

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

На правах рукопису

СКАКУН АНГЕЛІНА АНАТОЛІЇВНА

**НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ
СТВОРЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ
ЗЕМЛЕУСТРОЮ
ЗАСОБАМИ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ**

Спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма «Геодезія та землеустрій»

Робота на здобуття першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Науковий керівник:

КОРОЛЬ ПАВЛО ПИЛИПОВИЧ

кандидат географічних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № _____

засідання кафедри геодезії,

землевпорядкування та кадастру

від "___" _____ 2025 р.

Завідувач кафедри

проф. Уль А.В.

ЛУЦЬК – 2025

Анотація

Скакун А.А. Науково-практичні аспекти створення тематичних карт землеустрою засобами ГІС-технологій. Кваліфікаційна робота на правах рукопису. – ВНУ імені Лесі Українки, МОН України, Луцьк, – 2025. – 61 с.

У бакалаврській роботі розглянуто методологічні засади створення тематичних карт землеустрою засобами ГІС-технологій, визначено концепцію, сутність, методичні і технологічні особливості тематичного картографування в землеустрої, охарактеризовано можливості застосування ГІС-технологій при проектуванні та укладанні тематичних карт землеустрою, детально проаналізовано існуючі класифікації карт землеустрою, встановлено специфічні елементи їх змістового навантаження та особливості їх створення і оформлення, досліджено історію створення і розвитку, функціональні можливості, напрямки використання, переваги та недоліки програмних засобів ГІС-забезпечення створення тематичних карт землеустрою, доведено доцільність та ефективність використання програмних засобів ГІС AutoCAD, MapInfo Pro і QGIS у практиці землепорядного виробництва при створенні різних видів тематичних карт землеустрою.

Ключові слова: *тематичне картографування, тематичні карти землеустрою, ГІС-технології, програмні засоби ГІС-картографування.*

Annotation

Skakun A.A. Scientific and practical aspects of creation thematic maps of land management using GIS-technologies tools. Qualification work on the rights of the manuscript. – Lesya Ukrainka Volyn National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lutsk, – 2025. – 61 p.

In the bachelor's thesis the methodological principles of creating thematic maps of land management using GIS technologies are examined, the concept, essence, methodical and technological features of thematic mapping in land management are

defined, the possibilities of using GIS-technologies in designing and compiling thematic land management maps are described, existing classifications of land management maps are analyzed, specific elements of their content and features of their creation and design are established, history of creation and development, functional capabilities, areas of use, advantages and disadvantages of GIS software tools for creating thematic land management maps are investigated, the feasibility and effectiveness of using GIS software tools AutoCAD, MapInfo Pro and QGIS in the practice of land management production when creating various types of thematic land management maps are proved.

Key words: *thematic mapping, thematic land management maps, GIS-technologies, GIS mapping software.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ТЕМАТИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ В ЗЕМЛЕУСТРОЇ.....	6
1.1. Концепція тематичного картографування в землеустрої	6
1.2. Сутність тематичного картографування в землеустрої	7
1.3. Етапи тематичного картографування в землеустрої	7
1.4. ГІС-технології тематичного картографування в землеустрої	9
1.5. Сучасні тенденції тематичного картографування в землеустрої.....	10
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ ЗЕМЛЕУСТРОЮ.....	13
2.1. Функції тематичних карт землеустрою	13
2.2. Методи та технології створення тематичних карт землеустрою.....	14
2.3. Типологія та класифікація тематичних карт землеустрою	14
2.4. Напрямки використання тематичних карт землеустрою.....	18
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ ЗЕМЛЕУСТРОЮ	24
3.1. Система автоматизованого проектування AutoCAD	24
3.1.1. Історія створення та розвиток AutoCAD.....	24
3.1.2. Функціональні можливості AutoCAD.....	24
3.1.3. Напрямки використання AutoCAD у землеустрої.....	26
3.1.4. Види тематичних карт землеустрою в AutoCAD.....	28
3.1.5. Переваги використання AutoCAD у землеустрої.....	30
3.1.6. Недоліки використання AutoCAD у землеустрої.....	32
3.2. Настільна ГІС тематичного картографування MapInfo Pro	33
3.1.1. Історія створення та розвиток MapInfo Pro.....	33

3.1.2. Функціональні можливості MapInfo Pro.....	34
3.1.3. Напрямки використання MapInfo Pro у землеустрої.....	36
3.1.4. Види тематичних карт землеустрою в MapInfo Pro.....	37
3.1.5. Переваги використання MapInfo Pro у землеустрої.....	41
3.1.6. Недоліки використання MapInfo Pro у землеустрої.....	43
3.3. ГІС з відкритим кодом QGIS	44
3.1.1. Історія створення та розвиток QGIS	44
3.1.2. Функціональні можливості QGIS.....	44
3.1.3. Напрямки використання QGIS у землеустрої.....	46
3.1.4. Види тематичних карт землеустрою в QGIS.....	46
3.1.5. Переваги використання QGIS у землеустрої.....	47
3.1.6. Недоліки використання QGIS у землеустрої.....	48
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність дослідження. З-поміж інших комп'ютерних технологій, що застосовуються в землеустрої центральне місце посідають геоінформаційні системи (ГІС) – *програмно-апаратний комплекс, що забезпечує вирішення задач збору, зберігання, аналізу, оновлення і відображення геопросторових даних та пов'язаної з ними атрибутивної інформації про об'єкти землеустрою.*

Формування і бурхливий розвиток геоінформаційних систем зумовлений чималим досвідом топографічного і, особливо, тематичного картографування, а також вдалими спробами автоматизації процесу картоукладання та революційними досягненнями у галузі компютерних технологій, інформатики та компютерної графіки.

На даний час найпопулярнішими у світі програмними продуктами ГІС є AutoCAD Map 3D, ArcGIS, Autodesk MapGuide Studio, IndorGIS, MapInfo, Arc/Info, ArcViewGIS, AutodeskWorld, AutoMap, GeoMedia, GeoDraw тощо.

ГІС в землеустрої використовуються передусім для побудови цифрових карт і планів місцевості, однак не менш важливим напрямком їх застосування є створення різноманітних за змістом тематичних карт землеустрою.

ГІС забезпечує необхідну основу для створення і оновлення таких тематичних карт, зокрема дозволяє зберігати у цифровому форматі геопросторово прив'язані дані про об'єкти землеустрою, надає інструменти для аналізу просторових даних, дозволяє відображати дані на карті у вигляді тематичних шарів із використанням систем умовних позначень, шрифтів, штрихів, фонів, штрихувань та інших засобів, створювати інтерактивні мультимасштабні тематичні карти, змінювати шари відображення або їх послідовність і отримувати додаткову інформацію про об'єкти землеустрою.

Метою даного дослідження є обґрунтування методологічних засад створення тематичних карт землеустрою засобами ГІС-технологій.

Мета дослідження передбачає вирішення наступних **завдань**:

- визначити концепцію, сутність, методичні і технологічні особливості тематичного картографування в землеустрої;
- охарактеризувати можливості застосування ГІС-технологій при проектуванні та укладанні тематичних карт землеустрою;
- детально проаналізувати існуючі класифікації карт землеустрою, встановити специфічні елементи їх змістового навантаження та особливості їх створення і оформлення;
- проаналізувати історію створення і розвитку, функціональні можливості, напрямки використання, переваги та недоліки програмних засобів ГІС-забезпечення створення тематичних карт землеустрою;
- довести доцільність та ефективність використання програмних засобів ГІС AutoCAD, MapInfo Pro і QGIS у практиці землевпорядного виробництва при створенні різних видів тематичних карт землеустрою.

Об'єктом дослідження є програмні засоби геоінформаційного забезпечення створення тематичних карт землеустрою.

Предметом дослідження є науково-методичні та практичні аспекти геоінформаційного тематичного картографування в землеустрої.

Практичне значення. Тематичні карти, створені засобами ГІС-технологій, широко застосовуються у практиці землеустрою при плануванні, управлінні та використанні земель, вони дозволяють аналізувати та візуалізувати різноманітні аспекти землекористування, зокрема розподіл угідь, типи ґрунтів, сільськогосподарська продуктивність, екологічні умови тощо, що сприяє прийняттю більш ефективних управлінських рішень у галузі землеустрою, сільського господарства, охорони навколишнього середовища та в інших суміжних сферах.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ

ТЕМАТИЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ В ЗЕМЛЕУСТРОЇ

1.1. Концепція тематичного картографування в землеустрої

Тематичне картографування посідає важливе місце в системі землеустрою, оскільки на його основі формується просторово-інформаційний базис для прийняття землевпорядних рішень. На відміну від загальногеографічних карт, тематичні карти призначені для відображення певних природних і соціально-економічних явищ, їх взаємозв'язків та динаміки. Специфіка тематичного картографування в землеустрої полягає у цілеспрямованому відображенні властивостей земельних ресурсів з метою підвищення ефективності їх використання та охорони земель [93].

Концептуально **тематичне картографування у землеустрої** можна представити як *систему дій з відображення геопросторової інформації про існуючий стан, використання та трансформацію земельних ресурсів*. Сучасний землеустрій неможливий без залучення спеціалізованих картографічних матеріалів, які водночас є інструментом дослідження, документом фіксації землевпорядних рішень та засобом їх візуалізації [59].

Визначальними **особливостями тематичного картографування в землеустрої** є [4]: *багатоплановість відображення земельних ресурсів, тісний взаємозв'язок з кадастровими системами, підвищені вимоги до точності просторової прив'язки об'єктів землеустрою, необхідність періодичного оновлення тематичних карт землеустрою для відображення динаміки змін, правова значимість картографічних матеріалів*.

Землеустрій як специфічна сфера діяльності формує власну систему тематичних карт, що еволюціонувала від елементарних планів земельних ділянок до інтегрованих геоінформаційних моделей територій. Тематичне картографування в землеустрої пройшло етапи розвитку від одношарових паперових карт до багатовимірних цифрових моделей, що відображають різноманітні аспекти земельних відносин [20].

1.2. Сутність тематичного картографування в землеустрої

Тематичне картографування в землеустрої є спеціалізованим напрямком картографії, що забезпечує просторову візуалізацію та аналіз земельних ресурсів для вирішення землевпорядних завдань. Тематичне картографування в землеустрої – процес створення карт, які відображають певні характеристики земельних ресурсів та їх використання для задоволення потреб землевпорядного проектування та землеустрою [58].

Особливість тематичного картографування в землеустрої полягає в його практичній спрямованості на прийняття управлінських рішень щодо використання та охорони земель. Тематичні карти є основним інструментом геопросторового аналізу при проведенні землеустрою, оскільки вони забезпечують наочне представлення характеристик земельних ресурсів у їх просторовому розподілі [92].

Сучасне тематичне картографування в землеустрої базується на використанні геоінформаційних технологій, які забезпечують можливість збору, зберігання, аналізу та відображення просторових даних. Застосування ГІС-технологій значно підвищує ефективність створення тематичних карт, забезпечує їх високу точність та інформативність [87].

1.3. Етапи тематичного картографування в землеустрої

Процес тематичного картографування в землеустрої є значно специфічнішим у порівнянні з загальногеографічним картографуванням. На основі аналізу методичних підходів [13] виділяють декілька ключових етапів створення тематичних карт землеустрою, зокрема визначення мети та завдань картографування, збір та систематизація вихідних даних, опрацювання і аналіз даних, проектування, розроблення змісту та дизайну карти, укладання, редагування та оформлення карти, верифікація та валідація карти.

Визначення мети та завдань картографування. На даному етапі визначається територія картографування, встановлюється призначення, тематика та функціональні особливості тематичної карти, а також масштаб, картографічна проекція та основні елементи її змісту.

Збір та систематизація вихідних даних. Даний етап передбачає формування інформаційної бази для створення тематичної карти. Джерелами даних можуть бути: результати польових топографо-геодезичних зніманих, матеріали аерофотозйомки та космічної зйомки, матеріали ґрунтових та інших тематичних обстежень, статистичні відомості про стан земельних ресурсів; існуючі картографічні матеріали; матеріали державного земельного кадастру; результати моніторингу земель тощо.

Опрацювання і аналіз даних. На даному етапі здійснюється перетворення вихідної інформації у форму, що є зручною для картографічного відображення, виконується класифікація земельних ресурсів за обраними критеріями, узагальнення вихідних даних, просторовий аналіз характеристик земель, визначаються статистичні залежності між окремими показниками.

Проектування, розроблення змісту та дизайну карти. Даний етап передбачає визначення способів картографічного зображення, розробку легенди, вибір кольорової гами та графічних засобів відображення. Загалом ефективність тематичної карти землеустрою на 60% залежить від правильності підбору способів картографічного зображення та дизайну карти [95].

Укладання, редагування та оформлення карти. На даному етапі здійснюється безпосереднє створення тематичної карти з використанням геоінформаційних технологій або традиційних методів картографування.

Верифікація та валідація карти. Даний етап передбачає перевірку відповідності створеної карти вимогам точності, повноти та достовірності відображення елементів тематичного навантаження.

Особливо важливим при створенні тематичних карт землеустрою є правильний вибір способів картографічного зображення. Основними способами картографічного зображення на тематичних картах землеустрою є: спосіб якісного фону (для відображення якісних характеристик земель), способи картограм та картодіаграм (для відображення кількісних показників), спосіб лінійних знаків (для відображення лінійних об'єктів – меж, мереж

інженерних комунікацій), спосіб значків та локалізованих діаграм (для відображення дискретних об'єктів) тощо.

1.4. ГІС-технології тематичного картографування в землеустрої

Сучасний етап розвитку тематичного картографування в землеустрої характеризується активним впровадженням геоінформаційних технологій, які докорінно змінили процес створення тематичних карт, перетворивши статичні картографічні продукти на динамічні просторові моделі [115]. Використання ГІС-технологій у тематичному картографуванні для потреб землеустрою забезпечує:

Інтеграцію даних – поєднання в єдиній системі картографічних, атрибутивних, статистичних, дистанційних даних, отриманих від різних джерел інформації для формування комплексного уявлення про територію. Інтеграційний потенціал ГІС-технологій перетворює їх на ідеальний інструмент для тематичного картографування в землеустрої, що вимагає узгодження даних, які мають різну природу та походження [56].

Автоматизацію картографування – оптимізацію трудомістких процесів генералізації, класифікації та візуалізації даних. Автоматизація процесу картографування із використанням ГІС-технологій дозволяє скоротити часові витрати на створення тематичних карт землеустрою на 60-70% порівняно з традиційними методами [74].

Мультиваріантність картографічного моделювання – здатність створювати різні варіанти тематичних карт на основі єдиної бази даних шляхом зміни параметрів візуалізації, класифікації, генералізації. Такий підхід особливо цінний при розробці проектів землеустрою за умови наявності декількох альтернативних варіантів землевпорядних рішень.

Можливість просторового аналізу – здатність проводити операції накладання шарів, буферизації, мережевого аналізу та інших видів просторового аналізу для виявлення закономірностей та взаємозв'язків між характеристиками земельних ресурсів.

Оперативність оновлення картографічної інформації – здатність підтримувати актуальність тематичних карт відповідно до змін у стані та використанні земельних ресурсів.

