



ISSN 1607–2855

Том 10 • № 1 • 2014 С. 56 – 61

УДК 631.4:004

Впровадження геоінформаційних технологій в агрохімічний моніторинг земельних ресурсів (на прикладі Чернігівської області)

В.І. Зацерковний¹, Л.В. Гебрин¹, У.Ю. Комарова¹, С.В. Кривоберець²

¹Національний авіаційний університет, м. Київ

²Чернігівський національний технологічний університет

У статті розглянуті переваги використання ГІС в аналізі ґрунтів. Проілюстровані доступні програмні засоби, використовувані для просторового аналізу. Наведені можливості реалізації переходу від традиційних ґрунтових карт до геобаз даних, що відкриває широкі перспективи для оперативного оновлення існуючих ґрунтових карт, а також для сполученого аналізу ґрунтово-ресурсної інформації з інформацією про рельєф, клімат та інших компонентах земельних ресурсів.

ВНЕДРЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНИГОВСКОЙ ОБЛАСТИ), Зацерковный В.И., Гебрин Л.В., Комарова У.Ю., Кривоберец С.В. — В статье рассмотрены преимущества использования ГИС в анализе почв. Проиллюстрированы доступные программные средства, используемые для пространственного анализа. Приведены возможности реализации перехода от традиционных почвенных карт к геобазам данных, что открывает широкие перспективы для оперативного обновления существующих карт, а также для сопряженного анализа почвенно-ресурсной информации с информацией о рельефе, климате и других компонентах земельных ресурсов.

IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION TECHNOLOGIES IN AGROCHEMICAL MONITORING OF LAND RESOURCES (BY THE EXAMPLE OF CHERNIHIV REGION), by Zatserkovniy V.I., Gebrin L.V., Komarova U.Yu., Krivoberecs S.V. — The article discusses the benefits of using GIS in the analysis of soils. Available software used for spatial analysis is illustrated. These features of the transition from traditional soil maps to geobase data, which opens wide prospects for a quick update existing soil maps, as well as combined analysis of soil resource information with information on terrain, climate and other parts of the land.

Ключевые слова: почвенный покров; сельское хозяйство; агроэкологическое состояние почв; экосистема; геоинформационные системы и технологии.

Key words: soil cover; agriculture; agro-ecological condition of soil; ecosystem; geographic information systems and technology.

Україна має сприятливі природні умови для розвитку сільського господарства (с/г). Територія її дорівнює 60 млн. 335 тис. га, при цьому майже 95% території є рівниною, гірські системи Карпат і Криму складають 5%, а ліси займають 16%. Землі країни утворюють єдиний земельний фонд, що включає: землі с/г призначення; землі населених пунктів; землі промисловості, транспорту заповідників та іншого несільськогосподарського призначення; лісового фонду; водного фонду; держзапас [1]. Станом на 1 січня 2014 р. 77% земель України займають землі с/г угіддя, що становить 42,766 млн. га або 70,3% (0,8% площі с/г земель світу).

За підрахунками фахівців, при ефективному землекористуванні наші знамениті чорноземи здатні прогнати щонайменше 300–320 млн. людей. Проте з кожним роком ґрунти втрачають свої родючі якості і цей потенціал стає все менш вражаючим. Активний прояв ґрунтових деградаційних процесів (декальцинації, підкислення, заболочування, оглеєння, дегуміфікації, ерозії, засолення та виснаження ґрунтів) на фоні несприятливого співвідношення екологічно стабільних (ліси, луки, пасовища) і нестійких до деградації угідь (рілля), недосконалих систем землекористування і агротехнологій, погіршили екологічний стан орних земель і с/г ландшафтів і призвели до значного зниження їхньої продуктивності. Перед Україною постала нагальна проблема істотного поліпшення стану навколишнього природного середовища взагалі, а земельних ресурсів зокрема. Земля, як складова частина біосфери, сьогодні потребує особливого захисту, збереження, відновлення та підвищення її родючості. Це виняткова, загальнодержавна справа.

