

13. Маргасов, Д. В. Інформаційні технології у моніторингу енергоощадності бюджетних будівель м. Чернігова [Текст] / Д. В. Маргасов // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія "Технічні науки". – 2014. – № 1 (71). – С. 186.
14. Стародуб, В. І. Критерії оцінювання транспортно-планувальної системи міста [Електронний ресурс] / В. І. Стародуб. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/methods/asp/vd/v40249.doc>
15. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
16. Демурич, В. Б. Многокритериальная оптимизация принятия управленческих решений в информационной системе гостиничного комплекса в условиях неопределённости [Текст]: сб. науч. тр. / В. Б. Демурич // Материалы Международной научно-практической конференции «Тенденции развития научных исследований». – Киев: НАИРИ, 2011. – С. 103–107.
17. Ломакин В. В. Алгоритм повышения степени согласованности матрицы парных сравнений при проведении экспертных опросов [Текст] / В. В. Ломакин, М. В. Лифиренко // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 9-11. – С. 1798–1803.

Відображено приклади практичного застосування бази знань для аналізу якісного стану земель сільськогосподарського призначення на основі просторового розподілу показників розораності, лісистості, полезахисної лісистості, сільськогосподарської освоєності земель, коефіцієнтів антропогенного навантаження й екологічної стабільності.

Розроблена структура бази знань може виступати основою для створення набору тематичних карт, інших геообразжень для оцінювання, актуалізації та прогнозування стану геосистем та їх компонентів

Ключові слова: геоінформаційний моніторинг, база знань, база геопросторових даних, геоінформаційне картографування

Приведены примеры практического применения базы знаний для анализа качественного состояния земель сельскохозяйственного назначения на основе пространственного распределения показателей распаханности угодий, лесистости, полезащитной лесистости, сельскохозяйственного освоения земель, коэффициентов антропогенной нагрузки и экологической стабильности.

Разработанная структура базы знаний может выступить основой для создания набора тематических карт, других геообразжений для оценки, актуализации и прогнозирования состояния геосистем и их компонентов

Ключевые слова: геоинформационный мониторинг, база знаний, база геопространственных данных, геоинформационное картографирование

УДК 651.3:518.33

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.51050

РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ БАЗИ ЗНАНЬ СИСТЕМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКІСНОГО СТАНУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКО- ГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

С. С. Кохан

Доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри*

E-mail: GIS_DZZ_chair@nubip.edu.ua

А. А. Москаленко

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: an_moskalenko@yahoo.com

*Кафедра геоінформаційних систем і технологій

Національний університет біоресурсів і

природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041

1. Вступ

Україна має унікальні земельні ресурси та природно-кліматичні умови, сприятливі для вирощування стійких врожаїв сільськогосподарських культур. Інтенсивне використання земель сільськогосподарського призначення призводить до розвитку ерозійних процесів, зниження родючості ґрунтів, зростання розораності. Погіршення якісного стану земель спричинює порушення екологічних зв'язків, водного балан-

су, розвиток опустелювання. Нерідко спостерігається ставлення до землі на рівні споживача за відсутності державного екологічного контролю. Ґрунти дедалі інтенсивніше втрачають свою здатність до самовідновлення й самоочищення.

Ресурси агросфери швидко руйнуються. Процеси розвитку ерозії ґрунтів, засолення, техногенного забруднення, розораність земель пов'язані насамперед з проблемою охорони земельних ресурсів та їх раціонального використання. У зв'язку з необхідні-

стю забезпечення належної інформаційної підтримки прийняття рішень щодо аналізу та прогнозування стану земель сільськогосподарського призначення постає завдання у створенні інформаційної структури, яка сприятиме здійсненню оперативного моніторингу земель, створенню наборів комплексних цифрових тематичних карт та геоінформаційних моделей для відображення актуального стану земель.

Важливу роль при створенні такої інформаційної структури відіграє підхід геоінформаційного картографування, застосування якого передбачає розроблення відповідних моделей: баз геопросторових даних (БГД) та баз знань (БЗ) картографічних даних.

