

УДК 631:173

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.44>

ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ІНСТРУМЕНТІВ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ ЯК ЗАСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ

Кузьменко І.С. – аспірант, асистент кафедри геоінформатики

і аерокосмічних досліджень Землі,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0002-7607-9435

Земля є основним багатством держави, що забезпечує продовольчу безпеку населення. На державному рівні у більшості країн продовольча безпека є пріоритетним завданням сільського господарства. Від обайливого відношення до стану родючості та до моніторингу змін якості ґрунтового покриву угідь залежить потенціал родючості не тільки нинішнього, а і наступних поколінь.

Останніми роками екологічний напрям набув своєї актуалізації через зростання цін та зниження якості сільськогосподарської продукції, а, відповідно, і якості здоров'я населення. Вдосконалення законодавчих норм щодо обігу органічної продукції в Україні зміцнило довіру споживачів та збільшило попит на екологічно якісну продукцію.

Щороку кількість аграріїв, які обирають перехід на органічне землеробство збільшується. Актуальність органічного землеробства аргументується також впровадженням еколого безпечного господарювання з метою збереження родючості ґрунтів. Покращення екосистеми – головний пріоритет як аграріїв, так і суспільства в цілому.

Перехід на органічне землеробство – це тривалий, але досить необхідний процес в умовах військової агресії.

Питання глобального потепління, виснаження ресурсів та забруднення ґрунтового покриву внаслідок бомботурбацій – головні фактори стурбованості фермерів та населення.

Війна уповільнила процеси розвитку органічного сектору в Україні, так як значні площі земель опинились або в окупації, або зазнали наслідків бойових дій, що значно погіршило їх якість. Часто систематичність обстрілів унеможливило відновлення їх стану. Незважаючи на виклики та складнощі органічне товариство продовжило свою діяльність не втрапивши довіри населення.

Технології точного землеробства з використанням даних дистанційного зондування Землі – це комплексний засіб вирішення завдань щодо підвищення врожайності екологічно безпечних сільськогосподарських культур.

Використання геоінформаційних систем забезпечує створення електронних карт з внесеними показниками спеціальних сировинних зон придатних для вирощування органічної продукції рослинництва.

Законодавче забезпечення, створення бази даних з показниками агрохімічної паспортизації, розподіл на сировинні зони відповідних угідь стимулюватиме розвиток виробництва органічної продукції та споживчому потенціалу.

Ключові слова: база даних агрохімічної паспортизації, геоінформаційні системи і технології, технології, органічне виробництво, органічне землеробство, супутники, органічна продукція, дистанційне зондування землі, ДЗЗ, ЦМР, цифрові карти.

Kuzmenko I.S. Application of GIS tools in organic farming as a means of restoring ecological balance

Land is the main wealth of the state, which ensures the food security of the population. At the state level, in most countries, food security is a priority task of agriculture. The potential of fertility not only of the present but also of subsequent generations depends on the care of fertility and monitoring of changes in the quality of soil cover.

In recent years, the ecological direction has gained its actualization due to the increase in prices and a decrease in the quality of agricultural products, and, accordingly, the quality of

the population. Improvement of legislative standards for the circulation of organic products in Ukraine has strengthened the confidence of consumers and increased demand for environmentally friendly products.

Every year, the number of agrarians that choose the transition to organic agriculture increases. The relevance of organic agriculture is also argued for the introduction of ecological safe management in order to preserve soil fertility. Ecosystem improvement is the main priority of both agrarians and society as a whole.

The transition to organic agriculture is a long but quite necessary process in the face of military aggression.

The issues of global warming, depletion of resources and soil contamination due to bombardment are the main factors of concern of farmers and the population.

The war slowed down the processes of organic sector development in Ukraine, as large areas of land were either in occupation or the consequences of hostilities, which significantly impaired their quality. Often, the systematic shelling makes it impossible to restore their condition. Despite the challenges and difficulties, the organic society continued its activity without losing the trust of the population.

Accurate agriculture technologies using remote grounding data are a comprehensive means of solving the problems of increasing the yield of environmentally friendly crops.

The use of geoinformation systems ensures the creation of electronic maps with the indicators of special raw materials suitable for the cultivation of organic crop products.

Legislative support, the creation of a database with indicators of agrochemical certification, the division into raw materials areas of the respective lands will stimulate the development of production of organic products and consumer potential.

