

ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Скляр Ю. Л., Капінос Н. О., Костян Д. О.

ВСТУП

В 2014 році в Україні розпочався процес децентралізації влади, в результаті якого почалося утворення територіальних громад (далі – ТГ), з низкою нових повноважень, в тому числі й у сфері земельних відносин. Таким чином держава підняла питання визнання територіальних громад як самостійного суб'єкта господарювання та цілісної інституційної одиниці яка зможе власноруч вирішувати внутрішні питання.

В той же час виникає важливе питання щодо забезпеченості територіальних громад просторовою інформацією та планово-картографічним матеріалом для ведення моніторингу динаміки змін та використання земельних ресурсів. Саме від наявності цих матеріалів залежить успішність раціонального використання земель й, відповідно, – можливість збільшення надходжень до бюджетів громад.

На тепер певна частина ТГ не зовсім ефективно реалізує земельну політику та питання пов'язані з використанням власних земельних ресурсів. В результаті чого виникає нераціональне використання земель та втрачається частина недонадходжень до місцевих бюджетів. Така проблема виникла не одразу, вона існувала завжди, однак процеси децентралізації та переходу повноважень на місця висвітлили її більш яскраво.

Отже виникає необхідність усунення існуючих «білих плям» (недоліків), серед яких: недостатнє інформаційне забезпечення громад щодо реального стану земельних угідь; застарілість та/або відсутність планово-картографічного матеріалу (якій як правило не оновлювався близько 20-ти років); тіньова оренда, самовільне зайняття та розорювання земельних ділянок, що виникло внаслідок відсутності актуального інформаційного забезпечення; недостатня прозорість земельних відносин тощо.

Зволікання з усуненням цих проблем призводить до втрати мільйонів гривень, які повинні наповнювати місцеві бюджети громад, що в свою чергу не дає можливості використовувати економічний потенціал ТГ в повній мірі.

1. Загальна характеристика моніторингу земель

Важливе значення для прийняття ефективних рішень у сфері використання земельних ресурсів має моніторинг стану об'єкта землекористування.

В загальному розумінні моніторинг означає безперервне дослідження за певними явищами та/або процесами, що відбуваються в навколишньому середовищі, для визначення динаміки змін в часі, відповідності певним нормам/прогнозам, результати якого слугують для обґрунтування подальших дій для забезпечення стабільності та/або зменшення негативних наслідків для об'єктів та суб'єктів.

На сьогодні організація ефективної системи моніторингу земель є важливою ланкою не лише для органів державної влади, але й для юридичних та фізичних осіб, що здійснюють безпосередньо господарську діяльність. Матеріали зібрані в процесі моніторингу складають ключову ланку даних для аналізу існуючого стану використання тих чи інших ресурсів, які в подальшому необхідні для прийняття обґрунтованих, ефективних, управлінських рішень щодо використання, охорони, відновлення, покращення та забезпечення сталого користування цими ресурсами.

В світі існує широкий спектр моделей та методів проведення моніторингу, більшість з них спрямована на автоматизацію процесів збирання, обробки та систематизації первинної інформації. В залежності від типу дослідження процес моніторингу земель може реалізовуватися кількома способами, вибір може залежати від певних факторів¹:

а) допустима часова затримка, коливається від реального моніторингу в режимі реального часу до ручного відбору проб з подальшим лабораторним аналізом (наприклад аналіз ґрунтів);

б) контроль якості може коливатися від показників необроблених даних до повної процедури забезпечення контролю якості.

Незалежно від методів проведення, моніторинг включає в себе наступні кроки:

- обрання завдання та об'єкта для спостереження (або певного джерела інформації);
- отримання, обробка, перевірка, систематизація, форматування, коригування тощо, первинної інформації;
- зберігання інформації у певних базах даних за категоріями;
- репрезентація даних у відповідній формі користувачам (текстова, графічна, проектна, електронна форма тощо).

¹ L. Larsen. GIS in environmental monitoring and assessment. Environmental Science. URL: https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch71.pdf (дата звернення: 01.09.2022)

Якщо брати моніторинг в системі управління земельними ресурсами, то він проводиться на всіх землях незалежно від форми власності та/або категорії. А отже, об'єктом такого моніторингу виступає абсолютно вся просторова інформація про землі в межах державного кордону країни або окремої адміністративно-територіальної одиниці.

Саме тому класифікація видів моніторингу земельних ресурсів залежить від мети спостереження та ступеня охоплення території²:

- глобальний – пов'язаний із міжнародними науково-технічними програмами та концепціями;
- національний або загальний – комплекс заходів, які поширюються на землі в межах державного кордону;
- регіональний – комплекс заходів, що поширюються на землі, які мають спільні або подібні морфологічні ознаки (фізико-географічні, екологічні, економічні тощо);
- локальний – комплекс заходів, які здійснюються в чітко виділених межах земельних масивів (ділянок) та/або на окремих територіях ландшафтних екологічних комплексів.

Разом з тим виділяють основні завдання моніторингу земель³:

1) своєчасне виявлення змін стану використання земельних ресурсів, оцінка змін та порівняння процесів з історичними/архівними даними попередніх років, що вже відбулися, аналізу ступеня пріоритетності, прогнозування, моделювання та обґрунтування майбутніх рекомендацій про можливі наслідки та/або мінімізацію негативних наслідків у земельній сфері;

2) інформаційне забезпечення органів державної влади, що відповідають за дотримання та охорону земельних ресурсів, землеустрій, ведення державного земельного кадастру, на різних інституційних рівнях з метою ведення ефективного землекористування;

3) інформаційне забезпечення населення про стан довкілля в частині стану земель, тощо.