Так, підхід геоінформаційного картографування, висвітлений у праці [1], передбачає створення формалізованих географічних та картографічних знань на основі застосування баз геопросторових даних, сприяючи використанню різномірних геоданих у різних галузях.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Проблеми моніторингу сільськогосподарських земель та ґрунтів із застосуванням геоінформаційних і дистанційних технологій відображені в роботах [2–4] та інших фахівців. Так, у статті [2] розглянуті елементи ґрунтового картографування на основі використання геоінформаційних технологій, даних дистанційного зондування, цифрових моделей рельєфу, архівних ґрунтових карт.

В роботі [3] наведено приклади використання даних дистанційного зондування Землі і геоінформаційних технологій для потреб сільського господарства, створення системи моніторингу агроресурсів, прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.

У статті [4] висвітлено застосування геоінформаційних технологій для аналізу стану ґрунтів регіону та розроблено функціональну схему системи аналізу ґрунтів. Однак у перелічених працях не розкриті питання уніфікації подання результатів аналізу, формалізації географічних та картографічних знань на основі застосування баз геопросторових даних.

Питання розроблення геоінформаційних систем та баз геопросторових даних розглянуті у ряді робіт [1, 5, 6] та інших.

Проблеми розвитку баз знань, технології оцінювання їх ефективності та застосування UML для розроблення структури бази знань відображені у ряді наукових праць. Зокрема, у роботі [7] розглянута архітектурна модель бази знань для предметно-орієнтованих інтелектуальних систем, що надає можливість інтегрувати різні моделі подання знань.

У статті [8] відображена концепція інтегрованої моделі, що об'єднує методи та засоби подання знань. У праці [9] розглянуто проблему створення технології оцінювання ефективності роботи та деградації баз знань. У статті [10] наведені дослідження моделей подання знань і даних, які запропоновано об'єднувати в систему, розглянуто їх практичне використання у складі семантичних мереж. Однак у даних працях база знань і база даних розглядаються для роботи з непросторовими даними.

Застосування UML профілів для розроблення структури бази знань розглянуто у працях [11, 12], практичне використання бази геопросторових даних для оцінювання якості ґрунтів відображено в роботі [13].

Наразі постає завдання в уніфікації та структурованні інформації в БЗ для забезпечення системи геоінформаційного моніторингу якості земель сільськогосподарського призначення, посиленні ролі тематичних моніторингових карт та ефективності їх формування у геоінформаційному середовищі.

Недостатня визначеність підходів геоінформаційного моніторингу земель сільськогосподарського призначення, складу та структури БЗ для його забезпечення, недостатня обґрунтованість ролі тематичного картографування у системі моніторингу, зумовили необхідність проведення досліджень у цьому напрямку.

3. Ціль та задачі дослідження

Мета досліджень полягає в обґрунтуванні основних структурних компонентів БЗ системи геоінформаційного моніторингу для оцінювання якісного стану земель сільськогосподарського призначення.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні задачі:

- встановити базовий набір пакетів БЗ системи геоінформаційного моніторингу якісного стану земель сільськогосподарського призначення;
- розробити загальну модель БЗ;
- розробити каталоги БЗ.

4. Матеріали і методи розроблення структури бази знань та геоінформаційного картографування

Для досягнення мети дослідження в роботі обґрунтовано й розроблено структуру БЗ системи геоінформаційного моніторингу якісного стану земель сільськогосподарського призначення у вигляді набору моделей, які побудовані на основі уніфікованої мови моделювання UML (Unified Modeling Language). Мова призначена для візуалізації, специфікації, конструювання програмних систем, використовується для моделювання широкого кола додатків, є гнучким засобом моделювання, опис стандарту якого відкритий для наступного вдосконалення.

У дослідженні використані принципи геоінформаційного картографування й моделювання. Сутність геоінформаційного картографування складає інформаційно-картографічне моделювання геосистем. Картографічні зображення у дослідженні одержані на основі використання різних засобів моделювання, зокрема операцій накладання шарів, запитів до бази даних, методів класифікації і перекласифікації числових показників.

