

**В. Б. Мокін, д. т. н., проф.; Є. М. Крижанівський, асп.; Ю. М. Коновалюк;
Д. Ю. Кульомін, студ.**

НОВИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ УНІФІКОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВОЇ ПІДСИСТЕМИ ГІС МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ

Розглянуто актуальну задачу створення уніфікованої інформаційно-довідкової підсистеми регіональної геоінформаційної системи моніторингу довкілля. На основі побудованої оптимальної моделі взаємодії складових ГІС запропоновано новий підхід до створення такої підсистеми. Наведено приклад програмної реалізації цього підходу для геоінформаційної системи моніторингу довкілля Вінницької області.

Ключові слова: геоінформаційна система, моніторинг довкілля, база даних.

1. Вихідні передумови та постановка задачі

Для створення комп'ютерних систем моніторингу довкілля та антропогенного впливу на нього традиційно використовують геоінформаційні технології. Водночас практична направленість створення геоінформаційних систем (ГІС) вимагає робити їх для кожної складової моніторингу (поверхневі води; зворотні води; викиди; атмосферне повітря; ґрунти; місця видалення відходів; природно-заповідний фонд тощо) індивідуально, що, як правило, пов'язано зі створенням окремих спеціалізованих баз даних та електронних карт ГІС. Досвід свідчить, що уніфіковані комп'ютерні системи моніторингу довкілля, які не враховують специфіки окремих складових довкілля та забруднюючого впливу на нього, не отримали практичного розповсюдження.

Традиційно інформаційно-довідкові підсистеми геоінформаційних систем моніторингу довкілля роблять такими, щоб у зручній формі можна було б працювати з об'єктами векторних карт, підключаючи інформацію із бази даних. Наприклад, в ГІС державного моніторингу поверхневих вод Вінницької області цей підхід реалізовано таким чином: після натискання мишею на певний об'єкт карти, виводиться зручне вікно з даними про цей об'єкт (рис. 1).

Інформація про річку	
Характеристика річки	
Назва основної річки або її притоки	Рів
Альтернативна назва	
Назва річки, куди впадає	Південний Буг
Права чи ліва притока тієї річки, куди впадає	права
Довжина, км	104
Код ОБГ	48
Відмітка	
витоку, м абс.	350
устя, м абс.	226,6
падіння, м	123,4
Схил, м/км	
середній	1,18
середньопадившений	0,69
Лісистість, %	
Заболоченість, %	5,7
Озерність, %	2,4
Розораність, %	51,8
Еродованість, %	56,1
Урбанізованість, %	15,9
Землистість	1,37
Площа водозбору річки в межах області, кв. км	
	745
Довжина річки в межах області, км	
	83
Площа земель з постійної водопровідної мережі, тис.га	
зрошувальних	1,044
осушених	0,06
Кількість притоків, довжина яких	
більше 10 км	10
10 км і менше	212
Довжина річкової мережі з урахуванням річок	
довжина яких більше 10 км	272
довжина яких менше 10 км	790
Коефіцієнт густоти річкової мережі з урахуванням річок	
довжина яких більше 10 км, км/кв.км	0,23
довжина яких 10 км і менше, км/кв.км	0,68
Площа водозбору, кв.км	
	1160
Середня висота водозбору, м абс.	
	303
Середній схил водозбору, м/км	
	47,7
Відстань від гирла річки до місця впадіння, км	
	553
Рік розробки паспорта	
	1991

Рис. 1. Довідкова інформація про річку Рів Вінницької області

Водночас, існує потреба зібрання спеціалізованих ГІС різних складових навколишнього середовища в єдину систему для формування комплексної картини про стан довкілля регіону та прийняття інтегральних рішень, спрямованих на покращення його стану згідно концепції сталого розвитку.

Отже, постає необхідність розробки нового підходу до створення уніфікованої інформаційно-довідкової підсистеми геоінформаційної системи моніторингу довкілля та забруднюючого впливу на нього, представленої комплексом спеціалізованих геоінформаційних систем різних складових моніторингу.

