



ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ «ХНАДУ»

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОЕКТНИХ ТА ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

Матеріали 87-ї міжнародної
студентської наукової конференції



2025

11 квітня 2025 р.
Харків

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОЕКТНИХ ТА ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

**Матеріали 87-ї міжнародної студентської наукової
конференції
(11 квітня 2025 року)**

Харків 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-
ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ПРОЕКТУВАННЯ ДОРІГ, ГЕОДЕЗІЇ І
ЗЕМЛЕУСТРОЮ

**ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОЕКТНИХ
ТА ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ**

Матеріали 87-ї міжнародної студентської наукової конференції
(11 квітня 2025 року)

Харків 2025

УДК: 528.3

I-67

Редакційна колегія:

Батракова А.Г.	професор кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою ХНАДУ, доктор технічних наук
Дорожко Є.В.	завідувач кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою ХНАДУ, кандидат технічних наук, доцент
Арсеньєва Н.О.	доцент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою ХНАДУ, кандидат технічних наук.
Захарова Е.В.	асистент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою ХНАДУ
Шелкова І.С.	асистент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою ХНАДУ

Інноваційні методи проектних та геодезичних робіт.

Матеріали 87-ї міжнародної студентської конференції
(квітень 2025) / ХНАДУ. Харків: 238 с.

ISBN 978-617-8130-78-7.

Збірник містить матеріали 87-ї міжнародної студентської конференції "Інноваційні методи проектних та геодезичних робіт", що відбулася у квітні 2025 року в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті на базі кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою.

© Харківський національний
автомобільно-дорожній
університет, 2025

ЗМІСТ

Яковлєв В.М. ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО БАГАТОЧАСТОТНОГО СУПУТНИКОВОГО ГНСС-ПРИЙМАЧА JAVAD TRIUMPH-VS ДЛЯ ТОПОГРАФІЧНОЇ ЗЙОМКИ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ СМТ КОЧЕТОК ЧУГУЇВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
Макаренко А.М. КЛЮЧОВІ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ GOOGLE ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ.....	13
Крот Д.А. СТВОРЕННЯ ЦММ ЧАСТИНИ ЖИТЛОВОГО МІКРОРАЙОНУ ПАВЛЕНКИ М. ХАРКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГНСС- ПРИЙМАЧА PREXISO G4 GSM-UHF.....	18
Аверін В., Пономаренко А. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН І ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО- ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД.....	23
Костров Є., Тюпа І. ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	27
Бутенко Д.С. УТОЧНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ БОНІТУВАННЯ ҐРУНТІВ НА ПІДСТАВІ ДАНИХ ҐРУНТОВИХ ОБСТЕЖЕНЬ.....	31
Дзябура М. С., Азаров В. С. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ TRIMBLE BUSINESS CENTER.....	35
Федотікова А.А., Чумак М.К. РОЗРОБКА ПРОЄКТУ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЩОДО ВІДВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ В ПОСТІЙНЕ КОРИСТУВАННЯ.....	39
Гурський Б.В. РЕЄСТРАЦІЯ ПРАВА НА ЗЕМЕЛЬНУ ДІЛЯНКУ КОМУНАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ.....	43
Голубович П. О., Ломіковський В. І. МОЖЛИВОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	48

Морозова С. О., Двалі Р. ВИКОРИСТАННЯ 3D-СКАНУВАННЯ ДЛЯ РЕСТАВРАЦІЇ АРХІТЕКТУРНИХ ПАМ'ЯТОК.....	52
Карайкозін А. Ю., Білецька Є. М. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АЛГОРИТМІВ ГІДРОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА БАЗІ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ.....	57
Шангіна О. Т., Холод А. Р., Попович І. М. ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНУВАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ.....	61
Шарапова Д.М., Шепель О.В. ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДЕФОРМАЦІЙ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД.....	65
Перехода А. А., Клименко О. А. ГІС ДЛЯ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА АНАЛІЗУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ.....	72
Добрострой А.О. ВЕЛИКОМАСШТАБНІ ІНЖЕНЕРНО-ТОПОГРАФІЧНІ ПЛАНИ.....	75
Харахордін М.В. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ У ПРОЕКТУВАННІ.....	81
Лацько А., Чорножук В. СКЛАД ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ.....	84
Усачов В.С., Вальковський В.П. ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ.....	89
Хомець Т.І., Сізіков О.М. ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ МІСТ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ.....	96
Олійник Д.О., Якушева А.М. РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У РОЗВИТКУ МІСТА...	104
Білоконь В., Толстікова О. ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ОТРИМАНИХ СИГНАЛІВ СИСТЕМАМИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ GPS.....	113
Карайкозін А., Лацько А., Писаренко Д. ГЕОДЕЗИЧНА СКЛАДОВА ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ЗЕМЕЛЬНИХ МАСИВІВ.....	120
Мороз А., Макаренко А. ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ НА ПУНКТАХ ДЕРЖАВНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МІСТОБУДІВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ.....	126

Ялова Т., Круглов О., Колісник Д. ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ ПРОЕКТУВАННЯ В ЗЕМЛЕУСТРОЇ	131
Мороз А., Стоколюк Т. ЗДІЙСНЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБІТ СУЧАСНИМИ ГЕОДЕЗИЧНИМИ ПРИЛАДАМИ	136
Перехода А., Добрострой А. ПРОВЕДЕННЯ ФАЗОВИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА БАЗОВИХ СТАНЦІЯХ	143
Білецька Є.М., Чичибаба Д.А. СУЧАСНІ МЕТОДИ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЕКТІВ	148
Шипілов Д. ІНТЕГРАЦІЯ ГІС І БІМ ТЕХНОЛОГІЙ В ГЕОДЕЗІЇ	151
Сілаков Н. СУЧАСНІ ГЕОДЕЗИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ	155
Хомець Т. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ВЕЛИКОМАСШТАБНИХ ЗНІМАНЬ	159
Гамаюн І.В., Сергієнко Д.С. КРАЩІ ПРАКТИКИ 3D КАДАСТРІВ	163
Домарева С.С., Колісник Ю.О. ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНИХ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ	168
Панченко А.В., Добрострой А.О. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕДУРИ ПРОВЕДЕННЯ МІСТОБУДІВНОГО МОНІТОРИНГУ	174
Толстікова О. Р. ПЕРЕДАЧА ВИСОТНОЇ ПОЗНАЧКИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ СПОРУД	178
Сухова В., Ткач Д. ПОБУДОВА ТОПОПЛАНУ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ТОРОСАД	183
Журавльов Г., Самофал С. АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ТОРОСАД	188
Рибачук М. ЗРІВНЮВАННЯ ТЕОДОЛІТНИХ ХОДІВ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ТОРОСАД	192

Порожняк М., Співаков А. ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ ТА ПОБУДОВИ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ У МІСТІ ХАРКОВІ.....	196
Філоненко В., Томічев А., Кочерга М. ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТУНЕЛІВ.....	205
Кочерга М., Чумак М. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНО- ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	208
Мазурець Д. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТАХЕОМЕТРІВ ТА ОПИС ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ.....	216
Макієнко Д., Москальова Н., Пономаренко А. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ ДІЛЯНКИ СКЛАДУ МАТЕРІАЛІВ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДУ У ЧУГУЇВСЬКОМУ РАЙОНІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	222
Мартімянов О., Пархоменко С., Піддубна П. РОЗРАХУНОК АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА МІЦНІСТЬ ЗЧЕПЛЕННЯ З ОСНОВОЮ.....	229

УДК: 528.45

Яковлев В.М., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Мусієнко І.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО БАГАТОЧАСТОТНОГО СУПУТНИКОВОГО ГНСС- ПРИЙМАЧА JAVAD TRIUMPH-VS ДЛЯ ТОПОГРАФІЧНОЇ ЗЙОМКИ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ СМТ КОЧЕТОК ЧУГУЇВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Топографічна зйомка відіграє ключову роль у низці сфер, від будівництва та ландшафтного проектування до картографії та управління територіями. Топографічна зйомка дає змогу отримати точну інформацію про рельєф і особливості місцевості. Це необхідно для планування інфраструктури, будівель, доріг, трубопроводів та інших об'єктів, щоб мінімізувати витрати і запобігти помилкам у будівництві. Завдяки даним зйомки можна оцінити можливі ризики на об'єкті, як від зсувів, повені або ерозії ґрунту. Це важливо для ухвалення рішень з охорони довкілля та запобігання природним катастрофам. Таким чином, топографічна зйомка є основою для безлічі інженерних і природоохоронних завдань, допомагаючи знизити витрати, зменшити витрати на будівництво.

Приймач ТРІУМФ-ВС, є унікальним комплексом, що поєднує високоточну ГНСС антену, приймач і контролер. Корпус містить у собі ГНСС електроніку, модеми, антени, контролер, кольоровий дисплей, дві вбудовані камери, компас, а також акумулятори, які забезпечують до 10 годин автономної роботи, і вдосконалену систему управління живленням (рис. 1).

Приймач ТРІУМФ-ВС здатний приймати і обробляти сигнали GPS C/A, P1, P2, L2C (L+M), L5 (I+Q);



Рис. 1. Геодезичний ГНСС-приймач Javad Triumph-VS [1]

Galileo E1 (B+C), E5A (I+Q), E5B (I+Q), AltBoc; ГЛОНАСС C/A, L2C, P1, P2, L3 (I+Q); QZSS C/A, L1C(I+Q), L2C (L+M), L5 (I+Q), SAIF; Compass B1, B2; SBAS L1, L5, що дає змогу підвищити точність вимірювання координат (рис. 2) [1].



Рис. 2. Передня панель ГНСС-приймача Javad Triumph-VS [1]

Багатосистемність приймача ТРІУМФ-ВС забезпечує одночасне використання сигналів різних супутникових систем: GPS (Global Positioning System) США, ГЛОНАСС (Глобальна навігаційна супутникова система), Galileo (європейська супутникова навігаційна система Galileo Industries), QZSS (трисупутникова регіональна система для Японії) і Beidou Compass (китайська навігаційна система). Застосування більшої

кількості супутникових систем сприяє збільшенню точності координат, підвищенню продуктивності та зниженню вартості вимірювальних робіт (рис. 3) [1].



Рис. 3. Програмовані користувачем кнопки та кнопка увімкнення/вимкнення [1]

Підтримка роботи на трьох частотах і приймання сигналів від супутникових навігаційних систем у приймачі ТРІУМФ-ВС дають змогу значно скоротити час отримання фіксованого рішення в режимі «кінематики в реальному часі» (RTK, Real Time Kinematic), що використовується для отримання даних із високою точністю. Додаткові функції (придушення багатопроменевості (multipath reduction) і зниження внутрішньосмугових перешкод (IBIR)) дають змогу впевнено приймати навіть слабкі сигнали [1].

ГНСС-приймач Javad Triumph-VS можна закріпити на стандартній геодезичній вісі або штативі. У комплекті постачання передбачено адаптери для різних типів кріплень.

Основна базова станція мережі АТ «Систем Солюшнс» [2] розташована у місті Чугуїв в приблизно 6 км від селища Кочеток, також мережа перманентних станцій АТ «Систем Солюшнс» є у м. Харків (рисунок 4).

Було виконано перерахунок координат із системи координат WGS-84 в українську систему координат УСК-2000 (рисунок 5).

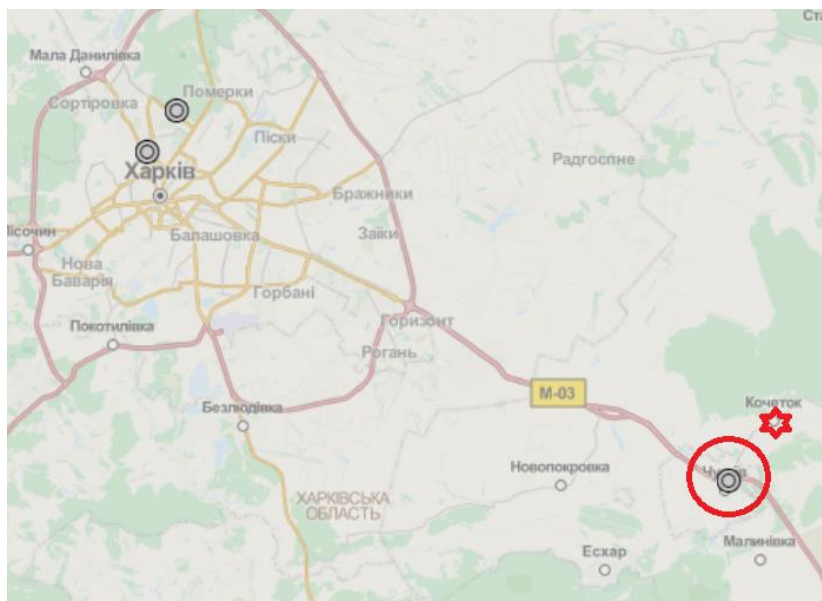


Рис. 4. Розташування базових станцій в районі робіт [2]

Формування координат у WGS-84 (фрагмент)

Назва точки	Координата ф	Координата λ	Координата h
1св_г_1	49.8828780151541	36.74667583608881	157.5529910086165
1св_г_2	49.87661635053406	36.73661614245543	132.8999850203238
2св/лі_1	49.88089511937744	36.743484747280	
2св/лі_2	49.8814843465132	36.742624941084	
3св/лі_1	49.8816765090352	36.742139582730	
3св/лі_2	49.88231946615337	36.737994228626	
4св/лі_1	49.88247316296756	36.737655397814	

Координати у УСК-2000

№ пікету	Назва точки	Координата X, м	Координата Y, м	Координата H, м
1	1св_г_1	5530356.660	7338174.841	152.597
2	1св_г_2	5529682.091	7337430.899	127.929
3	2св/лі_1	5530143.044	7337938.882	148.422
4	2св/лі_2	5530210.435	7337879.069	149.730
5	3св/лі_1	5530232.858	7337844.835	150.435
6	3св/лі_2	5530313.354	7337549.101	147.204
7	4св/лі_1	5530331.182	7337525.269	146.525

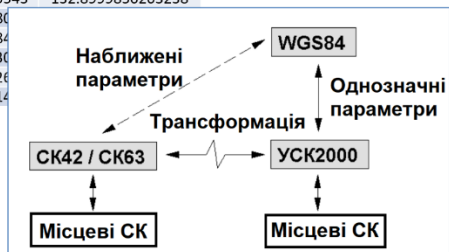


Рис. 5. Перерахунок координат із системи координат WGS-84 в УСК-2000 [2]

Було експортовано точки у систему AutoCAD Civil 3D та створено цифрову модель місцевості (рис. 6).

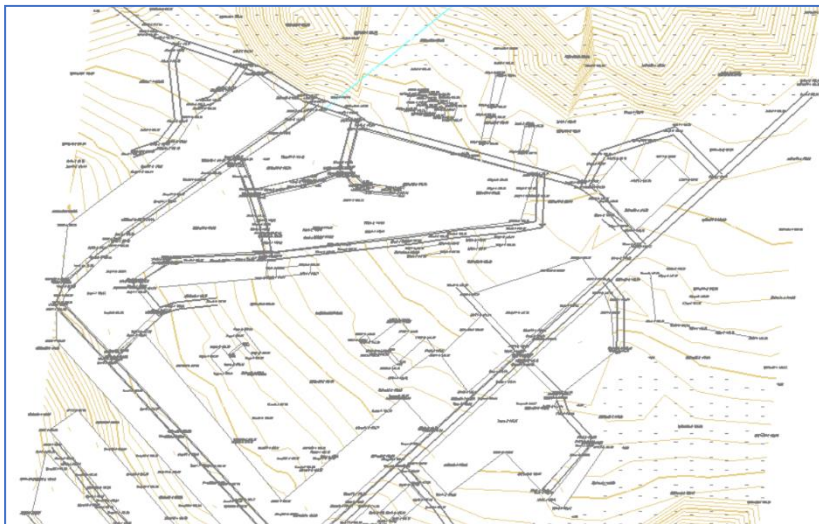


Рис. 6. Створення цифрової моделі місцевості

Література

1. ГНСС-приймач супутниковий геодезичний багаточастотний ТРІУМФ-ВС Інструкція з експлуатації ДРША.464345.001 РЕ Версія 2.0 Ревізія від 28.05.2022. JAVAD GNSS. URL: https://gpsgeometer.com/catalog/gnss-receivers-and-antennas?srsltid=AfmBOop1gNONAVjO__UjlRHdHVtBj6icdIzgm-8r_mbhwU8CIPY_ITVm (дата звернення: 25.03.2025).
2. Геодезична NRTK мережа System.NET. URL: <https://systemnet.com.ua/rus/> (дата звернення: 25.03.2025).

УДК: 528.88

Макаренко А.М., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Мусієнко І.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

КЛЮЧОВІ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ GOOGLE ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

Ключові можливості та застосування Google Планета Земля для дистанційного зондування складаються з наступних моментів [1]:

- супутникові знімки високої роздільної здатності;
- аналіз рельєфу і топографії;
- виявлення змін ситуаційних і рельєфних об'єктів;
- інтеграція з інструментами ГІС;
- моніторинг навколишнього середовища;
- користувацьке картографування та вимірювання.

Супутникові знімки високої роздільної здатності забезпечують [1]:

- доступ до глобальних супутникових знімків з різною часовою роздільною здатністю робить їх придатними для моніторингу змін у часі;
- можливість збільшувати масштаб для детальних спостережень і зменшувати для більш широкого географічного контексту.

Аналіз рельєфу і топографії [2]:

- 3D-візуалізація місцевості для вивчення висоти, нахилу та особливостей рельєфу;
- корисно для планування інфраструктури, готовності до стихійних лих (наприклад, зон ризику зсувів) та гідрологічних досліджень.

Виявлення змін: історичні знімки дозволяють користувачам оцінювати зміни у землекористуванні, розширення міст, динаміку берегової лінії протягом років.

Інтеграція з інструментами ГІС [1]:

- підтримка імпорту KML, KMZ та інших форматів даних для накладання додаткових геопросторових даних;
- сумісність з ГІС-платформами для більш просунутого просторового аналізу.

Ця технологія надає має наступні недоліки [3]:

- обмеження роздільної здатності;
- свіжість даних;
- залежність від доступу до Інтернету;
- правові питання та конфіденційність;
- обмеженість аналітичних інструментів.

Обмеження роздільної здатності – хоча Google Планета Земля надає зображення з високою роздільною здатністю, цього може бути недостатньо для детальних досліджень конкретних ділянок, що вимагають субметрової точності.

Свіжість даних – зображення оновлюються не в режимі реального часу і різняться в різних регіонах, що може обмежити аналіз явищ, які швидко змінюються

Залежність від доступу до Інтернету – доступ до всіх можливостей Google Планета Земля вимагає стабільного підключення до Інтернету.

Правові питання та конфіденційність – етичні міркування при аналізі чутливих територій або використанні знімків з метою спостереження [4].

Обмеженість аналітичних інструментів: Google Планета Земля – це насамперед інструмент візуалізації, і йому бракує розширених функцій аналізу порівняно зі спеціалізованим програмним забезпеченням для дистанційного зондування, таким як ENVI або ArcGIS [5].

Алгоритм використання Google Планета Земля для проектів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) [6]:

- визначення цілей: потрібно чітко окреслити мету дослідження (наприклад, картографування землекористування, оцінка впливу на навколишнє середовище);

- збір та обробка даних: потрібно використовувати інструменти Google Планета Земля для виявлення та фіксації зображень, що цікавлять; об'єднати їх із зовнішніми наборами даних (наприклад, шейп-файлами, даними з датчиків) для поглибленого аналізу;

- аналіз: потрібно використовувати історичні зображення, 3D-види та накладання для просторового і часового аналізу;

- створення вихідних даних: потрібно експортувати анотовані карти, візуалізації або виміряні дані для звітування та прийняття рішень.

Приклади використання дистанційного зондування за допомогою Google Планета Земля [6]:

- міське планування та розвиток;
- моніторинг навколишнього середовища;
- управління стихійними лихами;
- застосування в сільському господарстві;
- дослідження зміни клімату.

Міське планування та розвиток [6]:

- приклад використання – моніторинг розростання міст, планування інфраструктури та оцінка землекористування;

- потрібно використовувати історичні знімки для візуалізації моделей міського зростання;

- потрібно використовувати полігональні інструменти для картографування зон (житлових, комерційних, зелених насаджень);

- потрібно вимірювати відстані та площі для планування інфраструктури.

Моніторинг навколишнього середовища [6]:

- приклад використання – відстеження вирубки лісів, опустелювання та стан екосистем;

- можна порівняти історичні знімки для оцінки змін у рослинному покриві;

- потрібно використовувати накладання (наприклад, карти NDVI із зовнішніх інструментів) для оцінки стану рослинності;

- можна нанести на карту водні об'єкти, щоб виявити сезонні або довгострокові зміни.

Методології для розширеного аналізу включають [6]:

- історичні знімки для часового аналізу;

- інтеграція із зовнішніми даними;

- користувацькі анотації та вимірювання.

Інтеграція із зовнішніми даними включає [7]:

- імпорт геопросторових даних у форматах KML, KMZ або шейп-файли, щоб накласти їх на зображення Google Планета Земля;

- об'єднання супутникових даних, наприклад, з Landsat або Sentinel, для розширеного аналізу (наприклад, рівень хлорофілу, теплове картографування).

Користувацькі анотації та вимірювання включає [7]:

- позначання певних областей інтересу за допомогою маркерів, ліній і полігонів;

- використання інструментів вимірювання для обчислення відстаней, площ або висот.

Додаткові інструменти для розширеного дистанційного зондування наступні [7]:

- QGIS або ArcGIS;

- движок Google Планета Земля;

- програмне забезпечення для дистанційного зондування;

- глобальні джерела даних.

Стосовно QGIS або ArcGIS [7]:

- для більш поглибленого просторового аналізу потрібно експортувати дані Google Earth (наприклад, KML-файли) та імпортувати їх у ГІС-програми;

- можна виконати геостатистичний аналіз, наприклад, класифікацію земель або моделювання придатності.

Література

1. Remote Sensing | NASA Earthdata. URL: <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/earth-observation-data-basics/remote-sensing> (дата звернення: 25.03.2025).

2. GIS Geography. 100 Earth Shattering Remote Sensing Applications & Uses. URL: <https://gisgeography.com/remote-sensing-applications/> (дата звернення: 25.03.2025).

3. The Keyword. Introducing Earth Engine for governments and businesses. URL: <https://blog.google/products/earth/introducing-earth-engine-for-governments-and-businesses/> (дата звернення: 25.03.2025).

4. Empowered Earth Observation. Introduction | Remote Sensing with Google Earth Engine. URL: <https://www.remotesensing.dev/docs/intro> (дата звернення: 25.03.2025).

5. The Keyword. 3 imagery updates to Google Earth and Maps. URL: <https://blog.google/products/earth/3-imagery-updates-to-google-earth-and-maps/> (дата звернення: 25.03.2025).

6. Tesfaye, W., Elias, E., Warkineh, B. et al. Modeling of land use and land cover changes using google earth engine and machine learning approach: implications for landscape management. Environ Syst Res 13, 31. 2024. <https://doi.org/10.1186/s40068-024-00366-3>. Environmental Systems Research. URL: <https://environmentalsystemsresearch.springeropen.com/articles/10.1186/s40068-024-00366-3> (дата звернення: 25.03.2025).

7. Google Earth education. Google Earth Engine. URL: <https://www.google.com/earth/education/tools/google-earth-engine/> (дата звернення: 25.03.2025).

УДК: 528.45

Крот Д.А., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Мусієнко І.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

СТВОРЕННЯ ЦММ ЧАСТИНИ ЖИТЛОВОГО МІКРОРАЙОНУ ПАВЛЕНКИ М. ХАРКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГНСС-ПРИЙМАЧА PREXISO G4 GSM-UHF

Приймач Prexiso G4 GNSS – це інструмент для отримання супутникових сигналів і розрахунку місця розташування за отриманими відстанями до всіх видимих супутників GNSS (глобальна навігаційна система) [1-2]. Контролер Getac PPS236 слугує приладом для керування приладом. Польове програмне забезпечення, що використовується в контролері, слугує для виконання різних геодезичних завдань. Граничне число каналів: 14 L1, 14 L2 (GPS); 12 L1, 12 L2 (GLONASS), кодові, фазові вимірювання, робота в реальному часі. Склад контейнеру ГНСС-приймача Prexiso G4 GSM-UHF GNSS показано на рисунку 3.1 [1]. Складові геодезичного інструменту показані на рисунках 1, 2.



**Рис. 1. Складові геодезичного інструменту Prexiso G4
GSM-UHF GNSS [1]**

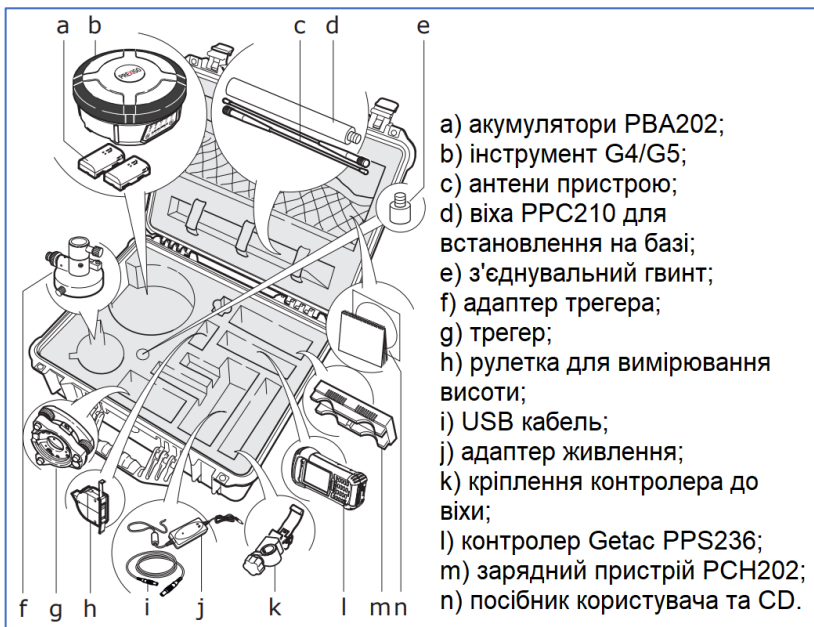


Рис. 2. Склад контейнеру ГНСС-приймача Prexiso G4 GSM-UHF GNSS [1]

Залежно від обраної супутникової системи і прийнятих сигналів, може бути доступно до 72 каналів [1]:

- до 14 каналів безперервного спостереження за L1, L2 (GPS);

- до 12 каналів безперервного спостереження за L1 і L2 (GLONASS).

Вимірювання фази і коду несучої в L1 і L2 (GPS) є повністю незалежними за увімкненого або вимкненого AS.

Точність залежить від різних чинників, зокрема від кількості супутників, що відстежуються, геометрії їхнього сукупного розташування, часу спостережень, точності ефемерид, іоносферних збурень, неоднозначностей багатопроменевого поширення і роздільної здатності. Значення точності даються як середньоквадратичні (СКО), засновані на обробці вимірювань за допомогою Prexiso Geo

Office і вимірювань у реальному часі. Використання різних GNSS систем дає змогу підвищити точність вимірювань на величину до 30 % порівняно з тільки GPS.

При диференціальних кодових вимірюваннях точність визначення базової лінії в диференціальному кодовому рішенні для статичних і кінематичних вимірювань становить 25 см.

Допустима СКП вимірювань у режимі «Статика», «Швидка Статика», мм, не більше [1]:

- диференціальні фазові вимірювання з подальшим обробленням у плані $5,0 + 0,5 \times 10^{-6} D$ (де D – вимірювана відстань у мм);

- диференціальні фазові вимірювання з подальшим обробленням по висоті $10,0 + 0,5 \times 10^{-6} D$.

Допустима СКП вимірювань у режимі «Кінематика», «Кінематика в реальному часі», мм, не більше [1]:

- диференціальні фазові вимірювання з подальшим обробленням у плані $10 + 1 \times 10^{-6} D$;

- диференціальні фазові вимірювання з подальшим обробленням по висоті $20 + 1 \times 10^{-6} D$.

Диференціальні фазові вимірювання в реальному часі у режимі «Статика», мм, не більше [1]:

- у плані – 5 мм + 0.5 ppm;

- по висоті – 10 мм + 0.5 ppm.

Диференціальні фазові вимірювання в реальному часі у режимі «Кінематика», мм, не більше [1]:

- у плані – 10 мм + 1 ppm;

- по висоті – 20 мм + 1 ppm.

Встановлення базового приймача для роботи в режимі RTK з оптимальним покриттям радіо показано на рисунку 3. Запис сирих даних також виконується для постоброблення [1].

Було підвантажено пікети з приймача Prexiso G4 GNSS у систему AutoCAD Civil 3D, створена цифрова модель ситуації (ЦМС) і цифрова модель рельєфу (ЦМР), рисунок 4.

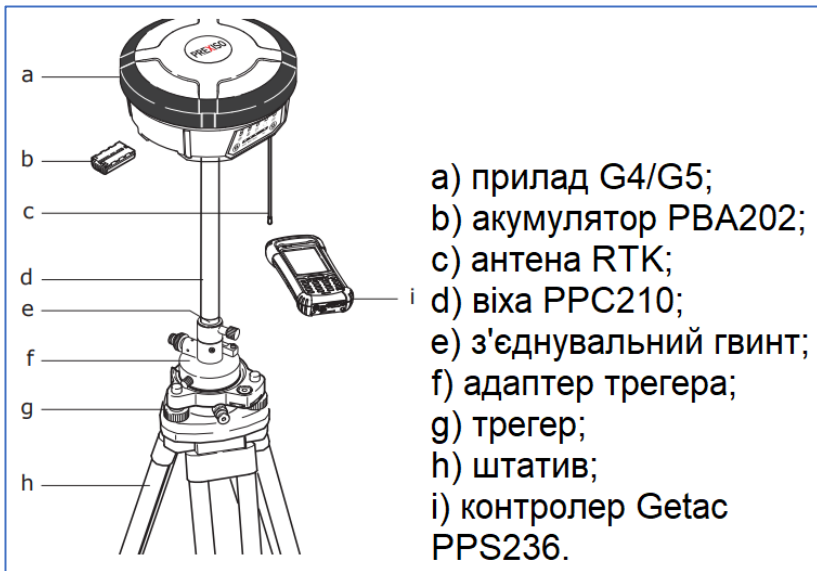


Рис. 3. Встановлення базового приймача для роботи в режимі RTK [1]

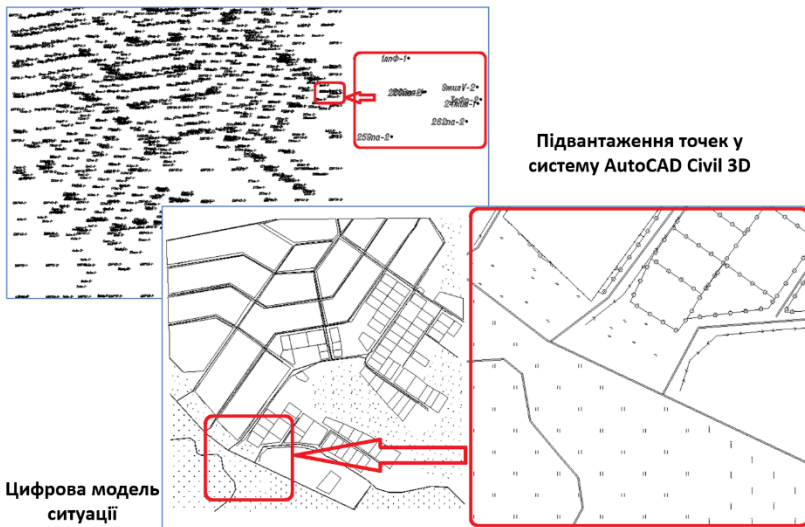


Рис. 4. Формування цифрової моделі ситуації

При об'єднанні ЦМС і ЦМР була отримана цифрову модель місцевості (ЦММ), рисунок 5.

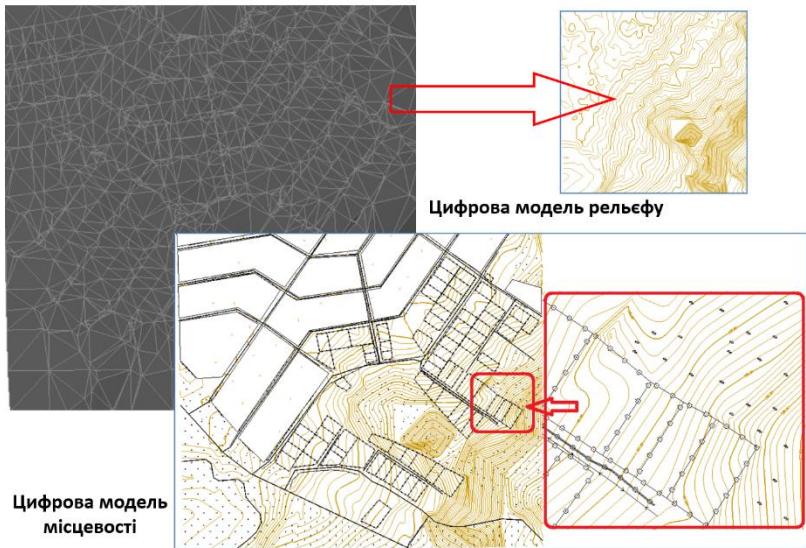


Рис. 5. Формування цифрової моделі місцевості

Література

1. Prexiso G4/G5. Інструкція з експлуатації. URL: <https://archive.org/details/manualzilla-id-5897600/mode/2up> (дата звернення: 20.10.2024).

2. Офіційний сайт Prexiso. URL: <http://www.prexiso.com/> (дата звернення: 25.03.2025).

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН І ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Високий рівень аварійності на автомобільних дорогах призводить до необхідності проведення комплексу заходів щодо зниження кількості дорожньо-транспортних пригод. В Україні в рамках адаптації законодавства до вимог ЄС розробляють проекти та заходи з підвищення безпеки дорожнього руху, які передбачають зменшення кількості загиблих на дорогах і вулицях населених пунктів.

Але поки що динаміка дорожньо-транспортних пригод в Україні показує постійне зростання кількості пригод на автомобільних дорогах загального користування, тяжкість дорожньо-транспортних пригод також зростає у всіх регіонах України. За питомими показниками аварійності в Україні спостерігається значний відрив від середньоевропейського рівня. Надзвичайно висока тяжкість дорожньо-транспортних пригод: на сто постраждалих припадає набагато більша кількість загиблих, ніж в США, Англії, Німеччині [1].

Проблема забезпечення безпеки руху на автомобільних дорогах стала особливо гострою у зв'язку з ростом інтенсивності руху на дорогах і збільшення в транспортному потоці частки легкових швидкохідних автомобілів, які значно ускладнюють процес руху. Однією з причин високого рівня аварійності є недостатнє дослідження причин і факторів впливу виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Практично всі існуючі методи виявлення і оцінки небезпечних ділянок на автомобільних дорогах засновані на даних статистики дорожньо-транспортних пригод. Дорожньо-транспортні події викликані різними причинами. Вивчення їх дуже важливе для розробки заходів щодо забезпечення безпеки руху [2, 3]. На підставі аналізу дорожньо-транспортних подій виявлено, що розміри аварійності й травматизму перебувають у залежності від наступних факторів:

- інтенсивності руху та складу транспортного потоку;
- стану доріг, їхнього встаткування, облаштування та благоустрою;
- умов видимості;
- схеми організації дорожнього руху;
- наявності зупинок міського маршрутного пасажирського транспорту;
- наявність місць тяжіння населення в межах перехрестя;
- інтенсивності пішохідного руху;
- технічного стану транспортного засобу;
- погодно-кліматичних умов;
- психофізіології учасників дорожнього руху [4].

Одним з найпоширеніших на практиці методів оцінки безпеки руху на дорогах, що знаходяться в експлуатації є метод коефіцієнтів пригод. Значним недоліком методу оцінки безпеки дорожнього руху, заснованого на використанні коефіцієнта пригод, є те, що при його обчисленні не враховується тяжкість наслідків дорожньо-транспортних пригод. Іншим недоліком даного методу оцінки безпеки руху є те, що він в явному вигляді не виявляє причини ДТП, не дає відповіді на питання, пов'язані з встановленням дорожніх умов, що впливають на аварійність на тій чи іншій ділянці дороги.

Для більш детального аналізу причин виникнення дорожньо-транспортних пригод розглянемо ризик

виникнення дорожньо-транспортних пригод. Процес прийняття рішення в умовах ризику складається з трьох етапів.

1. Оцінка ризику. Основний результат цього етапу – отримання кількісних значень його наслідків, наприклад, травматизм або смертність.

2. Аналіз ризиків. Мета етапу – порівняння кількісних величин ризиків при різних варіантах.

3. Управління ризиком. Передбачає переклад аналітичного результату в організаційно-технічні рішення. Мета управління – визначити черговість вирішення проблем ризику і знайти способи підвищення безпеки.

Одним з істотних суб'єктивних факторів, що впливають на стан аварійності в країні, є ігнорування вимог безпеки. Соціологічні дослідження показують, що одна третина опитаних водіїв не співвідносить свої дії з інтересами інших учасників руху. Кожен четвертий водій згоден з тим, що багато водіїв не підтримують дисципліни і порядку на дорогах, найчастіше порушують правила дорожнього руху за звичкою. Що ж стосується пішоходів, то три чверті опитаних визнають, що при переході проїжджої частини вони не керуються сигналами світлофора, а кожен п'ятий стверджує, що взагалі переходить дорогу там, де зручніше.

Таким чином для зниження аварійності на автомобільних дорогах необхідний комплекс заходів; до яких можна віднести [1, 3]:

1. Поліпшення дорожніх умов в тому числі:
 - улаштування тротуарів, пішохідних і велосипедних доріжок;
 - будівництво надземних чи підземних пішохідних переходів на магістральних дорогах;
 - функціонування освітлення в темний час доби в населених пунктах, на перехрестях доріг, автобусних зупинках і в зонах пішохідних переходів;

– встановлення транспортного і пішохідного огороження.

2. Заходи щодо організації руху в тому числі:

– поліпшення видимості дорожньої розмітки та дорожніх знаків в темний час доби за рахунок використання сучасних матеріалів для дорожньої розмітки і для виготовлення дорожніх знаків;

– використання дорожніх знаків та інформаційних табло зі змінною інформацією;

– використання засобів примусового зниження швидкості: перед пішохідними переходами в населених пунктах.

– улаштування майданчиків для стоянки автотранспорту.

3. Детальне вивчення причин порушення правил дорожнього руху водіями і пішоходами, встановлення мотивації дій учасників руху з метою зниження кількості дорожньо - транспортних пригод.

4. Посилення покарань, штрафів, позбавлення прав на водіння транспортними засобами за порушення правил дорожнього руху, особливо у випадках, що призводять до аварій з людськими жертвами.

Література

1. Anbarci N., Escaleras M., Register C. Traffic fatalities: Income inequality create an externality. Canadian Journal of Economics. 2009. Vol.42, No. 1. P. 244-266.

2. Білятинський О.А. та ін. Проектування автомобільних доріг: Підручник. Київ. 1997. 518 с.

3. Гончаренко Ф.П. Теоретичні основи та практичні методи підвищення безпеки руху при експлуатації автомобільних доріг: Монографія. Київ. 2000. 352 с.

4. Prasolenko O., Lobashov O., Galkin A. The Human Factor in Road Traffic Citi. International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. 2015. Vol.1, No. 3. P. 77-84.

УДК 504.064.3

Костров Є., Тюпа І., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Коваленко Л.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Протягом останніх років значна кількість промислових об'єктів країни працює не на повну потужність, у зв'язку з тим основним джерелом забруднення атмосферного повітря стає автомобільний транспорт. Забруднення повітря викидами автомобільного транспорту посідає третє місце після виробництва електроенергії, газу, води та обробної промисловості за рахунок постійного збільшення кількості автомобілів. При чому викиди забруднюючих речовин автомобільним транспортом становлять від 60 до 90% загальної кількості викидів в містах України. В багатьох промислових містах України забруднення атмосферного повітря досягло небезпечного для життя людини рівня [1, 2].

Транспорт завжди був одним із найзначніших джерел забруднення атмосферного повітря, а особливо автомобільний. Якщо оцінювати внесок автомобільного транспорту в загальне забруднення атмосферного повітря в Україні, то його частка за оксидом вуглецю становить 49%, за вуглеводнями – 32%, за оксидами азоту – 20%.

