

С.Г. Нестеренко, Є.С. Бугайчук, Ю.Б. Радзінська, В.В. Касьянов

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ МІСЦЕВОСТІ ТА КЛАСИФІКАТОРУ ЙОГО ЕЛЕМЕНТІВ

*Метою статті є дослідження процесу розробки електронних топографічних планів місцевості та класифікатору його основних елементів. В роботі визначено особливості розробки топографічних планів місцевості. Виявлено роль електронних проектів геодезичного забезпечення землеустрою. Проаналізовано особливості геодезичних робіт для створення електронних топографічних планів. Обґрунтовано необхідність створення та процес розробки цифрового топографічного плану. Визначено етапи виконання робіт по створенню електронних топографічних планів та класифікаторів його елементів. Розроблені вимоги щодо геодезичної основи проведення знімальних робіт та складання класифікаторів елементів електронних топографічних планів місцевості.*

**Ключові слова:** топографо-геодезичні знімання, електронний топографічний план, картографо-геодезичні дані, етапи складання плану, знімальна мережа, класифікатор елементів плану.

### Постановка проблеми

Швидкий розвиток геоінформаційних систем відповідно до потреб сучасного суспільства призвів до того, що функції та методи ГС стали доступними для широкого спектру споживачів.

Причина створення електронних топографічних планів обумовлена як вимогами практики, так і результатами теоретичних досліджень. Динамічний розвиток цього сегменту інформаційних технологій спостерігається протягом останніх декількох років, в першу чергу завдяки розробці технічних та системних засобів. Це й прогрес у розвитку персональних комп'ютерів, і стрімкий розвиток картографічних матеріалів та їх розробки, і найважливіше це прагнення до систематизації та оновлення картографічного забезпечення цілих міст, з детальною інформацією та базами даних про кожну земельну ділянку. Теоретичні та прикладні завдання, що вирішуються за допомогою електронних топографічних планів, охоплюють практично всі галузі інтелектуальної діяльності: науку та техніку, освіту, культуру, бізнес, а їхні функціональні можливості зумовлюють реалізацію наукового, практичного та освітнього аспектів.

Особливого розгляду потребує методика підготовки картографічної інформації, топографічних зніманих, їх шифрування та процес перетворення на Цифровий формат.

Топографо-геодезичні і картографічні роботи загальнодержавного призначення – це основні роботи з геодезії, що проводяться на території України. Вони є фундаментом всіх подальших дій які пов'язані з топографо-картографічною та геодезичною діяльністю в Україні, а саме розробка топографічних карт і планів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

До основних загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт належать:

- створення та оновлення державних топографічних карт і планів у графічній, цифровій, фотографічній та інших формах, точність і зміст яких забезпечують вирішення загальнодержавних, оборонних, науково-дослідних та інших завдань, видання цих карт і планів;

- створення та оновлення кадастрових карт, надання їх, а також необхідної інформації користувачам для ведення Державної реєстраційної системи землі та іншого нерухомого майна, ведення банку даних [1].

За даними досліджень [2] топографічні плани відрізняються за масштабом один від одного, тобто і детальністю. Чим більше масштаб, тим детальніше показана ділянка місцевості і тому більший масштаб є набагато інформативнішим.

Як вказує автор [3] електронні топографічні карти – це цифрові топографічні карти, які візуалізуються або готуються для візуалізації в топографічних символах, створених для певного масштабу карти і створюються з використанням спеціальних електронних або оптоелектронних пристроїв і відповідних програмних засобів.

ЗУ «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» регламентує відносини в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності, основне завдання, об'єктів та суб'єктів. В ньому описують основні вимоги по здійсненню топографо-геодезичної діяльності, основні топографо-геодезичні роботи та їх організація. Завданням законодавства про топографо-геодезичну і картографічну діяльність є регулювання відносин у сфері топографо-геодезичної і картографіч-

ної діяльності для забезпечення потреб держави і громадян результатами топографо-геодезичної і картографічної діяльності [1].

### Мета та завдання статті

Мета даної статті полягає в тому, щоб дослідити процес розробки електронних топографічних планів місцевості та класифікатору його основних елементів.

Для досягнення зазначеної мети в роботі поставлені наступні завдання:

- визначити особливості розробки топографічних планів місцевості;
- виявити роль електронних проектів геодезичного забезпечення землеустрою;
- проаналізувати особливості геодезичних робіт для створення електронних топографічних планів;
- обґрунтувати необхідність створення та процес розробки цифрового топографічного плану;
- визначити етапи виконання робіт по створенню електронних топографічних планів та класифікаторів його елементів;
- проаналізувати прилади та програмне забезпечення необхідне для виконання робіт зі створення електронних топографічних планів.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Щоб перейти до електронного топографічного плану, необхідно виконати серію послідовних процесів. Перш за все, необхідно визначити технічне завдання на основі тих матеріалів, які були отримані від замовника. На цьому етапі геодезисти знайомляться з ділянкою та з усіма її особливостями.