Key words: *database of agrochemical certification, geoinformation systems and technologies, technologies, organic production, organic agriculture, satellites, organic products, remote sensing of Earth, RSE, CMR, digital maps.*

Актуальність. Сільське господарство є основою багатьох світових економік. Використання агрохімічних добрив призвело до знищення організмів, які були критично важливими для екологічної рівноваги та збереження навколишнього середовища. Зменшення прибутків від сільського господарства відбувається через згубну технологію, яка не була перевірена і зараз має катастрофічні наслідки. Органічне землеробство відноситься до сільськогосподарського виробництва, яке уникає синтетичних матеріалів, таких як добрива, гормони росту та пестициди. Воно значною мірою покладається на органічні матеріали, такі як гній (компостовані відходи тварин і рослинні залишки), дотримання сівозмін та природні способи захисту рослин. Органічне землеробство спрямоване на підтримку природного балансу та здорового біорізноманіття.

Захист навколишнього середовища та екологічне землеробство, засноване на органічних принципах ведення сільського господарства є пріоритетним напрямом, який поєднує екологічні концепції родючості ґрунтів, економічну масштабованість та прибутковість, а також соціальну справедливість доступності якісних продуктів харчування.

Ведення органічного землеробства безумовно ускладнилося з початку бойових дій. За дослідженнями Кравченка та Василюка, Україна вважається однією з найбільш замінованих держав світу [1, с. 118–123]. В наукових працях Козубенка досліджено питання підрахунку площ угідь, які потребують обстеження та подальшого розмінування. На кінець 2022-ого року таких земель налічувалось вже понад 1,2 млн га [2, с. 118–125].

Вовком та Лінкевичем піднімалися питання наслідків застосування зброї різного типу, вибухових речовин та снарядів, а також руйнівний вплив вибухів та пожеж на функціонування АПК [3, с. 25].

В роботах Федченка зауважено, що врахування просторової прив'язки та можливість графічного представлення даних в умовах військової агресії дозволяє

приймати якісні комплексні рішення завдяки швидкості обробки та аналізу отриманої інформації, відображаючи дані в реальному часі [4, с. 25–29].

Завдяки наповненню шарами бази просторових даних, стає більш опційним військовий моніторинг з публічною та непублічною підсистемою. Запровадження моніторингу пошкоджених територій дозволяє робити відповідні прогнози та приймати оперативні рішення щодо подальшого їх відновлення з урахуванням топології місцевості. ГІС широко застосовується для розмінування та мінування території.

В ґрунтах насичених нафтопродуктами та паливно-мастильними матеріалами фіксується зниження водопроникності та порушення мікробіологічних процесів. Нині важливо зафіксувати всі зміни для подальшого відновлення та збереження екосистем. Чим більше різноманітних даних введено в систему, тим більше можна створити шарів та виконати безліч видів моніторингу та аналізу.

Геоінформаційні системи (ГІС) стали незамінними інструментами в сучасному сільському господарстві. Для фермерів, що займаються органічним землеробством, ГІС надає велику кількість просторових даних, які можуть інформувати про все, від стратегії зміни сівозмін до методів боротьби зі шкідниками.

Інтегруючи дані ГІС із супутниковими зображеннями в реальному часі, фермери отримують обширну та достовірну інформацію про їхні землі та посіви. Цей рівень деталізації дозволяє мікронизувати елементарні ділянки всередині полів, гарантуючи, що кожна земельна ділянка отримує догляд, необхідний для поліпшення показників врожайності.

На думку Лісової під час війни екологічна освіта населення та фермерів набуває особливого значення [5, с. 165–173]. Фермери, які мають розуміння наслідків екологічних загроз, можуть вчасно змінити підходи до обробітку угідь, застосовувати екологічно-безпечні методи для відновлення пошкоджених земель та швидше адаптуватися до нових умов.

