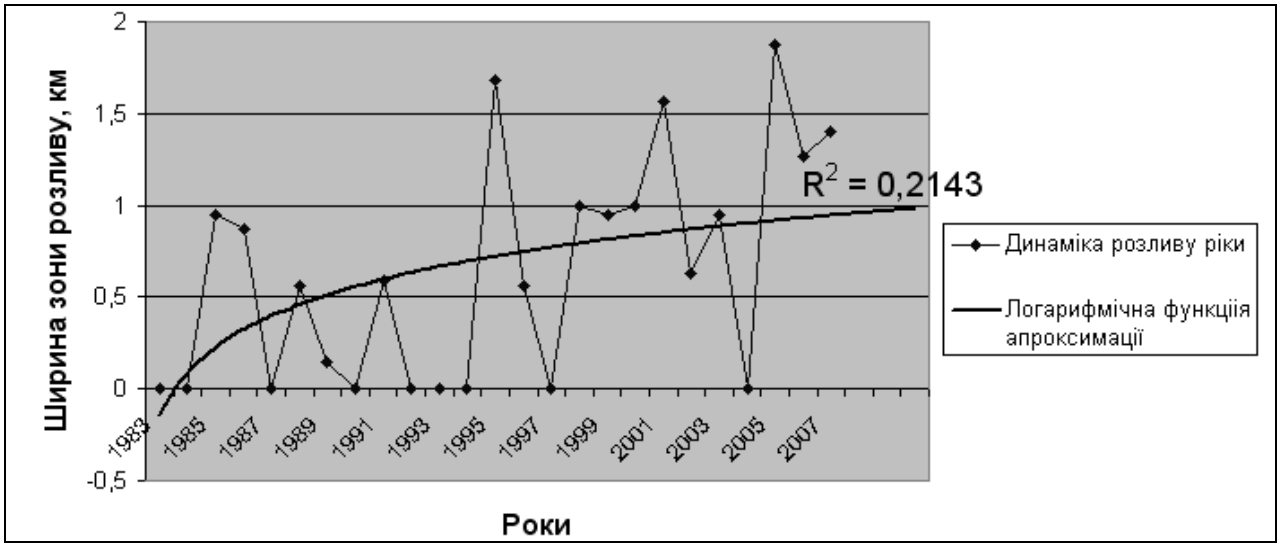


Рис. 15. **Оцінка прогнозу розливу р. Сіверський Донець у період весняної повені в 2010 році**

У середовищі ArcView GIS 3.2 а було побудовано буферну зону цього сегменту ріки шириною 1 км (рис.16). На рис. 17 наведено площі оверлійних полігонів як площі перетину буферної зони річки та відповідних населених пунктів. Результати визначення площ затоплення для Куп'янську, Сенково та м. Зміїв наведені на рис. 18 та рис. 19, відповідно.

Результати оцінки площі можливого затоплення вказаних населених пунктів на цій ділянці ріки: Куп'янськ − 24,69 км^2, Балаклія − 3,60 км^2, Савінці − 5,24 км^2, Ізюм − 10,03 км^2, Сенково − 6,46 км^2, Лісичанськ − 7,06 км^2, Рубіжне − 0,80 км^2, Оровське − 0,40 км^2, Станично-Луганське − 6,07 км^2, Нижнє − 1,02 км^2.

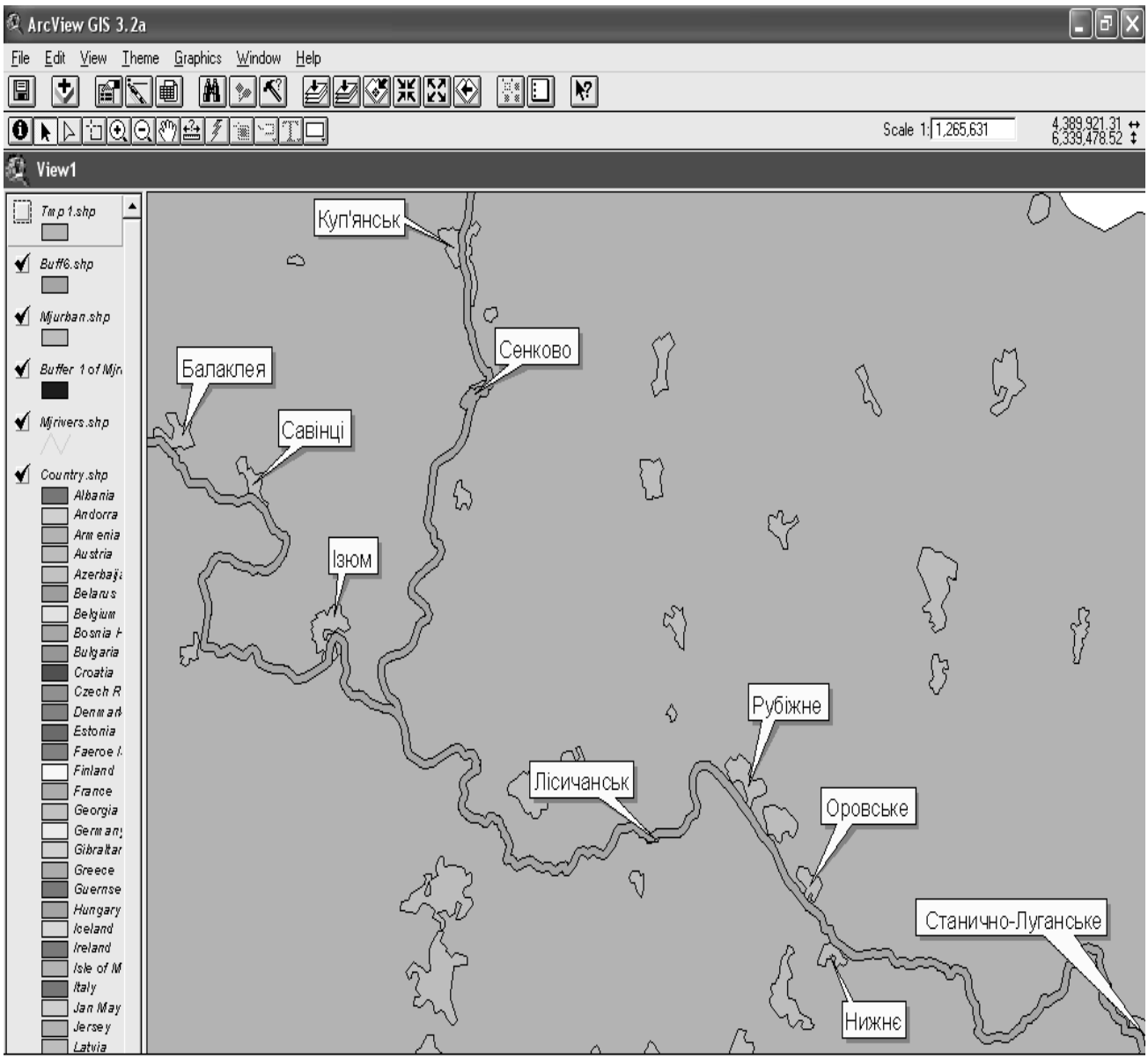


Рис. 16. **Буферна зона південного сегменту річки з населеними пунктами**

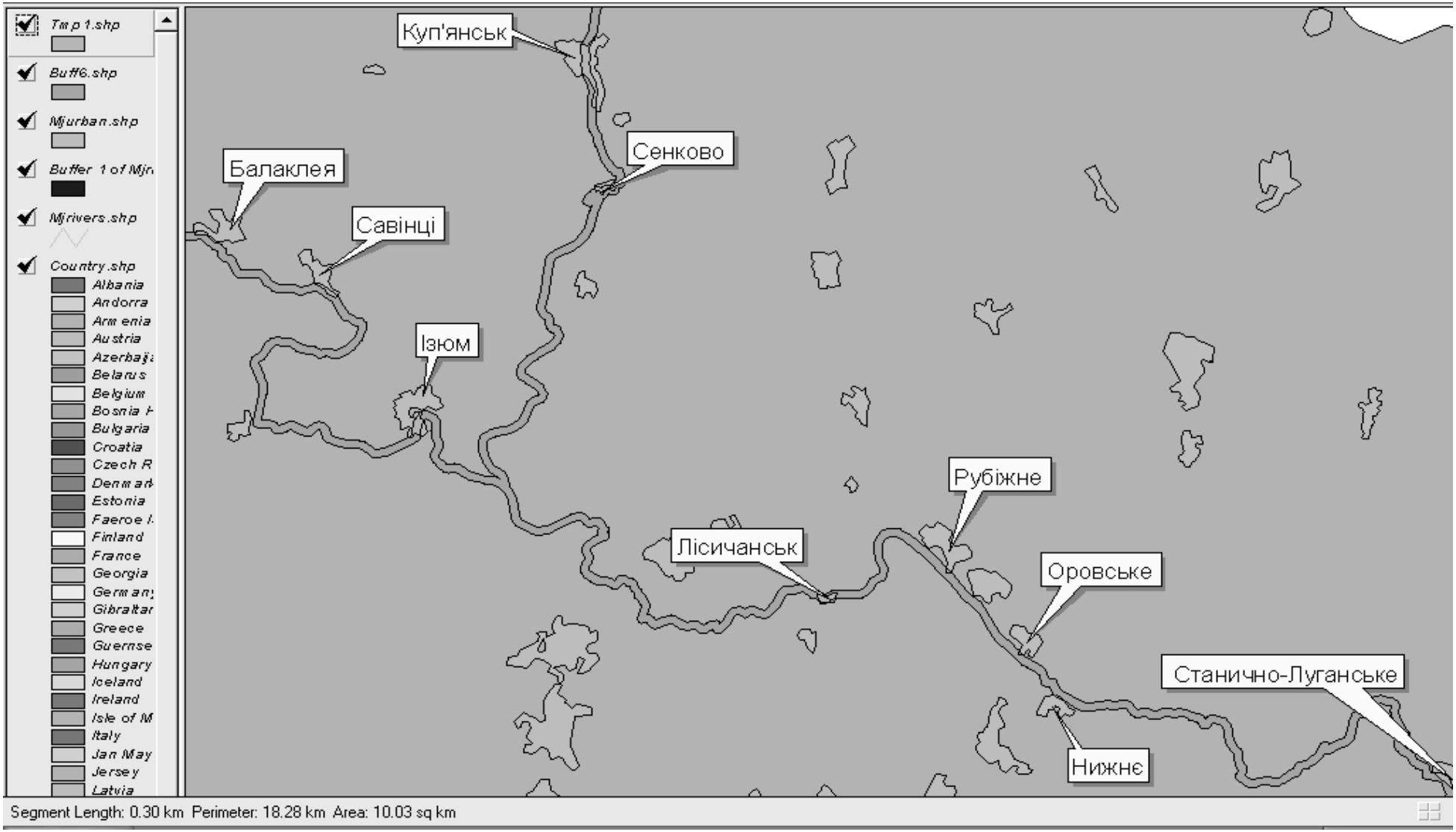


Рис. 17. **Оверлійні полігони буферної зони річки та полігонів населених пунктів**

