

Русіна Н.Г.

Відокремлений структурний підрозділ
«Рівненський коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»

Люльчик В.О.

Відокремлений структурний підрозділ
«Рівненський коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України»

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ У ЗЕМЛЕУСТРОЇ

У статті досліджується сучасне програмне забезпечення геодезичних розрахунків у землеустрої. Комп'ютерні програми та комплекси оцінюються з погляду можливості їх практичної реалізації в галузі землеустрою, а також з урахуванням доступності, зрозумілості та додаткових функцій.

Ключові слова: геодезичні роботи у землеустрої, ГІС-технології, автоматизоване проектування, програмний комплекс AutoCAD, CREDO, програма «Геонпроект», Digital, «Інвент-Град», «ПАНО-РАМА», «Засічка 3-0», програмні комплекси з вирішення геодезичних задач.

Постановка проблеми. Важливою складовою частиною землеустрою є топографо-геодезичні роботи, основним завданням яких є забезпечення топографічною основою у вигляді карт і планів землевпорядних дій [5]: утворення нових, а також впорядкування наявних проектів землеустрою з усуненням незручностей у розташуванні земель; уточнення та зміни меж землекористувань на основі схем районного розпланування; внутрішньогосподарської організації території агроформувань із введенням економічно обґрунтованих сівозмін і влаштування всіх інших сільськогосподарських угідь, а також розробки заходів для боротьби з ерозією ґрунтів; виявлення нових земель для сільського господарства та іншого використання; відведення і вилучення земельних ділянок; встановлення і зміни меж міст та інших населених пунктів; проведення ґрунтових, геоботанічних та інших обстежень і вишукувань; проектування, розпланування і забудови сільських населених пунктів; ведення державного земельного кадастру.

Геодезичні роботи у землеустрої включають [4]:

1. Побудову геодезичного знімального обґрунтування – у вигляді ходів триангуляції, трилатерації та полігонометрії; нівелірних зйомок; засічок.
2. Різні види зйомок: аерофототопографічні (які поділяють на контурні, стереотопографічні та комбіновані), фототеодоліт, мензульні, теодолітні, нівелірні, тахеометричні та кадастрові зйомки.
3. Картографічне оновлення – проводять за результатами аерофотозйомок із прив'язкою їх до геодезичного обґрунтування.

4. Внесення поправок до планів і карт – нанесення нових об'єктів і контурів або видалення зниклих об'єктів і контурів із наявних карт і планів, виконують за допомогою топографічних зйомок місцевості.

5. Створення й оформлення карт і планів за результатами виконавчих знімачів.

6. Визначення площ земельних угідь зі складанням експлікації (виконується за результатами вимірних ліній і кутів у природі із застосуванням спеціальних формул).

7. Попереднє та технічне проектування об'єктів.

8. Підготовка до перенесення проекту в природу (включає підготовку даних).

9. Винесення проекту на місцевість.

10. Проведення виконавчих зйомок (для побудованих об'єктів чи об'єктів на стадії будівництва з метою контролю).

Кожна зі вказаних дій вимагає автоматизованої системи обробки інформації, яка включає наявність програмного комплексу з обробки матеріалів польових вимірювань, засобів автоматизованого введення даних і графічної інформації, програми для обробки графіки й автоматизованого креслення, пристроїв виведення графічної і текстової інформації [1].

Саме застосування та широке впровадження новітніх геодезичних програм і ГІС-технологій забезпечує більшу точність і якість землевпорядних робіт, а також підвищує якість землевпорядної документації та планово-картографічного матеріалу, що дозволяє більш ефективно керувати земельними ресурсами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питаннями інформаційного забезпечення та застосування ГІС у землеустрої займалися як зарубіжні, так і вітчизняні вчені, а саме: І. Акіф'єв, А. Голубцов, С. Кваша, Ю. Лупенко, М. Білінська, А. Каменський, Г. Кірейцев, В. Сопко, Я. Ейдельман, В. Федотова, Н. Майкова, Є. Капралов, О. Кошкарев, О. Світличний, С. Плотницький, В. Тікунов, Ю. Баранов, А. Берлянт, В. Авер'янов, Г. Атаманчук, Л. Гордієнко, В. Афанасьєв, С. Булакевич та ін.

