

## ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ

УДК 528.92:004.6

<https://doi.org/10.31713/vt2202418>

**Дмитрів О. П., к.т.н., Оксенюк В. Б., магістр за спеціальністю геодезія та землеустрій** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Дмитрів А. Р., розробник програмного забезпечення** (Samsung R&D Institute Ukraine, м. Київ, o.p.dmytriv@nuwm.edu.ua, okseniuk\_az18@nuwm.edu.ua, artemdmytriv@gmail.com)

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕМЕЛЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

У статті виконано аналіз сучасних методів дослідження якості земель. Визначено поняття якості земель, що використовується під час проведення агрохімічної паспортизації земель. Розглянуто досвід розроблення ГІС для дослідження якості земель. Вивчено нормативно-технічне забезпечення. Розглянуто та проаналізовано програмне забезпечення, необхідне для виконання поставлених завдань. Для досягнення мети дослідження було обґрунтовано й розроблено структуру бази геопросторових даних у вигляді набору моделей. Дослідження якості земель представлені у вигляді тематичних карт. Отримані результати порівняно з оптимальними показниками для відповідних ґрунтів у лісостеповій зоні, в межах якої знаходиться територія сільськогосподарського підприємства, яка буде обрана для апробації.

**Ключові слова:** якість земель; геоінформаційні системи; програмне забезпечення ГІС; тематичні карти; база даних; агрохімічний паспорт.

#### Постановка проблеми

На сучасному етапі без використання ГІС-технологій вже не обходиться жодне дослідження, яке пов'язане з обробкою інформації геопросторового типу. Фахівці різних галузей як державного, так і приватного сектору, використовують сучасне програмне забезпечення для вирішення своїх завдань. Оцінка якості земель також не є виключенням. В Україні існуюча методика дослідження якості землі не є такою, яка може комплексно охопити та врахувати всі необхідні показники, враховуючи їх кількість, змінність та взаємопов'язаність. Розробка та впровадження геоінформаційної



системи для дослідження якості земель дозволить отримати якісно новий та найбільш ефективний підхід для вирішення цього питання.

### **Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями**

Дослідження якості земель здійснюється у відповідності із загальнодержавними і регіональними програмами. Якість землі фіксується у Державному земельному кадастрі, що містить сукупність документів і відомостей про кількісний та якісний стан земельних ресурсів, правовий режим земельних ділянок, їх розподіл між власниками та користувачами [1].

При розгляді питання дослідження якості земель необхідно звернутися до ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів», який установлює показники родючості ґрунтів земельних ділянок сільськогосподарських угідь. Цей стандарт мають використовувати усі суб'єкти господарювання, щоб визначити та проконтролювати якість земельної ділянки, стан родючості ґрунтів, придатність земель для різних способів використання, при проведенні моніторингу та агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, а також створення ґрунтово-агрохімічних баз даних [2].

Серед важливих напрямів оцінки якості землі є бонітування ґрунтів – порівняльна оцінка їх якості за основними природними властивостями, які мають сталий характер та істотно впливають на врожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природно-кліматичних умовах [3]. Обробка та збір даних про властивості ґрунтів здійснюється окремо за видами угідь, за природно-сільськогосподарськими зонами та за агровиробничими групами ґрунтів.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми**

Питання визначення та оцінки стану земельних ресурсів були вивчені у наукових працях. Однак у більшості з цих досліджень не було приділено належної уваги аспектам просторової диференціації земельних ресурсів.

З метою аналізу земельних ресурсів у багатьох країнах активно ведуться роботи щодо створення якісно нових типів баз даних – баз геопросторових даних. Україна поки не отримала достатнього розвитку у питаннях практичної реалізації комплексної оцінки якісного стану земель за допомогою просторово-часових характеристик.

Згідно з проведеним дослідженням [4] станом на 2015 рік площа непродуктивних земель у світі становила 4.3 млрд га. При

чому 2.0 млрд га з них є результатом антропогенного впливу. Говорячи про динаміку, потрібно зазначити, що ці 2.0 млрд га були втрачені за 10 тис. років сільськогосподарської історії людства. З цієї загальної площі 700 млн га втрачено за останні 300 років, з яких 300 млн га за останні 50 років, що свідчить про швидкий темп деградації ґрунтового покриву.