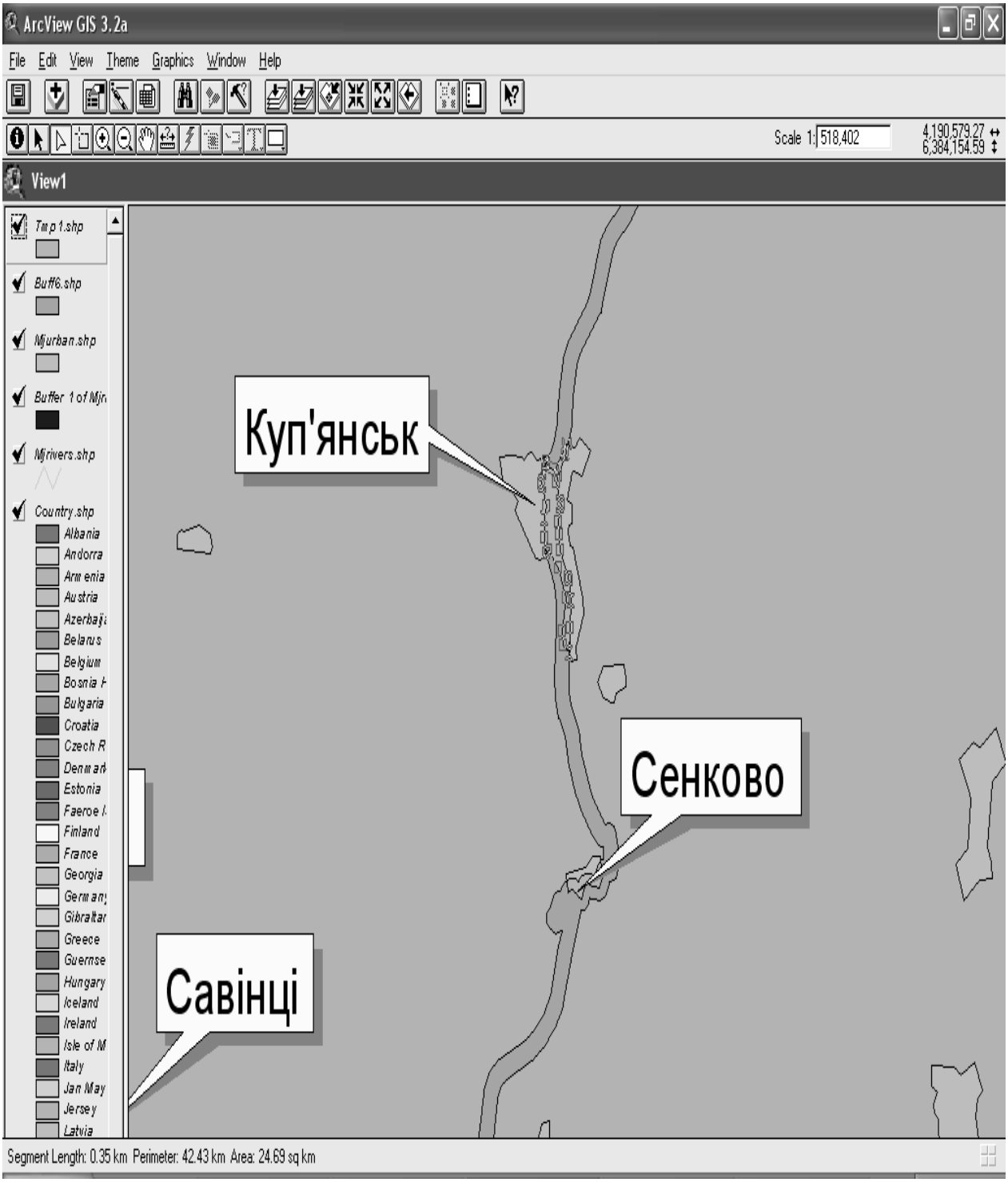


Рис. 18. **Оцінка площі можливого затоплення м. Куп’янськ**

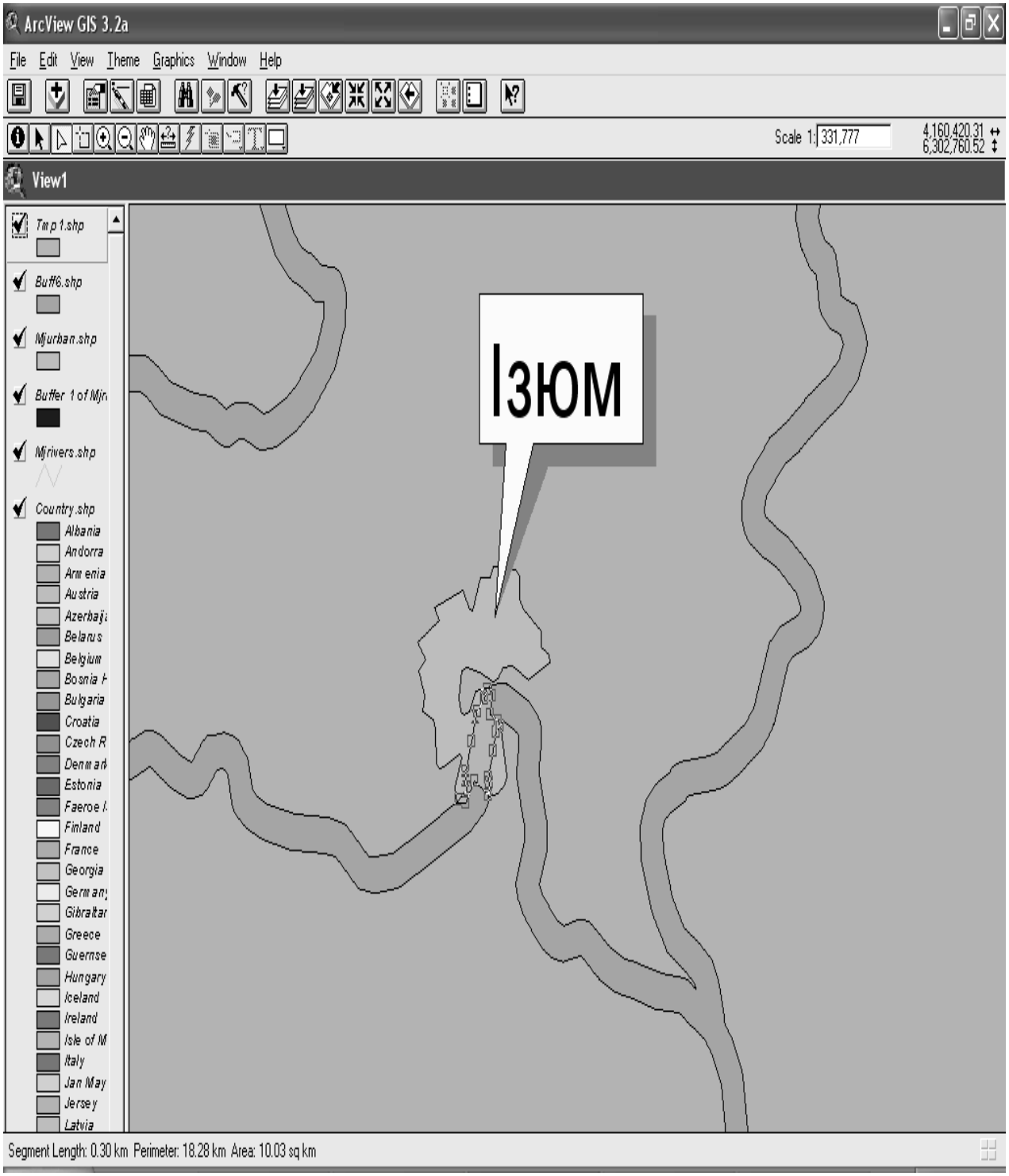


Рис. 19. **Оцінка площі можливого затоплення м. Ізюм**

Отримані значення площ дозволяють проранжувати населені пункти за ступенем небезпеки їхнього затоплення в 2010 році (табл. 3).

Таблиця 3

Результати ранжирування населених пунктів за площею їх можливого затоплення р. Сіверський Донець у 2010 році

№	Населений пункт	Площа затоплення, кв. км
1	Куп'янськ	24,69
2	Ізюм	10,03
3	Лісичанськ	7,06
4	Сенково	6,46
5	Станично-Луганське	6,07
6	Савінці	5,24
7	Балаклія	3,6
8	Нижнє	1,02
9	Рубіжне	0,8
10	Оровське	0,4

Існує велика вірогідність затоплення великої частини міста Куп'янськ у повінь 2010 року.

2.3. Моделювання пошуку місця розміщення нових підприємств у районах міст: Донецьк, Запоріжжя, Луганськ, Суми, Херсон

За даними "Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2006 році" в індустріальному секторі економіки України безліч об'єктів становлять потенційну небезпеку для життєдіяльності населення. Найбільш насиченими небезпечними об'єктами є Донецька, Запорізька, Луганська, Львівська, Сумська й Херсонська області.

У зв'язку з цим передбачається виконати реструктуризацію виробництва в районах міст: Донецьк, Запоріжжя, Луганськ, Суми, Херсон — закрити деякі старі виробництва, створити корпорацію, що включає декілька нових підприємств.

Відома q_{ij} — ступінь небезпеки роботи i-го підприємства для навколишнього середовища j-го міста (табл. 4), $i=1,\ldots,N$; $j=1,\ldots,N$; $N=5$. Причому значення q_{ij} було оцінено як граничне й було отримано, виходячи з того, що в місті вже є підприємство подібного профілю діяльності, додавання аналогічних технологічних процесів основного

виробництва підсилить негативний вплив на навколишнє природне середовище міста й держави в цілому.

Таблиця 4

Ступінь небезпеки роботи і-го підприємства для навколишнього середовища j-го міста

№ з/п	Донецьк	Запоріжжя	Луганськ	Суми	Херсон
Підприємство 1	0,3	0,6	0,2	0,5	0,11
Підприємство 2	0,1	0,2	0,7	0,11	0,3
Підприємство 3	0,5	0,12	0,11	0,9	0,1
Підприємство 4	0,2	0,4	0,2	0,10	0,5
Підприємство 5	0,9	0,2	0,5	0,3	0,2

Необхідно знайти *xij* — такий план розміщення підприємств, при якому інтегральна характеристика збитку, якого зазнає навколишнє природне середовище держави Україна, буде мінімальною. При цьому всі підприємства повинні бути побудовані й уведені в дію. Математична постановка задачі має вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} xij \times qij \rightarrow \min,$$

$$\sum_{i=1}^{N} xij = 1, \quad \sum_{j=1}^{N} xij = 1.$$

Вирішення задачі складається з таких кроків:

1. Знайти *xij* — такий план розміщення підприємств, при якому інтегральна характеристика збитку, якого зазнає навколишнє природне середовище держави Україна, буде мінімальною. При цьому всі підприємства повинні бути побудовані й уведені в дію.

2. У середовищі пакета ArcView GIS 3.2 а створити карту України, нанести на неї зазначені міста.

3. Створити атрибутивну таблицю з даними про нові підприємства.

4. Підприємства вивести на карті значком діаграми з граничним значенням коефіцієнта збитку, який діяльність підприємства може завдати навколишньому природному середовищу.

Перший крок — вирішення оптимізаційної – задачі виконано засобами надбудови "Пошук рішень" пакету MS Excel.

Результат пошуку рішення наведено на рис. 20.

0	0	0	0	1		1
1	0	0	0	0		1
0	0	1	0	0		1
0	0	0	1	0		1
0	1	0	0	0		1
1	1	1	1	1		

Рис. 20. **Результат пошуку рішення**

Отримане рішення інтерпретується таким чином:

підприємство 1 необхідно розмістити в місті Херсон;

підприємство 2 необхідно розмістити в місті Донецьк;

підприємство 3 необхідно розмістити в місті Луганськ;

підприємство 4 необхідно розмістити в місті Суми;

підприємство 5 необхідно розмістити в місті Запоріжжя.

На рис. 21 наведено карту України із зазначеними містами.

На карті було створено нову тему, з підприємствами, в атрибутивну таблицю якої занесені такі дані про підприємства: назва підприємства і коефіцієнт, який відбиває ступінь небезпеки роботи *i*-го підприємства для навколишнього природного середовища (рис. 22).

Засобами інструменту "Legend Editor" (рис. 23) пакету ArcView GIS 3.2 а побудовано кругову діаграму із граничними значеннями коефіцієнтів збитку природному середовищу нових підприємств (рис. 24) та стовбчасті діаграми (рис. 25). Як параметр, за яким будувалися діаграми, є значення коефіцієнта — ступеня небезпеки роботи підприємства для довкілля.

Отже отриманий такий план розміщення чотирьох підприємств, при якому інтегральна характеристика збитку, що зазнає навколишнє природне середовище держави України, буде мінімальною.

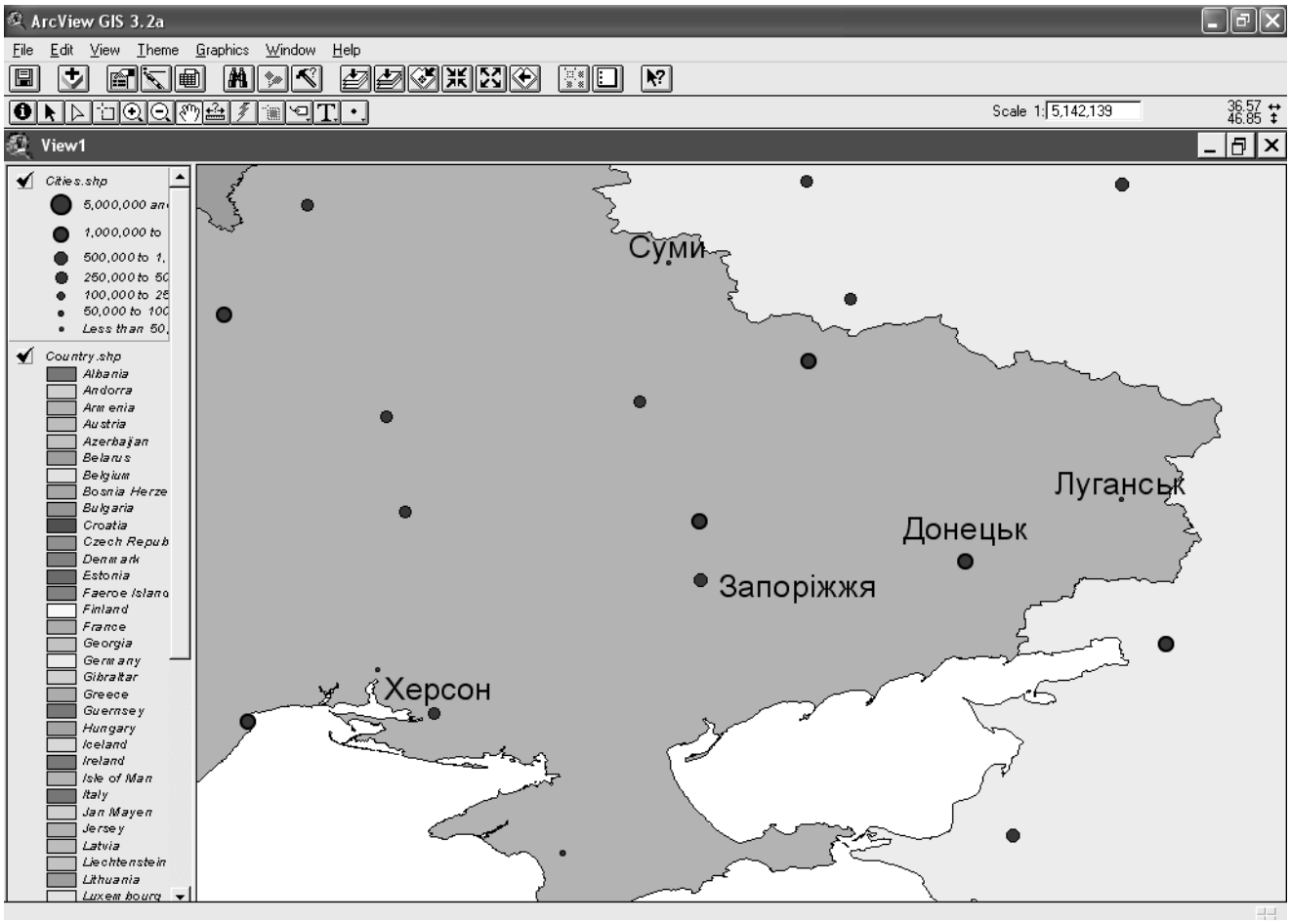
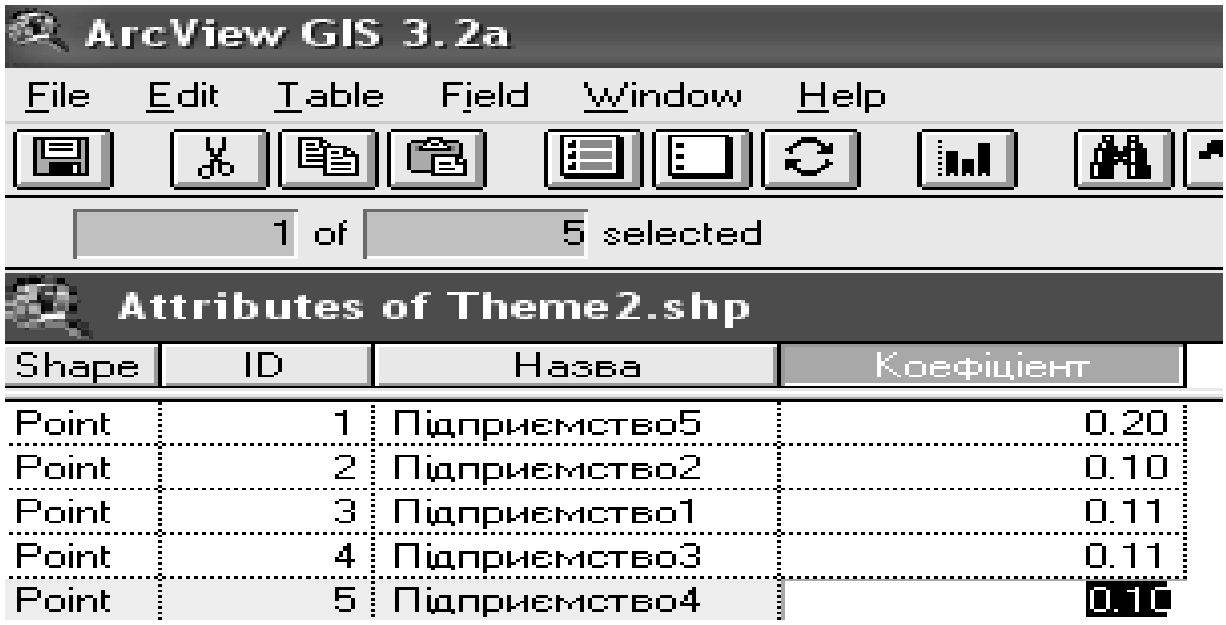


Рис. 21. **Карта України із зазначенням міст розміщення підприємств**



Shape	ID	Назва	Коефіцієнт
Point	1	Підприємство5	0.20
Point	2	Підприємство2	0.10
Point	3	Підприємство1	0.11
Point	4	Підприємство3	0.11
Point	5	Підприємство4	0.10