Екологічна освіта населення допомагає людям підготуватися до ймовірних загроз та захистити себе. Застосування принципів раціонального використання природних ресурсів допомагає зберегти та відновити їх для забезпечення продовольчої безпеки країни.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В праці Ковальчука досліджується потенціал органічного землеробства у боротьбі з кліматичними змінами, завдяки екологічним практикам, що допомагають зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище [6, с. 17–24]. Також ним досліджений дисбаланс працівників сільськогосподарського сектору внаслідок кризи, спричиненої Covid-19. Основними проблемами, викликаними пандемією були порушення ланцюгів поставок продукції, зростання цін, негативний вплив на міжнародну економіку, скорочення робочої сили та падіння світового попиту на імпортовану сільськогосподарську продукцію.

Наступним викликом аграрному сектору України стало військове вторгнення РФ. Зважаючи на ці фактори, приймається низка законодавчих рішень, щодо збереження та відновлення сільськогосподарських угідь.

Гончарук зауважує, що аграрний сектор країни не є екологічним, відповідно це негативно впливає на проблеми зміни клімату [7, с. 18–29]. Впровадження стійких агрономічних практик, що сприяють покращенню екологічної ситуації має значний потенціал у боротьбі зі зміною клімату та створює основу для сталого розвитку сільського господарства.

В своїх дослідженнях Берсуцька зазначає, що в Україні значно нижчий попит на еколого безпечну продукцію порівняно з показниками інших розвинених країн світу [8, с. 172]. Але останнім часом споживачі більш свідомо підходять до пошуку здорових альтернатив у всіх аспектах свого життя, особливо в продуктах харчування. Збільшення органічних виробників впливає на зниження вартості органічної продукції, відповідно більше споживачів обирають екологічно безпечну продукцію.

Серед останніх публікацій велике значення та практичне обґрунтування мають роботи Н. Прокопчук щодо сучасного стану та розвитку органічного руху в Україні [9, с. 406]. Україна має величезний потенціал для розвитку органічного землеробства завдяки сприятливому клімату, великим територіям сільськогосподарських угідь та родючим ґрунтам. Серед фермерів зростає зацікавленість до інтегрованих та агроекологічних практик, в яких органічні методи ведення сільського господарства поєднуються з іншими еколого безпечними методами ведення сільського господарства.

В дослідженнях В. Лупенка піднімаються питання економічної доцільності збільшення площ сільськогосподарських земель для впровадження органічного землеробства [10, с. 3–9]. До військового вторгнення площі органічних земель перевищували 500 тис. гектарів.

Впровадження органічного землеробства сприяє створенню нових робочих місць для населення, нові можливості для малого та середнього бізнесу, розвитку екотуризму, збільшенню та розвитку сільськогосподарських територій, що значно впливає на підвищення економічної активності в регіонах.

В працях Шульги зазначено, що оцінка придатності угідь для вирощування органічної продукції рослинництва повинна базуватись як на показниках агрохімічної паспортизації, так і на врахуванні розташування та віддаленості таких ділянок від джерел забруднення [11, с. 236–240]. Агрохімічна паспортизація забезпечує контроль якості ґрунтів та підтверджує відповідність земель органічним стандартам, що є важливим фактором для виробника на внутрішньому та міжнародному ринку органічної сільськогосподарської продукції.

В дослідженнях Писаренка важливу увагу займає питання місць розташування угідь для ведення органічного землеробства [12, с. 22–23]. Врахування віддаленості від джерел забруднень, наявності водних ресурсів та екологічних бар'єрів впливає на забезпечення стійкості виробничих процесів та підвищення ефективності впровадження органічного землеробства.

Незначна віддаленість земельних ділянок, залучених у виробництво органічної продукції, до ринків збуту значно знижує витрати на логістику та підвищує конкурентоспроможність виробників.

ГІС дає змогу об'єднувати агрохімічні та фізичні характеристики ґрунтів. За допомогою візуалізації даних агрохімічної паспортизації на тематичних картах можна дослідити та визначити оптимальні ділянки придатні для ведення органічного землеробства.

Кустовська зазначила у своїй праці, що ключовим етапом планування ефективної стратегії органічного землекористування є аналіз наявних ресурсів та можливостей їх використання, а також екологічного стану навколишнього середовища в якому розміщено сільськогосподарське підприємство [13, с. 15–19].

Органічний сектор зазнав руйнівних змін під час російської агресії. Органічна комунікаційна кампанія, запущена у 2021 році була призупинена внаслідок повномасштабного вторгнення, впровадження органічної продукції в систему

державних заціпівель для дитячих дошкільних навчальних закладів та закладів середньої освіти було відтерміноване на невизначений термін [14].