Причинами втрат родючих земель в Україні є:

- галузевий підхід до використання земельних ресурсів;
- відсутність усвідомлення їх глобальної і соціальної ролі;
- недосконалість державної політики щодо охорони земель.

Важливою складовою методології оцінки якості земель є вибір необхідних показників, що повною мірою характеризують основні функції ґрунтів. Українське законодавство визначає такі параметри, як рівень забруднення, оптимальний вміст поживних речовин, фізико-хімічні властивості. Цікавим є те, що в Україні законодавчо не встановлено поняття якості земель. В Державних стандартах України закріплені такі поняття, як «якість ґрунтів» і «якість земельної ділянки». Відповідно до ДСТУ ISO 11074-1:2004, якість ґрунтів розглядається як сукупність усіх наявних позитивних і негативних властивостей, пов'язаних із їх використанням і їхніми функціями. Якість земельної ділянки, згідно з ДСТУ 4362:2004 розглядається як узагальнена характеристика земельної ділянки, охопленої її межами, з визначеними категоріями якості ґрунтів.

Шляхом вивчення та аналізу існуючих нормативно-правових актів, наукових публікацій у фахових та закордонних виданнях, а також інших інформаційних джерелах було вивчено досвід використання ГІС-технологій для дослідження якості земель.

### **Виклад основного матеріалу**

Для того, щоб повною мірою дослідити якісні показники землі, а в подальшому правильно оцінити екологічні та економічні збитки, спричинені недбалим використанням земельних ресурсів, а також збитки завдані нашої країні внаслідок збройної агресії Російської Федерації, важливо підібрати оптимальний набір показників для кількісної оцінки зміни якості земель. При чому під час знаходження цих показників необхідно використовувати інформацію діючих служб контролю за станом ґрунтового покриву, родючості й санітарного стану ґрунтів та застосовувати сучасні методи дослідження.

Основними показниками, які сьогодні використовують для якісної оцінки ґрунтів є:

- рН сольової і водної витяжки, форми потенційної кислотності, окисно-відновний потенціал;



- загальний вміст гумусу і його якісний склад;
- ємність вбирання і склад обмінних катіонів;
- активність іонів у системі ґрунт-ґрунтовий розчин;
- ступінь нагромадження в ґрунтах важких металів як стосовно загального їх вмісту, так і форм сполук;
- щільність складення в рівноважному стані;
- структурно-агрегатний склад ґрунту та водостійкість агрегатів;
- водопроникність та польова вологість ґрунту;
- вміст рухомих форм макро- та мікроелементів тощо.

Однак, такий великий обсяг показників, що отриманий різними організаціями (часто з недотриманням єдиних стандартизованих методик) не може забезпечити цілісну картину якості земель в різних регіонах, зокрема і в країні загалом. Тому більш коректними є комплексні показники, за допомогою яких численні різноманітні ознаки, що зумовлюють основні параметри ґрунтових режимів, виражають через узагальнюючу оцінку родючості з урахуванням її еволюції та ефективності. Найбільш ефективним є метод розрахунку зведеного показника якості ґрунтів.

Серед показників агрохімічного дослідження поля, земельної ділянки, переважають ті, які характеризують фізико-хімічні властивості ґрунтів, їх забруднення та поживний режим, а фізичні показники майже не враховуються. Хоча саме ґрунтово-фізичні фактори характеризують здатність ґрунтів забезпечувати потреби рослин у повітрі, воді, об'ємі, теплі кореневмісного шару і в цілому створювати умови для їх ефективного розвитку, росту, продуктивності та успішно реалізовувати в урожаї потенційний запас поживних речовин із ресурсів ґрунту та із внесених добрив.

Застосування ГІС для дослідження якісних показників земель дозволяє обробляти та аналізувати великі масиви геопросторової й атрибутивної інформації, на цій основі потім ухвалювати оптимальні управлінські рішення та рішення щодо раціонального використання земельних ресурсів [5].

Дослідження якості земель відбувалося на прикладі території сільськогосподарських угідь ПОСП ім. Шевченка Городищенської ОТГ Луцького району Волинської області. Сільськогосподарські угіддя розміщені на 29 полях підприємства з загальною площею 1342.35 га [6].