Потім починається етап польових робіт. Перед початком самої топографічної зйомки необхідно створити геодезичну розбивочну основу, яка стане основою самої зйомки. Для цього використовуються електронний тахеометр Leika та GPS-приймач.

Наступна стадія створення топографічного це камеральні роботи. Вона виконується за допомогою комп'ютерного обладнання і спеціальних графічних програм. Саме в них створюється топографічний план. В особливих випадках проектуються об'ємні 3D моделі. В залежності від розташування ділянки, її цільового призначення та типу зйомки буде потрібне узгодження плану у відповідних органах.

Після отримання узгодження та реєстрації плану починається етап перетворення його у частину електронної топографічної карти «Цифровий формат». Електронна версія створюється в спеціалізованій програмі і передається у відповідні органи.

Електронний топографічний план створюється з окремих ділянок, які пройшли обробку та підготовку в програмному забезпеченні AutoCAD. Його базою є план, що побудовано на основі даних геодезичної зйомки місцевості, відповідним чином оброблених і занесених у програму.

Всі елементи певної ділянки плану сортуються за типом та видом з винесенням їх у окремі шари. Кожний шар має свій унікальний код, який допомагає краще відзначити, які саме елементи знаходяться на об'єкті. Елементи плану повинні мати затверджений вид та правильне відображення. Наприклад, для зображення будинків повинен бути використаний спеціальний тип лінії, її колір і товщина (рис. 1).

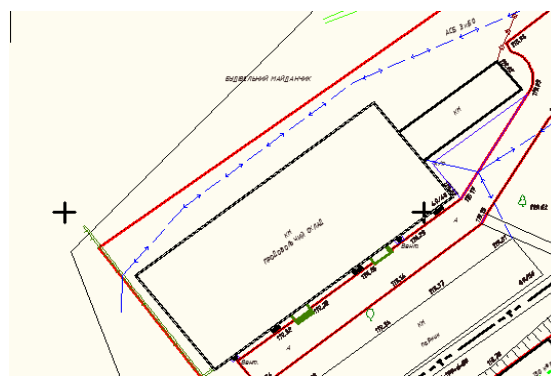


Рис. 1. План топографічної зйомки М 1:500

Певні групи елементів плану мають групуватися у блоки. А саме, кожна будівля має бути об'єднана в окремий блок з певними атрибутами: назва, кількість поверхів, капітальність, коментар. Це значно спростить роботу з інформацією стосовно об'єктів на ділянці, адже вся інформація згрупована та структурована і знаходиться в одному місці з прив'язкою до конкретного об'єкта.

Кожна ділянка має свою межу зйомки – це чітка границя, яка, по-перше, обмежує ділянку, по-друге, містить інформацію стосовно адреси, суті зйомки, виконавця та замовника. І саме ця межа буде відокремлювати суміжні ділянки.

Результатом проведених робіт є електронний топографічний план окремої ділянки, з внесеною атрибутивною інформацією про кожен об'єкт, що розташований на цій ділянці. Цей план, при подальшій обробці, інтегрується до спільного електронного плану вищого рівня.

Першим і важливим кроком у створенні електронного плану є проведення топографічної зйомки для отримання даних про місцевість.

Цей вид геодезичних робіт проводиться в кілька етапів: підготовчий; польовий етап; камеральний етап; отримання результатів.

Підготовчий. На цьому етапі складається технічна специфікація, збирається вся необхідна вихідна документація і проводиться її аналіз. Затверджується план роботи та складається план заходів.

Польовий етап. Він реалізує та забезпечує топографічні вимірювання на місцевості.

Дослідження майданчика і монтаж геодезичних мереж. Первинний виїзд на майданчик проводиться фахівцем з метою оцінки загального географічного положення території, шляхів в'їзду та околиць. Насту-

пним кроком є установка геодезичної мережі. Ділянка місцевості буде прив'язана до точок, які вже мають точні координати, тим самим фіксуючи межі ділянки і встановлюючи розташування території на геодезичній карті. Роботи починаються з встановленої геодезичної основи. Це точки відліку, з яких пройдуть всі вимірювання. Також проводиться вимірювання всіх елементів і об'єктів, розташованих в досліджуваній області.