Геоінформаційне моделювання – технологія, яка інтегрує різні методи проектування, створення, використання й аналізу геоінформаційних моделей для дослідження об'єктів навколишнього природного середовища на основі впорядкування і трансформування даних про об'єкти за рахунок взаємодії з об'єктами бази геопросторових даних.

Для оцінювання якісного стану земель сільськогосподарського призначення у дослідженні використані географічне та картографічне моделювання. Географічне моделювання описує просторове розташування об'єктів, явищ або процесів і передбачає класифікацію, моделювання геосистем та структурно-типологічний аналіз. Картографічне моделювання передбачає аналіз інформації у складі геоінформаційного моделювання.

Фізичну реалізацію бази знань та геоінформаційне моделювання здійснено в програмному середовищі ArcGIS 10.x.

Об'єкт дослідження – процес розроблення структури БЗ системи геоінформаційного моніторингу для оцінювання якісного стану земель сільськогосподарського призначення.

5. Розроблення структури бази знань картографічних даних системи геоінформаційного моніторингу

При створенні інформаційної структури для здійснення моніторингу якісного стану земель сільськогосподарського призначення використано підходи побудови геоінформаційних систем та геоінформаційного картографування. Система геоінформаційного моніторингу потребує створення наборів комплексних цифрових тематичних карт та геоінформаційних моделей для відображення актуального стану земель. До показників, що характеризують якість земель сільськогосподарського призначення відносять розораність, лісистість, полезахисну лісистість, сільськогосподарську освоєність, коефіцієнти антропогенного навантаження та екологічної стабільності, тощо.

Фактори, які спричиняють вплив на показники якості земель, мають просторову природу й характеризуються часовими змінами. У зв'язку з цим інтегрування різнорідних даних в ГІС забезпечуватиме оптимальне поєднання аналітичних функцій та факторів просторового відображення зв'язків для розроблення системи геоінформаційного моніторингу якісного стану земель сільськогосподарського призначення.

Аналіз нормативно-правового й методичного забезпечення моніторингу земель та існуючих розробок [2–4] показав, що кожний об'єкт системи геоінформаційного моніторингу має правила опису, методи визначення, правила подачі картографічного матеріалу та набір правил просторового аналізу. Ці елементи структуровані як знання [11, 12], що забезпечують функціонування системи геоінформаційного моніторингу для оцінювання якісного стану земель сільськогосподарського призначення.

Кожне завдання, поставлене перед системою геоінформаційного моніторингу, потребує певного набору знань і метаданих та управління ними (збір, зберігання, пошук, аналіз і застосування).

На основі аналізу об'єктів системи геоінформаційного моніторингу якісного стану земель, їх властивостей, та з урахуванням поставлених завдань установлено набір знань про предметну галузь, визначено задачі й методи їх реалізації, склад та структуру БЗ системи геоінформаційного моніторингу. База знань карто-

графічних даних забезпечує створення уніфікованих та формалізованих наборів комплексних цифрових тематичних карт якісного стану земель сільськогосподарського призначення в середовищі ГІС.

Структурні елементи процесу розроблення моделі бази знань об'єктів системи геоінформаційного моніторингу для оцінювання якісного стану земель сільськогосподарського призначення зображено на рис. 1 у вигляді UML-модель структури пакетів.

У процесі моделювання визначено тематичні змінні об'єктів системи геоінформаційного моніторингу для оцінювання й картографування якісного стану земель сільськогосподарського призначення, що забезпечують розрахунок таких показників якісного стану земель як: розораність сільськогосподарських угідь, сільськогосподарську освоєність, лісистість, полезахисну лісистість, коефіцієнтів антропогенного навантаження та екологічної стабільності землекористувачів, тощо.

Методика проведення досліджень включає: набори методик щодо проведення польових досліджень та технології відбору зразків щодо визначення якісного стану земель сільськогосподарського призначення.



Рис. 1. UML-модель структури пакетів

Методики оброблення даних передбачають: методи обчислення вторинних показників, методи класифікації показників та ін.