Вхідними даними для розробки ГІС були:

1. Векторні дані типів ґрунтів та меж земельних ділянок, отримані у результаті проведення геодезичних/землевпорядних робіт на підприємстві.

2. Безкоштовний космічний знімок Sentinel заданої території.

3. Паспорти полів, створених в результаті агрохімічної паспортизації полів/земельних ділянок [7].

4. ДСТУ 4362:2004, що містить параметри показників родючості земель, необхідних для оцінки та порівняння наявних показників, отриманих під час агрохімічної паспортизації з оптимальними.

На сьогоднішній день не існує типових структур баз геопросторових даних (БГД), які б дозволяли збирати, систематизувати та аналізувати інформацію про стан земельних ресурсів на державному та регіональному рівнях. Існуючий картографічний матеріал не відповідає сучасному рівню розвитку інформаційних технологій, що ускладнює розробку та впровадження автоматизованих систем обробки інформації та оперативного контролю.

Для досягнення мети дослідження обґрунтовано й розроблено структуру БГД у вигляді набору моделей (концептуальної, логічної, фізичної).

Структурно-функціональна модель ГІС-проєкту дослідження якості ґрунтів представлена на рис. 1.

Для дослідження якості земель та виконання порівняння показників родючості ґрунтів на полях підприємства за допомогою ГІС-технологій використано ДСТУ 4362:2004.

Територія інтересу розташована в лісостеповій зоні типових чорноземів і сірих опідзолених ґрунтів [6].

На рис. 2 відображені у векторному вигляді земельні ділянки та межі типів ґрунтів, а також територія представлена у вигляді космічного знімку місії Sentinel-2B.

У результаті роботи була створена атрибутивна база даних для шару полів (рис. 3). Вона містить наступні показники родючості ґрунтів:

1. Гумус, %.
2. Азот легкогідролізний.
3. Рухомий фосфор за Кірсановим, мг/кг ґрунту.
4. Рухомий калій за Кірсановим, мг/кг ґрунту.
5. Показник рН сольовий.
6. Гідролітична кислотність, ммоль/100 г.
7. Щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>.
8. Максимально можливий запас продуктивної вологи в 0–100 см, мм.