2. Побудова моделі взаємодії складових ГІС

Для створення уніфікованої інформаційно-довідкової підсистеми ГІС пропонується новий підхід, який полягає в тому, що на основі баз даних та карт кожної спеціалізованої ГІС формується база метаданих (БМД) у формалізованому вигляді. За цією базою визначається склад та місце розташування інформації по кожному об'єкту в уніфікованій інформаційно-довідковій підсистемі.

База метаданих (з лат. «метадані» — «дані про дані») містить інформацію про структуру та інші особливості зберігання даних. Для побудови моделі бази метаданих слід спочатку побудувати модель самої системи, де ці дані зберігаються.

Введемо позначення:

$$S = \{G\}, \quad (1)$$

яке означає, що комп'ютерна система моніторингу довкілля та антропогенного впливу на нього S складається із множини спеціалізованих геоінформаційних систем різних складових моніторингу G .

Геоінформаційна система G представляє собою поєднання бази даних B та електронної векторної карти M [1, 2]. У формалізованому вигляді це поєднання можна представити у вигляді:

$$G = [B \Leftrightarrow M], \quad (2)$$

в якому знак « \Leftrightarrow » означає, що дані бази даних B відповідають об'єктам карти M .

Проведемо формалізацію взаємодії (1).

Оскільки модель взаємодії баз даних і карт в ГІС суттєво залежить від програмного забезпечення, яке при цьому використовується, зосередимо увагу на системі управління базами даних MS Access та геоінформаційному пакеті «Панорама» (<http://www.gisinfo.ru>). Обґрунтування доцільності використання саме цих систем для реалізації комп'ютерних систем моніторингу довкілля в Україні на регіональному рівні наведено у роботі [2].

Кожна база даних B в MS Access, як один комп'ютерний файл *.mdb, характеризується назвою цього файлу N_B та містить множину таблиць T

$$B = [N_B, \{T\}]. \quad (3)$$

Кожна з таблиць T має свою назву N_T та є множиною полів, кожне з яких має свою назву P , унікальну тільки для цієї таблиці, причому допускаються однакові назви полів у різних таблицях), тип даних D (числовий, текстовий, дата тощо) та коментар R , що виводиться користувачу як підказка щодо даних, які містяться у цьому полі:

$$T = [N_T, \{P, D, R\}]. \quad (4)$$

Основою кожної карти M в ГІС-пакеті «Панорама» є класифікатор. Класифікатор містить усю множину об'єктів K , яка може бути відображена на карті (рис. 2).

Отже, кожна карта M в ГІС-пакеті «Панорама» є множиною об'єктів K із класифікатора з назвою N_K :

$$M = [N_K, \{K\}]. \quad (5)$$

Враховуючи вищевикладені позначення, побудуємо модель взаємодії баз даних та карт

геоінформаційної системи моніторингу довкілля та забруднюючого впливу на нього. Для цього послідовно підставляємо моделі (2)–(5) в (1):

$$S = \{G\} = \{[B \Leftrightarrow M]\} = \{[[N_B, \{T\}] \Leftrightarrow M]\} = \{[[N_B, \{N_T, \{P, D, R\}\}] \Leftrightarrow [N_K, \{K\}]]\}. \quad (6)$$