Сучасні публікації науковців Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ» присвячені найбільш популярним програмним продуктам із використанням геоінформаційних систем (далі – ГІС), які забезпечують вирішення різноманітних завдань у землеустрої. Вчені описують основні функції, характеристики, можливості та принципи роботи з програмними засобами, наводять порівняльний аналіз програмних засобів і пропонують найбільш доступні та інтуїтивно зрозумілі програмно-технічні засоби, які найкраще підходять для вирішення конкретних завдань у землеустрої, таких як нанесення ділянки на карту, конвертація даних у різні формати, складання земельпорядної документації та ін. [11].

У дослідженнях В. Люльчика, О. Качановського та С. Булакевича наведено методи досліджень сільськогосподарських угідь із використанням даних дистанційного зондування Землі з космосу, а саме: розроблено й апробовано технологію ідентифікації сільськогосподарських угідь, зайнятих посівами озимої пшениці, з використанням матеріалів дистанційного зондування (спутникової системи Sentinel-2); розроблено та застосовано нейронну мережу для розрахунків біомаси сільськогосподарських культур на всіх стадіях вегетації і прогнозування врожайності; обґрунтовано можливість застосування знімків середньої роздільної здатності відкритих даних для підвищення якості моніторингу сільськогосподарських угідь на рівні адміністративного району (або сільськогосподарського підприємства) [8].

Питанням використання ГІС-технологій у земельпорядному проектуванні присвячена наукова робота П. Біди, у якій дослідник визначає основні функції ГІС (автоматизованого картографування, просторового аналізу й управління даними), складники підсистеми ГІС (збір, підготовку і введення даних; збереження, відновлення і керування даними; обробку, моделювання й аналіз даних; контроль, візуалізацію і виведення даних) та їх основні завдання [3].

Однак питання аналізу геодезичних програм у землеустрої ще не стало предметом широкого обговорення в науковій і методичній літературі.

Постановка завдання. Аналіз наявних комп'ютерних геодезичних систем і програм, які можуть бути використані із застосуванням ГІС у проведенні геодезичних робіт, землеустрою та земельного кадастру в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Землевпорядні роботи із часом стають дедалі складнішим і відповідальнішим видом професійної діяльності. Крім того, земельпорядні роботи можна віднести до задач геоінформаційного (просторового) аналізу, оскільки їх виконання потребує врахування впливу факторів, що мають кількісні характеристики, просторову прив'язку та просторові відношення.

Сьогодні геодезичні програми – це група програм, за допомогою яких вирішуються різні завдання галузі інженерної геодезії та землеустрою. Існують геодезичні програми, що об'єднують у собі декілька функцій, необхідних для реалізації того чи іншого завдання, а є і вузько спрямовані.

Найпопулярнішими програми для автоматизованого проектування є САД програми (табл. 1), призначені для автоматизації обробки даних інструментальної геодезичної зйомки місцевості й інженерного проектування в житловому, промисловому і транспортному будівництві [6; 9].

Необхідно зазначити, що у вирішенні земельпорядних програм широко застосовується програмний комплекс CREDO (виробництва компанії Кредо-Діалог, м. Мінськ). Багатофункціональний комплекс програмних продуктів CREDO забезпечує автоматизовану обробку інженерних досліджень, підготовку даних для різноманітних геоінформаційних систем, створення й інженерне використання цифрових моделей місцевості, автоматизоване проектування автомобільних шляхів і генеральних планів об'єктів промислового і цивільного будівництва. Програмний комплекс CREDO складається з кількох великих автономних систем і ряду додаткових завдань, поєднаних в одну технологічну лінію обробки інформації. Кожна з систем комплексу дає змогу автоматизувати обробку інформації в різних галузях (інженерно-геодезичні, інженерно-геологічні розвідування, проектування та ін.), а також доповнити своїми даними єдиний інформаційний простір (моделі рельєфу, ситуації, геологічного будівництва) і проектні рішення створюваного об'єкта. До комплексу CREDO входять різні системи та