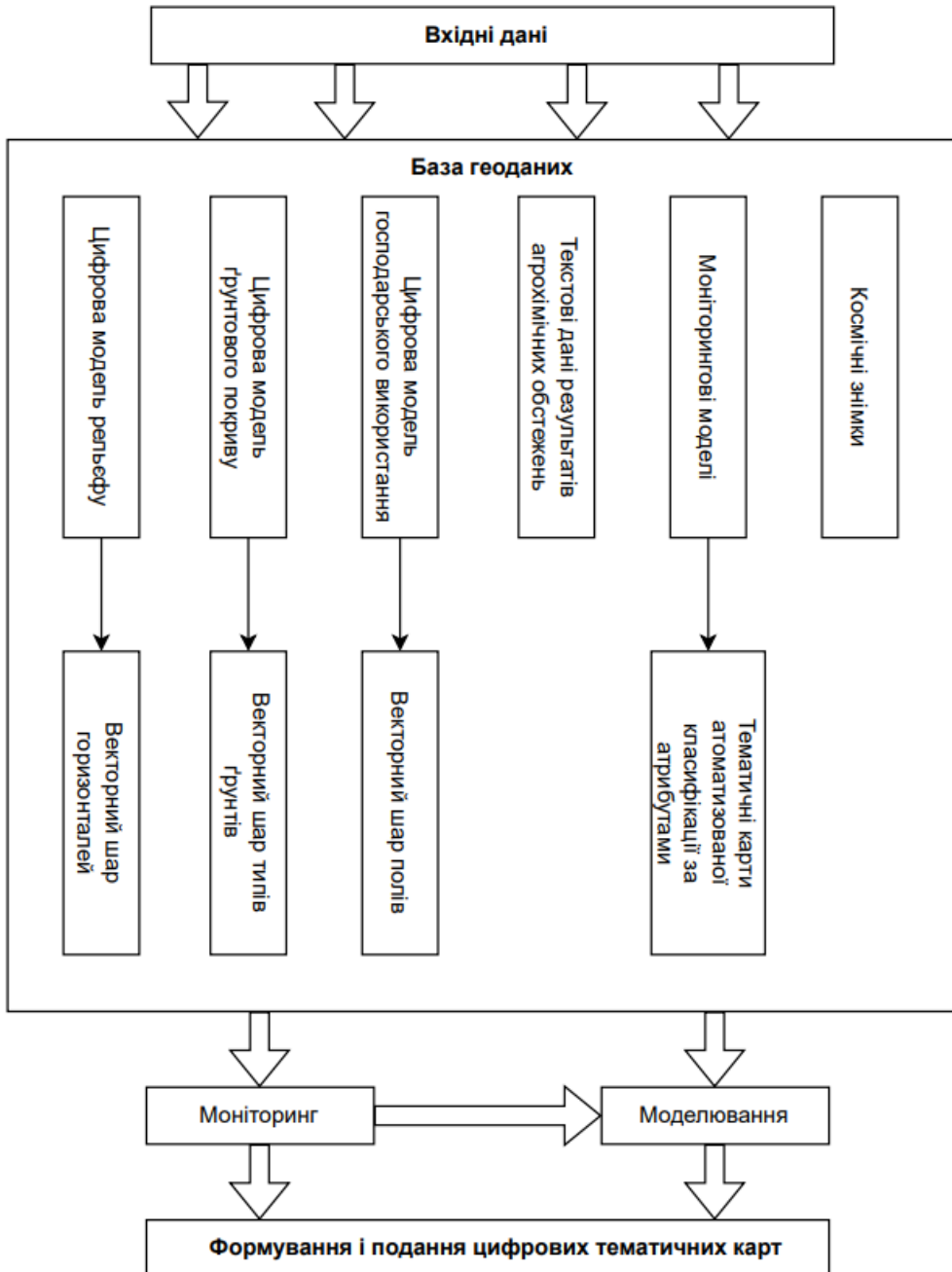


Рис. 1. Узагальнена структурно-функціональна модель для забезпечення геоінформаційного картографування якісного стану земель сільськогосподарського призначення