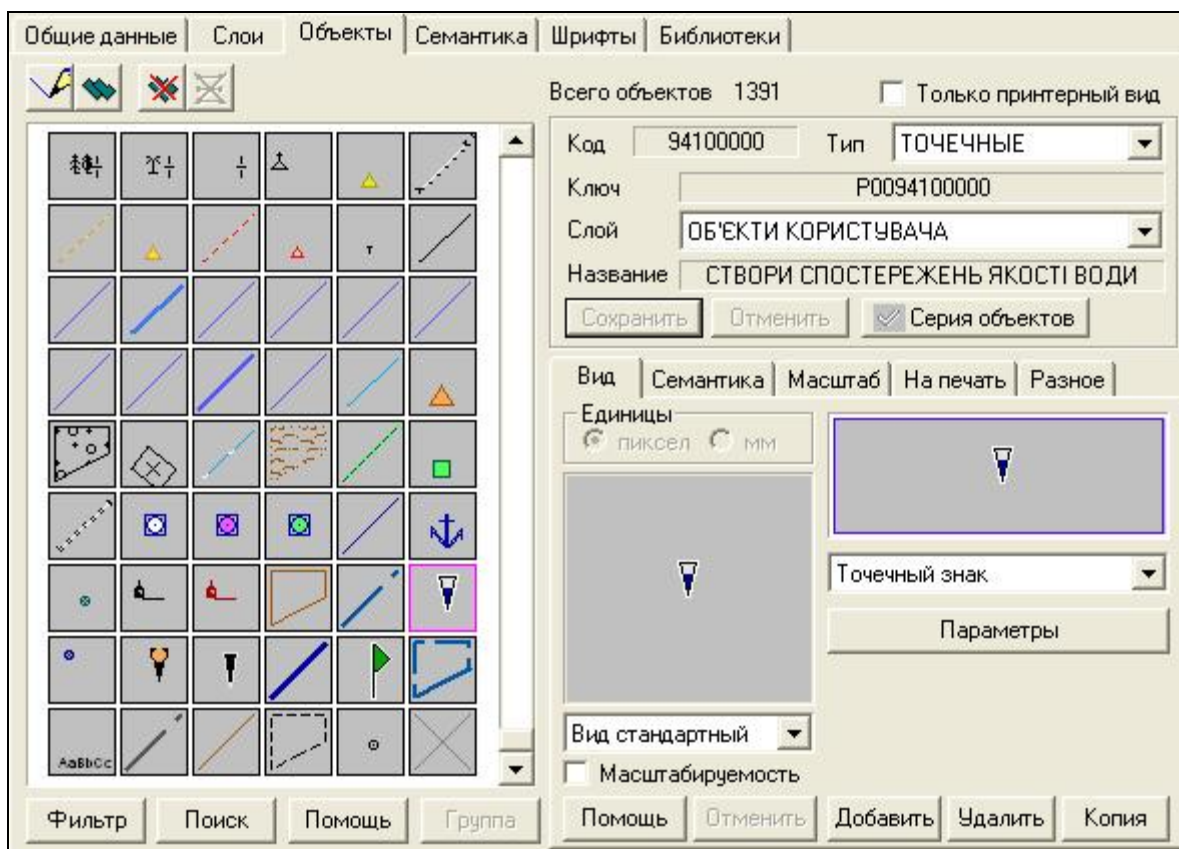


Рис. 2. Класифікатор ГІС-пакету «Панорама»

Для збільшення функціональності інформаційно-довідкової підсистеми ГІС варто врахувати в моделі (4), а відповідно і в моделі (6), параметр $b = \{0, 1\}$, який приймає лише одне з двох значень: $b = „1”$ — поле P слід показувати користувачу інформаційно-довідкової підсистеми ГІС (наприклад, виводити на екран), $b = „0”$ — поле P не показувати.

Тоді модель (6) переписеться у вигляді:

$$S = \{[[N_B, \{N_T, \{P, D, R, b\}\}] \Leftrightarrow [N_K, \{K\}]]\}. \quad (7)$$

3. Оптимізація моделі взаємодії складових ГІС

Здійснимо оптимізацію моделі (7) за критерієм мінімуму кількості елементів моделі, врахувавши особливості її використання для поставленої задачі. Перш за все, виходячи з призначення моделі (7), параметр D (тип даних поля таблиці бази даних) в ній не є необхідним, оскільки він не дає корисної інформації ні для бази метаданих про розташування даних в системі, ні користувачу інформаційно-довідкової підсистеми про стан довкілля. Перепишемо модель (7) з урахуванням цього зауваження:

$$S = \{[[N_B, \{N_T, \{P, R, b\}\}] \Leftrightarrow [N_K, \{K\}]]\}. \quad (8)$$