Основу методик картографічного подання складають набори правил тематичного картографування та перелік тематичних карт. Правило задається сукупністю таких елементів як система умовних знаків, способи картографічного відображення, склад легенди.

Методики просторового аналізу передбачають перелік, методику здійснення картометричних операцій та операцій вибору, перекласифікації, картографічної алгебри, статистичного, просторового, оверлейного аналізу та ін.

Для кожного атрибуту систематизовано та визначено склад бібліотек бази знань та правил геоінформаційного картографування, що уніфікують інформацію, способи її оброблення та відображення результатів подання об'єктів системи геоінформаційного моніторингу для створення тематичних карт визначення якісного стану земель сільськогосподарського призначення.

База знань картографічних даних опирається на базу непросторових даних, відображену у роботі [13]. При структуруванні бібліотек тематичних змінних системи геоінформаційного моніторингу для визначення якісного стану земель сільськогосподарського призначення в основу взято типи об'єктів із каталогу об'єктів та атрибутів концептуальної моделі.

До ключових компонентів створення моделі БЗ належать каталоги: об'єктів моніторингу, тематичних змінних, методик проведення досліджень, методик оброблення даних, шкал (розподілу числових показників), схем

класифікації, видів графічного зображення, способів графічного зображення, умовних знаків, легенд. Візуалізацію здійснено на основі UML-діаграми (рис. 2).

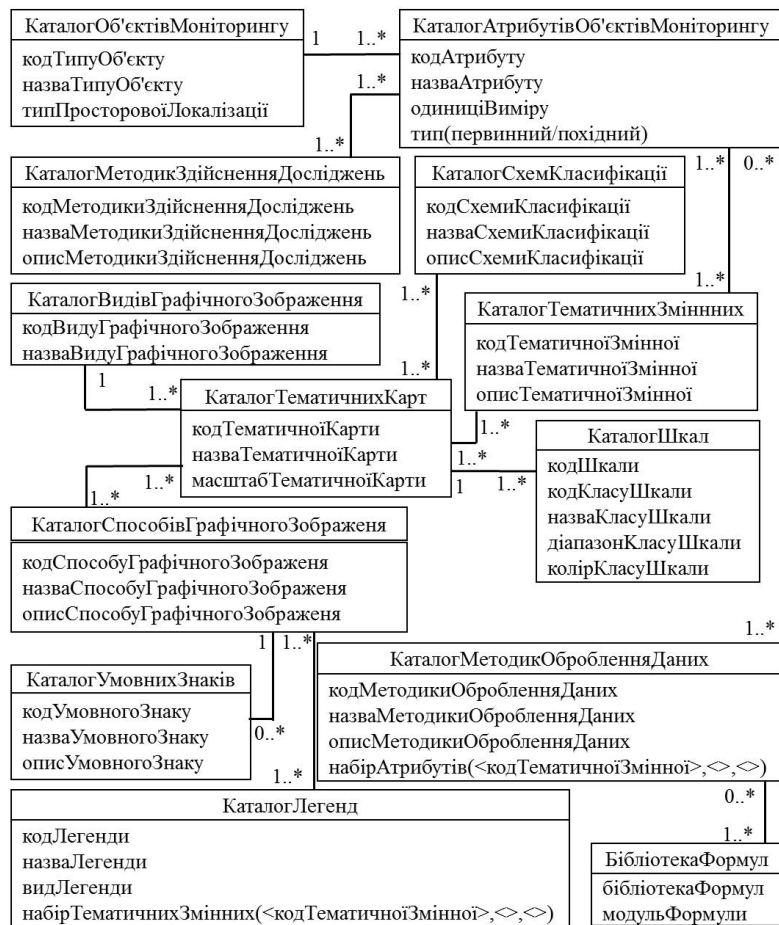


Рис. 2. UML-діаграма метаданих та правил картографічного подання об'єктів системи геоінформаційного моніторингу земель сільськогосподарського призначення

Фрагмент опису елементів каталогу для тематичних змінних системи геоінформаційного моніторингу оцінювання стану земель сільськогосподарського призначення подано в табл. 1.