Аналіз сучасної практики тематичного картографування в землеустрої, засвідчує домінування наступних програмних продуктів: *ArcGIS (ESRI)* – для комплексного землевпорядного картографування на регіональному та державному рівнях, *MapInfo Professional* – для кадастрового картографування, *QGIS* – для створення середньомасштабних тематичних карт, *Digitalis* – для створення крупномасштабних тематичних карт землеустрою та кадастру, *AutoCAD* – для створення проектів землеустрою. Важливим трендом у розвитку геоінформаційних технологій тематичного картографування для землеустрою є інтеграція з веб-технологіями та мобільними платформами. Перенесення тематичних карт землеустрою в онлайн-середовище підвищує їх доступність для кінцевих користувачів та створює нові можливості для інтерактивної взаємодії з картографічною інформацією [116].

1.5. Сучасні тенденції тематичного картографування в землеустрої

Аналіз світових тенденцій розвитку картографії та землеустрою дозволяє визначити перспективні напрями розвитку тематичного картографування для вирішення землевпорядних завдань. На основі досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців [104; 114; 117] можна виділити наступні інноваційні тренди:

Тривимірне картографування земельних ресурсів – розробка 3D-моделей території для забезпечення більш реалістичного відображення геопросторової інформації, створення об'ємних моделей території для відображення не лише планових характеристик земельних ділянок, а й особливостей рельєфу, вертикальної структури ґрунтового покриву, просторового розташування інженерних комунікацій, що є особливо важливим при плануванні використання земель в умовах складного рельєфу. Застосування 3D-візуалізації дозволяє підвищити наочність представлення інформації та покращити просторове сприйняття території. Тривимірні

тематичні карти забезпечують якісно новий рівень сприйняття території, що особливо важливо при проектуванні складних інженерних об'єктів та моделюванні ерозійних процесів [117].

Застосування технологій доповненої та віртуальної реальності – створення інтерактивних картографічних інтерфейсів, що дозволяють користувачу «заглиблюватися» в картографічне середовище та взаємодіяти з просторовими об'єктами землеустрою, побудова тематичних карт з можливістю взаємодії користувача з картографічною інформацією, що підвищує їх інформативність та зручність використання. Такі технології особливо перспективні під час громадських обговорень проектів землеустрою та презентації планувальних рішень.

Розвиток аналітичного картографування – створення тематичних карт, що відображають не лише фактичний стан земельних ресурсів, а й результати їх просторового аналізу та моделювання. Аналітичні карти повинні стати основним інструментом обґрунтування землевпорядних рішень, забезпечуючи наукову достовірність та об'єктивність прийняття рішень [104].

Персоналізоване картографування – створення тематичних карт з урахуванням індивідуальних запитів конкретного користувача, що особливо актуально в умовах диверсифікації землекористування та ускладнення земельних відносин. Підлаштування змісту та дизайну тематичних карт до специфічних вимог різних категорій землекористувачів підвищує ефективність використання картографічної інформації на 25-30% [75].

Впровадження технологій штучного інтелекту – застосування алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту для автоматизованої класифікації земельних ресурсів, виявлення змін у землекористуванні, прогнозування і моделювання деградаційних процесів, автоматизованого дешифрування знімків та створення тематичних карт. Використання нейромережових алгоритмів дозволяє підвищити точність класифікації земельних угідь на тематичних картах до 90-95% порівняно з 70-75% при традиційних підходах [19].

Інтеграція з технологіями дистанційного зондування Землі – використання даних аерокосмічної зйомки високої роздільної здатності для оперативного моніторингу стану земельних ресурсів та створення актуальних тематичних карт. Інтеграція даних дистанційного зондування з традиційними картографічними матеріалами підвищує достовірність тематичних карт землеустрою на 30-40% і забезпечує можливість виявлення несанкціонованих змін та порушень структури землекористувань [114].

Інтеграція з геопорталами – забезпечення доступу до тематичних карт землеустрою через веб-інтерфейси та інтерактивні багатоцільові геопортали. У цьому аспекті створення національної інфраструктури геопросторових даних сприяє підвищенню доступності тематичних карт для фахівців з землеустрою та широкого кола користувачів.

Інтеграція з іншими інформаційними системами – забезпечення взаємодії картографічних систем з іншими інформаційними системами в галузі землеустрою, а також уніфікація національних систем картографування приведення їх у відповідність до міжнародних стандартів, що значно підвищує ефективність управління земельними ресурсами.

Впровадження зазначених інноваційних напрямів у практику тематичного картографування для потреб землеустрою створює передумови для формування нової парадигми землевпорядної діяльності, зорієнтованої на комплексне просторове моделювання території та прийняття науково обґрунтованих управлінських рішень.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ

СТВОРЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ ЗЕМЛЕУСТРОЮ

Тематичні карти землеустрою – спеціалізовані карти, що відображають різні аспекти використання та управління земельними ресурсами. Вони є важливим інструментом планування, організації та контролю, що дає змогу землевпорядникам, державним органам, землевласникам та землекористувачам на їх основі приймати обґрунтовані рішення щодо використання та управління земельними ресурсами.

Тематичні карти землеустрою створюють для *розробки проектів землеустрою, вирішення задач планування та організації використання земель сільськогосподарського призначення, проведення кадастрових робіт, моніторингу стану земель, оцінки земель, прийняття управлінських рішень у сфері земельних відносин з метою планування раціонального використання та охорони земель, ефективного проектування землевпорядних заходів, оподаткування земель, оцінки земельних ресурсів, моніторингу і прогнозування змін стану земель, прийняття управлінських рішень у галузі землеустрою, проведення землевпорядних експертиз, розробки стратегій розвитку територій та вирішення земельних спорів.*

2.1. Функції тематичних карт землеустрою

Тематичні карти є фундаментальним інструментом сучасного землеустрою, оскільки забезпечують просторове представлення спеціалізованої інформації про земельні ресурси та їх характеристики. Вони є не лише візуальним доповненням, а повноцінною інформаційною основою для прийняття землевпорядних рішень. Тематичні карти землеустрою виконують декілька критично важливих функцій: *інформаційно-аналітичну, планувальну, моніторингову і нормативно-правову.*

Інформаційно-аналітична функція. Тематичні карти землеустрою забезпечують можливість наочного відображення стану земельних ресурсів, їх використання, розподілу за категоріями, якісні характеристики тощо.

Планувальна функція. Тематичні карти землеустрою забезпечують моделювання території для подальшого її просторового планування, а також оптимізації землевпорядних рішень.

Моніторингова функція. Тематичні карти землеустрою забезпечують відстеження динаміки змін земельного фонду, інтенсивності ерозійних процесів, трансформації угідь тощо.

Нормативно-правова функція. Тематичні карти землеустрою використовують як картографічну основу документації із землеустрою, що має юридичну силу.

2.2. Методи та технології створення тематичних карт землеустрою

Основними технологіями створення тематичних карт у землеустрої є:

Геоінформаційне картографування – використання ГІС-програм для створення тематичних карт на основі геопросторових баз даних, що забезпечує інтеграцію різних джерел даних та можливість їх аналізу.

Дистанційне зондування Землі – використання матеріалів аерофотозйомки та космічних знімків для отримання актуальної інформації про стан земельних ресурсів. Матеріали ДЗЗ забезпечують оперативність та об'єктивність інформації про земельні ресурси, що є важливою передумовою ефективного тематичного картографування [45].

Топографо-геодезичне знімання – проведення високоточних планово-висотних інструментальних знімань місцевості для отримання інформації про об'єкти картографування.

Автоматизоване дешифрування – використання алгоритмів комп'ютерного аналізу знімків для виділення об'єктів картографування.

Web-картографування – створення інтерактивних тематичних карт у мережі Internet, що забезпечує їх широке використання в землеустрої.

2.3. Типологія та класифікація тематичних карт землеустрою

Варіативність тематичних карт землеустрою зумовлена передусім складністю об'єкта картографування та множинністю завдань, які вирішуються у процесі землевпорядної діяльності. Аналіз наукових джерел

[23; 55; 99] дозволяє запропонувати наступну типологію тематичних карт землеустрою за їх функціональним призначенням.

Інвентаризаційні карти. *Карти відображають існуючий стан земельних ресурсів, їх фактичне використання, розподіл за категоріями земель, угіддями тощо. Загалом такі карти становлять близько 35% від загального обсягу картографічних матеріалів, що використовуються в землеустрої [23].*

Оціночні карти. *На картах відображають характеристики земель за ознаками їх продуктивності, вартості, придатності для різних видів використання. До таких карт відносять: карти бонітування ґрунтів, карти економічної оцінки земель, карти нормативної грошової оцінки земель, карти агропромислових груп ґрунтів.*

Прогнозно-планувальні карти. *Карти моделюють перспективний стан земельних ресурсів, заплановані заходи із землеустрою. До таких карт відносять: карти перспективного використання земель, карти перерозподілу земель, карти трансформації угідь, карти протиерозійної організації території.*

Правові карти. *На картах відображають юридичний статус земель, наявність обмежень та обтяжень. До таких карт відносять: карти права власності на землю, карти обмежень землекористування, карти земельних сервітутів, карти правового режиму використання земель.*

Екологічні карти. *Карти характеризують стан земельних ресурсів з екологічної точки зору. До таких карт відносять: карти деградації земель, карти забруднення ґрунтів, карти агроекологічної придатності, карти екологічної мережі.*

Кожен із зазначених типів карт може створюватися для різних територіальних рівнів – від окремої земельної ділянки до території держави. Специфіка тематичного картографування в землеустрої полягає в необхідності поєднувати різні масштабні рівні та різну тематичну спрямованість для формування комплексного уявлення про територію [55].

Тематичні карти землеустрою класифікують за різними ознаками, зокрема за змістом, призначенням та способом створення.

Карти функціонального зонування відображають поділ території на функціональні зони (житлові, промислові, рекреаційні тощо) і використовуються для планування розвитку населених пунктів та територій. У межах цієї категорії виділяють **карти земель, що підлягають відведенню під інфраструктурні об'єкти**, на яких відображають земельні ділянки, що можуть бути використані для будівництва доріг, житлових комплексів, підприємств тощо.

Карти кадастрового поділу (землеволодінь та землекористувань) відображають межі земельних ділянок, їх кадастрові номери та площі їх власників та користувачів, а також містять інформацію про правовий статус земель і використовуються при веденні державного земельного кадастру.

Карти агрокліматичного зонування характеризують сприятливість кліматичних умови для ведення сільськогосподарського виробництва, зокрема для вирощування різних культур.

Карти обмежень та обтяжень відображають наявність обмежень у використанні земель (охоронні зони, санітарно-захисні зони тощо) і використовуються для забезпечення дотримання чинного законодавства та захисту навколишнього середовища.

Карти нормативної грошової оцінки земель відображають вартість земель, визначену на основі їх місцезнаходження та продуктивності і використовуються для встановлення тарифної ставки оподаткування земель та визначення розміру орендної плати за землекористування.

Карти землевпорядного проектування відображають результати виконаних землевпорядних робіт щодо формування нових земельних ділянок, зміни цільового призначення земель тощо і використовуються для реалізації проектів землеустрою.

Карти природних ресурсів відображають розміщення покладів корисних копалин, лісових і водних ресурсів, природоохоронних територій та інших природних об'єктів.

Карти ґрунтів (ґрунтового покриття) відображають типізацію ґрунтів, їх властивості, родючість і використовуються для планування сільськогосподарського виробництва та охорони ґрунтів. У межах цієї категорії виділяють карти агровиробничих груп ґрунтів і бонітування ґрунтів.

Карти агровиробничих груп ґрунтів відображають об'єднання ґрунтів у групи за їх придатністю для вирощування певних сільськогосподарських культур і використовуються для оптимізації розміщення і функціонування сільськогосподарського виробництва.

Карти бонітування ґрунтів відображають якісну оцінку ґрунтів за їх продуктивністю і використовуються для визначення вартості земель та планування сільськогосподарського виробництва.

Карти гідрологічного стану земель відображають міру забезпеченості території водними ресурсами, наявність водотоків, водозборів, рівень ґрунтових вод та їх вплив на використання земель.

Карти меліоративного стану земель відображають стан меліорованих (осушених або зрошуваних) земель і використовуються для планування заходів щодо підтримання їх існуючому стані у або їх поліпшення.

Карти екологічного стану земель оцінюють екологічну ситуацію на території, зокрема рівень забрудненості, міру прояву дефляційних, водно-ерозійних і деградаційних процесів у ґрунтах тощо.

Карти ризиків та небезпек відображають території, які схильні до різноманітних природних чи антропогенних небезпек (паводки, землетруси тощо). В межах цієї категорії окремо виділяють **карти ерозійної небезпеки**, що відображають території з високим ризиком прояву ерозійно-небезпечних процесів і використовуються для планування заходів щодо захисту ґрунтів від ерозії.

За призначенням тематичні карти землеустрою поділяються на *карти для моніторингу стану земель, карти для оцінки земель, карти для планування використання земель і карти для кадастрових робіт, а за способом створення – на аналогові та цифрові.*

2.4. Напрямки використання тематичних карт землеустрою

Тематичні карти є одним із ключових інструментів у землеустрої, що забезпечує землевпорядника геопросторовою інформацією для прийняття ним обґрунтованих рішень щодо використання та охорони земельних ресурсів. Загалом виділяють наступні основні напрямки застосування тематичних карт у землеустрої: *планування використання земель, організація території сільськогосподарських підприємств, землевпорядне проектування, оцінка земель, охорона земель та екологічний моніторинг, управління земельними ресурсами, ведення земельного кадастру, територіальне планування та містобудування, моніторинг земель, вирішення земельних спорів та конфліктів, інвестиційна діяльність у сфері землекористування.*

Планування використання земель. Тематичні карти покладені в основу розробки схем землеустрою та техніко-економічних обґрунтувань використання земель. Карти землекористування забезпечують просторову основу для планування раціонального використання земель на різних рівнях організації територій [92]. Основними тематичними картами, що використовуються при плануванні використання земель, є: *карти існуючого використання земель, карти перспективного використання земель, карти планувальних обмежень, карти земельно-ресурсного потенціалу.* Дані карти дозволяють провести комплексний аналіз території та сформувати оптимальну структуру землекористування з урахуванням природних, соціально-економічних та екологічних чинників. Використання таких карт у плануванні забезпечує науково обґрунтований підхід до розподілу земельних ресурсів між галузями економіки та підвищує ефективність їх використання [58].

Організація території сільськогосподарських підприємств. При організації території сільськогосподарських підприємств, розробці проектів

внутрішньогосподарського землеустрою, організації сівозмін, розміщенні виробничих центрів та інфраструктури, організації угідь та систем захисту ґрунтів від ерозії використовуються: ґрунтові карти, карти крутизни схилів, карти агровиробничих груп ґрунтів, карти еродованості земель, карти меліоративного стану земель. Такі карти забезпечують диференційований підхід до використання земель з урахуванням їх якісних характеристик, що є основою для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва [54]. Організація території на основі тематичних карт дозволяє максимально врахувати особливості ландшафту, ґрунтового покриву та рельєфу, забезпечуючи раціональне використання земель.