Статті у вітчизняних збірниках наукових праць, присвячені ГІС в органічному землеробстві. здебільшого розглядають науково-технічні аспекти створення та використання ГІС, зокрема загальної архітектури розподіленої системи для обробки геопросторових даних і представлення результатів, метою якого є моніторинг довкілля, аналіз та наслідки надзвичайних ситуацій, а також компонентний склад ГІС в екологічному моніторингу [15, с. 21–28].

Дані, отримані за допомогою дистанційного зондування Землі, дають можливість створити детальну ГІС будь-якої території або господарства та отримати статистичну інформацію щодо усіх досліджуваних та наявних просторових об'єктів.

В. Зацерковний опрацював всі етапи та розробив функціональну схему Агро-ГІС, яка дає можливість використання складних багатовимірних та багатокритеріальних моделей під час дослідження процесів землекористування і оцінки негативних наслідків антропогенного впливу [16, с. 14–21].

С. Трускавецький, Т. Биндич створили концепцію інформаційної системи моніторингу та охорони ґрунтів за використання методів та інструментів ДЗЗ. Використання інноваційних технологій виробниками сільськогосподарської продукції в рослинництві набуває дедалі більшої популярності [17, с. 60].

Активно впроваджувати точне та органічне землеробство стали як великі агрохолдинги країни так і фермери-початківці. За допомогою даних ДЗЗ фермери в стислі терміни збирають та аналізують інформацію про стан ґрунтового покриву навіть великого земельного банку, розробляють рекомендації щодо посівної кампанії, захисту рослин, збору врожаю та приймають ефективні рішення. Для цього використовують супутникові карти, ДЗЗ, БПЛА та дані відкритого доступу.

Мета дослідження – обґрунтування переваг впровадження та застосування геоінформаційних систем для подальшої оцінки передумов та планування реалізації розвитку екологічно безпечного землеробства як способу підтримки екологічної безпеки в Україні.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженні застосовано камеральні методи з використанням програмного забезпечення для подальшого геопросторового представлення та моніторингу, QGIS, ArcGis та ArcGis Pro (рис. 1).

Для створення бази даних та наповнення картографічних матеріалів використовувалися документи агрохімічної паспортизації, надані Державною установою «Інститут охорони ґрунтів України», щорічні звіти підприємств та растри надані у користування Броварським відділом земельних.

Використання даних ДЗЗ забезпечило наповненість ГІС для подальшої точності обробки геопросторових даних.

Виклад основного матеріалу. Органічне землеробство займає важливе місце в сучасному аграрному секторі в умовах кризового еколого-ресурсного стану України. Загалом органічне виробництво визнається одним із основних елементів переходу до екологічно орієнтованої економіки.

Впровадження інноваційних методів та технологій у процеси ведення органічного землеробства сприяють оптимізації процесів у органічному землеробстві: покращенню показників врожайності, та зменшенню антропогенного навантаження на довкілля. Використання дронів для моніторингу полів дозволяє визначити об'єм внесення мікродобрив та засобів захисту рослин. Застосування методу компостування органічних відходів та рослинних рештків сприяє оновленню мікрофлори, що покращує біологічні процеси в ґрунті.