Охорона та відтворення родючості ґрунтів, захист їх від деградації — фундаментальна пріоритетна проблема, розв'язання якої є неодмінною умовою сталого і високопродуктивного розвитку не тільки с/г виробництва, а й виживання людини та збереження природного середовища.

У зв'язку з цим надзвичайно важливим та актуальним питанням є застосування новітніх інформаційних підходів, передусім геоінформаційних, щодо оцінки агроекологічного стану земель с/г призначення

як основи для надання науково обґрунтованих рекомендацій з раціонального, екологічно безпечного с/г землекористування.

Вирішення питання інформаційного забезпечення можливе лише за умов використання сучасних методів одержання просторової інформації, до яких відносяться: дистанційне зондування (ДЗ), цифрові моделі рельєфу (ЦМР) і похідні від них матеріали, а також методи геостатистичного аналізу дискретних даних, які працюють в геоінформаційному середовищі. Необхідність проведення агрохімічного моніторингу земельних ресурсів за допомогою ГІС і ДЗЗ, особливо в умовах гострої екологічної кризи, дає змогу знайти шляхи підвищення родючості ґрунтів і продуктивності агроценозів в цілому. Оновлення ґрунтово-картографічної бази має відбуватися на основі органічного поєднання всіх вищезазначених підходів із традиційними методами ґрунтових обстежень. Створення ґрунтово-картографічної бази даних за цими принципами значно спростить подальше оновлення вихідної інформації [2].

Метою роботи є створення ефективного інструментарію інформаційного забезпечення і підтримки управлінських рішень з агроекологічного моніторингу ґрунтового покриву, оскільки використання підібраних систем дозволить підвищити ефективність с/г діяльності.

Фундаментальні напрями робіт щодо раціонального і екологічно збалансованого використання земельних ресурсів в агропромисловому виробництві започатковані науковими працями В.В.Докучаєва, К.А.Тімірязєва, Б.А.Костичева, В.Р.Вільямса, Л.М.Прасолова, Д.М.Прянішнікова, В.А.Ковди, В.В.Медведева та інших. Аналіз літературних джерел щодо чинників ґрунтоутворення та структури ґрунтового покриву (Гедройц К.К., 1928; Діброва О.Т., 1954; Самбур Г.М., Бойко Є.І., 1963; Скорина С.О., 1969 та ін.), ступеня впливу сучасного техногенезу і агровиробництва на загальний агроекологічний стан ґрунтів (Гринь Г.С., 1969; Булігін С.Ю., Можейко Г.О., Тимченко Д.О., 1998; Медведєв В.В., Лактіонова Т.М., 1998; Мельник А.І., 2002; Надточій П.П., Трофименко П.І., 2004) свідчить про відсутність об'єктивних моніторингових систем, які надають актуальну інформацію про агроекологічний стан сільськогосподарських земель та віддзеркалюють небезпеку наявності кризових ситуацій, що свідчить про актуальність теми дослідження.

Сьогодні в Україні надмірно забруднені площі складають понад 61 тис. км², дуже забруднені — майже 116 тис. км², забруднені — 121 тис. км². Крім того, під звалища відходів вилучено з господарського обігу понад 6 тис. км² земельних ресурсів (з урахуванням Зони відчуження ЧАЕС), що становить 1% території України. Відносно чисті землі становлять 20 860 тис. км², умовно чисті — 23 896 тис. км², мало забруднені — 44 805 тис. км².

За оцінками українських учених, понад 40% с/г земель вже піддані деградації (рис. 1).



Рис. 1. Агроекологічна оцінка ґрунтів України

Найбільш поширеними її видами є втрата ґрунтами гумусу та поживних елементів, переущільнення, ерозія. Наслідком усіх цих процесів стає втрата родючості української ріллі.