Землевпорядне проектування. У процесі землевпорядного проектування на всіх етапах розробки проекту: при підготовчих роботах (для аналізу вихідних даних), при розробці проектних рішень (для обґрунтування варіантів проекту) і при оформленні проекту (для відображення проектних рішень) використовуються тематичні карти землеустрою, які є невід'ємною складовою землевпорядної документації, забезпечуючи просторову прив'язку проектних рішень та їх наочне відображення [3]. При землевпорядному проектуванні використовуються наступні види тематичних карт: *кадастрові плани та карти, карти існуючого використання земель, карти трансформації угідь, карти організації території, карти розміщення меж земельних ділянок, карти проектних інженерних заходів*. Якість виконання робіт із землевпорядного проектування безпосередньо залежить від повноти та достовірності картографічної інформації, що використовується при розробці проекту [86].

Оцінка земель. При проведенні різних видів оцінки земель, зокрема бонітуванні ґрунтів, економічній оцінці земель, нормативній грошовій оцінці земель, експертній грошовій оцінці земельних ділянок створюються відповідні види тематичних карт: *карти бонітування ґрунтів, карти економічної оцінки земель, карти нормативної грошової оцінки земель, карти зонування території за рівнем цін на землю*. Такі тематичні карти

забезпечують просторову диференціацію оціночних показників, що є основою для справедливого оподаткування та встановлення розміру орендної плати за землю [24]. Карти оцінки земель дозволяють візуалізувати розподіл вартості земель по території, виявляти зони з різним рівнем інвестиційної привабливості та обґрунтовувати розмір земельних платежів.

Охорона земель та екологічний моніторинг. При плануванні заходів з охорони земель та проведенні екологічного моніторингу широко використовуються наступні тематичні карти: *карти еродованості земель, карти забруднення ґрунтів, карти деградаційних процесів, карти ґрунтозахисних заходів, карти екологічної стійкості ландшафтів*. Такі тематичні карти дозволяють оцінити просторовий розподіл деградаційних процесів та спланувати диференційовані заходи з охорони земель з урахуванням особливостей кожної ділянки території [9]. Тематичні карти екологічного спрямування використовуються для *виявлення ареалів поширення деградаційних процесів, моніторингу стану земельних ресурсів, прогнозування розвитку негативних процесів, планування ґрунтозахисних заходів, оцінки ефективності заходів з охорони земель*. Впровадження ГІС-технологій у процес створення екологічних карт значно підвищує ефективність моніторингу земель та забезпечує можливість оперативного реагування на негативні зміни у стані земельних ресурсів [87].

Управління земельними ресурсами. У системі управління земельними ресурсами на різних ієрархічних рівнях від локального до загальнодержавного важливим інструментом підтримки прийняття рішень є наступні види тематичних карт: *карти адміністративно-територіального поділу, карти розподілу земель за категоріями та формами власності, карти якісного стану земель, карти інвестиційної привабливості земель, карти містобудівної цінності території*. Такі тематичні карти забезпечують просторову основу для прийняття управлінських рішень щодо використання та охорони земель, підвищуючи їх обґрунтованість та ефективність [69].

Ведення земельного кадастру. Тематичні карти є невід'ємною складовою Державного земельного кадастру. Основними тематичними картами, що використовуються при веденні земельного кадастру, є: *кадастрові карти (плани), карти адміністративно-територіального устрою, карти категорій земель за цільовим призначенням, карти обмежень у використанні земель, карти якісного стану земель.* Кадастрові карти є основою для реєстрації земельних ділянок, обліку кількості та якості земель, забезпечуючи просторову прив'язку кадастрової інформації [45]. Тематичні карти в системі земельного кадастру слугують для відображення правового статусу земельних ділянок, їх цільового призначення, форм власності, обмежень у використанні та якісного стану.

Територіальне планування та містобудування. При розробці містобудівної документації широко використовуються наступні види тематичних карт: *генеральні плани населених пунктів, плани зонування території, детальні плани території, схеми планування територій різного рівня.* Основними тематичними картами, що використовуються в територіальному плануванні, є: *карти функціонального зонування, карти містобудівних обмежень, карти інженерно-транспортної інфраструктури, карти історико-культурного потенціалу, карти рекреаційного потенціалу.* Такі тематичні карти в територіальному плануванні забезпечують просторову координацію різних видів господарської діяльності, що є основою для сталого розвитку території [76].

Моніторинг земель. При проведенні моніторингу земель, що включає спостереження за станом земель, виявлення змін та їх оцінку, прогнозування розвитку процесів, розробку рекомендацій щодо запобігання негативним процесам важливим інструментом є наступні тематичні карти: *карти динаміки земельного фонду, карти динаміки якісного стану земель, карти розвитку деградаційних процесів, карти ефективності використання земель.* Використання ГІС-технологій при створенні карт моніторингу земель

забезпечує можливість оперативного аналізу змін стану земельних ресурсів та прийняття своєчасних рішень щодо запобігання їх деградації [21].

Вирішення земельних спорів та конфліктів. При вирішенні земельних спорів та конфліктів тематичні карти надають об'єктивну просторову інформацію про межі земельних ділянок, правовий статус земель, обмеження у використанні земель, якісний стан земель та історію землекористування. Вони є важливим доказовим матеріалом, забезпечуючи візуалізацію просторових аспектів конфлікту та об'єктивну основу для його врегулювання [33].

Інвестиційна діяльність у сфері землекористування. В інвестиційній діяльності при виборі ділянок для реалізації інвестиційних проектів, оцінці інвестиційної привабливості території, плануванні інвестицій у розвиток інфраструктури, оцінці ризиків інвестиційних проектів широко використовуються наступні тематичні карти: карти інвестиційної привабливості земель, карти вартості земель, карти містобудівного потенціалу території, карти інфраструктурного забезпечення, карти ризиків (зсувних, сейсмічних, паводкових тощо). Такі тематичні карти забезпечують просторовий аналіз інвестиційного потенціалу території, що є основою для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень [59].

Тематичні карти відіграють виключно важливе значення при вирішенні завдань оптимізації використання земельних ресурсів, розробці схем землеустрою адміністративних одиниць, проектуванні сівозмін та систем землеробства, виявленні проблемних земель та планування меліоративних заходів, обґрунтуванні рішень щодо зміни цільового призначення земель, формування екологічної мережі та заповідних територій, проведенні землеоціночних робіт.

Сучасне тематичне картографування в землеустрої неможливо уявити без використання ГІС-технологій, які дозволяють інтегрувати дані з різних джерел (наземних польових, моніторингових спостережень, дистанційного зондування, статистичних матеріалів), виконувати просторовий аналіз та

модельовання, створювати мультишарові інтерактивні тематичні карти землеустрою, автоматизувати процеси їх оновлення, забезпечувати доступ до картографічної інформації через веб-технології. Найпоширенішими і найпопулярнішими у середовищі вітчизняних користувачів програмними ГІС-продуктами для створення тематичних карт землеустрою є система автоматизованого проектування AutoCAD, настільна ГІС тематичного картографування MapInfo Pro і ГІС з відкритим кодом QGIS.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ

ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

СТВОРЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ КАРТ ЗЕМЛЕУСТРОЮ

3.1. Система автоматизованого проектування AutoCAD

3.1.1. Історія створення та розвиток AutoCAD

AutoCAD (Computer-Aided Design) є однією з найпоширеніших систем автоматизованого проектування (САПР), яка знайшла широке застосування в різних галузях науки і техніки, зокрема у геодезії та землеустрої. Програма була створена американською компанією Autodesk, Inc. у 1982 році групою розробників під керівництвом Джона Вокера та Майка Рідла [1].

Перша версія AutoCAD була випущена в грудні 1982 року і стала однією з перших комерційних САПР для персональних комп'ютерів [6]. Програма швидко завоювала популярність завдяки своїй доступності та потужному функціоналу, що дозволяв створювати точні технічні креслення.

В Україні AutoCAD почав використовуватися з початку 1990-х років у зв'язку з необхідністю модернізації землевпорядного виробництва та впровадження цифрових технологій [11]. Особливо активно програма почала застосовуватися після прийняття Земельного кодексу України у 2001 році, коли виникла потреба в створенні великої кількості технічної документації з землеустрою [15].

За більш ніж 40 років свого існування AutoCAD пройшов шлях від простої системи двовимірного креслення до потужного програмного комплексу, що підтримує тривимірне моделювання, роботу з хмарними технологіями та інтеграцію з іншими спеціалізованими програмними продуктами [18].

3.1.2. Функціональні можливості AutoCAD

AutoCAD має розширений набір функціональних можливостей, що визначає його як універсальний інструмент для забезпечення різноманітних видів проектної діяльності, зокрема і у сфері землеустрою.

Системи координат. AutoCAD здійснює підтримку багатьох систем координат, зокрема географічної, декартової та полярної, що є виключно важливим при виконанні землевпорядних робіт [37]. При цьому програма забезпечує точність координування до 16 знаку після коми, що відповідає найвищим вимогам геодезичних обчислень [30].

Інструменти креслення. Програма забезпечує побудову основних геометричних примітивів: точок, ліній, дуг, кіл, еліпсів, багатокутників, сплайнів та інших складних кривих [34]. Особливо важливою для землеустрою є можливість створення поліліній, які дозволяють будувати замкнені контури земельних ділянок [36].

Інструменти редагування. Система редагування включає функції копіювання, переміщення, обертання, масштабування, дзеркального відображення, подовження, обрізання та з'єднання об'єктів [47]. Дані інструменти дозволяють ефективно корегувати креслення відповідно до змін у проектних рішеннях.

Інструменти маркування. AutoCAD надає потужні засоби для відображення розмірів, створення написів, підписів, зносок та інших ремарок [72]. Програма підтримує автоматичне масштабування ремарок залежно від масштабу креслення.

Інструменти аналізу. Програма включає функції для розрахунку площ, периметрів, об'ємів, центрів мас та інших геометричних характеристик [77], які є особливо важливими при виконанні землевпорядних обчислень.

Пошарове представлення. Однією з найважливіших функцій AutoCAD для організації складних креслень є система шарів [49], кожен з яких має індивідуальні властивості: колір, тип лінії, товщину, прозорість та видимість, що дозволяє структурувати інформацію на кресленні та керувати її відображенням.

Блоки та атрибути. Система блоків дозволяє створювати бібліотеки стандартних елементів, що можуть використовуватись багаторазово [64].

Атрибути блоків забезпечують можливість додавання та автоматичного оновлення текстової інформації.

3.1.3. Напрямки використання AutoCAD у землеустрої

У сфері землеустрою AutoCAD використовується для вирішення широкого кола завдань, пов'язаних з підготовкою технічної документації та обробкою геопросторових даних. AutoCAD є потужною та універсальною системою автоматизованого проектування, яка повсюдно використовується у землевпорядній галузі України. Програма забезпечує високу точність геометричних побудов, має розширені можливості для створення технічної документації та різноманітних тематичних карт землеустрою.

Створення проектів землеустрою. AutoCAD є основним інструментом розробки проектів землеустрою територій, зокрема генеральних планів населених пунктів, схем землеустрою адміністративно-територіальних одиниць, проектів землеустрою щодо відведення земельних ділянок [83]. Програма дозволяє створювати всі необхідні графічні матеріали відповідно до вимог державних стандартів України.

Створення кадастрових планів. Програма широко використовується при побудові кадастрових планів земельних ділянок, що є основою державної реєстрації прав на нерухоме майно [88]. AutoCAD дозволяє точно відображати межі земельних ділянок, будівлі, споруди і інші об'єкти нерухомості (рис. 3.1)

Проектування сільськогосподарських угідь. AutoCAD застосовується при розробці проектів упорядкування сільськогосподарських угідь, зокрема організації сівозмін, розміщення польових доріг, лісосмуг та інших елементів агроландшафту [102].

Проектування меліоративних систем. Програма використовується при проектуванні зрошувальних та осушувальних систем, зокрема розміщення каналів, дренажу, насосних станцій та іншої меліоративної інфраструктури.

Розрахунок земельних балансів. Застосування інструментів аналізу AutoCAD дозволяє автоматично розраховувати площі земель різних категорій, що є обов'язковим при складанні земельних балансів та експлікацій [100].

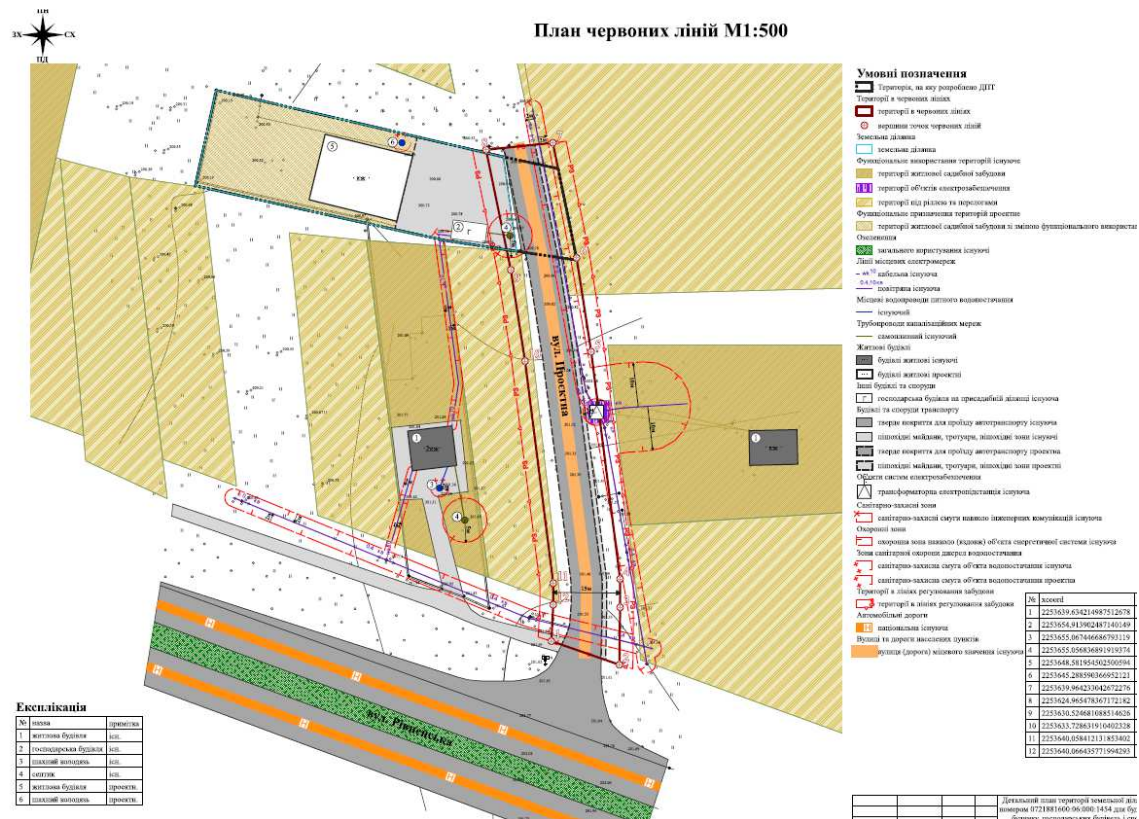
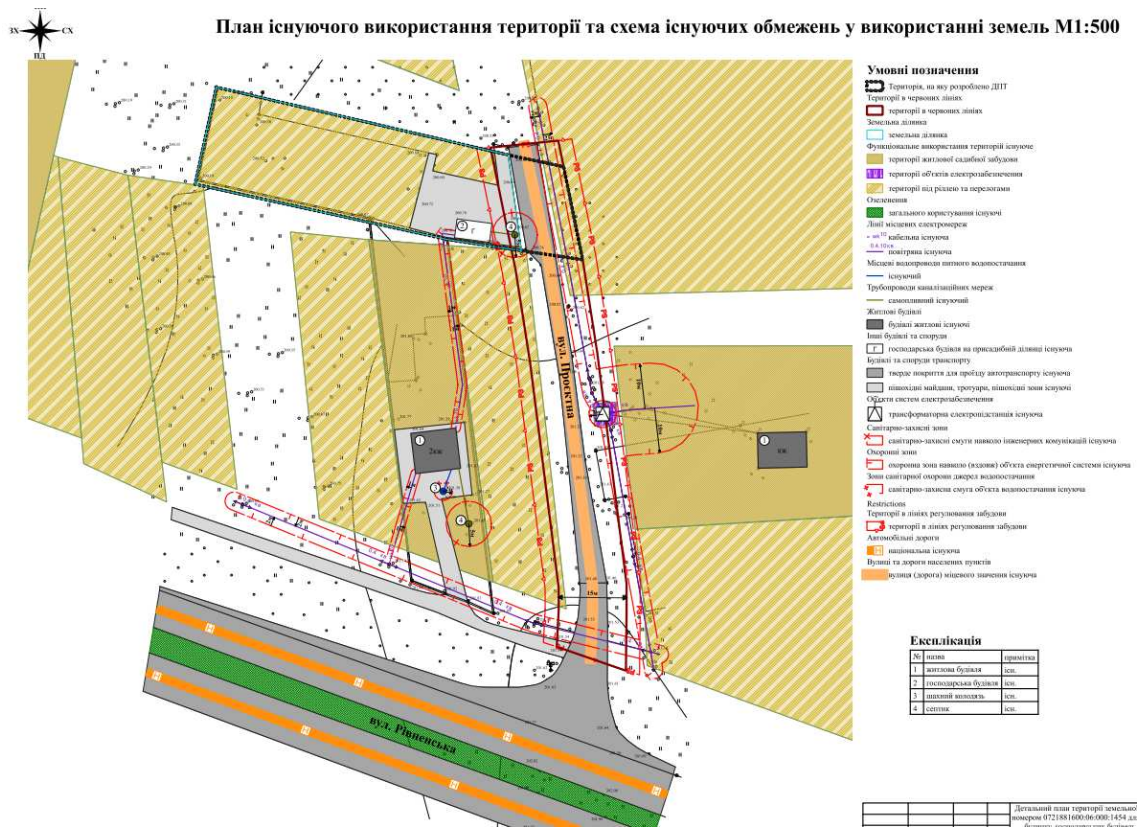