Характеристика CAD програм

Назва програми	Елементи характеристики
AutoCAD	Найпопулярніша програма для автоматизованого проектування. Пропонує можливість роботи у режимах 2D і 3D. Існує кілька версій програми, спрямованих на розвиток конкретних галузей. Надає повну сумісність із форматом .dwg, який є основним форматом файлів CAD. Має відкриту архітектуру, працює в операційних системах Windows і MacOS.
Civil 3D	Розширення автокад (надбудова) з поліпшеними можливостями для проектування автодоріг, мереж каналізації, водопроводу.
MicroSurvey CAD	Повнофункціональна САПР для обробки даних інженерно-геодезичних вишукувань і проектування площинних і лінійно-протяжних об'єктів.
ProgeCAD	Доступна за можливостями і потужне CAD ПО, яке підтримує формат DWG, сумісне з Windows 7, вбудованою системою тривимірного моделювання, можливістю обробки растрових зображень, імпортування растрових зображень у векторне.
ArchiCAD	Програма для архітектурного проектування.
BricsCAD	Програма для проектування CAD забезпечує високу сумісність із форматом .dwg. Працює в операційних системах Windows і Linux, доступна російськомовна версія.
GstarCAD	Програма дозволяє працювати в режимах 2D і 3D; доступні галузеві накладки, єдина програма, крім AutoCAD та Дизайн+, яка пропонує меню у вигляді стрічки, працює в операційній системі Windows, доступна у російській мовній версії.
NanoCAD	Працює в режимах 2D і 3D, має всі необхідні інструменти та функції для швидкої й ефективної роботи з файлами .dwg, з якими програма не має проблем і характеризується високою сумісністю. В останній російськомовній версії програми можна працювати в операційних системах Windows.
ДИЗАЙН+	Це програмне забезпечення обладнане всіма необхідними функціями для проектування. У ній можна працювати в режимах 2D і 3D, має меню у вигляді стрічки. Забезпечує високу сумісність із базовим форматом CAD, тобто .dwg. Доступна російськомовна версія, призначена для роботи в операційній системі Windows.

додаткові задачі (Credo_Dat, ТРАНСПОРТ 1.0, ЗЕМПЛАН 3.1, НІВЕЛІР 1.0, CREDO_LIN, CREDO_TER, CREDO_GEO, CREDO_GEO КОЛОНКА 2.0, CREDO_GEO ЛАБОРАТОРІЯ 2.1, CAD_CREDO). Взаємодія різних систем програмного комплексу CREDO під час обробки матеріалів розвідувань, проектування забезпечує наскрізну технологію обробки інформації, яка не тільки з успіхом впроваджується в одній організації, а й забезпечує обмін електронними даними між організаціями, підвищуючи продуктивність праці і якість вихідних матеріалів [2].

Враховуючи особливості землевпорядного виробництва на території України, були розроблені вітчизняні сучасні комплекси «Digitals», «Геопроект», «Інвент-Град», ГІС «Карта» та ін. Програма «Digitals» (Виробник: НПП «Геосистема») призначена для створення / оновлення топографічних і спеціальних карт, видання карт міського кадастру і землеустрою, рішення інженерних і прикладних завдань. Має можливість взаємодії з іншими програмними продуктами: Microsoft Word / Excel. Поєднує можливості створення цифрових карт для ГІС і підготовку топографічних карт до видання; містить шари, що настроюються, атрибути об'єктів, умовні знаки і

систему шаблонів. Доповнена модулями стереообробки. У новій версії пакету є можливість запису файлів у новому форматі кадастрового файлу In-5. Для складення цього файлу запроваджено шаблон XMLNormal.dmf [11, с. 172].

Програма «Геопроект» (Компанія «Укргеопроект») розроблена для обробки геодезичних вимірів, формування електронних карт місцевості, адміністрування і моніторингу електронних карт, обліку просторової і атрибутивної інформації про об'єкти, виводу на друк картографічної та різноманітної звітної інформації. До основних можливостей віднесено: створення цифрових векторних планів і карт, розрахунок основних видів ходів теодолітів, трансформацію координат пунктів і об'єктів, інтерполяцію горизонталей, імпортування даних із широкого спектра форматів зовнішніх даних, а також з електронних тахеометрів, потужний генератор звітів із вбудованою мовою програмування, набір шаблонів, що гнучко настроюються, роботу з обмінними файлами кадастрових даних у форматі IN4, можливість розширення програми з використанням API-функції, створення модулів будь-якою мовою програмування і підключення їх за допомогою бібліотек DLL та ін. [11, с. 173].

Програма «Інвент-Град» (Компанія СНПП «ИТЕС») призначена для обробки результатів польових топографо-геодезичних і кадастрових робіт, які виконуються під час інвентаризації земель. Система також може бути використана як кадастрова система населеного пункту або адміністративного району. Вона забезпечує користувачеві максимальну продуктивність, дозволяючи швидко і якісно вирішувати поставлені задачі. Її графічний інтерфейс, повністю відповідний прийнятим стандартам, забезпечує інтуїтивне розуміння системи і допомагає швидко освоїти її основні функції. Всі компоненти проекту представлені в єдиній інтегрованій базі даних, а введення і редагування даних виконується в електронних таблицях, форма яких максимально наближена до традиційних форм і може налаштовуватися на введення певної інформації [11, с. 174].