Агроекологічний моніторинг, який є важливою складовою державної системи екологічного моніторингу, являє собою загальнодержавну систему спостережень і контролю за станом і рівнем забруднення

агроекосистем (і суміжних з ними середовищ) у процесі інтенсивної сільськогосподарської діяльності і включає: еколого-агрохімічну паспортизацію ґрунтів на землях с/г використання та довготермінові спостереження в мережі радіологічних стаціонарів і спрямований на створення високоефективних, екологічно збалансованих агроценозів на основі оптимального використання і розширеного відтворення ґрунтового і ресурсного потенціалу.

Порушення сівозмін, меліоративних і ґрунтозахисних систем землеробства, протиерозійної організації території, примітивна агротехніка, монокультура, низький рівень виробничої культури на землі, відсутність сучасних технологій і засобів виробництва, розвиток деградації земель є наслідком некерованого землекористування, кинутого на свавілля ринкової економіки.

Тільки агроекологічний моніторинг в умовах високого антропогенного навантаження може бути основою для розв'язку наступних еколого-економічних проблем [3]:

- відтворення родючості ґрунту з урахуванням реалізації потенційної продуктивності с/г культур, використання екологічно безпечних агрохімічних засобів;
- розробка нових й удосконалювання існуючих методів моніторингу стану ґрунту, рослин, гідросфери (агрolandшафтів) при оцінці різних напрямків розвитку землеробства;
- розробка моделі родючості ґрунтів, балансу поживних речовин і раціонального використання добрив з урахуванням охорони навколишнього середовища в умовах зрошення;
- дослідження можливості збільшення приходу біологічного азоту і фосфору у зрошуваному землеробстві і зниження частки мінеральних добрив при формуванні потрібної кількості і якості урожаю;
- розробка системи контролю хімічного забруднення с/г продукції.

Для контролю за збереженням родючості ґрунтів в умовах агроекологічного моніторингу необхідно також послідовно здійснювати:

- інвентаризацію орних земель за сучасним станом їх продуктивності з урахуванням стійкості проти ерозії, засолення;
- районування ріллі за рівнем родючості на локальному і регіональному рівні;
- забезпечення організації агрофенологічної служби зі збору достовірної інформації про площі посівів, стану сільгоспкультур і ґрунтів.

У зв'язку з цим надзвичайно важливим та актуальним є застосування геоінформаційних технологій (ГІТ) до оцінки сучасного агроекологічного стану земель с/г призначення як основи для надання науково обґрунтованих рекомендацій щодо раціонального, екологічно безпечного с/г землекористування.

Упродовж останнього десятиріччя в Україні гостро відчувається проблема відсутності досконалої актуальної інформаційної, нормативної та організаційно-функціональної системи, яка б регламентувала і реально забезпечувала науково-обґрунтоване використання земель в умовах реформування сільського господарства, реструктуризації землеволодінь, появи багатьох нових землекористувачів і землевласників, зростання конкуренції за земельні ресурси через урбанізацію, транспорт, інші несільськогосподарські використання. Варто зауважити, що в Україні складання ґрунтових планів, обґрунтування використання земель та агротехніки на низовому рівні здійснювалось на підставі суцільного обстеження земельного фонду колгоспів і радгоспів, що проводились у 1957–1961 рр., тобто більше ніж 60 років тому.

Сьогодні тільки достовірна усеосяжна й оперативна інформація може забезпечити правильне прийняття рішень в різних галузях с/г. Багаторічний досвід в агрохімічних обстеженнях земель дозволяє отримати достовірну й об'єктивну інформацію про стан родючості ґрунтів.

Головною задачею є облік стану агрохімічних показників родючості орних земель і слугує основним цільовим напрямком комплексного моніторингу земель сільськогосподарського призначення. При проведенні агрохімічного обстеження вирішуються наступні задачі:

- отримання достовірної і об'єктивної інформації про стан родючості ґрунту;
- комплексна оцінка родючості ґрунтів кожної земельної ділянки (поля);
- розробка заходів збереження родючості ґрунтів на рівні господарства, району, області;
- обробка даних і видача картограм на друк з використанням ГІТ для агроекологічної оцінки земель;
- можливості збереження, використання і узагальнення даних на більш високих рівнях з прив'язкою в системі географічних координат.