Сформуємо множину таблиць параметрів A , кожна з яких відповідає певній таблиці T , містить параметри P, R та b цієї таблиці, а її назва N_A формується за правилом:

$$N_A = \text{“Admin_”} + N_T, \quad (9)$$

тоді має місце модель:

$$S = \{[[N_B, \{A\}] \Leftrightarrow [N_K, \{K}]]\}. \quad (10)$$

$$A = [N_A, \{P, R, b\}]. \quad (11)$$

Оскільки під час комп'ютерної реалізації назва файлу означає сам файл, тобто в моделі A та N_A мають одне й те саме значення, то має місце модель:

$$S = \{[[N_B, \{N_A\}] \Leftrightarrow [N_K, \{K}]]\}. \quad (12)$$

Ще одне спрощення моделі можна здійснити, якщо усі карти системи моніторингу S побудувати на основі єдиного класифікатора. Така ситуація досить розповсюджена на практиці. Винятком є випадки, коли одна ГІС будується і для регіонального, і для локального видів моніторингу з картами різного масштабу, але такий підхід є не зовсім коректним.

У цьому випадку не варто в моделі (12) враховувати назву класифікатора N_K , (він один), а тому модель спрощується до такої:

$$S = \{[[N_B, \{N_A\}] \Leftrightarrow \{K\}]\}. \quad (13)$$

Ще одне спрощення можна зробити, якщо врахувати те, що багато карт на основі єдиного класифікатора — це фактично одна карта. І в цьому випадку співвідношення (2) — це відповідність записів багатьох баз даних не багатьом картам, а лише одній карті, отже:

$$S = [[N_B, \{N_A\}] \Leftrightarrow \{K\}], \quad (14)$$

$$A = [N_A, \{P, R, b\}]. \quad (15)$$

Комп'ютерна реалізація моделей (13) та (14) в MS Access відрізняється тим, що модель (13) означає множину таблиць $[[N_B, \{N_A\}] \Leftrightarrow \{K\}]$, а (14) — лише одну таку таблицю.

Отже, база метаданих містить головну таблицю (наприклад, під назвою "Admin"), побудовану за моделлю (14), яка встановлює відповідність об'єктів K класифікатора карт ГІС назвам баз даних B та таблиць параметрів A їх таблиць. Також база метаданих містить відповідні таблиці параметрів A із даними про поля таблиць баз даних B . Модель бази метаданих, побудованої на основі моделі системи (14), (15), у складі моделі уніфікованої інформаційно-довідкової підсистеми ГІС наведена на рисунку 3.

Важливо зазначити, що запропонований підхід можна застосовувати для проектування не тільки геоінформаційних систем моніторингу довкілля та антропогенного впливу на нього, а й для ГІС іншого призначення, але за аналогічних вхідних даних, характерних особливостей та спрощень.