Проект КБ «ПАНОРАМА» – це набір геоінформаційних технологій, що включає в себе професійну ГІС «Карта», професійний векторизатор електронних карт «Панорама-Редактор», додаток ГІС «Сервер», призначений для забезпечення віддаленого доступу до картографічних даних, універсальний засіб розробки геопорталів різного призначення «GIS WebServer», інструментальні засоби розробки ГІС додатків для різних платформ GIS ToolKit, муніципальну ГІС «Земля і Нерухомість», систему обліку об'єктів нерухомості «ГІС «Нерухомість», систему для автоматизації управління сільськогосподарським підприємством у галузі рослинництва ГІС «Панорама АГРО», конвертори для обміну даними з іншими ГІС (DXF/DBF, MIF/MID, Shape, GML, S57/S52, MP, IN4/XML та ін.), а також спеціалізовані додатки (Internet, сільське господарство, диспетчерські системи, зв'язок, навігацію, екологічний моніторинг та ін.) [11, с. 175].

Важливою частиною геодезичних програм є група програмних комплексів із вирішення геодезичних задач [6]:

– Топоматик Robug – програма для обробки геодезичних вимірювань. Основні функції: читання даних із приладів (Sokkia, Topcon, Leica, Nikon), зрівняння теодолітних ходів, побудова цифрової моделі рельєфу, підрахунок обсягів між поверхнями, розрахунок тахеометрії, нівелювання.

– MicroSurveyFieldGenius – ефективний програмний пакет для збору даних інженерно-геодезичних вишукувань. Особливості: створення ліній без коду; підтримка «живої графіки» й інтуїтивно зрозумілий інтерфейс; ефективне виконання завдань; інструменти розрахунків: доступ до RPN-

калькулятора з будь-якого редагованого поля; підтримка численних функцій – дорожніх робіт, робіт із поверхнями, розбивки укосів, імпорту / експорту DXF і LandXML, а також підтримки роботизованих тахеометрів і GPS-приймачів.

– K-MINE – це сучасна комп'ютерна розробка, що дозволяє вирішувати завдання геопросторового аналізу даних різної складності. Забезпечує ефективність і точність у роботі за рахунок простоти використання, потужної тривимірної графіки і можливості автоматизувати трудомісткі процеси гірничого виробництва.

– Groma – призначена для геодезичних обчислень. З її допомогою можна вирішити всі геодезичні завдання. Більш того, вона дає можливість створювати просту графіку, дигіталізувати растрові дані й обробляти дані у форматах всіх застосовуваних журналів окремо і групами. Програма містить розрахункові задачі: полярний метод, ортогональний метод, груповий полярний метод, обернену засічку, обернену кутову засічку, багаторазову обернену кутову засічку, лінійну засічку, перетин прямих, всі типи полігонометричних ходів, висотні ходи, трансформацію координат, розрахунок площ, дирекційних кутів і довжин, розрахунок висот станцій, розрахунок кубатури та ін. [7].

Варто відзначити авторську програму українського розробника «Засічка 3.0». Програмний комплекс «Засічка 3.0» є інноваційним проектом у галузі інженерної геодезії. Розробка дозволяє автоматизувати обрахунок складних геодезичних задач, що значно скоротить виробничий час з обробітку матеріалів польових геодезичних робіт і підвищить якість землевпорядного виробництва [10, с. 6].

Комплекс «Засічка 3.0» містить 23 засоби вирішення задач інженерної геодезії: пряму кутову засічку (однократну, багатократну); обернену кутову засічку (однократну, багатократну); лінійну засічку; створену засічку; задачу Ганзена; полярну засічку (відстані вимірюються по рулетці); полярну засічку (відстані вимірюються по рейці); обернену геодезичну задачу; пряму геодезичну задачу; визначення параметрів перерахунку координат в іншу систему; перерахунок координат в іншу систему; координати пересічення двох прямих; відстань від точок до прямої по лінії перпендикуляру; визначення координат точок перпендикулярами від створної лінії; вирахування параметрів ланцюжка точок за їхніми координатами; центральну систему; обрахунок трикутника за трьома відомими елементами; геодезичний чотирикутник; вираху-

вання площі замкнутої фігури за координатами кутів; вирахування замкнутого та розімкнутого теодолітних ходів; вирахування висячого теодолітного ходу; опрацювання журналу кругових прийомів; арифметичні операції з кутами. Окрім того, «Засічка 3.0» володіє таким функціоналом: роботою з векторною графікою, роботою з файлами проекту, експортом задач проекту в Digital, AutoCAD, Microsoft Word, Microsoft Excel, формуванням звітів, вимірюванням відстаней, відображенням довжин і кутів [10].