Рис. 22. **Атрибутивна таблиця з даними про підприємства**

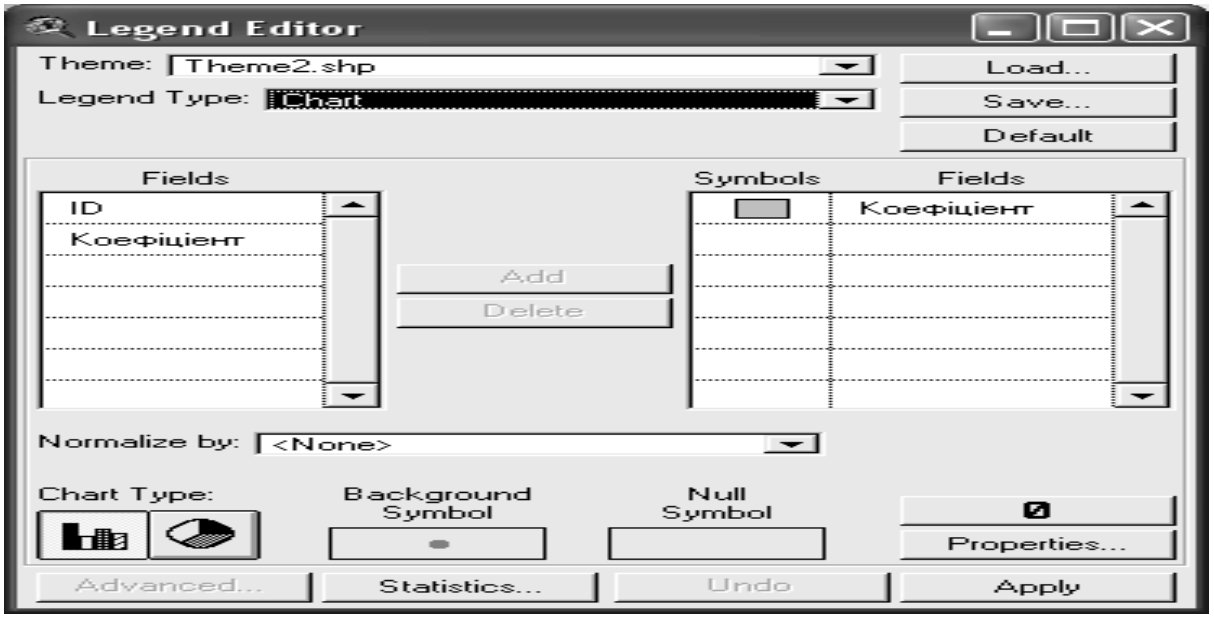


Рис. 23. **Вибір діаграми**

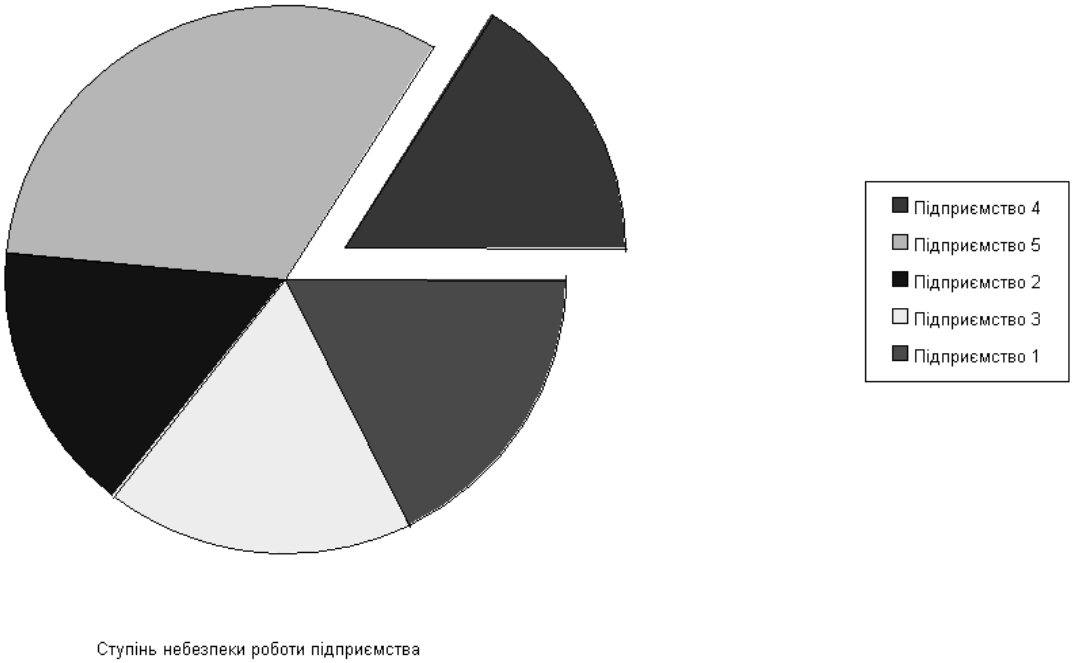


Рис. 24. **Кругова діаграма з граничними значеннями коефіцієнтів збитку природному середовищу новими підприємствами**

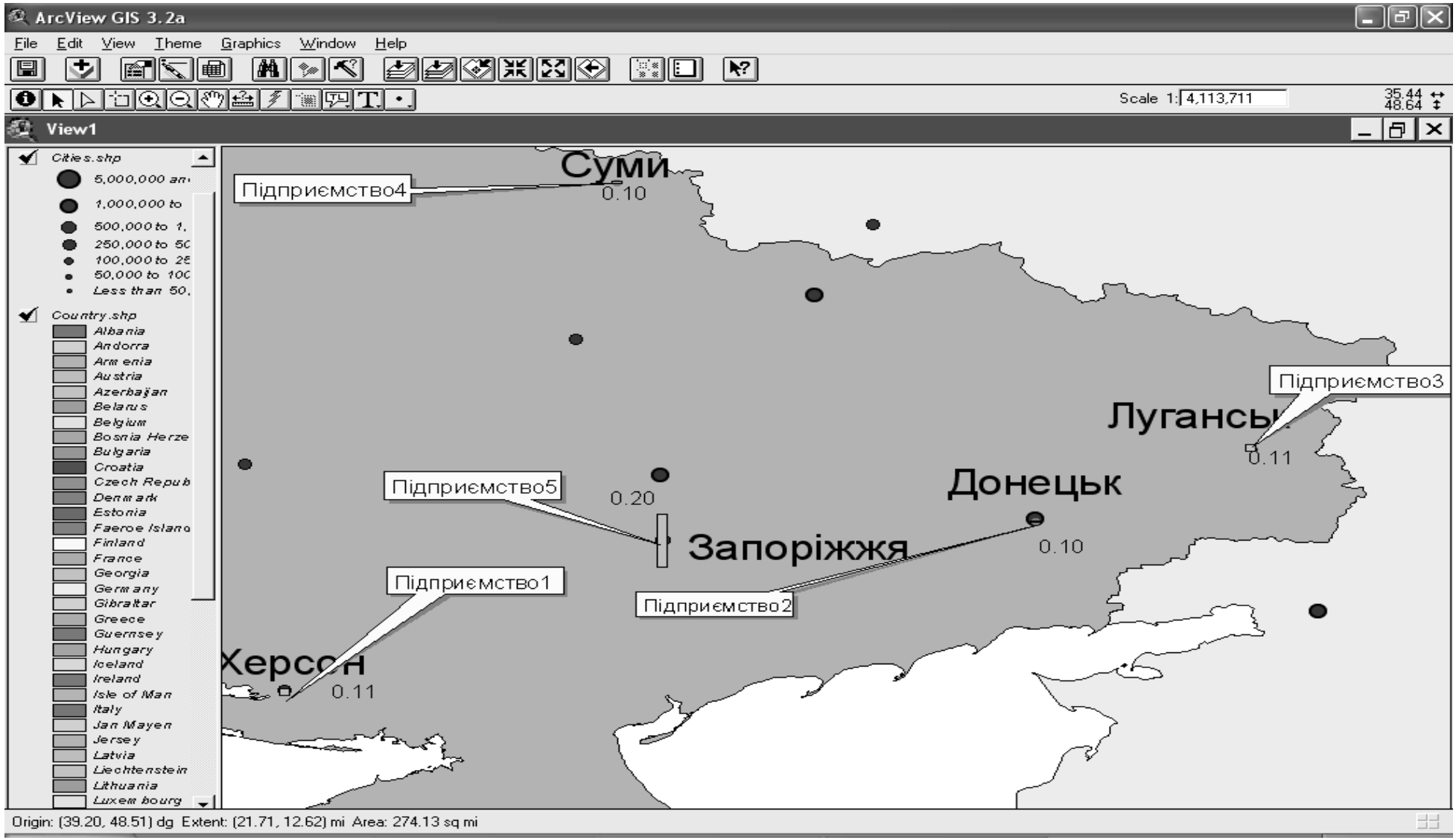


Рис. 25. **Карта України з містами, розташування нових підприємств і діаграмами із граничними значеннями коефіцієнтів збитку природному середовищу**

Таким чином, розроблений план розміщення підприємств, які будуть побудовані й уведені в дію, гарантує, що інтегральна характеристика збитку, який зазнає навколишнє природне середовище України, буде мінімальною.

2.4. Моделювання пошуку зон негативного впливу на природне середовище роботи машинобудівних підприємств України

Інформація про три машинобудівні підприємства України задана в такий спосіб: координатами (X,Y) на карті, розмірами зони негативного впливу на довкілля кожного підприємства й платою кожного з них за забруднення навколишнього природного середовища (табл. 5). Координати на карті відповідають проекції Меркатора, масштаб карти 1:2000, одиниці виміру – км.

Таблиця 5

Інформація про три машинобудівні підприємства

Підприємство	Координати		Зона негативного впливу, км	Плата за забруднення навколишнього природного середовища, тис. грн
	X	Y		
Дніпродзержинський машинобудівний завод	3853	6184	30	20 000
Дніпропетровський машинобудівний завод	3906	6170	30	15 000
Запорізький машинобудівний завод	3908	6077	20	10 000

Відомо, що особливо небезпечною в екологічному плані є зона, яка перебуває на перетині зазначених зон трьох підприємств.

Необхідно виконати таке:

1. Розрахувати відстань між зазначеними об'єктами.

2. Створити карту в середовищі пакета ArcView, указавши на ній місця розташування цих підприємств як точкових об'єктів, з

атрибутивними таблицями, що містять дані про розподіл витрат кожного підприємства на природоохоронну діяльність.

Урахувати, що платежі до фонду природоохоронної діяльності розподіляються в такий спосіб:

10% надходять у державний бюджет для фінансування діяльності територіальних органів державного управління охороною навколишнього природного середовища;

30% – у фонди обласного значення;

60% – у фонди місцевого значення.

3. Перевірити правильність розрахунку відстані між об'єктами.

4. Указати на карті зони негативного впливу зазначених підприємств.

5. Виконати аналіз, знайшовши на карті особливо небезпечну зону — одержати координати (X,Y) її геометричного центру й оцінити розміри її площі.

6. Показати на карті розподіл витрат кожного підприємства на природоохоронну діяльність у вигляді кругових діаграм.

Виходячи з наданих координат розташування машинобудівних підприємств, в середовищі MS Excel були розраховані відстані між заводами за такою формулою:

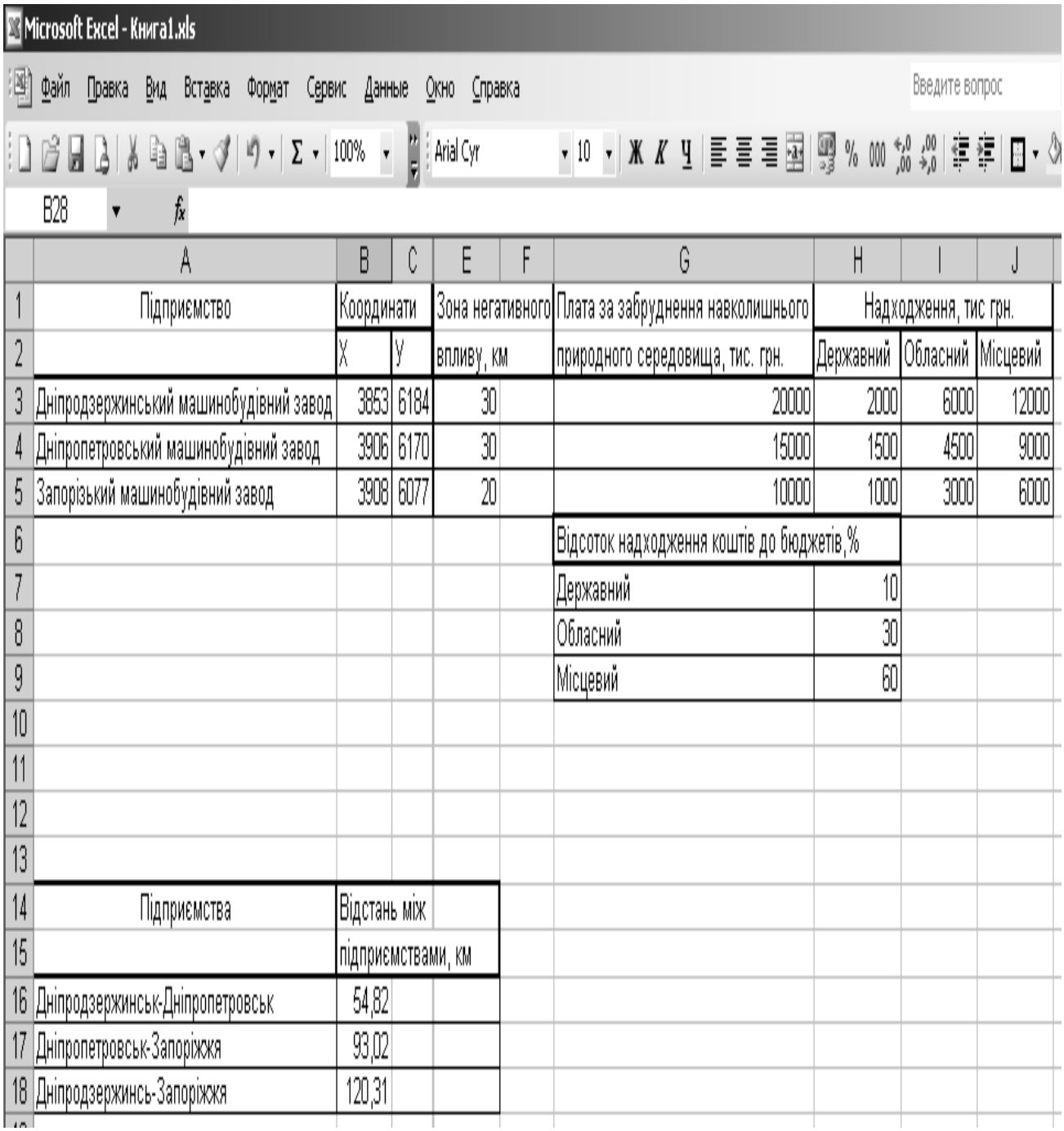
$$dij = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \ ,$$

де x_i, y_i — координати точкового об’єкта *i* на карті;

x_j, y_j — координати точкового об’єкта *j* на карті.

Відстань між Дніпродзержинським та Дніпропетровським машинобудівними заводами становить 54,82 км, відстань між Дніпропетровським та Запорізьким машинобудівними заводами – 93,02 км, відстань між Дніпродзержинським та Запорізьким машинобудівними заводами – 120,31 км. Виходячи з того, що плата за забруднення навколишнього природного середовища розподіляється таким чином: 10% надходять у державний бюджет для фінансування територіальних органів державного управління охороною навколишнього природного середовища, 30% надходить у фонди обласного значення, 60% надходить у фонди місцевого значення, були розраховані суми

надходжень від підприємств за забруднення навколишнього природного середовища до бюджетів різних рівнів (рис. 26).