Публічність та відкритість отриманих даних в єдиній системі є ключовою, як для органів державної влади, так і громадян, юридичних та міжнародних організацій в цілому.

² L. Larsen. GIS in environmental monitoring and assessment. Environmental Science. URL: https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch71.pdf (дата звернення: 01.09.2022)

³ Ширяєва В.О. Моніторинг земель на території Драгівської сільської ради. Ужгород, 2021. 71 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/39419/1/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D1%8F%D1%94%D0%B2%D0%B0%20%28%D0%91%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%29.pdf> (дата звернення: 16.10.2022).

За матеріалами моніторингу, в процесі управління земельними ресурсами, ми можемо проводити різні види аналізу^{4,5,6}:

- аналіз стану використання земельних ресурсів;
- аналіз процесів та їх динаміки в часі, які виникають внаслідок різних фізичних, хімічних, кліматичних, екологічних, природничих процесах тощо;
- аналіз стану берегових ліній водних об'єктів;
- аналіз деформаційних процесів зміни рельєфу;
- аналіз урбаністичних процесів на землях населених пунктів;
- аналіз наслідків природних катаклізмів, катастроф та антропогенних криз;
- аналіз про стан розорення земель сільськогосподарського та лісогосподарського призначення;
- аналіз необґрунтованого використання земельних ресурсів;
- аналіз стану земель в межах санітарно-захисних та санітарно-епідеміологічних зон, зон відчуження тощо.

В нашій країні зазвичай моніторинг земель здійснюється органами виконавчої влади, що займаються реалізацією земельної політики у сфері земельних відносин та сфері охорони навколишнього природного середовища, а саме Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру (далі Держгеокадастр) та Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Загалом інформація про стан земельних ресурсів уніфікується в матеріалах Держгеокадастру. Разом з тим участь у зборі необхідних відомостей можуть брати Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерство економіки України, Міністерство аграрної політики та продовольства, Державне агентство лісових ресурсів, Національна академія аграрних наук тощо. Однак, кожен із потенційних суб'єктів використовує власну

⁴ L. Larsen. GIS in environmental monitoring and assessment. Environmental Science. URL: https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch71.pdf (дата звернення: 01.09.2022)

⁵ Пахомов В.В. Моніторинг земель як важливий інструмент удосконалення системи контрольно-наглядової діяльності в Україні. Правові горизонти / Legal horizons. Суми, 2018. Випуск 12 (25). С. 16–21. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/72628/1/Pakhomov_Monitoringh_zemel.pdf;jsessionid=96B3A8B1F451F926DFD6AE5E49685A79 (дата звернення: 06.10.2022).

⁶ Ширяєва В.О. Моніторинг земель на території Драгівської сільської ради. Ужгород, 2021. 71 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/39419/1/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D1%8F%D1%94%D0%B2%D0%B0%20%28%D0%91%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%29.pdf> (дата звернення: 16.10.2022).

методологію моніторингу за станом/зміною земельних ресурсів, що очевидно породжує похибки в уподібненні інформації⁷.

Такі відомості повинні бути консолідованими, достовірними, повними та мати хронологічну послідовність для заporуки об'єктивного оцінювання стану використання земельних ресурсів. На сьогодні стрімкі темпи науково-технічного прогресу у сфері ГІС вирішують і полегшують розв'язання цих питань на всіх рівнях управління, з можливістю подальшого створення і навчання штучної нейронної мережі.

В багатьох розвинених країнах створені спеціалізовані організації, що забезпечують політику збирання та аналізу просторової інформації. На національному рівні вони сприяють розвитку інформаційної інфраструктури, як майбутньої стратегічної бази даних. Державні органи та урядові організації мають найбільшу базу просторової інформації у власних відомствах, що забезпечує державну політику і розвиток у різних сферах, як на національному, так і регіональному рівнях. Однак, разом з тим і приватний сектор володіє досить значною просторовою інформацією про земельні ресурси та здійснює власні експериментальні, комерційні, дослідження й моніторинг певних процесів та/або явищ. Нерідко бази даних саме приватного сектора можуть бути більш якісним і достовірним, та, що головне, передовими, які задають тенденції для інших. Тому уряди, в багатьох країнах, спонукають приватний сектор до активного обміну та поширення обігу комерційних баз даних для спільного розвитку галузей виробництва, та підтримки спільного інформаційного середовища консолідованої геоінформаційної інформації. Розміри глобальної індустрії геопросторової інформації коливаються в залежності від методів підрахунку та сфери застосування, але оцінюються близько 4,4 мільярдів доларів на основі геодезичної інформації та ГІС, і 400 мільярдів доларів на основі комплексного охоплення зібраної інформації. Велике відхилення в масштабах індустрії обумовлено сплеском поширення сфери застосування даних, що свідчить про економічний потенціал і подальший розвиток індустрії як ГІС, так і просторової інформації⁸.

⁷ Пахомов В.В. Моніторинг земель як важливий інструмент удосконалення системи контрольно-наглядової діяльності в Україні. Правові горизонти / Legal horizons. Суми, 2018. Випуск 12 (25). С. 16–21. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/download/123456789/72628/1/Pakhomov_Monitorynh_zemel.pdf;jsessionid=96B3A8B1F451F926DFD6AE5E49685A79 (дата звернення: 06.10.2022).