Проблемами впровадження агроекологічного моніторингу в Чернігівській області є:

- не реалізована система збору облікових даних;
- не обґрунтований вибір просторового розрізнення ДЗЗ на рівні регіону (вартість вище отриманого економічного ефекту);
- моніторинг використовується головним чином для інформування вищого керівництва, а не вбудований в систему управління;
- великий час реакції системи, зокрема сезонних змін через відсутність автоматизованих процедур обробки ДЗЗ та отримання космічних знімків;

- відсутність регіональних центрів обробки інформації ДЗЗ;
- відсутність дешевих систем кінцевого користування;
- відсутність у законодавстві предметних галузей необхідності застосування ДЗЗ.

Існуючі дані земельного кадастру не покривають усієї території області. Дані земельного кадастру містять інформацію про власника земельних угідь, а потрібна інформація про сільгоспвиробника. В земельному кадастрі обліковою одиницею є ділянка (декілька полів), а потрібне поле. Існуючі фрагментарні моніторингові системи не задовольняють вимогам точності і повноти інформації.

Для створення цифрової карти агроекологічного обстеження ґрунтів можна скористатися ГІС Arc-Info [4]. Дані зразків ґрунту, що отримуються за допомогою польових вимірів, вводяться до цифрової карти (рис. 2). При цьому показники, за якими проводяться дослідження, присвоюються не ділянці, а лише одній її точці. Будемо вважати, що ця точка є центром елементарної ділянки. Для цього нам необхідно обчислити центроїди кожної ділянки (рис. 3).

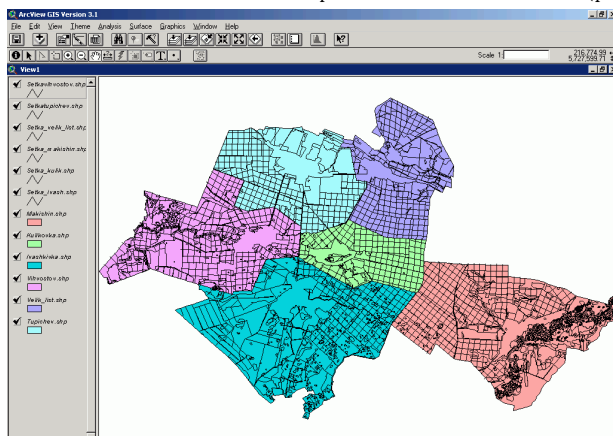


Рис. 2. Створення цифрової карти

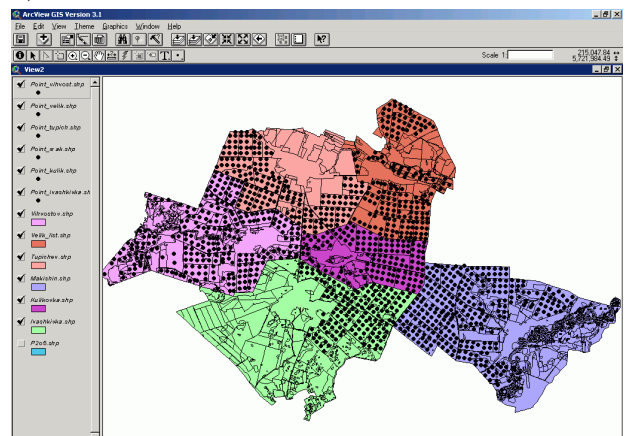


Рис. 3. Центроїди елементарних ділянок

Усі shp-файли, де знаходяться створена сітка квадратів та територія господарств сільської ради, експортується у покриття ArcInfo за допомогою інструментів ArcToolbox (Export Shapefile to Coverage). Потім за допомогою цих же інструментів виконується оверлей (Overlay Wizard) — накладається покриття сітки на покриття території господарств. Для результуючого покриття за допомогою команди Clean будуються полігональна топологія.