Таблиця 1

Фрагмент каталогу шкал (класів за рівнем забезпечення)

Код шкали	Код класу шкали	Назва класу шкали	Діапазон класу шкали	Колір класу шкали
9	1	Екологічно нестабільне землекористування	0,00–0,33	рожевий
10	2	Стабільно нестійке землекористування	0,34–0,50	жовтий
11	3	Середньо стабільне землекористування	0,51–0,66	зелений
12	4	Стабільне землекористування	0,66–1, 00	блакитний

Подальше використання створеної структури БЗ передбачає її включення в алгоритм спрощення формування тематичних карт для забезпечення моніторингу якісного стану земель сільськогосподарського призначення.

6. Геоінформаційний моніторинг показників якісного стану земель сільськогосподарського призначення

У процес розроблення структури БЗ встановлено базовий набір пакетів БЗ системи геоінформаційного моніторингу якісного стану земель сільськогосподарського призначення, який включає тематичні змінні об'єктів геоінформаційного моніторингу, набори методик щодо проведення досліджень, оброблення даних, картографічного подання та просторового аналізу. Визначено набір та склад бібліотек бази знань і правил системи геоінформаційного моніторингу: набір тематичних змінних, набір шкал показників, бібліотеку формул, які уніфікують інформацію, способи її оброблення та подання результатів.

Застосування підходів геоінформаційного картографування на основі реалізованої бази знань картографічних даних забезпечило розроблення набору тематичних карт, призначених для вивчення динаміки змін якісного стану земель, аналізу інтенсивності використання земель сільськогосподарського призначення, визначенню екологічно нестабільних землекористувань (рис. 3–5). Результати попередніх досліджень [2–4] не передбачали розроблення й фізичну реалізацію бази знань для оцінювання якості земель, опираюь лише на розрахунки відповідних показників та коефіцієнтів.

Аналіз просторового розподілу показників якості земель сільськогосподарського призначення свідчить про переважання територій, що є екологічно нестабільними ($Ke < 0,33$) і стабільно нестійкими ($Ke 0,34–0,50$) у межах Бориспільського та Васильківського районів.

Найважливішим показником рівня використання земельного фонду є розораність земель, що визначається у відсотках з відношення площі ріллі до загальної площі конкретної одиниці адміністративно-територіального утворення. Розподіл показника характеризує площі по розораності земель як високу (>80%), несприятливу (60–80%) та умовно сприятливу (20–60%). Відмічено також високу сільськогосподарську освоєність земель територій районів, яка перевищує 75% для більшої частини площі Васильківського району і 50–75% – Бориспільського району.

В представленій структурі бази знань картографічних даних враховано інформацію, що використовується для створення тематичних карт. Підвищення результативності просторового аналізу якості земель сільськогосподарського призначення може бути досягнуто на основі створення комплексних карт і геомodelей і передбачатиме оптимізацію показників, що характеризують якість земель при розробленні структури бази знань системи геоінформаційного моніторингу.

Розроблена структура бази знань, що подана на рис. 2, може виступати основою для створення набору тематичних карт для оцінювання, актуалізації та прогнозування стану геосистем та їх компонентів.

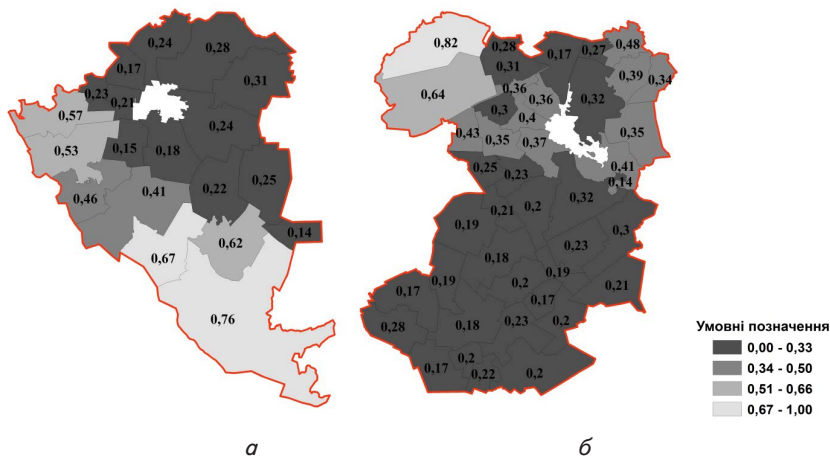


Рис. 3. Коефіцієнт екологічної стабільності: а – територія Бориспільського району; б – територія Васильківського району