⁸ 주요 선진국 공간정보산업 현황. 국가공간정보포털. URL: <http://www.nsd.go.kr/lxportal/?menuno=4067#2> (дата звернення: 02.11.2022)

Одним з фактичних стандартів моніторингу землекористування та земельного покриву на загальноєвропейському рівні є проєкт щодо координації інформації про навколишнє середовище та земельний покрив, більш відомий як CORINE Land Cover (Координація інформації про навколишнє середовище) (далі-CLC).

В 1985 Європейський Союз ініціював програму щодо координації інформації про навколишнє середовище (CORINE). Мета програми – створення спільної бази та забезпечення єдиними уніфікованими даними про екологічну безпеку країн ЄС.

Проєкт CLC був створений у 1980-х роках для стандартизації збору даних про стан земель в Європі та підтримки екологічної політики. Він став основним джерелом просторових даних про землю для європейської економічної зони. CLC складається з послідовності міжнародних наборів даних про землекористування та ґрунтовий покрив, створених на базі національних агентств та координуваних Європейським агентством з навколишнього середовища (ЕЕА). Набори даних створювалися відповідно до загальних стандартів та базових років 1990, 2000, 2012 та 2018. Цей часовий ряд забезпечив гармонізований опис розвитку ґрунтового покриву та землекористування в Європі за останні 30 років.

Головною метою CLC є обґрунтування необхідності загальноєвропейського моніторингу земель, однак актуальність таких даних на національному та субрегіональних рівнях є сумнівною. Оскільки просторово-територіальні відмінності мають вагомe значення, і методологія наборів даних зазвичай відрізняється на різних рівнях узгодженості. Так багато країни підтримують власні бази даних землекористування та/або ґрунтового покриву з відповідною просторовою роздільною здатністю та номенклатурою, які забезпечують конкретні національні потреби⁹.

У Франції в 2006 році спільними зусиллями Національного інституту географічної та лісової інформації (IGN) та Бюро геологічний і гірничих досліджень (BRGM), за підтримки Міністерства економіки, фінансів та промислово-цифрового суверенітету (Ministre de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique) була створена національна платформа Geoportail¹⁰.

⁹ LindaAune-Lundberg, Geir-HaraldStrand. The content and accuracy of the CORINE Land Cover dataset for Norway. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Volume 96, April 2021, 102266. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243420309090> (дата звернення: 28.10.2022)

¹⁰ 주요 선진국 공간정보산업 현황. 국가공간정보포털. URL: <http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menu=4067#2> (дата звернення: 02.11.2022)

Geoportail – це всебічний веб-картографічний сервіс французького уряду, який публікує карти та геофізичні аерофотознімки з понад 90 джерел Франції та її території¹¹.

Незважаючи на те, що французьку службу іноді описують як конкурента або суперника Google Maps, вона відрізняється від картографічної служби Google (запущеної роком раніше в лютому 2005 року), оскільки вони мають інші цілі. Geoportail надає доступ до деяких незвичайних картографічних джерел, таких як відомі карти Кассіні 18-го століття та Minutes État-Major наполеонівського періоду, а також дорожні карти IGN, адміністративні, топографічні, транспортні, гідрографічні, геологічні карти, а також карти кадастрових та будівельних досліджень, комунальних послуг, атмосфери та погоди, землекористування, культурних об'єктів та багато іншого. Всі карти та аерофотознімки на Geoportail можна комбінувати та переглядати в прозорих шарах, керованих користувачем. Найвища роздільна здатність аерофотозйомки, як правило, вища, ніж доступна на Google Maps. Назви місць ідентифікуються та доступні для пошуку для найменших сіл і фізичних місць, крім того, що можна знайти на подібних сайтах¹².

Велика Британія в свою чергу активно просуває «національну просторову інформатизацію» для всієї країни, розширюючи постачання інформаційно-комунікаційних технологій у 2000-х роках. Відповідно до інформаційно-комунікаційних технологій і змін у способі життя громадян, завдяки поширенню бездротового Інтернету та появі смартфонів, були впроваджені інноваційні методи надання державних послуг, а також запроваджені та експлуатуються послуги просторової інформації. Крім того, головним пріоритетом національної інформатизації було обрано надання індивідуальних послуг для задоволення потреб громадян шляхом поєднання ГІС і державних послуг. Суть цієї системи просторової інформатизації полягає в тому, щоб будь-який бажаючий міг легко отримати якісні послуги за допомогою ГІС-технологій «Geo-Hub»¹³.

В регіонах Азії яскравим прикладом є досвід Республіки Корея. Уряд Кореї ще в кінці 1960-х років впроваджував технології аерофотозйомки для ефективного здійснення управління та моніторингу земельних ресурсів, здійснював систематичне та інтегроване управління земельними ресурсами/простором шляхом створення системи моніторингу зміни

¹¹ Contributeurs aux projets Wikimedia. Géoportail – Wikipédia. Wikipédia, l'encyclopédie libre. URL: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Géoportail> (дата звернення: 28.10.2022)

¹² Там само.