Основною причиною інтенсивного забруднення атмосфери автомобільним транспортом є щорічне збільшення його загальної кількості, експлуатація технічно застарілого автомобільного парку, низька якість паливно-мастильних матеріалів, незадовільний стан автомобільних шляхів, відсутність об'їзних маршрутів, дорожніх розв'язок, підземних пішохідних переходів та незадовільна організація дорожнього руху [3]. Специфіка забруднення

атмосфери пересувними джерелами, зокрема автомобілями, полягає у тому, що: вони піддають забрудненню великі площі; знаходяться в безпосередній близькості до помешкання людей; пересувні джерела мають більшу токсичність за стаціонарні; накопичення забруднювачів поблизу поверхні землі, в зоні дихання людей.

Для визначення ступеню забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом на вулицях міста Харкова були проведені експериментальні дослідження. Метою проведення експериментальних досліджень було визначення концентрації окису вуглецю в атмосферному повітрі на різних відстанях від проїзної частини. Експеримент проводився на житловій вулиці місцевого значення, інтенсивність руху складала 420 авт/год. Ширина проїзної частина дорівнює 7,0 м, ширина вулиці в межах червоної лінії – 20,0 м.

Відомо, що концентрація СО в атмосферному повітрі залежить не тільки від викиду, але і від швидкості вітру, відносної вологості повітря. Тому для оцінки забруднення атмосферного повітря нами були використані наступні прилади: газовизначатель ГХ-4 з індикаторними трубками; анемометр для визначення середньої швидкості вітру; психрометр для визначення температури і вологості повітря; секундомір.

Газовизначатель ГХ-4 являє собою портативний прилад ручної дії, у комплект якого входять трубки індикаторні у футлярі та аспіратор у чохлі для просмоктування через трубки досліджуваного повітря. Дія приладу заснована на використанні специфічних кольорових реакцій, що протікають в індикаторних трубках між обумовленим газом і спеціальним реактивом, нанесеним на твердий носій (силікагель), і вимірі довжини пофарбованого шару, що є функцією концентрації аналізованої речовини.

Кожна трубка має маркування, що включає формулу обумовленого газу, стрілку напрямку руху газу,

пофарбовану смугу для оцінок і шкалу виміру концентрації газу. Така ж шкала виміру в натуральну величину із числовими значеннями об'ємних часток (у відсотках) є на футлярі для упакування трубок.

Для визначення ступеня небезпеки забруднення атмосферного повітря ми порівняли отримані значення концентрації окису вуглецю із гранично-допустимими концентраціями, установленими нормативними документами України [4]. Відповідно до діючих санітарних норм концентрація окису вуглецю повинна складати:

- середньодобова допустима концентрація в атмосферному повітрі населених пунктів: 3 мг/м^3 ;
- максимально-разова допустима концентрація в атмосферному повітрі населених пунктів: 5 мг/м^3 ;
- гранично-допустима концентрація в робочій зоні виробничих приміщень: 20 мг/м^3 .

Порівнюючи отримані концентрації окису вуглецю із санітарними нормами, були зроблені наступні висновки. На відстані 0,5 м від проїзної частини концентрація окису вуглецю в атмосферному повітрі склала 25 мг/м^3 , що в 8,3 рази перевищує середньодобову ГДК. На рівні тротуару концентрація окису вуглецю складає $18,8 \text{ мг/м}^3$, що більше середньодобової в 6,3 рази, а на рівні забудови концентрація окису вуглецю – 15 мг/м^3 , яка в 5 раз перевищує норму.

Отримані результати справедливі при невеликій швидкості вітру. При більшій швидкості вітру окис вуглецю розсіюється в атмосферному повітрі і його концентрації зменшуються, що приводить до поліпшення екологічної обстановки. В цілому стан атмосферного повітря на розглянутій ділянці оцінений як екологічно-небезпечний.

Основними причинами такого стану є незадовільна організація руху на вулицях міста, значний вік автотранспортного парку, низький рівень технічного обслуговування автомобілів, незадовільна якість палива. Зменшити рівень екологічної небезпеки від автомобільного транспорту можна [1, 3]: введенням автоматизованих

систем управління дорожнім рухом, застосуванням руху транспорту за принципом «зелена хвиля» і зменшення простой автомобілів перед світлофорами; організацією одностороннього руху на ділянках міської забудови з вузькою проїзною частиною; застосуванням для зелених насаджень тих порід дерев та чагарників, які більше поглинають забруднюючі речовини; обладнанням усіх, особливо технічно застарілих автомобілів нейтралізаторами відпрацьованих газів.

Література

1. Солуха Б. В., Фукс Г. Б. Міська екологія : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2004. 338 с.

2. Екологічний паспорт Харківської області : Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Харківській області. Харків, 2021. 156 с.

3. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посіб. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ, 2008. 296 с.

4. ДСТУ 4277:2004 Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі. Київ, 2004. 46 с.

УДК: 333.003.12

Бутенко Д.С., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. екон. наук, доц. Юхно А.С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

УТОЧНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ БОНІТУВАННЯ ГРУНТІВ НА ПІДСТАВІ ДАНИХ ГРУНТОВИХ ОБСТЕЖЕНЬ

Об'єктом дослідження є 11 земельних ділянок, які перебувають у комунальній формі власності Пісочинської селищної ради та передаються в оренду сільськогосподарському підприємству ТОВ “АГРІТА” для ведення товарного сільськогосподарського виробництва. Земельні ділянки розташовані на території Пісочинської селищної ради Харківського району Харківської області.

Досліджувані земельні ділянки вільні від забудови.

Дані земельні ділянки є невитребуваними та нерозподіленими земельними частками (паями), які будуть в подальшому передаватися ТОВ “АГРІТА” в користування на умовах оренди для ведення товарного сільськогосподарського виробництва.

Межі земельних ділянок встановлені шляхом прямого огляду на місці і узгоджені з сусідніми власниками та користувачами землі. Земельні ділянки розташовані за фактичними координатами. Координування меж земельних ділянок здійснювалося в системі координат 63 року за допомогою GPS приймача Trimble Navigation ltd R4 №18863380152 (у реальному часі).

Категорія земель, до якої відносяться земельні ділянки – землі сільськогосподарського призначення (код – 100) [1].

Форма власності – комунальна (код 200) [1].

Цільове призначення земельних ділянок відповідає коду 01.01 згідно з Класифікацією видів цільового

призначення земель (КВЦПЗ) і передбачає використання земель для ведення товарного сільськогосподарського виробництва.

Згідно з Класифікацією видів земельних угідь (КВЗУ), код групи та назва земельних угідь земельної ділянки визначено як: 001.01 – рілля.

На земельних ділянках присутнє обмеження згідно з кодом 01.05, що передбачає наявність охоронної зони навколо або вздовж об'єкта енергетичної системи, такого як ЛЕП 35 кВ.

На замовлення ТОВ “АГРІТА” було проведено агрохімічне обстеження ґрунтів ґрунтознавцями в Інституті ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського. Взявши проби ґрунту і зробивши аналіз в лабораторії, ґрунтознавцями були видані необхідні дані з властивостями ґрунтів. Фахівці зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» відповідно до Закону України «Про землеустрій» [2] мають право виконувати розрахунки з бонітування ґрунтів щодо визначення балів бонітету досліджуваних агровиробничих груп ґрунтів.

Бонітування ґрунтів – це оцінка якості ґрунтів на основі їх основних природних характеристик, які впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Бонітування ґрунтів проводять за 100-бальною шкалою.

Відповідно було проведено розрахунок балів бонітету агровиробничих груп ґрунтів, розташованих в межах досліджуваних земельних ділянок.

Виконано порівняння балів бонітету, отриманих за допомогою лабораторних досліджень та проведених на їх основі розрахунків, з балами бонітету по цих агровиробничих групах ґрунтів, наведених у Шкалі бонітування ґрунтів по Харківському природно-сільськогосподарському району (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння розрахункових балів бонітету агровиробничих груп ґрунтів з балами бонітету, приведених у Шкалі бонітування ґрунтів по Харківському природно-сільськогосподарському району

Шифр агро-групи	Назва агрогрупи	Розрахунковий бал бонітету, 2024 р.	Бал бонітету відповідно до Шкали, 1999 р.
49 в	Темно-сірі опідзолені і реградовані ґрунти та чорноземи опідзолені і реградовані слабозмиті супіщані	54	50
50 е	Темно-сірі опідзолені і реградовані ґрунти та чорноземи опідзолені і реградовані середньозмиті важкосуглинкові	32	31
55 е	Чорноземи типові і чорноземи сильнореградовані слабозмиті важкосуглинкові і легкоглинисті	44	52

З таблиці бачимо, що розрахункові бали бонітету дещо відрізняються від балів бонітету відповідно до Шкали. Дані зі Шкали є застарілими, тому всі розрахунки балів бонітету потрібно робити за допомогою лабораторних досліджень ґрунту, оскільки вони є більш точними та актуальними.

Література

1. Земельний кодекс України – Верховна Рада України; Кодекс України, Кодекс, Закон від 25.10.2001 р. № 2768-14. URL: <http://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення 28.03.2025).

2. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 р. № 858-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> / (дата звернення 28.03.2025 р.)

УДК: 528.4

Дзябура М. С., Азаров В. С., м. Харків, Україна
(науковий керівник к.т.н., доц. Саркісян Г. С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ TRIMBLE BUSINESS CENTER

Стрімкий розвиток цифрових технологій суттєво трансформував геодезичні робочі процеси, особливо у сфері збору, обробки та аналізу даних. Сучасні прилади, такі як GNSS-приймачі, тахеометри та лазерні сканери, генерують великі обсяги високоточних просторових даних. Для ефективної обробки цієї інформації необхідні сучасні програмні засоби, здатні автоматизувати рутинні операції. Одним із таких інструментів є програмний комплекс Trimble Business Center (TBC) [1], який підтримує повний цикл роботи з геоданими.

Автоматизація в геодезії не лише підвищує ефективність, а й забезпечує стабільність, повторюваність і точність результатів. У цій статті проаналізовано способи автоматизації різних етапів обробки геоданих у TBC та їхнє значення для виконання інженерних задач.

Trimble Business Center – це потужне геоінформаційне програмне забезпечення, розроблене для професіоналів, які працюють з GNSS, тахеометрами, цифровими нівелірами та 3D-лазерними сканерами. Програма дозволяє імпортувати, обробляти, аналізувати та експортувати геодезичні дані у різних форматах.

Основні можливості TBC включають:

- інтеграцію даних з різних джерел (GNSS, тахеометри, сканери, БПЛА);
- перетворення координат і геодезичні обчислення;
- автоматичне вирівнювання геодезичних мереж;

- побудову моделей поверхні та об'ємні розрахунки;
- обробку та класифікацію хмар точок;
- CAD-інструменти для креслення та проектування.

Trimble Business Center пропонує низку вбудованих інструментів та робочих процесів, що сприяють автоматизації. В тому числі, TBC підтримує прямий імпорт даних з польового обладнання Trimble через Trimble Connect або за допомогою USB-кабелю. Програма автоматично розпізнає формати файлів і застосовує шаблони для обробки. Також в цьому програмному комплексі є функція пакетної обробки, що дозволяє застосовувати однакові дії до кількох наборів даних. Наприклад, обробка базових ліній GNSS або очищення хмари точок може здійснюватися одночасно для кількох файлів.

Важливим є можливість кодування об'єктів та автоматичне креслення. Завдяки цьому польові бригади можуть використовувати коди об'єктів під час зйомки. TBC розпізнає їх і автоматично створює топографічний план – проводить лінії, вставляє умовні знаки та підписує елементи відповідно до заданих стилів.

Останні роки дуже популярними є технології лазерного сканування. І дуже актуальною стає задача обробки хмар точок. TBC містить алгоритми автоматичної класифікації хмар точок, отриманих за допомогою наземного чи безпілотного сканування. Ці інструменти дозволяють відокремити ґрунт, рослинність і споруди, що полегшує побудову ЦМР і виявлення контурів будівель.

TBC також містить модуль вирівнювання геодезичних мереж, що автоматизує метод найменших квадратів для GNSS, тахеометричних та нівелірних спостережень. Формуються звіти про похибки, еліпси довіри та статистичні оцінки.

У зв'язку з переліченими функціями цього програмними комплексами можна виділити основні його переваги, такі як економія часу, мінімізація впливу

людського фактору, застосування стандартизованих шаблонів, ефективна робота з великими обсягами даних (наприклад, хмарами точок).

В якості прикладу автоматизованої обробки можна привести послідовність дій при обробці топографічної зйомки (рисунк 1). Типовий робочий процес автоматизації обробки топографічної зйомки у TBC охоплює:

- імпорт GNSS та тахеометричних даних із використанням кодів об'єктів;
- автоматичне формування ліній та об'єктів на плані;
- вирівнювання геодезичної мережі;
- інтеграцію хмари точок для деталізації;
- експорт готового креслення у форматі CAD.

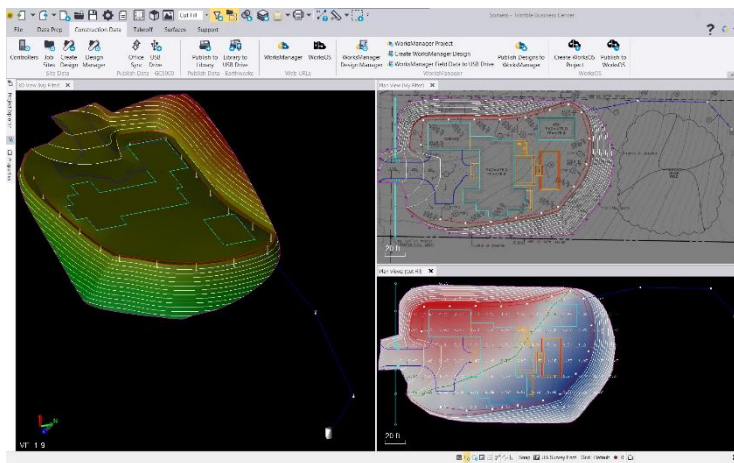


Рисунок 1 – Приклад автоматизованої обробки топографічної зйомки в TBC

Завдяки автоматизованим інструментам ці дії виконуються значно швидше порівняно з ручною обробкою.

Зростаючий попит на швидку та точну обробку геопросторових даних зробив автоматизацію невід'ємною складовою сучасної геодезії. Враховуючи усі переваги TBC, можна зробити наступні висновки, що інтеграція

38

інструментів автоматизації в програмному комплексі Trimble Business Center значно підвищує ефективність, точність та повторюваність обробки геоданих. Із розвитком геоінформаційних технологій роль програмної автоматизації в інженерній геодезії лише зростатиме. Опанування таких інструментів надає студентам і фахівцям конкурентні переваги на ринку праці.

Література

1. Trimble Business Center. Office Software. Trimble Geospatial. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://geospatial.trimble.com/en/products/software/trimble-business-center> (дата звернення 13.03.2025).

УДК: 333.02

Федотікова А.А., Чумак М.К., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. екон. наук, доц. Юхно А.С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

РОЗРОБКА ПРОЄКТУ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЩОДО ВІДВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ В ПОСТІЙНЕ КОРИСТУВАННЯ

Проект землеустрою – це комплекс документів, який містить аналіз економічних, проєктних та технічних аспектів, необхідних для обґрунтування та реалізації заходів з використання та охорони земель [1].

Проекти землеустрою щодо відведення земельних ділянок розробляються землепорядними організаціями, у складі яких повинен бути щонайменше один сертифікований інженер-землепорядник та один сертифікований геодезист.

Відведення земельної ділянки в постійне користування шляхом розробки проєкту землеустрою передбачає виконання низки геодезичних, землепорядних та кадастрових робіт.

Об'єктом дослідження є національний природний парк «Гомільшанські ліси», земельна ділянка якого відноситься до земель державної власності. За категорією – земель лісогосподарського призначення [2].

Місце розташування земельної ділянки: вул. Монастирська, 27 в с. Коропове Зміївської міської територіальної громади Чугуївського району Харківської області.

Надання земельної ділянки в постійне користування буде провадитися у відповідності з вимогами Земельного кодексу України та згідно з розпорядженням Чугуївської райдержадміністрації Харківської області [2].

При розробці проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки в постійне користування була виконана геодезична зйомка земельної ділянки, де був застосований тахеометр «Nikon NPL – 332» у режимі SDF без відбивача.

Результати зйомки оброблялися за допомогою програмного комплексу Digital та AutoCAD.

На земельній ділянці розташована нежитлова будівля, згідно свідоцтва про право на нерухоме майно серія САА № 421628 від 01.12.2005 р., видане виконкомом Задонецької сільської ради. Витяг про реєстрацію права власності на нерухоме майно № 9197109 від 07.12.2005 р., виданий КП «Зміївське БТ», реєстраційний номер 1300116546. Форма власності – державна. Балансоутримувач – НПП «Гомільшанські ліси».

Після виконання геодезичної зйомки земельної ділянки виконується камеральна обробка даних.

Запроектована до відведення в постійне користування земельна ділянка має загальну площу 0,2931 га.

В межах села Коропове земельна ділянка межує із землями Задонецької сільської ради, землями Бондар Л.Ф., Арабчикова І.О., землями Самсоненка В.В.

Земельна ділянка, на яку розробляється проєкт землеустрою щодо відведення земельної ділянки в постійне користування Національному природному парку «Гомільшанські ліси», (04.03. для збереження та використання національних природних парків) [3].

Відповідно до даних геодезичної зйомки на даній земельній ділянці всі обмеження відсутні.

Сформований проєкт землеустрою щодо відведення земельної ділянки включає пояснювальну записку, технічне завдання, затверджене замовником, кадастровий план, дані з польових геодезичних робіт, інформацію про встановлені межові знаки на межі поділу, перелік обмежень та обтяжень прав на земельну ділянку; розробку обмінного файлу у форматі XML.

Документацію на земельну ділянку та обмінний файл у форматі XML загружають на реєстрацію.

Після того, як землевпорядна організація отримує витяг з Державного земельного кадастру на земельну ділянку, переходимо до наступного етапу розробки проєкту із землеустрою щодо відведення земельної ділянки – винос меж сформованої та зареєстрованої в ДЗК земельної ділянки в натуру (на місцевість).

Геодезист підгружає координати поворотних точок меж земельної ділянки в GPS або електронний тахеометр та готує документи та планово-картографічні матеріали для виносу.

В даному проєкті відведення при виносі меж земельної ділянки був встановлений межовий знак – дерев'яний кілок.

Одним з документів при виносі меж земельної ділянки є акт приймання-передачі межових знаків на зберігання, призначений для документування встановлених межових знаків, а також створення списків та кроків щодо розміщення та зберігання межових знаків у процесі розробки технічної документації для визначення меж або розробки проєкту землеустрою для відведення земельних ділянок.

Разом з актом приймання-передачі замовнику надається список межових знаків, переданих на зберігання та кроки для встановлення межового знаку.

Перенесенням поворотних точок меж земельної ділянки завершується розробка проєкту відведення. Робота вважається виконаною в повному обсязі.

Література

1. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 р. № 858-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> (дата звернення 20.03.2025 р.)

2. Земельний Кодекс 25.10.2001 р. №2768-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> (дата звернення 20.03.2025 р.).

3. Про державний земельний кадастр: Закон України від 07.07.2011 р. № 3613-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17#Text> (дата звернення 20.03.2025 р.)

УДК: 333.02

Гурський Б.В., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. екон. наук, доц. Юхно А.С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

РЕЄСТРАЦІЯ ПРАВА НА ЗЕМЕЛЬНУ ДІЛЯНКУ КОМУНАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

Метою роботи є формування земельної ділянки та реєстрація на неї права комунальної власності загального користування. Земельна ділянка відводиться під місця поховання на території населеного пункту Тальнівської міської ради.

Формування геоінформаційної бази даних Державного земельного кадастру було розпочате ще в далекому 2011 році. Хоча база даних Державного земельного кадастру (ДЗК) існувала і до цього часу на території сільських, селищних, міських рад, які формували бази даних кожного адміністративного району, а ті в свою чергу – області.

З того моменту відбувається постійне наповнення інформацією бази даних ДЗК. Щоб сформувати нові земельні ділянки під певні потреби необхідно виготовити проекти землеустрою щодо відведення земельних ділянок.

Формування нових ділянок є доволі складною річчю і включає в себе наступні етапи: польові геодезичні роботи; камеральні роботи.

Під час польових робіт здійснюється геодезичне знімання земельної ділянки, проводиться замір існуючих будівель і споруд, визначаються обмеження на даній земельній ділянці.

Камеральні роботи передбачають: обробку даних, котрі були отримані в результаті геодезичного знімання; виготовлення проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки, в якому відповідно законодавства має

бути пояснювальна записка, матеріали геодезичних вишукувань та землепорядного проектування, перелік обмежень у використанні земельної ділянки та кадастровий план. Виготовляється обмінний файл формату XML, проводиться реєстрація ділянки в базі даних Держгеокадастру, присвоюється кадастровий номер. Завершальним пунктом є отримання витягу з Державного земельного кадастру на сформовану земельну ділянку.

Об'єкт дослідження – земельна ділянка комунальної власності Тальнівської міської територіальної громади, надана для формування та реєстрації права комунальної власності на ділянку загального користування.

Реєстрація проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки площею 4,5000 га, розташованої по вул. Миру в с. Лоташеве Звенигородського району Черкаської області розпочинається із внесення відомостей про ділянку до бази даних ДЗК.

Сертифікований інженер-землепорядник авторизується на веб-ресурсі Держгеокадастру за допомогою електронного ключа та пароллю (рис. 1).

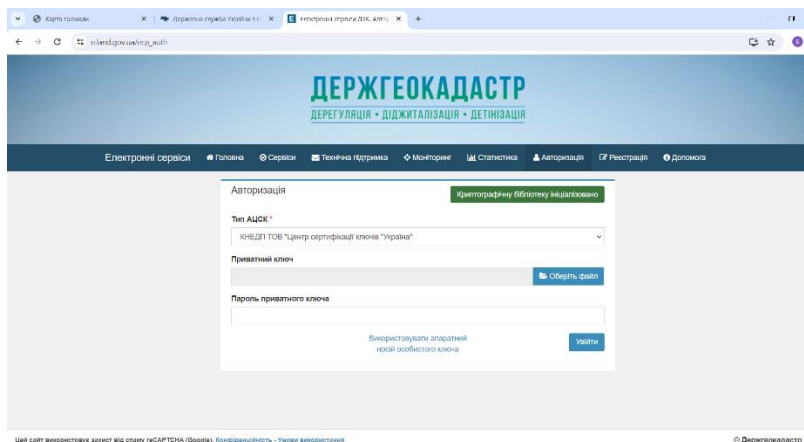


Рис. 1. Авторизація сертифікованим інженером-землепорядником

Авторизувавшись виконавець робіт завантажує підписаний ключем XML файл (рис. 2).

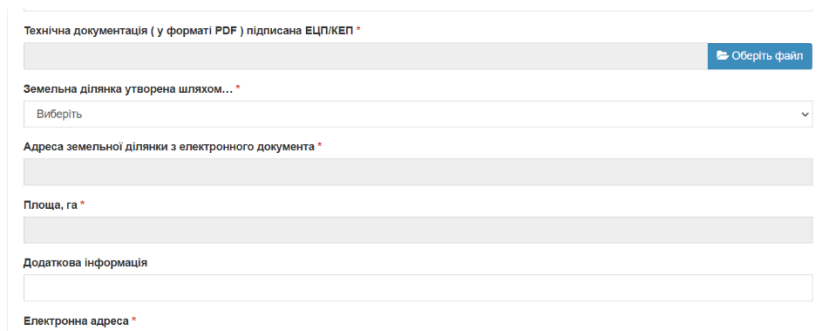


Електронний документ XML *

712408480001001_a.xml.p7s

Рис. 2. Завантаження файлу формату XML

Далі необхідно завантажити відскановану у форматі «pdf» та підписану документацію, заповнити необхідну інформацію про ділянку та заявника (рис. 3).



Технічна документація (у форматі PDF) підписана ЕЦП/КЕП *

Земельна ділянка утворена шляхом... *

Виберіть

Адреса земельної ділянки з електронного документа *

Площа, га *

Додаткова інформація

Електронна адреса *

Рис. 3. Внесення необхідної інформації

Якщо всі дії виконані правильно текстова і графічна частина виготовлена без помилок, XML файл пройшов перевірку, то протягом певного періоду часу за принципом екстериторіальності державним кадастровим реєстратором буде виконана реєстрація земельної ділянки з присвоєнням кадастрового номеру.

У результаті успішної реєстрації ділянки на електронну пошту інженера-землевпорядника надійде лист із витягом з Державного земельного кадастру (рис. 4).

ВИТЯГ
з Державного земельного кадастру про земельну ділянку

Номер витягу	НВ-2100167232024
Дата формування	28.03.2024
Строк дії	безстроковий
Надано на заяву (запит)	Тальнівська міська рада
	28.03.2024, ЗВ-9701863162024

Дані, за якими здійснювався пошук інформації у Державному земельному кадастрі

Кадастровий номер земельної ділянки	7124086200:02:001:0299
Власник (користувач):	
Прізвище, власне ім'я, по батькові (за наявності)/найменування	----
Податковий номер	----
Унікальний номер запису в Єдиному державному демографічному реєстрі (за наявності)	----

Загальні відомості про земельну ділянку

Кадастровий номер	7124086200:02:001:0299
Місце розташування (адміністративно-територіальна одиниця)	Черкаська область, Звенигородський район, село Лоташеве, вулиця Миру, бн
Цільове призначення:	
Категорія земель	Землі рекреаційного призначення
Вид цільового призначення земельної ділянки	07.09 Земельні ділянки загального користування відведені під місця поховання
Обліковий номер масиву, до складу якого входить земельна ділянка	----
Обліковий номер території, на якій розташовані земельні ділянки, необхідні для розміщення об'єктів, щодо яких відповідно до закону може здійснюватися примусове відчуження земельних ділянок з мотивів суспільної необхідності, до складу якої входить земельна ділянка	----
Обліковий номер функціональної зони, до складу якої входить земельна ділянка	----



Створено за допомогою програмного забезпечення Державного земельного кадастру.

Рис. 4. Витяг з ДЗК

Література

1. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 р. № 858-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> / (дата звернення 10.03.2025 р.)
2. Про Державний земельний кадастр: Закон України від 07.07.2011 р. № 3613-VI. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17#Text> / (дата
звернення 10.03.2025 р.)

УДК: 528.7

Голубович П. О., Ломіковський В. І., м. Харків, Україна
(науковий керівник к.т.н., доц. Саркісян Г. С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

МОЖЛИВОСТІ ТА ОБМЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), відомих також як дрони, стрімко зростає в аграрному секторі. Їх застосування охоплює моніторинг стану посівів, аналіз ґрунту та оцінку врожайності. У даному дослідженні розглядаються можливості та обмеження використання БПЛА для моніторингу сільськогосподарських земель.

Сільське господарство переживає технологічну трансформацію. Точне землеробство, яке ґрунтується на застосуванні передових технологій для оптимального управління агровиробництвом, усе частіше залучає БПЛА для збору та аналізу даних. Інтеграція дронів у сільське господарство має потенціал для підвищення продуктивності, зниження витрат і мінімізації впливу на довкілля. Водночас існує низка обмежень, що ускладнюють широке впровадження цієї технології.

Однією з головних переваг використання БПЛА є можливість ефективного моніторингу посівів і оцінки стану рослин. Обладнані мультиспектральними або тепловізійними камерами, дрони здатні отримувати зображення високої якості, які дозволяють виявляти рівень стресу в рослин, наявність шкідників і потребу у втручанні (рисунок 1).



Рис. 1. Приклад аерофотознімку поля з позначеними зонами просіву [1]

Ще одним важливим напрямом застосування дронів є аналіз ґрунту та підготовка поля до посіву. Завдяки створенню тривимірних карт фермери отримують інформацію про неоднорідності ґрунту, що сприяє ефективнішому плануванню агротехнічних заходів.

Крім того, БПЛА ефективні для контролю зрошення. Тепловізори дозволяють виявити ділянки з надмірною чи недостатньою вологістю, що забезпечує раціональне використання водних ресурсів. Не менш важливим є і застосування дронів для прогнозування врожайності. Завдяки сучасним алгоритмам аналізу зображень можна отримати точніші оцінки врожаю, ніж за допомогою традиційних методів, що допомагає у плануванні логістики та продажів (рисунок 2). Варто також відзначити економію часу та зменшення потреби в трудомістких польових обстеженнях, адже дрони здатні охоплювати великі площі за короткий проміжок часу.



Рис. 2. Приклад аналізу зображень і визначенню проблемних зон за значеннями індексу вегетації [2]

Проте впровадження БПЛА супроводжується низкою обмежень. Однією з головних перешкод є регуляторні вимоги. У багатьох країнах існують обмеження щодо висоти польотів, відстані до населених пунктів та необхідності отримання дозволів, що значно ускладнює експлуатацію дронів. Також слід враховувати технічні обмеження: короткий час автономної роботи, обмежена вантажопідйомність та чутливість до погодних умов (вітер, дощ, спека) знижують ефективність використання безпілотників.

Ще однією важливою проблемою є обробка та інтерпретація зібраних даних. Хоча БПЛА можуть забезпечити велику кількість інформації, її ефективна обробка потребує спеціалізованого програмного забезпечення та відповідної підготовки персоналу. Далеко не всі фермери мають доступ до таких ресурсів. Крім цього, не варто недооцінювати вартість технології: високоякісні дрони з сучасними сенсорами залишаються дорогими, а додаткові витрати на обслуговування, програмне забезпечення та навчання також можуть бути значними.

Нарешті, питання етики та приватності також не втрачають актуальності. Використання дронів може викликати занепокоєння щодо конфіденційності, власності даних і моральних аспектів спостереження.

Подальший розвиток дронів, удосконалення штучного інтелекту та сенсорних систем відкривають нові можливості для агросектору. Для подолання існуючих труднощів доцільно спростити регуляторну базу, інвестувати в технічне вдосконалення обладнання, забезпечити доступ до освітніх програм для фермерів і сприяти розвитку кооперації, зокрема через спільне використання дронів. Державна підтримка та партнерство між приватним і публічним секторами можуть пришвидшити інтеграцію БПЛА у сучасне сільське господарство.

Таким чином, безпілотні літальні апарати відкривають значні можливості для вдосконалення аграрного моніторингу завдяки точному, оперативному та ефективному збору даних. Попри наявність низки викликів, подальший розвиток технологій та сприятливі умови можуть забезпечити їхнє успішне впровадження як важливого елементу сталого та розумного агровиробництва.

Література

1. Моніторинг БПЛА. FRENDT. Центр точного землеробства. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://frendt.ua/agriculture/monitoryng-bpla/> (дата звернення 15.03.2025).

2. Технології Дистанційного Зондування для Агрокооперативів. EOS Data Analytics. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://eos.com/uk/products/crop-monitoring/cooperatives/> (дата звернення 16.03.2025).

УДК: 528.5

Морозова С. О., Двалі Р., м. Харків, Україна
(науковий керівник к.т.н., доц. Саркісян Г. С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ВИКОРИСТАННЯ 3D-СКАНУВАННЯ ДЛЯ РЕСТАВРАЦІЇ АРХІТЕКТУРНИХ ПАМ'ЯТОК

Архітектурні пам'ятки є не лише культурною спадщиною нації, а й об'єктами підвищеного ризику руйнації через природні чинники, воєнні дії або людське втручання. Реставрація таких об'єктів вимагає точності, обережності та великої кількості даних. Сучасні технології 3D-сканування відкривають нові можливості для точного документування та відновлення архітектурних форм без безпосереднього контакту з матеріалами пам'ятки.

3D-сканування – це процес створення цифрової тривимірної моделі об'єкта за допомогою спеціальних пристроїв. До найпоширеніших методів належать лазерне сканування, яке базується на вимірюванні часу повернення лазерного променя й вирізняється високою точністю та швидкістю, фотограмметрія, яка дозволяє аналізувати зображення, зроблені з різних кутів, для побудови моделі – цей метод часто використовується разом із дронами, а також стереоскопічним скануванням, що передбачає застосування кількох камер для визначення глибини й форми. Ці методи дозволяють отримати мільйони точок даних, які формують хмару точок – цифрове представлення об'єкта, що згодом обробляється у відповідному програмному середовищі.

Однією з ключових переваг 3D-сканування є його надзвичайна точність. Технологія дозволяє зафіксувати найменші архітектурні елементи – від декоративних орнаментів до тріщин у стінах – з точністю до міліметра. Ще одним важливим аспектом є безконтактність процесу, що

мінімізує ризик пошкодження об'єкта, особливо коли йдеться про крихкі або нестабільні структури. Значну цінність становить можливість створення цифрових копій пам'яток, які можна використовувати як для подальших наукових досліджень, так і для музеєфікації або навіть відтворення втрачених елементів за допомогою 3D-друку. Не менш важливою є інтеграція 3D-даних із CAD- та BIM-системами, що дозволяє архітекторам і реставраторам ефективно планувати свої дії.

На практиці ця технологія вже довела свою ефективність. У 2021 році в Києві було проведено комплексне 3D-сканування Софійського собору, що дозволило створити його цифровий архів і виявити деформації, які були непомітні неозброєним оком (рисунок 1).



Рис. 1. Процес 3D-сканування у Національному заповіднику «Києво-Печерська лавра» [1]

Також у 2023 році у м. Луцьк фахівцями компанії «Скайрон» була реалізована програма превентивного сканування об'єктів культурної спадщини та архітектури як

одного із засобів фіксації і збереження інформації про них у зв'язку із загрозою знищення (рисунок 2).



Рис. 2. Процес 3D-сканування кафедрального собору Святої Трійці у м. Луцьк [2]

Ключовим елементом у процесі реставрації Собору Паризької Богоматері в Парижі після руйнівної пожежі стали дані хмари точок, зібрані професором Ендрю Таллоном, істориком архітектури з Вассарського коледжу, у 2010 році (рисунок 3).

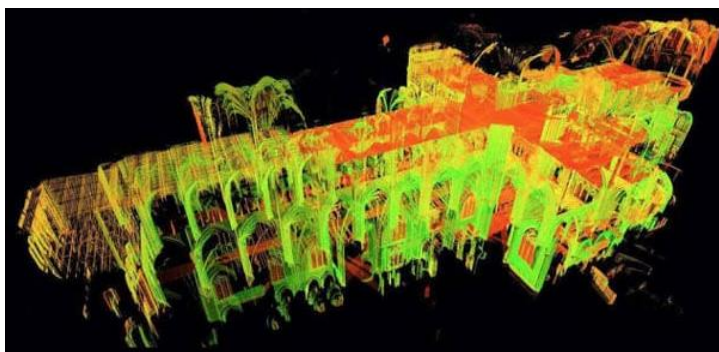


Рис. 3. Знімок собору Паризької Богоматері, зроблений

Ендрю Таллоном зі сканів собору Нотр-Дам [3]

У Мілані після землетрусу фахівці здійснили детальне сканування фасаду та інтер'єру одного з найбільших соборів Європи, щоб спланувати майбутню реконструкцію. В Іраку, де арка Ктесифону постраждала під час військових дій, міжнародна команда фахівців провела 3D-сканування, що стало основою для віртуальної реконструкції споруди та підготовки до її фізичного відновлення. У Польщі 3D-моделі замку в Мальборку активно застосовуються не лише в реставраційній роботі, а й для створення віртуальних туристичних маршрутів.

Попри численні переваги, існують і виклики. Однією з основних проблем залишається висока вартість якісного обладнання та програмного забезпечення, що обмежує доступ до технології для багатьох дослідницьких установ. Додатковою складністю є потреба у висококваліфікованих спеціалістах, які володіють знаннями в галузі архітектури, інформатики та цифрової обробки. Ще одним викликом є необхідність обробки великих обсягів інформації, що вимагає потужних комп'ютерів і досвіду оптимізації даних.

У майбутньому очікується активне поєднання 3D-сканування з технологіями доповненої та віртуальної реальності, що дасть змогу створювати нові формати взаємодії з історичною спадщиною. Ще однією перспективною ланкою є штучний інтелект, який потенційно зможе автоматично виявляти дефекти або зони пошкодження на цифрових моделях.

Таким чином, 3D-сканування – це потужний інструмент у сфері охорони культурної спадщини, що поєднує точність, безпечність і багатофункціональність. Його застосування не тільки сприяє збереженню архітектурних пам'яток, а й робить їх доступними для дослідження, реставрації та презентації широкому загалу. У сучасних умовах – війни, зміни клімату, урбанізаційного тиску – ця технологія стає не просто корисною, а необхідною.

Література

1. Печерська районна в місті Києві державна адміністрація. Офіційний вебпортал. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pechersk.kyivcity.gov.ua/news/unatsionalnomu-zapovidniku-kievo-pecherska-lavra-prodovzhuetsya-protses-3d-skanuvannya-arkhitekturnikh-ramyatok-kulturnoi-spadshchini> (дата звернення 13.03.2025).
2. Інтернет-видання «Волинь Online». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://volynonline.com/u-luczku-tryvaye-lazerne-3d-skanuvannya-ta-fotogrammetrychna-zjomka-ramyatok-arhitektury/> (дата звернення 12.03.2025).
3. Собор Паризької Богоматері знову відкривається: 3D-сканування допомагає в історичній реставрації Собору Паризької Богоматері. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://systemnet.com.ua/sobor-paryzkoi-bohomateri-znovu-vidkryvaietsia-3d-skanuvannia-dopomahaie-v-istorychniy-restavratsii-soboru-paryzkoi-bohomateri/> (дата звернення 14.03.2025).

УДК: 556.5

Карайкозін А. Ю., Білецька Є. М., м. Харків, Україна
(науковий керівник асист. Шелкова І.С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АЛГОРИТМІВ ГІДРОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА БАЗІ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ

Цифрові моделі рельєфу в наш час широко використовуються фахівцями в найрізноманітніших галузях. Однією з найважливіших задач, які вирішуються за допомогою ЦМР, є автоматизоване виділення меж водозбірних басейнів, а також визначення їх основних гідрографічних характеристик. Велике значення цих процедур обумовлено різноманіттям фундаментальних та прикладних проблем, при вирішенні яких застосовується басейновий підхід, роль якого в наш час тільки зростає. Причини цього пов'язані із можливостями використання сучасних інформаційних технологій, доступністю цифрових моделей поверхні Землі та інформації про базові гідрометеорологічні параметри для всієї території планети. Усе це дозволяє досліджувати за допомогою ГІС природні процеси та явища на різних рівнях генералізації.

ЦМР є основним елементом будь-якої розподіленої моделі формування стоку або басейнкової геоінформаційної системи, оскільки дозволяє визначити велику кількість морфометричних та гідрографічних характеристик річок та їх басейнів – напрямок стоку, наявність тальвегів та вододілів, площі водозборів, порядки та ухили водотоків.

Точність автоматизованого визначення гідрографічних показників залежить від характеру рельєфу, і навіть від роздільної здатності ЦМР. Найменша точність визначення меж водозборів ЦМР характерна для територій зі слаборозчленованим рельєфом. На поверхні з близьким

до нуля ухилом напрямку стоку та межі водозборів часто визначається невірно, а значна частина території взагалі не дронується гідрографічною мережею.

ЦМР, яка використовується при визначенні гідрографічних характеристик річок та їх басейнів, має бути гідрологічно коректною. У ній повинні бути відсутні фіктивні точки стоку (фіктивні депресії), а потокові лінії (тальвеги) на ЦМР повинні збігатися з вихідними відрізками річкової мережі. При побудові гідрологічно коректної ЦМР повинна враховуватися не тільки інформація про рельєф (висотні позначки та ізолінії), а й дані про річкову мережу та замкнуті зниження.

Гідрологічне моделювання на основі цифрових моделей рельєфу (ЦМР) базується на алгоритмах, які дозволяють автоматично визначати основні гідрографічні характеристики території. Серед них ключову роль відіграють алгоритми визначення напрямку стоку, ідентифікації водозбірних басейнів, усунення фіктивних депресій, розрахунку гідрографічних показників річкової мережі та генерації гідрологічно коректних моделей.