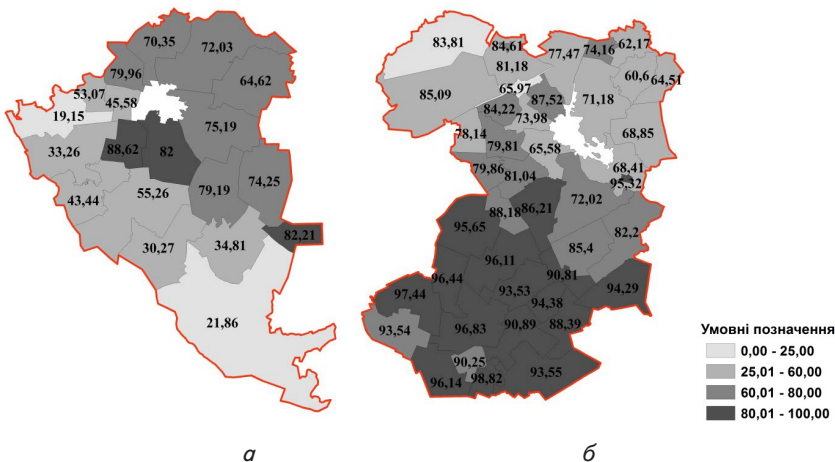


Рис. 4. Розораність земель: а – територія Бориспільського району; б – територія Васильківського району

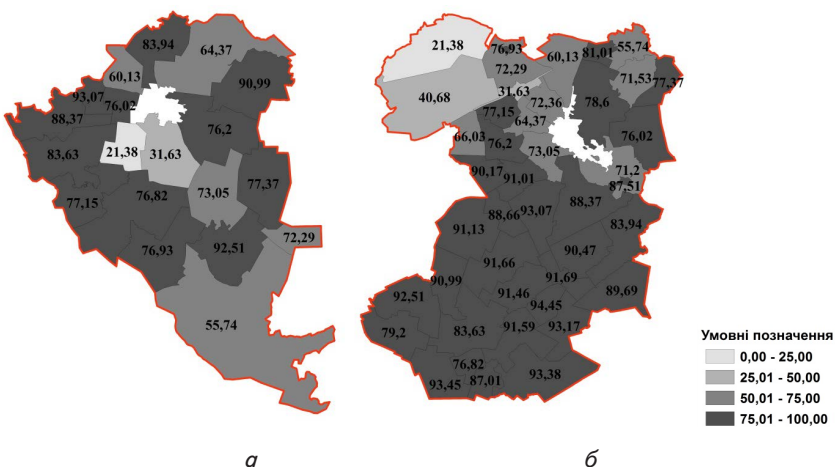


Рис. 5. Сільськогосподарська освоєність: а – територія Бориспільського району; б – територія Васильківського району

Приклади практичного застосування бази знань для аналізу якісного стану земель сільськогосподарського призначення на основі просторового розподілу

наборів тематичних карт якісного стану земель та підтримки прийняття управлінських рішень при здійсненні моніторингу земель.

показників розораності, лісистості, полезахисної лісистості, сільськогосподарської освоєності земель, коефіцієнтів антропогенного навантаження й екологічної стабільності забезпечують комплексний аналіз використання земель сільськогосподарського призначення.

7. Висновки

У дослідженні відображено процес розроблення структури бази знань.

Встановлено базовий набір пакетів бази знань БЗ системи геоінформаційного моніторингу якісного стану земель сільськогосподарського призначення, який включає тематичні змінні об'єктів геоінформаційного моніторингу, набори методик щодо проведення досліджень, оброблення даних, картографічного подання та просторового аналізу. Визначено набір та склад бібліотек бази знань і правил системи геоінформаційного моніторингу: набір тематичних змінних, набір шкал показників, бібліотеку формул, які уніфікують інформацію, способи її оброблення та подання результатів.