¹³ 주요 선진국 공간정보산업 현황. 국가공간정보포털. URL: <http://www.nsd.go.kr/lxportal/?menu=4067#2> (дата звернення: 02.11.2022)

тенденцій в нерухомості, землекористуванні, кадастрових та містобудівних системах. Так в 1995 році корейський уряд здійснив пілотний проєкт, на національному рівні, будівництва просторового базису оцифрування просторової інформації за допомогою ГІС, для підвищення ефективності здійснення моніторингу та досліджень відповідних явищ і процесів. Відтак, завдяки ефективному управлінню національними ресурсами/територією з використанням просторової інформації та ГІС, у 2009 році країна змогла в сто разів збільшити свій ВВП на душу населення, і стати 12-ю за величиною економікою світу. В даний час корейська ГІС-індустрія широко використовується у різних сферах людської діяльності, особливо активно систему використовують міністерства та органи місцевого самоврядування безпосередньо для реалізації державної політики на місцях¹⁴.

2. Геоінформаційне картографування як один зі способів проведення моніторингу земель

На сьогодні в Україні існує проблема забезпеченості планово-картографічними матеріалами використання земельних ресурсів, на сам перед територіальних громад, окремих населених пунктів, агропромислового комплексу (далі АПК), різних форм суб'єктів господарювання та власності. В більшості випадків картографічні матеріали різного масштабу були створені 15–25 років тому, а інколи можуть бути датовані минулим століттям, і вони звичайно є застарілими¹⁵.

Геоінформаційне картографування з допомогою ГІС-технологій створює основу для картографування та аналізу, що дозволяє поєднувати дані з картографічним матеріалом, інтегруючи дані про геопросторове позиціонування об'єкта та різноманітні типи просторової інформації. Таке середовище набагато зручніше в роботі при дослідженні різних процесів, веденні моніторингу, аналізу динаміки змін та встановлення закономірностей, взаємозв'язків об'єктів, зміни їх під впливом одне на одного та особливості географічного контексту. Серед переваг також можна зазначити

¹⁴ 주요 선진국 공간정보산업 현황. 국가공간정보포털. URL: <http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menuno=4067#2> (дата звернення: 02.11.2022)

¹⁵ Stupen N., Stupen M., Stupen O. Electronic agricultural maps formation on the basis of gis and earth remote sensing. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development Vol. 18, Issue 4, 2018. URL: https://www.researchgate.net/profile/Valerii-Koliada/publication/337544589_USAMV_SP_volume_18_4_2018_page_173-179/links/5ddd3cef4585159aa44a423e/USAMV-SP-volume-18-4-2018-page-173-179.pdf#page=347 (дата звернення: 17.09.2022).

швидкий обмін інформацією між різними носіями та підвищення якості сприйняття інформації при прийнятті управлінських рішень¹⁶.

На відміну від традиційних паперових карт, карти на основі ГІС динамічні, компактні та інтерактивні. Вони допомагають виділити конкретні об'єкти, з десятків або сотні тисяч інших на карті, і таким чином виявляти зміни, які раніше не помічалися, а також відслідковувати динаміку змін, що відбулися протягом певного відрізка часу, відповідно до обраних параметрів.

Геоінформаційне картографування має певні завдання, які постійно удосконалюються¹⁷:

- автоматизоване створення та використання карт в програмному забезпеченні ГІС з використанням різноманітних даних, наприклад картографічних, числових, текстових, графічних, табличних тощо, а не лише картографічних даних;

- застосування системного наукового підходу до відображення та аналізу геосистем, що може відбуватися за допомогою серій географічних карт та географічних атласів різних регіональних рівнів з ціннісною характеристикою його компонентів: об'єкта, предмета, методів, завдань, сукупності засобів та чіткої послідовності проведення досліджень;

- інтерактивність картографування, що здійснюється в режимі двосторонньої діалогової взаємодії людини (користувача, картографа) і комп'ютера, обміну між ними послідовністю запитів та відповідей з метою втручання і керування обчислювальним процесом, процесом моделювання, а також тісний зв'язок методів створення та використання еколого-географічних карт;

- оперативність картографування, що дає змогу отримувати дані та проводити даний процес в реальному масштабі часу і отримувати результати для представлення користувачам в масштабі часу, що наближається до реального.

В залежності від завдань візуалізації, карти ГІС можуть поділятися на різні види і відображати, що завгодно, наприклад: густоту населення, класифікацію сільськогосподарських культур на полі, динаміку

¹⁶ Sergieieva K. GIS Mapping: Types Of Maps, Their Interactivity & Application. Earth observing system. URL: <https://eos.com/blog/gis-mapping/> (дата звернення: 16.09.2022).

¹⁷ Бондаренко Е.І. Геоінформаційне картографування як сучасна технологія автоматизованого створення картографічних творів. 2011. URL: https://www.researchgate.net/publication/348458227_GEOINFORMATION_MAPPING_AS_MODERN_TECHNOLOGY_OF_THE_AUTOMATED_CREATION_OF_CARTOGRAPHICAL_PRODUCTS (дата звернення: 23.09.2022)

обробітку, об'єкти нерухомості, стихійні лиха, забрудненість атмосфери, гуманітарні катастрофи тощо.