Рис. 3.1. Використання системи автоматизованого проектування AutoCAD при створенні серії тематичних кадастрових планів

Опрацювання геодезичних даних. Важливою функцією є можливість імпортування даних від геодезичних приладів: електронних тахеометрів,

GPS/GNSS-приймачів, лазерних сканерів [85]. AutoCAD підтримує різні формати геодезичних даних, що дозволяє інтегрувати результати польових вимірювань і графічно представляти їх у вигляді картографічної складової проектної документації.

3.1.4. Види тематичних карт землеустрою в AutoCAD

AutoCAD надає широкі можливості для створення різних видів тематичних карт, які використовуються в практиці землевпорядного виробництва для відображення специфічної інформації про існуючий стан та перспективи використання земельних ресурсів.

Карти категорій земель. Карти відображають розподіл земельного фонду за основними категоріями земель згідно з Земельним кодексом України: землі сільськогосподарського призначення (рис. 3.2), населених пунктів, промисловості, природно-заповідного фонду тощо [106]. Кожна категорія земель виділяється окремим фоном або штрихуванням на відповідному тематичному шарі AutoCAD.

Карти угідь. Карти деталізують структуру земельних угідь в межах кожної категорії земель [107]. На картах угідь відображаються рілля, багаторічні насадження, природні кормові угіддя, лісовкриті та водовкриті території, забудовані землі, шляхи сполучення, порушені землі та інші види угідь. Створення таких карт в AutoCAD базується на використанні різних типів фонових заповнень та умовних позначень для кожного виду угідь.

Карти якості ґрунтів. Карти відображають якісні характеристики сільськогосподарських земель, зокрема бонітет ґрунтів, їх родючість, міра еродованості тощо [110]. В AutoCAD такі карти створюють використанням градієнтних заливок або кольорних схем для відображення класів якості ґрунтів.

Еколого-геохімічні карти. Карты відображають стан забруднення земель важкими металами, пестицидами, радіонуклідами та іншими шкідливими речовинами [111]. Створення таких карт в AutoCAD передбачає ізолінійне представлення розподілу концентрацій забруднювачів або зональне картографування з відповідним кольорним кодуванням.

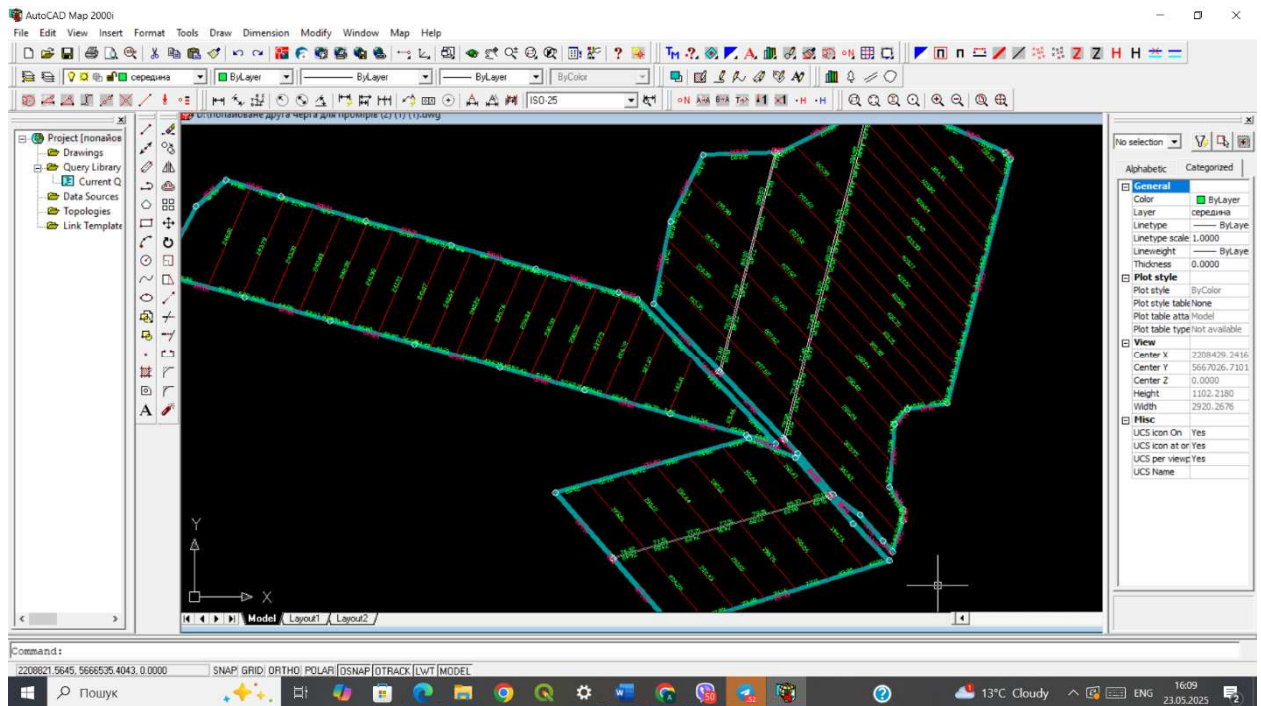


Рис. 3.2. Використання системи автоматизованого проектування AutoCAD при створенні тематичної карти земельних паїв

Карти ерозійних процесів. Карти відображають розповсюдження та інтенсивність ерозійних процесів на сільськогосподарських землях [112]. В AutoCAD такі карти створюють використанням спеціальних штрихувань та умовних позначень для земель різного типу і ступеня еродованості.

Карти меліоративного стану земель. Карты відображають стан зрошуваних та осушуваних земель, зокрема показники засолення, заболочування, технічний стан меліоративних систем [7]. Їх створюють шляхом поєднання кольорового кодування та спеціальних символів.

Карты земельних конфліктів. Карты відображають території з юридично неврегульованими питаннями землекористування: самозахоплення земель, порушення цільового призначення, земельні спори [10]. В AutoCAD такі карти створюють використанням спеціальних позначень та виділенням ареалів проблемних ділянок.

Карты трансформації земель. Карты відображають зміни у структурі землекористування за певний період часу [16]. Створення таких карт передбачає порівняння різночасових даних та відображення змін за допомогою спеціальних графічних засобів (рис. 3.3).

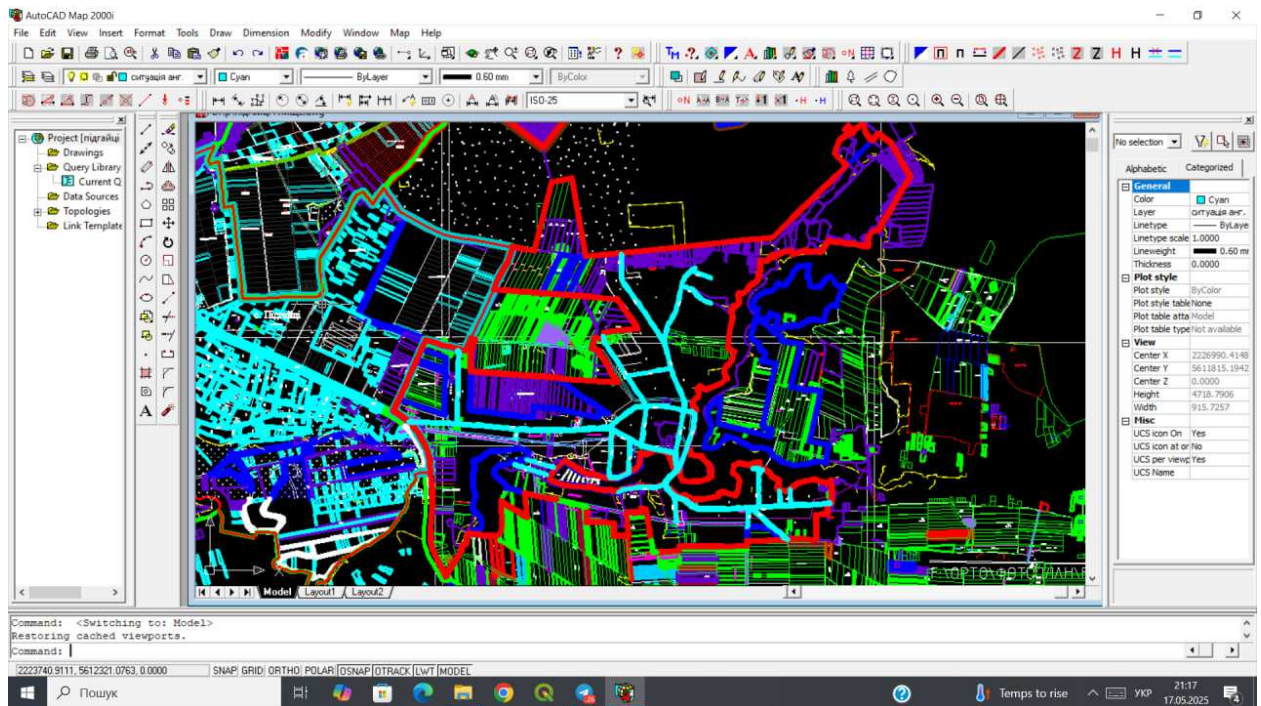


Рис. 3.3. Використання системи автоматизованого проектування AutoCAD при створенні тематичної карти трансформації земель

Карти ринкової вартості земель. Карти відображають просторову диференціацію вартості земельних ділянок різного функціонального призначення [22]. В AutoCAD такі карти створюються з використанням градієнтних заливок або ізоліній вартості.

Карти обмежень і обтяжень у використанні земель. Відображають території з особливими режимами землекористування: охоронні зони, зони санітарної охорони, прибережні захисні смуги тощо [41]. Дані карти створюють використанням спеціальних штрихувань та умовних позначень для кожного типу обмежень і обтяжень.

3.1.5. Переваги використання AutoCAD у землеустрої

Основними перевагами використання програмного продукту AutoCAD у землеустрої є висока точність нанесення геопросторової інформації, універсальність, можливість стандартизації процедур, потужні інструменти візуалізації та автоматизації виробничих процесів, що забезпечує побудову повного спектру тематичних карт землеустрою: від базових карт категорій

земель до складних еколого-геохімічних та економічних карт, тому програма є достатньо популярною у землевпорядній галузі.

Висока точність. AutoCAD забезпечує точність геометричних побудов та їх координатної прив'язки до 16 знаків після коми, що відповідає найвищим вимогам до виконання геодезичних і землевпорядних робіт [52] і є особливо важливим при створенні кадастрових планів та високоточного визначення меж земельних ділянок.

Універсальність та гнучкість. Програма може використовуватися для вирішення широкого спектру завдань: від створення простих схем до складних багатошарових карт [61]. AutoCAD легко адаптується до специфічних вимог землевпорядних проектів завдяки можливості відповідного налаштування інтерфейсу та створення власних інструментів.

Стандартизація відображення та уніфікація оформлення. AutoCAD підтримує міжнародні стандарти креслення (ISO) та може бути налаштований відповідно до державних стандартів України, що забезпечує уніфікацію оформлення технічної документації та полегшує обмін даними між різними організаціями.

Можливість інтеграції. Програма підтримує широкий спектр форматів файлів та має можливості для інтеграції з геоінформаційними системами, базами даних, системами управління проектами, що дозволяє створювати комплексні технологічні рішення для землевпорядного виробництва.

Потужні інструменти візуалізації. AutoCAD містить різноманітні засоби для створення якісних графічних матеріалів: різноманітні типи ліній, заливок, штрихувань, градієнтів тощо, що дозволяє створювати наочні та інформативні картографічні матеріали.

Автоматизація рутинних операцій. Програма підтримує створення макросів, скриптів та власних команд, що значно підвищує продуктивність роботи. Досвідчені користувачі можуть автоматизувати рутинні операції та підвищити ефективність роботи у 2-3 рази.

Розвинена система допомоги та навчання. AutoCAD містить докладну документацію, оснащена системою контекстної допомоги та достатньою кількістю навчальних матеріалів, що значно полегшує процес освоєння програми та підвищення кваліфікації користувачів.

Можливість спільної роботи. Сучасні версії AutoCAD підтримують хмарні технології та спільну мережеву роботу декількох користувачів над одним проектом, що є особливо важливим для великих землепорядних проектів, що виконуються командою фахівців.