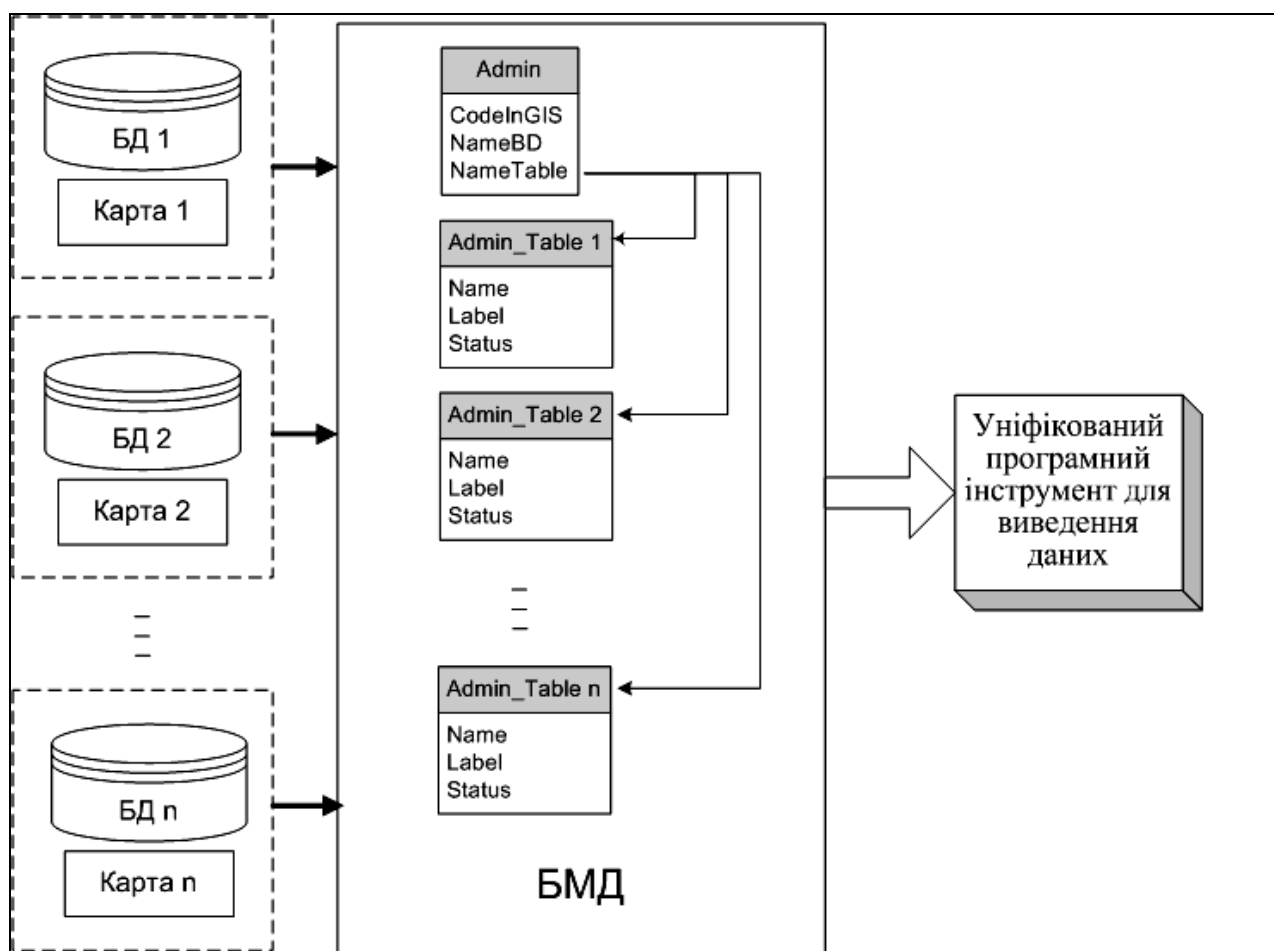


Рис. 3. Модель уніфікованої інформаційно-довідкової підсистеми ГІС моніторингу

4. Розробка програмного забезпечення для ГІС державного моніторингу довкілля та антропогенного впливу на нього у Вінницькій області

Розроблені теоретичні основи нового підходу були успішно застосовані під час розробки уніфікованої інформаційно-довідкової підсистеми для ГІС державного моніторингу довкілля та антропогенного впливу на нього у Вінницькій області [3].

Розроблено базу метаданих відповідно до моделі системи S у вигляді (14) (рис. 4) та множину таблиць параметрів A (рис. 5).

