

УДК: 528.4:332.3

О.В. Кондращенко¹, М.Л. Мироненко¹, Д.В. Шаульський¹, О.А. Дудін²¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна²Український державний університет залізничного транспорту, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДИК ФОТОГРАМЕТРИЧНОГО ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕМЕЛЬНО-МАЙНОВИХ ВІДНОСИН

Метою статті є розгляд способів отримання тривимірної інформації за допомогою фотограмметрії для вирішення різноманітних задач, пов'язаних з високою точністю вимірювань, а саме в землеустрої, проектуванні, будівництві і експлуатації інженерних споруд, в моніторингу за станом архітектурних ансамблів, реставрації пам'яток архітектури тощо.

Ключові слова: цифрова фотограмметрія, кадастр, землеустрої, 3D-модель, цифрова фотограмметрична станція, містобудування, аерофотозйомка, безпілотний літальний апарат.

Постановка проблеми

Розвиток цифрових технологій та їх використання у різних сферах розвитку суспільства змінило підходи до багатьох областей науки, освіти. Це так само торкнулося й сфер будівництва, архітектури, які почали набувати нові функції та властивості, для реалізації яких необхідно застосовувати передові методи.

Розвиток фотограмметрії в значній мірі визначається прогресом обчислювальної техніки і суміжних геоінформаційних технологій. Особливості і проблеми, які виникають при використанні цифрової техніки з метою фотограмметричної зйомки, є актуальним питанням на сучасному етапі розвитку наземної фотограмметрії, яка безперечно стає цифровою.

Сучасне інформаційно-комп'ютерне проектування для вирішення питань обґрунтування інвестицій різних об'єктів, від будівель, автомобільних шляхів і залізниць до містобудування, потребує оперативного одержання високоточних даних про поверхню землі. Необхідність в якісній топографічній основі місцевості весь час зростає, а терміни виконання всього комплексу вишукувальних робіт скорочуються. Крім того, сучасні ринкові відносини змушують шукати і використати те нове, що може сприяти поліпшенню якості робіт при одночасному скороченні витрат часу, і, отже, підвищувати конкурентоспроможність підприємства. Класичної двовимірної топографічної зйомки вже не завжди достатньо для розробки оптимальних проектних рішень, тому змінюється інструментарій та методика ведення роботи.

На сьогоднішній день топографічні геодезичні дослідження охоплюють такі види робіт: тахеометрична зйомка, космічна зйомка, лазерне сканування, аерофотозйомка і фотограмметрія.

Тахеометрична зйомка – метод польових робіт за допомогою теодоліта або тахеометра і далекомірної рейки.

Космічна зйомка – метод отримання даних за допомогою приладів, що знаходяться за межами земної атмосфери.

Фотограмметрія – дисципліна, що займається отриманням по фотозображенням об'єктів їх характеристик.

Аерофотозйомка – отримання фотознімків земної поверхні спеціальними аерофотокамерами з літака або супутника.

Лазерне сканування дозволяє створювати реалістичні моделі 3-х мірного типу за допомогою спеціального лазерного сканеру.

Одним з найпоширеніших видів зйомки, затребуваним у архітектурному проектуванні, як і раніше, залишається метод тахеометричної зйомки, який вимагає витратних польових геодезичних робіт і досить значної тривалості робіт від моменту проведення робіт до отримання плану зйомки. Крім того, при складанні плану в камеральних умовах виключається можливість його порівняння з місцевістю, що приводить до пропусків окремих об'єктів зйомки, певних перекручувань в зображенні рельєфу місцевості.

Особливий інтерес викликає не менш старий метод фотограмметричної побудови поверхні землі, який динамічно розвивається та отримав новий виток з досягненнями науки і техніки.

Фотограмметрія як науково-прикладна дисципліна завжди була скерована на скорочення обсягів

польових геодезичних та топографічних робіт, переміщаючи центр ваги з поля у вигідніші та дешевші камеральні умови побудови топографічних або тематичних карт. Аеротріангуляція саме для того і виникла, щоб замінити геодезичне згущення планово-висотної мережі (роботу в польових умовах) на фотограмметричні способи, що ґрунтуються на камеральному опрацюванні знімків [1]

Фотограмметрія (походить від трьох грецьких слів: *photos* – світло, *gramma* – запис, *metrio* – вимір, дослівно – вимір світлозапису) – наукова дисципліна, яка вивчає способи визначення форми, розмірів і просторового положення об'єктів у заданій координатній системі за їх фотографічними і іншими зображеннями.