	A	B	C	E	F	G	H	I	J
1	Підприємство	Координати		Зона негативного		Плата за забруднення навколишнього	Надходження, тис грн.		
2		X	Y	впливу, км		природного середовища, тис. грн.	Державний	Обласний	Місцевий
3	Дніпродзержинський машинобудівний завод	3853	6184	30		20000	2000	6000	12000
4	Дніпропетровський машинобудівний завод	3906	6170	30		15000	1500	4500	9000
5	Запорізький машинобудівний завод	3908	6077	20		10000	1000	3000	6000
6						Відсоток надходження коштів до бюджетів,%			
7						Державний	10		
8						Обласний	30		
9						Місцевий	60		
14	Підприємства	Відстань між							
15		підприємствами, км							
16	Дніпродзержинськ-Дніпропетровськ	54,82							
17	Дніпропетровськ-Запоріжжя	93,02							
18	Дніпродзержинськ-Запоріжжя	120,31							

Рис. 26. **Результати розрахунків для підприємств**

Для створення карти з розміщенням підприємств було обрано проекцію Меркатора, та одиниці виміру – кілометри (рис. 27).

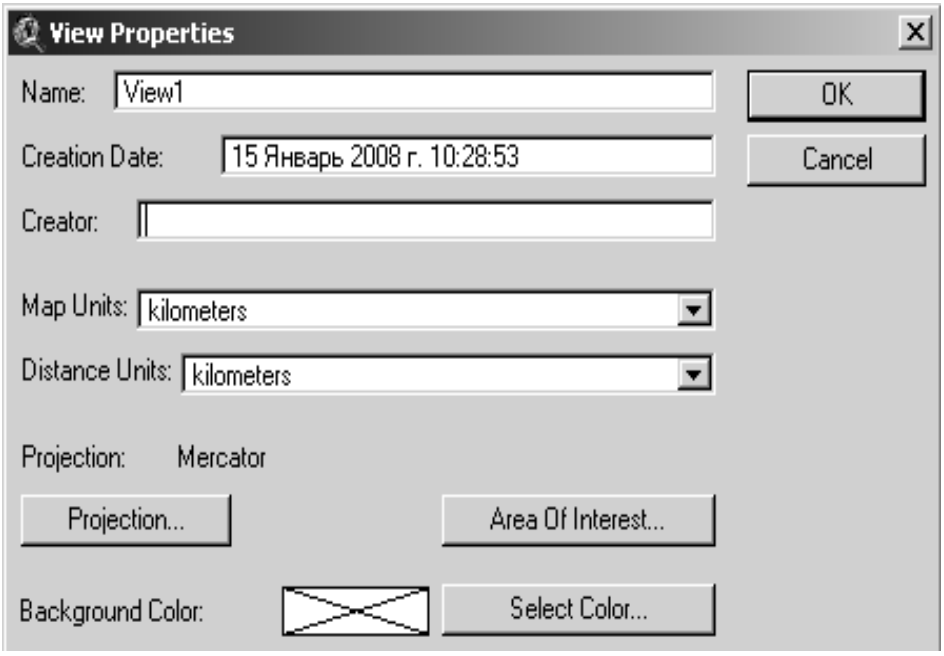


Рис. 27. **Вибір проекції та одиниць виміру**

На карту були нанесені місця розташування машинобудівних підприємств як точкові об’єкти, виходячи з наданих координат. Підприємства позначені круговими діаграмами розподілу витрат на природоохоронну діяльність.

Були перевірені відстані між підприємствами за допомогою вимірювальних засобів пакету ArcView. На рис. 28 наведено приклад вимірювання відстані між підприємствами засобами пакета ArcView GIS 3.2 a. Було визначено, що відстань між Дніпродзержинським та Дніпропетровським машинобудівними заводами становить 55,19 км, відстань між Дніпропетровським та Запорізьким машинобудівними заводами – 93,15 км, відстань між Дніпродзержинським та Запорізьким машинобудівними заводами – 120,86 км.

Отримані в такий спосіб значення відстаней частково не співпадають з тими, що були визначені вище, що пов’язано з похибкою у вимірювальних інструментах пакета ArcView GIS 3.2 a.

Були побудовані зони негативного впливу роботи підприємств вказаних міст як буферні зони точкових об’єктів. Для Дніпродзержинського машинобудівного заводу радіус цієї зони становить 30 км, для Дніпропетровського машинобудівного заводу – 30 км, для Запорізького машинобудівного заводу – 20 км.

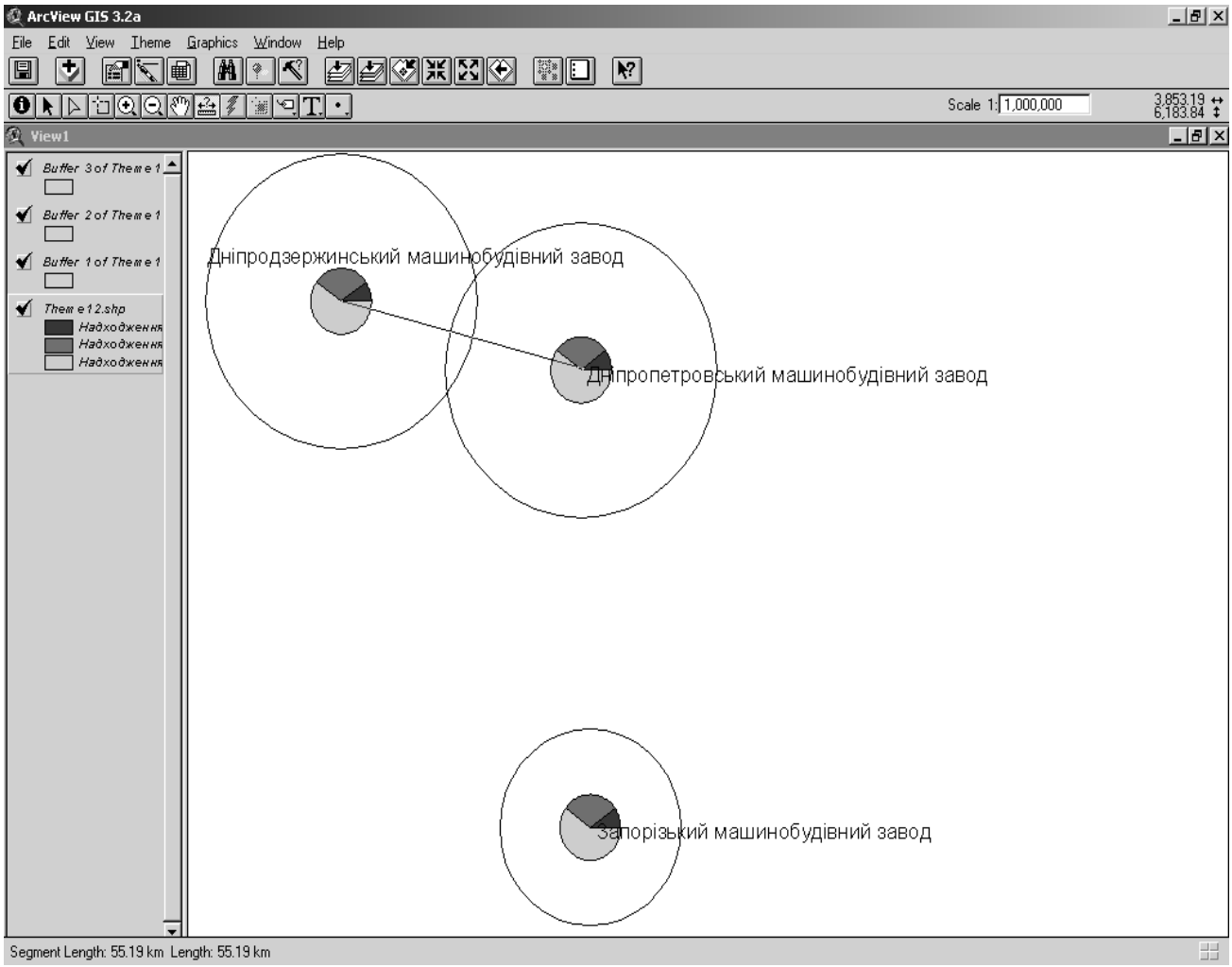


Рис. 28. **Визначення відстані між Дніпродзержинським та Дніпропетровським машинобудівними заводами**

Особливо небезпечною є зона, що знаходиться на перетині декількох зон негативного впливу підприємств. Це оверлійна зона буферних зон Дніпродзержинського та Дніпропетровського машинобудівних заводів. За допомогою інструментів аналізу пакета Arc-View GIS 3.2 а була встановлена площа цієї зони: 81,10 км^2 (рис. 29) та були визначені координати її геометричного центру (рис. 30). Необхідно звернути особливу увагу на цю зону, тому що техногенне навантаження на навколишнє природне середовище є значним саме тут, що викликає погіршення загального стану довкілля.

Загальна карта розташування машинобудівних підприємств наведена на рис. 31. Атрибутивна таблиця карти розташування машинобудівних підприємств з даними про розподіл витрат кожного підприємства на природоохоронну діяльність наведена на рис. 32.