Визначення напрямку стоку є базовою процедурою для будь-якого гідрологічного аналізу. Для цього використовуються такі алгоритми:

- «Метод D8 (Deterministic Eight-neighbor Algorithm)» – один із найпоширеніших алгоритмів, який присвоює кожному осередку напрямку стоку до одного з восьми сусідніх осередків із найменшим значенням висоти. Перевагою цього методу є простота реалізації, але він не враховує розподіл потоку між кількома напрямками, що може викликати штучну дискретність стоку;

- «Метод D ∞ (Infinity Direction Algorithm)» – удосконалена версія D8, яка дозволяє визначати напрямку стоку з урахуванням фракційного (нецілого) кута між осередками, що підвищує точність аналізу;

- «Метод MFD (Multiple Flow Direction Algorithm)» – у цьому методі потік може розподілятися між кількома

напрямами відповідно до ухилу поверхні, що забезпечує більш реалістичну гідрологічну модель, особливо для рівнинних територій.

Після визначення напрямку стоку формується водозбірна структура. Основні методи:

- «Алгоритм об'єднання потоків (Flow Accumulation Method)» – визначає накопичення потоку в кожному осередку, що дозволяє виявити річкові русла та їх ієрархію;

- «Метод еквівалентних басейнів (Watershed Method)» – використовує дані про напрямки стоку для автоматичного виділення меж водозбірних басейнів;

- «Геоінформаційні методи сегментації (GIS-based Segmentation Methods)» – застосовуються в сучасних ГІС для автоматичної класифікації та уточнення меж басейнів на основі ЦМР та додаткових геоданих.

Фіктивні депресії (локальні пониження, які не мають природного стоку) можуть спотворювати результати моделювання. Для їх усунення використовуються:

- «Метод заповнення депресій (Fill Algorithm)» – підвищує висоту осередків у депресіях до рівня найнижчого сусіднього осередку з виходом стоку;

- «Комбінований метод (Hybrid Method)» – поєднує заповнення та прорізання залежно від морфологічних особливостей місцевості.

Сучасні алгоритми гідрологічного моделювання дозволяють ефективно визначати основні характеристики водозбірних басейнів та річкової мережі на основі цифрових моделей рельєфу. Вибір конкретного алгоритму залежить від особливостей території, якості вихідних даних та цілей дослідження. Поєднання різних методів дозволяє отримати найбільш точні та достовірні результати для подальшого аналізу водного режиму території.

Література

1. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Кн. 2 / В. І. Зацерковний, В.Г. Бурачек,

О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Ніжин: НДУ ім.
М. Гоголя, 2017. 237 с.

УДК: 528.4

Шангіна О. Т., Холод А. Р., Попович І. М.

м. Харків, Україна

(науковий керівник асист. Шелкова І.С.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНОГО 3D-СКАНУВАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

3D-сканування – це технологія, яка дозволяє створювати цифрові тривимірні моделі об'єктів шляхом збору великої кількості даних про їх форму та зовнішній вигляд. Сучасні сканери здатні швидко і точно збирати великі обсяги даних, що значно спрощує процес створення 3D-моделей.

Суть цієї технології полягає у використанні лазерних променів для вимірювання відстані до кожної точки об'єкта, створюючи хмару точок, що відображає точну геометрію поверхні. Ця технологія надає можливість швидко та ефективно отримувати детальну інформацію про поверхню і структуру об'єктів, незалежно від їхньої складності чи масштабу. Завдяки своїй універсальності, 3D-сканування застосовується в архітектурі, будівництві, археології та багатьох інших сферах. Враховуючи високу точність і швидкість отримання інформації, можливість побудови тривимірних моделей поверхні, у дорожньому будівництві доцільно застосовувати 3D-сканування під час діагностики та оцінювання стану дорожнього покриття, проєктування ремонтних робіт, визначення обсягів матеріалів.

Найбільш поширені види деформацій та руйнувань дорожнього одягу наведені на рисунку 1 [1].

Для оцінювання стану дорожнього покриття оптимально використовувати наземні лазерні сканери

середнього радіусу дії, які здатні виконувати вимірювання з точністю до декількох міліметрів на відстанях до 80-100 м.

1	Лущення	6	Колійність	11	Тріщини загальні поперечні
2	Викришування	7	Просідання	12	Тріщини поздовжні
3	Вибойи	8	Проломи	13	Руйнування країв дорожнього одягу
4	Гребінка	9	Сітка тріщин	14	Руйнування деформаційних швів
5	Зміщення	10	Косі тріщини	15	Відшарування тонкошарового замикаючого шару одягу

Рис. 1. Найпоширеніші деформації і руйнування дорожнього одягу [1]

Перед початком сканування необхідно:

– переконатися в наявності всіх необхідних компонентів сканера (сканер, тринога, блок живлення, тощо);

– оцінити параметри об'єкта, такі як довжина, ширина, можливі перешкоди (дерева, будівлі, транспорт) і стан покриття.

З урахуванням поля зору сканера, необхідно враховувати, що все, що знаходиться під сканером на точці стояння, потрапляє в так звану «мертву зону» – ділянку, на яку не потрапляє лазерний промінь через наявні перешкоди у вигляді тригеру сканера та штативу (рис. 2).



Рис. 2. Станція стояння сканеру у вигляді «мертвої зони»

У таких випадках існує два можливі рішення:

- рекомендується розміщувати станцію стояння в місцях, де відсутні дефекти дорожнього покриття;

- слід врахувати варіант розміщення станцій на відстані, що дасть змогу наступній станції зафіксувати дані з попередньої та побудувати майбутню тривимірну модель на основі отриманих точок попередньої станції.

Оптимальні рішення для наземного сканування дорожнього покриття:

- невеликі ділянки (100-150 м): 4-7 станцій кожні 20-30 м, уникати перешкод;

- довгі ділянки (500-1000 м): 15-25 станцій до 50 м, сканування з обох сторін;

- складні ділянки (розв'язки): знімання на верхньому й нижньому рівнях з урахуванням рельєфу та об'єкта.

Після завершення процесу сканування важливо провести камеральну обробку отриманих даних. На цьому етапі дані, отримані з різних станцій, об'єднуються в єдину модель, яка проходить етапи очищення, фільтрації та побудови остаточної тривимірної хмари точок (рис. 3). Отримані дані використовуються для побудови триангуляційної моделі, на основі якої можна зробити оцінку стану дорожнього покриття, аналіз дефектів і формування звіту.

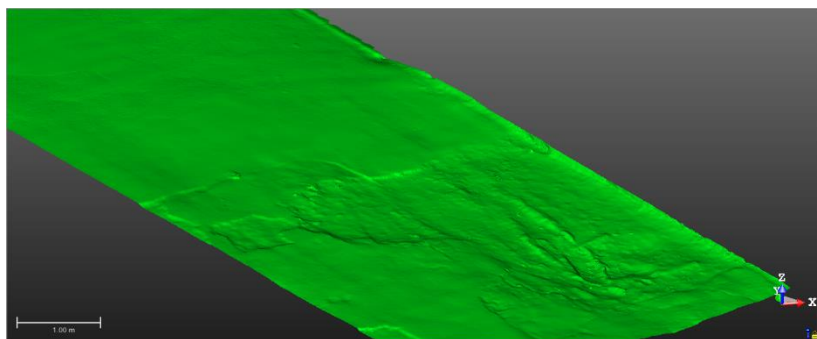


Рис. 3. Триангуляційна модель для проведення оцінки стану дорожнього покриття

Література

1. Авторський колектив CoST. Посібник дорожніх «хвороб». Київ: 2019. 198 с.

УДК: 528.4

Шарапова Д.М., Шепель О.В., м. Харків, Україна
(науковий керівник асист. Бессарабов О.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДЕФОРМАЦІЙ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

Геодезичний моніторинг – це комплексний процес спостереження за деформаціями, зміщеннями та осіданнями будівель, інженерних споруд і природних об'єктів з метою оцінки їхньої стабільності та безпечної експлуатації. Він передбачає використання високоточних геодезичних методів, таких як GNSS-технології, лазерне сканування, георадарні дослідження, тахеометричні вимірювання та рівневі спостереження. Моніторинг дає змогу своєчасно виявляти потенційно небезпечні зміни, прогнозувати їхній розвиток і запобігати аварійним ситуаціям. Він широко застосовується в будівництві, гірничій справі, екологічних дослідженнях, транспортній інфраструктурі та інших галузях, де необхідний постійний контроль стану об'єктів[1].

Основні завдання геодезичного моніторингу:

1. Контроль осідань і деформацій – Контроль осідань і деформацій при геодезичному моніторингу – це комплекс заходів, спрямованих на спостереження, вимірювання та аналіз змін у просторі інженерних споруд, земної поверхні або геологічного середовища під впливом природних і техногенних факторів. Для цього використовують високоточні геодезичні методи, такі як нівелювання, тахеометричні зйомки, супутникові технології та лазерне сканування. Дані вимірювань дозволяють оцінити швидкість і характер деформацій, прогнозувати їхній розвиток та вживати своєчасних заходів для запобігання руйнуванням або аварійним ситуаціям. Геодезичний моніторинг є важливим етапом у будівництві, експлуатації

та реконструкції будівель, мостів, дамб, тунелів та інших об'єктів, а також у дослідженні зсувних процесів і осідань ґрунтів.

2. Раннє виявлення небезпечних змін – Раннє виявлення небезпечних змін при геодезичному моніторингу дозволяє своєчасно ідентифікувати деформації, осідання або зсуви, що можуть призвести до аварійних ситуацій або руйнування об'єктів. Використовуючи сучасні методи, такі як високоточне нівелювання, супутникові технології GNSS, лазерне сканування (LiDAR) та георадарні дослідження, можна отримувати дані в реальному часі та відстежувати навіть мінімальні зміни в структурі споруд чи земної поверхні. Це дає змогу прогнозувати розвиток небезпечних процесів і вживати превентивних заходів для мінімізації ризиків, що особливо важливо для інфраструктурних об'єктів, зон техногенного навантаження та сейсмічно активних регіонів.

3. Оцінка впливу зовнішніх факторів – Оцінка впливу зовнішніх факторів при геодезичному моніторингу дозволяє визначити, як природні та техногенні процеси впливають на стійкість і деформації об'єктів. До основних зовнішніх факторів належать температурні коливання, опади, сейсмічна активність, навантаження від транспорту чи будівництва, а також зміни рівня ґрунтових вод. Використовуючи сучасні геодезичні технології, такі як GNSS-моніторинг, лазерне сканування та георадарні дослідження, можна отримувати точні дані про динаміку змін і визначати потенційні загрози. Це допомагає прогнозувати можливі негативні наслідки та розробляти заходи для запобігання деформаціям і руйнуванням інженерних споруд та природних об'єктів.

4. Забезпечення безпеки експлуатації – Забезпечення безпеки експлуатації при геодезичному моніторингу полягає у своєчасному виявленні та аналізі деформацій будівель, споруд і природних об'єктів з метою запобігання аварійним ситуаціям. Моніторинг дозволяє контролювати

зміщення, осідання та нахили конструкцій під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів, таких як навантаження, кліматичні умови, сейсмічна активність або зміни в ґрунтовій основі. Завдяки застосуванню високоточних геодезичних методів, включаючи GNSS-технології, лазерне сканування та георадарні дослідження, можна вчасно виявляти критичні зміни, прогнозувати їхній розвиток і приймати необхідні заходи для підтримки безпечної експлуатації об'єктів. Це особливо важливо для стратегічних інфраструктурних споруд, таких як мости, дамби, тунелі та висотні будівлі.

Сучасні методи моніторингу[2]:

1. ГНСС-спостереження (супутникові системи GPS, ГЛОНАСС, Galileo) – це метод геодезичного моніторингу, що базується на прийомі сигналів від супутників для точного визначення координат, зміщень та деформацій об'єктів у режимі реального часу або після обробки даних. Використання ГНСС дає змогу з високою точністю контролювати геодинамічні процеси, моніторити осідання будівель, мости, дамби, гірничі виробки та інші інженерні споруди. Завдяки безперервному збору інформації цей метод дозволяє аналізувати вплив зовнішніх факторів, передбачати можливі ризики та забезпечувати безпеку експлуатації об'єктів.

2. Тахеометричний моніторинг – це метод геодезичного спостереження, що використовує електронні тахеометри для вимірювання кутів і відстаней з високою точністю. Він дозволяє відстежувати осідання, горизонтальні та вертикальні зміщення будівель, мостів, гребель, тунелів та інших інженерних споруд. Основною перевагою тахеометричного моніторингу є можливість автоматизованого збору даних у режимі реального часу та їх подальшої обробки для оцінки деформаційних процесів. Тахеометри можуть бути інтегровані в автоматизовані системи контролю, що забезпечує оперативне виявлення небезпечних змін у конструкціях. Завдяки високій точності

та мобільності цей метод широко застосовується в будівництві, гірничій справі, на об'єктах інфраструктури, а також для контролю зсувів, розломів і техногенних процесів.

3. Лазерне сканування (LiDAR) – це сучасний метод дистанційного знімання, що використовує лазерні імпульси для отримання детальної тривимірної моделі поверхні або об'єкта. Система LiDAR складається з лазерного датчика, приймача відбитих сигналів і супутникової або інерціальної системи навігації для визначення точного положення сканера в просторі. LiDAR широко застосовується в геодезії для високоточного моделювання рельєфу, моніторингу деформацій, створення цифрових моделей місцевості (ЦММ) та цифрових моделей рельєфу (ЦМР). Його використовують у будівництві, інженерних вишукуваннях, містобудуванні, моніторингу зсувів, картографії, лісовому господарстві та археології. Перевагами лазерного сканування є висока точність, швидкість збору даних, можливість працювати в складних умовах (наприклад, у важкодоступній місцевості або густій рослинності) та автоматизована обробка великих обсягів інформації.

4. Георадарні дослідження – це метод геофізичного зондування, який використовує електромагнітні хвилі високої частоти для виявлення підземних об'єктів, визначення структури ґрунту та дослідження будівельних конструкцій. Система георадара складається з передавача, що випромінює радіохвилі в ґрунт або матеріал, та приймача, який реєструє відбиті сигнали від різних шарів або об'єктів. У геодезії георадарні дослідження застосовуються для виявлення інженерних комунікацій, моніторингу стану дорожнього покриття, визначення структури ґрунтів, пошуку порожнин, тріщин, а також для контролю фундаментів і підземних споруд. Основними перевагами методу є його безконтактність, можливість швидкого отримання результатів без руйнування поверхні, висока деталізація досліджуваних об'єктів і здатність

працювати в різних умовах (асфальт, бетон, ґрунт, лід). Однак ефективність георадару залежить від типу ґрунту – у вологих або глинистих середовищах сигнал значно загасає.

5. Деформаційні датчики (інклінометри, тензодатчики) – це пристрої, які використовуються для вимірювання зміни геометричних параметрів об'єктів у процесі їх експлуатації або під впливом зовнішніх факторів. Вони відіграють важливу роль у геодезичному моніторингу, дозволяючи контролювати осідання, нахили, напруження і деформації будівельних конструкцій, мостів, тунелів, дамб та інших споруд.

Сфери застосування геодезичного моніторингу[3]:

1. Будівництво та експлуатація висотних будівель і мостів. Геодезичний моніторинг є критично важливим на етапах зведення та експлуатації висотних споруд і мостів. Він дозволяє відстежувати осідання фундаментів, зміну геометричних параметрів конструкцій, коливання під впливом вітрових і сейсмічних навантажень. Використання супутникових технологій (ГНСС), тахеометричних спостережень та лазерного сканування дає змогу отримувати високоточні дані про деформації, що допомагає запобігти аварійним ситуаціям і забезпечити безпечну експлуатацію об'єктів.

2. Контроль стану гребель, тунелів, гідротехнічних споруд. Геодезичний моніторинг гідротехнічних споруд дозволяє визначати навіть незначні зміщення та деформації гребель, дамб, каналів та тунелів, які можуть призвести до руйнування конструкцій або їхнього виходу з ладу. Особливу увагу приділяють вимірюванню нахилів, осідань, тріщиноутворень та рівня напружень у конструкціях. Для цього застосовуються інклінометри, тензодатчики, тахеометричні вимірювання та георадарні дослідження.

3. Моніторинг залізничних і автомобільних доріг. Геодезичний моніторинг транспортної інфраструктури необхідний для контролю змін профілю шляхів, стану дорожнього покриття та несучих конструкцій мостів.

Зокрема, спостереження за осіданнями, деформаціями та розширенням тріщин допомагає попередити аварійні ситуації та продовжити термін служби доріг. Лазерне сканування та ГНСС-спостереження широко використовуються для створення цифрових моделей транспортних об'єктів і виявлення критичних змін.

4. Спостереження за зсувами, осіданням ґрунту та сейсмічною активністю. У зонах з підвищеною геодинамічною активністю моніторинг дозволяє прогнозувати й запобігати катастрофічним подіям, таким як зсуви, обвали та осідання ґрунту. Геодезичні методи, зокрема супутникові спостереження (GPS, ГЛОНАСС, Galileo), лазерне сканування та георадарні дослідження, дозволяють відстежувати зміни рельєфу в реальному часі та оцінювати ризики небезпечних процесів.

5. Промислові об'єкти (шахти, кар'єри, трубопроводи). У гірничодобувній промисловості геодезичний моніторинг застосовується для контролю деформацій підземних і відкритих розробок, забезпечення безпеки робітників і техніки. Важливим є також контроль зміщень і деформацій трубопроводів, особливо в зонах сейсмічної активності та в умовах нестабільних ґрунтів. Застосовуються ГНСС-спостереження, тахеометричні вимірювання, георадарні методи та інші технології для виявлення критичних змін, що дозволяє запобігти аваріям та підвищити надійність експлуатації інженерних споруд.

Таким чином, геодезичний моніторинг відіграє ключову роль у безпечному функціонуванні інфраструктурних об'єктів, прогнозуванні небезпечних процесів і мінімізації ризиків руйнування будівель, доріг, мостів, дамб і промислових об'єктів.

Завдяки сучасним методам геодезичного моніторингу можна завчасно виявити виявлені небезпечні зміни в інженерних спорудах та запобігти аваріям, що сприяє підвищенню безпеки, надійності та вічності об'єктів.

Література

1. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. 151 с.
2. ДСТУ-Н Б В.13-1. Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 122 с.
3. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: навч. посіб. / С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. — К.: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. — 316 с.

УДК: 528.8

Перехода А. А., Клименко О. А., м. Харків, Україна
(науковий керівник асист. Шелкова І.С.)
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ГІС ДЛЯ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА АНАЛІЗУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

Лісові пожежі є серйозною екологічною та соціально-економічною проблемою, що впливає на довкілля, біорізноманіття та життєдіяльність населення. Ефективний моніторинг та прогнозування таких подій вимагає використання сучасних технологій, зокрема геоінформаційних систем (ГІС). ГІС надають інструменти для збору, обробки, аналізу та візуалізації просторових даних, що дозволяє оперативно реагувати на надзвичайні ситуації.

ГІС використовуються для створення детальних карт поширення пожеж, аналізу зон ризику та прогнозування розвитку вогню. Дані для картографування надходять із супутникових знімків, дронів та наземних сенсорів. Основні методи картографування включають:

- використання дистанційного зондування для отримання актуальної інформації про площу та інтенсивність пожеж;
- аналіз температурних аномалій за допомогою теплових знімків;
- використання цифрових моделей рельєфу для оцінки поширення вогню.

Для оцінки масштабів пожеж в Україні доцільно розглянути динаміку виникнення осередків займання. На рисунку 1 представлено добову кількість пожеж в Україні за період з 1 січня по 1 квітня 2025 року.

Історія осередків пожеж в Україні
Добова кількість за період з 1 січня 2025 по 1 квітня 2025

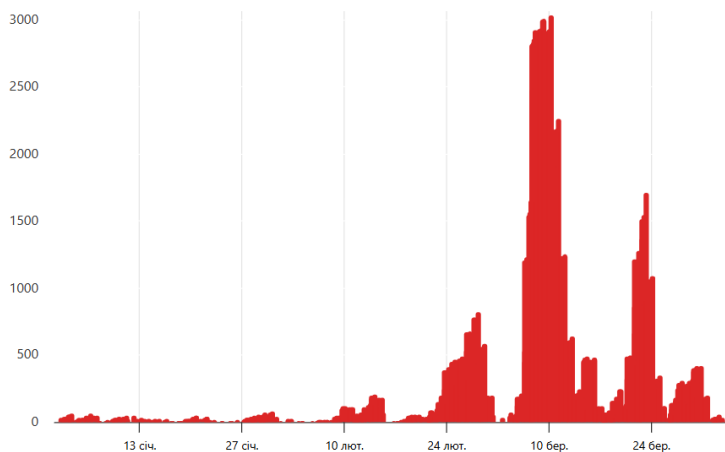


Рис. 1. Історія осередків пожеж в Україні [1]

Аналіз даних свідчить про поступове зростання кількості пожеж, особливо в березні, коли було зафіксовано понад 3000 осередків займання на добу. Основними причинами такого підвищення можуть бути:

- навмисні підпали сільськогосподарських угідь;
- військові дії та обстріли, що провокують загоряння лісів і степових масивів.

Застосування ГІС для аналізу цих даних дозволяє визначати найбільш уразливі зони та розробляти превентивні заходи для запобігання масштабним пожежам.

У таблиці 1 наведено основні можливості ГІС для аналізу пожеж.

ГІС-технології дозволяють не лише аналізувати історичні дані, а й будувати прогностичні моделі. Використання супутникових знімків, даних про вологість повітря та швидкість вітру допомагає оцінити можливі напрямки поширення вогню. Зокрема такі моделі можуть враховувати:

- щільність лісових масивів;
- рівень вологості ґрунту;

– наявність людських поселень поблизу лісових масивів.

Таблиця 1. Можливості ГІС у картографуванні лісових пожеж

Функція	Опис
Просторовий аналіз	Визначення зон високого ризику
Темпоральний аналіз	Відстеження змін у динаміці пожеж
Прогнозування	Використання кліматичних даних для передбачення нових осередків
Візуалізація	Створення карт теплових зон та потенційних маршрутів евакуації

Програмні платформи, такі як ArcGIS, QGIS та Google Earth Engine, забезпечують інтеграцію даних і їхню візуалізацію у вигляді картографічних шарів, що допомагає оперативним службам приймати ефективні рішення щодо боротьби з пожежами.

Сучасні технології ГІС забезпечують комплексний підхід до аналізу пожежонебезпечних територій, прогнозування ризиків та розробки превентивних заходів. Використання дистанційного зондування та ГІС-моделювання сприяє зниженню ризиків природних катастроф, збереженню біорізноманіття та підвищенню безпеки населення. Подальший розвиток методів аналізу та інтеграція ГІС з іншими інформаційними технологіями сприятиме удосконаленню системи моніторингу лісових пожеж.

Література

1. Пожежі в Україні: веб-сайт. URL: <https://www.saveecobot.com/analytics/fires> (дата звернення: 01.04.2024).

УДК: 528.2

Доброштрой А.О., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц Урдзік С.М.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ВЕЛИКОМАСШТАБНІ ІНЖЕНЕРНО – ТОПОГРАФІЧНІ ПЛАНИ

Топографічні плани масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 називають великомасштабними та поділяють на основні та спеціалізовані. Основні призначені для загальних топографічних завдань у містах та промислових районах, вони створюються відповідно до вимог Укргеодезкартографії та Інструкції з топографічного знімання у вказаних масштабах і відображають всі об'єкти, контури та деталі рельєфу у встановлених умовних знаках. Щодо створення спеціалізованих великомасштабних планів, то при їх створенні дотримуються вимог державного картографування, ДБН та спеціальних умов в технічному завданні. Однією з найбільших груп спеціалізованих планів є інженерно-топографічні плани які знайшли своє застосування у проектуванні, будівництві, реконструкції та експлуатації інженерних споруд. В залежності від призначення інженерно-топографічні плани поділяють на: вишукувальні, виконавчі, інвентаризаційні та кадастрові плани.

Вишукувальні плани призначені для вибору будівельних майданчиків та детального проектування споруд або підбору оптимального варіанта траси; виконавчі плани, складені у процесі будівництва споруд на завершені об'єкти чи етапи будівництва; інвентаризаційні плани, створювані для

цілей обліку елементів та об'єктів господарської діяльності галузі чи відомств.

Окрім перерахованих, все більші обсяги великомасштабних зйомок займають кадастрові плани приватних та державних володінь із спорудами, земельними, водними та лісовими угіддями з їх докладними характеристиками та оцінкою вартості та якості.

Інженерно-топографічні плани при вишукуваннях для розробки містобудівної та проектної документації для будівництва великих промислових підприємств, залізниць та автомобільних доріг, магістральних каналів та магістральних трубопроводів слід складати, як правило, аерофототопографічним методом за матеріалами аерофотозйомки.

Наземне фототопографічне знімання застосовується як самостійне у випадках, коли застосування аерофотозйомки економічно недоцільне, її виконання не є можливим або аерофототопографічний метод не забезпечує необхідної точності складання планів. Може використовуватись в поєднанні з аерофототопографічним - у гірських районах.

Інженерно-топографічні плани можуть бути представлені у графічному чи цифровому видах (цифровий інженерно-топографічний план).

Результати топографічних зйомок можуть бути представлені у вигляді топографо-геодезичних матеріалів для складання містобудівного кадастру та інших кадастрів, банків інженерно-геодезичних даних, а також у вигляді геоінформаційних систем (ГІС) поселень та підприємств відповідного рівня.

Цифрові топографічні плани одержують шляхом запису просторових координат об'єктів місцевості та кодів їх характеристик у числовому вигляді у процесі польового топографічного знімання, а також фотограмметричним шляхом за аерофотознімками (цифровими знімками) і за графічними оригіналами. Збір цифрової інформації

відбувається у процесі наземного знімання, фотограмметричної обробки знімків, перетворення у цифрову форму графічних оригіналів.

Цифрові топографічні плани місцевості повинні створюватись із занесенням інформації на номенклатурні планшети, що покривають місцевість у рамках топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Інформація цифрового інженерно-топографічного плану має відповідати діючим умовним знакам для топографічних планів.

Для топографічних планів, що створюються на населені пункти та на ділянки незабудованих територій площею менше 20 км², застосовується прямокутне розграфлення з розмірами рамок аркуша для масштабу 1:5000 - 40х40 см, для масштабів 1:2000, 1:1000 та 1:500 - 50х50 см. Рамки аркушів масштабів 1:5000 та 1:2000 мають збігатися з лініями кілометрової сітки.

За основу розграфки приймається лист плану в масштабі 1:5000, номенклатура якого має позначатися арабськими цифрами. Йому відповідають чотири аркуші плану в масштабі 1:2000, номенклатура яких утворюється додаванням до номенклатури аркуша плану в масштабі 1:5000 однієї з перших чотирьох великих букв алфавіту - А, Б, В, Г (наприклад, 14-Б).

Аркушу масштабу 1:2000 відповідають чотири аркуші плану в масштабі 1:1000, що позначаються римськими цифрами (I, II, III, IV), і 16 аркушів плану в масштабі 1:500, що позначаються арабськими цифрами (1, 2, 3...,16). Номенклатура аркушів планів у масштабі 1:1000 або 1:500 повинна складатися з номенклатури аркуша плану в масштабі 1:2000 та відповідної римської цифри для аркуша плану в масштабі 1:1000 або арабської цифри для аркуша плану в масштабі 1:500 (наприклад 14-Б-VI).

Топографічний план характеризується точністю, детальністю та повнотою відображення ситуації та рельєфу місцевості. Величини середніх похибок (помилкок) у положенні на планах предметів та контурів місцевості з чіткими обрисами щодо найближчих точок знімального обґрунтування не повинні перевищувати 0,5 мм, а в гірських та заліснених районах – 0,7 мм.

Середні помилки знімання рельєфу відносно найближчих точок геодезичної основи не повинні перевищувати за висотою:

- 1/4 прийнятої висоти перерізу рельєфу при кутах нахилу до 2 град.;

- 1/3 при кутах нахилу від 2 град. до 6 град. для планів масштабів 1:5000, 1:2000 та 10 град. для планів масштабів 1:1000 та 1:500;

- 1/3 при перерізі рельєфу через 0,5 м на планах масштабів 1:5000 та 1:2000.

Точність, деталізація та повнота топографічних планів визначаються за величинами сумарних середньоквадратичних помилок у плановому та висотному положенні точок ситуації та рельєфу. Середньоквадратична помилка планового положення точок визначається згідно з формулою:

$$m_T = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \quad (1)$$

де m_x і m_y – середньоквадратичні похибки виміру на плані абцис і ординат точок. Приймав, що $m_x \approx m_y = m_k$, отримаємо:

$$m_T = m_k \sqrt{2} \quad (2)$$

Помилки координат точок зазвичай спричинені похибками у створенні планового обґрунтування, неточностями знімальних вимірювань і графічних побудов,

створення графічних або фотограмметричних планів, які можуть деформуватися.

Точність на плані будь-якого масштабу має бути не більше 0,5 мм для чітких контурів на забудованих територіях та 0,9 мм для лісових насаджень і гірських районів. Дані вимоги можуть змінюватися в залежності від проектних завдань, до 0,2 мм для об'єктів серед капітальних будівель та збільшуючись до 0,5 мм на незабудованих територіях. Точність планів не виходить за межі 0,3-0,4 мм, в залежності від використовуваних топографічних та фотограмметричних методів.

Точність зображення рельєфу визначається помилками у положенні горизонталей на плані, які можна розділити на дві групи:

1. Помилки визначення висот пікетних точок, помилки узагальнення рельєфу через неоднорідність схилів між пікетами, впливу дрібних нерівностей земної поверхні. Дані помилки мало залежать від кута нахилу місцевості.

2. Помилки планового становища пікетних точок, інтерполяцією висот, креслення горизонталей, які викликані плановим зміщенням горизонталей і залежні від ухилу місцевості.

Похибки першої групи мають випадковий характер і визначаються формулою:

$$m_H = a + btg v \quad (3)$$

де m_H – середньоквадратична похибка визначення позначок точок по горизонталям;

H – кут нахилу місцевості;

a і b – параметри, що відображають вплив першої та другої груп помилок, визначаються за методом найменших квадратів.

Література

1. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затвердженої наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998 №56.

2. Перша редакція проекту розділів Порядку топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Видання 18.06.2020 / Розробники: Ю. 76 Карпінський Н. Лазоренко-Гевель, О. Кучер, Р. Висотенко, В. Лавренєв, І. Тревого, В. Глотов, О. Ясинський, Ю. Стопхай, Л. Скакодуб, Т. Кондратенко

УДК: 528.45

Харахордін М.В., м. Харків, Україна

(науковий керівник асист. Бессарабов О.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ У ПРОЕКТУВАННІ

Геодезичні вишукування виконують ключову роль у проектуванні інженерних споруд, забезпечуючи точні дані про рельєф, обґрунтування, гідрологічні умови та екологічний стан території. Екологічні аспекти геодезичних досліджень є місцем для мінімізації негативного будівництва на навколишнє середовище та збереження природного балансу.

Основні екологічні аспекти геодезичних вишукувань[1]:

– Моніторинг змін природного середовища – це система спостережень, оцінки та аналізу природних процесів і явищ, що відбуваються під впливом як природних факторів, так і антропогенної діяльності. Використовуючи сучасні геодезичні методи, такі як дистанційне зондування Землі, супутникові технології (GNSS), лазерне сканування (LiDAR) та георадарні дослідження, фахівці здійснюють контроль за змінами рельєфу, рівня ґрунтових вод, рослинного покриву, ерозійними процесами та забрудненням територій. Це дозволяє прогнозувати можливі екологічні загрози, своєчасно реагувати на природні та техногенні катастрофи, а також розробляти ефективні заходи з охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

– Зменшення негативного впливу будівництва на екосистеми є важливим екологічним аспектом геодезичних вишукувань, що передбачає оцінку та мінімізацію наслідків будівельних робіт для навколишнього середовища. Використання сучасних геодезичних методів, таких як

супутникові технології (GNSS), лазерне сканування (LiDAR) та георадарні дослідження, дозволяє точно визначати рельєф місцевості, рівень ґрунтових вод, склад ґрунтів та потенційні зони екологічного ризику. Це допомагає обґрунтовано вибирати місця для забудови, уникати порушення природних екосистем, мінімізувати вирубку лісів, ерозію ґрунтів і забруднення водойм. Завдяки геодезичному моніторингу можна контролювати осідання ґрунтів, стан гідроспоруд і рівень забруднення повітря під час будівництва, що сприяє екологічно безпечному освоєнню територій.

– Оптимізація використання земельних ресурсів є важливим екологічним аспектом геодезичних вишукувань, що спрямована на раціональне планування територій із мінімальним впливом на природне середовище. Використання сучасних геодезичних технологій, таких як ГНСС-спостереження, лазерне сканування (LiDAR) та аерофотозйомка за допомогою БПЛА, дозволяє точно визначати рельєф, ґрунтові характеристики та екологічний стан земель. Це допомагає ефективно розподіляти території для будівництва, сільського господарства, промисловості та природоохоронних зон, запобігати нераціональному використанню земель, деградації ґрунтів і забрудненню довкілля. Крім того, геодезичні дослідження сприяють збереженню цінних природних об'єктів, водних ресурсів і лісових масивів, забезпечуючи стаке використання земельних ресурсів у довгостроковій перспективі.

– Геодезичний моніторинг екологічних ризиків – це комплекс заходів, спрямованих на спостереження, оцінку та попередження негативних змін у довкіллі за допомогою сучасних геодезичних методів. Він дозволяє відстежувати процеси зсувів, ерозії ґрунтів, підтоплень, осідання земної поверхні, забруднення водних ресурсів і вплив промислових об'єктів на екосистеми. Використовуючи ГНСС-спостереження, лазерне сканування (LiDAR), аерофотозйомку з дронів і георадарні дослідження, можна

створювати високоточні цифрові моделі рельєфу та визначати навіть незначні зміни природного середовища. Геодезичний моніторинг допомагає виявляти потенційно небезпечні ділянки, прогнозувати екологічні катастрофи та розробляти заходи щодо їхнього запобігання, що є важливим для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку територій.

– Використання екологічно безпечних технологій у геодезичних вишукуваннях спрямоване на мінімізацію впливу на навколишнє середовище та раціональне використання природних ресурсів[2]. Це включає застосування безконтактних методів дослідження, таких як лазерне сканування (LiDAR), аерофотозйомка за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та супутникові технології (GNSS), що дозволяють отримувати високоточні дані без необхідності втручання в екосистему. Використання енергоефективного обладнання, перехід на цифрові технології та автоматизація процесів зменшують споживання матеріальних ресурсів і кількість відходів. Крім того, сучасні геодезичні методи сприяють екологічно відповідальному проектуванню, допомагаючи оптимізувати використання земельних ресурсів і знижувати негативний вплив будівельних та інфраструктурних об'єктів на довкілля.

Екологічні аспекти геодезичних вишукувань є важливим елементом сучасного проектування. Вони допоможуть зменшити негативний вплив на природу, зберегти природні ресурси, забезпечити стійкий розвиток території та підвищити безпеку використання інженерних споруд.

Література

1. Геоінформаційні системи в екології. м. Київ, 2022. 224 с.
2. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. 151 с.

УДК: 528.2

Лацько А., Чорножук В., м. Харків, Україна
(науковий керівник канд. техн. наук, доц Урдзік С.М)
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

СКЛАД ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ

Інженерно-геодезичні та топографічні зйомки з точністю масштабів 1:5000; 1:2000; 1:1000; 1:500; 1:200 та точніше; інженерно-гідрографічні, трасувальні роботи, геодезичні стаціонарні спостереження, кадастрові та інші спеціальні роботи, а також комплексні інженерно-геодезичні вишукування, які включають усі види робіт, що дозволяють отримати просторову модель розташування елементів існуючої ситуації у заданій формі її відображення, зберігання та використання.

Створення опорної геодезичної мережі, яка включає геодезичні мережі спеціального призначення для будівництва та експлуатації будівель і споруд. Створення топографічних планів, профілів, інших топографо-геодезичних матеріалів і даних у графічній та цифровій формах, призначених для розроблення проєктів, робочої документації та будівництва об'єктів, для оцінювання техногенного навантаження, розроблення заходів з інженерної підготовки та захисту територій. Створення та ведення геоінформаційних систем населених пунктів і промайданчиків, державного містобудівного та земельного кадастрів; створення й оновлення тематичних карт, планів і атласів спеціального призначення у графічній або цифровій формах. Створення інженерно-топографічної основи і отримання геодезичних даних для виконання інших видів інженерних вишукувань, у тому числі геотехнічного контролю, обстеження ґрунтів основ та фундаментів будівель і споруд, розроблення заходів з

інженерної підготовки, захисту й локального моніторингу територій, а також авторського нагляду в процесі будівництва.

Оновлення інженерно-топографічних планів вишукувань минулих років за виявленими у результаті польового обстеження змінами ситуації та рельєфу. За загального обсягу змін більше 35 відсотків знімальні роботи виконують у повному обсязі.

Інженерно-геодезичні роботи з контролю за деформаціями будівель, споруд та елементів їх конструкцій у період будівництва та експлуатації.

Інженерні дослідження для будівництва є видом будівельної діяльності, тельності, яка здійснює комплексне вивчення природних та техногенних властивостей території (регіону, району, майданчика, ділянки, траси) об'єктів будівництва, складання прогнозів взаємодії цих об'єктів з навколишнім середовищем. дой, обґрунтування їхнього інженерного захисту та безпечних умов життя населення. На основі матеріалів інженерних вишукувань для будівництва виконується розробка передпроектної документації, у тому числі містобудівної документації.

Матеріали інженерних досліджень використовуються для обґрунтування інвестицій у будівництво, проектів та робочої документації будівництва підприємств, будівельній та споруд, включаючи розширення, реконструкцію, технічне переозброєння, експлуатацію та ліквідацію об'єктів, ведення державних кадастрів, а також рекомендацій для прийняття економічно, технічно, соціально та обґрунтованих проектних рішень. До складу інженерних досліджень для будівництва входять такі основні їх види: інженерно-геодезичні, інженерно-геологічні, інженерно-гідрометеорологічні, інженерно-екологічні дослідження, дослідження ґрунтових будівельних споруд. Інженерно-геодезичні дослідження для будівництва мають на меті отримання топографо-геодезичних матеріалів та даних про ситуацію та рельєф

місцевості, необхідних для комплексної оцінки природних та техногенних властивостей території будівництва. На основі матеріалів досліджень приймаються проектні рішення для будівництва та експлуатації об'єктів.

До складу інженерно-геодезичних досліджень для будівництва входять:

- збирання та обробка матеріалів інженерних пошуків минулих років, топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних та інших матеріалів та даних;

- рекогносцирувальне обстеження території;

- створення (розвиток) опорних геодезичних мереж, включаючи геодезичні мережі спеціального призначення на будівництво;

- створення планово-висотних знімальних геодезичних мереж;

- топографічна (наземна, аерофототопографічна, стереофотограмметрична та ін.) зйомка, включаючи зйомку підземних і надземних споруд;

- оновлення топографічних (інженерно-топографічних) та кадастрових планів у графічній, цифровій, фотографічній та інших формах;

- інженерно-гідрографічні роботи;

- геодезичні роботи, пов'язані з перенесенням в натуру та прив'язкою гірських виробок, геофізичних та інших точок інженерних досліджень;

- геодезичні стаціонарні спостереження за деформаціями основ будівлі ній та споруд, земної поверхні та товщі гірських порід у районах розвитку небезпечних природних та техноприродних процесів;

- інженерно-геодезичне забезпечення інформаційних систем поселень та державних кадастрів (містобудівного та ін.);

- створення (складання) та видання (розмноження) інженерно-топографічних планів, кадастрових та

тематичних карт та планів, атласів спеціальних ного призначення (у графічній, цифровій та інших формах);

- камеральне оброблення матеріалів;
- складання технічного звіту.

До складу інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва лінійних споруд додатково входять:

- камеральне трасування та попередній вибір конкурентоспроможності них варіантів траси для виконання польових робіт та обстежень;

- польове трасування;

- зйомки існуючих залізниць та автомобільних доріг, складання про- дольних та поперечних профілів, перетинів ліній електропередачі, ліній зв'язку, об'єктів радіозв'язку, радіорелейних ліній та магістральних трубопроводів;

- координування основних елементів споруд та зовнішні обміри будівель (споруд);

- визначення повної та корисної довжини залізничних колій на станціях та габаритів наближення будов. У комплексі робіт з інженерно-геодезичних розвідок можна виділити три етапи: підготовчий, польовий та камеральний. У попередній період виконуються такі роботи.

- оформлюються відповідні ліцензії на право виробництва інженерно-геодезичних вишукувань для будівництва.