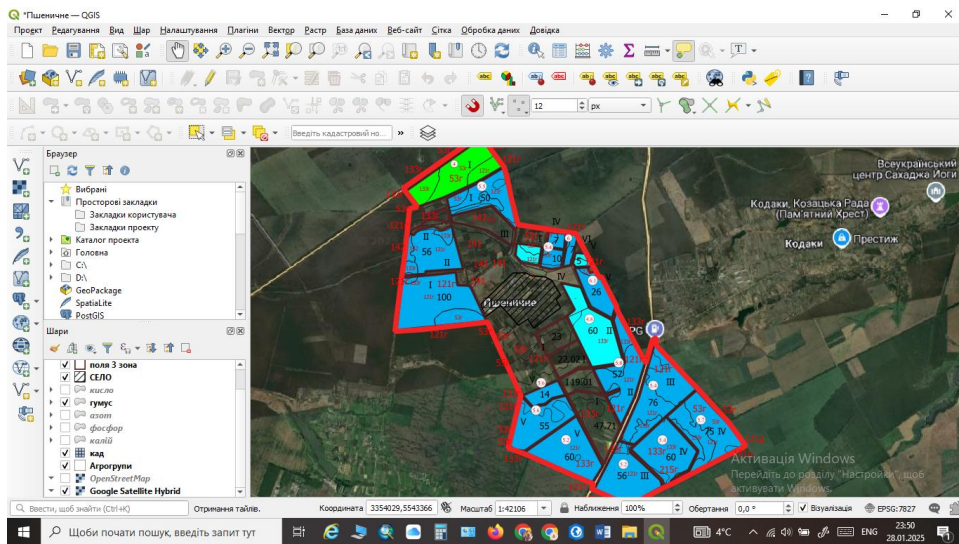


Рис. 1. Приклад використання QGIS для створення інтерактивної карти

Актуальності набуло комплексне застосування органічних біостимуляторів та інноваційних органічних гранульованих добрив, які покращують ріст коренів, родючість ґрунту та підвищують агронічну ефективність використання добрив.

Нині органічний сектор – це єдиний у світі законодавчо врегульований вид сільського господарства, що ґрунтується на інтегрованій сталості (рис. 2). Міністерство економіки України продовжує співпрацювати з міжнародними проектами, які займаються розвитком органічного виробництва та його поширення серед працівників аграрного сектору.

Луганська Т. у своїх працях відмітила важливість використання ArcGIS у якості базової платформи дослідження. ArcGIS та ArcGIS Pro забезпечують можливість створення на порталі ArcGIS Online інформаційних ресурсів у вигляді картографічних веб-додатків та веб-карт, що будуть надавати узагальнену інформацію про область вивчення [18, с. 348–350]. Комплексний підхід застосування ДЗЗ в екологічному землеробстві дозволяє здійснювати безперервний моніторинг досліджуваної території та допомагає у вирішенні більшої частини екологічних завдань на основі контролю та оцінки змін в навколишньому середовищі.

Картографічні матеріали – це кінцевий продукт створеної бази даних з необхідними показниками та точними координатами дослідженої елементарної ділянки (рис. 3).

Створення та функціонування інтерактивної карти дозволяє користуватись даними в автономному режимі через планшет або мобільний пристрій, що значно спрощує роботу в полях, коли потрібно оперативно внести інформацію для подальшого опрацювання.

Картографічні матеріали відіграють важливу роль в екологічно безпечному землеробстві, так як їх використання сприяє покращенню агронічних практик, підвищенню ефективності ресурсів та забезпечення раціонального землекористування. Картографічні матеріали є інструментом проведення детального аналізу характеристик ґрунтового покриття на різних ділянках поля, відображають фізичні

та хімічні властивості ґрунтів, зображують рельєф, що дозволяє запобігати ерозії. Оптимізація розміщення культур, враховуючи специфіку ґрунтів спрощує реалізацію сівозмін. Чітке зонування сформоване на основі даних картографічних матеріалів є основою створення функціональних агросистем, що сприяє збереженню біорізноманіття.

ЕКОЛОГО-БЕЗПЕЧНЕ (ОРГАНІЧНЕ) СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО			
Економічні завдання	Соціальні завдання	Екологічні завдання	Енергетичні завдання
1. Використання внутрішніх ресурсів агросистеми	1. Забезпечення потреб населення якісною продукцією	1. Врівноваження розвитку агроекосистеми	1. Забезпечення замкнутого циклу землеробства
2. Економічна аргументація діяльності	2. Сталий розвиток с/г земель, підтримка	2. Відтворення та збереження біорізноманіття	2. Раціональне використання
3. Моніторинг та прогнозованість врожайності с/г культур	та збереження природного середовища	3. Збереження природної родючості ґрунтів	ресурсів
4. Залучення інвестицій в сільське господарство	3. Регіональна цілісність у виробництві органічної продукції	4. Безпечність для населення, особливо для дітей	рослинництва
5. Економія затрат на виробництво	4. Налагодження виробничих процесів та облаштування нових робочих місць		
6. Застосування економіко-землепорядних механізмів	5. Перспектива розвитку та підтримки малих господарств		
	6. Підвищення рівня здоров'я населення		

Рис. 2. Місце органічного землеробства в системі комбінованого аграрного виробництва

Картографічні матеріали забезпечують наочність для агрономічних рішень і сприяють сталому розвитку агросектору, що особливо важливо в умовах зміни клімату та сучасних викликів пов'язаних з наслідками військових дій на території України.