CodeInGIS	NameBD	NameTable
31131001	main_db8	Admin_Reservoir
31132100	main_db8	Admin_Ponds
31440000	main_db8	Admin_Table_2_2
51123001	MV\3	Admin_MV\main
51123003	MV\3	Admin_MV\wasters
51123005	MV\3	Admin_MV\main
85100000	main_db8	Admin_About_Districts
91111000	PZF	Admin_Inform
91111100	PZF	Admin_Inform
91112000	PZF	Admin_Inform
91112100	PZF	Admin_Inform
91113000	PZF	Admin_Inform

Рис. 4. Головна таблиця бази метаданих

Admin_Inform : таблиця			
	Name	Label	Status
	Name	Назва об'єкта природно-заповідного фонду	<input checked="" type="checkbox"/>
	Square	Площа	<input checked="" type="checkbox"/>
	Pidstava	Підстава, на основі якої заснований об'єкт	<input checked="" type="checkbox"/>
	Charact	Коротка характеристика об'єкта	<input checked="" type="checkbox"/>
	Users	Користувач	<input checked="" type="checkbox"/>
	Location	Розташування	<input checked="" type="checkbox"/>
	Type	Тип	<input checked="" type="checkbox"/>
	Class	Клас	<input checked="" type="checkbox"/>
	District	Район, в якому розташований об'єкт	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 5. Таблиця Admin_Inform параметрів таблиці Inform бази даних PZF.mdb, що містить опис полів основної інформаційної таблиці бази даних природно-заповідного фонду Вінницької області

Оскільки для всіх полів таблиці Admin_Inform параметрів таблиці Inform бази даних PZF.mdb параметр $b = 1$ (див. поле "Status") (див. рис. 5), то інформаційно-довідкова система відображає інформацію, що міститься в усіх полях таблиці (рис. 6).