Встановлено набір та склад метаданих, правил здійснення просторового аналізу та картографічного подання об'єктів системи геоінформаційного моніторингу для оцінювання якісного стану земель сільськогосподарського призначення. Підібрані способи та види картографічного зображення, обрані набори правил геоінформаційного аналізу (класифікація, овейлений аналіз, картометричні операції), умовні позначення та склад легенди для кожного показника моніторингу.

Розроблено загальну модель бази знань картографічних даних (рис. 2) та склад каталогів (табл. 1) системи геоінформаційного моніторингу якісного стану земель сільськогосподарського призначення, що структурує та формалізує інформацію для створення тематичних карт, комплексних карт і геомоделей.

Перспектива подальших досліджень полягає в розробленні алгоритмів для автоматизації фізичної реалізації моделі бази знань з метою підвищення ефективності створення

Література

1. Карпінський, Ю. О. Зміст і засоби сучасного геоінформаційного картографування [Текст]: міжн. наук.-прак. конф. / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко // Інтеграція геопросторових даних у дослідженнях природних ресурсів. – К.: Компрінт, 2014. – С. 72–76.
2. Булігін, С. Ю. Використання геоінформаційних технологій для ґрунтового картографування [Текст] / С. Ю. Булігін, А. Б. Ачасов // Вісн. аграр. науки. – 2012. – № 10. – С. 52–56.
3. Кобець М. І. Використання сучасних інформаційних технологій в системах сільськогосподарського менеджменту [Електронний ресурс] / М. І. Кобець. – Режим доступу: http://undp.org.ua/agro/pub/ua/P2005_05_08_05.pdf
4. Зацерковний, В. І. Аналіз можливості застосування геоінформаційних технологій у моніторингу орних земель [Текст] / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець // Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа. – 2011. – № 2 (2). – С. 88–94.
5. Лященко, А. А. Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних [Текст] / А. А. Лященко, А. Г. Черін // Вісник геодезії та картографії. – 2011. – № 5. – С. 45–50.
6. Карпінський, Ю. О. Еталонна модель бази топографічних даних [Текст] / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Р. В. Рунець // Вісник геодезії та картографії. – 2010. – № 2. – С. 28–36.
7. Сигов, А. С. Архитектура предметно-ориентированной базы знаний интеллектуальной системы [Текст] / А. С. Сигов, В. В. Нечаев, М. И. Кошкарёв // International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2, № 12. – С. 1–6.
8. Загоруйко, Ю. А. О концепции интегрированной модели представления знаний [Текст] / Ю. А. Загоруйко // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322, Вып. № 5. – С. 98–103.
9. Федорук, П. І. Технологія оцінки ефективності роботи баз знань [Текст] / П. І. Федорук, Н. М. Дяків // Мат. машини і системи. – 2004. – № 2. – С. 49–53.
10. Сомик, О. І. Адаптивні семантичні моделі представлення та контролю знань [Текст] / О. І. Сомик, М. Б. Головін // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2011. – Т. 5, № 2 (53). – С. 35–38. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/1175/1079>
11. Abdullah, M. S. Modelling Knowledge-Based Systems Using UML Profile [Electronic resource] / M. S. Abdullah, A. Evans, I. Benest, C. Kimble. – Available at: http://www.chris-kimble.com/Publications/Documents/Abdullah_2004b.pdf
12. Abdullah, M. S. Developing a UML Profile for Modelling Knowledge-Based Systems [Electronic resource] / M. S. Abdullah, A. Evans, I. Benest, C. Kimble. – Available at: http://www.chris-kimble.com/Publications/Documents/Abdullah_2004a.pdf
13. Кохан, С. С. Геоінформаційне забезпечення якісної оцінки ґрунтів [Текст] / С. С. Кохан, А. А. Москаленко, Л. Г. Шило // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Т. 6, № 3 (66). – С. 18–25. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/19174/17188>