Покриття ArcInfo містить дуги (arc), мітки (label), полігони (polygon), реєстраційні точки (tic).

Далі в атрибутивну таблицю отриманого shp-файлу додаються поля, в які заносяться атрибутивні дані (рис. 4).

Для введення даних виділяється точка інструментом Select Feature на карті, у таблиці виділяється відповідний їй рядок. У поле P₂O₅ вводимо значення вмісту фосфору, а у поле K₂O — відповідні значення вмісту калію. Коли усі дані будуть занесені, їх необхідно зберегти.

Наступним етапом є побудова поверхні за привласненими центроїдам значеннями. Для зручності доцільно з'єднати в один усі shp-файли, що містять точкові об'єкти для кожного господарства. Для цього в ArcView підключається модуль GeoProcessing і використовується функція Merge, що з'єднує теми, об'єкти яких мають спільну границю (рис. 5).

Shape	Fields_1	Fields_id	Kod	P2o5	K2o
MultiPoint	8,000	7,000		172	65
MultiPoint	8,000	7,000		69	67
MultiPoint	8,000	7,000		156	60
MultiPoint	8,000	7,000		68	75
MultiPoint	8,000	7,000		83	65
MultiPoint	6,000	5,000		57	63
MultiPoint	8,000	7,000		129	65
MultiPoint	6,000	5,000		72	60
MultiPoint	8,000	7,000		25	62
MultiPoint	6,000	5,000		53	60
MultiPoint	6,000	5,000		90	73
MultiPoint	8,000	7,000		48	66
MultiPoint	6,000	5,000		44	74
MultiPoint	8,000	7,000		66	69
MultiPoint	8,000	5,000		31	66
MultiPoint	8,000	7,000		100	65
MultiPoint	6,000	5,000		36	60
MultiPoint	8,000	7,000		55	61
MultiPoint	13,000	12,000		115	121
MultiPoint	6,000	5,000		172	64
MultiPoint	8,000	7,000		95	61
MultiPoint	6,000	5,000		25	100
MultiPoint	17,000	16,000		84	65
MultiPoint	6,000	5,000		89	66
MultiPoint	18,000	17,000		24	74
MultiPoint	13,000	12,000		122	124
MultiPoint	17,000	16,000		89	66
MultiPoint	13,000	12,000		97	77
MultiPoint	17,000	16,000		55	62
MultiPoint	6,000	5,000		87	76
MultiPoint	6,000	5,000		78	84
MultiPoint	6,000	5,000		42	78
MultiPoint	37,000	36,000		54	84
MultiPoint	17,000	16,000		52	83
MultiPoint	13,000	12,000		97	62
MultiPoint	6,000	5,000		69	64

Рис. 4. Атрибутивна таблиця

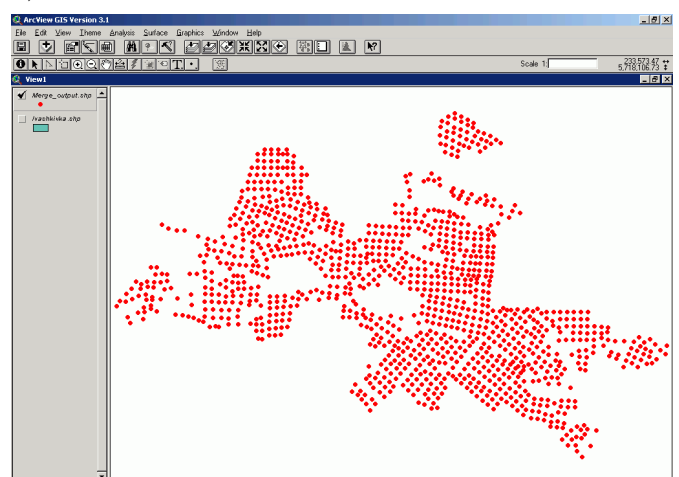


Рис. 5. Об'єднаний shp-файл з центроїдами елементарних ділянок

Далі підключається модуль Spatial Analyst [5]. Перед тим, як програма побудує поверхню за заданими значеннями, необхідно задати область, що цікавить дослідника. Для цього створюється нова полігональна тема, у якій будується полігон, що охоплює територію господарств усіх шести сільських рад. Видалимо з цієї області території населених пунктів. У результаті виконаних дій отримується область дослідження, обирається показник, за яким і будується поверхня.