- технічне завдання замовника є основою та першопричиною початку пошукових робіт, тому наступним кроком є підготовка та одержання договірної (контрактної) документації.

- далі здійснюється збір та обробка матеріалів інженерних вишукувань минулих років на район (дільницю, майданчик) вишукувань, а також топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних та інших матеріалів та даних, які перебувають у державних та відомчих фондах.

- підготовляється програма (розпорядження) інженерно-геодезичних пошуків відповідно до вимог

технічного завдання замовника та нормативно-технічних документів з урахуванням небезпечних природних та техногенних умов території (акваторії).

– здійснюється в установленому порядку реєстрація та одержання дозволу. шень на виробництво інженерно-геодезичних вишукувань.

У польовий період мають бути проведені рекогносцирувальні обстеження території (акваторії) та комплекс польових робіт у складі інженерно-геодезичних досліджень, а також необхідний обсяг обчислювальних та інших робіт з попередньої обробки отриманих матеріалів та даних для забезпечення кон- троля їх якості, повноти та точності.

На камеральному етапі мають бути виконані такі роботи:

– остаточна обробка польових матеріалів та даних з оцінкою точності отриманих результатів, з необхідною для проектування та будівництва інформацією про об'єкти, елементи ситуації та рельєфу місцевості, про підземні та надземні споруди із зазначенням їх технічних характеристик, а також про небезпечні природні та техногенні процеси;

– складання та передача замовнику технічного звіту (пояснювальної записки) з необхідними додатками за результатами виконаних інженерно-геодезичних вишукувань; передача в установленому порядку звітних матеріалів виконаних інженерно-геодезичних вишукувань.

Література

1. ДБН А.2.1-1-2014. Інженерні вишукування для будівництва. [Чинний від 2014-08-01]. Київ, 2014. 128 с.;

2. Ратушняк Г.С., Панкевич О.Д., Лялюк О.Г. Інженерні вишукування: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2009. 150 с.

УДК 658.14

Усачов В.С., Вальковський В.П., м. Харків, Україна
(науковий керівник канд.техн.наук, доц. Фоменко Г.Р.)
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ВУЛИЧНО- ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Визначення напрямків розвитку транспортної системи міста здійснюється з метою забезпечення об'єктивно обумовлених потреб в переміщенні населення та вантажів по території міста. Транспортне планування міста здійснюється в невідривному зв'язку з плануванням території. Питання транспортного планування вирішуються безпосередньо на положеннях генерального плану міста.

Організацію міського руху необхідно розглядати як безперервний процес прогнозування планування і проектування будівництва. У питаннях організації дорожнього руху громадський пасажирський транспорт необхідно розглядати, як пріоритетний і як альтернатива легковому автомобілю.

Зростання транспортних потоків у містах сприяє значній невідповідності між технічними можливостями транспортних засобів і умовами їх експлуатації. Сучасний стан автомобільного транспорту впливає на усі містоутворюючі системи господарства, які забезпечують безперервне функціонування життєво важливих і необхідних сфер міста.

При активному зростанні транспортних потоків одночасно виявляється ряд недоліків існуючої вулично-дорожньої мережі того чи іншого міста.

Із зростанням автомобілів суттєво проявляються негативні риси автомобілізації, а саме – значне зниження швидкості транспортних потоків на вулично-дорожній

мережі внаслідок транспортних затримок. На транспортні затримки і затори впливає велика кількість факторів і ширина проїзної частини, режим роботи світлофорних об'єктів, наявність припаркованих автомобілів по краях проїзної частини, географічне розташування вулиць, дорожньо-транспортні пригоди, психологічний стан водія, рівень його професійної підготовки та ін. Серед них одно із важливіших місць займають ефективна ширина проїзної частини, режим роботи світлофорів та планувальні схеми вулично-дорожньої мережі.

Результатом транспортних затримок є значні збитки для економіки, неефективному використанні ресурсів транспортної системи, погіршенню екологічного стану навколишнього середовища. Зростання витрат палива і роботи автомобільних двигунів в неустанному режимі і на холостому ході – це фактори які можуть на 30 % і більше підвищити викиди в атмосферу забруднюючих речовин. При аналізі умов руху на міських вулицях до заторового стану можна віднести випадки із швидкістю потоку транспорту менше 15 км/год. Основними причинами утворення заторів на вулично-дорожніх мережах є перевищення інтенсивності руху над пропускною здатністю ділянки.

Постійне зростання кількості транспортних засобів на міських магістралях приводить до перевантаження вулично-дорожньої мережі і періодичному виникненню заторів. Затор можна розглядати як негативний фактор активної автомобілізації в умовах дефіциту дорожнього простору. Найчастіше під затором розуміють нерухомий стан транспортного потоку внаслідок його максимального ущільнення, якщо інтенсивність транспортного потоку, що прибуває, значно перевищує фактичну пропускну здатність даної ділянки вулично-дорожньої мережі. В цьому випадку коефіцієнт завантаження на даній ділянці може складати більше одиниці. Стан заторів може бути різним, як по своїм причинам і супутнім факторам, так і по масштабам та

діяльності. Офіційної класифікації заторів не існує, але на основі даних ряду авторів можна розглянути затори як, випадкові та регулярні.

Випадкові затори можуть виникати у достатньо несподіваних точках вулично-дорожньої мережі у зв'язку із значними дорожньо-транспортними пригодами. У цей час пропускна здатність проїзної частини може знизитись на 50-100 %.

Регулярні затори виникають, як правило, в одних і тих же місцях, а саме на перехрестях із світлофорним регулюванням, які не здатні пропустити потрібну кількість автомобілів.

На основі такої інформації водій може вибрати той чи інший маршрут, або замість нього це виконує навігатор.

У Південній Кореї комплекс заходів по боротьбі із заторами на автомобільних дорогах складається із трьох складових: відмова від індивідуального автомобіля на користь громадського транспорту, розробка оптимального розвантаження транспортних магістралей і системи заборони зростання транспортного затору. Також проводиться рекламна компанія, яка спрямована примусити водіїв пересісти на громадський транспорт. Якщо водій їде на своєму автомобілі, то йому треба приймати заходи щоб не потрапити у затор. З цією метою уздовж доріг встановлені табло з рекомендаціями водію оптимального маршруту руху.

У Сінгапурі для зниження транспортних заторів були прийняті адміністративні заходи: підвищені податки, збори та штрафи. Ефективним керуванням щільності транспортного потоку у Сінгапурі є використання системи електронної оплати доріг. Як тільки автомобіль перетинає електронну стойку, то одразу спрацьовує спеціально встановлений датчик у автомобілі і необхідна сума автоматично списується з карти водія. Система показала свою ефективність, а саме щільність транспортного потоку знижується на 13 %, а швидкість руху збільшується на 20 %.

Як впливає із досліджень Кернера класифікацію фаз руху транспортного потоку можна представити слідуючим чином: вільний потік, синхронізований потік, старт-стоп рух і пробка. Особливості цих етапів заключаються у слідуючому:

- вільний потік – автомобілі здійснюють рух на безпечній дистанції коли є можливість безперешкодного пересування або обгону;

- синхронізований потік – при ущільненні автомобілі повинні зважати один одного, а розгін гальмування буде в залежності з тим, як поводить ся автомобіль, який рухається попереду;

- старт-стоп рух – при великому скупченні автомобілів рух потоку набуває переривчастий характер. На цій стадії транспортний потік можна представити, як потік замерзаючої води, коли автомобілі стають на якийсь проміжок часу начебто «приклеєними» до однієї точки дороги.

Пробка – коли автомобілі подібні кусочкам льоду, який рухається у потоці рідини.

Згідно теорії Кернера, перехід із однієї фази у іншу може бути викликаний випадковими факторами і факторами локальних труднощів. Пропускна здатність магістралі при цьому може змінюватись у широких межах.

Позитивність теорії Кернера полягає в тому, що вона дозволяє передбачити пропускну здатність і труднощі, а також все це аналізувати і зрозуміти кількісно взаємозв'язки.

Як показує закордонний досвід, одним із найбільш радикальних і ефективних напрямків підвищення ефективності роботи міських транспортних систем є впровадження різних заходів, які спрямовані на обмеження використання автомобільного транспорту і одночасному адекватному розвитку системи громадського пасажирського транспорту. Ці заходи можуть бути різними: від адміністративної заборони до стягнення платні за виїзд

на вулично-дорожню мережу, але спрямованість їх одна – зменшення кількості автомобілів до рівня, який не перебільшує пропускну здатність ВДМ та ємність паркувань в місті. Головним об’єктом обмежень при впровадженні даного підходу повинні стати легкові автомобілі, які є у власності громадян, оскільки саме вони мають найбільшу частину в перевантаженні вулично-дорожньої мережі міста. Внаслідок використання таких заходів, у містах Західної Європи з аналогічною щільністю вулично-дорожньої мережі і кількістю автомобілів біля 550 авт/1000 чол. Для поїздок на роботу і з роботи на індивідуальному автомобілі складає близько 20 %.

До заходів по покращенню дорожньо-транспортної обстановки спрямованих на розвантаження вулично-дорожньої мережі міста можна визначити декілька типів.

Перший тип вміщує в собі заходи по розвитку вулично-дорожньої мережі, а саме збільшення її протяжності, введення нових кільцевих чи радіальних магістралей, транспортних розв’язок, створення системи дублюючих магістралей, збільшення об’ємів будівництва доріг різних категорій.

Другий тип заходів спрямований на підвищення якості вулично-дорожньої мережі. До даної групи можна віднести реконструкцію існуючих магістралей, транспортних споруд та доріг місцевого значення, регулярні заходи по покращенню умов руху, розвиток автоматизованої системи керування дорожнім рухом, заходи по організації пріоритетного руху громадського транспорту, впровадження сучасних методів керування світлофорним рухом та ін.

Третій тип включає адміністративні заходи, з метою упорядкування руху транспорту, а також жорсткості правил дорожнього руху, обмеження руху вантажного транспорту, заборона стихійних парковок та інш.

Четвертий тип заходів, який поширений у Європі, це використання систем «перехоплюючих» паркінгів.

Використання «перехоплюючих» парковок поширене у багатьох мегаполісах світу. Міжнародною спільною громадського транспорту організація «перехоплюючих» парковок за принципом «P+R» (Park and ride – «паркуйся та їдь») визнано, як один із ефективних заходів, який спрямований на упорядкування використання особистого транспорту у містах. Найбільше системи «перехоплюючих» парковок використовують у великих містах США та Європи.

Основною ідеєю організації мобільності «перехоплюючі» стоянки – пасажирський транспорт є необхідність формування результативної системи перехоплюючи стоянок, яка здатна реагувати на різні зміни транспортних, соціальних або економічних зовнішніх умов. Слід зауважити, що система перехоплюючих стоянок може бути представлена, як організація, діяльність якої регулюється загальними законами сучасного маркетингу, закономірностями транспортної поведінки населення і теорією організації транспортного обслуговування населення.

Таким чином, умови руху транспортних потоків на магістральних вулицях міста потребують зниження впливу припаркованих транспортних засобів, які створюють умови для заторів. Недопустимо паркування автомобілів уздовж проїзної частини в зоні дії знаків «заборонено».

Для зниження ризиків утворення заторів слід корегувати регулювання дії світлофорів. Покращення умов руху можливо досягти за умов визначення місць для організації перехоплюючих парковок і їх впровадження.

Література

1. Степанчук О.В. Особливості функціонування вулично-дорожньої мережі міста. Проблеми розвитку міського середовища. 2016. Вип.1(15) С.87-90.

2. Дубова С.В., Помазкова Є.Ю. Транспортні проблеми великих міст. Містобудування та територіальне планування. 2017. Вип.65. С.147-152.

3. Першаков В.М., Білятинський А.О., Степанчук О.В., Кротов Р.В. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху. Київ НАУ, 2015. 176 с.

4. Kerner B.S. Rehborn H. Experimental Features and characteristics of traffic jams. Physical Reiewe. 1998.

УДК 504.054

Хомиць Т.І., Сізіков О.М., м. Харків, Україна
(науковий керівник канд.техн.наук, доц. Фоменко Г.Р.)
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ МІСТ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Міста є ведучою складовою територіальної і економічної організації сучасного суспільства. Негативні зміни в екологічній ситуації неминуче приводять до погіршення якості життя населення торкаючись практично усіх сторін їх життєдіяльності. Суттєве погіршення екологічного стану у містах приводить до цілого ряду проблем таких як зниження тривалості життя, періоду активної діяльності міського населення, зростання показників захворювання і смертності, психічного і соціального здоров'я.

Розвиток міст неминуче приводить до трансформації практично всіх складових природного середовища. Основні напрямки залежать і інтенсивність цих процесів залежить від цілого ряду факторів, а саме: перш за все від розмірів і віку міст, розвитку промисловості, процесів автомобілізації, особливостей природних умов та інш. Значний техногенний вплив на природу в умовах великого міста сприяє придушенню всіх компонентів природного ландшафту з одного боку і активації ряду негативних природних процесів – з іншого. Природне середовище в межах великих міст характеризується специфічними особливостями і якістю тих чи інших компонентів, які присутні в наявності штучного рельєфу, визначеному характеру рослинності, формування особливого міського мікроклімату та інш.

Найбільш значний вплив урбанізації спостерігається на стані атмосферного повітря, ґрунтів та водних об'єктів. Кардинальні зміни теплофізичних властивостей у містах в

процесі урбанізації сприяє створенню особливостей міського мікроклімату. У містах спостерігається підвищення температури повітря, швидкості вітру, відносної вологості та інші мікрокліматичні зміни. Ці зміни потребують досліджень спрямованих на виявлення наслідків в стані приземного шару атмосфери.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря у містах є промислові підприємства, електроенергетика і автомобільний транспорт. На протязі останніх років на багатьох промислових підприємствах зменшились викиди шкідливих речовин, але це пов'язано, частіш за все із зниженням обсягів виробництва, а не з впровадженням більш екологічних технологічних процесів. Проявлення окремих негативних наслідків пов'язано, у ряді випадків, із значним зносом того чи іншого технологічного обладнання, та порушенням технологічної дисципліни.

Важливими факторами, які сприяють високому рівню забруднення атмосферного повітря, особливо у великих містах, є значне зростання розмірів автопарку, кількості індивідуального автотранспорту які сприяють погіршенню стану зелених насаджень, іноді зниженню їх площ, незадовільний стан дорожніх покриттів та інш. Окрім того, проблема незадовільного стану атмосферного повітря рухомими джерелами повітря може бути пов'язана тими чи іншими недоліками у містобудуванні, а саме, відсутністю екологічно грамотного функціонального зонування, незбалансованістю основних функціональних зон у місті, підвищеною щільністю забудови, що приводить до погіршення провітрювання автомагістралей, а також недоліками в організації роботи міської транспортної мережі. Забруднення атмосферного повітря здійснює значний вплив на екологічно обумовлений стан захворювань міського населення. Це пов'язано з тим, що приземний шар атмосферного повітря являє собою один із не багатьох природних компонентів, який не може будь яким чином обмежений у користуванні. В цьому і полягає

ведуча значність якості атмосферного повітря в ряді природних факторів з якими традиційно пов'язують негативні тенденції в змінах медико-демографічної ситуації у сучасних містах.

Серед багатьох екологічних наслідків урбанізації одним із найбільш помітними є зміни у гідрологічному та гідрохімічному режимах водних об'єктів. Зростання і розвиток міст приводить до значних змін в умовах формування поверхневого стоку. Це відбувається внаслідок перетворень поверхні та зони аерації, створенні дренажно-каналізаційних систем. Забудова території, асфальтобетонні покриття, а також ущільнення ґрунту суттєво змінюють умови стоку поверхневих вод та режим ґрунтових вод. В залежності від особливостей ландшафту території порушення природних зв'язків, між поверхневими і підземними водами можуть привести до різних негативних наслідків. Імовірність появи таких наслідків обов'язково треба враховувати при питаннях містобудування. Важливою особливістю питань гідрології у містах є організація поверхневого стоку. Безумовно, одним із основних напрямків в організації стоку поверхневих вод у містах є забезпечення прискорення їх стоку у водоприймач. Забезпечення цих процесів здійснюється за допомогою будівництва зливової каналізації, влаштування гідротехнічних споруд. Коефіцієнт стоку з міських територій можливо збільшення в декілька разів.

Кількісні та структурні зміни стоку визначаються у містах внаслідок їх розвитку та різновидами антропогенних перетворень ландшафтів, особливостями експлуатації водних ресурсів, станом систем водоспоживання та водовідведення. Здебільше сток залежить від щільності забудови, особливостей розміщення будов, зелених насаджень, доріг та інших споруд, а також підходів до формування регулюючих сток мереж. Значними можуть бути зміни в стокі водотоків міста у випадках, коли до вологооберту додаються підземні води, або води що

перекидаються із-за його меж. На вміст вологи в зоні аерації та режиму ґрунтових вод в урбанізованих ландшафтах впливає стан систем водопроводу і каналізації. Втрати води із цих систем можуть здійснювати значний вплив і на величину поверхневого стоку.

Сумарне випаровування з міської території залежить від потоку сонячної радіації і стану поверхні. В місті у порівнянні з навколишньою територією. В місті підвищеної запиленості величина сумарної сонячної радіації нижча, у порівнянні із територіями з зеленими насадженнями. Здебільше ступень випаровування вологи у місті буде залежати від стану поверхні. Для оцінки випаровування можливо приймати співвідношення площ водонепроникних покриттів і зелених насаджень. В основному це пов'язано із ущільненою забудовою, яка здебільше проявляється у центральних частинах міст. Збільшення площин під будовами і ділянками з твердим покриттям, безумовно, сприяє зниженню випаровування.

Необхідно звернути увагу на процеси ерозії ґрунту і як наслідки, можливе забруднення водних об'єктів. Розвитку таких процесів може сприяти ущільнення забудови територій міста, зменшення площини під зеленими насадженнями, неправильне їх розміщення, відсутність обґрунтування до використання окремих природних комплексів. Інтенсивний розвиток процесів ерозії, окрім питань ущільненої забудови, можливе при непослідовному вирішенню питань організації поверхневого стоку. Особлива увага повинна приділятися періодом зливових дощів під час яких води стоків можуть бути надто забруднені. Проблема забруднення вод Дніпра зливовими та розталими сніговими водами з території міст ускладнюється із зростанням кількості відходів пов'язаних із значним збільшенням кількості автотранспорту, іноді і з погіршенням стоку окремих споруд міської водостокової мережі. У багатьох містах є необхідність належного вирішення питань організації поверхневого стоку з

обов'язковим врахуванням особливостей ландшафтного влаштування територій. При наявності значної кількості ерозійних форм рельєфу місцевості та розповсюдження схилів необхідне передбачення влаштування зелених насаджень.

Зелені насадження повинні переважати у долинах невеликих річок, ярах на схилах долин. Розміщати і формувати їх необхідно таким чином, щоб вони запобігали розвитку процесів ерозії, сприяли очищенню вод поверхневого стоку, виконували естетичні, рекреаційні та інші функції. Важливе місце займають не тільки раціональні заходи по озелененню територій, а також влаштування ставків-відстійників, біологічних ставків. До комплексу заходів по регулюванню поверхневого стоку необхідно включати будівництво водоскидних гідротехнічних споруд які будуть побудовані з врахуванням об'ємів стоку необхідної забезпеченості і сучасних проектних рішень. Необхідно звернути увагу, що на окремих вирівняних ділянках місцевого водорозділу при їх забудові інколи відмічається підйом ґрунтових вод. Підпір ґрунтових вод створюється в основному дорогами та фундаментами будов із значною протяжністю. Підйом рівня ґрунтових вод, та насичення вологою верхньої товщини ґрунту іноді може привести до пучіння в результаті його промерзання та відтавання. Іноді з цим пов'язані процеси руйнування дорожнього покриття. Треба відмітити, що в разі підйому ґрунтових вод і насичення вологою верхнього шару породи, особливо насипного ґрунту, можливі оповзні, а при значній періодичній зміні рівня – просідання. Цьому може сприяти щільна забудова. Надто значний антропогенний великий вплив у містах має ґрунтовий покрив. У містах формується особливий штучний тип ґрунту і поверхневим шаром який створений людиною і характеризується наявністю різних антропогенних включень домішок – будівельного, побутового сміття, часток дорожнього покриття та інш. Міські ґрунти можуть

мати збільшену об'ємну масу, зміни у структурі ґрунтових горизонтів, шаруватість та формування окременностей з підвищеною концентрацією важких металів. Необхідно відмітити, що ґрунти в межах міста мають різні забруднюючі речовини такі як: пил, атмосферні отрутні гази, які розчинені у дощовій воді і насичують її цілим рядом забруднюючих речовин до нижніх горизонтів ґрунтового шару.

Вміст багатьох забруднюючих речовин, в тому числі, і важких металів у міських ґрунтах іноді в декілька разів перевищує граничнодопустимі концентрації, що приводить до формування різного ступеню геохімічних аномалій. Техногенні геохімічні аномалії ґрунтового покриву особливо значні у великих містах, де найбільших показників досягає інтенсивність транспортного навантаження, розміщені промислові підприємства та несанкціоновані звалища. Контрастність та просторове положення таких аномалій залежить від функціональної структури міста, рівня техногенного впливу та особливостей природних умов. Найбільш значні геохімічні аномалії формуються, частіш за все, уздовж міських автомагістралей де концентрації у ґрунтах важких металів можуть зростати.

В містах та приміських зонах зустрічаються ґрунти формування яких протікало іноді тривалий час, або відносно швидко в процесі народження родючого гумусового шару. Такі ґрунти, на відміну від розглянутих вище, формувались не за рахунок поступового окультурення і цілеспрямованого використання, а створювались штучно внаслідок внесення родючої маси гумусового шару, а також внесення великої кількості органіки. Ці ґрунти відрізняються високою родючістю, гарними водно-фізичними властивостями, мають благоприємний водно-тепловий режим, їх треба зберігати.

Розвиток сучасних міст супроводжується зниженням площ під зелені насадження і погіршенням їх стану

порушенням продуктивного процесу, деформаціями та погіршенням крони, розвитком суховершинності, а також захворюванням листя і хвої. Причини цього як в значному погіршенні забрудненнями міської атмосфери, так і в зниженні родючості ґрунтів у містах забруднення будівельним сміттям, що часто спостерігається у районах із багатоповерховою забудовою. Для покращення ситуації у містах необхідно використання принципу поєднання людини і природи передбачає використання потенційних можливостей і тенденцій, які закладені у самій природі, здійснення заходів спрямованих на активізацію природних процесів, збільшення продуктивності геосистем за допомогою людини. В використанні раціональної організації потенційних можливостей міських геосистем, відтворення життєво важливих для людини умов природного середовища та нейтралізації техногенного забруднення.

Таким чином, необхідним є розробка комплексу заходів, які спрямовані на оптимізацію міських геосистем, вирішення прогресуючих проблем погіршення їх стану і створення умов, які дозволять їх покращення і підтримання цього стану.

Література

1. Бойчук Ю.Д. Екологічні проблеми міського середовища і містобудування. Екологія і охорона навколишнього середовища. Суми. 2003. С.184-195.
2. Замський І.І. Екологічні проблеми міст. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2015. Вип. 1. С.71-79.
3. Логутова Т.Т. Інноваційні проекти як інструмент рішення екологічних проблем промислових міст Вісник Приазовського державного технічного університету. 2016. Вип.. 32(1). С.297-300.
4. Шило Н.М. Шум, як екологічна проблема при магістральних територій крупних міст та архітектурно-

планувальні засоби його зниження. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Зб.наук.праць. Київ. 2016. Вип.. 31. С.398-405.

УДК 711.7

Олійник Д.О., Якушева А.М., м. Харків, Україна
(науковий керівник канд.техн.наук, доц. Фоменко Г.Р.)
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У РОЗВИТКУ МІСТА

Транспортна інфраструктура міста є життєво важливою складовою сил людини, технологій, капітальних вкладень та інших факторів виробництва, тому що вона спрямована на забезпечення і задовільнення людей, державних органів, компаній та фірм. Розвиток транспорту створює можливості для економічного зростання держави. Рівень розвитку транспортної інфраструктури є одним із факторів який визначає економічну привабливість території і її потенціал.

Транспортна інфраструктура міста є частиною транспортної системи міста і держави в цілому, транспортну інфраструктуру можливо представити у складі трьох основних позицій:

1. Транспортна мережа;
2. Сукупність або система інженерних об'єктів;
3. Технологічний комплекс.

Для формування нових підходів по визначенню і керуванню транспортною інфраструктурою міст важливо пам'ятати функції, які вона виконує. Головною її функцією є створення необхідних умов для роботи транспортних засобів у місті, а також не менш важливих функцій таких як:

- інтеграційна – транспорт усіх видів служить для підтримки стабільної роботи держави або міста;
- мобільності – транспортна інфраструктура дає можливість використання переміщення по країні, в'їзду та виїзду з неї своїх громадян, а також громадян інших країн;

– конкурентна – тому що транспортна галузь не створює свій власний продукт, а надає послуги, які споживаються в процесі виробництва, також важливою є доставка пасажирів і товарів із зниженим часовими та фізичними втратами ніж компанії, які працюють з конкурентами, таким чином оптимізуючи транспортну систему міста;

– ринкова – забезпечує всеохоплюючу роботу ринкового механізму на території держави, окремого міста та на міжнародному рівні, як засіб обертів товарів.

Сучасне місто являє собою складний інженерно-будівельний та інфраструктурний комплекс. Транспортна інфраструктура сприяє оптимальному розміщенню підприємств, задовільненню потреб населення, що загалом впливає на розвиток міста. Серед основних задач, які поставлені перед органами управління на рівні міста, можна виділити залучення інвестицій в розвиток транспортної інфраструктури, підвищення пропускної здатності, будівництво розв'язок та інш. Розвиток транспортної інфраструктури залежить від її основних складових, забезпеченні безпеки транспортних процесів та інших споруд транспортного комплексу, а саме: транспортна мережа, інженерні транспортні споруди і споруди по обслуговуванню транспортного господарства. Розглянемо кожну групу елементів:

1. Транспортна мережа. Транспортна мережа в планувальній структурі сучасного міста складає основу транспортної інфраструктури, навколо якої утворюються і розвиваються елементи міського середовища такі як мікрорайони, загальноміські і районні центри, зони в яких розміщують виробничі підприємства, об'єкти охорони здоров'я, спортивні комплекси та інше.

Складовими міської транспортної мережі є:

– вулично-дорожня мережа, яка забезпечує транспортну доступність населення до елементів

планувальної структури міста та перевезення різних вантажів:

- поза вулична транспортна мережа, що складається із наземної, надземної і підземної мережі і виконує такі функції, як і вулично-дорожня мережа;

- зовнішні (міжнародні) транспортні мережі які прокладені через міську планувальну структуру.

Таким чином, міська транспортна мережа утворює сукупність вулиць та транспортних проїздів, які обслуговуються різними видами міського транспорту.

2. Інженерні транспортні споруди. Важливими, найбільш складними і дорогими елементами міської транспортної інфраструктури є транспортні інженерні споруди які забезпечують безперервний рух транспорту і пішоходів, їх можна розділити на дві основні групи:

- споруди призначені для покращення умов руху транспортних засобів і пішоходів, це – шляхопроводи, естакади, тунелі, транспортні розв'язки;

- споруди, що перетинають природні перешкоди місцевості, а саме – мости та віадуки. Їх конструкція визначається переважно видом перешкоди, його характеристиками, а також транспортними вимогами.

Всі транспортні споруди потребують особливої уваги до себе з питань їх утримання, якісного ремонту і експлуатації. Не зважаючи на те, що транспортні споруди різні за конструкцією, але вони мають єдине призначення, тобто забезпечення ефективної роботи транспорту в умовах міського середовища.

3. Споруди по обслуговуванню транспортного господарства. До міської транспортної інфраструктури належать споруди по обслуговуванню транспортного господарства, до яких входять парки та депо для стоянки, ремонту; обслуговуванню румого складу, вокзали залізничні і автобусні станції, вантажні термінали, спеціалізовані річкові порти, аеродроми, аеропорти, заправні станції і станції технічного обслуговування.

Розвиток транспортної інфраструктури міста залежить від впливу ряду факторів. До основних належать – ресурсний фактор в більшості випадків є ключовим у виборі спеціалізації міста. Ресурсний фактор відноситься не стільки до міста, скільки до регіону, але наявність родовища природних ресурсів стимулює будівництво транспортних артерій. Це обумовлено необхідністю доставки сировини у місто на підприємства і подальшої її переробки. З цією метою обов'язково будуються транспортні шляхи.

Природно-кліматичний фактор. Даний фактор має суттєвий вплив на розвиток тих чи інших об'єктів інфраструктури. При будівництві об'єктів інфраструктури необхідно враховувати специфіку пород ґрунтів, на яких буде зведений об'єкт. Також велика увага приділяється коливанню температур на даній території згідно з якими приймаються обмеження руху транспорту усіх видів, а окрім того використовуються спеціальні технології будівництва дорожнього одягу.

Соціальний фактор. Із зростанням міста і кількості населення виникає питання на забезпечення послугами транспорту як в самому місті, так і за його межами. Перш за все, жителі приміських населених пунктів дістатися у місто на роботу, придбання необхідних товарів, реалізації своєї продукції, задовільнення культурно-побутових потреб та інш. Збільшення потоку стимулює зростання пропозиції і внаслідок цього створюються нові маршрути, зупинки із касами, а також передбачаються нові об'єкти інфраструктури.

Географічний фактор. До цього фактору можна віднести територіальне положення і його площу. Необхідно відмітити, що сприятливе географічне положення міста створює тільки передумови для його розвитку, а цей процес залежить від багатьох причин. Окрім того, кожному місту властиві, специфічні риси, які впливають на створення і

розвиток інфраструктури. У зв'язку з цим можна виділити наступні фактори:

- збільшення концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі від автомобільного транспорту;
- недосконалість системи громадського транспорту за такими показниками як комфорт, безпечна швидкість;
- високі темпи розвитку автомобілізації населення;
- диспропорція між зростанням автомобілізації і забезпеченням парковочних місць.

Визначення елементів транспортної інфраструктури і факторів що впливають її розвиток дозволить визначати напрямки роботи міських служб та приймати рішення по перетворенню міст.

Важливою складовою у містах є активна автомобілізація. Вулично-дорожня мережа міст не розрахована на постійне зростання кількості транспорту. Цей процес супроводжується зростанням інтенсивності руху і перевантаженням вулиць і доріг у містах. В сучасних умовах необхідно вирішення проблем транспортної інфраструктури і покращення умов життя у сучасних містах. Основними причинами не задовільного стану транспортної інфраструктури у містах є:

- відсутність обґрунтування рішень по переліку, об'єму, місць розташування а також часу проведення робіт;
- відсутність комплексного підходу у реалізації заходів по покращенню транспортної інфраструктури;
- відсутність постійних джерел фінансування;
- відсутність взаємодії між різними структурами влади.

Зростання кількості індивідуальних транспортних засобів і одночасно відставання у містобудівному розвитку вулично-дорожньої мережі приводить до закономірних наслідків – транспортна інфраструктура не може вмістити приріст транспорту. При нестачі парковочних місць, машини починають зберігатися на територіях відкритого громадського простору – у дворах житлових будинків,

пішохідних площах перед громадськими будовами а інш. Також утворюються затори автомобілів, що приводить до витрат часу, погіршенню атмосферного повітря, дорожньо-транспортним пригодам. Прагнення до мобільності і комфорту власника автомобіля вступає у суперечність бажанням пішоходів жити у безпечному місті. Вирішення даної проблеми може бути досягнуто тоді коли кількість автотранспорту буде відповідати можливостям транспортної системи міста.

Основними перевагами стійкої транспортної системи є прогноз розвитку транспортної інфраструктури, забезпечення потреб жителів, а також виключення можливих негативних наслідків.

Якщо звернутись до світового досвіду розвитку транспортної інфраструктури то необхідно відмітити, що у закордонних країнах особлива увага приділяється вирішенню проблем вулично-дорожньої мережі у надвеликих містах. Найбільші успіхи у розвитку єдиної транспортної інфраструктури досягли: Великобританія, Німеччина, Японія, Швеція, Нідерланди та інш. У країнах було реалізовано ряд адміністративних містобудівних рішень спрямованих на покращення життя у містах та створення умов для пішоходів і велосипедистів. Це дозволило знизити кількість індивідуального автотранспорту. За останні десятиліття дорожньо-транспортна інфраструктура стала більш різноманітною, були розроблені шляхи по скороченню графіка і прийнято ряд заходів по забезпеченню дорожнього руху.

Німеччина відрізняється високим рівнем усіх видів транспорту: автобани вважаються кращими у Європі. Основні напрямки залізниць електрифіковані. Транспортна політика Німеччини визначається цілим комплексом загальнодержавних документів: концепцій, стратегічними (до 10 років), тактичними (до 5 років) і оперативними (до 1 року) планами, які включають національні плани розвитку,

як окремих галузей транспорту, так і транспортної інфраструктури.

Великобританія. На початку 2014 року у Лондоні почали встановлювати «розумні» датчики парковки. Водії, які користуються спеціальним додатком, мають змогу швидше знайти місце на парковці внаслідок встановлення таких датчиків. Також у Лондоні введена плата за в'їзд на автомобілі у центр міста.

Японія. Токіо традиційно вважали містом із значними транспортними заторами. Іще у 1995 році у Токіо відкрився Центр управління транспортом, головна задача якого – оптимізація руху колісного наземного транспорту за рахунок збирання даних із різних датчиків, які визначають щільність транспортного потоку і передають дані до Центру. В свою чергу сигнали з датчиків поступають на проїжджаючі повз автомобілі. Завдяки цьому водії можуть вибирати оптимальний маршрут руху, що огинає більшість пробок.

Нідерланди. Мають добре розвинуту транспортну інфраструктуру, розгалужену мережу автомобільних доріг і залізниць, швидкісні траси охоплюють всю країну, забезпечують легкість і швидкість сполучення з будь-яким населеним пунктом. У містах діє єдина міська система транспорту, яка включає трамваї, тролейбуси і автобуси. У Нідерландах поширений розвиток велотранспорту, що передбачає наявність велодоріжок, парковок, світлофорів.

Швеція. В країні добре розвинуто міжміський залізничний рух. Дороги Швеції дуже високої якості. За межами великих міст вони можуть мати до двох смуг руху. Але завжди є широке узбіччя для забезпечення безпеки. На в'їзді до столиці розміщені електронні інформаційні табло, на яких вказані місця на парковках і гаражах, а також є платні вуличні стоянки. Майже всі автомобільні дороги обладнанні велодоріжками.

Також у деяких країнах Європейського Союзу для транспортного планування передбачені три основних підходи:

1. Покладання повноважень по розробці правової організаційної та методичної основи для регіонального і місцевого транспортного планування на національні органи управління транспортом.

2. Делегування повноважень по розробці і здійсненню транспортних планів і транспортної політики регіональним владам і муніципалітетам.

3. Закріплення на законодавчому рівні вимог по координації планів розвитку міського транспорту з планами у сфері містобудівництва, землекористування і охорони навколишнього середовища.

Для покращення роботи міських транспортних систем передбачити:

- прийняття законодавчих і нормативних правових актів для покращення роботи транспортної інфраструктури;
- розробка міських транспортних планів по регулюванню транспортної системи;
- розробка Інформаційних і Геоінформаційних систем для покращення роботи транспортної інфраструктури;
- розробка і реалізація парковочної політики і створення парковочних просторів;
- впровадження ефективних систем управління міським перевезенням вантажів і логістики;
- розвиток інформаційних і телекомунікаційних систем на міському транспорті;
- створення механізмів по стійкому фінансуванню в роботі транспортної системи.

Література

1. Стародуб І.В. Сучасна автомобілізація та транспортна інфраструктура великих міст України.

Містобудування та територіальне планування: наук.техн.Зб. 2008. Вип.31 С.357-365.

2. Тур О.М. Концепція розумного міста як основа забезпечення сталого розвитку територій. Розвиток територій: теорія та практика. 2018. С.297-300.

3. Дмитрієва О.І. Транспортна інфраструктура як об'єкт державного регулювання. Проблеми і перспективи розвитку підприємства. 2020. Вип. № 1(24) С.52-63.

4. Логутова Т.Г., Полторацький М.М. Сучасний стан транспортної інфраструктури України. Теорія і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. 2015. Вип.2(12). Т.2.С.8-14.

УДК 528.4.88.1

Білоконь В., Толстікова О., м. Харків, Україна

(науковий керівник ас. Казаченко Д.А.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ОТРИМАНИХ СИГНАЛІВ СИСТЕМАМИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ GPS

В сучасних геодезичних зніманнях для визначення геопросторових даних територій, прив'язки до Державної геодезичної мережі використовують глобальну супутникову систему навігації.

Глобальна система супутникової навігації (GNSS) – це мережа або сукупність супутників, які випромінюють сигнали, що використовуються для позиціонування та локалізації в будь-якій точці Землі.

На даний час існують наступні сукупності:

- система глобального позиціонування (GPS) Сполучених Штатів;

- європейська навігаційна супутникова система Галілео;

- система навігаційних супутників Бейдоу (Китай);

- QZSS (Японія) і IRNSS (Індія).

Сузір'я QZSS та IRNSS ефективні лише на частині землі, тому вони не ефективні, наприклад, в Європі, Латинській Америці та інших областях Світу.

Під час геодезичного знімання та визначення координат на об'єкті GPS-приймач або CORS-станція визначає геодезичні дані завдяки певній кількості штучних супутників Землі, які є в зоні видимості. Загалом на орбіті перебуває 102 супутники (рисунок 1).

4 GNSS CONSTELLATIONS

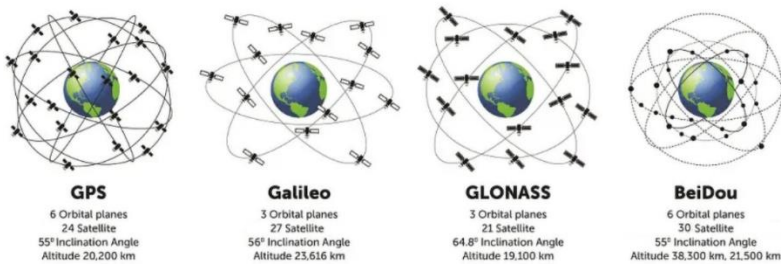


Рис. 1 Супутники GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU

Супутники GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, що знаходяться в зоні геодезичного знімання, посиляють через антену сигнали.

Майте на увазі, що оскільки Земля є еліпсоїдом, ми ніколи не зможемо спостерігати всі супутники, доступні на орбіті, одночасно над географічною точкою.

Кількість каналів потрібна для польової сесії з використанням багаточастотного (багатодіапазонного) GNSS-приймача, беручи до уваги максимальну кількість супутників GNSS, доступних в небі: припустимо, що ми маємо найкращі атмосферні умови для прийому, безперешкодне чисте небо і завищену кількість супутників, що обертаються навколо географічної точки Землі, в якій буде працювати GNSS-приймач у будь-який момент часу. Таким чином, зараз, маючи 160 каналів, ми можемо широко охопити всі частоти всіх супутників усіх супутникових мереж GNSS, які зараз працюють у космосі. Наразі вам не потрібно мати 200, 400 чи 600 каналів.

Для управління усією інформацією, яку надсилають супутники GNSS та отримують через антени, приймач GNSS використовує кілька каналів даних. Кожен канал отримує сигнал від конкретного супутника у конкретній сукупності. В свою чергу кожен супутник висилає не лише один сигнал, а кілька сигналів на різних частотах.

Супутники GNSS безперервно надсилають навігаційні сигнали на двох чи більше частотах у діапазоні, відомому як «L-діапазон». Ці сигнали містять коди дальності та навігаційні дані, щоб дозволити приймачам обчислити час від супутника до приймача та координати супутника у будь-який момент часу.

Основними компонентами цього сигналу є наступні:

- носій – радіочастотний синусоїдальний сигнал на заданій частоті;

- код дальності – послідовності 0 і 1, які дозволяють приймачу визначити час проходження радіосигналу від супутника до приймача. Вони називаються псевдовипадковими шумовими послідовностями (PRN) або PRN-кодами;

- навігаційні дані, до яких відносяться: бінарне кодоване повідомлення, яке містить інформацію про ефемериди супутника (кеплерівські елементи або положення і швидкість супутника); параметри тактової поляризації; альманах (з набором даних про ефемериди зі зниженою точністю); стан супутника та іншу додаткову інформацію.