3.1.6. Недоліки використання AutoCAD у землеустрої

Попри численні переваги, використання AutoCAD у землеустрої має певні недоліки та обмеження, які необхідно враховувати при виборі програмного забезпечення, зокрема високу вартість ліцензування, складність освоєння, високі системні вимоги, обмежені можливості просторового аналізу тощо.

Висока вартість ліцензування. Ліцензійна версія AutoCAD є достатньо вартісною, що створює серйозні перешкоди для невеликих землепорядних організацій та приватних підприємців. Крім цього, додаткові фінансові витрати створює необхідність регулярного оновлення версій програми.

Складність освоєння. AutoCAD є складною професійною програмою, що вимагає тривалого періоду навчання (від 3 до 6 місяців для освоєння базових функцій) та практики для ефективного використання (до одного року для досягнення професійного рівня).

Підвищені системні вимоги. Сучасні версії AutoCAD потребують потужного апаратного забезпечення, зокрема швидкий і потужний процесор, значні об'єми оперативної пам'яті та продуктивну відеокарту, що вимагає додаткових інвестицій в оновлення комп'ютерної техніки.

Обмежені можливості просторового аналізу. Незважаючи на те, що AutoCAD може працювати з геопросторовими даними, він не є повноцінною геоінформаційною системою і має обмежені можливості для складного просторового аналізу, моделювання та роботи з атрибутивними базами даних.

Відсутність спеціалізованих функцій для землеустрою. AutoCAD є універсальною САПР і не містить спеціалізованих функцій для землеустрою, зокрема для автоматичного створення експлікацій земель, розрахунку економічних показників, генерації стандартних форм звітності.

Складність роботи з обширними масивами даних. При роботі з великими та складними кресленнями AutoCAD може працювати повільно, особливо на комп'ютерах низької потужності, що суттєво знижує продуктивність роботи над масштабними землевпорядними проектами.

Обмежена підтримка растрових даних. AutoCAD має базові можливості для роботи з растровими зображеннями, але не може повноцінно замінити спеціалізоване програмне забезпечення для обробки аерофотознімків та супутникових зображень.

Проблеми сумісності версій. Різні версії AutoCAD можуть мати проблеми сумісності форматів файлів, що ускладнює обмін даними між землевпорядними підприємствами, які використовують різні версії програми.

Окремо слід відмітити, що з метою підвищення ефективності використання AutoCAD у землевпорядному виробництві використовується його інтеграція з іншими спеціалізованими геоінформаційними системами і програмними продуктами, що забезпечує отримання зваженого комплексного технологічного рішення при автоматизації землевпорядних робіт.

3.2. Настільна ГІС тематичного картографування MapInfo Pro

3.2.1. Історія створення та розвиток MapInfo Pro

MapInfo Pro є однією з найпоширеніших настільних геоінформаційних систем (ГІС), яка знайшла широке застосування в сфері просторового аналізу та землеустрою. Програма була створена американською компанією MapInfo Corporation у 1986 році командою розробників під керівництвом Лорі Олдрич та Шона О'Коннора [50].

Перша комерційна версія MapInfo була випущена у 1987 році і стала однією з перших доступних ГІС для персональних комп'ютерів [5]. Програма швидко завоювала популярність завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу

та потужним можливостям просторового аналізу, що відрізняло її від складних та дорогих професійних ГІС того часу.

В Україні MapInfo почала використовуватися з середини 90-х рр. ХХ ст., коли виникла потреба в автоматизації землевпорядних робіт та створенні цифрових карт [5]. Особливо активно програма впроваджувалася після прийняття Закону України «Про землеустрій» у 2003 році, коли виникла необхідність у створенні комплексних геоінформаційних систем для управління земельними ресурсами.

У 2007 році MapInfo Corporation була придбана компанією Pitney Bowes, а згодом у 2016 році права на програму перейшли до Precisely (раніше Syncsort). Сучасна версія MapInfo Pro представляє собою потужну ГІС з розширеними можливостями просторового аналізу, 3D-візуалізації та інтеграції з хмарними сервісами.

За більш ніж 35 років розвитку MapInfo Pro еволюціонувала від простої системи картографування до комплексної платформи для просторового аналізу, яка підтримує сучасні стандарти геоінформаційних технологій та активно використовується вітчизняними землевпорядниками [2].

3.2.2. Функціональні можливості MapInfo Pro

MapInfo Pro має широкий спектр функціональних можливостей, що перетворює її на ефективний інструмент для вирішення різноманітних геоінформаційних задач землеустрою.

Картографічні функції. Програма забезпечує створення, редагування та відображення векторних карт з підтримкою значної кількості систем координат та картографічних проекцій [32]. MapInfo Pro підтримує понад 100 картографічних проекцій, зокрема проекцію Гаусса-Крюгера, що використовується в Україні для топографічного картографування.

Робота з базами даних. Однією з найважливіших особливостей MapInfo Pro є тісна інтеграція геопросторових та атрибутивних даних. Програма дозволяє працювати з різними форматами баз даних: dBase, Microsoft Access,

Excel, SQL Server, Oracle, PostgreSQL тощо, що забезпечує гнучкість у роботі з різнотипними джерелами інформації.

Інструменти просторового аналізу. MapInfo Pro оснащена потужними засобами просторового аналізу, що дозволяють буферизацію, оверлейні операції, просторові запити, забезпечують аналіз мережевої доступності. Дані функції є особливо важливими при вирішенні земельпорядних завдань, зокрема аналізу оптимального розміщення об'єктів або визначення зон впливу.

Тематичне картографування. Програма дозволяє створювати тематичні карти з використанням різних методів картографічної візуалізації. Система стилізації забезпечує широкі можливості для налаштування зовнішнього вигляду карт відповідно до картографічних стандартів.

Геокодування. MapInfo Pro включає інструменти для геокодування адрес та координатної прив'язки табличних даних [65], що дозволяє оперативно перетворювати адресну інформацію у геопросторові об'єкти на карті і є особливо корисним при роботі з кадастровими даними.

Інтеграція польових і камеральних робіт. Програма підтримує імпортування даних від GPS-приймачів різних форматів та забезпечує інтеграцію з мобільними пристроями для збору польових даних, що дозволяє ефективно поєднувати польові та камеральні роботи в землеустрої.

Робота з растровими зображеннями. MapInfo Pro дозволяє працювати з растровими зображеннями, зокрема аерофотознімками, супутниковими знімками, сканованими картами [82]. Вона підтримує геореференцування (прив'язку) растрових зображень та їх інтеграцію з векторними даними.

Створення додрукових макетів. Система компоновання макетів дозволяє створювати професійні картографічні додрукові макети з легендами, рамками та іншими елементами карти, що забезпечує підготовку якісної друкованої продукції для земельпорядної документації.

3.2.3. Використання MapInfo Pro у землеустрої

MapInfo Pro широко використовується вітчизняними землепорядними організаціями для вирішення різноманітних завдань, що пов'язані з обробкою геопросторової інформації та управлінням земельними ресурсами.

Створення цифрових карт землекористування. Програма MapInfo Pro застосовується для створення детальних карт існуючого землекористування з відображенням меж земельних ділянок, категорій та видів цільового призначення земель, дозволяє інтегрувати дані з різних джерел: кадастрових реєстрів, топографічних карт, аерофотознімків тощо.

Ведення земельно-кадастрових інформаційних систем. Значна кількість територіальних громад та районних управлінь використовують MapInfo Pro як основу для створення локальних земельно-кадастрових систем. Програма дозволяє вести облік земельних ділянок, їх власників, обмежень і обтяжень у використанні та враховувати інші кадастрові дані.

Землепорядне проектування. MapInfo Pro використовується при розробленні проектів землеустрою різного рівня: від проектів відведення окремих земельних ділянок до схем землеустрою адміністративно-територіальних одиниць. Програма дозволяє моделювати різні варіанти організації території, оцінювати та порівнювати їх ефективність.

Моніторинг використання земель. За допомогою інструментів просторового аналізу MapInfo Pro здійснюється моніторинг змін у землекористуванні, виявлення порушень цільового призначення земель, контроль за дотриманням земельного законодавства. Програма дозволяє порівнювати різночасові дані та виявляти тенденції розвитку.

Економічна оцінка земель. MapInfo Pro використовується при побудові карт нормативної грошової оцінки земель, для аналізу чинників, що впливають на вартість землі, моделювання ринкової вартості земельних ділянок. Просторовий аналіз дозволяє виявляти закономірності формування ринку землі.

Планування розвитку територій. Програма застосовується при розробці генеральних планів населених пунктів, детальних планів, проектів планування та забудови території. MapInfo Pro дозволяє аналізувати придатність територій для різних видів використання та оптимізувати їх просторову організацію.

Екологічне проектування. За допомогою MapInfo Pro здійснюється оцінка екологічного стану земель, планування природоохоронних заходів, створення екомереж. Програма дозволяє моделювати вплив різних чинників на стан навколишнього середовища та розробляти заходи з охорони земель.

3.2.4. Види тематичних карт землеустрою в MapInfo Pro

MapInfo Pro створює широкі можливості для побудови різноманітних тематичних карт, що використовуються у практиці землеустрою для відображення різних аспектів стану та використання земельних ресурсів.

Карти категорій та цільового призначення земель. Базові тематичні карти відображають розподіл земельного фонду за основними категоріями земель. У MapInfo Pro такі карти створюються з використанням способу якісного фону, де кожна категорія земель позначається окремим кольором або фоном. Програма дозволяє створювати ієрархічні легенди, що відображають як основні категорії, так і детально цільове призначення земельних ділянок.

Карти структури угідь. Карти деталізують напрямки використання земель в межах кожної категорії земель, наприклад в межах категорії земель сільськогосподарського призначення виділяють рілля, пасовища, сіножаті і багаторічні насадження (рис. 3.4-3.5). MapInfo Pro дозволяє використовувати комбінації кольорів та штрихувань для створення інформативних карт угідь з автоматичним розрахунком площ угідь кожного виду.

Карти якості та родючості ґрунтів. Тематичні карти відображають агрохімічні та агрофізичні властивості, бонітет, кислотність, вміст гумусу та інші показники якості і родючості ґрунтів. У MapInfo Pro створення таких карт здійснюється з використанням градієнтних заповнень або класифікації даних

за певними діапазонами значень. Програма дозволяє інтерполювати локальні дані обстежень для побудови неперервних поверхонь.

Еколого-геохімічні карти забруднення земель. Карти відображають концентрації важких металів, пестицидів, радіонуклідів, нафтопродуктів та інших забруднюючих речовин у ґрунтах. MapInfo Pro дозволяє будувати ізолінійні карти концентрацій або зональні карти з класифікацією за ступенем забруднення. Програма забезпечує можливість створення карт комплексного забруднення території за багатьма показниками.

Карти ерозійних процесів та деградації земель. Карти відображають розповсюдження та інтенсивність процесів водної та вітрової ерозії, засолення, заболочування, техногенної деградації. У MapInfo Pro такі карти створюють з використанням спеціальних символів та штрихувань для позначення різних типів та ступенів деградації земель.

Карти іригованості та меліорованості земель. Карти відображають стан зрошуваних та осушуваних земель, зокрема показники водно-сольового режиму, технічний стан меліоративної інфраструктури. MapInfo Pro дозволяє створювати комплексні карти іригованості та меліорованості земель, використовуючи метод мультишарового представлення.

Карти сільськогосподарської освоєності та інтенсивності використання. Карти відображають міру сільськогосподарського освоєння території, розподіл земель за інтенсивністю використання, структуру посівних площ. Програма дозволяє будувати карти-діаграми, що поєднують геопросторове зображення зі статистичною атрибутивною інформацією.

Карти ринкової та нормативної грошової оцінки земель. Карти відображають просторову диференціацію вартості земельних ділянок різного цільового призначення. MapInfo Pro забезпечує інструменти для створення ізолінійних карт вартості або зональних карт з класифікацією за ціновими діапазонами. Програма дозволяє поєднувати дані про ціни з чинниками, що впливають на вартість земель.

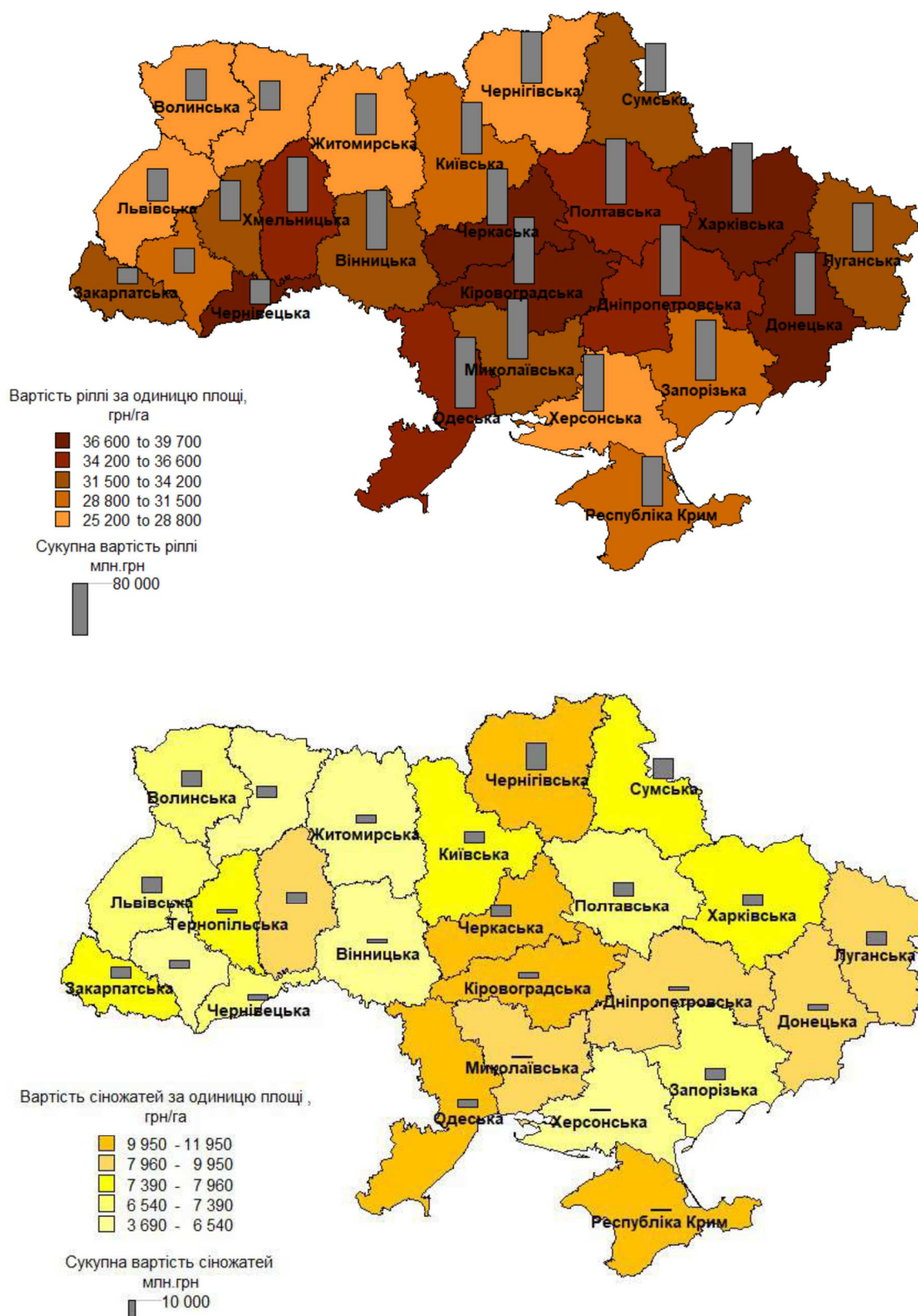


Рис. 3.4. Використання настільної ГІС тематичного картографування MapInfo Pro при створенні тематичних карт окремих категорій сільськогосподарських угідь (ріплі і сіножатей)