Отриману поверхню необхідно класифікувати. Після класифікації будуються контури (рис. 6). На отриману тему контурів за допомогою оверлея накладається полігональна тема зони дослідження. Для цього спочатку експортується shp-файл лінійної теми у покриття ArcInfo та будується для нього полігональна топологія. Далі вказуються необхідні теми. Наслідком виконаної операції стане поверхня з контурами, побудована за показником рухомого фосфору P_2O_5 у векторному форматі (рис. 7).

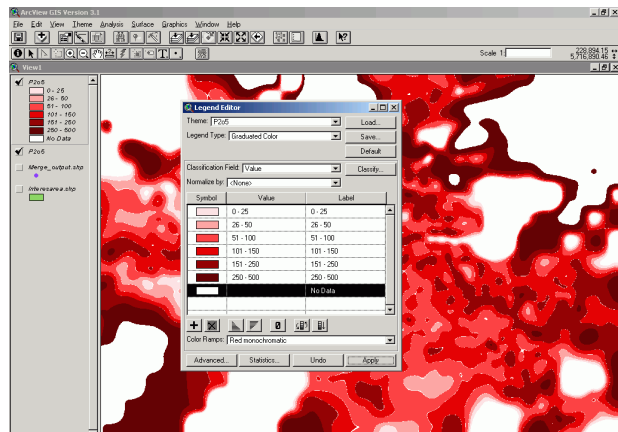


Рис. 6. Класифікація поверхні

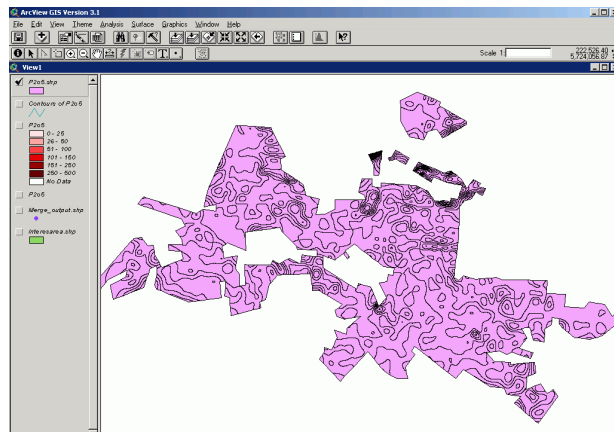


Рис. 7. Векторна карта, що побудована за показником P_2O_5

Після присвоєння відповідного коду всім контурам поверхні її можна класифікувати. Також можна обрати шкалу кольорів для кращого відображення результатів на екрані (рис. 8).

Аналогічно проводяться операції для калію: обирається поле за показниками калію та проводиться класифікація, будуються контури для класифікованої попередньо поверхні, повторно класифікується поверхня, вводяться дані до атрибутивної таблиці і для кращого відображення результатів — обирається шкала кольорів (рис. 9).

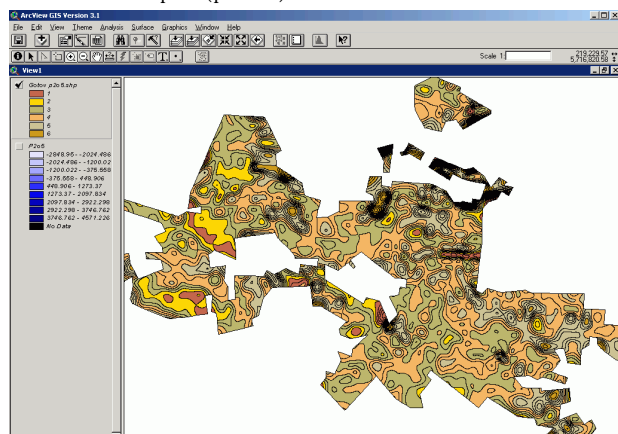


Рис. 8. Класифікація поверхні (за фосфором)