Етап камеральної обробки. Він передбачає подальшу роботу в офісі з виготовлення топографічних карт, планів і схем, а також всієї необхідної документації та технічних звітів. Результат топографічних зйомок містить інформацію про наземні і підземні комунікації, об'єктах, елементах і місцезнаходження місцевості. Етап камеральної обробки є одним із найважливіших процесів, бо саме після нього ми отримуємо готовий топографічний план. Процес обробки даних складається з декількох етапів (рис. 2). Первинна обробка та сортування даних проводиться у програмі Digitalis. Це програмне забезпечення для створення топографічних та спеціальних карт. Digitalis забезпечує автоматизацію геодезичних робіт від обробки польових вимірювань до створення обмінних XML-файлів, кадастрових планів і технічної документації.



Рис.2.Етапи обробки даних знімаль

Після проведення польових робіт отримуємо файли з інформацією – набір точок, та висоти з GPS, які необхідно завантажити у комп'ютер Наступним кроком обробки файлів є програма Digitalis. Отриманий файл відкривається програмою Geodey і одночасно перевіряється на наявність грубих помилок. Далі вводяться координати контрольних точок і вимір вирівнюється. У модулі Geodey виконується первинна обробка даних тахеометра, GPS приймача, підрахунок теодолітного ходу, ув'язка даних, введення поправок присвоювання координат точок. В результаті отримують координати всіх точок пікету і протокол корекції курсу (рис. 3).

Крім лінійно-кутових мереж, програма дозволяє працювати з мережами вирівнювання і вирішувати прямі і зворотні геодезичні задачі. Розраховані точки пікету переносяться до графічного редактора Digitalis, де виконується подальша обробка даних. При роботі в програмі Digitalis з уже первинно обробленим файлом відбувається мінімальне сортування даних на зображення точки, її номеру і висоти. Після проведених

операцій файл зберігається у форматі .dwg або .dxf для продовження роботи в AutoCAD. Створений файл буде основою для топографічного плану.

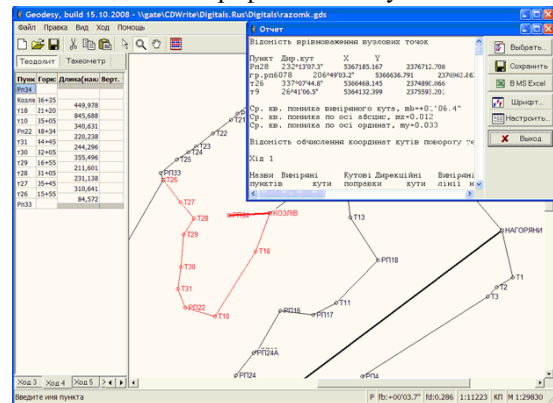


Рис.3. Координати точок пікету і протокол корекції курсу

Створення топографічних планів - остаточна обробка даних отриманих з польових робіт та попередньої камеральної обробки. AutoCAD – це двовимірна і тривимірна система автоматизованого проектування і креслення. На сучасному етапі програма включає в себе повний набір інструментів, що забезпечують комплексне тривимірне моделювання, включаючи роботу з довільними формами, створення і редагування 3D-моделей кузовів і поверхонь, вдосконалену 3D-навігацію і ефективні інструменти для створення робочої документації.

Підтвердженням, що підземні комунікації є істинними, слугуватимуть печатки всіх інстанцій, комунікації яких можуть бути розташовані на даній території. Необхідні штампи повинні бути на листі схвалення. Після всіх схваленень готується технічний звіт, який подається на експертизу в відділення архітектури та містобудування. Після проведення належної експертизи, Управління архітектури ставить печатку на титульній сторінці. Тим самим показує, що технічний звіт складається відповідно до всіх правил і положень і повністю відповідає ним. Водночас одна з копій такого звіту зберігається в архіві Управління архітектури та містобудування. Після цього отриманий результат ретельно обробляється і створюється інженерний комунікаційний план. Після цього відбувається узгодження з експлуатаційними організаціями всіх технічних характеристик, діаграм всіх сервісних споруд і профілів маршрутів.

Для створення електронних планів був розроблений офіційний класифікатор на підставі Класифікатору інформації, яка відображається на топографічних планах масштабів 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 [4]. Саме він є основним документом, на основі якого розробляється електронна документація.

Після первинної обробки та створення топографічного плану ми отримуємо основу для створення елек-

тронного документа, що згідно з нашим вибором відбуватиметься в програмі AutoCAD.

Спочатку розробляється основне завдання - очистити файл малюнка від непотрібних частин, таких як рамка, знак напрямку півночі, растри, профілі висот, сітка планшетів і т. д. Після починається процес сортування даних.