Структури сигналів скупчення GPS у діапазоні L1 наведені на рисунку 2 :

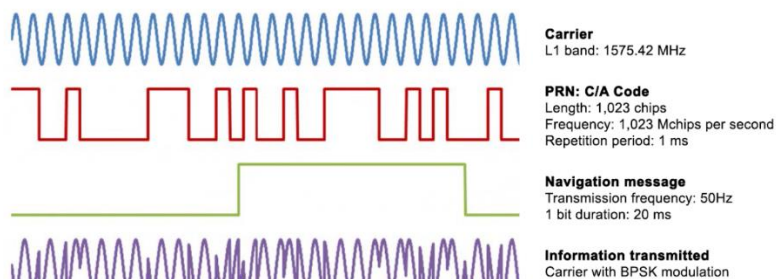


Рис. 2 Структури сигналів скупчення GPS у діапазоні L1

На схемі можна побачити різні частоти, що посилаються основними скупченнями у різних діапазонах (рисунок 3).

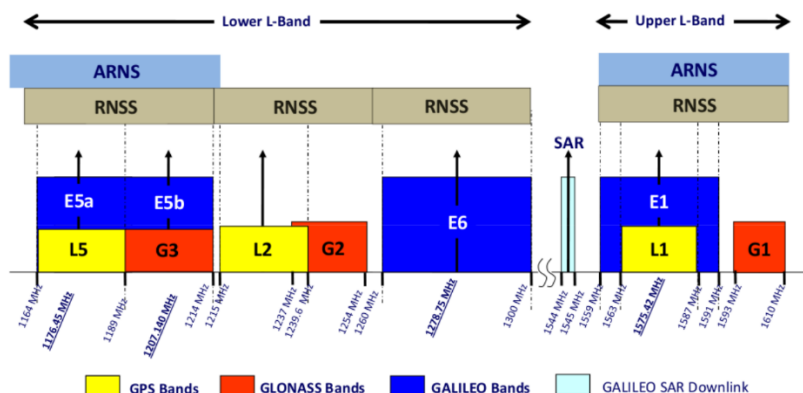


Рис. 3 Різні частоти, що посилаються основними скупченнями у різних діапазонах

Блоки жовтого кольору позначають діапазони частот, що використовуються супутниками в мережі GPS.

Ми бачимо, що GPS має діапазон L₁ з частотою від 1563 МГц до 1587 МГц приблизно, L₂ і L₅.

ГЛОНАСС має діапазони: G₁, G₂, G₃.

GALILEO має 4 діапазони: E₁, E_{5a}, E_{5b}, E₆.

У випадку з BEIDOU використовуються діапазони: B₁, B₂, B₃.

Кожен супутник GPS надсилає сигнали в діапазонах: L₁, L₂, L₅;

Супутники ГЛОНАСС надсилають сигнали в діапазонах: G₁, G₂, G₃,

Це також стосується супутників інших сузір'їв з їхніми відповідними діапазонами.

Переваги наявності декількох частот. Ми знаємо, що супутники GNSS обертаються навколо Землі на відстані трохи більше 20 000 кілометрів. Сигнали, випромінюванні

супутниками, повинні подолати ці великі відстані і пройти крізь земну атмосферу, перш ніж досягти GNSS-приймача.

Під час проходження через атмосферу Землі на сигнали будуть впливати різні шари атмосфери:

- тропосфера;
- стратосфера;
- мезосфера;
- термосфера;
- екзосфера.

Також мають вплив різні температури в кожному з них (так званий атмосферний тепловий градієнт). Тому одночасне використання декількох частот має важливе значення для зменшення атмосферних похибок у геодезичних вимірюваннях.

Використання декількох частот допомагає зменшити атмосферну похибку:

1. Іоносферна похибка. Термосфера або іоносфера – це шар атмосфери Землі, що містить вільні електрони, які можуть заломлювати сигнали GNSS при проходженні через цей шар. Ступінь заломлення залежить від частоти сигналів. Багаточастотні GNSS-приймачі можуть вимірювати швидкість поширення сигналів через іоносферу на різних частотах і розраховувати іоносферну затримку. Наявність декількох частот дозволяє точніше оцінити іоносферну затримку і скоригувати вимірювання, щоб зменшити цю похибку.

2. Тропосферна похибка. Тропосфера – це найнижчий шар земної атмосфери, який зазнає постійних змін тиску, температури та вологості. Ці зміни впливають на швидкість поширення сигналів GNSS через тропосферу. Завдяки використанню декількох частот приймачі GNSS можуть вимірювати різницю в швидкості поширення сигналів різних частот і точніше оцінювати тропосферну затримку. Це дає змогу точніше коригувати вимірювання.

3. Зменшення ефекту багатопроменевості. Ефект багатопроменевості виникає, коли сигнали GNSS

відбиваються від найближчих об'єктів, таких як будівлі або нерівності місцевості, перш ніж досягти приймача. Це може вносити похибки в геодезичні вимірювання. Багаточастотні GNSS-приймачі можуть використовувати інформацію про фазу сигналів на різних частотах для зменшення ефекту багатопроменевості та отримання більш точних вимірювань.

4. Підвищена доступність супутників GNSS: завдяки використанню декількох частот приймачі GNSS можуть відстежувати і використовувати сигнали від більшої кількості супутників. Це підвищує надмірність і надійність системи, оскільки якщо на сигнал впливають перешкоди або завади, приймач може використовувати сигнали з інших частот або супутників, щоб зберегти точність вимірювань.

З точки зору точності прийому сигналів GNSS важливо розуміти, що зв'язок між кількістю супутників і поліпшенням точності не є лінійною прогресією. Важливо підкреслити, що додавання супутників не призводить до відповідного покращення точності. Тому не можна сказати, що наявність певної кількості супутників автоматично забезпечує певну точність, як, наприклад, наявність шести супутників забезпечить точність у п'ять сантиметрів, або 80 супутників забезпечує точність в один міліметр. Таке уявлення є хибним і не відображає реальної роботи GNSS-систем.

Насправді зв'язок між кількістю супутників і точністю вимірювань демонструє тенденцію до покращення, але ця тенденція сповільнюється зі збільшенням кількості супутників. Якщо збільшувати кількість використовуваних супутників, можна отримати значне покращення точності до моменту, коли покращення стає несуттєвим і має тенденцію до стабілізації. Залежність між кількістю супутників і точністю вимірювань є нелінійною і напряду залежить від практичних обмежень і додаткових факторів, що впливають на точність.

Для визначення сигналу найвищої точності не потрібно більше 160-180 каналів, оскільки на даний момент вона вам не потрібна через поточну доступність супутників GNSS в космосі. 184 каналів GNSS-приймачів більш ніж достатньо для високої точності супутникового геопозиціонування, вони досягають точності до 10 мм в режимах PPK, RTK і NTRIP.

Висновки:

1. Чим більша кількість частот GPS-сигналів, тим більша точність.
2. GPS-приймачі можуть потребувати додаткових каналів для прийому сигналів від розширених систем, таких як SBAS і L-діапазон,
3. 160 каналів достатньо як зараз, так і в найближчому майбутньому.

Література

1. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. 151 с.
2. ДСТУ-Н Б В.13-1. Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 122 с.

УДК 528.46.711.1

Карайкозін А., Лацько А., Писаренко Д.,

м. Харків, Україна

(науковий керівник к.т.н., доц. Казаченко Л.М.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ГЕОДЕЗИЧНА СКЛАДОВА ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ЗЕМЕЛЬНИХ МАСИВІВ

Будь який проект із землеустрою починається з виконання геодезичних знімів території. Це потрібно для визначення меж землекористування – тобто координування кожної поворотної точки геодезичними вимірними системами.

Геодезичні знімання проводяться сертифікованими інженерами землевпорядниками та інженерами геодезистами.

В останній час для виконання геодезичного знімання використовують електронні геодезичні прилади – тахеометри, GPS-приймачі, лазерні рулетки, сканери (рисунок 1).



Рис. 1. Сучасні геодезичні вимірні системи

Ці прилади створені на основі механічних приладів, мають функції вимірювання кутів, відстаней, координування точок, але на відміну від механічних приладів все відбувається у напівавтоматичному або автоматичному режимі.

Вбудоване комп'ютерне програмне забезпечення дозволяє виконувати геодезичні виміри, зберігати і накопичувати їх шляхом керування такими приладами користувачем.

Достатньо привести прилад в робоче положення – відгоризонтувати його, відцентувати над точкою і навести на обрану точку або визначити висоту та кут нахилу споруди у будівництві.

Проведення геодезичного знімання територій сучасними геодезичними приладами дає ряд переваг:

- геодезичні знімання проводять у напівавтоматичному режимі зі збереженням їх результатів у програмному забезпеченні вбудованому в прилад;

- прив'язку до пунктів Державної геодезичної мережі проводять GPS-приймачем для отримання вихідних даних на пункти та її прив'язки до території знімання – це робиться для уникнення грубих помилок при обробці результатів геодезичних вимірів;

- геодезичне знімання проводять всієї території з прив'язкою до характерних елементів місцевості, знімають поворотні точки полів, показують лісосмуги, польові дороги, бригадні двори, господарські будівлі і споруди;

- також роблять одночасно тахеометричне знімання місцевості – показують елементи рельєфу і напрямки горизонталей;

- знімають всі угіддя – ріллю, сіножаті, пасовища, сади, ягідники, водний фонд, ліс, водорегулюючі лісосмуги, яри, балки, тобто ті угіддя, які будуть відображені на схемі паювання та прив'язуються до характерних елементів ситуації місцевості.



Рис. 2 Електронні вимірювальні системи

При зйомці механічними приладами обов'язково записують всі дані в журнал геодезичного знімання.

Якщо зйомка виконується електронними приладами, то ведуть тільки абрис – для побудови ситуації місцевості і кроки – для побудови горизонталей і напряму крутості схилів.

Обробка результатів геодезичних вимірів проводиться в комп'ютері за допомогою програмних засобів обробки геодезичної інформації.

Під час проведення геодезичного вимірювання виникають різного роду похибки, які напряму впливають на результати побудови картографічних матеріалів.

Похибка результату вимірювання відстані залежить від похибки визначення температури повітря і атмосферного тиску.

Похибка визначення температури в 1°C призводить до додаткової похибки вимірювання відстані, що виражається величиною $1,0 \times 10^{-6} \cdot D$.

Похибка визначення тиску в 0,75 мм. рт. ст. – до подібної похибки, що виражається величиною $0,5 \times 10^{-6} \cdot D$, де D – значення виміряної відстані в міліметрах.

Для уникнення помилок під час виконання геодезичних вимірів доцільне введення поправок в електронний тахеометр. Способи введення поправок у різні тахеометри відрізняються.

Для виключення великих похибок визначення метеоданих необхідно проводити періодичну перевірку термометра і барометра, виконувати вказівки інструкції з експлуатації барометра, перед зняттям показників термометра обертати його 1-2 хв., взявшись за кінець шнура.

Таблиця 1. Порівняння введення поправок на вимірювання відстані ЕТ

Параметр	ЕТ - 3ТА5	ЕТ - Trimble C5 HP
Метод введення поправок	Вручну (через меню)	Автоматичне коригування (через сенсори)
Тип поправок	Коригування на рефракцію, температуру, тиск тощо	Автоматичне коригування на температуру, тиск, вологість, рефракцію
Автоматизація	Низька (потрібне ручне введення даних)	Висока (системи автоматичного коригування)
Точність	Залежить від досвіду оператора	Висока, автоматична точність
Зручність введення	Потребує обчислень і точних введень вручну	Зручний інтерфейс, автоматичне введення
Сенсори для збору даних	Відсутні	Вбудовані сенсори для збору метеоданих

При вимірюванні великих відстаней або при великому перепаді висот між точками стояння тахеометра і відбивача інформацію про погоду необхідно вимірювати як на точці стояння тахеометра, так і на точці стояння відбивача.

У тахеометр слід вводити середні значення вимірюваних температур і тисків.

Введення постійної відбивача в ЕТ 3ТА5 – потрібно вводити вручну на основі таблиць або попередніх розрахунків, а в Trimble C5 HP – автоматично визначає через сенсори або програмне забезпечення.

В таблиці 1 наведено порівняння введення поправок на вимірювання відстані різними електронними тахеометрами (ЕТ) 3ТА5 та Trimble C5 HP.

Автоматизація режиму: 3ТА5 – процес є більш трудомістким і вимагає втручання оператора, а для Trimble C5 HP – автоматичне визначення та коригування без необхідності втручання оператора.

Зручність та час: 3ТА5 – вимагає більше часу та уваги для точності введення, а Trimble C5 HP – має вбудоване зручне і швидке автоматичне введення.

Висновки:

1. Використання сучасних геодезичних вимірних систем спрощує виконання геодезичних задач.

2. Введення поправок в електронні геодезичні вимірні системи дає можливість здійснення геодезичних завдань з високою точністю.

3. Сучасні електронні тахеометри працюють в автоматизованому режимі, що дозволяє автоматичне визначення геодезичних даних та коригування без необхідності втручання оператора.

Література

1. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. 151 с.

2. ДСТУ-Н Б В.13-1. Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 122 с.

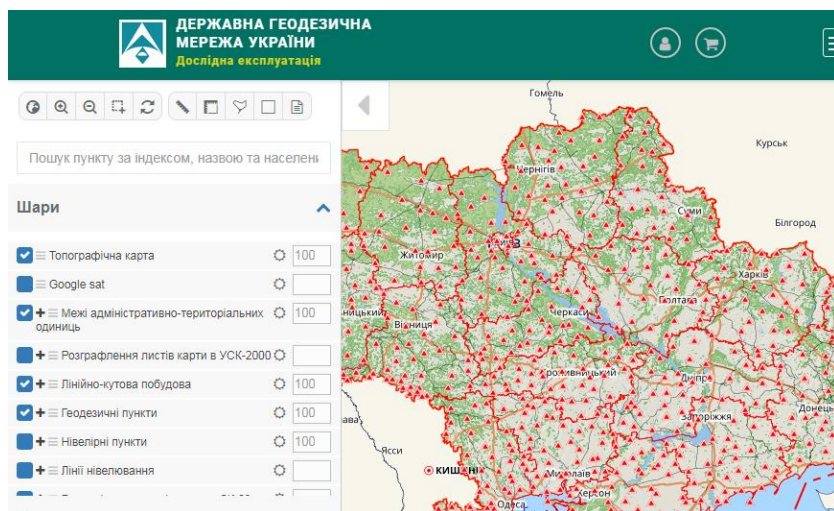
УДК 528.46.711.1

Мороз А., Макаренко А., м. Харків, Україна
(науковий керівник к.т.н., доц. Казаченко Л.М.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ НА ПУНКТАХ ДЕРЖАВНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МІСТОБУДІВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

На всій території України є мережа геодезичних пунктів, які мають свої особливості створення і розміщення. Пункти Державної геодезичної мережі (ДГМ) різних класів слугують для об'єднання геодезичних мереж та побудови планово-висотних нівелірних мереж. Пункти ДГМ різних класів занесені до каталогу геодезичних координат і нещодавно створеного продукту геоінформаційних систем – Геопорталу України (рисунок 1).



**Рис. 1. Геопортал України як єдина система
пунктів ДГМ**

Єдина система геодезичних координат пунктів Державної геодезичної мережі включає: клас пункту планової геодезичної мережі; каталог геодезичних координат; назву пункту ДГМ; код пункту ДГМ; метод визначення геодезичних координат пункту; метод побудови ДГМ; координати X, Y, Z ; координати B, L, H ; похибки m_x, m_y, m_z ; похибки m_L, m_B, m_H ; схему розташування пунктів; вид знаку ДГМ (рисунк 2).

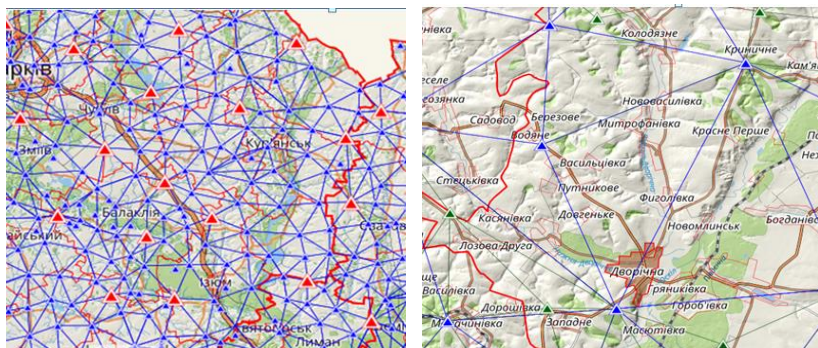


Рис. 2. Пункти ДГМ

Прив'язку до пунктів Державної геодезичної мережі здійснюють безпосередньо на точках за допомогою GPS-приймача. Для цих цілей використовують дані геопорталу України, де є вся інформація про пункти Державної геодезичної мережі. При збільшенні цифрової карти даних геопорталу України можна побачити:

- межі районів (червоною лінією) (рисунк 2);
- межі території сільських селищних рад (червоною лінією)
- назву пунктів Державної геодезичної мережі;
- клас пунктів у кольоровому зображенні схеми і кольору пункту (червоний, синій, зелений, коричневий), що залежить від класу пункту, тобто по кольоровому зображенню самого пункту та лінії, що з'єднує пункти

можна визначити клас пунктів Державної геодезичної мережі;

- створені дані ГІС-технологій Геопортал України дає відомості про дані рельєфу місцевості у 3-D форматі;

- цифрова 3-D модель місцевості рельєф місцевості в горизонталях використовується для створення містобудівної та землепорядної документації (рисунок 3).

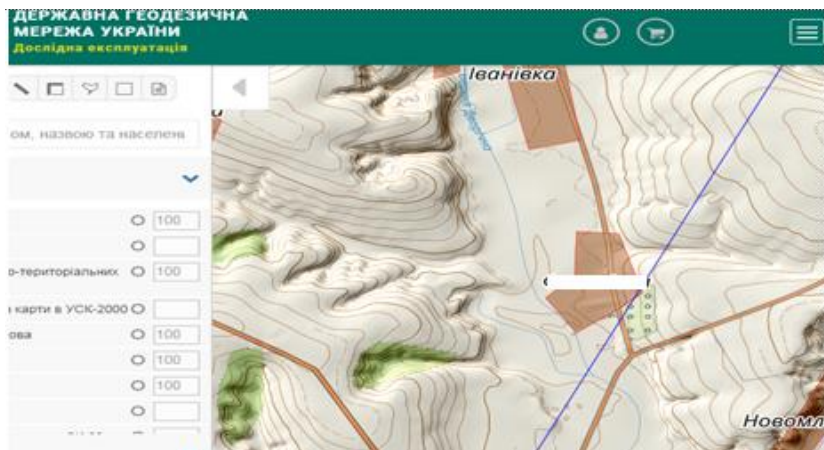


Рис. 3. Рельєфні умови території в ГІС-системі геопорталу

За даними ГІС-системи геопорталу України можна побачити рельєфну умови та висоти в горизонталях. ГІС-система геопортал України дозволяє при масштабуванні цифрової карти наближати зображення та використовувати інформацію про рельєфні умови території, на яку проводяться геодезичні вимірювальні, обстежувані та вишукувальні роботи, що є необхідним при створенні проекту

Застосування Геоінформаційних систем при створенні містобудівної документації є визначними, що дозволяє проводити геодезичні виміри на більш високому рівні та економить час проведення таких робіт та час

проектних рішень. При розробленні містобудівної документації потрібно виконання наступних вимог:

- згідно з даними цифрової актуалізованої картографічної основи у прийнятій системі державних координат – СК-63;

- оновлені геопросторові дані виготовляють у Державній геодезичній референційній системі координат УСК-2000, Балтійській системі висот 1977 р.;

- комплексне Планування територій роблять із застосуванням картографічної основи у масштабі – М 1:10 000;

- розробку Генеральних планів населених пунктів – на картографічній основі у масштабі М 1:2 000;

- розробку детальних планів невеликих територій в масштабі М 1:500;

- планувальні рішення для детальних планів територій – на картографічній основі у М 1:500 – 1:1 000 відповідно;

- при створенні картографічної основи для території геодезичного знімання слід дотримуватися масштабу М 1:10 000;

- для території знімання основи ОТГ в масштабі М 1:1000 слід встановити буферні зони, шириною 250 м;

- для території знімання основи у М 1:2 000 встановлюють буферну зону шириною – 50 м.

Встановлену територію знімання для розроблення detailного плану території визначатиме замовник у встановленій формі додатку до затвердженого завдання.

Висновки:

1. Для розробки містобудівної документації потрібно виконання геодезичних знімачь, що дозволяє визначити межі території, висотне обґрунтування та безпосередньо об'єкт зйомки.

2. Прив'язку до пунктів Державної геодезичної мережі здійснюють безпосередньо на точках за допомогою GPS – приймача.

3. Для цих цілей використовують дані геоportалу України, де є вся інформація про пункти Державної геодезичної мережі як вихідні геодезичні дані.

Література

1. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. 151 с.

2. ДСТУ-Н Б В.13-1. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 122 с.

УДК 528.46.711.1

Ялова Т., Круглов О., Колісник Ю., м. Харків, Україна
(науковий керівник к.т.н., доц. Казаченко Л.М.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ ПРОЕКТУВАННЯ В ЗЕМЛЕУСТРОЇ

Розробка проекту відведення земельної ділянки починається з визначення місця розташування земельної ділянки, як об'єкта земельно-правових правовідносин. Визначення місця розташування земельної ділянки здійснюється розробником землевпорядної документації на місцевості за допомогою виконання геодезичного знімання територій з використанням геодезичних вимірних систем та ГІС-технологій (рисунк 1).



Рис. 1. Проведення геодезичних знімальних робіт

Технічним забезпеченням визначення місця розташування земельної ділянки як об'єкта земельних правовідносин являється геодезичне знімання території, на якій знаходиться об'єкт, геодезичними приладами та

обладнанням. Це механічні прилади: теодоліт, нівелір для здійснення геодезичного висотного обґрунтування – визначення висот та перевищень.

Найбільш розповсюдженими приладами в наш час є електронні геодезичні прилади та обладнання, до яких відносяться:

- електронний тахеометр – для визначення кутів і відстаней об'єкту земельних правовідносин – земельної ділянки у напівавтоматичному та автоматичному режимі;
- лазерна рулетка – для визначення відстаней;
- електронний нівелір – для нівелювання поверхні та планово-висотного обґрунтування місцевості, на якій розташована земельна ділянка;
- GPS-приймач – для визначення координат місця розташування земельної ділянки та прив'язки до пунктів Державної геодезичної мережі;
- широкого застосування набули квадрокоптери для виконання великомасштабних знімків та великомасштабного картографування територій (наприклад для розробки генеральних планів населених пунктів);
- лазерний сканер – робот працює в автоматичному режимі і його керування здійснюється на відстані за допомогою планшета – для великомасштабного знімання територій та знімання в недоступних місцях (рисунок 2);



Рис. 2. Геодезичне знімання квадрокоптером і лазерним сканером

Сучасні інженерні математичні і технологічні процеси побудови географічної інформації – це геоінформаційні системи (ГІС).

Технологічний процес ГІС створення відповідної картографічної інформації у цифровому та електронному вигляді, який дозволяє вести обробку, зберігання, наповнення інформацією певні шари, називається геоінформаційними системами.

До ГІС входить комплекс програмування, відображення вихідної інформації та побудова в умовних знаках географічних об'єктів.

Технологічні інформаційні системи налічують прикладні математичні програми, що слугують для визначення точок об'єктів, їх побудови, збереження певних характеристик та математичну обробку. Створене сучасне геодезичне програмне забезпечення, слугує для обробки результатів геодезичних вимірів і повинно підтримувати сучасне геодезичне обладнання, надаючи широкі можливості автоматизації процесу геодезичного знімання

В сучасній геодезичній практиці геодезичне програмне забезпечення потрібно для комп'ютерної обробки результатів проведеного на місцевості геодезичного знімання та отримання координат об'єктів.

Програмне забезпечення дозволяє в автоматичному режимі будувати креслення в цифровому і паперовому вигляді.

Побудовані і відображені об'єкти автоматично розміщуються в інформаційних шарах, до яких приєднуються умовні знаки відповідного масштабу.

Картографічно побудована інформація, отримана через перекачувальний пристрій з електронного геодезичного приладу створюється у відповідному графічному вигляді.

Використання всіх можливостей програмного забезпечення мають коди інформативно-користувальні, які

дозволяють використовувати певну інформацію занесену до комп'ютерної програми.

Таке програмне забезпечення здатне підтримувати певні геодезичні прилади, з яких переноситься за допомогою перекачувальних пристроїв геодезичні дані знімання. Програмні засоби шляхом математичного опрацювання здатні вираховувати геодезичні координати, будувати полігони, обробляти геодезичні дані і за допомогою користувача будувати картографічні об'єкти.

Програмні засоби геодезичного та архітектурного напрямку мають інформаційні шари, до яких користувачі звертаються і будують в різних шарах – Публічна кадастрова карта України, Геопортал, цифрові картографічні дані з інформацією про вулиці населеного пункту, різні інформаційні джерела, що потрібні під час виконання тих чи інших завдань.

За допомогою геодезичного програмного забезпечення та уведених геодезичних координат ми бачимо на картах місце положення нашого об'єкту і можемо перевірити правильність геопросторових даних.

Також програми підгружають на Геопорталі пункти прив'язки до Державної геодезичної мережі та ми бачимо вірність вибраних станцій спостереження.

На Геопорталі України при збільшенні масштабу цифрової карти чітко нанесені растри в об'ємному 3-Д зображенні. Тобто побудована в програмі растрова карта відображає об'єм горизонталей та висоти.

Земельна ділянка останнім часом коли визначено право власності та право користування земельною ділянкою виступає в системі правових земельних відносин як об'єкт. Земля це основа життєдіяльності, наявність ресурсів і просторовий базис, тобто є соціально визначеною.

Земельна ділянка як об'єкт власності разом із робочою силою, капіталом і підприємством стає джерелом багатства і товаром, стосовно якого формується ціла наука майнових відносин, але природно детермінованих. Тому

головне значення має розуміння саме двоїстої природи землі, що одночасно є і складовою природи і об'єктом власності.

При використанні земельної ділянки для житла, ведення господарства, організації відпочинку враховуються її властивості як природного ресурсу і просторового базису. У ринкових процесах земля постає у найрізноманітніших проявах: і як частина активів підприємства, і як самостійний об'єкт.

Основним принципом державної політики України у сфері охорони земель є пріоритет екологічних інтересів суспільства у використанні земельних ресурсів над його економічними інтересами.

Висновки:

1. Інструментальні засоби отримання геодезичних даних такі як електронні тахеометри, GPS-прилади, лазерні сканери вирішують основні завдання отримання геопросторових даних об'єкта проектування

2. Програмні засоби обробки геодезичної інформації дозволяють картографічну побудову проекту землеустрою та формування земельної ділянки в Держгеокадастрі.

Література

1. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. 151 с.

2. ДСТУ-Н Б В.13-1. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 122 с.

УДК528.4.88.2

Мороз А., Стоколюк Т., м. Харків, Україна
(науковий керівник ас. Казаченко Д.А.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ЗДІЙСНЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБІТ СУЧАСНИМИ ГЕОДЕЗИЧНИМИ ПРИЛАДАМИ

В сучасному проведенні інженерних-геодезичних вимірювань широко застосовуються електронні тахеометри. Тахеометр – електронно-оптичне обладнання, що використовується у сучасному проведенні робіт з геодезії, картографії і землеустрою.

Тахеометр вимірює горизонтальні кути (ГК), вертикальні кути (ВК), відстані, перевищення, тобто слугує для виконання планово-висотної (тахеометричної) зйомки місцевості та для побудови рельєфу на картографічних матеріалах. Тахеометрами визначають координати і перевищення точок місцевості і широко використовується при будівництві будь-яких об'єктів – доріг, трубопроводів, газопроводів, каналізаційних колекторів, при будівництві будівель і споруд.



Рис. 1. Тахеометр [1]

Вищезазначені прилади використовують:

- при топографічному зніманні території для побудови картографічного матеріалу – топографічного плану, топографічної основи (топооснови);

- при виконанні геодезичного знімання території у землеустрої;

- при виконанні топографо-геодезичного обґрунтування при будівництві дорожніх споруд, мостів, переправ, ін;

- при кадастровому зніманні для отримання кадастрового плану;

- в маркшейдерських роботах;

- при планово-висотному обґрунтуванні території для побудови відповідних карт, схем;

- при детальному зніманні території для отримання детального плану в містобудівному кадастрі;

- при розбивочних геодезичних роботах для проектування інженерних споруд;

- при винесенні в натуру (на місцевість) координат і висот точок.

Тахеометри: оптико-механічні і електронні – повністю автоматизовані. У першому випадку тахеометри мають всі ознаки теодоліта з далекоміром. Нівелір – тахеометр для знімання плоского рельєфу

В сучасному геодезичному зніманні місцевості широко застосовують електронні тахеометри. За типом далекоміра тахеометри бувають: звичайні і безвідбивачеві. Більшість сучасних тахеометрів є безвідбивачевими.

За типом механізму обертання електронні тахеометри поділяються на механічні та сервопривідні

Механічні тахеометри, при роботі з якими геодезист наводить зорову трубу на ціль вручну, за допомогою навідних гвинтів, відрізняються більшою простотою в роботі та меншою вартістю.

В сервопривідних моделях обертання аліади та зорової труби тахеометра виконують допоміжні механізми

(сервоприводи), завдяки чому підвищується продуктивність праці, бо оператор може керувати приладом дистанційно, знаходячись з боку вішки на значній відстані.

Тахеометр включає в себе: електронний теодоліт (кутомір), електронний далекомір.

Деякі нові моделі тахеометрів включають в себе GPS-приймач і обчислювальний пристрій з пам'яттю оснащений дисплеєм – панеллю керування

Точність вимірювання залежить від технічних можливостей моделі тахеометра, та від зовнішніх параметрів: температури, тиску, вологості тощо. Вимірювання відстаней і їх діапазон залежить від режиму роботи тахеометра: відбивний та безвідбивний. Віддаль вимірювання при безвідбивному режимі прямо залежить від відбивних властивостей поверхні, на яку проводиться вимірювання (різні поверхні – по різному відбивають відстані).

Точність кутових вимірів сучасним тахеометром досягає половини кутової секунди – 5", відстаней – до 0.5-1 мм на 1 км в тахеометрах серії NET05 фірм виробників тахеометрів – SOKKIA, Trimble S8-0.5R.

Точність лінійних вимірювань у безвідбивному режимі – до 1 мм + 1 мм на 1км. Електронні тахеометри з пам'яттю на дисплеї зберігають інформацію і записують виміряні величини автоматично, що дуже зручно.

Після проведення геодезичних вимірювань на місцевості геодезист автоматично перекачує в комп'ютер через провідник всі результати вимірювань і програма сприймає цю інформацію.

Програмні засоби за допомогою людини переробляють інформацію і перетворюють у вихідні дані – координати точок. Програмні засоби будують зображення по координатам, але для цього геодезисту потрібно під час зйомки вести абрис знімання. Деякі сучасні моделі оснащені навігаційними системами – GPS-приймачем (наприклад, Leica Smart Station). З моделей тахеометрів з

поєднаною системою об'єднує тахеометр і GPS-приймач – приймає сигнали глобальних навігаційних супутникових систем (Global Positioning System).



Рис. 2. GPS-прилади

До ГІС-технологій відноситься сучасне геодезичне програмне забезпечення, яке підтримує сучасне геодезичне обладнання, надаючи широкі можливості автоматизації процесу геодезичного знімання.

Програмне забезпечення потрібно для комп'ютерної обробки матеріалів топографо-геодезичного знімання, яке дозволяє автоматично створювати різного виду креслень в цифровому форматі і отримувати у паперовому вигляді. При цьому об'єкти автоматично розміщуються в інформаційних шарах, до яких приєднуються умовні знаки у відповідному масштабі, які згідно масштабу є різними. Атрибутивна інформація, отримана через пристрій з геодезичного приладу створюється у відповідному графічному вигляді, за допомогою якої будуються лінійні об'єкти.

Для ефективного використання всіх можливостей таких пакетів необхідно відповідним чином кодувати об'єкти під час проведення польових робіт геодезичного знімання території. Як правило, ці програми здатні

працювати з геодезичними приладами різних виготовлювачів геодезичного обладнання як відчизняного так і закордонного. Точність сучасних електронних геодезичних приладів, що випускаються різними фірмами збігаються. Однак можливості приладів у частині реєстрації даних різні і з приладом одного виробника кодувати об'єкти в полі простіше, ніж із приладом іншого.

Супутникові системи навігації включають супутники, які знаходяться на орбіті навколо Землі, систему передавання і систему взяття координат. Супутникові геодезичні системи навігації ефективні при наявності добрих умов прийому супутникових навігаційних сигналів, тобто дотримання вимог, таких як чисте небо, відсутність електромагнітних проводів, ліній електромереж, відсутність дерев, витримка часу взяття сигналів і таке інше покращує точність взяття координат. Гарантувати надійну роботу, наприклад, у заліснених чи забудованих районах неможливо, такі геодезичні прилади не завжди забезпечують необхідну точність визначення висот, що стає критичним для деяких видів будівельних робіт.

Всього навколо земної орбіти 24 супутника, які постійно підтримують роботу GPS навігації. Для взяття координат на місцевості GPS-приладу необхідно, щоб в його зоні спостереження було якомога більше супутників – але не менше 5 супутників.

Точність взяття відліків та координування земної поверхні напряму залежить від точності вихідних геодезичних даних. В сучасних умовах ведення топографо-геодезичних робіт GPS-прилади відіграють значну роль, координуючі земну поверхню дають точні вихідні дані. GPS-приймач – геодезичний прилад для виконання супутникових визначень координат через супутники, які є у навколоземній орбіті Землі.

GPS-приймач і GPS-передавач працюють разом, один з них знаходиться на точці спостереження з відомими координатами, а інший в місті взяття відліків. Є і мобільний

GPS-приймач, який працює у режимі кінематики, тобто переміщується по певним точкам і одночасно проводить вимірювання – координує поверхню, але точність такого способу – невелика від 0.5 – до 1 м.

GPS-приймачі здійснюють виміри, при цьому перебувають на відстані декількох десятків кілометрів один від одного і здійснюють виміри у будь-який час і в будь-яку погоду.

Так працює станція GPS-передавач, яка передає сигнали на будь-якій відстані іншому GPS-приймачу.

GPS-приймач відноситься до супутникової системи позиціонування. До нових геодезичним технологій відносяться методи визначення координат точок (позиціонування) за сигналами з спеціальних супутників Землі, рухомими по певних орбітах.

В даний час діють дві супутникові системи визначення координат:

- ГЛОНАСС (Глобальна навігаційна супутникова система) - Росія

- NAVSTAR GPS (Навігаційна система визначення відстаней і часу, глобальна система позиціонування) США.

Система GPS використовує координати світової геодезичної системи WGS – 84 (World Geodetic System, 1984р.), а ГЛОНАСС – систему координат ПЗ – 90 (Параметри Землі, 1990р.).

Ці дві координатні системи встановлені незалежно один від одного за результатами високоточних геодезичних і астрономічних спостережень. Оскільки ці координатні системи основані на різних еліпсоїдах і орієнтовані на різні території, геодезичні та прямокутні координати одних і тих же точок земної поверхні в цих системах не збігаються.

Більшість сучасних GPS-приймачів працюють з супутниками GPS, тому координати виміряних точок отримують частіше в системі WGS-84. Для переходу до державної або місцевої системи координат використовують

передбачену програмами обробки функцію трансформування.

Література

1. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. 151 с.
2. ДСТУ-Н Б В.13-1. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 122 с.

УДК 528.4.88.3

Перехода А., Добрострой А., м.Харків, Україна
(науковий керівник ас. Казаченко Д.А.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ПРОВЕДЕННЯ ФАЗОВИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА БАЗОВИХ СТАНЦІЯХ

Фазові геодезичні спостереження за територіальною ознакою поділяються на:

- глобальну (загальноземну) геодезичну мережу, яка покриває всю земну кулю;

- національні (державні) геодезичні мережі, що створюються в межах території кожної окремої країни в єдиній системі координат і висот, які прийняті у цій країні;

- мережі згущення, що призначені для створення знімальної основи топографічних зйомок;

- місцеві геодезичні мережі, що розвиваються на локальних ділянках, які використовуються для вирішення різних завдань у місцевій системі координат (рис. 1).



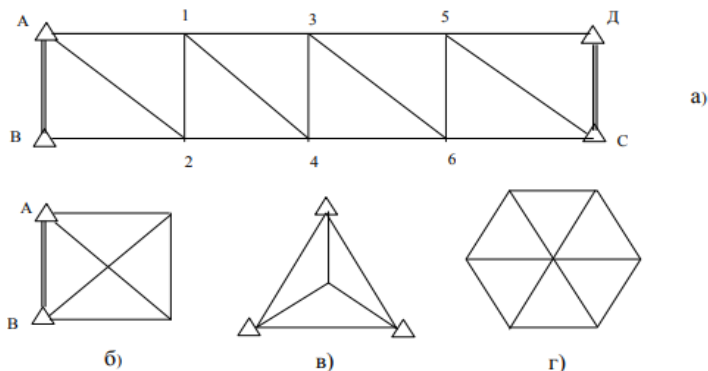
Рис. 1. Пункти Державної геодезичної мережі

За геометричною сутністю розрізняють планові, висотні і просторові геодезичні мережі.

У плановій мережі в результаті обробки вимірювань обчислюють координати пунктів на прийнятій поверхні відносності (на поверхні еліпсоїда або на площині).

У висотній (нівелірній) мережі отримують висоти пунктів щодо відлікової поверхні, наприклад, поверхні квазігеоїда.

У просторових мережах визначається взаємне положення пунктів у тривимірному просторі.



а) ряд трикутників; б) геодезичний чотирикутник; в) вставка пунктів у трикутник; г) центральна система

Рис. 2. Різновиди геодезичних мереж

Державні геодезичні мережі створюються на території кожної окремої країни та призначені для вирішення таких задач:

- детальне вивчення фігури і гравітаційного поля Землі, її змін у часі (в межах території країни);
- поширення єдиної системи координат і висот на усій території країни;
- картографування території країни в різних масштабах в єдиній системі координат і висот;
- рішення геодезичними методами різного роду наукових і інженерно-технічних завдань народногосподарського значення.

Сучасна Глобальна геодезична мережа створюється методами космічної геодезії з використанням спостережень штучних супутників Землі, тому її називають супутниковою або космічною геодезичною мережею.

Положення пунктів в цій мережі обчислюються у геоцентричній системі прямокутних координат XYZ, початок якої поєднаний з центром земного еліпсоїда (центром мас Землі): вісь Z – з віссю обертання, площина X – з площиною початкового меридіана, а вісь Y відповідно доповнює систему до правої.

Глобальна геодезична мережа використовується для вирішення наукових і науково-технічних проблем і завдань вищої геодезії, геодинаміки, астрономії та інших наук, наприклад:

- уточнення фундаментальних геодезичних постійних;
- вивчення фігури і гравітаційного поля Землі;
- визначення рухів полюсів Землі;
- завдання єдиної для всієї Землі системи геоцентричних просторових прямокутних або геодезичних координат;
- визначення положення референц-еліпсоїдів різних країн щодо центру мас Землі;
- вивчення переміщень і деформацій літосферних плит земної кори.

Глобальна геодезична мережа постійно безперервно вдосконалюються для досягнення найвищої точності визначення «миттєвого» положення її пунктів у геоцентричній системі координат (рисунок 3).

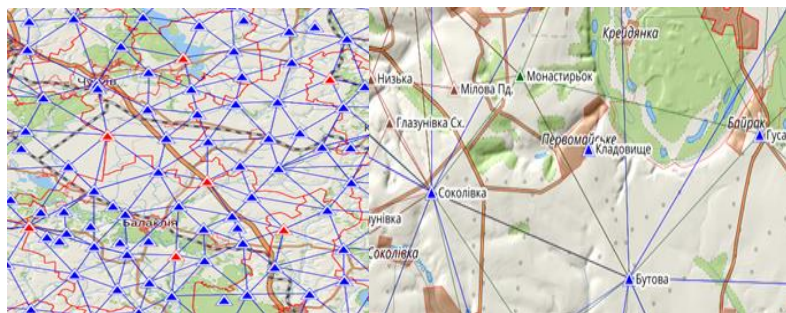


Рис. 3. Геопортал України як інформація про пункти ДГМ

Завдяки підвищенню точності Глобальної геодезичної мережі поступово розширюються можливості вирішення нових наукових проблем і задач геодезії, прикладної космонавтики, геодинаміки, астрономії і багатьох інших наук.