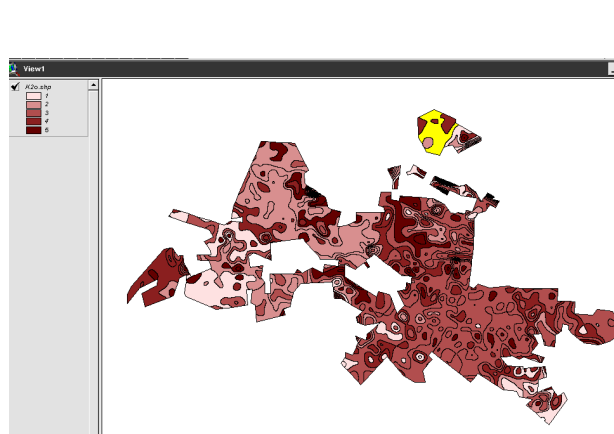


Рис. 9. Класифікація поверхні (за калієм)

Далі класифіковану поверхню необхідно накласти за допомогою оверлейних операцій на тему типів угідь та тему ґрунтових розбіжностей і отримати інтегральну карту.

За результатами агрохімічного обстеження ґрунтів автори за даними Держзодючості створили картограми для Чернігівської області (рис. 10–13).

Висновки. Застосування геоінформаційних технологій для задач моніторингу ґрунтових ресурсів дозволяє здійснити перехід від традиційних ґрунтових карт до геобаз даних, що відкриває широкі можливості для оперативного оновлення існуючих ґрунтових карт, а також для сполученого аналізу ґрунтово-ресурсної інформації з інформацією про рельєф, клімат та інших компонентах земельних ресурсів.

Запропонована технологія аналізу даних дозволяє застосувати багатоваріантну систему оцінки потенціалу ґрунтових ресурсів. В цій системі землекористувачеві надається право вибору тієї або іншої діяльності у відповідності з потенціалом його земель, а також з урахуванням наявних ресурсів. Реалі-