Предметом фотограмметрії є вивчення властивостей фотозображення, методів його отримання і вимірювання, розробка приладів для вимірювання і перетворення фотозображень. Найбільш широке застосування фотограмметрія має в геодезії і топографії при картографуванні земної поверхні, а також у космічних дослідженнях.

В архітектурі фотограмметрія застосовується з метою визначення форми, розмірів, просторового положення і якісних характеристик різних архітектурних об'єктів для вивчення і реставрації будівель, особливо тих, які мають історичне значення.

Об'єкти досліджуються щонайменше за двома знімками об'єкту з різних точок простору (стереопари) безконтактним визначенням координат точок об'єкта і на основі відтворення моделі об'єкта. Використання комп'ютера та програмних засобів для ефективно обробки фотограмметричних матеріалів є їх важливою властивістю.

Основними завданнями такої науково-технічної дисципліни, як фотограмметрія є: вивчення геометричних властивостей, обміри та обстеження об'єктів місцевості, що зображені на фотографічних знімках; фіксація пам'яток архітектури і містобудування; постійний моніторинг, регулярні спостереження за зміщенням споруд та зміною ситуації на поверхні місцевості; отримання різнохарактерної оперативної інформації; складання на основі матеріалів аерофотозйомки та наземної зйомки планових і картографічних відображень і картини місцевості, документів, що використовуються в якості основ для містобудівного проектування, топографічних карт, даних для геоінформаційних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

При аналізі літератури в галузі цифрового топографічного картографування, найбільша кількість нових досліджень присвячена фотограмметричній обробці аерокосмічних знімків та знімків, отриманих за допомогою безпілотних літальних апаратів. Досліджуються питання розвитку нових можливос-

тей цифрових технологій. Найновіші досягнення у цій галузі висвітлено в матеріалах XXIII Конгресу Міжнародного товариства фотограмметрії та дистанційного зондування – ISPRS в Празі (Чеська Республіка, в липні 2016 року), Семінару геопросторового тижня ISPRS Фотограмметрична 3D-реконструкція (PhotoGA 2017) в Уханьському університеті (Ухань, Хубей, Китай, 21-22 вересня 2017 року).

Дослідження професора Дорожинського О.Л. [2], [3] охоплюють питання розвитку сучасної фотограмметрії, що відповідають тематиці статті.

Мета та завдання статті

Мета даної статті – розглянути сучасне програмне забезпечення, яке застосовується у сфері цифрової фотограмметрії для отримання 3D-моделей, ортофотопланів, цифрових моделей висот тощо та застосування отриманих результатів в практиці прийняття проектних рішень у будівництві, реконструкції та реставрації, ландшафтному і містобудівному проектуванні тощо.

Виклад основного матеріалу дослідження

Фотограмметрія у своєму розвитку пройшла три етапи, згідно з якими виділяють аналогову фотограмметрію, аналітичну фотограмметрію і цифрову фотограмметрію. Технології, які застосовуються для обробки знімків з метою отримання зазначених характеристик об'єктів та прилади, за допомогою яких виконується зйомка, характеризують кожний етап. З підвищенням потужності обчислювальних машин фотограмметричні прилади еволюціонували від механічних (аналогових) до аналітичних, від аналітичних до цифрових фотограмметричних станцій (ЦФС). Розвиток мікроелектроніки і розробка нових типів сенсорів, які здатні фіксувати електромагнітне випромінювання з високими геометричними і радіометричними параметрами, спричинив перехід від одержання зображень традиційними плівковими камерами з наступним скануванням негативів до безпосереднього одержання цифрових знімків у процесі картографування. [4]

Фотограмметрію за способом проведення робіт умовно можна розділити на:

- наземну;
- авіаційну;
- супутникову.

За цілями застосування:

- топографічну (при аерофотозніманні);
- архітектурну (наземну об'ємно-просторову);
- реставраційну (стосовно дрібних деталей);
- археологічну (для фіксації археологічних знахідок);
- «медійну» (застосування в кіноіндустрії і засобах масової інформації).