Національні геодезичні мережі поділяються на три види:

1. Державна геодезична мережа (планова).
2. Державна мережа нівелювання (висотна).
3. Державна гравіметрична мережа.

Координати пунктів Державної геодезичної мережі визначаються з найвищою точністю у плановому відношенні на обраній поверхні відносності (на референц-еліпсоїді або площині), а висоти з більш низькою точністю в гірських районах.

Державна нівелірна мережа призначена для визначення з найвищою точністю висоти кожного пункту щодо поверхні квазігеоїда, а планове положення пунктів цієї мережі на поверхні відносності визначається наближено.

Державна гравіметрична мережа призначена для визначення з найвищою точністю прискорень сили тяжіння на пунктах. Положення пунктів цієї мережі в плановому і висотному відношеннях визначається з необхідною точністю.

Для того, щоб Державні геодезичні мережі країни завжди знаходилися на рівні сучасних вимог, а також вимог найближчого майбутнього, необхідно:

- систематично проводити польове обстеження (огляд) усіх пунктів мережі, проводити реконструкцію або заново визначати втрачені пункти;

- періодично виконувати повторні або додаткові виміри у значній або в тій частині мережі, яка найбільш схильна до деформації через сучасні рухи земної поверхні або внаслідок інших причин;

– повторні або додаткові фазові спостереження на базових станціях, проводяться для подальшого вдосконалення і підвищення точності державної геодезичної мережі, які виконуються на базі новітніх технологій і методів вимірювань;

– у міру накопичення нової інформації в результаті повторних або додаткових вимірів на значній частині території приблизно через 25–30 років здійснюється повторне врівноваження мережі як планової, так і висотної, з метою отримання нових, більш точних значень координат і висот, які належать до даної епохи спостережень.

Висновки:

1. Для виконання фазових спостережень на пунктах ДГМ потрібно постійно проводити моніторинг дійсного місцеположення

2. Кожні 25-30 років проводити врівноваження ДГМ

3. Постійні або додаткові фазові спостереження на базових станціях, проводяться для подальшого вдосконалення і підвищення точності ДГМ, які виконуються сучасними методами GPS - спотережень

Література

1. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. 151 с.

2. ДСТУ-Н Б В.13-1. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 122 с.

УДК: 528.88

Білецька Є.М., Чичибаба Д.А., м. Харків, Україна

(науковий керівник асист. Бессарабов О.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

СУЧАСНІ МЕТОДИ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТІВ

Геодезичне забезпечення є ключовим етапом у реалізації інфраструктурних проєктів, що включають будівництво доріг, мостів, тунелів, залізничних колій, аеропортів, гідротехнічних споруд та інших об'єктів. Сучасні методи та розвиток геодезії дозволяють підвищити точність вимірювань, скоротити терміни виконання робіт та покращити контроль за якістю будівництва[1].

До основних сучасних методів геодезичного забезпечення належать:

- Супутникові технології (GNSS);
- Лазерне сканування (LiDAR);
- БПЛА (безпілотні літальні апарати);
- Георадарні дослідження;

Розглянемо вище перераховані методи для того щоб детальніше їх розглянути.

Супутникові технології (GNSS) - це глобальна навігаційна система, що дозволяє визначати місце розташування у будь-якій точці Землі за допомогою супутникових сигналів. До GNSS входять кілька основних систем, зокрема GPS (США), Galileo (ЄС) (рис 1.1). Принцип роботи GNSS базується на методі трилатерації, коли приймач отримує сигнали від кількох супутників і, аналізуючи відстань до них, розраховує своє точне положення. GNSS широко застосовується в геодезії та картографії для точного визначення координат, у транспорті й логістиці для навігації, у сільському господарстві для автоматизованого управління технікою, у наукових дослідженнях для моніторингу природних явищ,

а також у військовій справі та рятувальних операціях. Завдяки своїй точності та глобальному охопленню супутникові технології стали ключовим інструментом у багатьох сферах людської діяльності[2].



Рис. 1. Супутникові технології (GNSS)

Лазерне сканування (LiDAR) – це технологія дистанційного зондування, що використовує лазерні імпульси для високоточного вимірювання відстаней до поверхні та об'єктів. Принцип роботи LiDAR базується на випромінюванні лазерного променя, який відбивається від об'єкта, а приймач фіксує час повернення сигналу, розраховуючи відстань. Отримані дані формують хмарний точок, що дозволяє створювати детальні 3D-моделі місцевості (рис 1.2) , будівель, інженерних споруд та природних об'єктів. LiDAR широко використовується в геодезії та картографії для цифрового моделювання рельєфу, в археології для виявлення збережених структур, у містобудуванні для проектування інфраструктури. Висока точність, незалежність від освіти та можливість проникнення через рослинність роблять LiDAR незамінним інструментом у багатьох сферах науки та техніки[3].

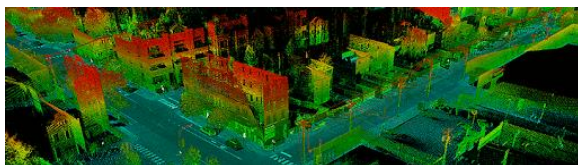


Рис. 2. 3D-модель місцевості

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) – це автономні або дистанційно керовані повітряні засоби, які використовуються для збору даних, моніторингу та аерофотозйомки. Завдяки оснащенню камерами, LiDAR-сканерами, тепловізорами та іншими сенсорами, БПЛА широко застосовується в геодезії, картографії, будівництві. Використання безпілотників значно зменшує витрати інструментів та час на проведення геодезичних і проектних робіт, що робить їх виробництвом у сучасних технологіях просторового аналізу.

Георадарні дослідження – це метод неруйнівного зондування обґрунтувань, будівельних конструкцій та інших середовищ за допомогою георадара. Принцип роботи базується на випромінюванні електромагнітних хвиль у частинах від десятків мегагерц до гігагерц, які, відбиваючись від між розділами різних матеріалів, повинні отримувати інформацію про внутрішню структуру об'єкта. Георадарні дослідження широко застосовуються в геодезії.

Застосування сучасних геодезичних методів значно сприяє ефективності реалізації інфраструктурних проектів, сприяє оптимізації витрат, підвищенню безпеки та довговічності споруд.

Література

1. Інженерні вишукування. м. Вінниця ВНТУ, 2009. – 151 с.
2. Інерціально-супутникові навігаційні системи: навч. посіб. / М.К. Філяшкін, В.О. Рогожин, А.В. Скрипець, Т.І. Лукінова – К.: Нац. авіац. ун-т «НАУ-друк», 2009. – 272 с.
3. Проектування цифрових пристроїв. м. Київ, 2018. – 354 с.

УДК: 528.48

Шипілов Д., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Арсеньєва Н.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ІНТЕГРАЦІЯ ГІС І БІМ ТЕХНОЛОГІЙ В ГЕОДЕЗІЇ

Україна активно впроваджує інформаційні технології, що охоплюють різні сфери, зокрема проєктування, будівництво, управління територіальним розвитком, оновлення планово-картографічних матеріалів, створення інфраструктури геопросторових даних, ведення кадастрів, розробку геоінформаційних систем різного призначення та геопорталів. Цифрова трансформація галузей, перехід на сучасні технології збору геопросторових даних, інформаційне моделювання, а також впровадження геоінформаційних систем, геопортальних рішень і хмарних технологій створюють потребу в конвертації великих масивів даних у різні програмні середовища. Процес проєктування, будівництва та експлуатації сучасних об'єктів транспортної інфраструктури постійно вдосконалюється завдяки стрімкому розвитку цифрових технологій, зокрема систем супутникового визначення місцеположення, цифрової фотограмметрії, лідарного та лазерного сканування. Оброблення великих масивів геопросторових даних здійснюється за допомогою геоінформаційних систем (GIS) та систем автоматизованого проєктування (САПР). Наразі триває активне формування підходів до інтеграції цих технологій [1, 2].

Дослідження мають комплексний характер і зосереджені на аналізі інтеграції масиву геоданих, отриманих за допомогою лазерного (лідарного) сканування, у різні взаємопов'язані робочі процеси:

- проєктно-вишукувальний етап – збір та оброблення геопросторових даних;
- інтеграція даних лазерного сканування в системи інформаційного моделювання будівель і споруд (BIM) та

геоінформаційні системи (GIS) для підтримки процесів прийняття управлінських рішень;

– BIM/GIS інтеграція геопросторових даних для забезпечення ефективного використання інформації на різних етапах життєвого циклу об'єктів.

Важливою науковою проблемою є розробка ефективних підходів до інтеграції просторових даних для створення будівельних інформаційних моделей (BIM) та геоінформаційних моделей (GIS). Будівельні інформаційні моделі (BIM) здебільшого застосовуються для проєктування та реконструкції будівельних об'єктів, тоді як геоінформаційні системи (GIS) охоплюють ширший спектр завдань, пов'язаних із просторовим плануванням та управлінням територіями [1, 3]. Лідерами в об'єднанні даних будівельних інформаційних моделей (BIM) та геоінформаційних систем (GIS) є компанії Autodesk та Esri.

BIM – це інформаційне моделювання будівельних об'єктів, яке передбачає створення та управління цифровими моделями, що відображають фізичні та функціональні характеристики споруд. Такі моделі стають єдиним джерелом даних для всіх етапів життєвого циклу об'єкта – від концептуального проєктування до будівництва, експлуатації та навіть знесення. Основне програмне забезпечення для BIM-моделювання – це продукти Autodesk (Revit, Civil 3D, Subassembly Composer, Infraworks, Tekla), Bentley Systems, Nemetschek, Graphisoft.

GIS – це геоінформаційні системи, призначені для збору, зберігання, обробки, аналізу, управління та візуалізації геопросторових даних. Вони використовуються для широкого спектра завдань, включаючи земельно-кадастровий облік, екологічний моніторинг, управління територіями, демографічний аналіз тощо. Основне програмне забезпечення для GIS представлено Esri (ArcGIS), QGIS, Bentley Map, Autodesk Map 3D. Об'єкти будівництва розташовані у певному геопросторовому контексті, тому поєднання BIM та GIS дає значні переваги у просторовому плануванні та проєктуванні [2]:

- використання GIS-даних (інженерно-геодезичних вишукувань, картографічних матеріалів) для підвищення точності BIM-моделей;
- розширення аналітичних можливостей BIM за рахунок просторового аналізу та візуалізації геоданих;
- інтеграція часових даних у GIS допомагає прогнозувати наслідки проєктних рішень ще до початку будівництва;
- BIM із геоприв'язкою дозволяє оптимально розташовувати об'єкти, враховуючи топографічні умови, природне освітлення, кліматичні особливості та енергоспоживання;
- GIS сприяє оцінці ризиків, наприклад, у районах, схильних до повеней, що впливає на вибір матеріалів та методи будівництва.

З огляду на значні переваги інтеграції, провідні розробники програмного забезпечення, такі як Esri та Autodesk, активно працюють над підвищенням сумісності BIM- та GIS-рішень. У майбутньому ця взаємодія сприятиме більш ефективному управлінню життєвим циклом об'єктів, покращенню просторового планування та зниженню витрат у будівництві. Сучасний розвиток цифрових технологій відкриває нові можливості для геодезії шляхом інтеграції геоінформаційних систем (ГІС) та будівельного інформаційного моделювання (BIM). Поєднання цих технологій дозволяє підвищити точність, ефективність та автоматизацію процесів збору, обробки та аналізу геопросторових даних. Основні аспекти інтеграції ГІС і BIM у геодезії можна описати наступним чином. Використання лазерного сканування, супутникових технологій та дронів для отримання детальних тривимірних моделей місцевості. Отримані дані конвертуються у формати, сумісні як із BIM, так і з ГІС. BIM забезпечує детальне інформаційне моделювання будівель і споруд, що використовується для проєктування, будівництва та управління об'єктами. ГІС опрацьовує просторові дані в

ширшому контексті, що включає ландшафт, інфраструктуру та екологічні фактори.

Інтеграція ГІС та ВІМ дозволяє автоматизувати процеси оновлення картографічних матеріалів, створення кадастрових баз, управління містобудівними процесами та моніторингу об'єктів у реальному часі. Спільне використання ГІС і ВІМ сприяє точнішому плануванню будівництва, зниженню витрат та оптимізації ресурсів, що особливо важливо при розробці масштабних інфраструктурних проєктів. Подальша стандартизація форматів обміну даними між ГІС і ВІМ (IFC, CityGML). Використання хмарних платформ для зберігання та обробки геопросторових моделей. Розвиток штучного інтелекту та машинного навчання для аналізу даних, прогнозування змін та оптимізації процесів. Інтеграція ГІС та ВІМ у геодезії забезпечує новий рівень ефективності в управлінні просторовими даними, що сприяє покращенню точності вимірювань, оптимізації будівельних процесів та розвитку інтелектуальних міських інфраструктур.

Література

1. Бойко, О. Л., Ляшенко, Д. О., Прусов, Д. Е. Концептуальні засади ВІМ/GIS інтеграції геопросторових даних аеропортів, отриманих лазерним скануванням. Технічні науки та технології. Чернігів : Чернігівська політехніка, 2020. Вип. 4(18), С. 238 – 246.
2. Бойко О. Л., Ляшенко Д. О., Горб О. І. Розробка концептуальної моделі збору геопросторових даних регіональних аеропортів методами лазерного сканування для створення ГІС. Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. Київ: КНУБА, 2019. Вип. 71. С. 60 – 71.
3. Коцаб М., Вілім Д., Лехнер І., Радей К., Дрбал А. Роль геодезистів у будівництві методом ВІМ. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2019. Вип. II (38). С. 15 – 19.

УДК: 528.48

Сілаков Н., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Арсеньєва Н.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

СУЧАСНІ ГЕОДЕЗИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ПРОСТОРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Сучасний розвиток топографо-геодезичної та картографічної діяльності тісно пов'язаний із впровадженням інформаційних технологій. Використання піктографічного знімання для створення реалістичних 3D-моделей місцевості, глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) для точного визначення координат об'єктів, а також високопродуктивних методів отримання просторової інформації в режимі реального часу значно розширює можливості геодезичних досліджень.

Значну роль відіграють сучасні системи оптико-електронного сканування місцевості, аерокосмічні платформи високої роздільної здатності, супутникова радіолокація, цифрові методи обробки зображень, лазерна локація (LiDAR) наземного та повітряного базування, а також цифрове аерофотознімання, зокрема з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА)[1, 2].

Геоінформаційні системи (GIS) та телекомунікаційні технології забезпечують ефективний доступ до геопросторових даних, що сприяє прийняттю зважених рішень у містобудуванні, землеустрої, екологічному моніторингу та інших сферах. У зв'язку з цим актуальним завданням є перехід від традиційної інфраструктури виробництва картографічних матеріалів до розбудови інфраструктури геопросторових даних.

Наземні методи знімання, які включають різні техніки та інструменти для вимірювання та збору геодезичних даних, залишаються важливими для інженерно-геодезичних

вишукувань, картографії, будівництва та управління територіями. Поєднання цих методів із сучасними цифровими технологіями забезпечує високу точність та оперативність отримання геоданих.

Розвиток цифрових технологій сприяє вдосконаленню геодезичних методів збору просторової інформації. Сучасні інструменти та системи дозволяють отримувати високоточні геодані в реальному часі, що значно підвищує ефективність проектування, будівництва та управління територіями.

Основні сучасні технології геодезичних вимірювань включають [1, 2, 3]:

- глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS)

(використання систем GPS, Galileo, BeiDou дозволяє отримувати координати точок з високою точністю у будь-якій точці світу. GNSS-приймачі застосовуються для топографічних знімань, створення кадастрових планів, моніторингу деформацій споруд та інших геодезичних робіт);

- лазерне сканування (LiDAR)

(лідарні технології забезпечують високу швидкість і точність збору тривимірних даних про рельєф, об'єкти інфраструктури та природне середовище. Лазерне сканування застосовується в архітектурі, будівництві, геології, картографії та екологічному моніторингу);

- фотограмметрія та аерофотознімання

(використання дронів (БПЛА) та супутникових знімків дозволяє оперативно отримувати актуальні дані про місцевість; ортофотоплани та 3D-моделі, створені на основі фотограмметрії, широко використовуються у містобудуванні, землеустрої та екологічному моніторингу);

- геоінформаційні системи (GIS) (GIS забезпечує збір, зберігання, аналіз та візуалізацію геопросторових даних; інтеграція GIS із іншими технологіями, такими як BIM (Building Information Modeling), дозволяє створювати комплексні цифрові моделі територій та об'єктів);

- наземні та мобільні системи лазерного сканування (мобільні скануючі системи, встановлені на автомобілях, дронах або переносних платформах, дозволяють швидко отримувати 3D-моделі міських територій, доріг, мостів та інших об'єктів інфраструктури);

- технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) (супутникові та аерокосмічні знімки дають можливість моніторингу змін у довкіллі, аналізу природних катастроф, управління природними ресурсами та планування територій).

Збір просторової інформації є ключовим етапом у геодезичних дослідженнях, інженерному проектуванні, містобудуванні та інших сферах, де важлива точність геоданих. Сучасні технології значно підвищують ефективність та точність збору інформації, завдяки чому можна створювати високоточні цифрові моделі місцевості, об'єктів інфраструктури та природного середовища.

До перспективи розвитку геодезичних технологій можна віднести такі напрямки: інтеграція GNSS, LiDAR та GIS для створення цифрових близнюків міст і територій.

Розвиток штучного інтелекту (AI) та машинного навчання для автоматичної обробки та аналізу геопросторових даних. Використання хмарних технологій для зберігання та доступу до великих обсягів геоданих у реальному часі. Покращення точності безпілотних платформ для збору геопросторової інформації. Також інтеграція геодезичних технологій із цифровими моделями

міст (Smart City). Використання 5G для передачі великих обсягів даних у реальному часі.

Сучасні геодезичні технології дозволяють не лише отримувати високоточні дані, а й значно оптимізувати процеси збору, обробки та використання просторової інформації, що є ключовим фактором для розвитку цифрової інфраструктури та ефективного управління територіями.

Література

1. Міхно П., Лісовенко, І., Бушуєв, Д., Риженко І. Особливості застосування сучасних геодезичних технологій у будівництві. Технічні науки та технології. Чернігів : Чернігівська політехніка, 2022. Вип. 3(29), С. 198 – 209.
2. Калинич І.В. Електронні геодезичні прилади. Конспект лекцій /уклад. Калинич І.В., Радиш І.П., Ваш Я.І. Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла», 2021р. 156 с.
3. Євдокімов А. А. Текст лекцій з дисципліни «Електронні геодезичні прилади» (для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій») / А. А. Євдокімов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 64 с.

УДК: 528.48

Хомець Т., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Арсеньєва Н.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ВЕЛИКОМАСШТАБНИХ ЗНІМАНЬ

Сьогодні геодезичні програми є набором інструментів, що застосовуються для розв'язання різноманітних завдань у сфері інженерної геодезії та землеустрою. Існують програми, які поєднують кілька функцій для виконання різних завдань, а також спеціалізовані варіанти для конкретних потреб. Найбільш популярними серед них є САД-програми, що використовуються для автоматизованого проєктування.

Спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє здійснювати імпорту/експорту, редагування та обробку вимірів, отриманих за допомогою електронних тахеометрів, однак не забезпечує візуалізацію отриманих даних. Так зване комунікаційне програмне забезпечення, що встановлюється на персональному комп'ютері, призначене для обміну даними між внутрішньою пам'яттю електронних пристроїв та комп'ютером, а також для редагування отриманих даних. На сьогодні існує великий вибір програмного забезпечення для попереднього оброблення геодезичних вимірів. Зазвичай такі програми підтримують роботу лише з певними типами файлів, залежно від моделі електронного тахеометра. Спеціалізовані програми використовуються для передачі даних між електронними тахеометрами різних виробників та персональним комп'ютером.

Загальне програмне забезпечення складається з кількох модулів, які забезпечують обробку геодезичних вимірів на всіх етапах камеральних робіт. Під час обробки геодезичних вимірів за допомогою цього програмного забезпечення виконавець може вибрати метод обчислень, контролювати точність розрахунків, створювати графічні файли на основі отриманих даних, а також візуально аналізувати коректність результатів і

формувати звіти. Додатковими матеріалами можуть бути зафіксовані карти, плани, аерознімки тощо. Крім основних функцій, програми можуть включати додаткові модулі для обробки GPS вимірів, результатів нівелювання, балансування мереж, перетворення координат та інше. Виконано певну уніфікацію, що дозволяє обробляти інформацію з більшості типів електронних тахеометрів за допомогою спеціальних універсальних форматів даних вимірів. Окрім вищезгаданих функцій попередньої обробки даних тахеометричного знімання, таке програмне забезпечення включає набір графічних інструментів для побудови топографічних карт і планів (візуалізація), дає можливість вирішувати численні прикладні задачі та формувати звітну документацію.

Універсальне програмне забезпечення дозволяє зосередитись на візуалізації отриманих результатів. Це програмні засоби для виконання растрово-векторного перетворення (векторизації) просторових даних, автоматизації обробки даних геодезичного знімання місцевості та інженерного проєктування, а також для візуалізації та аналізу просторових даних. За допомогою таких програм можна зручно виготовляти звітну документацію. Системи автоматизованого проєктування, конструювання та розробки технологічної документації з використанням персональних комп'ютерів є одними з найважливіших сучасних інструментів для інформатизації конструкторської та технологічної діяльності. Серед цих інструментів, які належать до галузі науки і техніки, одним із найважливіших є програма AutoCAD. AutoCAD є потужним інструментом, що забезпечує автоматизацію графічних робіт на персональних комп'ютерах. Серед універсального програмного забезпечення у нашій країні доволі поширений продукт українського виробництва.

Програмний пакет Digital, розроблений у ДНВП "Геосистема" (м. Вінниця, Україна), призначений для створення цифрових планів і карт, а також для виконання робіт із землеустрою та розв'язання інженерних і прикладних задач. Початкова версія програми, Digital Standard, містить базові

можливості. Delta/Digitals – це програмне забезпечення цифрової фотограмметричної станції, яке використовується для фотограмметричної обробки результатів аерофотознімання. Підпрограма Geodesy призначена для обробки польових вимірювань теодолітного і тахеометричного знімання, полігонометричних ходів і мереж. Програмний комплекс "Маркшейдерсько-геодезичні мережі і зйомки" використовується для розрахунку точності та врівноваження планово-висотних мереж довільної конфігурації.

Torocad – це система автоматизованого проектування (САПР), яка дозволяє здійснити комплексну обробку даних, від збору результатів польових спостережень і створення моделі підоснови до підготовки даних проекту будівництва для виносу в натуру.

Залежно від етапів камерального оброблення даних (попереднє опрацювання вимірів, візуалізація, редагування та формування звітів), що забезпечує використання сучасного геодезичного обладнання та ГІС-технологій, можна виділити спеціалізоване, загальне та універсальне програмне забезпечення. Сучасне геодезичне обладнання дає можливість сумісного накопичення і використання графічних та семантичних даних, перехресного доступу до інформації різного виду; підтримки тематичних даних і їх інтеграції за просторовим аспектом у проектних, дослідницьких та інших організаціях; а також можливість просторового аналізу даних, моделювання та відображення результатів на електронній карті у найбільш зручному вигляді. Для розвитку економіки, ефективного управління територіями та покращення якості життя людей важливу роль відіграють сучасні інформаційні технології. Вони дозволяють вирішувати питання соціально-економічних заходів, спрямованих на регулювання земельних відносин та раціональну організацію адміністративно-територіальних утворень і суб'єктів господарювання. На сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу відбуваються значні зміни в технології та методах виконання топографо-геодезичних робіт, що пов'язано, перш за все, з модернізацією парку

геодезичного обладнання. Сьогодні на ринку існує велика кількість програмного забезпечення для обробки результатів вимірювань, отриманих за допомогою сучасних геодезичних технологій.

Всі виробники прагнуть удосконалювати свої продукти, роблячи програми універсальними та зручними у використанні. Залежно від етапів камеральної обробки даних (попереднє опрацювання вимірів, візуалізація, редагування та формування звітів), які забезпечує програма, можна виділити спеціалізоване, загальне та універсальне програмне забезпечення. Спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє виконувати імпорту/експорту, редагування та попередню обробку вимірів електронних тахеометрів. Загальне програмне забезпечення містить набір графічних інструментів для побудови топографічних карт і планів (візуалізація), дає можливість розв'язувати безліч прикладних задач і формувати звітну документацію. Універсальне програмне забезпечення використовується для візуалізації та аналізу отриманих даних.

Література

1. Нестеренко С. Г. Методи і засоби автоматизації геодезичних робіт : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 131 с.

2. Євдокімов А. А. Текст лекцій з дисципліни «Електронні геодезичні прилади» (для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій») / А. А. Євдокімов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 64 с.

УДК: 332.2

Гамаюн І.В., м. Харків, Україна

Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова

Сергієнко Д.С., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Пілічева М.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

КРАЩІ ПРАКТИКИ 3D КАДАСТРІВ

Концепція тривимірної (3D) нерухомості стає все більш важливою через складність сучасних міських інфраструктур. У багатьох країнах ця тема активно досліджується і розробляється, але правові аспекти 3D-кадастрів залишаються недостатньо опрацьованими. В основі таких систем лежить необхідність розв'язання питань щодо реєстрації прав на простір, що включає підземні і надземні частини об'єктів.

Серед країн з розвинутою системою 3D-реєстрації виділяються Швеція, Норвегія, Австралія (Вікторія, Квінсленд) і Китай (місто Шеньчжень) [1]. Усі ці країни перебувають на різних етапах розвитку кадастрових систем, що дозволяє виявити ключові проблеми і переваги кожної з них.

Однією з головних проблем є відсутність уніфікованого підходу до визначення 3D-об'єктів нерухомості в законодавствах різних країн. У більшості країн кадастрові системи все ще засновані на двовимірній (2D) реєстрації, що не відображає повну картину прав на об'єкти в тривимірному просторі (наприклад, тунелі, будівлі, підземні комунікації). У зв'язку зі збільшенням урбанізації та використання складних структур з підземними і надземними частинами, традиційний підхід вже не є ефективним.

Реєстрація 3D ділянок базується на існуючих практиках, які використовуються для 2D-кадастрів, проте потребує певних змін для відображення тривимірних об'єктів. Важливою складовою є адаптація існуючих нормативних документів та правових актів для врахування специфіки 3D-простору. Наприклад, процеси зонування та отримання дозволів на будівництво вимагають додаткових регламентів для врахування тривимірного характеру об'єктів нерухомості.

Однією з основних проблем є складність валідації тривимірних кадастрових представлень. Залишаються невирішеними питання перевірки замкнутості об'ємів та їх можливого перетину з іншими сусідніми ділянками. В деяких країнах вже реалізовані функції показу 3D інформації на кадастрових планах, зокрема у вигляді ізометричних проєкцій або вертикальних профілів. Проте інші юрисдикції стикаються з труднощами при інтеграції таких змін в існуючі системи.

Одним з ключових моментів є можливість зниження витрат на первинний збір 3D-даних. Використання даних, зібраних в інших сферах (наприклад, для інфраструктурних проєктів), може допомогти значно скоротити витрати на впровадження 3D кадастру. Сучасні формати обміну даними та їхня сумісність є економічно ефективним рішенням, яке дозволить знизити витрати на збирання початкових даних. Важливим аспектом є стандартизація даних у форматах BIM, IFC, CityGML та інших, що дозволить більш ефективно інтегрувати існуючі дані в кадастрові системи.

Модель управління земельною адміністрацією (Land Administration Domain Model, LADM [2]) пропонує стандартизовану структуру для реєстрації юридичних прав, обмежень та відповідальностей у тривимірному просторі. Паралельно існують моделі, такі як CityGML, InfraGML і IndoorGML [1], що описують фізичні характеристики

об'єктів, таких як будівлі, тунелі та інфраструктурні споруди.

Однією з основних тем є потреба у зв'язуванні юридичної моделі з фізичною реальністю. Це включає правові аспекти прав власності та меж у тривимірному просторі і їхній фізичний опис. Наприклад, будівлі та тунелі мають як юридичні межі, так і фізичні характеристики, які потрібно чітко фіксувати та зберігати в системі.

Пропонується підхід до проєктування моделей на основі UML (Unified Modeling Language). Цей підхід дозволяє створювати платформи-незалежні моделі (PIM), які потім можуть бути трансформовані у платформи-специфічні моделі (PSM), наприклад, у вигляді схеми бази даних або XML-схеми. Такий підхід надає гнучкість для адаптації систем під різні технологічні платформи та підтримки високої якості даних.

Встановлення обмежень є важливим для уникнення помилок у кадастрових даних. Це допомагає забезпечити високу якість даних та їхню актуальність. Обмеження можуть включати визначення замкнутості тривимірних об'єктів, що дозволить уникати ситуацій, коли частини об'єктів накладаються на інші або виходять за межі дозволеного простору.

Однією з ключових проблем є складність моделювання та зберігання 3D-об'єктів. Стандартні бази даних спочатку були розроблені для двовимірного простору, тому є необхідність адаптації або розробки нових типів даних і структур, які могли б зберігати тривимірні об'єкти. У цьому контексті використовується поняття «воксельних даних» і «хмар точок», що є основними форматами для збереження великих обсягів 3D-просторової інформації.

Основними вимогами до просторових СУБД є підтримка моделей даних, здатних обробляти складні 3D-об'єкти, виконання автоматизованих перевірок якості даних, а також забезпечення швидкого доступу до цих

даних. Важливим аспектом є побудова тривимірних топологічних моделей. У розділі розглядається використання моделі тетраедричної сітки (Tetrahedron Network, TEN) як базової топологічної структури для побудови 3D об'єктів. Ця модель дозволяє ефективно зберігати і обробляти тривимірні об'єкти, забезпечуючи їхнє коректне топологічне представлення, що сприяє швидкому доступу до даних і управлінню ними.

Для ефективної роботи з великими обсягами даних у 3D-кадастрах пропонується використовувати спеціальні методи просторової індексації. Це дозволяє значно прискорити доступ до даних та виконання просторових запитів. У розділі порівнюються різні підходи до індексації та підвищення продуктивності просторових баз даних, що включають як програмні, так і апаратні рішення.

Автоматична перевірка даних є ще одним важливим аспектом управління 3D-кадастрами. Пропонується використовувати алгоритми, які можуть автоматично виявляти помилки або неточності в топологічних та геометричних даних, що допомагає забезпечити високу якість інформації, збереженої у базах даних.

Просторові СУБД для 3D-кадастрів є важливою складовою сучасних систем управління земельними ресурсами. Вони забезпечують можливість зберігання, управління та перевірки тривимірних даних, що стає особливо актуальним у великих міських агломераціях. Стандартизація та вдосконалення методів індексації та перевірки даних є ключовими напрямками для подальшого розвитку цієї галузі.

Література

1. Best Practices 3D Cadastres. URL: https://www.fig.net/resources/publications/figpub/FIG_3DCad/FIG_3DCad-final.pdf (дата звернення: 30.03.2025 р.).
2. Lemmena C., Oosteromb P., Bennett R. The Land Administration Domain Model. *Land Use Policy*. 2015.

Vol. 49. P. 535-545.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.014>
звернення: 30.03.2025 р.).

URL:
(дата

УДК: 528.4

Домарева С.С., м. Харків, Україна

Харківський національний університет міського

господарства імені О.М. Бекетова

Колісник Ю.О., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Пілічева М.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній

університет

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНИХ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Інтероперабельність геопросторових даних є ключовим аспектом сучасних систем управління просторовою інформацією, оскільки забезпечує ефективну взаємодію між різними платформами, сервісами та наборами даних. У зв'язку з активним розвитком цифрових технологій і зростаючими вимогами до точності, доступності та швидкості обміну інформацією, інтероперабельність стає важливою умовою для формування та функціонування національних і міжнародних інфраструктур геопросторових даних (ІГД). Вона дозволяє різним системам обмінюватися, інтегрувати й використовувати геопросторову інформацію без втрати якості та змістовності.

Забезпечення інтероперабельності включає розробку та впровадження стандартів, специфікацій та метаданих, що регламентують формати, структури та властивості геопросторових даних. Це дає змогу створювати єдине інформаційне середовище, в якому різні організації, відомства та користувачі можуть обмінюватися даними для розв'язання різноманітних завдань – від управління ресурсами до планування територій і надзвичайного реагування.

Питання інтероперабельності геопросторових даних регламентується Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [1], Постанова «Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних» [2], Наказ «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних» [3].

Проблеми забезпечення інтероперабельності геоінформаційних продуктів пов'язані з такими їх загальними властивостями:

- мультитематичність (багато тем даних, відмінності у структурі та складі);
- мультимасштабність (різне просторове розрізнення та різні рівні деталізації);
- мультичасовість в даних періодичних спостережень або в даних несинхронного та неповного оновлення;
- різні системи координат та проекції;
- багато форматів подання.

Важливим є сервіс-центричний підхід до забезпечення інтероперабельності в Національній інфраструктурі геопросторових даних (НІГД). Саме цей підхід можна віднести до організаційного і технічного рівнів забезпечення інтероперабельності. В ньому НІГД розглядається як мережа взаємодіючих геоінформаційних сервісів геопорталів держателів даних з дотриманням наступних вимог та принципів [4]:

- чіткий розподіл повноважень та відповідальності за виробництво і надання доступу до наборів геопросторових за окремими темами в мережі геопорталів НІГД;
- дотримання єдиних вимог до функцій та інтерфейсів API при реалізації сервісів за міжнародними стандартами та специфікаціями OGC;

- забезпечення геоінформаційних сервісів і геопросторових даних метаданими та специфікаціями, що достатні для використання даних в прикладних ГІС без залучення держателів і виробників даних.

У складі геопорталів НІГД передбачається реалізація геоінформаційних сервісів різних типів, зокрема:

- CSW для забезпечення доступу до каталогу метаданих;

- WMS та WMTS для отримання зображення електронних карт в растрових форматах, WCS для отримання цифрових моделей покриттів (сіткових моделей рельєфу, растрових моделей даних дистанційного зондування Землі тощо);

- WFS для доступу до векторних моделей геопросторових об'єктів в уніфікованих форматах (GML, GeoJSON тощо);

- WGS для доступу до реєстрів-довідників (газетирів) географічних назв, вулиць та адрес;

- WPS для доступу до програм опрацювання, перетворення, аналізу та моделювання даних, розміщених на геопорталі.

Ще одним підходом є інформаційно-центричний, який забезпечує інтероперабельності компонентів НІГД. Інформаційно-центричний підхід ґрунтується на концепції систем з модельно-керованою архітектурою, яка виходить з того, що тривалість життя технічних реалізацій коротше, ніж термін придатності інформації, з якою вони мають справу. Це зумовлює необхідність подавати знання про інформацію у спосіб, який передбачає можливість використання нових методів і засобів технологічної реалізації без зміни раніше упорядкованої та збереженої інформації.

Знання про інформацію описуються на концептуальному рівні в моделях прикладних схем та каталогах об'єктів з використанням уніфікованої мови

моделювання UML, незалежно від способів реалізації моделей засобами технологічного рівня.

До основних переваг реалізації інформаційно-центричного підходу належить:

- забезпечення захисту геопросторових даних, як найбільш цінного і кошовного ресурсу НІГД, від зміни її програмно-технологічних компонентів;
- досягнення високого рівня сумісності геопросторових даних, що виробляються та постачаються різними держателями даних.

Згідно із концепцією інформаційно-центричного підходу для наборів геопросторових даних НІГД має розроблятися та постачатися докладна технічна документація і метадані, а саме:

- специфікація даних з описом структури та змісту даних, прикладною схемою та каталогом об'єктів;
- XML електронний документ з описом прикладної схеми моделі геопросторових даних, каталогу класів об'єктів, атрибутів об'єктів та класифікаторів;
- метадані про геопросторові дані та геоінформаційні сервіси.

Система єдиних вимог до сумісності геопросторових даних займає важливе місце у цій темі, бо вочевидь, що наявність згаданих формалізованих моделей та електронних документів з їх описом ще не гарантує сумісності геопросторових даних, особливо на змістовному семантичному рівні.

Цього можна досягти на основі дотримання єдиних вимог створення власне даних. Зокрема в регламенті [3] визначено загальні вимоги щодо:

- використання референцних системи координат;
- координатного, топологічного і часового узгодження моделей геопросторових об'єктів;
- гармонізації класифікаторів класів об'єктів, значень їх атрибутів;

- уніфікації системи унікальної ідентифікації об'єктів, в тому числі з використання офіційних реєстрів адрес та географічних назв;
- використання уніфікованих форматів обміну даними.

Таким чином, модельно-керована архітектура інформаційних систем та імплементація міжнародних стандартів у сфері географічної інформації є ефективними шляхами досягнення необхідного рівня системної однорідності. Використання стандартних розширень функцій для зберігання, опрацювання та аналізу геопросторових даних відповідно до міжнародних стандартів є запорукою успішної інтеграції геопросторових даних у системи НІГД.

Література

1. Про національну інфраструктуру геопросторових даних : Закон України від 13.04.2020 р. № 554-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text> (дата звернення: 30.03.2025 р.).

2. Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.05.2021 р. № 532. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-%D0%BF#Text> (дата звернення: 30.03.2025 р.).

3. Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних : Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10.11.2021 р. № 347. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0021-22#Text> (дата звернення: 30.03.2025 р.).

4. Лященко А.А., Карпінський Ю.О., Гаврилук Є.Ю., Черін А.Г. Методи та засоби забезпечення інтероперабельності компонентів національної інфраструктури геопросторових даних. *Містобудування та*

територіальне планування. 2021. Вип. 77. С. 309–319. URL:
<https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.77.309-319> (дата
звернення: 30.03.2025 р.).

УДК: 332.2

Панченко А.В., м. Харків, Україна

Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова

Добрострой А.О., м. Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц. Пілічева М.О.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕДУРИ ПРОВЕДЕННЯ МІСТОБУДІВНОГО МОНІТОРИНГУ

Містобудівний моніторинг – це комплексний і багатоетапний процес, спрямований на систематичне спостереження за станом та динамікою розвитку територій у межах містобудівного процесу [1]. Основна мета містобудівного моніторингу полягає в забезпеченні сталого розвитку міст і населених пунктів, запобіганні негативним наслідкам від неконтрольованого будівництва, раціональному використанні земельних ресурсів, а також захисті природного середовища.

До основних завдань містобудівного моніторингу відносяться:

- збір актуальних даних про територію, тобто визначення і реєстрація об'єктів моніторингу: будівлі, споруди, земельні ділянки, інфраструктура, зелені зони та інші природоохоронні території;
- оцінка стану та динаміки змін забудови, дорожньої мережі, інженерних комунікацій та інших об'єктів інфраструктури;
- аналіз змін у використанні територій у землекористуванні та забудові, виявлення незаконних змін або відхилень від містобудівної документації;
- аналіз відповідності реального використання територій до затверджених планів забудови, генерального плану або детальних планів території;

- оцінка екологічних та соціально-економічних умов, визначення впливу забудови на природне середовище: якість повітря, водних ресурсів, стан ґрунтів, рівень забруднення, наявність зелених насаджень;

- оцінка впливу забудови на соціально-економічні аспекти життя населення: доступність громадських послуг, транспортна інфраструктура, якість життя мешканців;

- розробка рекомендацій для коригування містобудівних планів, визначення необхідності змін у планах розвитку території на основі зібраних даних та прогнозування наслідків розвитку;

- підготовка рекомендацій для прийняття рішень щодо зонування, підвищення екологічних стандартів, розвитку інфраструктури та ін.;

- підтримка актуальності містобудівної документації, а саме оновлення містобудівної документації та реєстрації змін у ГІС;

- забезпечення інтеграції даних містобудівного моніторингу з іншими інформаційними системами для їх подальшого використання в державних кадастрах, плануванні територій та ін.

Містобудівний моніторинг проводиться уповноваженим органом містобудування та архітектури щорічно. Результати моніторингу оформлюються у вигляді аналітичного звіту, який враховується при розробленні стратегій регіонального розвитку та внесенні змін до містобудівної документації. Містобудівний моніторинг проводиться щодо всієї території, на яку поширюється відповідна містобудівна документація. Для підготовки аналітичного звіту можуть залучатися інші підприємства та організації.