Найбільш поширеними форматами подання інформації є¹⁸:

– **класифікаційні карти.** Один з найпоширеніших видів картування, оскільки створюється простіше за інших. Використовується коли потрібно чітко розуміти відповідність між фрагментами карти та сегментами даних. Конкретним класам чи параметрам надають певний колір. В результаті виходить зручне зображення з ділянками різних кольорів, кожен із яких відображає певну категорію (рис. 1);

– **теплові карти.** Зазвичай використовуються коли необхідно надати надзвичайно щільних та/або змішаних даних, в такому випадку концепція подачі інформації розподіляється на більш «теплі» та «холодні» зони на карті. Такий спосіб репрезентує дані не зовсім точно, проте, дає загальне уявлення про кількісний розподіл величин (рис. 2);

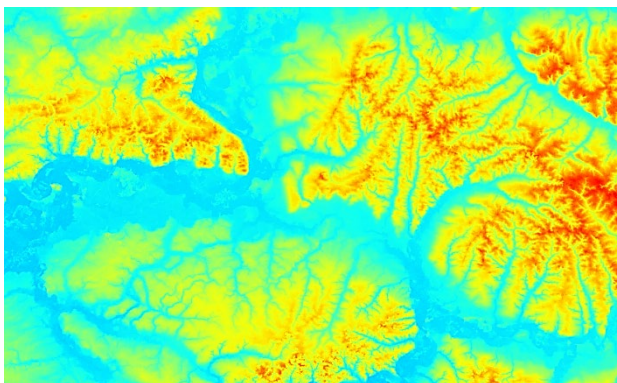


Рис. 2. Матриця рельєфу

– **кількісні карти.** Кількісна ГІС карта містить гаму відтінків кольорів, різні відтінки того самого кольору, що ілюструють кількісну різницю представлених даних. Цей тип ідеально вирішує проблему візуалізації множинних даних на великій території;

– **кластерні карти.** Використовується для поєднання різного роду інформації в один кластер. В даному випадку ефективно поєднується використання кольорової гами, форм та міток для кластеризація щільно згрупованих точок даних;

¹⁸ Sergieieva K. GIS Mapping: Types Of Maps, Their Interactivity & Application. EARTH OBSERVING SYSTEM. URL: <https://eos.com/blog/gis-mapping/> (дата звернення: 16.09.2022)

– **бульбашкові або точкові.** Така ГІС карта ілюструє, як використання форм і різниці їх розмірів, спрощуючи сприймання числової інформації. Такі карти, наприклад, використовуються коли потрібно порівняти кількість певних даних/ключових сегментів, що вживаються. Таким чином кола на карті будуть мати певний розмір і представлятимуть більші та менші групи вживання заданих параметрів.

Для прийняття будь-яких рішень спеціалістам необхідні повні та актуальні дані. Програмне забезпечення ГІС є ефективним способом візуалізувати необхідні дані з поміж інших для вирішення завдань. ГІС карти можуть: демонструвати розташування, кількість, щільність; ідентифікувати об'єкти з обраної області або за встановленими параметрами; відслідковувати динаміку змін та багато іншого.

Тисячі організацій та фахівців по всьому світі активно використовують ГІС-технології при створенні різних тематичних карт для досліджень у різних сферах діяльності. Це дозволяє автоматизувати виробничі процеси при взаємодії з різними джерелами просторової інформації, полегшує збирання та оброблення вхідної інформації, передавати та редагувати отримані дані в реальному часі. ГІС-технології поєднують в собі основні географічні елементи з інструментами для розуміння і взаємодії, а саме: цифрові карти; дані; просторовий аналіз та засоби/програми відтворення тощо.

3. Порівняння функціональних можливостей сучасних програмних засобів ГІС, які використовуються у процесі проведення моніторингу земель

На сьогоднішній день існують різноманітні програмні забезпечення, які використовуються при автоматизації та обробці географічних даних. Однак в українських реаліях мало які організації, особливо державні установи, та окремі спеціалісти в спроможні придбати дорого вартісні ліцензії комерційних програмних продуктів. Саме тому, важливо встановити доцільність практичного використання різних програмних засобів ГІС у виробничій та науковій діяльності з точки зору функціональних можливостей¹⁹.

Середовище QGIS – це вільна та безкоштовна desktop ГІС з відкритим програмним кодом, що підтримується та постійно розвивається міжнародною спільнотою ентузіастів, волонтерів та впливових стекхолдерів, які міцно інтегрували програмний продукт у свою професійну діяльність.

¹⁹ Нестерук О., Шостак А. В. Порівняння функціональних можливостей сучасних ГІС. Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «*Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів*». URL: <https://konfgeolutsk.wordpress.com/2018/04/18/порівняння-функціональних-можливостей/> (дата звернення: 23.09.2022)

QGIS розповсюджується на умовах GNU General Public License та є проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Це мультиплатформовий проект який підтримується Linux, BSD, Mac OSX, Windows та Android, з її допомогою можна створювати, редагувати, візуалізувати, аналізувати, обмінюватися та публікувати різного роду геопросторову інформацію^{20,21}.