Основа класифікації заснована на ієрархічному методі класифікації інформації першого типу і методі класифікації типу фасета другого типу. Вся інформація першого типу на вищому рівні ієрархії ділиться на вісім класів за елементами змісту топографічних планів.

Система кодування інформації про елементи і об'єкти місцевості, включених в класифікатор, заснована на загальноприйнятій системі класифікації.

Для фасетної системи класифікації властивостей, які характеризують елементи і об'єкти області, використовується паралельний метод кодування атрибутів одного типу, кожен з яких об'єднує окрему групу властивостей.

Послідовність кодів властивостей об'єкта в загальній структурі опису коду інформації може бути довільною, коли код об'єкта записується. Для кодування семантичних значень атрибутів, які характеризують об'єкти, використовуються методи серійного замовлення і реєстрації замовлення.

Після сортування всіх елементів, що знаходяться на топографічному зйомці, відбувається стадія кодування.

Виходячи з класифікатора за 2000 рік, можна зробити висновок, що всі елементи поділені на спеціальні категорії в певній ієрархії, починаючи з геодезичних точок, меж, визначення висот і закінчуючи дорожнім покриттям, рослинністю і відсутніми воротами з огорожами. Згідно з даними класифікатора, атрибутивна інформація повинна бути заповнена для таких елементів, як межі обстеження, геодезичні точки, капітальні об'єкти, джерела води і свердловина, трубопроводи та лінії зв'язку, а також колектори, канали, канали, дощоприймачі.

Наступним етапом є реєстрація земельної ділянки. Основною підставою для реєстрації земельної ділянки є готовий цифровий план місцевості.

Згідно Закону України "Про Державний земельний кадастр" та Порядку ведення Державного земельного кадастру, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № 1051 [5], визначено новий порядок ведення державної реєстрації земельних ділянок.

Державна реєстрація земельної ділянки здійснюється під час її формування за результатами складення документації із землеустрою після її погодження у встановленому порядку та до прийняття рішення про її затвердження органом державної влади або органом

місцевого самоврядування шляхом відкриття Поземельної книги на таку земельну ділянку.

Відповідно до законодавства державну реєстрацію земельної ділянки здійснюють державні кадастрові реєстратори територіальних органів земельних ресурсів. Послідовність проведення державної реєстрації земельної ділянки визначається Порядком ведення Державного земельного кадастру.

## Висновки та перспективи подальших розвідок

Таким чином, досліджено процес розробки електронних топографічних планів місцевості та класифікатору його основних елементів.

В роботі були вирішені наступні завдання:

- визначено особливості розробки топографічних планів місцевості;
- виявлено роль електронних проектів геодезичного забезпечення землеустрою;
- проаналізовано особливості геодезичних робіт для створення електронних топографічних планів;
- обґрунтовано необхідність створення та процес розробки цифрового топографічного плану;
- визначено етапи виконання робіт по створенню електронних топографічних планів та класифікаторів його елементів;
- проаналізовано прилади та програмне забезпечення необхідне для виконання робіт зі створення електронних топографічних планів.

Успішне виконання заходів, передбачених цією статтею, значно покращить проектні рішення щодо геодезичного забезпечення землеустрою.

Основні результати, що отримані в розробці даної статті, полягають в реалізації елементів дослідження ефективності топографо-геодезичного забезпечення для розробки проектів землеустрою. Таким чином, поставлені цілі в статті досягнуті.

## Література

1. *Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність [Електронний ресурс]: Закон України від 23.12.1998 р. № 353-ХІV.- Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14> (дата звернення: 25.03.2019).*
2. *Третьяк, А.М. Землевпорядне проектування: еколого-ландшафтне землевпорядкування сільськогосподарських підприємств [Текст]: навч. посібник / А.М. Третьяк, В.М. Другак, Р.А. Третьяк, Л.А. Гунько – К.: Аграрна наука, 2007. – 120 с.*
3. *Мамонов, К. А. ГІС-забезпечення у раціональному використанні земельних ресурсів міської забудови [Текст] / К. А. Мамонов, С. Г. Нестеренко, К. І. Вяткін // Науковий вісник будівництва. – Харківський національний університет будівництва та архітектури. Харків. – 2016. – Том 86 №4. – С. 323.*
4. *Мамонов, К. А. Застосування геоінформаційних систем у процесі землеустрою міст України. [Текст] // Комунальне господарство міст. – Харківський національний університет*

- міського господарства ім. О.М. Бекетова. Серія: Технічні науки та архітектура. Харків. – 2016. – Вип. 130. – 116 с.
5. Про Державний земельний кадастр [Електронний ресурс]: Закон України від 07.07.2011 р. № 3613-VI. Дата оновлення : 01.01.2017. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/3613-17> (дата звернення: 20.07.2017).
6. Ho, S., Rajabifard, A., Stoter, J., Kalantari, M. (2013) Legal barriers to 3D cadastre implementation: What is the issue? *Land Use Policy*, 35(1), 379-387.
7. Oosterom, P. (2013) Research and development in 3D cadastres. *Environment and Urban Systems*, 40(1), 1-6.