Найбільш широке застосування фотограмметрія має в геодезії і топографії при картографуванні земної поверхні, а також у космічних дослідженнях. Аерокосмічні знімання дають можливість одержати необхідну інформацію в короткий термін. Так, знімки поверхні земної кулі за допомогою штучних супутників Землі можна отримати за декілька діб. Можливість генерувати не тільки віртуальні, безмасштабні чисельні карти, але і такі продукти як кольорові цифрові ортофотокарти, чисельні моделі території, види території у перспективі або ж об'ємні просторові моделі, дозволила застосовувати фотограмметричні методи не тільки в геодезії для розробок карт. У будівництві методами фотограмметрії виконують контрольні вимірювання при зведенні будівель і споруд, а також визначають величини деформацій споруд у процесі їх експлуатації. В архітектурі фотограмметрія застосовується з метою вивчення і реставрації будівель в першу чергу тих, які мають історичне значення. У містобудуванні використовують просторові моделі міст. За знімками, одержаними за допомогою мікроскопа, можна визначити розміри, форму та інші характеристики об'єктів мікросвіту. У військовій справі на фотознімках визначають координати орієнтирів і цілей, рубежі розташування військ та їх переміщення. Аерокосмічні знімання дають можливість досліджувати діяльність вулканів, а також катастрофічні явища природи.

На сучасному етапі фотограмметристами розв'язуються нові завдання: автоматизація стереофотограмметричних вимірювань і розробка відповідних автоматичних приладів, створення цифрової фотограмметрії з використанням ЕОМ і геоінформаційних технологій, створення алгоритмів і програм для автоматичного дешифрування фотозображень та інші.[5] В даний час на перший план у фотограмметрії виступають методи цифрового моделювання місцевості (ЦММ), які є новою інформаційною основою містобудівного проектування, здатної замінити або істотно доповнити традиційну форму підготовки топографічних карт і планів. Найбільш широке застосування ЦММ можуть знайти в системах автоматизованого проектування (САПР), оскільки їх застосування дозволяє порівнювати велике число варіантів розміщення об'єктів на місцевості і вибирати серед них оптимальний.

Сучасні технічні і технологічні можливості фотограмметрії в Україні дозволяють повністю переорієнтуватись на геоінформаційні технології і цифрову фотограмметрію. Значна роль фотограмметричним методам належить у створенні ринку землі і нерухомості. У містобудуванні та сфері управління міським господарством просторове моделювання на базі аерокосмічного знімання дозволить фахівцям приймати в короткі терміни оптимальні управлінсь-

кі рішення. Використання фотограмметрії разом з ГІС-технологіями та просторовим моделюванням для архівації пам'яток архітектури в археології створюють нові можливості для пошукових, наукових та проектних робіт.

Використання ЦММ гарантує повну об'єктивність і достовірність матеріалів, отриманих на підставі високоточних фотограмметричних вимірювань.

Результатом обробки даних такими програмами може бути :

- ортофотоплан місцевості;
- триангульована тривимірна модель ландшафту або будови;
- тривимірна кольорова хмара точок (технологія Point Cloud).

В даний час на ринку присутня досить велика кількість продуктів для створення тривимірної моделі з фотографій.

В даний час існує і активно розвиваються досить велика кількість продуктів для створення тривимірної моделі з фотографій в області цифрової фотограмметрії. Деякі з цих програм:

- Agisoft PhotoScan;
- Autodesk ReCap і 123d catch;
- ContextCapture;
- ERDAS IMAGING;
- Pix4D mapper;
- PHOTOMOD.

Автоматизація процесу фотограмметричної обробки даних за допомогою програмного забезпечення дозволяє не тільки фахівцям у галузі геодезії та картографії отримувати топографічну інформацію доступними методами.

Особливо потрібно відмітити просування в цій сфері компанії Autodesk, яка просуває свої додатки в сферу масового використання даної технології, не прив'язуючись тільки до професійних аспектів архітектурної або топографічної діяльності.

Так наприклад, програми Autodesk ReCap Photo, 123d catch, повністю безкоштовні і працюють онлайн, проводячи обчислення в хмарних сервісах Autodesk 360, що дає можливість використовувати дану технологію в проектуванні, студентській діяльності. PHOTOMOD Lite – безкоштовний програмний продукт для фотограмметричної обробки космічних і аерофотознімків, призначений для знайомства з можливостями системи PHOTOMOD, виконання тестових проектів, а також відмінне рішення для підготовки та навчання студентів, інженерів-фотограмметристів або виконання науково-освітніх проектів.