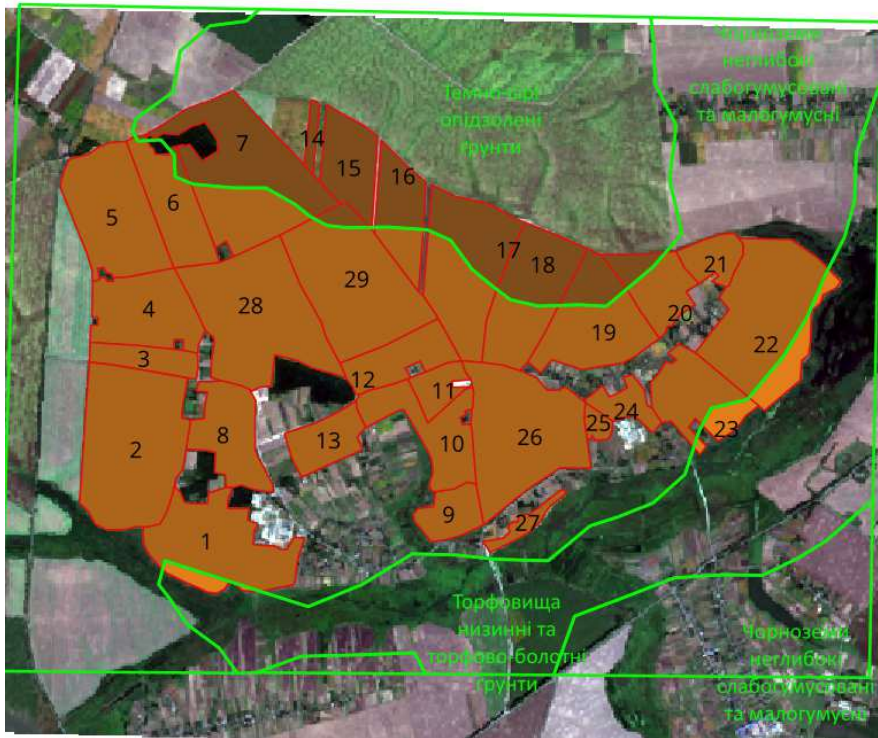


Рис. 2. Карта розміщення району робіт

Id	№field	S	P, мг/к	K, мг/к	pH	Кисл	Щільн	Волог	Гумус	Азот	
1	0	15	31,19	70,00	87,00	7,30	0,52	1,37	185	1,77	39,20
2	0	23	40,98	87,00	80,00	7,10	0,66	1,37	185	1,75	114,80
3	0	24	12,78	124,00	104,00	7,40	0,42	1,37	185	2,62	98,00
4	0	25	4,92	82,00	90,00	7,50	0,42	1,37	185	2,06	120,40
5	0	27	6,81	84,00	132,00	7,20	0,51	1,37	185	2,19	98,00
6	0	10	39,20	176,00	81,00	7,40	0,43	1,37	185	2,60	210,00
7	0	12	28,31	115,00	155,00	7,40	0,56	1,37	185	2,19	72,80
8	0	28	96,24	81,00	84,00	7,30	0,51	1,37	185	2,16	98,00
9	0	4	48,39	80,00	81,00	6,70	0,78	1,37	185	1,99	106,40
10	0	3	17,10	36,00	140,00	7,10	0,58	1,37	185	2,23	81,20
11	0	8	37,79	95,00	89,00	6,90	0,83	1,37	185	2,08	89,60
12	0	2	101,58	131,00	111,00	7,10	0,58	1,37	185	2,49	86,80
13	0	1	68,73	188,00	98,00	7,10	0,52	1,37	185	2,44	92,40
14	0	14	4,24	29,00	148,00	7,30	0,48	1,37	176	2,21	42,60
15	0	26	86,32	88,00	111,00	7,40	0,61	1,37	176	1,95	92,40
16	0	29	91,45	51,00	96,00	7,50	0,37	1,37	176	2,12	112,00
17	0	7	98,49	101,00	84,00	6,80	0,76	1,14	167	2,04	95,20
18	0	17	72,65	75,00	121,00	6,10	1,23	1,14	167	1,80	42,00

Рис. 3. Значення показників родючості ґрунтів полів в таблиці атрибутики

Для отримання більш достовірної оцінки якості земель доцільно визначити відсоток частин полів з різними типами ґрунтів у загальному векторному полігоні поля. З цією метою за допомогою

ГІС-інструментів було створено три нових векторних шари полів, які розміщені на певних типах ґрунтів. У таблиці атрибутики кожного з них було передбачено нову колонку, яка містить назву ґрунту.

На рис. 4, як приклад, наведено поле № 7, поділене на дві частини за різними типами ґрунтів. В атрибутивну базу даних внесена необхідна інформація щодо площі цих частин та типу ґрунту.

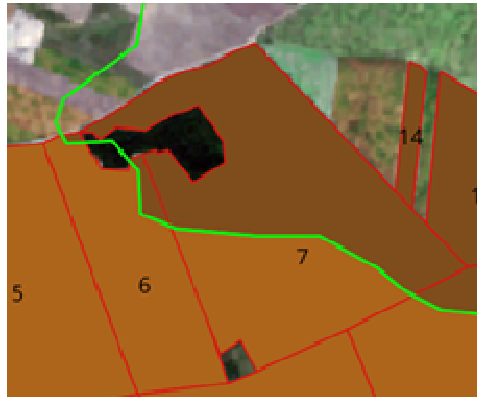


Рис. 4. Наочне зображення поділу поля № 7 на дві частини за типами ґрунтів

Дослідження якості ґрунтів на основі такого поділу дозволять набагато краще і ефективніше проводити еколого-економічне обґрунтування сівозмін і впорядкування угідь та допоможуть при землевпорядному проєктуванні.

Найкращими програмними продуктами для реалізації такого ГІС- проєкту можуть бути: ArcGIS та QGIS (найкращий безкоштовний альтернативний варіант).

У статті представлено побудовані за допомогою ГІС тематичні карти за різними показниками родючості та їх порівняння із оптимальними показниками згідно з ДСТУ як без поділу за типами ґрунтів, так за результатами поділу в межах кожного поля.

Класифікація всіх полів (без поділу за типами ґрунтів) виконана за показниками родючості, що були зазначені вище, методом заданих інтервалів в ручну, а при класифікації полів з різними типами ґрунтів застосовувався метод рівних інтервалів. Як приклад, у статті представлено тематичну карту за вмістом гумусу у відсотках у межах кожного поля (рис. 5).