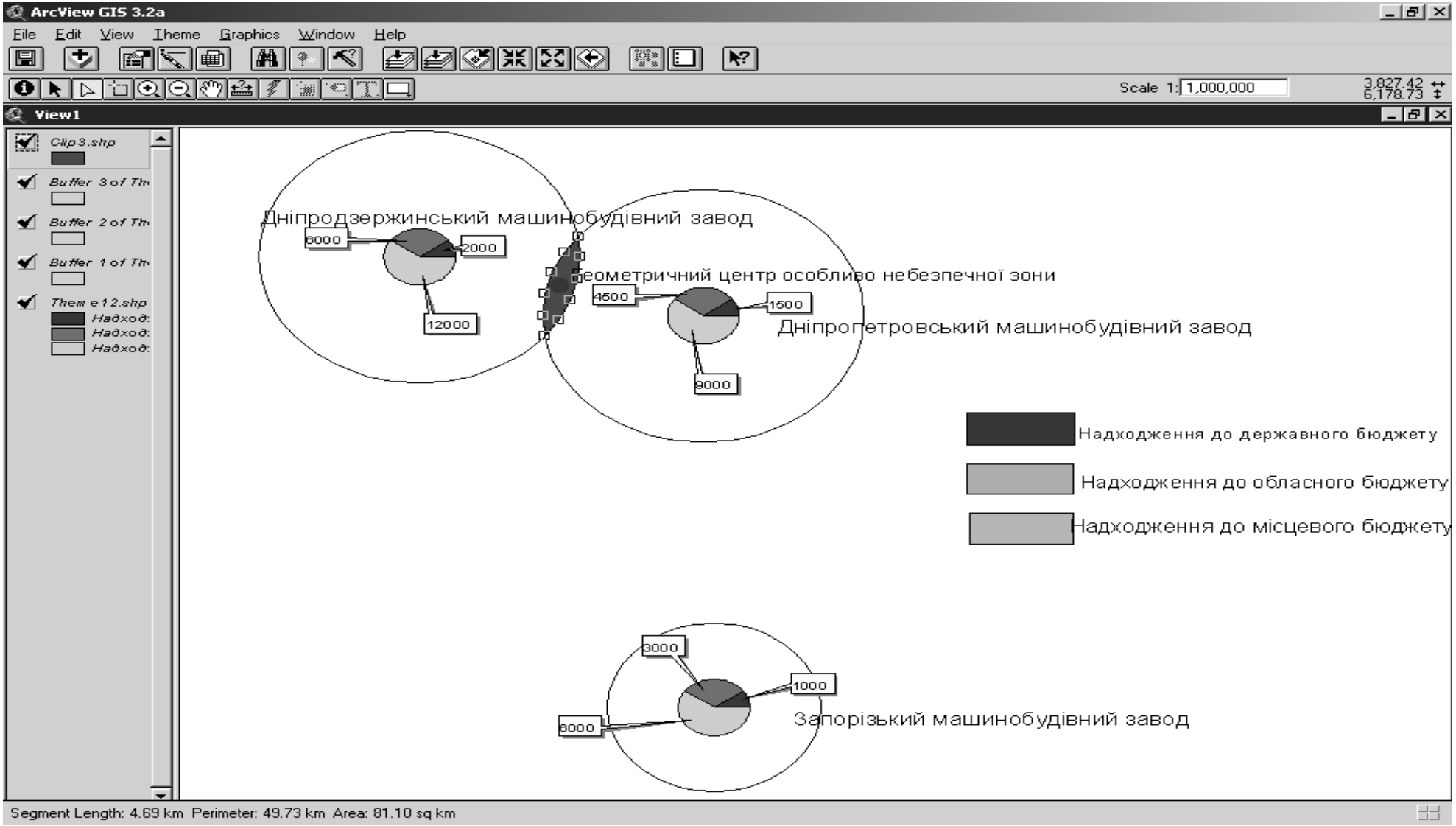


Рис. 29. **Визначення площі особливо небезпечної зони**

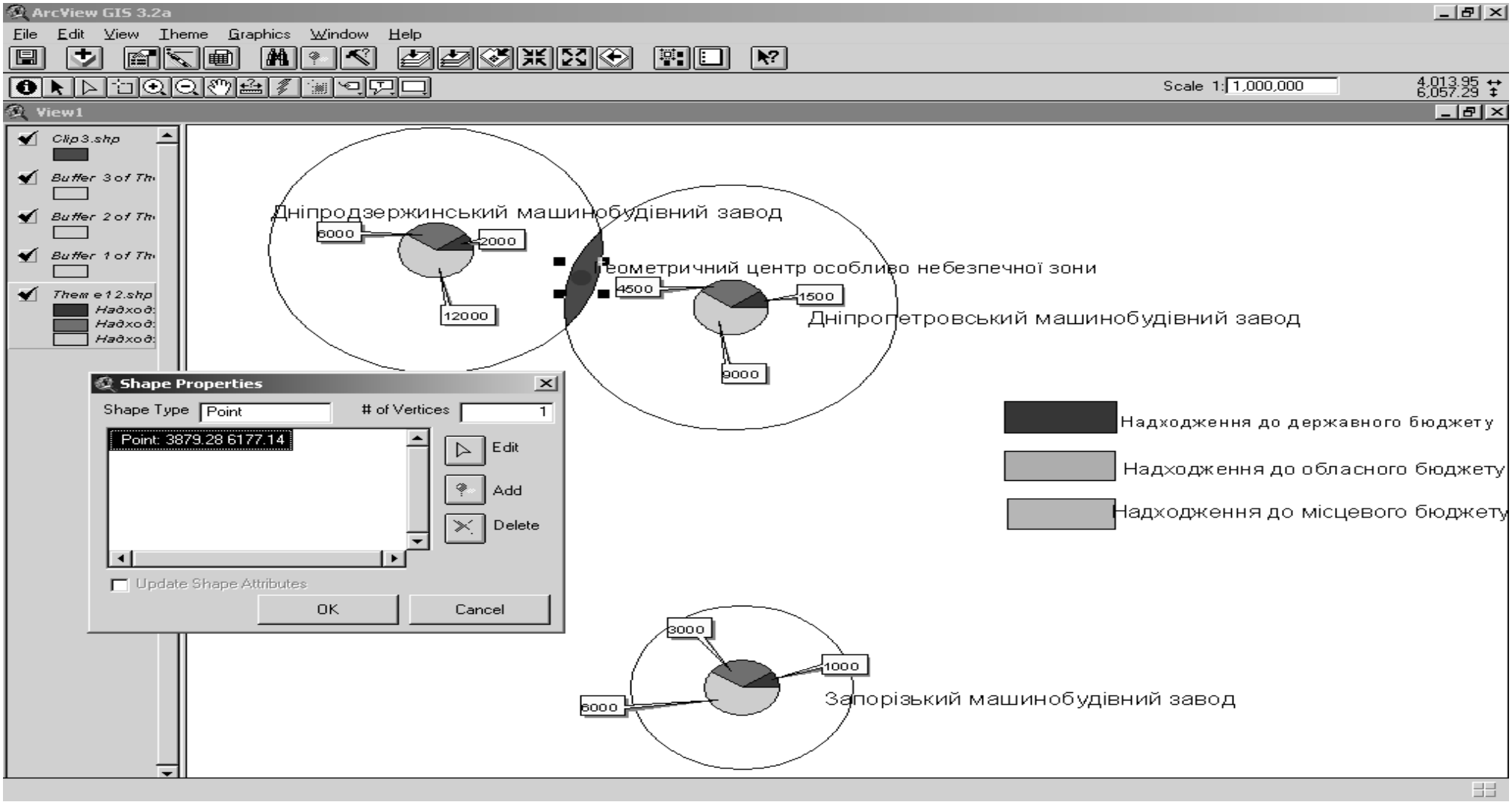


Рис. 30. **Визначення координат геометричного центра особливо небезпечної зони**

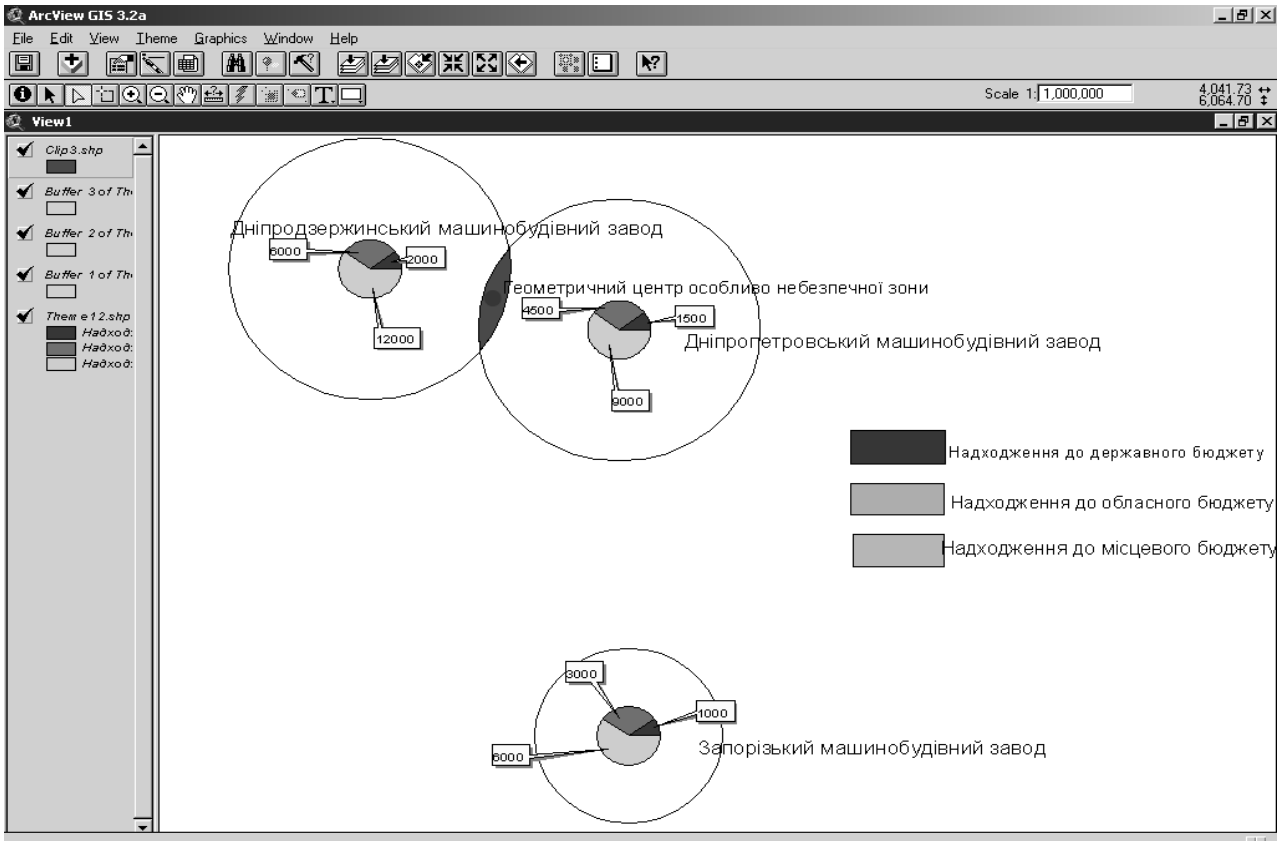
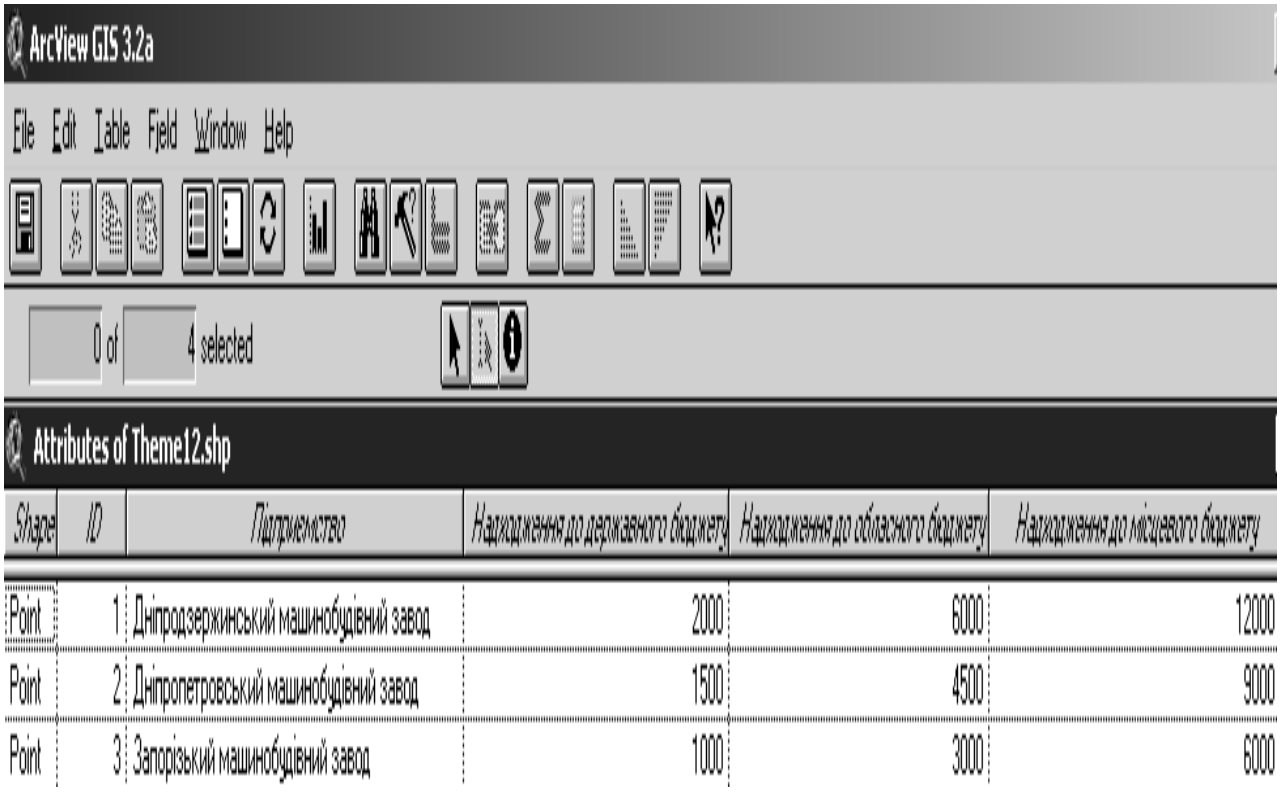


Рис. 31. **Загальна карта розташування машинобудівних підприємств**



Shape	ID	Підприємство	Надходження до державного бюджету	Надходження до обласного бюджету	Надходження до місцевого бюджету
Point	1	Дніпродзержинський машинобудівний завод	2000	6000	12000
Point	2	Дніпропетровський машинобудівний завод	1500	4500	9000
Point	3	Запорізький машинобудівний завод	1000	3000	6000

Рис. 32. **Атрибутивна таблиця карти з даними про розподіл витрат кожного підприємства на природоохоронну діяльність**

У результаті була визначена особливо небезпечна зона – перетин зон негативного впливу Дніпродзержинського та Дніпропетровського машинобудівних заводів, площа якої становить 81,10 км^2. Були визначені координати геометричного центра даної зони.

Необхідно запроваджувати природоохоронні заходи з метою зменшення розмірів особливо небезпечної зони, яка є причиною погіршення стану здоров'я населення та загального стану довкілля.

2.5. Побудова кластерів регіонів України за рівнем плати за аварійні забруднення навколишнього середовища

У табл. 6 наведені дані про нарахування за збитки від аварійних забруднень навколишнього природного середовища в Україні за 2006 р.

Таблиця 6

Дані про нарахування за збитки від аварійних забруднень навколишнього природного середовища в Україні за 2006 р.

№ з/п	Регіон України	Нараховано за збитки від забруднення, тис. грн
1	2	3
1	АР Крим	2 347,1
2	Вінницька обл.	500,1
3	Волинська обл.	87,6
4	Дніпропетровська обл.	11,8
5	Донецька обл.	61,4
6	Житомирська обл.	0
7	Закарпатська обл.	1,9
8	Запорізька обл.	82,6
9	Івано-Франківська обл.	4,1
10	Київська обл.	0,2
11	Кіровоградська обл.	0
12	Луганська обл.	12,0
13	Львівська обл.	57,1
14	Миколаївська обл.	0
15	Одеська обл.	3 986,4
16	Полтавська обл.	42,8
17	Рівненська обл.	35,3

Закінчення табл. 6

1	2	3
18	Сумська обл.	6,6
19	Тернопільська обл.	0,2
20	Харківська обл.	20,5
21	Херсонська обл.	45,9
22	Хмельницька обл.	2,2
23	Черкаська обл.	3,2
24	Чернівецька обл.	0
25	Чернігівська обл.	54,3

Необхідно виконати таке:

1. Провести кластерний аналіз — розбити надану множину регіонів на 4 кластери: з дуже високим рівнем плати за забруднення, високим, помірним, низьким.

2. Привести карту з атрибутивними даними про нарахування оплат регіонами України за забруднення навколишнього природного середовища. Позначення міст позначити значками діаграм зі значеннями нарахувань за забруднення середовища (привести стовбчасті діаграми).

Для проведення кластерного аналізу було використано пакет STATISTICA 6.0 та обрано ієрархічний ітеративний метод (К-середніх). Як метрика було обрано евклідову відстань.

На рис. 33 наведено регіони, які увійшли до першого кластеру, та їх відстані до центра кластера. У перший кластер увійшли такі регіони України: АР Крим та Одеська область. Перший кластер можна інтерпретувати як кластер з дуже високим рівнем плати за забруднення.

	Members of Cluster Number 1 (4.sta) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 2 cases				
	Case No. C 2	Case No. C 16			
Distance	819,6500	819,6500			

Рис. 33. **Регіони України, які увійшли до першого кластеру, та їх відстані до центра кластера**

На рис. 34 наведено регіони, які увійшли до другого кластеру, та їх відстані до центра кластера. У другий кластер увійшла тільки Вінницька область. Другий кластер можна інтерпретувати як кластер з низьким рівнем плати за забруднення.

	Members of Cluster Number 2 (4.sta) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 1 cases
	Case No. C 3
Distance	0,00

Рис. 34. **Регіони України, які увійшли до другого кластеру, та їх відстані до центра кластера**

На рис. 35 наведено регіони, які увійшли до третього кластеру, та їх відстані до центра кластера. У третій кластер увійшли такі регіони України: Волинська, Донецька, Запорізька, Львівська, Полтавська, Рівненська, Херсонська та Чернігівська області. Третій кластер можна інтерпретувати як кластер з високим рівнем плати за забруднення.

Case No. C 4	Case No. C 6	Case No. C 9	Case No. C 14	Case No. C 17	Case No. C 18	Case No. C 22	Case No. C 26
24,48889	1,711111	19,48889	6,011111	20,31111	27,81111	17,21111	8,811111

Рис. 35. **Регіони України, які увійшли до третього кластеру, та їх відстані до центра кластера**

На рис. 36 наведено регіони, які увійшли до четвертого кластеру, та їх відстані до центра кластера. У четвертий кластер увійшли такі регіони України: Дніпропетровська, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Київська, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Черкаська та Чернівецька області. Четвертий кластер можна інтерпретувати як кластер з помірним рівнем плати за забруднення.

Case No. C 5	Case No. C 7	Case No. C 8	Case No. C 10	Case No. C 11	Case No. C 12	Case No. C 13	Case No. C 15	Case No. C 19	Case No. C 20	Case No. C 21	Case No. C 23	Case No. C 24	Case No. C 25
7,321429	4,478571	2,578571	0,378571	4,278572	4,478571	7,521429	4,478571	2,121428	4,278572	16,02143	2,278571	1,278571	4,478571

Рис. 36. **Регіони України, які увійшли до четвертого кластеру, та їх відстані до центра кластера**

Для візуальної інтерпретації результатів кластеризації був використаний пакет ArcView GIS 3.2a.

Спочатку було обрано карту Європи (рис. 37), а на її основі за допомогою запиту отримано карту України (рис. 38).