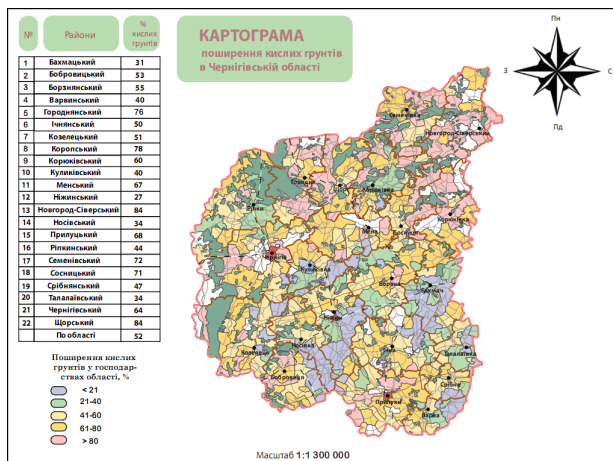


Рис. 10. Картограма поширеності кислотних ґрунтів

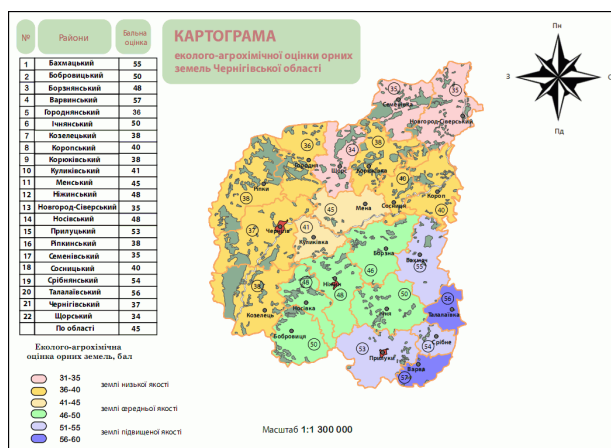


Рис. 11. Картограма еколого-агрохімічної оцінки орних земель

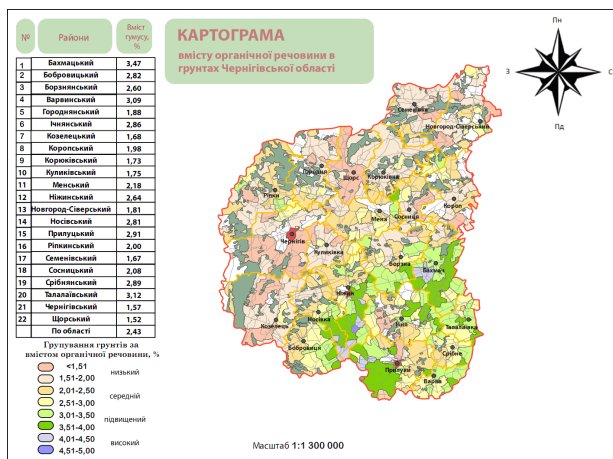


Рис. 12. Картограма вмісту органічної речовини в ґрунтах

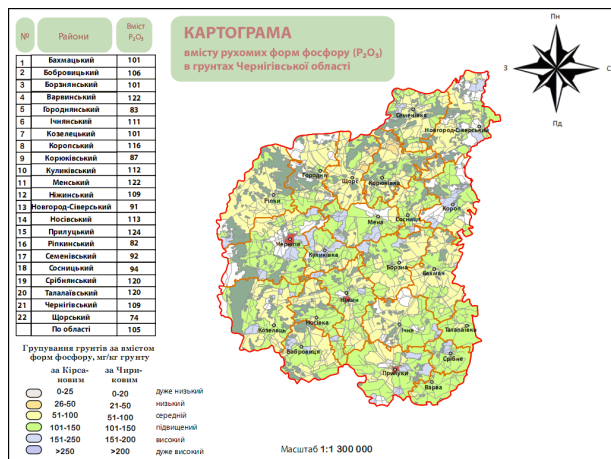


Рис. 13. Картограма вмісту рухомих форм фосфору P₂O₅ в ґрунтах

заяця такого підходу на рівні країни і суб'єкта господарювання виступає інструментом формування політики використання земель. На рівні окремого господарства система дозволяє уникнути непродуктивних витрат на використання земель, які не відповідають їх ресурсному потенціалу.

1. Зацерковний В.І., Кривоберець С.В., Сімакін Ю.С. Використання геоінформаційних технологій в аналізі ґрунтового покриття // Інженерна геодезія. — № 56. — К.: КНУБА, 2010. — С. 162–168.
2. Зацерковний В.І., Кривоберець С.В., Сімакін Ю.С. Аналіз еколого-економічної збалансованості та природно-ресурсного потенціалу територій за допомогою геоінформаційних технологій // Вісник Львівського національного аграрного університету: економіка АПК. — Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2010. — № 17(1). — С. 301–312.
3. Зацерковний В.І., Кривоберець С.В., Сімакін Ю.С. Концепція створення системи агроекологічного моніторингу сільськогосподарських угідь Чернівецької області за допомогою ГІС // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Збірник наукових праць Західного геодезичного тов-ва УТГК. — Вип. 2(22). — Львів.: Вид-во нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2011. — С. 176–181.
4. Бурачек В.Г., Железняк О.О., Зацерковний В.І. Основи ГІС. — Ніжин: ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. — 512 с.
5. Бурачек В.Г., Железняк О.О., Зацерковний В.І. Геоінформаційний аналіз просторових даних. — Ніжин: ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. — 440 с.

Надійшла до редакції 10.11.2014