Функціональне середовище дає можливість:

- перегляду векторних і растрових даних, як в 2D, так і 3D форматах, в різних проекціях без перетворення на внутрішній чи загальний формат;
- широкої інтеграції з різними типами баз даних та відкритими ГІС-пакетами таких як, PostGIS, GRASS, GeoServer, MapServer тощо;
- підтримувати просторові таблиці та переглядати з використанням PostGIS, SpatialLite та MS SQL Spatial, Oracle Spatial, векторні формати, що підтримуються встановленою бібліотекою OGR, включаючи GeoPackage, ESRI Shapefile, MapInfo, SDTS, GML та багато інших;
- підтримки різних форматів растрів та зображень, що підтримуються бібліотекою GDAL (бібліотека абстракцій геопросторових даних), такі як GeoTIFF, ERDAS IMG, ArcInfo ASCII GRID, JPEG, PNG, XML, GeoJson тощо.
- підключення або створення власних кастомних додатків-плагінів, написаних на мові програмування Python, C++ та R;
- підтримки растрових та векторних даних GRASS з БД GRASS (location\mapset);
- підтримки різних систем координат та проекцій;
- використовувати допоміжні просторові дані OGC Web Services, а саме WMS, WMTS, WCS, WFS та WFS-T;
- використовувати вбудовані інструменти GRASS, які включають в себе спектр більш ніж 400 модулів, що допомагає адаптуватися до особливих потреб за допомогою розгалуженої архітектури модулів та багато іншого. Коротка характеристика основного функціоналу QGIS представлена в таблиці 1.

QGIS також можна застосовувати для полегшення збирання, обробки та безпосереднього використання географічної інформації про стан земельних ресурсів адміністративно-територіальних одиниць. На основі проведення моніторингу та аналізу розвитку використання ресурсів, оцінки соціально-економічних, адміністративно-територіальних та природно-кліматичних факторів.

²⁰ The GNU General Public License v3.0- GNU Project – Free Software Foundation. The GNU Operating System and the Free Software Movement. URL: <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html> (date of access: 25.09.2022)

²¹ Homepage – OSGeo. OSGeo. URL: <https://www.osgeo.org/> (date of access: 25.09.2022)

Коротка характеристика основного функціоналу QGIS^{22,23,24}

Вид робіт	Характеристика
Створення геоданих	<ul style="list-style-type: none"> • просторова прив'язка (геокодування); • створення та редагування векторних даних, з підтримкою топології; • створення та редагування атрибутів даних; • імпорт та експорт GPS даних; • створення та редагування таблиць просторових баз даних; • вивантаження та редагування OpenStreetMap даних.
Управління геоданими	<ul style="list-style-type: none"> • підтримка різних проєкцій (понад 2700), а також параметрів переходу між різними системами координат; • створення проєкцій; • перепроєктування «на льоту»; • перепроєктування векторних та растрових шарів; • перевірка топології; • перегляд/пошук атрибутів (SQL запитів); • визначення/вибірка об'єктів (SQL запитів).
Обробка геоданих	<ul style="list-style-type: none"> • функціонал геообробки: буферні зони, відсікання, об'єднання, вкраплення тощо; • просторові запити; • калькулятор полів атрибутів; • калькулятор растрів; • морфометричний аналіз; • широкий спектр аналізу геоданих надає framework геоаналізу QGIS, а саме – доступ більш ніж 500 алгоритмів інших відкритих ГІС (GRASS, SAGA, Orfeo Toolbox), скриптів. Дозволяє автоматизувати процеси завдяки можливостям пакетної геообробки і створення моделей аналізу.
Надання геоданих	<ul style="list-style-type: none"> • зміна символіки векторних та растрових шарів; • підписування об'єктів; • компонування карт для створення карт та атласів; • публікація карт у відкритому просторі інтернету тощо.

²² Обмір полів. Як визнати площу своїх полів максимально точно. SmartFarming – оцифруємо агробізнес.. URL: <https://www.smartfarming.ua/obmir-poliv-yak-vyznaty-ploshchu-svoyikh-poliv-maksymal-no-tochno/> (дата звернення: 15.10.2022).

²³ Аудит земельного банку: бути чи не бути? SmartFarming – оцифруємо агробізнес. URL: <https://www.smartfarming.ua/audyt-zemelного-banku-buty-chy-ne-buty/> (дата звернення: 15.10.2022)

²⁴ Довіряй, але обмірай: як та навіщо проводити обміри полів. SmartFarming – оцифруємо агробізнес. URL: <https://www.smartfarming.ua/doviryay-ale-obmiryay-yak-ta-navishcho-provodyty-obmiry-poliv/> (дата звернення: 15.10.2022)

Середовище ArcGIS – це сімейство клієнтських, серверних і онлайн-програмних засобів географічної інформаційної системи, розроблених і підтримуваних Esri. ArcGIS вперше представлено в 1999 році і спочатку було випущено як ARC/INFO, ГІС-система на основі командного рядка для обробки даних. Тобто ArcGIS це геопросторове програмне забезпечення для перегляду, редагування, керування та аналізу географічних даних. Esri розробляє ArcGIS для картографування на комп'ютері та мобільному пристрої^{25,26}.

ArcGIS – комплексний набір програмного забезпечення що складається з²⁷:

- ArcMap – центральна частина набору ГІС-програм Esri, для картографування, редагування, аналізу, коригування та управління даними;

- ArcCatalog – геопросторова бібліотека даних для впорядкування та корегування метаданих ГІС;

- ArcGIS Pro – нова, краща версія ArcGIS. Головна перевага в розширеному інструментарії, що відсутні в ArcGIS, наприклад 64-розрядна обробка даних, вбудоване 3D моделювання та дозволяє зберігати створені карти проектним файлом (.APRX). Підходить для створення та редагування просторових даних, а також для створення простих і складних карт;

- ArcScene – застосовується при роботі з локальними і невеликими об'єктами;

- ArcGlobe – 3D програма для роботи зі значними областями дослідження, глобальних екстенсів.