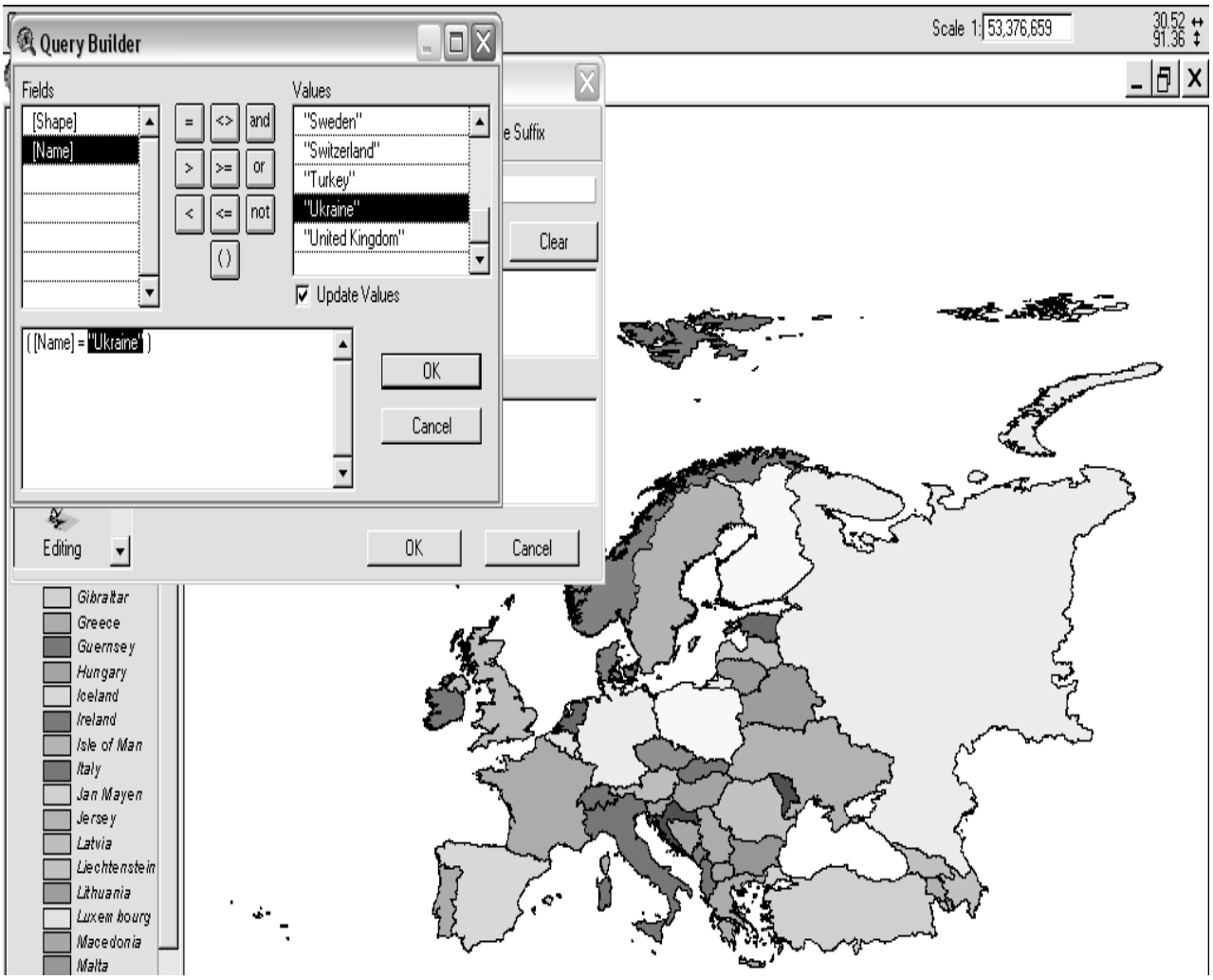


Рис. 37. **Карта Європи та запит на виділення України**

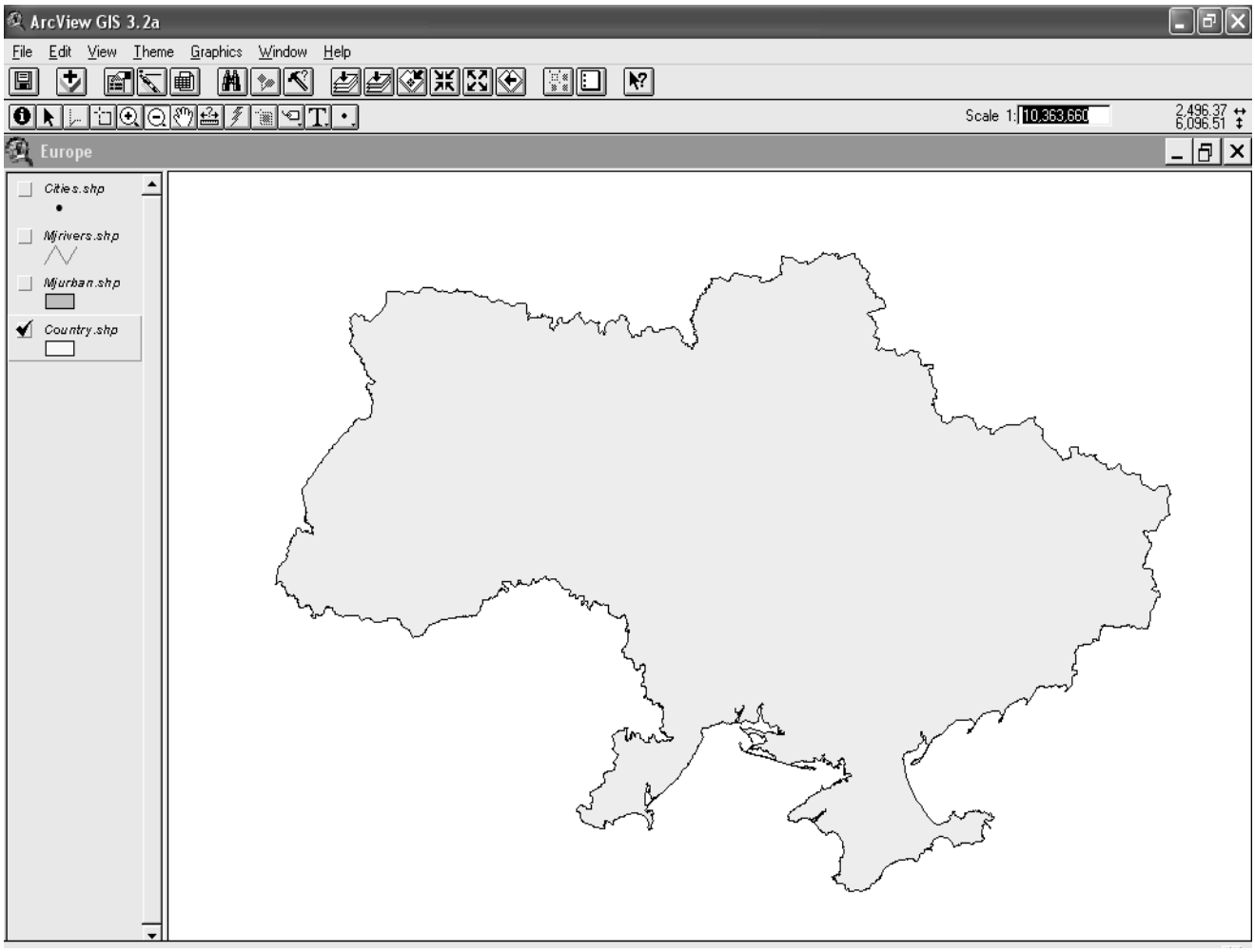


Рис. 38. **Карта України**

Атрибутивна таблиця міст України з нарахованими коштами за збитки від забруднення була побудована в середовищі пакету MS ACCESS (рис. 39) та імпортована в пакет ArcView GIS 3.2a.

ArcView GIS 3.2a

File Edit Table Field Window Help

0 of 25 selected

Attributes of Theme1.shp

Shape	ID	Регіон	Збитки від забруднення, тис. грн	Рівень
Point	1	АР Крим	2347.10	Дуже високий
Point	2	Вінницька обл.	500.10	Високий
Point	3	Волинська обл.	87.60	Помірний
Point	4	Дніпропетровська обл	11.80	Низький
Point	5	Донецька обл.	61.40	Помірний
Point	6	Житомирська обл.	0.00	Не сплачує
Point	7	Закарпатська обл.	1.90	Низький
Point	8	Запорізька обл.	82.60	Помірний
Point	9	Івано-Франківська об	4.10	Низький
Point	10	Київська обл.	0.20	Низький
Point	11	Кіровоградська обл.	0.00	Не сплачує
Point	12	Луганська обл.	12.00	Низький
Point	13	Львівська обл.	57.10	Помірний
Point	14	Миколаївська обл.	0.00	Не сплачує
Point	15	Одеська обл.	3986.40	Дуже високий
Point	16	Полтавська обл.	42.80	Помірний
Point	17	Рівненська обл.	35.30	Помірний
Point	18	Сумська обл.	6.60	Низький
Point	19	Тернопільська обл.	0.20	Низький
Point	20	Харківська обл.	20.50	Низький
Point	21	Херсонська обл.	45.90	Помірний
Point	22	Хмельницька обл.	2.20	Низький
Point	23	Черкаська обл.	3.20	Низький
Point	24	Чернівецька обл.	0.00	Не сплачує
Point	25	Чернігівська обл.	54.30	Помірний

Рис. 39. **Атрибутивна таблиця регіонів України з результатами кластерізації**

На рис. 40 представлена карта України з позначеними на ній містами та значенням діаграмами рівня плати за збитки від забруднення природного середовища (тис. грн).

Рис. 40. **Карта України з містами та значенням плати (тис. грн) за збитки від забруднення природного середовища**

У табл. 7 наведено результат аналізу та угрупування регіонів України за рівнем плати за забруднення навколишнього природного середовища.

Таблиця 7

Результати кластеризаціїї регіонів України за рівнем плати за забруднення природного середовища

Кластер	Регіон, що входить до кластеру
Кластер 1 – дуже високий рівень плати за забруднення	АР Крим, Одеська обл.
Кластер 2– високий рівень плати за забруднення	Вінницька обл.
Кластер 3– помірний рівень плати за забруднення	Волинська обл., Донецька обл., Запорізька обл., Львівська обл., Рівненська обл., Полтавська обл., Херсонська обл., Чернігівська обл.
Кластер 4– низький рівень плати за забруднення	Дніпропетровська обл., Житомирська обл., Закарпатська обл., Івано-Франківська обл., Київська обл., Кіровоградська обл., Луганська обл., Миколаївська обл., Сумська обл., Тернопільська обл., Харківська обл., Хмельницька обл., Черкаська обл., Чернівецька обл.

Для порівняння зазначених регіонів за рівнем плати за забруднення навколишнього середовища засобами пакета ArcView GIS 3.2a. була побудована діаграма (рис. 41).

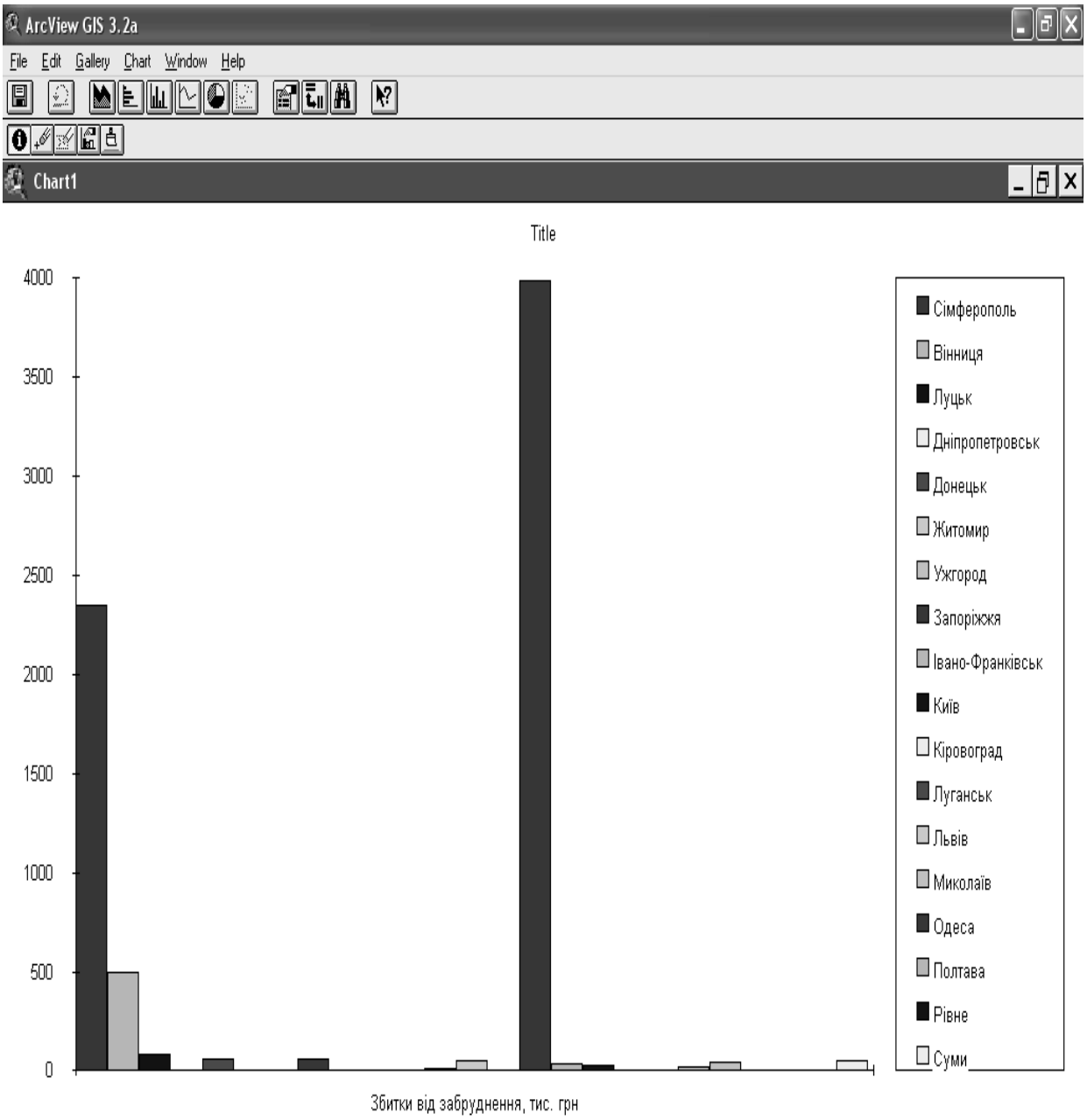


Рис. 41. **Діаграма розподілу регіонів за рівнем плати за забруднення навколишнього середовища**

Можна відмітити, що Україна має два регіони з дуже високим рівнем оплати за забруднення, це АР Крим та Одеська область. Вінницька область характеризується високим рівнем плати за забруднення. Більшість регіонів мають помірний або низький рівень оплати за забруднення.

2.6. Моделювання пошуку місця розміщення нових підприємств при реструктуризації виробництва в районі міста Луганськ

За даними "Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2006 році" в індустріальному секторі економіки України безліч об'єктів становлять потенційну небезпеку для життєдіяльності населення. Найбільш насиченими небезпечними об'єктами є Донецька, Запорізька, Луганська, Львівська, Сумська й Херсонська області. У зв'язку з цим передбачається виконати реструктуризацію виробництва в деяких районах – закрити старі виробництва, створити корпорацію, що включає декілька нових підприємств.

Відома *pi* — вартість виконання проектних робіт для і-го підприємства, й *qi* — ступінь небезпеки для навколишнього середовища роботи кожного з них (табл. 8). I = 1,…,N; N=4. *qi* визначається відстанню до великого міста, у районі якого буде здійснюватися будівництво. Крім того, відомі: *P* — загальна сума, що відведена під будівництво (не більше 150 000 000 тис. грн), обмеження на значення коефіцієнтів *xi*, які визначають проектну потужність підприємств.