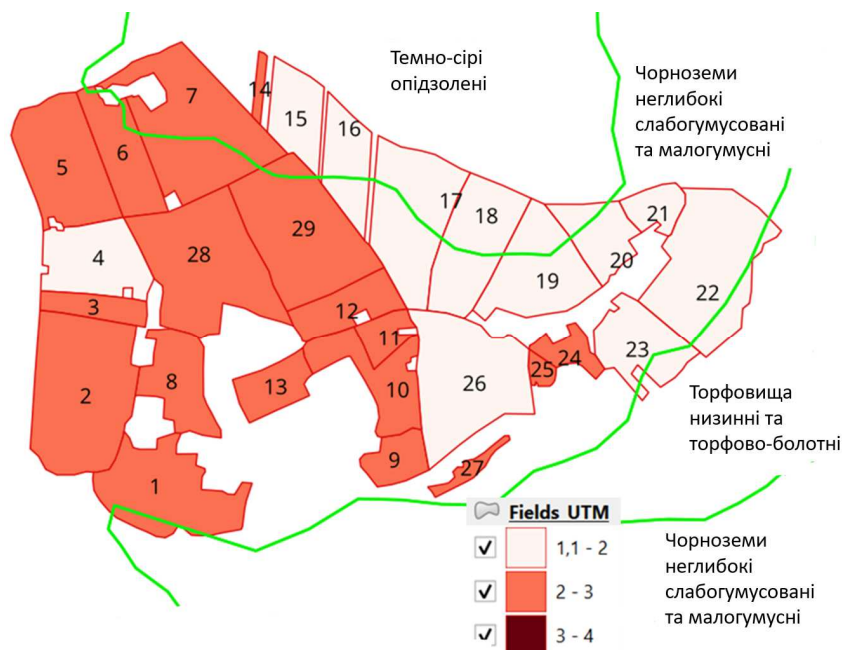


Рис. 5. Класифікація за вмістом гумусу

За результатами дослідження поля знаходяться на ґрунтах із низьким та середнім вмістом гумусу (за державною класифікацією відносяться до слабогумусних).

Дослідження показників родючості в межах полів з врахуванням типів ґрунтів виконувалися за даними з атрибутивної бази даних шарів, які були створені після поділу поля на частини за типами ґрунтів. На рис. 6 показано результат класифікації за вмістом гумусу полів, які розміщені на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Висновки щодо родючості було зроблено, виходячи з величин оптимальних показників родючості для такого ґрунту згідно з ДСТУ у шарі ґрунту від 0 см до 25 см.

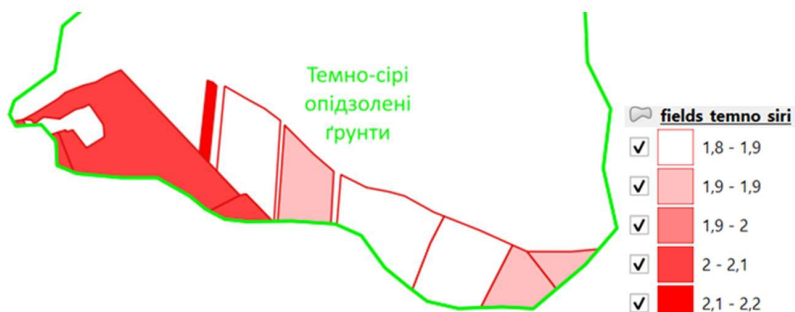


Рис. 6. Результат класифікації за вмістом гумусу частин полів, які розміщені на темно-сірих опідзолених ґрунтах



Аналогічні дослідження було проведено для полів розміщених на чорноземах неглибоких слабогумусованих та малогумусних. В цілому, аналізуючи всі параметри показників родючості, можна зробити висновок, що більшість полів має параметри показників вищі або нижчі оптимального, тому потрібно вживати заходів задля виправлення ситуації.

Знання про якість земель є важливими при прийнятті рішень щодо організації їх раціонального використання та охорони, розробки землепорядних проєктів, ведення обліку земель, планування сівозмін тощо. Просторовий аналіз картографічних даних відіграє ключову роль у цьому процесі, вимагаючи практичної реалізації картографічного забезпечення територій з використанням геоінформаційних технологій та комп'ютерного моделювання.