Програмний продукт активно застосовується у сфері земельного кадастру, використання земельних ресурсів, вирішенні різних завдань землеустрою, обліку об'єктів нерухомості, систем інженерних споруд та комунікацій, геодезії та надкористуванні тощо. Даний продукт підрозділяється як на настільні, так і серверні середовища. До основних настільних наборів відносяться ArcView, ArcEditor, ArcInfo, – кожен з яких дублює функціональні можливості інших. Також можна відокремити безкоштовні програми такі як ArcReader (дозволяє

²⁵ Нестерук О., Шостак А. В. Порівняння функціональних можливостей сучасних ГІС. Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів». URL: <https://konfgeolutsk.wordpress.com/2018/04/18/порівняння-функціональних-можливост/> (дата звернення: 23.09.2022)

²⁶ About ArcGIS. Mapping & Analytics Software and Services. GIS Mapping Software, Location Intelligence & Spatial Analytics. Esri. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/about-arcgis/overview> (date of access: 02.10.2022)

²⁷ What is ArcGIS? GIS Geography. URL: <https://gisgeography.com/what-is-arcgis/> (date of access: 02.10.2022)

переглядати дані, опубліковані за допомогою ArcGIS) та ArcGIS Explorer (спрощений настільний клієнт для ArcGIS Server)²⁸.

Середовище ArcGIS, аналогічно QGIS, дозволяє створювати та редагувати дані паралельно в 2D і 3D форматі, автоматизувати завдання і процеси, публікувати та встановлювати взаємозв'язки інформаційних середовищ в середині установи/організації, що дозволяє використовувати потенціал обчислювальних технологій в повній мірі.

Одним із програмних продуктів, що активно використовується при здійсненні земельно-кадастрових робіт в Україні є – Digitals, який забезпечує комплекс для цифрової картографії та землевпорядкування. Перевагою цього програмного продукту є недорога ліцензія на використання, зрозумілий функціонал та проста адаптація з іншими операційними системами і програмними забезпеченнями.

Digitals не можна назвати в повній мірі програмним продуктом для ГІС, оскільки програма в основному використовується при створенні кадастрової та землевпорядної документації. Однак у своєму функціоналі Digitals має значний інструментарій для отримання високоякісних топографо-геодезичних та планово-картографічних матеріалів, як з використанням двовимірного, так і тривимірного моделювання. Загалом цей програмний продукт призначений для створення/оновлення топографічних і спеціальних карт/планів/схем, видання картографічного матеріалу міського кадастру і землеустрою, вирішення інженерних і прикладних завдань.

Функціональне середовище Digitals: система містить базове картографічне ядро, що забезпечує функції редагування і друку цифрових карт, запитів і звітів, читання і запису карт в різних форматах, включає модуль для розпаювання земельних ділянок і підготовки документації.

ВИСНОВКИ

Проведення моніторингу земель з використанням електронних карт та ГІС слугує основою наповнення баз даних якісною просторовою інформацією про стан використання ресурсів, виявлення тенденції розвитку негативних процесів та явищ (таких як деградація, розвиток ерозії, необґрунтоване використання тощо).

Найважливішим завданням ефективної системи моніторингу є забезпечення якісною просторовою інформацією для наповнення національної інформаційної інфраструктури не лише органів державної влади чи/та місцевого самоврядування, але й основних гравців

²⁸ What is ArcGIS? GIS Geography. URL: <https://gisgeography.com/what-is-arcgis/> (date of access: 02.10.2022)

земельного ринку. Земельний ринок в нашій країні формують: держава, пайовики-землевласники, малі та середні фермери, великі сільськогосподарські виробники та ТГ. В кожного з перелічених гравців є власний земельний банк, який потребує актуальну та достовірну інформацію про стан земельних ресурсів, окремих ділянок. Земельний банк – базисна основа будь-якої приватної компанії чи державної організації, що беруть активну участь в сільськогосподарському виробництві. Від якості та цілісності наповнення земельного банку залежить цілий спектр параметрів виробничих процесів, а отже результат господарської діяльності і раціональне використання земельних ресурсів.

Особливо важливим це питання є в умовах обігу земель сільськогосподарського призначення. Актуальна і систематизована інформація забезпечує прийняття ефективних управлінських рішень у використанні земель, особливо такою інформацією повинні володіти місцеві землевпорядники і систематично її наповнювати та обмінюватися між відомчими органами.

Одним із шляхів вирішення зазначених проблем може бути впровадження геоінформаційного картографування та створення електронних карт земельних банків на основі ГІС-технологій і активного їх використання. Такі карти можуть вміщувати в собі величезну аналітику просторової інформації про земельні масиви (поля), та ділянки в цілому, і наочно допомагають землевласникам/землекористувачам та органам місцевої влади орієнтуватися в питаннях пов'язаних із земельними ресурсами.

АНОТАЦІЯ

В роботі проаналізовано основні теоретичні відомості про моніторинг земель та його здійснення. Розглянуто зарубіжний досвід країн, які активно впроваджують в процес моніторингу земель ГІС-технології.

Основну увагу зосереджено на аналізі ГІС-технологій та геоінформаційному картографуванні, як одному з основних сучасних інструментів проведення моніторингу земель. Світовий досвід демонструє, що ГІС-технології дозволяють оптимізувати процеси збирання, обробки та репрезентації якісної інформації при веденні не лише державного земельного кадастру, а також й при здійсненні моніторингу використання земельних ресурсів на різних територіальних рівнях.