Таблиця 8

Дані для розрахунків

№ з/п	*qi* — відстань, км	*pi* — вартість проектних робіт для і-го підприємства, тис. грн
1	12	6 000 000
2	15	4 000 000
3	15	1 000 000
4	16	3 000 000

Необхідно знайти оптимальні значення *xi*, виходячи з того, що не повинна порушуватися екологічна рівновага району зазначеного міста. При цьому не обов'язково, щоб всі підприємства були включені в план будівництва. Головна мета – екологічна безпека району, що оцінюється як інтегральна характеристика добутку коефіцієнта, що визначає

проектну потужність кожного підприємства, на його відстань до міста. Математична постановка завдання має вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^{N} xi \times qi \rightarrow max,$$

$$P = \sum_{i=1}^{N} xi \times pi \leq 150000000,$$

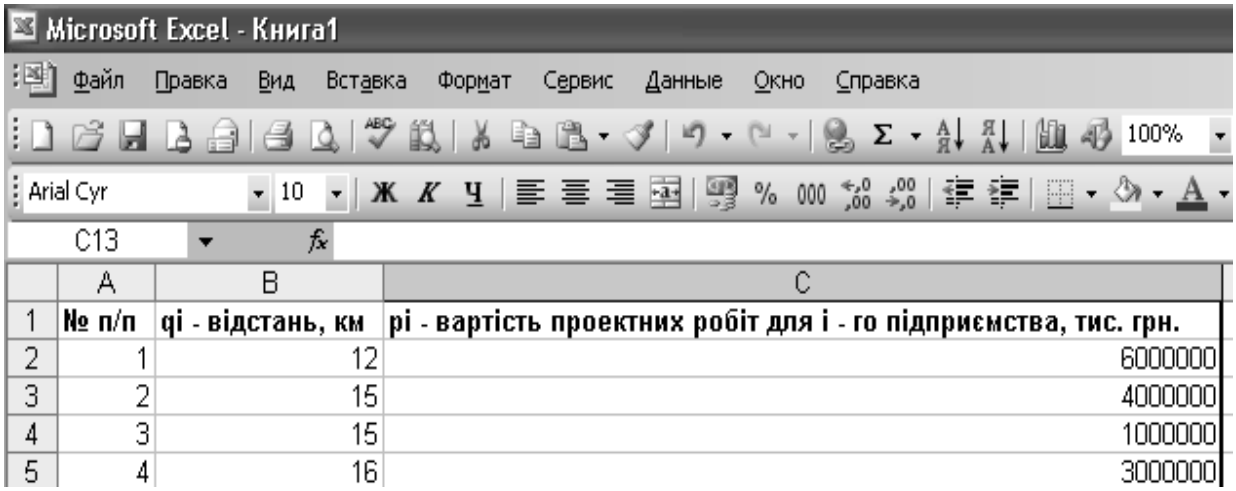
$$M = \sum_{i=1}^{N} xi \leq 1,$$

$$x1 \geq 0,2, x2 \geq 0,18, x3 \geq 0,25, x4 \geq 0,15..$$

Необхідно виконати таке:

1. У середовищі пакета ArcView створити карту.
2. Нанести на неї місто Луганськ і нові підприємства, координати яких перебувають у радіусі *qi*, наведеному в табл. 8.
3. Створити відповідну атрибутивну таблицю.
4. Підприємства вивести на карті значком діаграми з відповідним коефіцієнтом потужності з атрибутивної таблиці підприємств.

Вирішення оптимізаційної задачі виконано засобами надбудови "Пошук рішень" пакета MS Excel. На рис. 42 – 45 наведено кроки пошуку рішення.



	A	B	C
1	№ п/п	qi - відстань, км	pi - вартість проектних робіт для i - го підприємства, тис. грн.
2	1	12	6000000
3	2	15	4000000
4	3	15	1000000
5	4	16	3000000

Рис. 42. **Дані для розрахунку**

Обмеження на значення коефіцієнтів, які визначають проектну потужність підприємства: x1 ≥ 0,2; x2 ≥ 0,18; x3 ≥ 0,25; x4 ≥ 0,15.

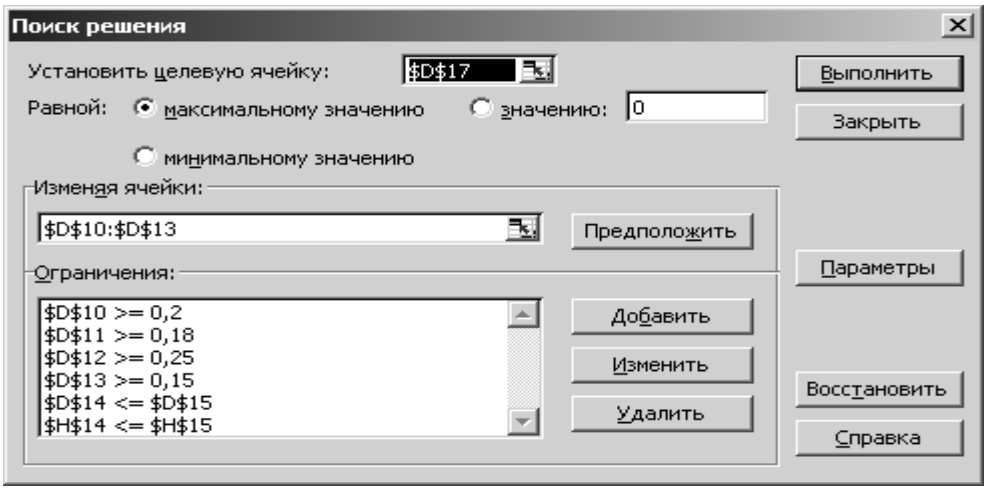


Рис. 43. **Визначення функції мети та обмежень**

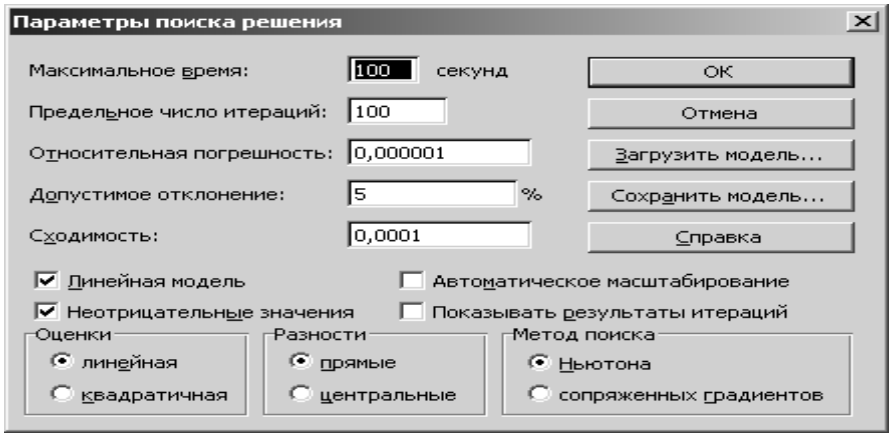


Рис. 44. **Визначення параметрів пошуку рішення**

Результати пошуку рішення наведені на рис. 45.

	xi	qi	xi*qi	pi	xi*pi
	0,2	12	2,4	6000000	1200000
	0,18	15	2,7	4000000	720000
	0,25	15	3,75	1000000	250000
	0,37	16	5,92	3000000	1110000
∑	1		14,77		3280000
Обмеження	1				150000000
Функція цілі (інтегральна характеристика безпеки району)	14,77				

Рис. 45. **Результат виконання пошуку рішення**

З наведених розрахунків видно, що оптимальними значеннями коефіцієнтів потужностей підприємств, виходячи з того, що не порушується екологічна рівновага району м. Луганськ, є такі:

для першого підприємства – x1 = 0,2;

для другого підприємства – x2 = 0,18;

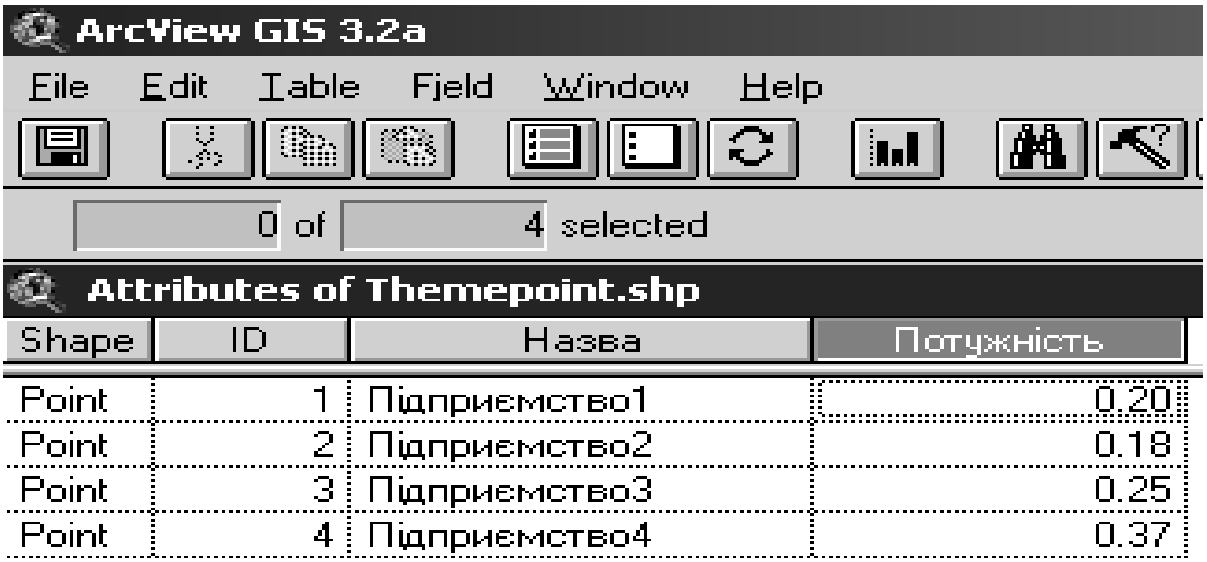
для третього підприємства – x3 = 0,25;

для четвертого підприємства – x4 = 0,37.

При цьому значення інтегральної характеристики безпеки району становить 14,77.

Карта району міста Луганськ була створена як нова точкова тема в середовищі пакета ArcView. Як параметри для створення карти було обрано: одиниці виміру – км; проекція – Mercator; координати міста Луганськ.

Для карти було розроблено атрибутивну таблицю з новими стовпцями: "Назва" та "Потужність" (рис. 46).



Shape	ID	Назва	Потужність
Point	1	Підприємство1	0.20
Point	2	Підприємство2	0.18
Point	3	Підприємство3	0.25
Point	4	Підприємство4	0.37

Рис. 46. **Атрибутивна таблиця точкової теми підприємств**

Зазначені підприємства було виведено значком діаграми з відповідними коефіцієнтами потужності. Карта наведена на рис. 47.

На карті відображено місто Луганськ, а також підприємства, які знаходяться в радіусах 12, 15, 15, 16 км від міста Луганськ.

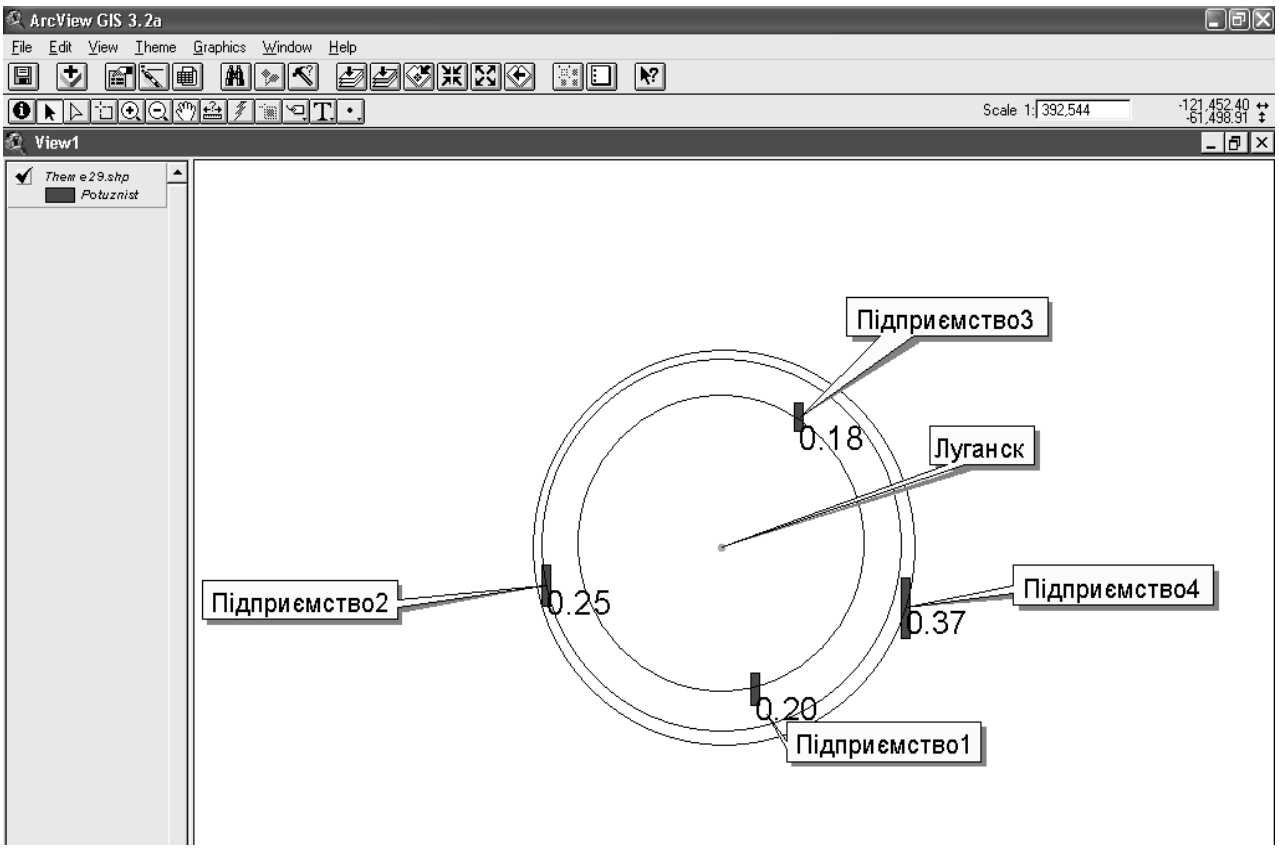


Рис. 47. **Підприємства та коефіцієнти їх потужностей**

Таким чином, за заданих умов розташування та вартості проектних робіт для заданих підприємств знайдені значення коефіцієнтів потужності є оптимальними, що свідчить про те, що екологічна рівновага району зазначеного міста не буде порушуватися.

Наведені вище приклади є свідченням ефективності інструментальних можливостей пакета ArcView GIS 3.2 a, впровадження яких підвищує ефективність аналітичних функцій інформаційних систем при моделюванні та обробки даних бізнес-процесів еколого-економічного моніторингу.

3. Завдання для самостійної роботи з моделювання еколого-економічних процесів із застосуванням ГІС-технологій

3.1. Виявлення можливого часу досягнення забруднюючими речовинами населених пунктів, які знаходяться за течією річки Дніпро нижче ніж місто Дніпропетровськ, у випадку надзвичайної ситуації

На машинобудівному підприємстві м. Дніпропетровська відбувся аварійний викид шкідливих речовин у ріку Дніпро.

Ріка між містами Дніпропетровськ і Запоріжжя має кусково-лінійну форму: складається з декількох лінійних відрізків (рис. 48).

Швидкість плину на цих лінійних ділянках така: 10, 15, 20, 20, 18, 23, 20, 20, 15, 20 км/час. відповідно.