Ключовими етапами процедури проведення містобудівного моніторингу є:

1. Підготовчий етап включає формування технічного завдання на проведення моніторингу та визначення конкретних показників, що підлягатимуть моніторингу;

організацію процесу збору даних та підготовка необхідної техніки й програмного забезпечення (ГІС-системи, бази даних, інструменти для аналізу зображень).

2. Збір даних. За допомогою геоінформаційних систем (ГІС) для збору просторових даних, що включає аналіз картографічних та кадастрових даних; супутникових знімків, аерофотозйомки, геодезичних вимірювань для отримання актуальної інформації про об'єкти на місцевості. Також на цьому етапі проводиться збір додаткових даних про стан навколишнього середовища, інфраструктуру, даних з державних кадастрів та реєстрів.

3. Обробка та аналіз даних. Виконується аналіз просторових та атрибутивних даних, виявлення змін у забудові та землекористуванні, розрахунок показників для оцінки щільності забудови, площі зелених зон, рівня забруднення тощо.

4. Оцінка та підготовка звіту. За результатами отриманих на попередньому етапі даних проводиться порівняння реального стану з нормативами та затвердженою містобудівною документацією, встановлюються проблемні зони. Розробляються висновки щодо доцільності певних заходів, необхідності оновлення планів забудови чи проведення природоохоронних заходів. Формується звіт для органів місцевого самоврядування з конкретними рекомендаціями та висновками щодо стану території.

5. Затвердження розроблених рекомендацій та їх впровадження. На цьому етапі виконується затвердження конкретних заходів і внесення змін до містобудівної документації. Також впроваджується контроль за реалізацією прийнятих рішень, регулярний перегляд і оновлення містобудівних показників.

Важливість застосування геоінформаційних технологій під час проведення містобудівного моніторингу полягає в тому, що вони дозволяють автоматизувати процеси збору, обробки та аналізу даних, зменшуючи час і

ресурси на проведення моніторингових робіт. Також за допомогою ГІС є можливість оперативно виявляти зміни території та оцінювати їхній стан; проводити інтеграцію з іншими системами для доступу до актуальних даних кадастру, природоохоронної документації та соціально-економічних показників.

Таким чином, містобудівний моніторинг є важливим інструментом для підвищення якості життя населення, розвитку сталого міста та забезпечення ефективного управління територіями, що дозволяє зробити процес управління більш прозорим та оперативним.

Література

1. Про затвердження Порядку проведення містобудівного моніторингу : Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.09 2011 р. № 170. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1268-11#Text> (дата звернення: 30.03.2025 р.).

УДК: 528.2

Толстікова О. Р., м.Харків, Україна

(науковий керівник канд. техн. наук, доц Урдзік С.М.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ПЕРЕДАЧА ВИСОТНОЇ ПОЗНАЧКИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ СПОРУД

Передача відміток на монтажні горизонти здійснюється від висотних реперів будівельного майданчика відомим способом. Обирають бічну поверхню несучих конструкцій або стін ліфтових шахт, пілонів та ін. з тих міркувань, щоб за цими поверхнями можна було виконати лінійні вимірювання по вертикалі через отвори для вентиляційних коробів, технологічних прорізів та ін. У зручному місці на обраній поверхні намічають риску, на котру від різних реперів (не менше двох) передають відмітку. Виміряти вертикальний відрізок між точками В та С (рис. 1) можна звичайною рулеткою або ручними безвідбивними далекомірами типу DISTO.

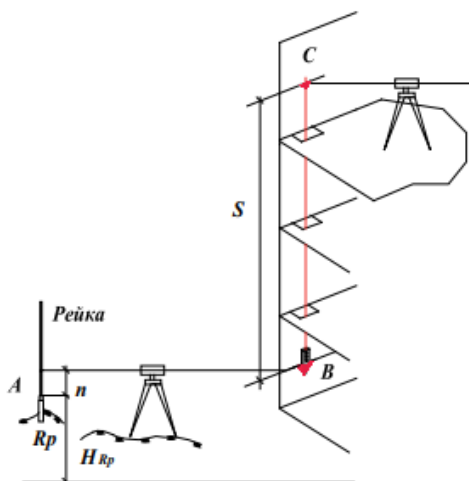


Рис. 1. Передача висот на монтажний горизонт
нівеліром та рулеткою

Лазерний ручний безвідбивний далекомір фірми Leica, наприклад Disto classic 5a (рис. 2), призначений для вимірювання відстаней до 200 м із похибкою не більше 1,5 мм. Прилад розміром зі шкільний пенал важить 310 г і живиться від 2 батарейок типу АА. На рисунку точка А – вихідний репер із відомою відміткою, у точці В вертикально встановлена лазерна рулетка, а у точці С притиснутий любий предмет з прямокутними гранями. Вертикальність рулетки можна забезпечити будь-яким будівельним рівнем, а грань рулетки, її початок відліку відстаней слід поєднати зі штрихом на конструкції. Не важко побачити, що висота штриха на монтажному горизонті буде рівна висоті репера H_{Rp} , плюс відлік по рейці на цьому репері n і плюс показання ручного далекоміра S . Похибка передачі висоти таким способом не перевищує 3 мм.



Рис. 2. Далекомір Disto classic 5a

Висоти на монтажний горизонт можуть бути передані способом тригонометричного нівелювання з допомогою електронного тахеометра (рис. 3). На рисунку будівельний репер у вигляді ґрунтового знаку та висотою H_{Rp} позначений як Rp .

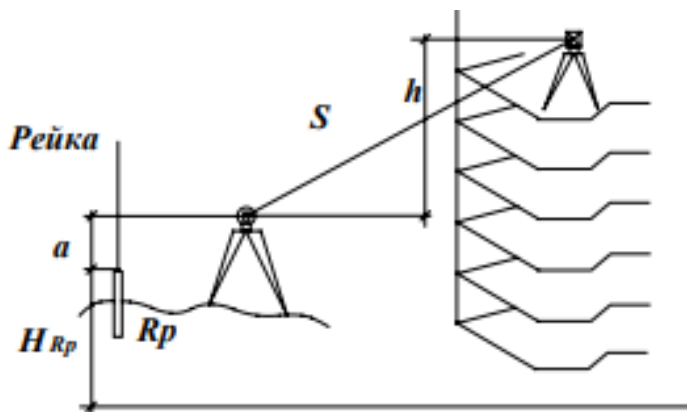


Рис. 3. Передача висот тригонометричним нівелюванням

На репері вертикально встановлена шашкова нівелірна рейка. Між репером і будівельним об'єктом встановлюється електронний тахеометр. На необхідному монтажному горизонті встановлена візирна марка з відбивачем або наклеєною відбивною плівкою (катафот). Відбивну плівку можна наклеїти також на видиму, зручну поверхню будь-якої конструкції. Тут слід зазначити, що за наявності електронного тахеометра з режимом безвідбивного вимірювання відстаней можна було б виміряти висоти будь-якої видимої точки на обраному монтажному горизонті. Однак, оскільки в цьому режимі відстані вимірюються практично в 2 рази грубіше, ніж до відбивача, тому і перевищення і висоти виявляться визначеними з дещо меншою точністю.

Процес вимірювань полягає у взятті відліку по рейці при горизонтальному положенні зорової труби

(позначимо цей відлік як a), далі зорова труба горизонтальною ниткою наводиться на середину відбивача (або плівки), і вмикається режим вимірювань. Якщо h – знайдене з вимірювань перевищення, то висота центру відбивача (або плівки) на монтажному горизонті H_m вираховується простим додаванням:

$$H_m = H_{Rp} + a + h. \quad (1)$$

Подальше закріплення висоти та поширення висот на монтажному горизонті легко виконати звичайним нівеліром з компенсатором.

Нівелір встановлюють «в горизонт» по центру відбивача або плівки. Встановити нівелір «в горизонт» означає, що, оперуючи ніжками штативу, переміщують нівелір по висоті до суміщення горизонтальної нитки сітки з центром відбивача. Доведення виконують підйомними гвинтами. Похибка, з якою буде знайдена висота точки на монтажному горизонті, може бути розрахована на основі формули (1), розкриваючи зміст значення h .

Якщо для обчислення перевищення h вимірювався ухил відстані S та кут ухилу v , то h знаходять за формулою:

$$h = S \cdot \sin v, \quad (2)$$

а середня квадратична помилка вимірюваного перевищення буде дорівнювати

$$m_h^2 = \sin^2 v m_s^2 + S^2 \cos^2 v \frac{m_v^2}{\rho^2}, \quad (3)$$

де m_s та m_v відповідно помилки – вимірювання відстані і кута ухилу.

Зрозуміло, що підсумкова похибка висотного положення репера на монтажному горизонті m_H буде також залежати від сукупної похибки висоти інструмента m_i , яка

включає в себе помилку відліку по рейці та помилку компенсатора кута нахилу осі обертання приладу. Крім того, в кінцевому результаті слід врахувати помилку фіксації точки на монтажному горизонті m_f .

Приймаючи $S = 50$ м, $m_s = 2$ мм, $v = 30^\circ$, $m_v = 10''$, $m_i = 1$ мм, $m_f = 1$ мм, отримаємо шукану помилку $m_H = 2,8$ мм. Інакше кажучи, описані способи цілком взаємозамінні.

Література

1. Пеньков В. О. Інженерна геодезія. Навчальний посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. 87 с.
2. Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Електронні геодезичні прилади: підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів. Частина II. Львів: ІЗМН, 2000. 324 с.

УДК: 528.48

Сухова В., Ткач Д., м. Харків, Україна
(науковий керівник асист. Захарова Е.В.)
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ПОБУДОВА ТОПОПЛАНУ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ТОРОСАД

Топографічні карти в цифровому та електронному вигляді створюються на основі паперових топографічних карт або основних матеріалів геодезичної зйомки [1,2]. Геодезичні дослідження проводяться без використання фотограмметричних матеріалів, як на основі наземних методів, так і на матеріалах, отриманих в результаті наземних фототеодолітів або аерофотозйомки [1, 3].

Побудова топоплану – це багатоступінчастий процес, що складається із значної кількості взаємозалежних операцій, що виконуються на етапі проектування та внутрішньої обробки результатів геодезичних вимірів, що виконуються в ході геодезичних досліджень [4]. Оскільки якість кінцевих результатів моделювання залежить від якості кожного етапу побудови топоплану дуже важливо приділяти увагу всім технологічним процесам, за допомогою яких будується модель [5].

Під поняттям цифрової моделі місцевості зазвичай розуміють набір точок на місцевості, де відомі 3D-координати та використовуються різні кодові позначення [6]. Кодове позначення, що використовується, характеризує зв'язок між відповідними точками цифрової моделі місцевості. Побудова топоплану може здійснюватися з використанням новітніх програмних пакетів "Autodesk Civil3D", "Autodesk Map3D", "MapInfo", "Pythagoras", "Digitals", "GeoniCS", "Topocad" та ін. Для подальших досліджень використано програмний комплекс Topocad, на який надано ліцензію на використання в навчальному і

науково-дослідному напрямку організацією ТОВ «УКРГЕО-ПРОЕКТ МС», яка являється офіційним дилером Adtollo AB на території України.

При цифровому моделюванні земна поверхня повинна бути представлена моделями ситуації і моделями рельєфу, на основі растрової і векторної моделей даних, кожна з яких має переваги, недоліки і область доцільного використання. На основі ЦММ можливо вести чергові плани забудов, формувати дані для кадастрових (землевпорядних, містобудівних та інших) систем, проводити роботи з проектування та моніторингу стану об'єктів і місцевості, використовувати ЦММ в якості основи для побудови карт і планів. Окремою перевагою варто відзначити, що система автоматизованого проектування дозволяє зберігати великі та об'ємні креслення, не використовуючи папір. Також завдяки таким кресленням легко здійснювати пошук та вносити корективи.

Працюючи над великими проектами, де вся інженерна робота починається з вишукувань і закінчується кошторисним розрахунком, підприємства постійно зіштовхуються з необхідністю скорочення термінів розробки. Таке завдання ставлять і замовники та керівництва підприємств. Також завжди хочеться мінімізувати помилки у стиковці технічних рішень суміжних відділів. Наприклад, при розробці будгенплану чи плану земельної ділянки будівництва помилки топографічної основи грають значну роль.

Програмний комплекс Torosad призначений для створення інженерної цифрової моделі місцевості за даними інженерно-геодезичних вишукувань, підготовки цифрових моделей місцевості для подальшого проектування, випуску основ топографічних креслень планів та планшетів.

Сформовані за допомогою системи автоматизованого проектування Torosad матеріали можна використовувати як просторову основу для

геоінформаційних, кадастрових та інших систем різного призначення, ведення великомасштабних чергових планів.

Загальні принципи роботи поширюються на створення та редагування всіх геометричних елементів, визначення планового положення тематичних об'єктів ситуації, побудови елементів поверхні та ін. Для кожного типу елементів призначені свої команди створення, редагування та видалення.

На початку побудови топоплану до програмного комплексу потрібно завантажити вихідні дані, що містять координати, висотні положення та назви точок. Завантажити ці дані можна за допомогою команди імпорту з текстового файлу або безпосередньо з пристроїв. Розташування підпису точки відносно точки, а також висоту тексту і шрифт можна налаштувати через налаштування системи закладка «ІнфоТочки» або «Різне/Налаштування креслення». В результаті вдалого імпорту на робочій області вікна з'являються точки зйомки.

У програмному комплексі Торосад всі дані створюються і зберігаються в різних файлах і можуть бути використані в активному проекті або застосовані до інших проектів. При роботі з певним типом файлів (Кресленик, ЦМР, траса, профілі, хмари точок та інше) програмний комплекс Торосад відображає користувачу тільки ті функції які застосовуються до певного типу файлів, що дозволяє швидше орієнтуватись в структурі програмного комплексу.

Цифрову модель ситуації та цифрову модель рельєфу, як правило, розміщують в одному проекті. Кожен вид ситуаційних об'єктів може бути розміщений в окремих шарах.

Створення точкових умовних знаків, лінійних та плоских об'єктів ситуації виконується зі створенням топографічних об'єктів із застосуванням готового класифікатора, доступного безкоштовно всім користувачам Торосад. Панель «Макрос» в Торосад призначена для складання класифікатора умовних знаків, що дозволяє

спростити та прискорити процес створення топографічних креслень. У випадку складної геометрії ситуаційного об'єкта, коли відсутні прямі методи побудови в групі команд використовується поетапна побудова. Спочатку виконуються геометричні побудови, які реалізуються групою команд меню. Надалі таким геометричним побудовам присвоюється статус об'єктів ситуації та відповідні семантичні властивості.

При створенні креслення або планшета ви можете сформулювати модель креслення і доопрацювати її до необхідної якості. Модель креслення визначається розташуванням шаблону креслення планшета цифрової моделі у плані, після чого вирізається контур. Для протяжних об'єктів можна розміщувати окремі малюнки або аркуші планшетів на всій площі об'єкта.

Креслення, створенні у програмі можна друкувати напряму. Також можна експортувати креслення у форматі DXF CAD або графічний формат (JPG, PDF). Програма також передбачає підготовку планшетів відповідно до нормативних документів.

Відомий своєю надійністю, швидкістю та простотою використання, Torosad став популярним вибором серед професіоналів у галузі будівництва, геодезії та картографії. Він економить час та зусилля при вирішенні складних завдань, забезпечує високу точність та якість результатів. Використання ефективних технологій автоматизованого проектування споруд передбачає наявність цифрової моделі місцевості, що базується на результатах геодезичних вимірів.

Література

1. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії: навчальний посібник. Г.С. Ратушняк. Вінниця: ВДТУ, 2002. 179 с.
2. Островський А.Л. Геодезія. Частина перша. Топографія. А.Л. Островський, О.І. Мороз, З.Р. Тартачинська, І.Ф.

Герасимчук. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2011. 440 с.

3. Сосса Р. І. Топографічне картографування України (1917–1920) /Р. І. Сосса. Київ : Наук. думка, 2014. 384 с
4. Galda, M., Kujawski, E., Przewlocki, S. (2000). Geodezja I miernictwo budowlane. Geodezja, 402 p.
5. Graham , R., Koh, A. Digital Aerial Survey: Theory and Practice. Whittles Publishing. 2002. 440 с.
6. Combination of photogrammetry and terrestrial laserscanning – potentials and limitations : in five parts / T. Luhmann // Modern achievements of geodesic science and industry Collection of scientific papers of Western Geodesic Society of USGC Issue I (25). 2013. Part 1: Overview and performance features p.80–85.

УДК: 528.48

Журавльов Г., Самофал С., м. Харків, Україна

(науковий керівник асист. Захарова Е.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ТОPOCAD

В даний час для створення топографічних планів використовуються спеціалізовані комп'ютерні програми, основними з яких є: nanoCAD Топоплан, AutoCAD, GeoniCS, Topocad [1].

NanoCAD Топоплан – відкрита система. Програма дозволяє самостійно модифікувати та поповнювати класифікатор, а також бібліотеку умовних знаків усіх видів локалізації. На цій основі можна створювати спеціалізовані спрощені системи картографування для певних предметних областей, у тому числі різних видів кадастрових планів (земель, нерухомості, інженерних мереж та ін), знаки – землевпорядні, туристські, військові, геологічні тощо [1].

AutoCAD забезпечує швидко точну генерацію креслення, надає засоби, що дають можливість легко виправляти помилки, що допускаються в ході креслення. Він генерує точні остаточні варіанти креслень, які виглядають ідентично тому, якби це креслення було виготовлено з усією ретельністю вручну. Пакет програм AutoCAD є призначеною для комп'ютера прикладною системою автоматизованого проектування (САПР). Прикладні системи САПР є дуже сильним інструментальним засобом [1].

GeoniCS – програма на платформі AutoCAD, яка дозволяє швидко та якісно створити проект зовнішніх інженерних мереж, топографічний план чи цифрову модель рельєфу, а також виконати розрахунок геодезичних мереж. У модулі «ТОПОПЛАН» виділяють розділ «Рельєф». Цей

розділ призначений для ведення бази точок зйомки проекту та створення тривимірних моделей рельєфу або інших поверхонь, їх відображення та аналізу. Результатом роботи модуля «ТОПОПЛАН» є картовані цифрові моделі місцевості, які можуть використовуватись і в топографії, і в геоінформаційні системи (ГІС), і під час проектування [1].

Torосad – це сучасна програма, призначена для оптимізації процесів обробки результатів геодезичних вимірів, створення цифрової моделі місцевості, отримання топографічних та тематичних планів тощо. Торосad пакет "Проект" містить функцію автоматизованого створення моделі поверхні для інтерполяції горизонталей з кожним кроком. Програма підтримує використання бібліотек стандартних умовних знаків. Користувач має можливість створювати власні символи та типи ліній та поповнювати ними бібліотеку умовних знаків [1].

Системи автоматизованого проектування (САПР) передусім призначені для побудови креслень. Програмні комплекси та продукти дають можливість формувати підсумкову документацію про результати проведення геодезичних, вишукувальних, кадастрових та землепорядних робіт [2, 3].

У кожної програми свої технічні характеристики, особливості та переваги. Це дає можливість порівняти програми та вибрати більш відповідну та інтуїтивно зрозумілу у використанні (табл. 3.1) [3].

Використання різних прикладних систем автоматизованого проектування обумовлено особистими перевагами проектувальника. Всі програми мають схожі функції, але різний інтерфейс та графічну складову даних програмних комплексів [1-3].

Таблиця 1. Аналіз програмних комплексів систем автоматизованого проектування [3]

Програмні комплекси систем автоматизованого проектування	Основні функції	Переваги програм
1	2	3
AutoCAD	1.Планування інфраструктури 2.Створення креслень 3.Випуск документації 4.GPS-зйомка та збір даних	1.Створення 3D об'єктів 2.3D друк 3.Функція масштабування 4.Запис операцій 5.Диспетчер підшивок організує листи креслень, спрощує публікацію
Topocad	1.Обробка геодезичних даних 2.Розроблення креслень	1.Імпорт даних з Leica, Sokkia 2.Функція зберегти вигляд 3.Редагування лінії через координати 4.Вимірювання відстаней, площ 5.Зручна робота із шарами
GeoniCS	1. Розробка топопланів. 2.Планування інженерних мереж 3.Отримання поперечних профілів. 4.Підготовка звітних документів	1.Автоматична генерація віртуальних горизонталей 2.Керована тріангуляція 3.Побудова горизонталів різного ступеня згладженості
NanoCAD Топоплан	1.Розробка топопланів 2.Тасування інженерних мереж 3.Створення поперечних профілів	1.Своє графічне ядро 2.Вбудована база умовних знаків 3.Режим «помічника» 4. Передача готових креслень у інші системи

Програмний комплекс Торосад простий та поширений у використанні. За допомогою Торосад можна креслити з високою точністю, легко вносити коригування, збільшувати та зменшувати масштаб готового креслення, створення із двомірного креслення тривимірну модель об'єкту. Програма скорочує час виготовлення топографічного плану. З часом Торосад постійно покращується і модернізуються можливості для створення креслень.

Література

1. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії: навчальний посібник. Г.С. Ратушняк. Вінниця: ВДТУ, 2002. 179 с.
2. Островський А.Л. Геодезія. Частина перша. Топографія. А.Л. Островський, О.І. Мороз, З.Р. Тартачинська, І.Ф. Герасимчук. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2011. 440 с.
3. Сосса Р. І. Топографічне картографування України (1917–1920) /Р. І. Сосса. Київ : Наук. думка, 2014. 384 с

УДК: 528.48

Рибачук М., м. Харків, Україна

(науковий керівник асист. Захарова Е.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ЗРІВНЮВАННЯ ТЕОДОЛІТНИХ ХОДІВ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ТОРОСАД

Перед початком виконання зрівнювання теодолітних ходів у програмному комплексі Торосад потрібно виконати налаштування проекту – «Home/Project». У вікні «Налаштування проекту» на вкладці «Зйомка» додаємо файл із координатами вихідних точок «*.prp». Для цього натискаємо команду додати «Add». У вікні «Налаштування проекту/Зйомка» буде додано потрібний нам файл, робимо його активним і натискаємо «Застосувати».

Після виконання налаштувань створюємо новий проєкт за допомогою команди «Створити новий документ/Дані зйомки».

Наступним кроком потрібно виконати імпорт вихідних даних – файлу «*.sdr». Для цього виконуємо команду «Імпорт». Для завантаження даних із жорсткого диска ПК потрібно обрати «Завантажити дані з файлу» та натиснути «Так». У вікні відкриття файлу знаходимо необхідний файл, робимо його активним та натискаємо «Відкрити». Після вдалого імпорту маємо результат завантажених даних.

У базовому виконанні Торосад дозволяє виконати роздільне вирівнювання теодолітних ходів. Це означає, що не тільки кожен хід розраховуватиметься окремо від інших, а й кутові та лінійні вимірювання по ходах будуть зрівнятися окремо.

При вирівнюванні ходу програма виконує розрахунок координат точок у прямому напрямі, потім виконує визначення лінійної, кутової та висотної нев'язки

(якщо у налаштуваннях ходу встановлено прапор «просторовий»). Після визначення нев'язок виконується їх розподіл за виконаними вимірами та повторний перерахунок координат точок ходу.

Якщо хід не один, а наступні ходи спираються на попередні, то розрахунок виконується виходячи з наступного припущення: після вирівнювання ходу вирівняні координати точок цього ходу вважаються відомими та безпомилковими.

У завантажених вимірах можна виділити три ходи. На схемі червоним кольором буде виділено точки, координати яких відомі. Синім кольором виділено точки, координати яких потрібно обчислити.

Побудова ходу. Для обчислення координат точок слід почати із зрівнювання першого ходу. Для цього у меню «Зйомка» запускаємо функцію «Хід».

У вікні, що відкрилося, потрібно скласти ланцюжок пунктів, що входять у перший хід. Зверніть увагу на те, що список, який відкрився, необхідно очистити, і при створенні нового списку на першій точці у полі «Назад» має бути обрана остання точка, а на останній точці у полі «Вперед» має бути точка перша. Для підтвердження побудови ходу натискаємо кнопку «Так».

Перед зрівнюванням ходу заходимо у меню «Хід» і активуйте команду «Налаштування». У вікні, що відкрилося, потрібно встановити прапорець «Створити Схему». Для підтвердження побудови ходу натискаємо кнопку «Так».

Після цього активуємо команду «Обчислити» меню «Хід».

Після запуску обчислень виводиться вікно з можливістю встановити параметри зрівнювання. Зокрема, можна вказати спосіб прив'язки:

- висячий;
- обернений висячий;
- координатний;

- обернено координатний;
- повний (але обов'язково з одним примикальним кутом).

У графі «Облік поправок» можна встановити спосіб врахування поправок:

- не враховувати (без поправок);
- розподілити нев'язку тільки у виміряні відстані (лінійний);
- розподілити нев'язку і у відстані, і в кути (довжина).

Прапорець у полі «Просторовий» свідчить про те, що буде також зрівнюватися хід тригонометричного нівелювання.

Координати вихідних точок завантажуються автоматично з pp-файлу.

Якщо наявний замкнений хід, він все одно зрівнюватись він буде як повний. Просто буде дублювання координат вихідних пунктів на початку та наприкінці ходу.

Встановлюємо спосіб прив'язки «Повний», облік поправок «Довжина» і натискаємо кнопку «Обчислити».

Після запуску обчислень відкриється вікно з результатом обчислень по кожній точці. У цьому вікні виводяться:

- зрівняні координати обраної точки ходу;
- «поправки» – різниця між координатами точок з прямого розрахунку і зрівняними координатами;
- розбіжності між виміряними прямо і зворотно відстанями і перевищеннями.

Для точок, координати яких потрібно було обчислити, має бути встановлений прапорець «Додати в PP-файл». У такому разі координати будуть додані в каталог вихідних пунктів. Натискаємо кнопку «Зроблено».

Після натискання цієї кнопки буде сформовано креслення зі схемою ходу. Координати точок буде додано у файл pp.

Для виведення звіту достатньо перебуваючи у файлі даних ходу запустити функцію «Друк» меню «Файл». Заповнення звіту програма виконує за підготовленим заздалегідь шаблоном. Усі шаблони доступні для редагування.

Література

1. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії: навчальний посібник. Г.С. Ратушняк. Вінниця: ВДТУ, 2002. 179 с.
2. Островський А.Л. Геодезія. Частина перша. Топографія. А.Л. Островський, О.І. Мороз, З.Р. Тартачинська, І.Ф. Герасимчук. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2011. 440 с.
3. Сосса Р. І. Топографічне картографування України (1917–1920) /Р. І. Сосса. Київ : Наук. думка, 2014. 384 с

УДК 528.486

Порожняк М.С., Співаков А.М., м. Харків, Україна
(науковий керівник доц. Наливайко Т.А.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ ТА ПОБУДОВИ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ У МІСТІ ХАРКОВІ

Розвиток автоматизованих методів обробки просторової інформації сприяв появі нового підходу до моделювання – цифрового моделювання. Його основним компонентом є цифрова модель місцевості, яка створюється за допомогою різних технологій. Цифрові моделі місцевості створюються на основі інженерно-геодезичних досліджень, які повинні виконуватися згідно з чинною нормативно-правовою базою.

Інженерно-геодезичні дослідження належать до окремого типу геодезичних робіт, головною метою яких є отримання повних і достовірних топографо-геодезичних даних та інформації про ситуацію і рельєф місцевості в зоні проведення робіт [1]. Виконання таких досліджень має відповідати вимогам Закону України про топографо-геодезичну і картографічну діяльність, а також інших нормативно-правових актів, чинних на території України. Основою нормативно-правових документів, які впорядковують порядок, склад та зміст проведення інженерно-геодезичних вишукувань в Україні є [2]:

– закон України «Про архітектурну діяльність» від 20.05.1999 № 687-XIV;

– закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 27.07.2013 № 353-XIV;

– закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» від 17.02.2011 № 3038-VI;

– закон України «Про внесення змін до законодавчих актів України з питань регулювання містобудівної діяльності» від 20.11.2012 № 5496-VI;

– закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» від 13.12.1991 № 1977-XII;

– ДБН А.3.1-5 Організація будівельного виробництва;

– ДБН В.1.3-2 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві;

– ГКНТА-2.04-02 Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500;

– ДБН А.2.1-1 Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва.

Цифрова модель місцевості визначається як сукупність точок на місцевості, для яких відомі тривимірні координати та використані відповідні кодові позначення [3]. Ці позначення відображають взаємозв'язок між точками цифрової моделі місцевості.

Інженерно-геодезичні вишукування, які проводяться для складання цифрової моделі місцевості (з метою подальшою розробкою проектних рішень ремонту або нового будівництва штучних споруд) виконують у підготовчій, польовий та камеральний етапи.

На стадії підготовчого етапу інженерно-геодезичних вишукувань виконують [4]:

– дослідження та аналіз матеріалів розроблених на стадії техніко-економічного обґрунтування;

– складання програми виконання польових інженерно-геодезичних вишукувань;

– оформлення дозвільних документів на виконання вишукувань;

– організацію польових інженерно-геодезичних вишукувань.

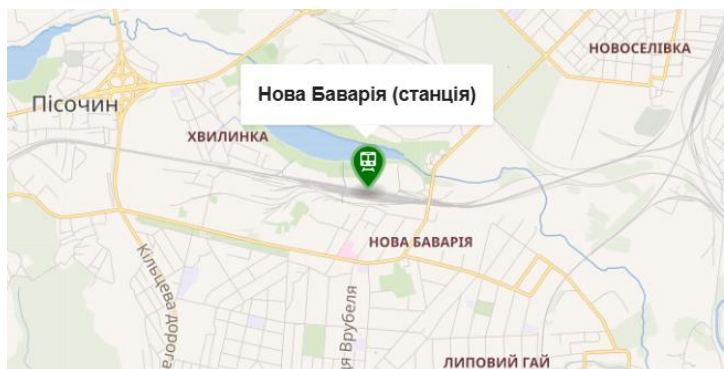
На стадії польового етапу інженерно-геодезичних вишукувань виконують [3]:

- побудову опорної та знімальної інженерно-геодезичної мережі;
- геодезичне знімання елементів ситуації і рельєфу місцевості на ділянці вишукувань;
- геодезичну зйомку наявних комунікацій.

На стадії камерального етапу інженерно-геодезичних вишукувань виконують [3]:

- обробку отриманих в результаті знімання матеріалів;
- побудову цифрової моделі місцевості;
- складання звітної документації.

Виконання інженерно-геодезичних вишукувань та побудови цифрової моделі місцевості розглянемо на прикладі залізничної станції Нова Баварія у місті Харкові, рисунок 1, рисунок 2.



**Рис. 1. Розташування залізничної станції
Нова Баварія**



Рис. 2. Вокзал станції Нова Баварія

Інженерно-геодезичні вишукування виконані в УСК-2000 (місцевій системі координат Харківської області – МСК-63). Система висот – Балтійська 1977 року.

Топографічні зйомки місцевості класифікують за обсягом та характером отримання даних, за використаними способам вимірювання, за використаними під час вимірювання інструментами. За характером і обсягом отримання даних зйомки поділяються на горизонтальні або контурні, вертикальні або висотні і горизонтально-вертикальні [5]. Горизонтальні або контурні зйомки дозволяють скласти план ділянки місцевості тільки з зображенням контурів місцевих предметів. Вертикальні або висотні зйомки дозволяють складати план ділянки місцевості із зображенням лише рельєфу місцевості в горизонталях або позначках. Горизонтально-вертикальні топографічні зйомки дозволяють складати план ділянки місцевості одночасно з зображенням контурів місцевих предметів та рельєфу місцевості. Схему планового обґрунтування наведено на рисунку 3.

Камеральну обробку результатів інженерно-геодезичних вишукувань виконано в програмному

комплексі Trimble Business Centre. Програмний комплекс Trimble Business Centre призначено для автоматизації камеральної обробки польових інженерно-геодезичних даних і вимірювань, виконаних з використанням глобальних навігаційних супутникових систем і цифрових нівелірів, а також традиційних засобів координатних визначень (тахеометри, далекоміри тощо) [6].

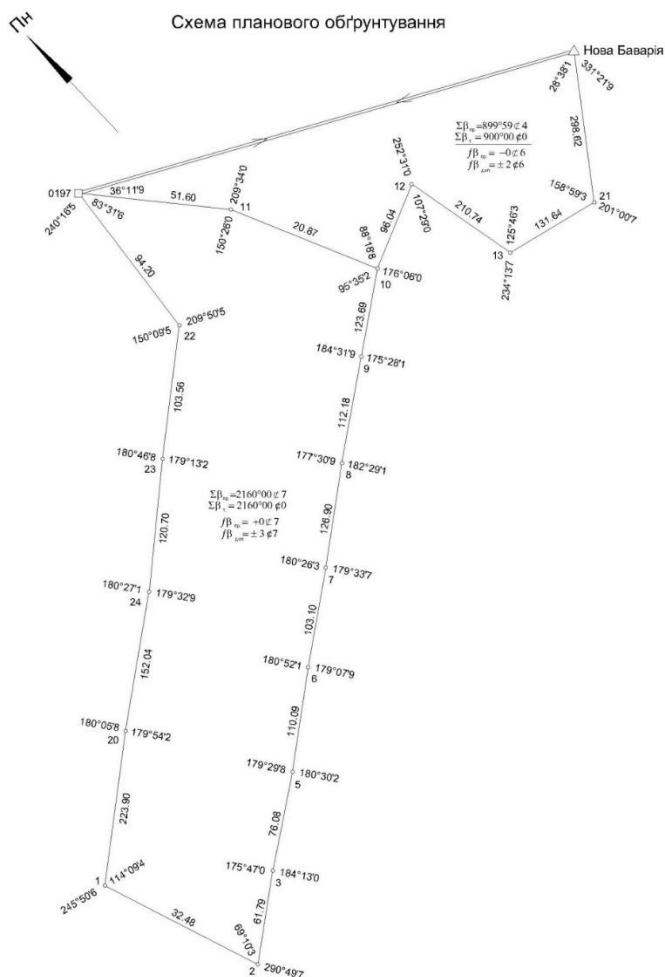


Рис. 3. Схема планового обґрунтування

Обробка результатів вимірювань складається з наступних етапів [13]:

- попередня обробка вимірювань, що передбачає врахування різних поправок (атмосферних, за вплив кривизни Землі і рефракції);

- редукування напрямків і ліній на еліпсоїд;

- облік аномалій висот геоїда (модель EGM2008) в супутникових висотних вимірах;

- врівноваження планових і висотних геодезичних мереж різних форм і методів створення (лінійно-кутових мереж, полігонометрії, систем ходів геометричного і тригонометричного нівелювання), що виконується параметричним способом по методу найменших квадратів;

- врівноваження геодезичних побудов з урахуванням помилок вихідних даних;

- виявлення, локалізація і нейтралізація грубих помилок у вихідних даних, лінійних, кутових вимірах і нівелюванні в автоматичному режимі (L1-аналіз) і за допомогою інтерактивних дій (трасування);

- автоматичний пошук помилок вимірювань (автоматизація методу трасування);

- пошук грубих помилок вихідних даних методом послідовного виключення;

- поетапне і спільне зрівнювання багато рангових мереж;

- спільне зрівнювання наземних вимірювань і мереж глобальних навігаційних супутникових систем;

- розгорнута оцінка точності, повна статистична оцінка якості вимірювань і результатів зрівнювання;

- розрахунок параметрів і аналіз якості координат вихідних пунктів;

- створення, використання в розрахунках і експорт регіональної моделі геоїда;

- проектування опорних геодезичних мереж (в тому числі з урахуванням помилок вихідних пунктів), вибір

оптимальної схеми мережі, необхідних і достатніх вимірювань, підбір точності вимірювань;

- встановлення балансу кутових і лінійних вимірювань при зрівнянні мережі;

- перетворення координат Гельмерта, афінні перетворення координат, перерахунок координат з прямокутних в геодезичні;

- розрахунок зворотних геодезичних завдань в різних видах з видачею відомостей;

- обробка тахеометричної зйомки з формуванням точкових, лінійних і площинних тематичних об'єктів і їх атрибутів за даними польового кодування;

- інтерактивне формування точкових, лінійних і площинних тематичних об'єктів і їх атрибутів за даними польових абрисів – створення цифрової моделі ситуації;

- інженерно-геодезичні розрахунки і побудови (обмір, створ-перпендикуляр, лінійні зарубки з розрахунком середньо квадратичної похибки, сітка точок тощо);

- побудова поверхні і її редагування, а також можливість графічного відображення результатів зрівнювання.

Приклад результатів побудови цифрової моделі місцевості залізничної станції наведено на рисунку 4.

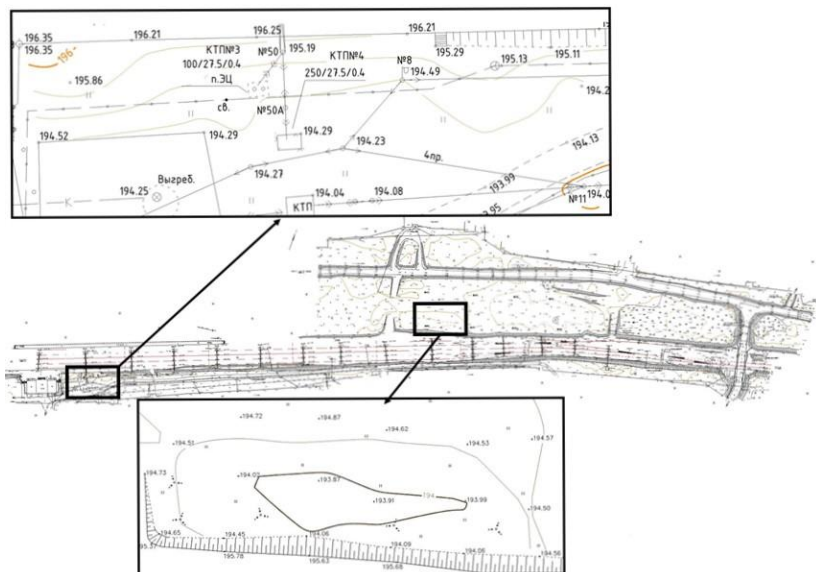


Рис.4. Приклад побудови цифрової моделі місцевості ділянки залізничної станції

Література

1. Ратушняк Г.С. Інженерні вишукування. Навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, О.Д. Панкевич, О.Г. Лялюк. Вінниця : ВНТУ, 2009. 150 с.
2. Казаченко Л.М. Нормативно-правове забезпечення професійної діяльності : навч. посібник / Л.М. Казаченко, А.Г. Батракова, В.М. Ряпухін, Н.О. Арсеньєва. Харків : ХНАДУ, 2019. 120 с.
3. Сучасні геоінформаційні та комп'ютерно-інноваційні технології геодезичного супроводу дорожньо-будівельної галузі та землевпорядкування: колективна монографія. Харків: ХНАДУ. 2023. 342 с.
4. ДБН А.2.1-1:2008. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва [Чинний від 2008–07–01]. Київ, 2008. 72 с. (Національний стандарт України).

5. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії. Навчальний посібник. Київ : Центр навч. літератури, 2003. 208 с.

6. Trimble Business Center. Керівництво користувача. Версія 2.00. Київ : СТП, 2018. 625 с.

ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ

Мостові переходи представляють собою штучні інженерні споруди у місцях перетину автомобільних доріг з водотоками, ущелинами, ярами. Сучасне будівництво мостових переходів неможливо уявити без інженерно-геодезичних робіт, оскільки перенесення проекту в натуру вимагає виконання вимірювань і побудов у горизонтальній і вертикальній площинах з високою точністю.

Основними складовими геодезичного забезпечення проектних та будівельних робіт при будівництві мостових переходів є [1]:

- інженерно-геодезичні вишукування, що проводяться з метою отримання геодезичних даних на стадії проектування споруди;

- геодезичні роботи щодо виносу і закріплення на місцевості основних осей і границь споруди відповідно до проекту;

- контроль за забезпеченням геометричних форм і розмірів елементів споруди на стадії будівництва;

- визначення відхилень побудованих елементів споруди від проектних, спостереження за деформаціями споруди.