В даний час в фотограмметричній практиці країн СНД та України використовується кілька комерційних цифрових фотограмметричних систем (ЦФС) з різною концепцією обробки інформації, відмінним інтерфейсом та параметрами, проте оріє-

нтовані на вирішення основних фотограмметричних задач.

В Україні на базі державного науково-виробничого підприємства «Геосистема» розроблена цифрова фотограмметрична станція «Дельта» (рис. 1), до складу якої входять вісім програмних модулів. Їх комбінація, налаштування і встановлення параметрів ключа захисту дозволяє сформувати два пакети програмного забезпечення, які виконують повний цикл фотограмметричної обробки:

- Дельта (формування, зрівнювання фотограмметричної мережі і побудова ортозображень) і
- Digitals (створення, редагування, оновлення цифрових карт, рішення землевпорядних та інших задач).



Рис.1. Цифрова фотограмметрична станція «Дельта»

Використання ЦФС «Дельта» розкриває можливості фотограмметрії у вирішенні завдань архітектурно-містобудівного проектування. За допомогою ЦФС «Дельта» створюються фронтальні плани, 3D-моделі (рис. 2) та виконуються обміри архітектурних деталей.



Рис.2. 3D-модель мікрорайону Харкова, створена у ЦФС «Дельта»

Програмний комплекс PHOTOMOD розроблено ВАТ «Ракурс» (Росія). Він розповсюджений більш ніж у 40 країнах та застосовується для просторової фототріангуляції, створення цифрових моделей рельєфу і місцевості, 2D і 3D-векторизації,

ортотрансформування і створення мозаїк, 3D-моделювання, картографування. Система забезпечує можливість обробки наземних, аеро- і космічних аналогових і цифрових знімків центральної проекції, отриманих топографічними знімальними системами або неметричними (аматорськими) камерами, а також матеріалів радіолокаційної зйомки і оптико-електронного сканування.[6]

Можна зазначити, що вітчизняні програмні розробки наближаються за функціональними можливостями та продуктивністю до закордонних, а враховуючи їх дешевизну, можуть конкурувати з ними та знаходять більш широке застосування у виробництві. З їх допомогою можна вирішувати конкретні завдання зі створення і оновлення топографічних і кадастрових карт та ортофотопланів та ін.

Серед інших ЦФС слід виділити системи DIAP (ISM), Voxel Imaging Corporation, SoftPlotter (Autometric, Inc.), SUMMIT (DAT/EM System Int.), DVP (Geomatic System Inc.), ATLAS Digital Stereo Plotter (KLT ASSOCIATES), Realistic Map, ТАЛКА, TNT, Z-Space та інші.

У вітчизняній практиці методи цифрової фотограмметрії найчастіше застосовуються в області аерофотозйомки місцевості за допомогою безпілотних літальних апаратів (квадрокоптерів, гексакоптерів) (рис. 3 а, б) 3D-моделі, отримані в результаті обробки таких знімків мають ряд переваг у порівнянні з 3D-моделями, розробленими на основі космічної зйомки, а саме: високою точністю визначення координат (від 0,1 до 0,15 м), роздільною здатністю (0,1 – 0,15 м) та незалежністю від погодних умов (хмарності). Отримання моделі міста, ортофотоплану є результатом виконання даного виду робіт (рис 4).

а)



б)



Рис.3. Сучасні безпілотні літальні апарати: а) квадрокоптер Inspire-1-Pro; б) гексакоптер Phantom-4

Розробники програм для архітектурного та містобудівного проектування почали політику щодо активного впровадження форматів для роботи з хмарами точок, отриманими в результаті фотограмметричного аналізу.