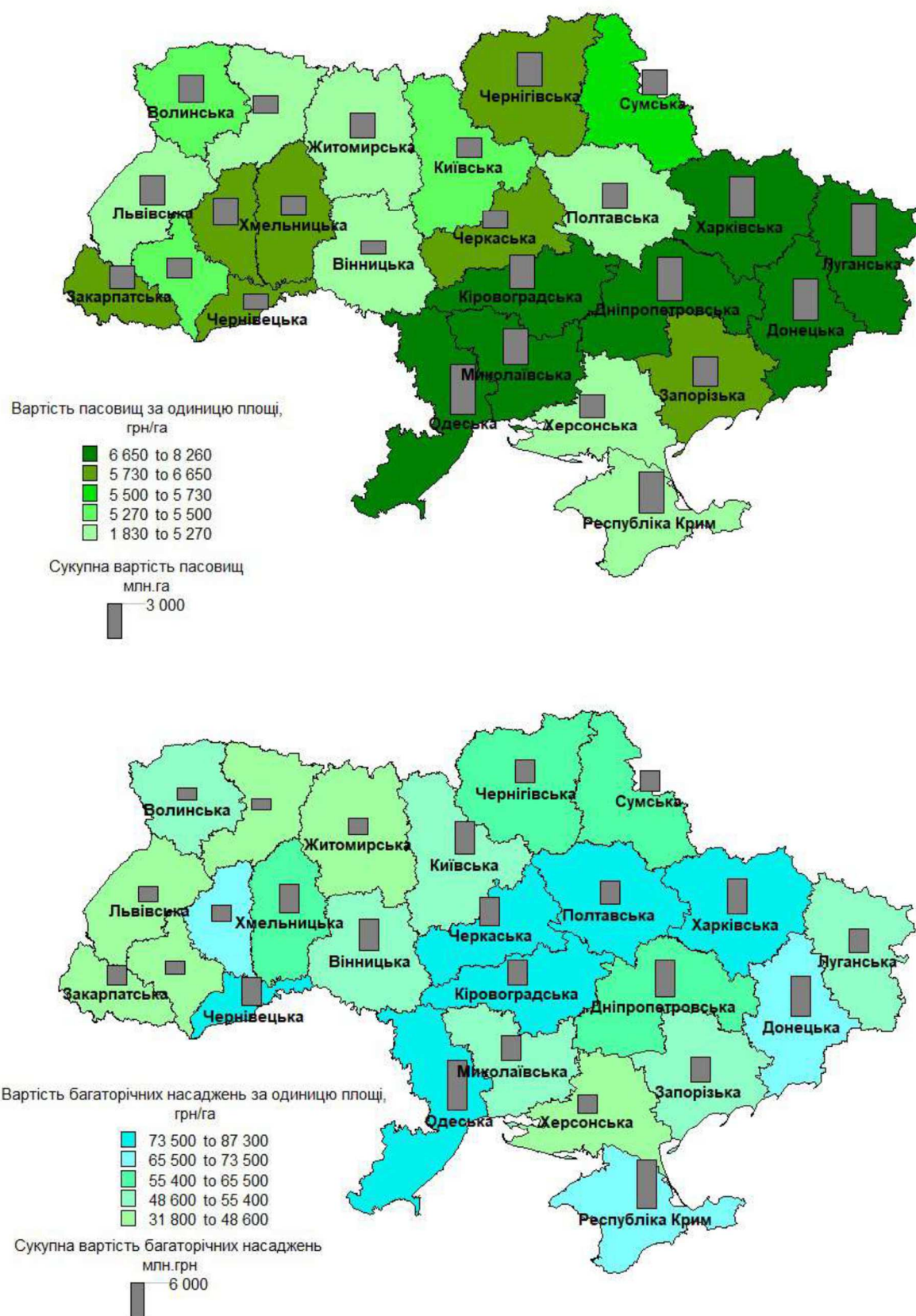


Рис. 3.5. Використання настільної ГІС тематичного картографування MapInfo Pro при створенні тематичних карт окремих категорій сільськогосподарських угідь (пасовищ і багаторічних насаджень)

Карти земельних конфліктів та порушень. Карти відображують території з неврегульованими юридичними питаннями землекористування: самозахоплення земель, порушення цільового призначення, земельні спори. У MapInfo Pro дані карти створюються з використанням спеціальних символів та кольорних кодів для різних типів конфліктів та порушень.

Карти доступності та транспортної інфраструктури. Карти відображають забезпеченість території транспортною інфраструктурою, доступність земельних ділянок, зони впливу транспортних мереж. MapInfo Pro забезпечує інструменти мережевого аналізу для створення карт ізохрон доступності та буферних зон навколо транспортних комунікацій.

Карти планувальних обмежень, обтяжень та охоронних зон. Карти відображають території з особливими режимами використання: охоронні зони пам'ятки культури, санітарно-захисні зони, прибережні захисні смуги тощо. Програма дозволяє створювати мультишарові карти з різними типами обмежень і обтяжень та автоматично розраховувати площі територій з обмеженим режимом використання.

3.2.5. Переваги використання MapInfo Pro у землеустрої

Використання MapInfo Pro у землевпорядному виробництві створює низку значних переваг, які забезпечують високу популярність даної програми у колі вітчизняних фахівців галузі.

Доступний інтерфейс. MapInfo Pro вирізняється зрозумілим та зручним інтерфейсом, що значно полегшує процес навчання та адаптації користувачів. На відміну від складних професійних ГІС, базові функції MapInfo Pro можна освоїти за 2-3 тижні, що важливо для землевпорядних організацій з обмеженими ресурсами на навчання персоналу.

Високий аналітичний потенціал. Програма має широкий спектр інструментів просторового аналізу, що забезпечують вирішення складних землевпорядних задач [42]. Функції буферизації, оверлейного аналізу, просторових запитів дозволяють ефективно аналізувати взаємозв'язки між різними об'єктами та явищами на території картографування.

Інтеграція з базами даних. MapInfo Pro забезпечує тісну інтеграцію геопросторової та атрибутивної інформаційних складових, що є необхідною умовою функціонування землевпорядних інформаційних систем [67]. Програма може співпрацювати з різними СУБД, що дозволяє інтегрувати її з існуючими інформаційними системами організацій.

Висока якість візуалізації. MapInfo Pro має потужні засоби для створення професійних карт з високою якістю картографічного зображення. Система стилізації дозволяє створювати тематичні карти, що відповідають картографічним стандартам та вимогам до оформлення землевпорядної документації.

Гнучкість налаштування. Програма підтримує створення власних інструментів та розширень за допомогою мови програмування MapBasic, що дозволяє адаптувати функціонал програми до специфічних потреб землевпорядних організацій та автоматизувати рутинні операції.

Підтримка різних форматів даних. MapInfo Pro дозволяє працювати з широким спектром просторових та табличних форматів даних, зокрема стандартами OGC, що забезпечує сумісність програми з іншими джерелами геопросторової інформації та інтеграцію з іншими програмними продуктами.

Ефективність роботи з обширними масивами даних. Програма оптимізована для роботи з потужними базами даних та може ефективно опрацьовувати регіональні та національні набори геопросторових даних [14], що є особливо важливим при роботі з розгалуженими кадастровими системами та регіональними землевпорядними проектами.

Підтримка мобільних пристроїв. MapInfo Pro просто інтегрується з мобільними пристроями для отримання польових даних, що дозволяє ефективно поєднувати польові та камеральні роботи [12] і значно підвищує оперативність оновлення просторової інформації та якість геодезичних робіт.

3.2.6. Недоліки використання MapInfo Pro у землеустрої

Незважаючи на численні переваги, використання MapInfo Pro у землеустрої має низку недоліків та обмежень, які необхідно враховувати при плануванні застосування програми.

Висока вартість ліцензування. MapInfo Pro є комерційним програмним продуктом зі значною вартістю ліцензії, що може ускладнювати можливість її придбання для малих землевпорядних організацій [35]. Додаткові модулі та розширення потребують окремого ліцензування, що додатково підвищує загальну вартість користування програмою.

Обмежені можливості 3D-візуалізації. MapInfo Pro підтримує роботу з 3D-даними, однак можливості її тривимірної візуалізації значно обмежені у порівнянні зі спеціалізованими 3D ГІС, що є суттєвим недоліком при роботі з цифровими моделями рельєфу та тривимірними моделями територій.

Складність адміністрування. При створенні корпоративних ГІС на базі MapInfo Pro виникають проблеми з адмініструванням доступу користувачів, релевантністю даних та резервним копіюванням. Програма не має вбудованих засобів для ефективного управління мережевими проектами з багатьма користувачами.

Обмежена підтримка web-технологій. MapInfo Pro є переважно настільною програмою з обмеженими можливостями публікації карт в мережі Internet, тому для створення web-ГІС необхідно використовувати додаткові програмні продукти.

Складність інтеграції з хмарними платформами. Програма має обмежені можливості комунікації з хмарними сервісами та сучасними web-стандартами геопросторових даних, що ускладнює її сумісність з іншими геоінформаційними системами та міжнародними проектами.

Залежність від власного формату даних. MapInfo Pro використовує власний формат даних (.TAB), що створює проблеми сумісності при обміні даними з іншими системами. Програма підтримує стандартні формати, однак найкраща функціональність досягається при роботі з власним форматом.

Обмеженість у роботі з растровими даними. MapInfo Pro, порівняно з спеціалізованими програмами дистанційного зондування, має лише базові можливості обробки та аналізу растрових зображень, що є суттєвим недоліком при роботі з супутниковими знімками та аерофотоматеріалами.

Необхідність регулярного оновлення. Для підтримки сумісності з новими операційними системами та форматами даних необхідно регулярно оновлювати програму, що створює додаткові витрати. Попередні версії програми можуть мати проблеми сумісності з сучасними стандартами.

3.3. ГІС з відкритим кодом QGIS

3.3.1. Історія створення та розвиток QGIS

QGIS (Quantum Geographic Information System) є потужним програмним забезпеченням з відкритим кодом для роботи з геоінформаційними системами, що отримало широке застосування у різних галузях науки і техніки, зокрема у землеустрої та при проведенні кадастрових робіт. Програма була створена у 2002 році командою розробників під керівництвом Гері Шермана (Gary Sherman) як альтернатива комерційним ГІС-додаткам [43]. Розробка QGIS здійснювалась міжнародною спільнотою програмістів та фахівців у галузі геоінформаційних систем в рамках проекту Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Основною метою створення програми було забезпечення доступу до високоякісного ГІС-програмного забезпечення для широкого кола користувачів без необхідності придбання дорогих ліцензій [108].

Програмне забезпечення написано мовою програмування C++ з використанням бібліотеки Qt, що забезпечує створення графічного інтерфейсу користувача. QGIS підтримує роботу на різних операційних системах, зокрема Windows, Linux, macOS та FreeBSD, що перетворює його на універсальний інструмент для фахівців різних сфер людської діяльності [79].

3.3.2 Функціональні можливості QGIS

Програмне забезпечення QGIS має широкий спектр функціональних можливостей, що використовуються при вирішенні завдань землеустрою та виконанні кадастрових робіт.

Робота з векторними і растровими даними. QGIS підтримує читання та запис понад 70 форматів векторних та понад 140 форматів растрових даних. Серед найпоширеніших форматів, що використовуються в землеустрої, можна виділити Shapefile, GeoJSON, KML, DXF для векторних даних та GeoTIFF, JPEG з геоприв'язкою для растрових даних [62]. Програма забезпечує можливість створення, редагування та аналізу векторних шарів з різними типами геометрії: точки, лінії та полігони, що дозволяє створювати цифрові карти земельних ділянок, визначати їх межі та площі з високою точністю [27].

Картографічні функції. QGIS містить потужний модуль для створення картографічних композицій – додруковий макет Print Layout. Даний інструмент дозволяє створювати професійні карти з додаванням легенд, масштабу, орієнтира магнітної стрілки, координатної сітки та інших елементів тематичної карти [94]. Програма підтримує різноманітні способи стилізації даних, зокрема категоризовану, градуйовану та довільну стилізацію, що є особливо важливим при створенні тематичних карт землеустрою [71].

Аналіз просторових даних. QGIS має широкий набір інструментів для просторового аналізу, зокрема геоопрацювання (буферні зони, перетини, об'єднання полігонів), мережевого аналізу, інтерполяції даних, статистичного аналізу атрибутивних даних, аналізу рельєфу за цифровими моделями місцевості тощо [53].

Інтеграція з державними інформаційними системами. QGIS забезпечує можливість інтеграції з Державним земельним кадастром України через стандартизовані web-сервіси (WMS, WFS), що дозволяє землевпорядникам отримувати актуальну кадастрову інформацію безпосередньо в робочому середовищі програми [44].

Підтримка вітчизняних форматів даних. Програма підтримує формати даних, що використовуються в українській землевпорядній практиці, включаючи обмінні файли кадастрової інформації та топографічні карти у системі координат УСК-2000 [113].

3.3.3. Використання QGIS у землеустрої

Основними напрямками застосування програми QGIS у сфері землеустрою є ведення земельного кадастру, землевпорядне проектування, моніторинг земельних ресурсів та оцінка земель.

Ведення земельного кадастру. Програма забезпечує створення та оновлення цифрових карт земельних ділянок, ведення бази даних кадастрової інформації, розрахунок площ та периметрів земельних ділянок [91].

Землевпорядне проектування. QGIS використовується при розробленні проектів землеустрою, планування використання земельних ресурсів, проектування меліоративних систем та дорожньої мережі [57].

Моніторинг земельних ресурсів. Програма використовується для відстеження змін у використанні земель, контролю за дотриманням цільового призначення земельних ділянок, аналізу деградації ґрунтів [8].

Оцінка земель. QGIS доцільно використовувати при бонітуванні ґрунтів, економічній оцінці земельних ресурсів та аналізі ринкової вартості земельних ділянок [96].

3.3.4. Види тематичних карт землеустрою в QGIS

QGIS дозволяє створювати різноманітні тематичні карти, що необхідні для забезпечення картографічної складової землевпорядних робіт.

Карти категорій земель. Карти відображають розподіл земель за категоріями відповідно до Земельного кодексу України (сільськогосподарські, житлові, комерційні, промислові тощо) [66].

Карти цільового призначення земель. Карти відображають функціональне використання земельних ділянок (рілля, пасовища, забудовані землі, води тощо, рис. 3.6) [90].