### References

1. On topographical and geodetic and cartographic activity: *Law of Ukraine dated December 23, 1998, No. 353-XIV*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14>
2. Tretiak, A. M., Drogak V. M., Tretiak G. A., Gunko L. A. (2007). Land use planning: an ecological and landscape land management of agricultural enterprises: textbook. The allowance. *Agricultural science*, 120.
3. Mamonov, K. A., Nesterenko, S. G., Vyatkin, K. I. (2016) GIS-ensure rational use of land resources for urban development. *Scientific Bulletin of construction. Kharkiv national University of construction and architecture. Kharkov*, 86 ( 4), 323.
4. Mamonov, K. A. (2016) Application of geographic information systems in the process of land cities of Ukraine. *Utility owners-the economy named. A. M. Beketov. Technical Sciences and architecture. Kharkov*, 130, 116.
5. On the State land cadastre (07.07.2011). *Law of Ukraine № 3613-VI*. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/3613-17>
6. Ho, S., Rajabifard, A., Stoter, J., Kalantari, M. (2013) Legal barriers to 3D cadastre implementation: What is the issue? *Land Use Policy*, 35(1), 379-387.
7. Oosterom, P. (2013) Research and development in 3D cadastres. *Environment and Urban Systems*, 40(1), 1-6.

**Рецензент:** доктор економічних наук, професор К.А. Мамонов, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

**Автор:** НЕСТЕРЕНКО Сергій Григорович  
кандидат технічних наук., старший викладач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем  
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова  
E-mail - [nesterenko-sg@mail.ru](mailto:nesterenko-sg@mail.ru)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5124-9728>

**Автор:** БУГАЙЧУК Єлизавета Сергіївна  
студентка кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем  
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова  
E-mail - [info@kaf-gis.kh.ua](mailto:info@kaf-gis.kh.ua)

**Автор:** РАДЗІНСЬКА Юлія Борисівна  
кандидат технічних наук, старший викладач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем  
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова  
E mail – [radzinskayayb@gmail.com](mailto:radzinskayayb@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1661-7975>

**Автор:** КАСЬЯНОВ Володимир Володимирович  
кандидат технічних наук, асистент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем  
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова  
E-mail - [kasyanov.vladimir@gmail.com](mailto:kasyanov.vladimir@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3506-5982>

## STUDY OF TECHNOLOGY OF BUILDING ELECTRONIC TOPOGRAPHIC PLAN OF THE AREA AND ITS CLASSIFIER ELEMENTS

S. Nesterenko, E. Bugaychuk, Y. Radzinska, V. Kasyanov  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

*The aim of the article is to study the process of development of electronic topographic plans and classifier of its main elements. The paper defines the features of the development of topographic maps. The role of electronic projects of geodetic support of land management is revealed. The features of geodetic works for the creation of electronic topographic plans are analyzed. The necessity of creation and process of development of the digital topographic plan is proved. The stages of work on the creation of electronic topographic plans and classifiers of its elements are determined. The requirements for the geodetic framework for survey work and the preparation of classifiers of elements of electronic topographic plans of the area.*

*The reason for the creation of electronic topographic plans is due to both the requirements of practice and the results of theoretical studies. The dynamic development of this segment of information technology has been observed over the past few years, primarily due to the development of technical and system tools. This is the progress in the development of personal computers, and the rapid development of cartographic materials and their development, and most importantly it wanted to involve in the systematization and updating (creation of new) cartographic support of entire cities, with detailed information and databases on each land plot. Theoretical and applied problems solved with the help of electronic graphic plans cover almost all the fields of intellectual activity: science and technology, education, culture, business, and their functionality determines the implementation of scientific, practical and educational aspects.*

*Special consideration should be given to the method of preparation of cartographic information, topographic surveys, their encryption and the process of converting to Digital format.*

**Keywords:** topographic and geodetic surveys, electronic topographic plan, cartographic and geodetic data, stages of the plan, survey network, classifier of plan elements.