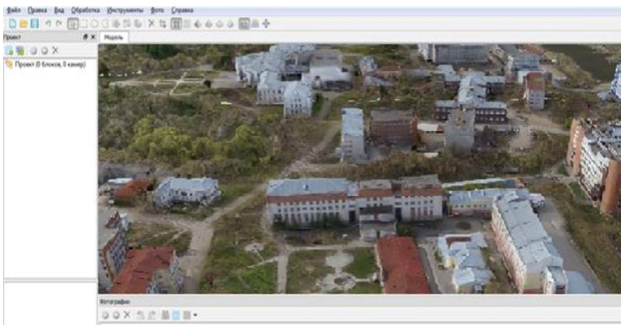


Рис.4. Фрагмент моделі міста в програмі Agisoft PhotoScan

На сьогоднішній день активно розвиваються додатки(комплекси) інформаційного моделювання (або BIM), робота яких безпосередньо пов'язана з побудовою тривимірної моделі середовища, що містить всю інформацію про свої складові у вигляді ієрархічного набору пов'язаних між собою параметрів. Даний факт дозволяє істотно прискорити процес прийняття проектних рішень і мінімізувати терміни на внесення змін. Отримані результати дозволяють підвищувати якість містобудівних рішень, а застосування тривимірної моделі в містобудуванні стає звичайною практикою. Розгляд проектів в такому форматі істотно полегшує питання, пов'язані з прийняттям проектів і проектної документації, в першу чергу тому що даний спосіб наочний і ефективний, так як існує можливість здійснення різних площинних і лінійних промірів.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Таким чином, досліджено процес виконання геодезичних робіт при складанні проекту відведення земель на прикладі лінійного об'єкту.

Використання тривимірних моделей в містобудуванні ефективно вирішує завдання з проектування, реконструкції, містобудівного планування та може застосовуватися як глобально (охоплювати все місто), так і на окремих архітектурних об'єктах. Обґрунтовані та доцільні проектні рішення забезпечують соціально-економічний розвиток міст, вдосконалення транспортної, інженерно-технічної, виробничої, соціальної інфраструктури, що впливає на якість життя населення.

Застосування 3D-моделей відкриває нові можливості для вирішення задач архітектурної фотограмметрії, таких як:

- відновлення будівель, особливо пам'ятників архітектури;
- будівництво нових будівель з метою їх вписування в існуючі архітектурні ансамблі та навколишню природу;
- зйомка фасадів будівель з метою архівного зберігання. [7]

Крім того, тривимірне зображення поверхні Землі розширює можливості кадастрового обліку та актуального зображення різноманітних архітектурних складних форм, які неможливо достовірно відтворити у плоскій проекції.

Література

1. Дорожницький, О. Л. Фотограмметрія [Текст] / О. Л. Дорожницький, Р. Тукай. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. – 214 с.
2. Дорожницький, О. Л. Цифрова фотограмметрія – сучасний стан та чинники її розвитку [Текст] / О.Л. Дорожницький – // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – Львів, 2005. С. 136–143.
3. Дорожницький, О. Л. Фотограмметрія та дистанційне зондування напередодні XXIII конгресу ISPRS [Текст] / О. Л. Дорожницький // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК. - Західне геодезичне товариство Українського товариства геодезії і картографії, Національний університет "Львівська політехніка" – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. – Випуск 1 (29). – С. 12–14.
4. Левицький, В. Г., Удосконалення методики аналітичної обробки знімків, отриманих неметричними цифровими камерами при виконанні фотограмметричної зйомки [Текст] / В. Г. Левицький. – Вісник ЖДТУ / Технічні науки – 2008. – № 1 (44). – С. 100–105.
5. Толстохатко, В. А., Конспект лекцій з курсу «Фотограмметрія та дистанційне зондування». Модуль 1: «Фотограмметрія» для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання за напрямом 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» [Текст] / В. А. Толстохатко, В. О. Пеньков; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва імені О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2013. – 91 с.
6. РАКУРС программные решения в области геоинформатики, цифровой фотограмметрии и дистанционного зондирования [Електронний ресурс] / PHOTOMOD 6.3 // Комплект документации по PHOTOMOD 6.3 (PDF – Режим доступу : <http://www.racurs.ru/index.php?page=148>
7. Папп, Л. Киш. Применение фотограмметрии в архитектуре [Електронний ресурс] / Л. Киш Папп // Кафедра Фотограмметрии Института Геодезии. – Будапешт: 1978. – С. 119 – 137. – Режим доступу: <https://pp.bme.hu/ci/article/download/4102/3207/>.

References

1. Dorozhynsky, O. L., & Tukay, R. (2003). Photogrammetry. Publishing House of the National University "Lviv Polytechnic", 7-24.
2. Dorozhynsky, O. L. (2005). Digital photogrammetry – the present state and factors of its development. *Geodesy, cartography and aerial photography*, 136-143.