Карти якості ґрунтів. Карти відображають бонітет ґрунтів, їх агрохімічні властивості, ступінь деградації та ерозійної небезпеки [63].

Карти обмежень у використанні земель. Карти відображають зони з особливим режимом використання (водоохоронні зони, санітарно-захисні зони, зони охорони пам'яток культури тощо) [51].

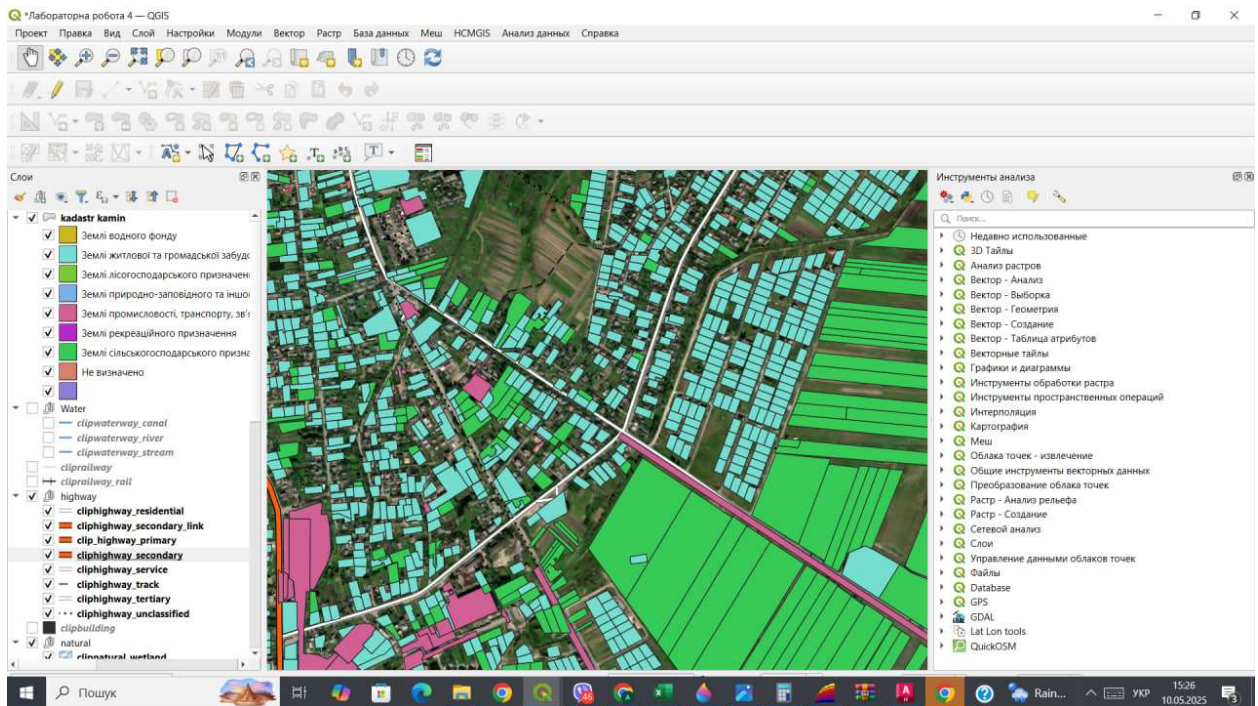


Рис. 3.6. Використання системи ГІС з відкритим кодом QGIS при створенні тематичної карти цільового використання території

Карти перспективного використання земель. Карти відображають проектні рішення щодо зміни цільового призначення земель, організації території тощо [25].

При створенні тематичних карт землеустрою в QGIS використовуються три основні методи представлення геопросторової інформації: *категоризована стилізація* або *спосіб якісного фону* для відображення якісних характеристик земель (тип ґрунту, категорія земель тощо), *градуїрована стилізація* або *спосіб кількісного фону* для відображення кількісних показників земель (площа ділянок, бонітет ґрунтів тощо) і *довільна стилізація* для відображення комплексних індексів земель (містобудівельна цінність, забрудненість тощо), що обчислюють за множинними критеріями [48].

3.3.5. Переваги використання QGIS в землеустрої

Аналіз практичного використання QGIS в землеустрої дозволяє виділити наступні основні переваги програмного забезпечення: безкоштовність, функціональність, мультиплатформність, стандартизованість, динамічність та модульність.

Безкоштовність. QGIS є програмним забезпеченням з відкритим кодом, що забезпечує значну економію коштів порівняно з аналогами [28].

Функціональність. Програма надає повний набір інструментів для роботи з геопросторовими даними, що є достатнім для вирішення переважної більшості задач землеустрою [81].

Мультиплатформність. QGIS працює на різних операційних системах, що забезпечує гнучкість у виборі робочого середовища [39].

Стандартизованість. Програма підтримує міжнародні стандарти обміну геопросторовими даними (OGC), що забезпечує сумісність з іншими ГІС-системами [46].

Динамічність. Значна кількість користувачів та розробників забезпечує постійний розвиток і вдосконалення програми [70].

Модульність. Система плагінів дозволяє розширити функціональність програми відповідно до специфічних потреб землеустрою [60].

3.3.6. Недоліки використання QGIS в землеустрої

Разом з перевагами, QGIS має певні недоліки, які варто враховувати при використанні в землеустрої, зокрема складність опанування, нестабільність окремих функцій, обмежені можливості 3D-візуалізації, відсутність спеціалізованих інструментів для землеустрою та мовна підтримка.

Складність опанування. Програма має складний інтерфейс, що може створювати труднощі для початківців у сфері ГІС [29].

Нестабільність окремих функцій. Окремі модулі та плагіни програми можуть працювати нестабільно, особливо у нових версіях програми [40].

Обмежені можливості 3D-візуалізації. Порівняно з комерційними аналогами, QGIS має менші можливості для тривимірної візуалізації даних.

Відсутність спеціалізованих інструментів для землеустрою. Окремі специфічні завдання землеустрою потребують використання спеціалізованих інструментів та додаткових програмних рішень [26].

Недостатня мовна підтримка. Інтерфейс програми не є повністю україномовним, що може створювати незручності для користувачів [80].

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження теоретичних засад розвитку тематичного картографування в землеустрої, а також створення тематичних карт землеустрою засобами ГІС-технологій дозволяє сформулювати такі висновки:

1. Тематичне картографування є невід'ємною складовою сучасного землеустрою, забезпечуючи просторову візуалізацію та аналіз різноманітних характеристик земельних ресурсів. Специфіка тематичних карт у землеустрої полягає в їх багатоаспектності, підвищених вимогах до просторової точності та юридичній значущості картографічних матеріалів.

Методологія створення тематичних карт для землеустрою базується на послідовному виконанні етапів від визначення мети та завдань картографування до верифікації отриманих результатів. Ключове значення має правильний вибір способів картографічного зображення та джерел вихідних даних.

Система тематичних карт у землеустрої включає інвентаризаційні, оціночні, прогнозно-планувальні, правові та екологічні карти, що забезпечують комплексне відображення стану, використання та трансформації земельних ресурсів на різних територіальних рівнях.

Перспективні напрями розвитку тематичного картографування в землеустрої пов'язані з впровадженням тривимірного картографування, технологій дистанційного зондування, доповненої та віртуальної реальності, аналітичного та персоналізованого картографування, а також технологій штучного інтелекту. Реалізація зазначених напрямів розвитку тематичного картографування сприятиме підвищенню ефективності землевпорядної діяльності, обґрунтованості прийнятих рішень та сталому управлінню земельними ресурсами в умовах інтенсифікації землекористування та ускладнення земельних відносин.

Сучасний етап розвитку тематичного картографування в землеустрої характеризується домінуванням геоінформаційних технологій, які забезпечують інтеграцію різноманітних даних, автоматизацію картографічних

процесів, багатоваріантність моделювання та оперативне оновлення картографічної інформації. Найпоширенішими і найпопулярнішими у середовищі вітчизняних користувачів програмними ГІС-продуктами для створення тематичних карт землеустрою є система автоматизованого проектування AutoCAD, настільна ГІС тематичного картографування MapInfo Pro і ГІС з відкритим кодом QGIS.

2. AutoCAD є потужною та універсальною системою автоматизованого проектування, яка знайшла широке застосування в землепорядній галузі України. Програма забезпечує високу точність геометричних побудов, надає широкі можливості для створення технічної документації та різноманітних тематичних карт землеустрою.

Основними перевагами AutoCAD у землеустрої є висока точність, універсальність, можливості стандартизації, потужні інструменти візуалізації та автоматизації. Програма дозволяє створювати повний спектр тематичних карт землеустрою: від базових карт категорій земель до складних еколого-геохімічних та економічних карт.

Водночас, використання AutoCAD має певні обмеження, включаючи високу вартість ліцензування, складність освоєння, високі системні вимоги та обмежені можливості просторового аналізу. Ці недоліки необхідно враховувати при плануванні впровадження програми в землепорядне виробництво.

Для максимально ефективного використання AutoCAD у землеустрої рекомендується його інтеграція з спеціалізованими геоінформаційними системами та іншими програмними продуктами, що дозволить створити комплексне технологічне рішення для автоматизації землепорядних робіт.

3. MapInfo Pro є потужною геоінформаційною системою, яка знайшла широке застосування в українській землепорядній галузі завдяки поєднанню функціональності, зручності використання та аналітичних можливостей. Програма забезпечує ефективне вирішення основних завдань землеустрою: від створення цифрових карт до складного просторового аналізу.

Основними перевагами MapInfo Pro є інтуїтивний інтерфейс, потужні аналітичні функції, висока якість картографічної візуалізації, гнучкість налаштування та ефективна інтеграція з базами даних. Програма дозволяє створювати повний спектр тематичних карт землеустрою та забезпечує професійний рівень картографічного оформлення.

Серед недоліків слід відзначити високу вартість ліцензування, обмежені можливості 3D-візуалізації та веб-технологій, складність адміністрування багатокористувацьких систем. Дані обмеження необхідно враховувати при плануванні впровадження та розвитку геоінформаційних систем.

Для максимально ефективного використання MapInfo Pro в землеустрої рекомендується її інтеграція з іншими спеціалізованими програмними продуктами, що дозволить створити комплексне технологічне рішення для автоматизації землевпорядних процесів та підвищення якості прийняття управлінських рішень у сфері землекористування.

Аналіз функціональних можливостей та практичного застосування програмного забезпечення QGIS в землеустрої дозволяє стверджувати, що QGIS є потужним та універсальним інструментом для вирішення широкого спектру завдань землеустрою. Програма забезпечує можливість створення, редагування та аналізу геопросторових даних, створення професійних тематичних карт та ведення земельного кадастру.

Основними перевагами QGIS для землевпорядників є безкоштовність, широка функціональність, підтримка міжнародних стандартів та можливість інтеграції з державними інформаційними системами. Водночас, програма має деякі недоліки, пов'язані зі складністю освоєння та обмеженими можливостями окремих функцій.

Незважаючи на недоліки, QGIS є ефективним рішенням для землевпорядних організацій, особливо з урахуванням економічної доцільності його використання. Програма може успішно застосовуватися для створення цифрових карт земельних ділянок, ведення кадастрової документації та вирішення інших завдань землеустрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонов О. В. Історія розвитку систем автоматизованого проектування / О. В. Антонов // Комп'ютерні технології в будівництві. – 2019. – № 2. – С. 30-38.
2. Антонюк В. П. Історія розвитку геоінформаційних систем / В. П. Антонюк, С. М. Кравченко // Геоінформатика. – 2019. – № 2. – С. 40-48.
3. Барановський В.А. Картографічне моделювання землекористування. – К.: Аграрна наука, 2010. – 326 с.
4. Барановський В.А., Шищенко П.Г. Картографування стану земельних ресурсів України // Вісник геодезії та картографії. – 2021. – №2. – С. 32-37.
5. Білоус О. А. Еволюція настільних ГІС: від перших систем до сучасних рішень / О. А. Білоус // Сучасні геоінформаційні технології. – 2020. – Вип. 12. – С. 74-82.
6. Бєлов М. І. Еволюція САПР: від перших програм до сучасних систем / М. І. Бєлов, С. П. Коваленко // Інформаційні технології в проектуванні. – 2020. – Вип. 15. – С. 62-71.
7. Богданов В. М. Картографування меліорованих земель / В. М. Богданов, Т. І. Сергієнко // Водне господарство України. – 2019. – № 3-4. – С. 174-182.
8. Булигін С. Ю. Моніторинг земельних ресурсів засобами ГІС / С. Ю. Булигін, В. А. Неаман // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. – 2021. – № 1. – С. 198-207.
9. Бутенко Є.В. Тематичне картографування в землеустрої. – К.: Аграрна освіта, 2014. – 217 с.
10. Власенко О. П. Відображення земельних конфліктів на тематичних картах / О. П. Власенко // Землеустрій і кадастр. – 2020. – № 4. – С. 195-205.

11. Власенко Р. П. Впровадження комп'ютерних технологій в українському землеустрої / Р. П. Власенко // Землевпорядний вісник. – 2018. – № 4. – С. 85-93.
12. Володарський Є. І. Впровадження ГІС-технологій в українському землеустрої / Є. І. Володарський, Т. В. Мартинюк // Землевпорядний вісник. – 2018. – № 5. – С. 130-138.
13. Володін М.О. Основи земельного кадастру: Навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2020. – 320 с.
14. Гавриленко О. П. Інформаційне забезпечення землеустрою в Україні / О. П. Гавриленко // Землеустрій і кадастр. – 2019. – № 3. – С. 162-170.
15. Гавриш П. Я. Модернізація землевпорядного виробництва в Україні / П. Я. Гавриш, Т. В. Сидоренко // Землеустрій і кадастр. – 2019. – № 2. – С. 118-127.
16. Горобець Л. В. Карти трансформації земель / Л. В. Горобець, М. С. Іванов // Землевпорядний вісник. – 2021. – № 2. – С. 129-137.
17. Данилишин Р. С. Сучасний стан ринку ГІС-програм / Р. С. Данилишин, К. В. Петров // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2021. – № 1. – С. 85-93.
18. Данилов К. С. Сучасні тенденції розвитку САПР / К. С. Данилов // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2021. – Вип. 99. – С. 150-159.
19. Даценко Л.М. Застосування методів штучного інтелекту в тематичному картографуванні. // Вісник геодезії та картографії. – 2023. – № 1. – С. 103-118.
20. Даценко Л.М., Остроух В.І. Основи геоінформаційних систем і технологій. – Київ: Картографія, 2019. – 184 с.
21. Даценко Л.М., Остроух В.І. Основи геоінформаційних систем і технологій: навч. посібник. – К.: ДНВП Картографія, 2013. – 184 с.
22. Денисенко А. М. Картографування ринкової вартості земель / А. М. Денисенко // Економіка АПК. – 2020. – № 7. – С. 162-170.