**1.** Про Державний земельний кадастр : Закон України від 07.07.2011 р. № 3613-VI. Ст. 33. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17#Text> (дата звернення: 11.02.2024). **2.** ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 32 с. **3.** Земельний кодекс України № 2768-III від 25.10.2001. Бонітування ґрунтів. Ст. 199. **4.** Дегтярьов В. В., Крохін С. В., Дегтярьов Ю. В., Гавва Д. В. Охорона ґрунтів : навч. посіб. Харків, 2023. 276 с. **5.** Кохан С. С., Москаленко А. А., Шило Л. Г. Геоінформаційне забезпечення якісної оцінки ґрунтів. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. № 6(3). С. 18–25. **6.** *Паспорт Городищенської громади* : вебсайт. URL: <https://gorodyshe.gr.org.ua/wp-content/uploads/sites/9/2023/07/Pasport-Gorodyshhenskoyi-gromady-2023.pdf> (дата звернення: 10.05.2024). **7.** Кошкалда І. В., Шелудько К. В. Агрохімічна паспортизація як передумова формування сталого сільськогосподарського землекористування. *Економічний вісник університету. Переяслав-Хмельницький* : Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди, 2018. Вип. 39. С. 7–13.

## REFERENCES:

**1.** Pro Derzhavnyi zemelnyi kadastr : Zakon Ukrainy vid 07.07.2011 r. № 3613-VI. St. 33. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17#Text> (data zvernennia: 11.02.2024). **2.** DSTU 4362:2004. Yakist gruntu. Pokaznyky rodiuchosti gruntiv. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 32 s. **3.** Zemelnyi kodeks Ukrainy № 2768-III vid 25.10.2001. Bonituvannia gruntiv. St. 199. **4.** Dehtiarov V. V., Krokhin S. V., Dehtiarov Yu. V., Havva D. V. Okhorona gruntiv : navch. posib. Kharkiv, 2023. 276 s. **5.** Kokhan S. S., Moskalenko A. A., Shylo L. H. Heoinformatsiine zabezpechennia yakisnoi otsinky hruntiv. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*. 2013. № 6(3). S. 18–25. **6.** *Pasport Horodyshchenskoï hromady* : vebсайт. URL:

<https://gorodyshe.gr.org.ua/wp-content/uploads/sites/9/2023/07/Pasport-Gorodyshhenskoyi-gromady-2023.pdf> (data zvernennia: 10.05.2024).  
**7.** Koshkalda I. V., Sheludko K. V. Ahrokhimichna pasportyzatsiia yak peredumova formuvannia staloho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia. *Ekonomichnyi visnyk universytetu. Pereiaslav-Khmelnyskyi* : Pereiaslav-Khmelnyskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Hryhoriia Skovorody, 2018. Vyp. 39. S. 7–13.

---

**Dmytriv O. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Okseniuk V. B., Master, Dmytriv A. R., Software Developer** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

### **RESEARCH OF LAND QUALITY USING GIS TECHNOLOGIES**

**In order to fully investigate the quality indicators of the land, and subsequently to correctly assess the ecological and economic damage caused by the careless use of land resources, as well as the damage caused to the country as a result of the armed aggression of the Russian Federation, it is important to choose the optimal set of indicators for establishing and quantifying the change land quality.**

**The use of GIS for the study of quality indicators of land allows processing and analyzing large arrays of geospatial and attributive information, on this basis then making optimal management decisions and decisions about the rational use of land resources.**

**The article defines the concept of land quality, which is currently used during agrochemical land certification. An analysis of land quality research methods was performed. The experience of developing GIS for land quality research is analyzed. Regulatory and technical support has been studied. The software necessary to perform the assigned tasks was considered and analyzed. To achieve the goal of the research, the structure of the geographic database in the form of a set of models (conceptual, logical, physical) is substantiated and developed.**

**The results of land quality research are presented in the form of thematic maps. When constructing thematic maps, the graduated color scale method and the diagram method were used. This display method is the most visual for displaying data. The results of land quality research were obtained and compared with the optimal indicators for the corresponding soils in the forest-steppe zone.**

**Keywords:** quality of land; geoinformation systems; GIS software; thematic maps; database; agrochemical passport.