3. Dorozhynsky, O. L. (2015). Photogrammetry and remote sensing on the eve of the XXIII Congress of. *Collection of scientific works of the Western geodesic society of the Ukrainian Society of Geodesy and Cartography*, 12-14.
4. Levvitsky, V.G.(2008). Improvement of the method of analytical processing of images obtained by nonmetric digital cameras when performing photogrammetric surveying. *Journal of Zhytomyr State Technological University*, 100-105.
5. Tolstohatko, V. A., & Penkov, V. O. (2013). Summary of lectures on the course "Photogrammetry and remote sensing". *Module 1: "Phonogrammetry" for students of 3 courses of full-time and part-time study in the direction 6.080101 "Geodesy, cartography and land management"*, 7-12.
6. *Documentation Kit for PHOTOMOD 6.3.* (n.d.). <http://www.racurs.ru>. Retrieved from <http://www.racurs.ru/index.php?page=148>.
7. Papp, L. Kish (1978). Application of Photogrammetry in Architecture. *Department of Photogrammetry of the Institute of Geodesy*. 119-137. Retrieved from <https://pp.bme.hu/ci/article/download/4102/3207/>.

Рецензент: д-р екон. наук, професор К.А. Мамонов, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

Автор: КОНДРАЩЕНКО Олена Володимирівна
доктор технічних наук., професор, завідувач кафед-
рою Технологій будівельного виробництва і будіве-
льних матеріалів
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – kondraschenko-ov@mail.ru

Автор: МИРОНЕНКО Марія Леонідівна
асистент кафедри земельного адміністрування та
геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського
господарства імені О. М. Бекетова
E-mail – mariamyronenko87@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0266-4463>

Автор: ШАУЛЬСЬКИЙ Дмитро Васильович
аспірант кафедри земельного адміністрування та
геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського
господарства імені О. М. Бекетова
E-mail – shau84@gmail.com

Автор: ДУДІН Олексій Аркадійович
доцент кафедри колії та колійного господарства
Української державної академії залізничного тран-
спорту
E-mail – dudin@kart.edu.ua

THE APPLICATION OF MODERN TECHNIQUES OF PHOTOGRAMMETRY AND GEOINFORMATION ANALYSIS TO ENSURE LAND AND PROPERTY RELATIONS

E. Kondraschenko¹, M. Myronenko¹, D. Shaulskiy¹, O. Dudin²

¹O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

² Ukrainian state Academy of railway transport, Ukraine

The purpose of the article is to consider ways of obtaining three-dimensional information with the help of photogrammetry for solving various problems connected with high accuracy of measurements, namely in land planning, designing, construction and operation of engineering structures, in monitoring the state of architectural ensembles, restoration of architectural monuments, etc. In the framework of decision-making in the field of land-property relations, the qualitative topographic basis of the area, which is the basis and structure of projects of any complexity, is especially important. Photogrammetry dynamically develops with the development of technology and computer technology and acquires opportunities for effective solution of the main tasks, such as:

- study of geometrical properties, measurements and survey of objects of the area, which are depicted on photographic photographs;
- fixation of architectural monuments and city-planning;
- constant monitoring, regular monitoring of displacement of structures and changes in the situation on the surface of the area;
- receiving of varied operational information;
- drawing up on the basis of aerial photographs and ground-based surveys of planned and cartographic maps and terrain images, documents used as bases for urban design, topographical maps, data for geographic information systems.

The following tasks were solved in the work:

- The main objectives of application and field of photogrammetry usage are considered;
- new possibilities of digital photogrammetry are investigated;
- the modern software for automation of the process of photogrammetric data processing is considered;
- Review of digital photogrammetric systems used in Ukraine and other countries of the world.

Successful implementation of the capabilities of digital photogrammetry allows to effectively solve problems of design, reconstruction, urban planning.

Further software and instrumental development of photogrammetry creates the preconditions for changing the existing measurement methodology to monitor the state of architectural ensembles, buildings and monuments.

The main results obtained in the development of this article are to consider the application of 3d models of land-property complexes to ensure land-property relations. Thus, the purpose of the article is achieved.

Keywords: digital photogrammetry, cadastre, land management, 3D model, digital photogrammetric station, urban planning, aerial photography, unmanned aerial vehicle.