23. Дорош Й. М. Еколого-економічні основи формування інституту обмежень та обтяжень при використанні земель. – Київ: ТОВ ЦЗРУ, 2018. – 296 с.
24. Дорош Й. М. Землеустрій як основа ефективного використання земельних ресурсів. – К.: ЦЗРУ, 2011. – 312 с.
25. Дорош О. С. Планування використання земель: теорія і практика / О. С. Дорош. – Київ: Аграрна наука, 2021. – 267 с.
26. Дорош О. С. Спеціалізоване програмне забезпечення для землеустрою / О. С. Дорош, А. Г. Мартин // Агросвіт. – 2021. – № 8. – С. 162-171.
27. Дорош О. С. Цифрові технології в землеустрої: монографія / О. С. Дорош, А. Г. Мартин. – Київ: ЦП «Компринт», 2021. – 278 с.
28. Іваненко С. В. Економічна ефективність використання ГІС-технологій в землеустрої / С. В. Іваненко // Економіка АПК. – 2021. – № 6. – С. 62-71.
29. Іваненко С. В. Підготовка фахівців з геоінформаційних систем / С. В. Іваненко, О. П. Петровський // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2021. – № 4. – С. 129-138.
30. Іваненко С. П. Точність геометричних побудов у землеустрої / С. П. Іваненко // Інженерна геодезія. – 2021. – Вип. 70. – С. 85-93.
31. Іванченко А. С. Інтеграція просторових та атрибутивних даних у ГІС / А. С. Іванченко, О. П. Сергієнко // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2020. – Вип. 91. – С. 174-182.
32. Євсюков О. М. MapInfo Pro: можливості та перспективи / О. М. Євсюков // Геоінформаційні системи та бази даних. – 2020. – № 4. – С. 195-205.
33. Євсюков Т.О. Класифікація та екологіобезпечне використання особливо цінних земель: монографія. – К.: ЦП "Компринт", 2017. – 248 с.
34. Євтушенко А. П. Основи роботи в AutoCAD для землевпорядників: навчальний посібник / А. П. Євтушенко. – Харків: ХНАУ, 2020. – 245 с.
35. Жданов І. А. ГІС у землевпорядних організаціях України / І. А. Жданов, Л. С. Коваль // Землевпорядкування. – 2021. – № 2. – С. 151-159.

36. Жуков О. В. Створення контурів земельних ділянок у САПР / О. В. Жуков // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2019. – Вип. 89. – С. 130-138.
37. Зінченко Р. М. Системи координат у землевпорядному проектуванні / Р. М. Зінченко, Л. В. Петрова // Вісник геодезії та картографії. – 2020. – № 4. – С. 163-171.
38. Зубко В. М. Картографічні функції MapInfo Pro / В. М. Зубко // Картографія та геоінформатика. – 2019. – Вип. 16. – С. 118-127.
39. Зубко О. В. Кросплатформенні ГІС-рішення в землеустрою / О. В. Зубко // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. – 2021. – № 3. – С. 84-93.
40. Зубко О. В. Стабільність роботи ГІС-програм: порівняльний аналіз / О. В. Зубко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2020. – № 99. – С. 151-160.
41. Калініченко О. В. Карти обмежень у використанні земель / О. В. Калініченко, Р. М. Третяк // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2019. – № 3. – С. 140-148.
42. Калініченко В. О. Просторовий аналіз у землеустрої / В. О. Калініченко // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2021. – № 1. – С. 140-148.
43. Карпінський Ю. О. Геоінформаційні системи та технології: навч. посіб. / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко. – Київ: КНУБА, 2019. – 234 с.
44. Карпінський Ю. О. Інтеграція ГІС з державними кадастровими системами / Ю. О. Карпінський, Б. О. Четверіков // Інженерна геодезія. – 2021. – № 68. – С. 228-238.
45. Карпінський Ю.О., Лященко А.А. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. – К.: НДІГК, 2006. – 108 с.
46. Карпінський Ю. О. Стандартизація в геоінформатиці / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко // Вісник геодезії та картографії. – 2020. – № 5. – С. 140-149.

47. Ковальчук В. А. Редагування графічних об'єктів у землевпорядних проектах. // Землевпорядкування. – 2019. – № 3. – С. 140-149.
48. Кравець О. М. Методи картографічної візуалізації в ГІС / О. М. Кравець // Картографія та високі технології. – 2020. – № 4. – С. 150-160.
49. Лисенко Д. М. Організація шарів у землевпорядних кресленнях / Д. М. Лисенко, О. М. Новік // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2020. – Вип. 40. – С. 174-182.
50. Лисенко Р. М. Тематичне картографування в MapInfo Pro / Р. М. Лисенко, Н. В. Дорошенко // Вісник геодезії та картографії. – 2020. – № 2. – С. 184-193.
51. Лісовський С. А. Обмеження використання земель: правові аспекти / С. А. Лісовський // Право України. – 2020. – № 8. – С. 195-205.
52. Ломако С. В. Точність у землевпорядному проектуванні / С. В. Ломако // Геодезія та картографія. – 2021. – № 2. – С. 85-93.
53. Лященко А. А. Просторовий аналіз в геоінформаційних системах / А. А. Лященко // Містобудування та територіальне планування. – 2021. – № 76. – С. 162-171.
54. Лященко А.А., Рунець Р.В. ГІС та тематичне картографування в землеустрої. – К.: КНУБА, 2017. – 254 с.
55. Лященко А.А. Сучасна концепція землеустрою та землекористування. // Інженерна геодезія. – 2022. – № 67. – С. 82-97.
56. Лященко А.А., Черін А.Г. Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних. – Київ: КНУБА, 2021. – 196 с.
57. Мартин А. Г. Землевпорядне проектування з використанням ГІС-технологій / А. Г. Мартин, О. С. Дорош // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2020. – № 4. – С. 140-149.
58. Мартин А.Г. Картографічне забезпечення землеустрою та кадастру: підручник. – К.: НУБіП України, 2018. – 302 с.

59. Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. Природно-сільськогосподарське районування України. – Київ: ЦП Компрінт, 2019. – 328 с.
60. Мартин А. Г. Плагіни QGIS для землевпорядних завдань / А. Г. Мартин, О. В. Зубко // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2020. – № 2. – С. 195-205.
61. Мартин А. Г. Універсальність САПР у землеустрої / А. Г. Мартин // Землевпорядкування. – 2020. – № 1. – С. 151-159.
62. Мартин А. Г. Формати геопросторових даних у землевпорядній діяльності / А. Г. Мартин // Агросвіт. – 2020. – № 15. – С. 85-94.
63. Медведєв В. В. Ґрунти України: стан і перспективи використання / В. В. Медведєв. – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2021. – 245 с.
64. Мельник А. В. Використання блоків та атрибутів у землевпорядному проектуванні / А. В. Мельник // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2021. – № 1. – С. 195-205.
65. Мельниченко О. В. Геокодування адресних даних / О. В. Мельниченко // Геоінформаційні технології в управлінні. – 2019. – № 3. – С. 129-137.
66. Новаковська І. О. Класифікація земель в Україні / І. О. Новаковська // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2019. – № 2. – С. 118-127.
67. Новаковський Б. А. Інтеграція GPS-даних у ГІС / Б. А. Новаковський, С. Р. Тимків // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2020. – Вип. 39. – С. 162-170.
68. Новаковський Л. Я. 3D-візуалізація в геоінформаційних системах / Л. Я. Новаковський // Картографія та високі технології. – 2021. – № 2. – С. 184-193.
69. Новаковський Л. Я. Соціально-економічні проблеми сучасного землекористування. – К.: Урожай, 2009. – 276 с.
70. Новаковський Л. Я. Спільнота користувачів QGIS в Україні / Л. Я. Новаковський // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2021. – Вип. I (41). – С. 172-181.

71. Новаковський Л. Я. Стилізація геопросторових даних у QGIS / Л. Я. Новаковський, О. В. Зубко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2020. – Вип. II (40). – С. 130-138.
72. Новік О. С. Оформлення землевпорядної документації засобами AutoCAD / О. С. Новік, П. Р. Олійник // Картографія та геоінформатика. – 2019. – Вип. 15. – С. 129-137.
73. Олійник Я. Б. Растрове картографування в MapInfo / Я. Б. Олійник, К. С. Іванова // Інженерна геодезія. – 2021. – Вип. 69. – С. 195-205.
74. Осипчук С. О. Автоматизація процесів картографування в землеустрої. // Землевпорядний вісник. – 2022. – № 4. – С. 85-96.
75. Паламарчук Л.В. Персоналізоване картографування: теорія та практика. // Картографія та вища школа. – 2021. – Вип. 26. – С. 76-92.
76. Петраковська О. С. Основи методології управління земельними ресурсами міст. – К.: КНУБА, 2006. – 146 с.
77. Петренко М. І. Аналітичні функції САПР у землеустрої / М. І. Петренко // Вісник аграрної науки. – 2020. – № 8. – С. 151-159.
78. Петренко С. М. Створення картографічних макетів / С. М. Петренко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2019. – Вип. 96. – С. 151-159.
79. Петровський О. П. Використання програмного забезпечення QGIS в землеустрої / О. П. Петровський, С. В. Іваненко // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2021. – № 3. – С. 118-127.
80. Петровський О. П. Локалізація ГІС-програм: проблеми та перспективи / О. П. Петровський // Мовні і концептуальні картини світу. – 2020. – № 70. – С. 118-127.
81. Петровський О. П. Функціональні можливості QGIS для землевпорядних робіт / О. П. Петровський // Вісник аграрної науки. – 2020. – № 11. – С. 118-127.

82. Ратушняк Г. С. Цифрове картографування землекористування / Г. С. Ратушняк, В. І. Сидор // Землевпорядний вісник. – 2020. – № 4. – С. 184-193.
83. Рибак Т. О. Проектування землеустрою засобами комп'ютерної графіки: підручник / Т. О. Рибак, В. П. Костюченко. – Київ: Аграрна освіта, 2021. – 356 с.
84. Семенов А. П. Земельно-кадастрові інформаційні системи / А. П. Семенов // Кадастр та землеустрій. – 2021. – № 2. – С. 140-148.
85. Семенов Ю. М. Інтеграція геодезичних даних у САПР / Ю. М. Семенов, К. В. Чернов // Геодезія та картографія. – 2019. – № 5. – С. 140-148.
86. Ступень М.Г., Гулько Р.Й., Микула О.Я. Теоретичні основи землеустрою: навчальний посібник. – Львів: Новий світ-2000, 2006. – 336 с.
87. Тихенко Р.В. Картографування та моніторинг земель: навчальний посібник. – К.: НУБіП України, 2016. – 196 с.
88. Ткаченко В. С. Створення кадастрових планів у AutoCAD / В. С. Ткаченко // Землевпорядний вісник. – 2020. – № 3. – С. 162-170.
89. Ткаченко О. В. ГІС у землевпорядному проектуванні / О. В. Ткаченко, М. Г. Лобода // Вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК.
90. Третяк А. М. Використання земель в Україні: правові та економічні механізми удосконалення / А. М. Третяк, В. М. Третяк. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 198 с.
91. Третяк А. М. Земельний кадастр в Україні: теорія і практика / А. М. Третяк. – Київ: Знання, 2019. – 234 с.
92. Третяк А.М. Землевпорядне проектування: теоретичні основи і територіальний землеустрій. – К.: Вища освіта, 2006. – 528 с.
93. Третяк А.М. Землеустрій в Україні: теорія, методологія. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 488 с.

94. Третяк А. М. Картографічні методи в землеустрої / А. М. Третяк, В. М. Другак // Землеустрій і кадастр. – 2019. – № 2. – С. 195-205.
95. Третяк В.М. Інформаційне забезпечення землеустрою. // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2021. – № 3. – С. 118-132.
96. Третяк В. М. Оцінка земель в Україні: теорія, методологія, практика / В. М. Третяк. – Київ: Аграрна наука, 2020. – 156 с.
97. Третяк А.М., Третяк В.М., Третяк Н.А. Землевпорядне проектування: Впорядкування існуючих землеволодінь і землекористувань та їх угідь. – К.: ТОВ "ЦЗРУ", 2008. – 252 с.
98. Третяк А.М., Третяк В.М., Третяк Н.А. Землевпорядне проектування: Теоретичні та методичні основи. – Київ: Аграрна наука, 2018. – 450 с.
99. Третяк В.М., Третяк Н.А. Концептуальні засади розвитку сучасної системи землеустрою в Україні. // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2020. – № 1. – С. 14-25.
100. Ульяновченко Г. П. Автоматизація розрахунків у землеустрої / Г. П. Ульяновченко, О. А. Морозов // Землеустрій і кадастр. – 2021. – № 1. – С. 129-137.
101. Федоренко Н. В. Проектування меліоративних систем / Н. В. Федоренко // Меліорація і водне господарство. – 2020. – № 2. – С. 195-203.
102. Хоменко А. І. Планування сільськогосподарського землекористування / А. І. Хоменко, Л. П. Кравець // Вісник НУБІП України. Серія: Агрономія. – 2019. – № 295. – С. 174-182.
103. Черін А.Г. ГІС-технології в землеустрої та кадастрі. – Київ: КНУБА, 2021. – 224 с.
104. Чумаченко О.М. Аналітичне картографування в системі землеустрою. // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2022. – №2. – С. 112-126.
105. Чумаченко О.М. Методологія ГІС-аналізу в землевпорядному проектуванні. – Київ: НУБіП, 2020. – 176 с.

106. Цимбал С. Р. Картографування категорій земель в AutoCAD / С. Р. Цимбал // Землевпорядкування та кадастрові системи. – 2020. – № 4. – С. 140-149.
107. Шевченко О. М. Створення карт угідь засобами САПР / О. М. Шевченко // Геоінформаційні системи та комп'ютерне моделювання. – 2021. – № 2. – С. 162-170.
108. Шипулін В. Д. Основи геоінформаційних систем: підручник / В. Д. Шипулін. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. – 312 с.
109. Шищенко П. Г. Еколого-ландшафтне обґрунтування територіальної організації землекористування. – Київ: Фітосоціоцентр, 2019. – 208 с.
110. Щербак М. Г. Картографування якості ґрунтів / М. Г. Щербак, Н. І. Полякова // Ґрунтознавство. – 2019. – Т. 20, № 1-2. – С. 129-137.
111. Юрченко В. О. Еколого-геохімічне картографування земель / В. О. Юрченко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2020. – № 6. – С. 184-193.
112. Яковенко Р. С. Карти ерозійних процесів у землеустрої / Р. С. Яковенко // Охорона ґрунтів. – 2021. – № 1. – С. 151-159.
113. Янчук О. В. Системи координат в землеустрої України / О. В. Янчук, С. П. Войтенко // Землеустрій і кадастр. – 2020. – № 3. – С. 162-171.
114. Dolezalova J. Applications of remote sensing in land-use planning. // Journal of Land Use Science. – 2021. – Vol. 16(4). – P. 68-85.
115. Kraak M.J., Ormeling F. Cartography: Visualization of Geospatial Data. – London: Routledge, 2020. – 264 p.
116. Opach T., Popelka S., Dolezalova J., Rød J.K. Star and polyline glyphs in a grid plot and on a map display: which perform better? // Cartography and Geographic Information Science. – 2023. – Vol. 45(5). – P. 400-419.
117. Rød J.K., Opach T. Evaluation of the visualization of land use planning scenarios. // Cartography and Geographic Information Science. – 2022. – Vol. 47(3). – P. 209-228.