Також існує ряд програм «Геодезичний калькулятор». Прикладом такого виду програм є «Геодезичний калькулятор» у форматі Excel, створений для вирішення повсякденних завдань інженерної геодезії. Використання такого виду програми вимагає від геодезиста елементарних знань про

Excel. Книга включає в себе лист із поясненнями, до багатьох осередків додається примітка. «Геодезичний калькулятор» передбачає обчислення 22 основних геодезичних задач [6].

Геодезичний калькулятор 2.0 призначений для перетворення та трансформування координат точок між системами координат СК-42, СК-63, УСК-2000 і похідних від них місцевих систем координат у межах території України.

Висновки. Проаналізовані програмні геодезичні засоби ГІС дають можливість швидко й ефективно вирішувати землевпорядні завдання, аналізувати поточний стан задокументованого землекористування, виявляти раніше допущені недоліки та помилки, формувати масиви відомостей про земельні ділянки та права на ділянки певних землекористувачів.

Список літератури:

1. Балакірський В.Б., Захаров С.В., Литвиненко Ю.О., Куришко Р.В. Використання геодезичного обладнання та ГІС-технологій для формування геопросторових даних. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2014. Вип. 11. № 1140. С. 9–13.
2. Белятинський А.О., Утеченко Т.О., Резнік О.М. Комплекс Credo – сучасні технології для розробки проектів транспортних споруд і автошляхів. URL: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/viewFile/5089/5347>.
3. Біда П.І. Використання ГІС-технологій у землевпорядному проектуванні. *Український журнал прикладної економіки*. 2017. Т. 2. № 2. С. 120–128.
4. Геодезичні роботи при землеустрої. URL: https://geotop.com.ua/geodeziuhni-robotu-pru-zemleustroi_ua.php.
5. Геодезичні роботи в землевпорядкуванні: навч. посіб. / укл. М.П. Ранський. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. 92 с.
6. Геодезические программы. URL: <https://geostart.ru/geopo.htm>.
7. Groma – геодезическая программа для среды MS Windows. URL: <https://www.groma.cz/ru/showpage.php?id=groma.htm>.
8. Люльчик В.О., Качановський О.І., Булакевич С.В. Застосування геоінформаційних систем у сучасному землеустрої. *Український журнал прикладної економіки*. 2017. Т. 2. № 2. С. 129–137.
9. Програми проектування: AutoCAD і огляд альтернативного програмного забезпечення. URL: <http://navro.org/prohramy-proektuvannya-autocad-i-ohlyad-alternatyvnoho-programnoho-zabezpechennya>.
10. Русіна Н.Г., Лагоднюк Р.А. Програмний комплекс задач інженерної геодезії «Засічка 3.0». Lambert Academic Publishing, 2018. 50 с.
11. Толчевська О.Є., Коняєв Ю.Г. ГІС Технології в землеустрої *Екологічна безпека та природокористування*. 2014. Вип. 14. С. 168–179.

ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

В статье исследуется современное программное обеспечение геодезических расчетов в землеустройстве. Компьютерные программы и комплексы оцениваются с точки зрения возможности их практической реализации в области землеустройства, а также с учетом доступности, понятности и дополнительных функций.

Ключевые слова: геодезические работы при землеустройстве, ГИС-технологии, автоматизированное проектирование, программный комплекс AutoCAD, CREDO, программа «Геопроект», Digital, «Инвент-Град», «ПАНОРАМА», «Засечка 3-0», программные комплексы по решению геодезических задач.

SOFTWARE OF GEODESY CALCULATIONS IN THE LAND MANAGEMENT

The scientific article is modern software of geodetic calculations in land management. Computer programs and complexes are evaluated in terms of their practical implementation in the field of land management, as well as in terms of accessibility, comprehensiveness and additional functions.

Key words: geodetic works in land management, GIS technology, automated design, software complex AutoCAD, CREDO, Geoproject, Digital, Invent Grad, Panorama, Zasichka 3-0 software, software solutions for geodetic solutions tasks.