Філе

Поміркувати

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Вікно

Рис. 3. Приклад таблиці атрибутів

Автоматизація та роботизація сільськогосподарської техніки – це важливий напрям розвитку як геоінформаційних технологій, так і аграрного сектору в цілому. Отримання даних від сервісів ДЗЗ спрощує роботу з необхідними функціями та їх налаштуванням. Автоматизація сільськогосподарської техніки делегує монотонні процеси, небезпечні чи складні завдання машинам. Використання БПЛА (дронів) дозволяє сканувати великі площі сільськогосподарських угідь, на основі яких формуються детальні карти рослинності.

Автоматизація комбайнів та тракторів, які працюють на автопілоті забезпечує високий рівень збору врожаю.

Системи органічного землеробства з використання ГІС дозволяють контролювати рівень внесення добрив, уникаючи надмірного використання та створюючи умови для росту якісної еколого-безпечної продукції.

Використання БПЛА на щойно розмінованих територіях, забезпечує точність даних обстежуваних ділянок та безпеку працівників.

У праці Шевченка Р. описані переваги цифрової аерофотозйомки за неможливості проведення наземного моніторингу. Аерофотозйомка здійснюється з літальних апаратів, таких як БПЛА, гелікоптерів та літаків.

Аерофотозйомка – це найпрогресивніший метод топографічної зйомки, що здійснюється з аерокосмічних лабораторій (метеорологічних повітряних куль-зондів) із GPS/GSM-трекерами та цифровою фотокамерою високої роздільної здатністю [19, с. 115–121].

Використання аерознімків суттєво підвищують ефективність землеробства. Продукти аерофотознімання сумісні майже зі всіма пакетами прикладних програм по створенню хмар точок (координат) та формуванню ортофотокарт.

Аерофотозйомка полів вирішує задачі підрахунку сходів культур на ранніх стадіях, моніторингу проблемних ділянок полів та ефективно проводити інвентаризацію земель. Використання сучасних технологій дає можливість скласти детальну карту земельної ділянки з точністю до 20 мм на піксель.

Без дослідження рельєфу неможливо проводити моніторинг жодного антропогенного чи природного процесу. Макети існуючих природних об'єктів створюються на основі ЦМР (цифрова модель рельєфу) (рис. 4).

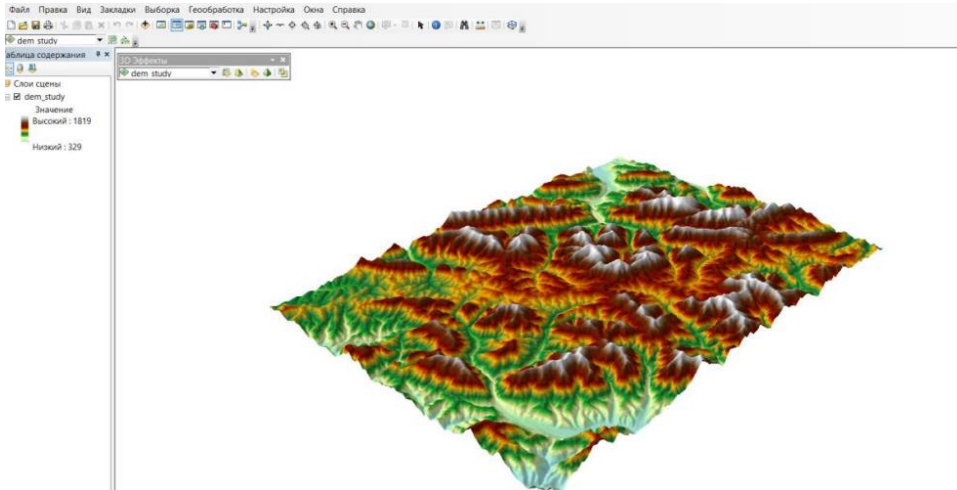


Рис. 4. 3D візуалізація рельєфу місцевості

Дешифрування знімків це основний етап у створенні топографічних карт. У своїй науковій праці Боголюбов В. стверджує, що порівняння різночасових космічних знімків здійснюється за допомогою математичних методів. Інструмент Confusion Matrix розраховує матрицю помилок у програмі для візуалізації та обробки даних ДЗЗ ENVI. Застосування математичних операцій – найпростіша технологія дешифрування змін на космічних знімках [20, с. 30].