Необхідно виконати таке:

1. Створити карту засобами пакета ArcView, використати проекцію Меркатора, одиниці виміру – км.
2. Розділити лінію річки Дніпро між зазначеними містами на десять лінійних відрізків. Оцінити довжину кожного з них.
3. Оцінити: "Через який час небезпечні речовини досягнуть м. Запоріжжя?".

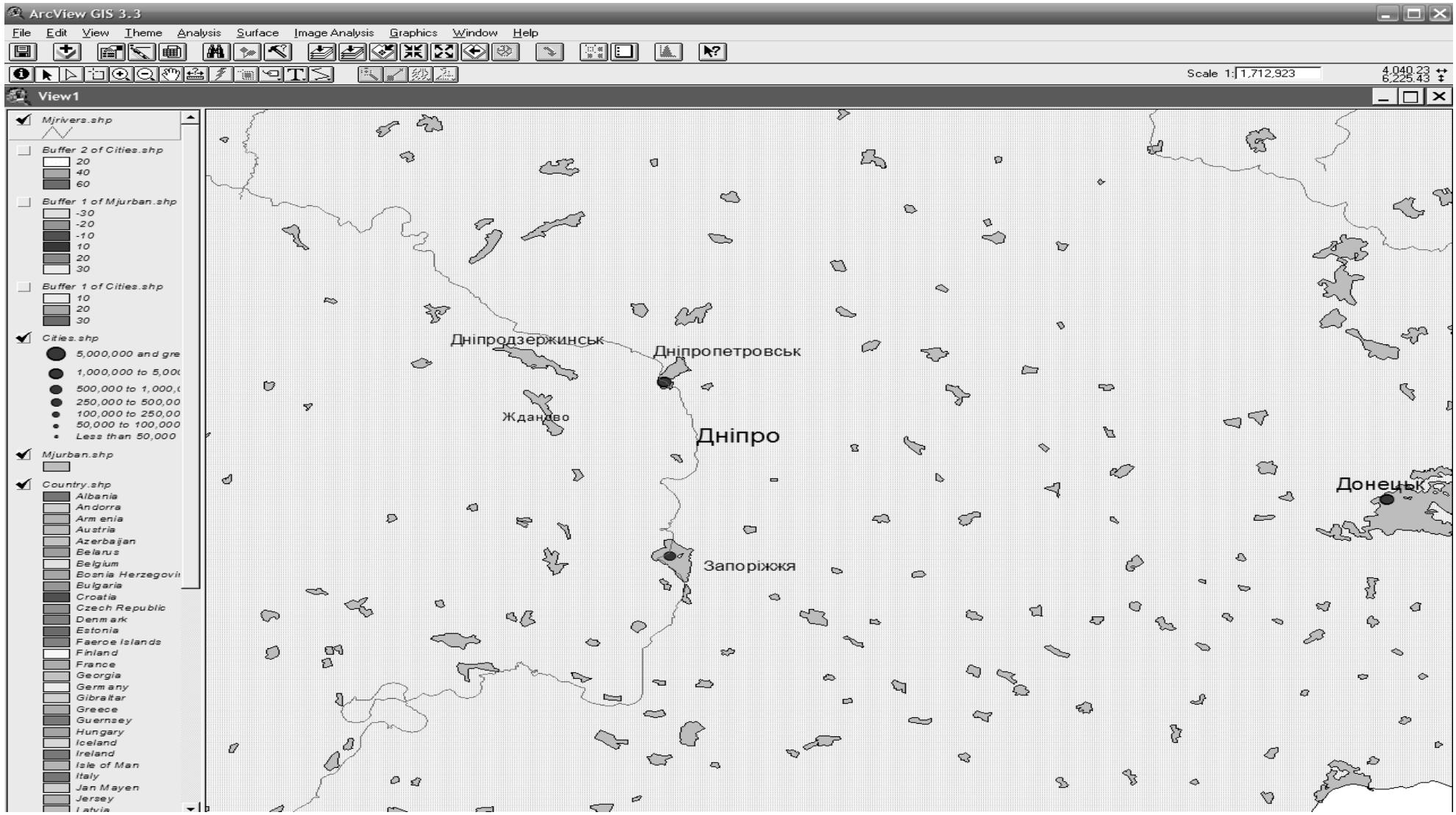


Рис. 48. **Карта з ділянкою річки Дніпро**

3.2. Оцінка площі можливого затоплення населених пунктів вздовж річки Дніпроув весняну повінь

Необхідно виконати таке:

Створити буферну зону для річки Дніпро на території України шириною 2 км. Знайти населені пункти, які можуть виявитися в зоні розливу ріки у весняну повінь.

Оцінити площі можливого затоплення виявлених пунктів рікою. Виконати їх ранжування за цим параметром.

3.3. Моделювання пошуку місця розміщення нових підприємств при реструктуризації виробництва в районі міста Суми

За даними "Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2006 році" в індустріальному секторі економіки України безліч об'єктів становлять потенційну небезпеку для життєдіяльності населення. Найбільш насиченими небезпечними об'єктами є Донецька, Запорізька, Луганська, Львівська, Сумська й Херсонська області. У зв'язку з цим передбачається виконати реструктуризацію виробництва в деяких районах – закрити старі виробництва, створити корпорацію, що включає декілька нових підприємств. Відомі pi – вартість виконання проектних робіт для i-го підприємства, й qi – ступінь небезпеки для навколишнього середовища роботи кожного з них (табл.9), I = 1,…,N; N = 4. qi визначається відстанню до великого міста, у районі якого буде здійснюватися будівництво. Крім того, відомі: P – загальна сума, що відводить під будівництво (не більше 11 000 000 тис. грн), обмеження на значення коефіцієнтів xi, які визначають проектну потужність підприємств.

Таблиця 9

Дані для розрахунків

№ з/п	qi — відстань, км	pi — вартість проектних робіт для i-го підприємства, тис. грн
1	12	6 000 000
2	15	4 000 000
3	15	1 000 000
4	16	3 000 000

Необхідно знайти оптимальні значення xi, виходячи з того, що не повинно порушувати екологічну рівновагу району зазначеного міста. При цьому не обов'язково, щоб всі підприємства були включені в план будівництва. Головна мета – екологічна безпека району, що оцінюється як інтегральна характеристика добутку коефіцієнта, що визначає проектну потужність кожного підприємства, на його відстань до міста. Математична постановка завдання має вигляд.

$$F = \sum_{i=1}^{N} xi \times qi \rightarrow max,$$

$$P = \sum_{i=1}^{N} xi \times pi \leq 11000000,$$

$$M = \sum_{i=1}^{N} xi \leq 1, ,$$

$$x1 \geq 0,2, x2 \geq 0,1, x3 \geq 0,3, x4 \geq 0,1.$$

Необхідно виконати таке:

1. У середовищі пакета ArcView створити карту.
2. Нанести на неї місто Суми й нові підприємства, координати яких перебувають у радіусі qi, наведеному в табл. 9.
3. Створити відповідну атрибутивну таблицю.
4. Підприємства вивести на карті значком діаграми з відповідним коефіцієнтом потужності з атрибутивної таблиці підприємств.

3.4. Моделювання пошуку місця розміщення нових підприємств у районах міст: Донецьк, Запоріжжя, Луганськ, Суми, Львів

За даними "Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні в 2006 році" в індустріальному секторі економіки України безліч об'єктів становлять потенційну небезпеку для життєдіяльності населення. Найбільш насиченими небезпечними об'єктами є Донецька, Запорізька, Луганська, Львівська, Сумська й Херсонська області.

У зв'язку з цим передбачається виконати реструктуризацію виробництва в районах міст: Донецьк, Запоріжжя, Луганськ, Суми, Львів – закрити деякі старі виробництва, створити корпорацію, що включає декілька нових підприємств.

Відома qij — ступінь небезпеки роботи і-го підприємства для навколишнього середовища j-го міста (табл.10), I = 1,…,N; j = 1,…,N; N = 5. Причому значення qij було оцінено як граничне й було отримано виходячи з того, що в місті вже є підприємство подібного профілю діяльності, додавання аналогічних технологічних процесів основного виробництва підсилить негативний вплив на навколишнє природне середовище міста й держави в цілому.

Необхідно знайти *xij* — такий план розміщення підприємств, при якому інтегральна характеристика збитку, якого зазнає навколишнє природне середовище держави Україна, буде мінімальною. При цьому всі підприємства повинні бути побудовані й уведені в дію. Математична постановка завдання має вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} xij \times qij \to \min,$$

$$\sum_{i=1}^{N} xij = 1, \quad \sum_{j=1}^{N} xij = 1$$

Таблиця 10

Дані для розрахунків

№ з/п	Донецьк	Запоріжжя	Луганськ	Суми	Львів
Підприємство 1	0,3	0,6	0,2	0,5	0,11
Підприємство 2	0,1	0,2	0,7	0,11	0,3
Підприємство 3	0,5	0,12	0,11	0,9	0,1
Підприємство 4	0,2	0,4	0,2	0,10	0,5
Підприємство 5	0,9	0,2	0,5	0,3	0,2

Необхідно виконати таке:

1. У середовищі пакета ArcView створити карту України.
2. Нанести на неї зазначені міста.
3. Створити атрибутивну таблицю з даними про нові підприємства.

4. Підприємства вивести на карті значком діаграми з граничним значенням коефіцієнта збитку, що діяльність підприємства може нанести навколишньому природному середовищу.

3.5. Моделювання стану атмосферного повітря на території машинобудівного підприємства

На машинобудівному підприємстві є стаціонарні джерела викидів в атмосферне повітря окису вуглецю й діоксіду сірки. Причому зони поширення речовин різні при різних погодних умовах.

Необхідно виконати таке:

1. Розробити схему машинобудівного підприємства в середовищі пакета ArcView (у проекції Меркатора, масштаб карти 1:800, одиниці виміру – м), указавши два прямокутники виробничих будинків (розміром 40 $\times$ 30 м. та 20 $\times$ 10 м) та трьох труб діаметром 2 м, які примикають до будинків та є стаціонарними джерелами викидів в атмосферне повітря окису вуглецю й діоксіду сірки.

Причому при сприятливих погодних умовах забруднюючі речовини поширюються на відстань 20 м, при несприятливих погодних умовах – на 80 м.

2. Побудувати буферні зони для кожного джерела забруднення, указавши площу поширення шкідливих речовин при різних погодних умовах.

3. Знайти площу перетинання буферних зон для кожного варіанта погодних умов.

4. Зробити висновки щодо поліпшення екологічної ситуації на підприємстві.

3.6. Зіставлення результатів пошуку відстаней між містами України за даними розрахунків та по карті

У табл.11 наведені координати міст України, які було виміряні по карті, розробленої в пакеті ArcView (у проекції Меркатора, масштаб 1:2500, одиниці виміру – км).

Таблиця 11

Координати міст України

№ з/п	Місто	Координата X	Координата Y
1	Харків	4027,73	6439,28
2	Київ	3387,44	6516,34
3	Полтава	3843,07	6369,53
4	Львів	2669,58	6411,62
5	Керч	4051,03	5661,48
6	Сімферополь	3791,08	5604,53
7	Умань	3360,31	6228,41
8	Чернігів	3479,14	6706,23
9	Вінниця	3167,20	6310,11
10	Чернівці	2882,49	6149,19
11	Ніжин	3545,99	6617,10

Необхідно виконати таке:

1. Знайти відстань між містами: Харків і Умань, Харків і Чернігів, Харків та Полтава, як евклідову відстань. Навести результати розрахунків.
2. Створити карту України із зазначеними в завданні параметрами.
3. Перевірити правильність розрахунків відстаней по карті.
4. Виконати оцінку площ великих міст України, розробити атрибутивну таблицю з цими даними.
5. Вивести діаграми з позначенням площ міст на карті України.

3.7. Зіставлення площ та довжини річок держав Європи

Необхідно виконати таке:

1. У середовищі пакета ArcView створити карту держав Європи.
2. Оцінити площі цих держав та довжину їх річок.
3. Навести таблицю зіставлення держав за цими параметрами.

Рекомендована література

1. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". // Відомості Верховної Ради. – 1991. – №41. – http://www.infars.ru /listovki/ecolog/prizma.htm.
2. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля". №391, від 30.03.1998 р. // http://www.rada.kiev.ua/cgi-bin/putfile.cgi.
3. Богобоящий В. В. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. / В. В. Богобоящий, К. Р. Чурбанов, П. Б. Палій, В. М. Шмандій. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. — 216 с.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций. — М.: Наука, 1980. – 364 с.
5. Відомості Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. – http://file.menr.gov.ua/publ.
6. Газета ARCREVIEW. – http://www.dataplus.ru/WIN/index.htm.
7. ГИС-Ассоциация, общественная организация. "Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации" // журнал. http://www.gisa.ru/.
8. Глонасс-группа, сайт авторов монографии о Глонасс. – http://www. orc.ru /~vhar/home_r.htm.
9. Интеграция инженерных, экономических, экологических методов. – http://leelana-library.by.ru/Books001/070_53.htm.
10. "Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации". –http://www.gisa.ru/.
11. Картографический Интернет-форум компании Дискус, (СПб.). – http://webforum.rbc.ru/.
12. Конференция ФИДО, раздел Геоинформатика. – http://www.fido-online. com/fidow/ .
13. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. — М.: Наука; Гл. ред. физ.-мат. лит, 1982. – 320 с.
14. Методичні рекомендації з підготовки регіональних та загальнодержавної програми моніторингу довкілля. Нормативний документ. — К.: Мінекоресурсів України, 2001. — 36 с.
15. Открытые системы. – http://www.osp.ru.
16. Павленко Л. А. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Геоінформаційні системи" для студентів спеціальності "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг" усіх форм навчання. — Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. — 48 с.

17. Павленко Л. А. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Системи обробки еколого-економічної інформації" для студентів спеціалізації "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг" усіх форм навчання. — Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. — 64 с.

18. Павленко Л. А. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни "Системи обробки еколого-економічної інформації" для студентів спеціальності 7.080407 усіх форм навчання. — Харків: Вид. ХНЕУ, 2007. — 64 с.

19. Положення про порядок інформаційної взаємодії органів мінекоресурсів України та інших суб'єктів системи моніторингу довкілля при здійсненні режимних спостережень за станом довкілля. Керівний нормативний документ. КНД 211.0.1.101-02. — Київ, 2002. — 8 с.

20. GPS-Форум, проект фирмы Boston Group. – http://gps.boston.ru/cgi-bin/forum/wwwthreads.pl?action=list&Board=gpsgeneral (24.07.01).

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Статья І. Методичні рекомендації до виконання самостійної
Статья ІІ.роботи з навчальної дисципліни

Статья ІІІ. "ПРОЕКТУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ
Статья IV. СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ"

для студентів спеціальності 8.080407
"Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг"
денної форми навчання

Укладач **Павленко Лариса Андріївна**

Відповідальний за випуск **Пономаренко В. С.**

Редактор **Дуднік О. М.**

Коректор **Бриль В. О.**

План 2009 р. Поз. №441.

Підп. до друку Формат 60 × 90 1/16. Папір MultiCopy. Друк Riso.

Ум.-друк. арк. 3,75. Обл.-вид. арк. 4,7. Тираж прим. Зам. №

Видавець і виготівник — видавництво ХНЕУ, 61001, м. Харків, пр. Леніна, 9а

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
Дк №481 від 13.06.2001 р.

Методичні рекомендації
до виконання самостійної
роботи з навчальної дисципліни

"ПРОЕКТУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ"

для студентів спеціальності 8.080407
"Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг"
денної форми навчання