Метою залучення ГІС при використанні земельних ресурсів є забезпечення сталого землекористування, підвищення ефективності використання земель сільськогосподарського та лісгосподарського призначення, шляхом створення ефективної системи моніторингу.

ЛІТЕРАТУРА

1. L. Larsen. GIS in environmental monitoring and assessment. Environmental Science. URL: https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch71.pdf (дата звернення: 01.09.2022)
2. Пахомов В.В. Моніторинг земель як важливий інструмент удосконалення системи контрольно-наглядової діяльності в Україні. Правові горизонти / Legal horizons. Суми, 2018. Випуск 12 (25). С. 16–21. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/72628/1/Pakhomov_Monitorynh_zemel.pdf;jsessionid=96B3A8B1F451F926DFD6AE5E49685A79 (дата звернення: 06.10.2022).
3. Ширяєва В.О. Моніторинг земель на території Драгівської сільської ради. Ужгород, 2021. 71 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/39419/1/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D1%8F%D1%94%D0%B2%D0%B0%20%28%D0%91%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%29.pdf> (дата звернення: 16.10.2022).
4. 주요 선진국 공간정보산업 현황. 국가공간정보포털. URL: <http://www.nsd.go.kr/lxportal/?menuno=4067#2> (дата звернення: 02.11.2022).
5. LindaAune-Lundberg, Geir-HaraldStrand. The content and accuracy of the CORINE Land Cover dataset for Norway. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation Volume 96, April 2021, 102266. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243420309090> (дата звернення: 28.10.2022).
6. Contributeurs aux projets Wikimedia. Géoportail – Wikipédia. Wikipédia, l'encyclopédie libre. URL: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Géoportail> (дата звернення: 28.10.2022).
7. Stupen N., Stupen M., Stupen O. Electronic agricultural maps formation on the basis of gis and earth remote sensing. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development Vol. 18, Issue 4, 2018. URL: https://www.researchgate.net/profile/Valerii-Koliada/publication/337544589_USAMV_SP_volume_18_4_2018_page_173-179/links/5ddd3cef4585159aa44a423e/USAMV-SP-volume-18-4-2018-page-173-179.pdf#page=347 (дата звернення: 17.09.2022).
8. Sergieieva K. GIS Mapping: Types Of Maps, Their Interactivity & Application. EARTH OBSERVING SYSTEM. URL: <https://eos.com/blog/gis-mapping/> (дата звернення: 16.09.2022).
9. Бондаренко Е.Л. Геоінформаційне картографування як сучасна технологія автоматизованого створення картографічних творів. 2011. URL: https://www.researchgate.net/publication/348458227_GEOINFORMATION_MAPPING_AS_MODERN_TECHNOLOGY_OF_THE_AUTOMATED_CREATION_OF_CARTOGRAPHICAL_PRODUCTS (дата звернення: 23.09.2022).
10. Нестерук О., Шостак А. В. Порівняння функціональних можливостей сучасних ГІС. Міжнародна науково-практична Інтернет-

конференція «суспільно-географічні чинники розвитку регіонів». URL: <https://konfgeolutsk.wordpress.com/2018/04/18/порівняння-функціональних-можливостей/> (дата звернення: 23.09.2022).

11. The GNU General Public License v3.0- GNU Project – Free Software Foundation. The GNU Operating System and the Free Software Movement. URL: <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html> (date of access: 25.09.2022).

12. Homepage – OSGeo. OSGeo. URL: <https://www.osgeo.org/> (date of access: 25.09.2022).

13. Обмір полів. Як визнати площу своїх полів максимально точно. SmartFarming – оцифруємо агробізнес. URL: <https://www.smartfarming.ua/obmir-poliv-yak-vyznaty-ploshchu-svoyikh-poliv-maksymal-no-tochno/> (дата звернення: 15.10.2022).

14. Аудит земельного банку: бути чи не бути? SmartFarming – оцифруємо агробізнес. URL: <https://www.smartfarming.ua/audit-zemelno-banku-buty-chi-ne-buty/> (дата звернення: 15.10.2022).

15. Довіряй, але обмірай: як та навщо проводити обміри полів. SmartFarming – оцифруємо агробізнес. URL: <https://www.smartfarming.ua/doviryay-ale-obmiray-yak-ta-navishcho-provodyty-obmiry-poliv/> (дата звернення: 15.10.2022).

16. About ArcGIS. Mapping & Analytics Software and Services. GIS Mapping Software, Location Intelligence & Spatial Analytics. Esri. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/about-arcgis/overview> (date of access: 02.10.2022).

17. What is ArcGIS? GIS Geography. URL: <https://gisgeography.com/what-is-arcgis/> (date of access: 02.10.2022).

Information about the authors:

Skliar Yurii Leonidovych,

Candidate of Biology Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Geodesy and Land Management
Sumy National Agrarian University
160, Gerasim Kondratiev str., Sumy, 40021, Ukraine

Kapinos Nataliia Oleksandrivna,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Geodesy and Land Management
Sumy National Agrarian University
160, Gerasim Kondratiev str., Sumy, 40021, Ukraine

Kostian Dmytro Oleksandrovych,

Master's Degree in Geodesy and Land Management,
GIS Analyst
EOS Data Analytics
2-B, Stepan Bandera lane, Kyiv, 03189, Ukraine