В. Замлинський в статті зауважує, що впровадження новітніх технологій в сільському господарстві може сприяти прогресу у розвитку аграрного сектору, забезпечивши продовольчу безпеку країни в умовах військової агресії [21, с. 53–61]. Створення єдиної концепції моделі бази даних в органічному сільському господарстві відкриває нові можливості для автоматизації органічного землеробства.

Результати дослідження та їх обговорення. За результатами наземних досліджень та даним ДЗЗ була створена база даних угідь придатних для вирощування органічної продукції рослинництва, використання інструментів геоінформаційних технологій, були внесені наступні дані: координати земельних ділянок, контури земельних ділянок, площа угідь, площа наявних агрогруп в одній елементарній ділянці з її зонуванням, запроектовані сівозміни, агровиробничі групи ґрунтів, вміст гумусу в ґрунті, азоту, фосфору, калію, рН, внесені дані про наявність сертифікації ґрунтів та відповідність екологічно безпечним показникам землекористування з можливістю в подальшому використовувати та доповнювати такі картографічні матеріали як агрономам, так і ґрунтознавцям.

Високоточні технології в обладнанні та якісне програмне забезпечення мають позитивний вплив на роботу фермерів та на навколишнє середовище. У результаті реалізації державної програми впровадження ГІС інструментів в органічному землеробстві як засобу відновлення екологічної рівноваги буде створена спільна

система інформаційного забезпечення АПК на основі загальної архітектури та єдиного інформаційного простору, забезпечення реалізації необхідних державних послуг на основі інформаційних технологій для державних, обласних та районних органів влади, а також сільськогосподарських організацій та населення. Цифрові канали зв'язку, які є основою транспортної мережі, можуть бути використані для організації взаємодії між органами АПК на всіх рівнях системи.

Висновки і перспективи. Зважаючи на погіршення екологічної ситуації в світі – перехід на органічне землеробство набуває актуальності. Використання геоінформаційних систем та зміна свідомості агровиробників прискорює переорієнтацію в аграрному секторі.

Впровадження органічного землеробства з використанням даних ДЗЗ дає змогу виконувати технологічно складні операції у встановлені строки, що в свою чергу створює можливість збільшити виробництво, зменшити ціну продукції, зберігаючи якість без шкоди навколишньому середовищу.

Автоматизація завдань та перехід до автономних фермерських господарств – це майбутнє для точного та органічного землеробства. Мобільні додатки та хмарні сервіси забезпечують доступ до даних з будь-якої точки світу в режимі реального часу. Використання ГІС дозволяє агровиробникам підвищити екологічну стійкість господарства, покращивши фінансову складову та знизивши витратну частину закладеного бюджету.

Підприємствам рекомендовано впроваджувати геоінформаційні технології в нинішній ситуації, залучати та навчати професійні кадри, які вмітимуть працювати із новими технологіями та допомагатимуть зберегти прийнятну для виживання агробізнесу маржинальність. Підтримка державними програмами та доступність хмарних рішень сприяє цифровізації навіть малих господарств. Онлайн-сервіси сприяють не тільки збору даних, а і можливості провести якісний аналіз та інтерпретувати завдяки інструментам обробки даних.

Подяка. Дослідження було проведено завдяки Державній установі «Інститут охорони ґрунтів України» за надання матеріалів агрохімічної паспортизації, та картографічних матеріалів на основі яких було виконано векторизацію полів з подальшим створенням бази даних.