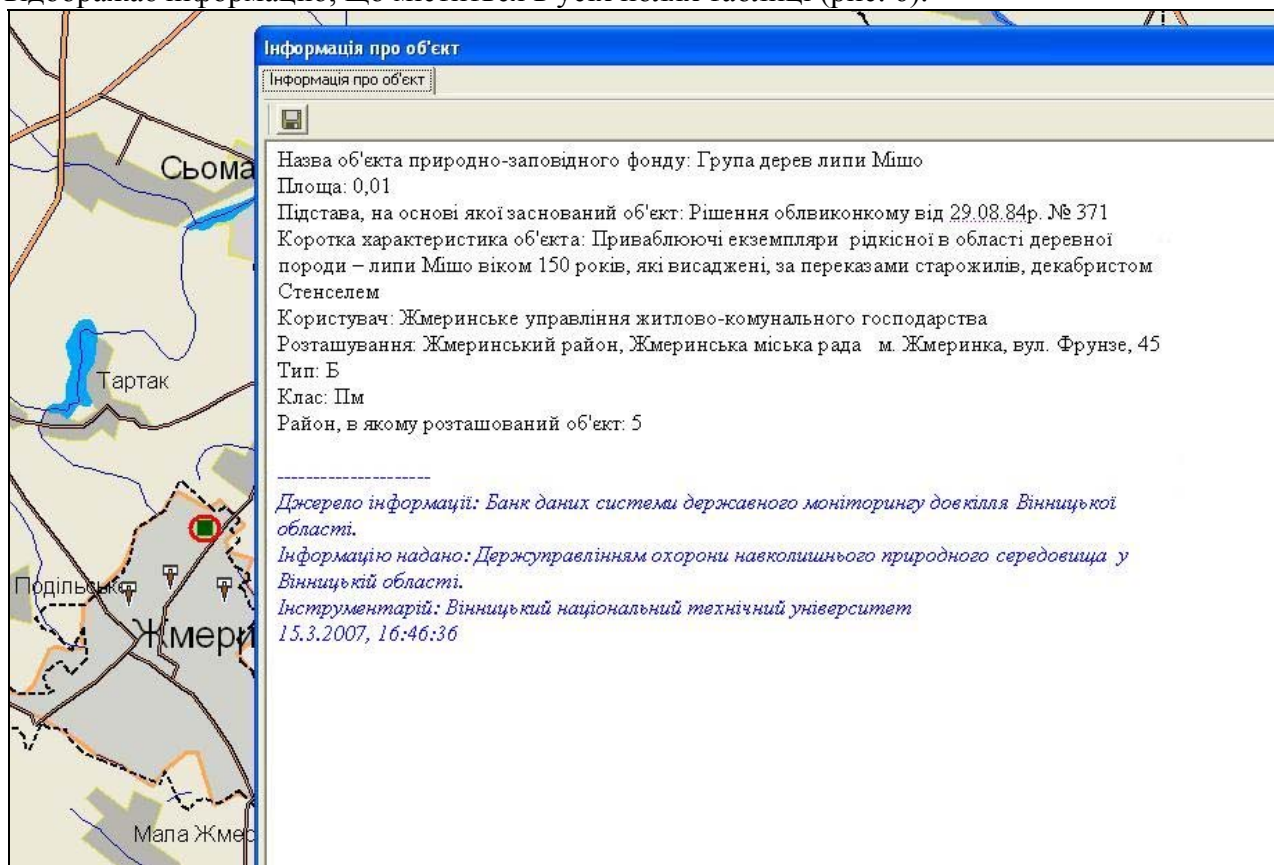


Рис. 6. Результат роботи інформаційно-довідкової підсистеми (вибраний об'єкт, що позначається квадратиком, на карті виділений колом)

На рисунку 7 наведено приклад налагодження параметрів інформаційно-довідкової підсистеми, коли потрібно відображати не усі відомості про об'єкт (див. поле "Status" — b дорівнює як «1», так і «0»).

Admin_Inform : таблиця			
	Name	Label	Status
	Name	Назва об'єкта природно-заповідного фонду	<input checked="" type="checkbox"/>
	Square	Площа	<input checked="" type="checkbox"/>
	Pidstava	Підстава, на основі якої заснований об'єкт	<input type="checkbox"/>
	Charact	Коротка характеристика об'єкта	<input checked="" type="checkbox"/>
	Users	Користувач	<input type="checkbox"/>
	Location	Розташування	<input type="checkbox"/>
	Type	Тип	<input checked="" type="checkbox"/>
	Class	Клас	<input checked="" type="checkbox"/>
	District	Район, в якому розташований об'єкт	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 7. Таблиця Admin_Inform, в якій не усі поля відмічені як такі, що їх слід відобразити інформаційно-довідковою підсистемою

5. Висновки та переваги розробленого підходу

Розроблений підхід надає такі основні переваги перед іншими варіантами реалізації інформаційно-довідкових підсистем для ГІС моніторингу довкілля:

- 1) універсальність, швидкість та зручність додавання довільних спеціалізованих геоінформаційних систем моніторингу довкілля та антропогенного впливу на них;
- 2) можливість зручного управління складом даних, які виводяться інформаційно-довідковою підсистемою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Zeiler M. Modeling our World. – ESRI: Redlands, USA, 1999. – 2002 p.
2. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія / Під ред. В. Б. Мокіна. – Вінниця: Вид-во ВНТУ “УНІВЕРСУМ-Вінниця”, 2005. – 315 с.
3. Розробка геоінформаційного банку екологічної інформації з можливістю наповнення даними різного характеру для державних та освітніх установ Вінницької області: Звіт про НДР / В. Б. Мокін, М. П. Боцула, Є. М. Крижановський, Ю. М. Коновалюк, Д. Ю. Кульомін та ін. / Вінниц. нац. техн. ун-т. – 2808; № ДР 0106U011772; Інв. № 0207U002866. – К., 2006. – 136 с.

Мокін Віталій Борисович – завідувач кафедри моделювання та моніторингу складних систем;

Крижановський Євгеній Миколайович – аспірант кафедри моделювання та моніторингу складних систем;

Коновалюк Юрій Миколайович – магістрант комп'ютерних наук;

Кульомін Дмитро Юрійович – студент.
Вінницький національний технічний університет