Конфлікт інтересів. Немає.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кравченко О., Василюк О., Войціховська А., Норенко К. Дослідження впливу військових дій на довкілля на Сході України. *Аналітично-інформаційний журнал «Схід»*. 2015. № 2(134). С. 118–123.
2. Козубенко Ю. Радіаційне забруднення навколишнього середовища в контексті глобальних соціально-екологічних проблем ХХІ століття. *Scientia et Societas*. 2022. Vol. 2(2). Р. 118–125. doi: 10.31470/2786-6327/2022/2/118-125
3. Екологічні наслідки війни. Екоцид України / упоряд. В. І. Вовк, Н. М. Лінкевич. – Київ : ДБУ для юнацтва, 2022. – 25 с.
4. Fedchenko O., Pampukha I., Savkov P., Loza V., Nikiforov M., Koltsov R. Geographic Information Systems in Management Activity. *Theoretical and Applied Aspects*. XVIIIth International Conference on Geoinformatics, 13–16 May 2019. Kyiv, Ukraine, 2019. P. 25–29. doi: 10.3997/2214-4609.201902118
5. Лісова Н.О. Вплив військових дій в Україні на екологічний стан території. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. 2017. № 43(2). С. 165–173. URL: <http://nzs.tnpu.edu.ua/article/view/157493>

6. Ковальчук С. Я. Органічне виробництво в системі сталого розвитку сільських територій. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 4. С. 17–24.
7. Гончарук І. В. Виробництво біогазу в аграрному секторі – шлях до підвищення енергетичної незалежності та родючості ґрунтів. *Агросвіт*. 2020. № 15. С. 18–29.
8. Берсуцька С. Я., Козичева Т. О. Сучасний стан і перспективи розвитку ринку органічної продукції. *Економічний вісник Донбасу*. 2020. № 2(60). С. 165–172.
9. Органік бізнес–довідник України / авт.–упоряд. Н. Прокопчук та ін. – Швейцарсько-український проект «Розвиток органічного ринку в Україні» (2012–2016), 2014. – 406 с. URL: <http://www.ukraine.fibl.org/index.php?id=ua-publications> (дата звернення: 24.05.2025)
10. Лупенко Ю. О. Формування попиту та пропозиції на ринку органічної продукції. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : матеріали Міжнар. наук.–практ. конф. Житомир : Полісся, 2013. С. 3–9.
11. Шульга М. В. Щодо правового режиму земель, які використовуються для органічного землеробства. *Правові засади ведення органічного землеробства* : зб. матеріалів Міжн. Науково–практ. конф., 29–30 вересня 2017 р. Харків : «Доміно», 2017. С. 236–240.
12. Писаренко П. В., Чайка Т. О. Якість ґрунтів в органічному землеробстві. *Дім, сад, город*. 2014. № 9. С. 22–23.
13. Кустовська О. В., Куценко Ю. А. Оцінка якості ґрунтового покриву сільськогосподарського підприємства як передумова впровадження органічного виробництва. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2014. Т. 3–4. С. 15–19.
14. Висоцький Т., Ремізов А., Прокопчук Н. Органічний сектор в Україні, 2023. URL: <https://organicinfo.ua/news/biofach2023-opened/> (дата звернення: 25.05.2025)
15. Куссуль Н. М., Скакун С. В., Шелестов А. Ю. Геоінформаційна інфраструктура моніторингу навколишнього середовища та надзвичайних ситуацій. *Наука та інновації*. 2010. № 6(4). С. 21–28.
16. Зацерковний В.І. Застосування геоінформаційних систем у задачах ефективного землекористування. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво–Могилянська академія». Серія: Техногенна безпека. Радіобіологія*. 2015. № 261(249). С. 14–21.
17. Трускавецький С. Р., Биндич Т. Ю., Вяткін К. В. та ін. Концепція створення інформаційної системи ґрунтоохоронного моніторингу методами дистанційного зондування. Київ: Аграрна наука, 2017. 60 с.
18. Луганська Т. Ю. Роль геоінформаційних систем при дослідженні економіко-екологічної оцінки території Закарпатської області. *Регіональні екологічні проблеми*. 2002. С. 348–350.
19. Шевченко Р. Ю. Інновінг–інструментарій екологічного моніторингу довкілля-простору. *Екологічні науки*. 2020. № 1(28). С. 115–121.
20. Моніторинг довкілля: підручник / Боголюбов В. М. та ін. ; під ред. В.М. Боголюбова. Вінниця, 2010. 232 с.
21. Замлинський В. А., Щуровська А. Ю., Замлинська О. В. Особливості та характеристики business intelligence (BI)-систем як інструменту підвищення ефективності діяльності компанії. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. № 8(1). С. 53–61. URL: http://ujae.org.ua/wpcontent/uploads/2023/04/ujae_2023_r01_a08.pdf (дата звернення: 25.05.2025)