До основних інженерно-геодезичних робіт, що забезпечують будівництво мостового переходу, відносяться [1]:

- обґрунтування місця будівництва мостового переходу;

- зйомка місцевості в районі будівництва і рельєфу дна водотоку;
- створення планової і висотної геодезичних розмічувальних мереж;
- розмічування центрів і осей берегових підвалин і руслових опор;
- детальне розмічування тіла опор;
- контроль за зведенням опор і виконавча зйомка після їх зведення;
- розмічування регуляційних і берегоукріплювальних споруд і контроль за їх зведенням;
- геодезичні роботи і виконавча зйомка монтажу прольотних будов;
- вимірювання деформацій прольотних будов під час випробувань моста;
- спостереження за осіданням і креном опор і деформаціями прольотних будов у процесі будівництва і при експлуатації моста;
- розмічування допоміжних споруд (будівель, причалів, тощо).

Для забезпечення безпечної експлуатації мостів після завершення їх будівництва і протягом всього часу експлуатації виконують спостереження за осадкою, горизонтальним зміщенням і креном опор і деформаціями прольотних будов.

Вимірювання осадки і прогинів прольотних будов здійснюють шляхом періодичного повторного нівелювання марок, встановлених на опорах і прольотних будовах. Вихідними пунктами для нівелювання є берегові реperi. Як вихідні можна використовувати також реperi висотної розмічувальної мережі за умови їх стабільності і непорушності. Для перевірки останньої умови використовують так званий груповий репер, який являє собою три надійно закріплених поруч реperi. При нівелюванні спостерігають марки, закладені у тіло опори, і болти або штирі зі сферичною головкою у вузлах і

елементах прольотних будов. На опорі зазвичай розміщують від трьох до чотирьох марок за периметром і на підферменних майданчиках. У будівельний період достатнім є виконання вимірювання осадки один раз на місяць. Потім, у міру стабілізації осадки, цей інтервал збільшують до чотирьох-шести місяців. Спостерігати за осадкою опор необхідно також після весняного і осіннього паводку, а на замерзаючих річках – після льодоходу.

Література

1. Батракова А.Г. Інженерно-геодезичний моніторинг і контроль в будівництві, Ч. I / Батракова А.Г., Кузьмін В.І. // Геодезичні роботи при будівництві мостових переходів : навч.посіб. Харків : ХНАДУ, 2018. 116 с.

УДК 528.486

Кочерга М.А., Чумак М.К., м. Харків, Україна
(науковий керівник проф. Батракова А.Г.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Геодезичні роботи є ключовою складовою технологічного процесу будівництва і належать до основних видів діяльності. Від якості геодезичного супроводу проєктування та будівництва автомобільних доріг і штучних споруд залежить ефективність дорожньо-будівельних робіт та техніко-економічні показники доріг. Усі геодезичні роботи під час будівництва доріг та споруд повинні виконуватися за єдиним графіком, узгодженим із термінами та технологією виконання загально-будівельних, монтажних і спеціальних робіт. Ці роботи мають забезпечувати точність і відповідність геометричним параметрам при розміщенні та зведенні об'єктів. Тому всі етапи вишукувальних, проєктних і будівельних робіт, пов'язаних із геодезичним забезпеченням дорожнього будівництва, слід чітко нормувати.

Загальні вимоги до проєктування, виконання та приймання геодезичних робіт, що здійснюються під час будівництва, реконструкції та технічного переоснащення об'єктів будь-якого призначення, викладені у нормах ДБН В.1.3-2 [1]. Ці норми регламентують побудову геодезичної розмічувальної мережі для будівництва, розмічувальні роботи в процесі будівництва, геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель (споруд) та виконавче геодезичне знімання, геодезичний моніторинг будівель (споруд).

Алгоритм геодезичного забезпечення у будівництві викладений у ДБН В.1.3-2 [1] не передбачає нормування комплексу організаційних, технологічних, технічних та інших заходів спрямованих на забезпечення відповідності точності геометричних параметрів об'єктів дорожнього будівництва вимогам проєктної та нормативної документації.

Національний стандарт ДСТУ-Н Б В.2.3-32 [2] встановлює технічні вимоги до геодезичного забезпечення розбивочних робіт при будівництві земляного полотна автомобільних доріг. Метою розбивочних робіт є перенос на місцевість усіх елементів автомобільної дороги та штучних споруд у повній відповідності з проєктними даними. Розмічувальні роботи складаються з відновлення траси, розвитку опорної мережі вишукувань дороги, перенесення проєктів споруджень на місцевість, детального розмічування споруд, геодезичного управління роботою будівельних механізмів, геодезичного контролю за виконанням будівельних робіт та виконавчих зйомок завершених споруд або їх елементів.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.2.3-32 [2] планові координати точок всієї траси автомобільної дороги необхідно визначати в єдиній системі координат, а відмітки висот в єдиній системі висот.

Геодезичною розмічувальною мережею, для зведення земляного полотна автомобільних доріг, є пункти і знаки, які виносять на місцевість:

- не рідше ніж через 1000 м для знаків, якими закріплюють вершини кутів поворотів і головні точки кривих, а також точки на прямих ділянках траси;

- не рідше ніж через 2000 м для реперів вздовж траси.

Для штучних споруд у вигляді мостів і труб геодезичну розмічувальну мережу створюють згідно з ДБН В.2.3-14 [3].

Основні знаки і репери повинні мати надійну конструкцію у вигляді стовпів або паль згідно з ДБН В.1.3-2 [1]. У міських умовах використовують металеві знаки промислового виготовлення із закріпленням їх в кам'яних стінах або дорожніх покриттях.

При винесенні проектних точок в натуру похибки не повинні перевищувати:

- при визначенні кутових нев'язок теодолітного ходу:

$$f = n - 2 \times \sqrt{n}, \quad (1)$$

де n – кількість виміряних кутів;

- 1:2000 при визначенні довжини траси;

- при визначенні відміток реперів вздовж траси:

$$50 \times \sqrt{L}, \quad (2)$$

де L – довжина ходу нівелювання, км.

Перед виконанням робіт з зведення земляного полотна, згідно з ДСТУ-Н Б В.2.3-32 [2], здійснюють деталізацію геодезичної розмічувальної мережі в такому складі:

- винесення на межі смуги відведення всіх пунктів геодезичної розмічувальної мережі;

- розбиття по трасі всіх пікетів і плюсових точок з винесенням на межу смуги відведення;

- встановлення додаткових реперів (на пересіченій місцевості, на ділянках комплексів будівель і споруд дорожньої і автотранспортної служб, біля насипів і виїмок висотою і глибиною понад 3,0 м відповідно, біля штучних споруд);

- розбиття кривих у плані з винесенням і закріпленням проміжних точок.

Строки виконання повного розмічування траси повинні забезпечувати встановлені темпи земляних робіт.

На території населених пунктів розмічування траси доцільно виконувати безпосередньо перед початком земляних робіт.

При зведенні земляного полотна автомобільних доріг пікети розмічувальної мережі виносять під прямим кутом до осі траси і закріплюють стовпами. Виносні пікетні стовпи встановлюють на межі смуги відведення, але не ближче 5,0 м від зовнішньої брівки водовідвідної канами, резерву тощо. Додаткові реperi встановлюють у характерних точках рельєфу за межами смуги відведення і зони виконання робіт. Конструкція додаткового репера може бути аналогічна конструкції пікетного стовпа. Місце встановлення рейки обов'язково повинно бути позначене. Як реperi можна використовувати постійно і надійно закріплені місцеві предмети (валуни, скельові виступи, цоколі будівель з відповідним позначення маркування і місця встановлення рейки).

Згідно з ДСТУ 9154 [3] в основі організації розбивочних робіт необхідно використовувати принцип «від загального до часткового», при якому дані роботи виконуються з точок траси або опорної мережі при постійному їх контролі. Технологія розбивочних робіт повинна забезпечувати задану точність, надійність, простоту виконання та максимальну продуктивність праці. Детальній розбивці підлягають усі основні елементи земляного полотна, штучних споруд, основи та покриття дорожнього одягу, віражі та відгони віражу, розширення на кривій, з'їзди та перетини, автобусні зупинки, спеціальні інженерні споруди (підпірні стінки, банкети, споруди протилавинного захисту та ін.). В якості вихідної документації для розмічувальних робіт використовують: відомості прямих, колових та перехідних кривих, закріплення траси і реперів, план траси, поздовжній профіль з проектними даними, графік розподілу земляних мас і смуг відводу, поперечні профілі земляного полотна індивідуального проектування та прив'язку типових

профілів до пікетажу, відомості і креслення комунікацій, матеріали і креслення погодження вишукувальних і проектних матеріалів з зацікавленими організаціями та ін. При виносі проекту дороги на місцевість виконують [3, 4]:

- відновлення траси та втрачених знаків її закріплення;

- виділення точок нульових робіт, прямих і кривих ділянок траси, місць розміщення насипів, виїмок, труб, мостів, шляхопроводів, спеціальних споруд, тунелів, швидкотоків, підпірних стінок, визначення положення усіх основних елементів перетинів з підземними і надземними комунікаціями, що підлягають перебудові.

Відповідно до ДСТУ 9154 [3] розбивочні роботи поділяють на декілька етапів. На першому етапі на основі прив'язки і закріплення траси і осей спорудження до опорної мережі встановлюють і закріплюють знаками положення головних осей споруджень та згущують опорну мережу будівництва. На другому етапі виконують детальну розбивку спорудження з розміщенням площин, ліній і точок окремих елементів споруджень, встановлюють і контролюють взаємозв'язок між окремими елементами спорудження. На третьому етапі здійснюють геодезичне управління роботою механізмів в процесі монтажу або будівництва елемента спорудження. На четвертому етапі виконують остаточну розбивку елементів спорудження для оздоблювальних робіт і завершення монтажних робіт з установкою і закріпленням технологічного обладнання, передбаченого проектом. На п'ятому, завершальному, етапі виконують виконавчу зйомку побудованої споруди. В межах кожного етапу постійно контролюють як геодезичний розбивочний процес, так і результати виконаних будівельно-монтажних робіт. Контроль виконують з точок геодезичної опорної мережі будівництва або з вихідних точок геодезичного управління роботою механізмів.

При розбивці споруд використовують способи: прямокутних або полярних координат, прямої або зворотної кутової зарубки, лінійної або створної зарубки та ін. Вибір способів розбивки виконується на основі детального вивчення проекту, ознайомлення з опорною мережею будівництва та місцевістю розміщення будівництва.

Склад геодезичних робіт, що виконуються при будівництві мостів і труб визначається ДСТУ-Н Б В.2.3-34 [5] та складається з:

- створення геодезичної розмічувальної основи для будівництва;

- розмічувальних робіт на будівельному майданчику окремих споруд (опор) і тимчасових будівель та споруд (за їх наявності);

- детальних розмічувальних робіт і геодезичному контролю точності геометричних параметрів;

- виконавчої зйомки із складанням виконавчої геодезичної документації споруди, яка зводиться.

Геодезична розмічувальна основа для будівництва моста (труби) має забезпечувати [5]:

- задану точність розмічування, зведення і контролю робіт на всіх етапах будівництва;

- максимальні зручності для розмічування і контролю положення центрів опор;

- збереженість пунктів геодезичної розмічувальної основи в процесі будівництва і після його завершення для використання їх при експлуатації споруди;

- можливість розвитку мережі пунктів геодезичної розмічувальної основи в процесі будівництва;

- закладення (за необхідності) нових пунктів після завершення земляних робіт у заплавній частині або спорудження нових півострівців і острівців у русловій частині.

Геодезична розбивна основа для будівництва мостів повинна мати [5]:

– пункти мостової триангуляції, трилатерації або лінійно-кутових мереж (для моста завдовжки понад 300 м, вантового моста, моста на кривій, а також моста з опорами заввишки понад 15 м);

– висотні репери (марки);

– пункти позначення поздовжньої осі моста;

– пункти позначення допоміжної осі, паралельної головній осі, у випадку будівництва моста, що перетинає ділянки заплави більше 100 м, за складних умов будівництва моста (природних або пов'язаних з існуючою забудовою ділянки робіт) та у випадку, коли пункти основи можуть бути пошкоджені під час будівництва;

– вісь траси на підході до моста у випадку, якщо підходи входять за проектом до складу моста;

– осі заплавних опор моста завдовжки більше ніж 100 м, вантового моста, моста на кривій, а також моста з опорами заввишки більше ніж 15 м;

– пункти, з яких можна здійснювати розбивання центрів опор та контроль за їх положенням під час будівництва.

Вісь моста, який розташовано на кривій, позначають у напрямку хорди, що з'єднує початок та кінець моста. Якщо руслова ділянка моста розташована на прямій, а заплавні естакади на кривій, криволінійні ділянки моста слід позначати лінією тангенсів. Якщо вісь моста перетинає острів, на ньому додатково встановлюють не менш ніж один пункт планової геодезичної розбивної основи на осі моста та один висотний репер [5].

У процесі будівництва мостів стежать за зберіганням і стійкістю знаків геодезичної розбивної основи і контролюють їх положення за допомогою інструментів не менше двох разів на рік (у весняний і осінньо-зимовий період). У разі порушення зберігання стійкості знаків їх необхідно своєчасно відновити. Знаки закопують в ґрунт на 0,5 м нижче глибини промерзання з виступом над поверхнею землі на 0,3 м. Кожну осьову лінію позначають

чотирма стовпами по два з кожного боку від опори. Положення точок перетину поперечних осей фундаментів опор з віссю траси визначають двократним виміром від найближчого пікетного стовпа. Виміри для всіх опор проводять від одного й того ж пікету [5].

Література

1. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві геодезичні роботи у будівництві. [Чинний від 2010–09–01]. Київ, 2010. 74 с. (Національний стандарт України).

2. ДСТУ-Н Б В.2.3-32: 2016. Настанова з улаштування земляного полотна автомобільних доріг. [Чинний від 2017–01–01]. Київ, 2010. 98 с. (Національний стандарт України).

3. ДСТУ 9154:2021. Настанова з виконання геодезичних робіт у дорожньому будівництві. [Чинний від 2022–09–01]. Київ, 2022. 68 с. (Національний стандарт України).

4. Посібник до ДСТУ 9154:2021. Настанова з виконання геодезичних робіт у дорожньому будівництві. Київ : Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України, 2024. 142 с. (Посібник).

5. ДСТУ-Н Б В.2.3-34:2016. Настанова з виконання робіт при будівництві мостів та труб. [Чинний від 2017–01–01]. Київ, 2016. 92 с. (Національний стандарт України).

УДК 528.486

Мазурець Д.О., м. Харків, Україна

(науковий керівник доц. Дорожко Є.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТАХЕОМЕТРІВ ТА ОПИС ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ

Електронний тахеометр поєднує в собі функції теодоліту (прилад для вимірювання кутів) і далекоміра (прилад для вимірювання відстаней). Тахеометр обладнаний електронікою для автоматичного вимірювання кутів та відстаней, збереження даних і обчислення результатів. Електронний тахеометр значно полегшує і прискорює вимірювальні роботи, порівняно з традиційними оптичними теодолітами та лазерними далекомірами. Він може використовуватись для вимірювання великих відстаней, висот будівель, створення цифрових моделей рельєфу території та багатьох інших геодезичних завдань.

Деякі електронні тахеометри також мають можливість використання бездротових технологій, таких як Bluetooth, для безпосереднього передавання даних на комп'ютер або мобільний пристрій для подальшої обробки і аналізу.

Електронні тахеометри фірми Sokkia. Раніше, електронні тахеометри Sokkia були оснащені інфрачервоним далекоміром, який мав невидимий промінь і вимірював відстань до цілей, використовуючи призмові або плівкові відбивачі. Але починаючи з 2003 року, Sokkia почала випускати електронні тахеометри з безвідбивачевим лазерним далекоміром, який використовував видимий промінь і мав технологію RED-tech. Ці нові далекоміри мали найвищу швидкість і точність вимірювань. Завдяки вузькому лазерному променю, вони дозволяли вимірювати відстані до дрібних об'єктів (наприклад, кути будівель,

електричні дроти, ізолятори) навіть при великих кутах падіння променю на відбивну поверхню (наприклад, при зйомці каналізаційних люків) або при перешкодах (таких як огорожі з сітки, невеликі гілки та листя дерев). Крім того, лазерний віддалемір мав значно більшу дальність вимірювань (в 2,5-3 рази) по відношенню до інфрачервоного віддалеміра, коли використовувалися традиційні призмові або плівкові відбивачі.

Нові електронні тахеометри Sokkia серій CX та FX (рис. 1) мають покращений безвідбивачевий лазерний віддалемір з використанням оновленої технології RED-tech.



а



б

Рис. 1. а (Sokkia CX-106), б (Sokkia FX-105)

Для високоточних моделей, таких як NET05X, NET05AX та NET1AX, а також тахеометрів серії X, використовується ще потужніший безвідбивачевий лазерний віддалемір з технологією RED-tech EX. Починаючи з кінця 2010 року, в безвідбивних далекомірах електронних тахеометрів серії SRX, була впроваджена нова технологія RED-tech 800. Ця технологія ще більш удосконалила можливості вимірювань відстаней. Крім того, тахеометри серії SX і DX мають здатність вимірювати відстані в безвідбивному режимі до 1 000 метрів (рис. 2).



Рис. 2. Високоточний електронний тахеометр

Всі сучасні електронні тахеометри Sokkia мають:

- зорову трубу прямого зображення і високого розрішення, яка допускає поворот через zenit і надир, що суттєво полегшує наведення на ціль;
- підсвічування сітки ниток і клавіатури;
- двовісний рідинний компенсатор, який дає можливість корегувати вплив відхилення інструменту по осям X і Y, який разом з програмою врахування обліку колімаційної помилки забезпечує точні кутові вимірювання;
- комунікаційний порт RS232 для підключення комунікаційного кабелю;
- порт для підключення зовнішнього джерела живлення (моделі FX-101 і FX-102, а також CX-102 і низькотемпературні моделі).

Для обміну даними між внутрішньою пам'яттю електронного тахеометра або контролера і персональним комп'ютером використовується комунікаційне програмне забезпечення, яке інсталується в комп'ютер. За його допомогою можна здійснювати імпорту даних з електронного тахеометра, GPS приймача, цифрового нівеліра, контролера-накопичувача або карти пам'яті в

комп'ютер, а також експорт даних з комп'ютера в пам'ять електронного інструмента/пристрою.

Електронні тахеометри фірми Leica. Компанія Leica Geosystems пропонує різновидні моделі електронних тахеометрів, такі як серії FlexLine, Viva та iCON. Тахеометри серії FlexLine є особливо популярними серед користувачів і відомі своєю механічною конструкцією. Вони призначені для виконання різноманітних геодезичних робіт, які вимагають середньої та високої точності вимірювань. Тахеометри цієї серії широко використовуються в кадастрових роботах, топографічній зйомці, будівництві та інших галузях (рис. 3).



Рис. 3. Тахеометр LEICA FLEXLINE TS03 2" R500

Електронні тахеометри серії iCON спеціально розроблені для співробітництва з геодезичними системами. Особливість цієї серії полягає у їхній здатності працювати в комбінації з GPS/GNSS приймачами, що дозволяє вирішувати завдання високоточної прив'язки (рис. 4).



Рис. 4. Будівельний тахеометр LEICA ICON ICB70

Зокрема, тахеометри Leica FlexLine TS10 є найбільш передовими моделями серед традиційних механічних тахеометрів Leica. Вони володіють високою точністю та також можуть використовуватися для інтеграції з GPS/GNSS приймачами у системі спільного використання. Це дає можливість вирішувати завдання, які потребують високої точності при прив'язці (рис. 5).



Рис. 5. Механічний тахеометр Leica FlexLine TS10

В результаті проведеного огляду тахеометрів виявлено, що тахеометри від Sokkia та Leica є потужними інструментами для геодезичних робіт і позиціонування. Кожна з фірм пропонує широкий спектр моделей з різними характеристиками та функціональністю.

Тахеометри від Sokkia відомі своєю високою точністю і надійністю. Вони часто мають компактний дизайн та легкість в експлуатації, що дозволяє зручно використовувати їх. Тахеометри від Leica також відомі своєю високою якістю та точністю. Вони відрізняються широким спектром функцій і можливостей, що дозволяють виконувати різноманітні завдання геодезичного виміру. Тахеометри від Sokkia та Leica є високоякісними інструментами для геодезичних робіт і позиціонування. Вибір певної фірми та моделі залежить від конкретних потреб проекту, бюджету та вимог до точності та функціоналу.

Література

1. Ратушняк Г.С. Інженерні вишукування. Навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, О.Д. Панкевич, О.Г. Лялюк. Вінниця : ВНТУ, 2009. 150 с.

2. Казаченко Л.М. Нормативно-правове забезпечення професійної діяльності : навч. посібник / Л.М. Казаченко, А.Г. Батракова, В.М. Ряпухін, Н.О. Арсеньєва. Харків : ХНАДУ, 2019. 120 с.

3. Сучасні геоінформаційні та комп'ютерно-інноваційні технології геодезичного супроводу дорожньо-будівельної галузі та землевпорядкування: колективна монографія. Харків: ХНАДУ. 2023. 342 с.

4. ДБН А.2.1-1:2008. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва [Чинний від 2008–07–01]. Київ, 2008. 72 с. (Національний стандарт України).

УДК 528.486

Макієнко Д.Ю., Москальова Н.М., Пономаренко А.Г.

м. Харків, Україна

(науковий керівник доц. Дорожко Є.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ ДІЛЯНКИ СКЛАДУ МАТЕРІАЛІВ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДУ У ЧУГУЇВСЬКОМУ РАЙОНІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Об'єктом дослідження є поетапний процес реалізації виконавчої зйомки штабелю з гранітного каменю з визначенням об'єму та розміру на базі обробки вихідних даних проведеного геодезичного вимірювання за допомогою програмного забезпечення Autodesk Civil 3D. Мета роботи – аналіз ознайомлення з нормативно-правовим забезпечення та супроводом у складі комплексу інженерно-геодезичних робіт, побудова картограми штабелю з гранітного каменю, обробка вихідних даних для підрахування обігу будівельного матеріалу розмірностей та об'єму зберігання матеріалу, порівняння різних програмних комплексів та обробка результату на базі програмного забезпечення з подальшим оформленням виконавчої документації згідно встановлених норм і точності геометричних параметрів у супроводі будівництва та процесах будівництва. Для досягнення мети виконані наступні задачі:

- визначено склад нормативно-правового забезпечення процесу інженерно-геодезичних робіт;
- виконано топографо-геодезичну зйомку ділянки складу матеріалів за допомогою електронно-оптичного тахеометра на базі встановлених опорних точок винесеними за допомогою GPS-приймача;

– побудовано поверхню виконавчої зйомки з підрахунком загальної кількості об'єму та розмірностей штабелю щебню на базі складу будівельних матеріалів Харківської області.

Роботи з будівництва автомобільних робіт, експлуатації, ремонту та реконструкції повинні підпорядковуватися дійсними правилами, вимогами, контролю, нормативів та стандартів України. Основні чинні нормативні документи з будівництва автомобільних доріг здійснюються згідно Державним будівельним нормам України [5]. Поділ на упорядкування нормативних документів за національними стандартами (ДСТУ), Державні будівельні норми (ДБН) та інші. Перелік підпорядкованих з охопленням багатьох процесів будівництва є з основних чинних нормативних документів, які є:

- ДБН А.2.1-1 Вишукування, проектування і територіальна діяльність;

- ДБН А.3.1-5 Організація будівельного виробництва;

- ДБН В.1.3-2 Геодезичні роботи в будівництві;

- ДБН В.2.3-4 Автомобільні дороги;

- ДСТУ 9154 Настанова з виконання геодезичних робіт у дорожньому будівництві;

- ДБН А.2.2-3 Склад та зміст проектної документації на будівництво.

Ділянкою дослідження є об'єкт асфальтобетонного заводу з існуючим штабелем, що знаходиться у Харківській області, селище Слобожанське, Чугуївський район, рисунок 1.



Рис. 1. Схема розташування об'єкта вишукувань

З загальним порівнянням електронно-оптичних приладів з достатньою та оптимальною для зйомки штабелю дальністю вимірювання на відбивач (призма), кутовою точністю, довго тривалістю активної роботи батареї, кратності оптичного візира, класу захисту прибору та температурою роботи під час різних кліматичних умовах, операційної системи функціональних можливостей, яка дозволяє виконувати основні потреби щодо вишукувань, веденню кожного етапу ділянки будівництва, моніторингу та контролю влаштованих елементів споруди, несучих конструкцій інженерної споруди, лінійних об'єктів будівництва, та інших супутніх показників функціонального наповнення приладу для відтворення запитуваних задач зйомки штабелю геодезичних робіт було обрано електронно-оптичний тахеометр SOKKIA IM-55.

Перед початком влаштування тимчасових реперів на місцевості, потрібно оцінити ділянку зйомки штабелю, визначитися із місце розташуванням реперів на ділянці. Вони повинні мати таке положення, щоб у подальшому було зручно роботи засіки ув'язки мінімум трьох точок

тахеометром без перешкод, тобто на що будуть лягати точки зйомки штабелю. Скористаємося проектним абрисом планування штабелю та позначимо видимі один для одного положення майбутніх реперів, рисунок 2.

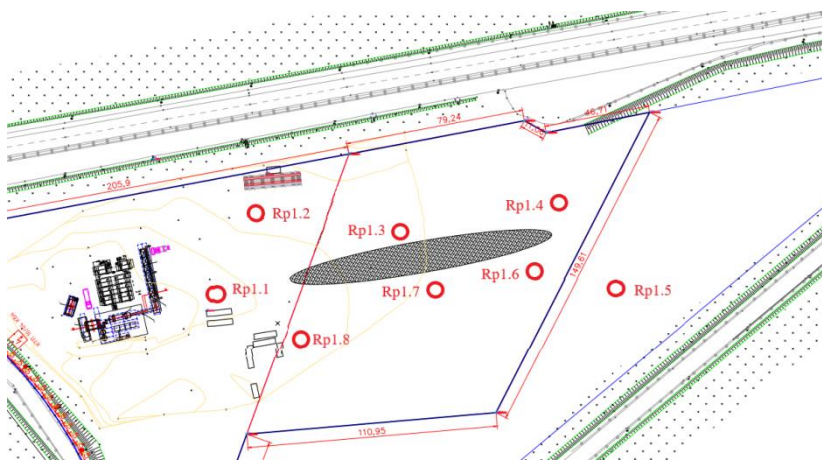


Рис. 2. Абрис проектного положення штабелю із схематичними позначками реперів

Після зйомки точок тимчасових реперів потрібно експортувати точки на зовнішню USB-карту пам'яті для подальшого передання цього файлу до тахеометра. Експортований файл можна імпортувати на персональний комп'ютер для перевірки справності правильного конвертування файлу формату «txt» у роботі та чи є помилки шифрування при стандартному відтворенні у цьому форматі збереження даних, рисунок 3.

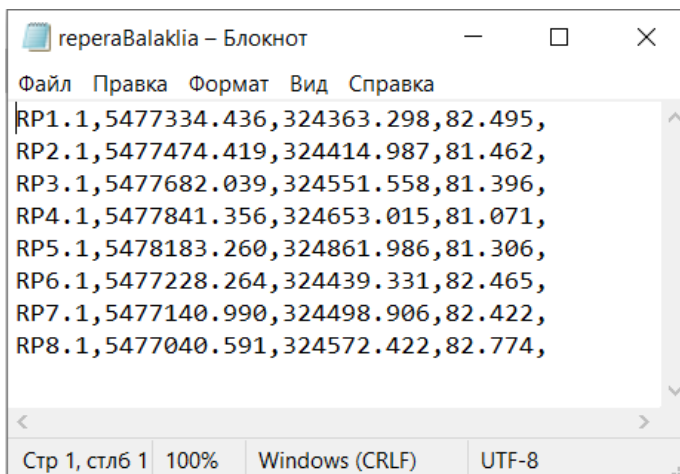


Рис. 3. Відтворений файл зйомки у форматі «txt» через додаток «Блокнот»

Наступним кроком для початку зйомки штабелю щєбню буде аналіз та поетапний план проходження помічником насипу щєбню. Потрібно визначитись з послідовністю засічки зйомки точок, тобто положення зйому точок їх розташування та крок між ними. Точки зйому могут бути стільки, скільки дозволяє знімати діапазон тахеометру в полі зору ділянки виконання робіт. Для того, щоб зробити точну площу зйомки штабелю, потрібно ставити віху з призмою на кожні незначні насипи, викривлення, ухили, виїмки, різкі скоси та повороти.

Кількість точок зйому, крок між ними та їх розташування напряду залежить від рельєфу штабелю. Якщо штабель має нестабільну та нестійку форму насипу по висоті та ширині із різкими ухилами, ямкам, скосами та інші нерівності поверхні, то кількість точок збільшується, а крок між точками зменшується, бо потрібно як більше захопити поверхню для відтворення та підрахунку точнішого об'єму, рисунок 4.



**Рис. 4. Умовні горизонталі місце проходження
помічника для засічок точок**

Обробку результатів знімання виконано в програмному комплексі Autodesk AutoCAD Civil 3D.

На базі виконавчої зйомки насипу та обробки за допомогою програмного забезпечення Autodesk AutoCAD Civil 3D вдалось створити креслення в плані та картограму фактичних мас, із інформаційним відображенням об'єму, площі та розмірності, рисунок 5.

УДК 528.486

Мартімянов О.С., Пархоменко С.В., м. Харків, Україна
(науковий керівник доц. Дорожко Є.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

РОЗРАХУНОК АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА МІЦНІСТЬ ЗЧЕПЛЕННЯ З ОСНОВОЮ

Діюче на поверхні дорожнього одягу колісне навантаження викликає в дорожній конструкції, і, перш за все в покритті, об'ємний напружено-деформований стан. Не завжди забезпечено достатнє зчеплення шарів на контактї, внаслідок можливих руйнувань або специфіки технології. У цих випадках істотне значення має не тільки величина максимальних напружень зсуву по похилому перерізі, а й горизонтальні зсуваючі напруження на контактї шарів.

Необхідно оцінити міцність контакту на зсув та умови монолітності покриття, особливо в місцях екстреного гальмування на перехідно-швидкісних смугах. Для вирішення поставленої проблеми розглянуто задачу про напружено-деформований стан дорожнього одягу, яка моделюється системою зчеплених між собою трьох шарів, що покояться на однорідному півпросторі. Кожен шар характеризується своїми параметрами пружності матеріалу – модулем зсуву G_k і коефіцієнтом Пуассона ν_k (де k – номер шару), рисунок 1. Таким чином, у першого шару характеристика пружності – G_1, ν_1 у другого – G_2, ν_2 і т.д.

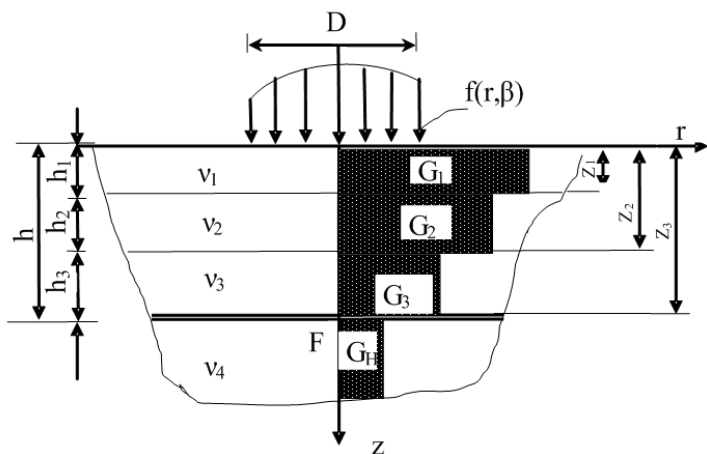


Рис. 1. Розрахункова схема конструкції дорожнього одягу

Для забезпечення високих споживчих властивостей в конструкції дорожнього одягу під дією багатократних навантажень рухомим транспортом не повинно виникати пластичних, незворотних деформацій. Конструкція повинна працювати в пружній стадії, як квазіпружне тіло [1].

У асфальтобетоні мінеральні зерна розділені прошарками в'язучого та асфальтов'язущого, по яких починається зсув. Після попереднього зсуву в роботу вступає мінеральний каркас, який утворює грубу шорсткість площині ковзання. На контакті шарів картина дещо інша, обумовлена технологією влаштування багат шарових покриттів. Багат шарові асфальтобетонні покриття влаштовуються пошарово. При новому будівництві кожен шар окремо укладається і ущільнюється до необхідної щільності, утворюючи, таким чином, площину з досить рівною, гладкою і щільною структурою. Температура шару знижується до 60°C – 80°C і менше.

При посиленні дорожніх одягів з асфальтобетонним покриттям поверх сформованого під дією коліс автомобільного транспорту старого шару, що має температуру навколишнього середовища, укладають

додатковий шар з асфальтобетонної суміші. Тому при укладанні і ущільненні наступного верхнього шару взаємопроникнення мінерального каркасу шарів не відбувається. Спостерігається в основному прилипання за рахунок плівок в'язучого. У цьому випадку сили зчеплення обумовлено адгезією – прилипанням в'язучого до поверхні шарів мінерального матеріалу, і когезією – міцністю в'язучого в тонких шарах [2]. При значному розриві в часі між укладанням верхнього і нижнього шарів або при укладанні шару підсилення по існуючому шарі передбачена підгрунтовка повільно або середньогустіючими бітумами, в'язкість яких менше в'язкості бітуму в асфальтобетонній суміші. Якщо на контакті шарів відбувається зсув, то відбувається він за фіксованою поверхнею нижнього шару. Сили тертя-ковзання в цьому випадку будуть, в основному, визначатися коефіцієнтом тертя однієї поверхні об іншу, а не кутом внутрішнього тертя асфальтобетону [1]:

$$T = f \cdot \sigma_z, \quad (1)$$

де T – сила тертя на контакті шарів, МПа;

f – коефіцієнт тертя-ковзання;

σ_z – нормальний вертикальний тиск на контакті шарів, МПа.

Умову міцності на контакті шарів можна сформулювати наступним чином [1]:

$$\tau_{rz} \leq f \cdot \sigma_z + C, \quad (2)$$

де $f \cdot \sigma_z$ – сила тертя в найбільш небезпечному місці контакту шарів, МПа;

C – зчеплення, МПа.

При влаштуванні верхнього шару асфальтобетону безпосередньо на свіже влаштований шар, то структура і склад асфальтобетону в зоні контакту шарів збережуться розрахункові оптимальні. При влаштуванні підгрунтовки

по раніше покладеному або існуючого шару покриття у зоні контакту шарів відбудуться структурні зміни асфальтобетону.

За технологічними нормами [1] підгрунтовка робиться бітумами, бітумними емульсіями і спеціальними підгрунтовками в кількості від 300 мл/м² до 500 мл/м².

Оцінку зчеплення між шарами асфальтобетону виконують перевіряючи умову за СОУ 45.2-00018112-046 [1]:

$$[\tau] \geq 1,3 \cdot \tau_{\max}, \quad (3)$$

де $[\tau]$ – розрахункове горизонтальне дотичне напруження, МПа;

$\tau_{\max}$ – допустиме горизонтальне дотичне напруження, що діє від навантаження на границі асфальтобетонних шарів, МПа.

Розрахунки конструкцій на міцність на контакті асфальтобетонних шарів проведено в системі MathCAD. Горизонтальне навантаження враховувалось окремо. При розрахунках дорожніх одягів, як правило, враховують лише нормативні вертикальні навантаження. Але на поверхню конструкції можуть діяти і значні горизонтальні зусилля, які обумовлені самими різними факторами – гальмуванням, наявністю підйомів і кривих і т.д. Ці додаткові сили здатні досягати величини від 0,6 до 0,7 від вертикальних сил і значною мірою змінювати напружений стан, обчислений з урахуванням лише нормативного навантаження, майже не змінюючи величини максимального прогину. У таких специфічних умовах без комплексної оцінки роботи конструкції неможливо надійно прогнозувати стан покриття. Тим часом в розрахунковій практиці впливом зсувних сил прийнято нехтувати, що, безумовно, не може не позначитися на точності розрахунків. Оскільки реальні дорожні одяги являють собою багат шарові системи, то їх,

з метою спрощення розрахунків, часто «приводять» двохшарових або тришарових конструкцій. В даний час ступінь впливу на конструкцію місцевого навантаження прийнято оцінювати за допомогою рішень теорії пружності для шаруватого півпростору з урахуванням сполучення шарів на контакт. Принцип незалежності дії сил дозволяє вивчити роздільно вплив зсуваючих і вертикальних навантажень з подальшим підсумовуванням результатів.

Фактична міцність на контакт шарів визначалася з врахуванням даних експериментальних лабораторних досліджень впливу підгрунтовки на міцність при зсуві по фіксованій площині. Лабораторні дослідження проведені в НТУ та Дор'якість [3–5]. Розрахункове горизонтальне дотичне напруження становить 0,493 МПа.

Міцність на зсув на контакт шарів оцінюється за величиною дотичних напружень від дії комплексного навантаження: вертикальні і горизонтальні зусилля. За рішеннями проф. В.П. Плевако, проф. В.М. Ряпухіна, О.В. Гурьеваої та О.В. Гладкого [2] виконано моделювання напружено-деформованого стану конструкції з асфальтобетонного шару на погоні вів будові від дії вертикального тиску та горизонтальної сили.

Напружено-деформований стан дорожнього одягу моделюється системою зчеплених між собою шарів, що покоються на однорідному півпросторі. Кожен шар обмежений паралельними площинами, рисунок 2.

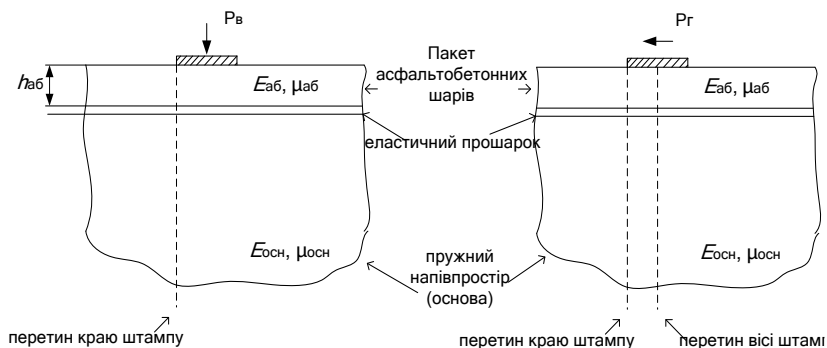


Рис. 2. Розрахункові схеми визначення напружень від вертикального тиску та горизонтальної сили

Для практичних розрахунків розроблена програма для ЕОМ. Програма, написана мовою «Visual Basic», яка працює під програмою MathCAD. У програму внесені параметри, необхідні для прогнозування дотичних напружень на контакті шарів: модуль пружності, товщини шарів дорожнього одягу, діаметр контакту шини з покриттям, коефіцієнт Пуассона, розподілене навантаження. Принцип незалежності дії сил дозволяє вивчити роздільно вплив зсуваючих і вертикальних навантажень з подальшим підсумовуванням результатів [2]. Модулі пружності та коефіцієнти Пуассону матеріалів прийнято в залежності від температури відповідно до [6]. Горизонтальне навантаження враховувалось окремо. При русі на перехідно-швидкісних смугах можливі випадки екстреного гальмування, тому на цій ділянці доцільно прийняти горизонтальну силу у розмірі 40 кН, що становить 70 % від розрахункового вертикального тиску [2]. Результати моделювання розрахункових дотичних напружень на контакті шарів наведено в таблиці 1.

Умова міцності за формулою (3) виконується, відповідно призначена конструкція задовольняє умові міцності зчеплення на контакті шарів.

Аналізуючи результати розрахунків можна зробити наступні висновки:

– найбільші дотичні напруження виникають на краю штампа внаслідок специфічного розподілу напружень по глибині від вертикального навантаження;

– найбільші дотичні напруження виникають на контакті першого і другого шарів, цей контакт є найбільш небезпечний.

Таблиця 1. Розрахункові дотичні напруження від дії вертикального і горизонтального навантажень

Місце визначен ня напружен ь, см	Величина горизонтального навантаження, кН при Qвер=100 кН								
	Qгор=40			Qгор=10			Qгор=5		
	дотичні напруження, МПа								
	τ _{вер}	τ _{гор}	Στ	τ _{вер}	τ _{гор}	Στ	τ _{вер}	τ _{гор}	Στ
z=5	0,108	0,231	0,339	0,107	0,104	0,211	0,107	0,082	0,189
z=12	0,058	0,148	0,206	0,058	0,092	0,150	0,058	0,069	0,127
	0,493≥0,441			0,493≥0,274			0,493≥0,246		
	Умова міцності виконується			Умова міцності виконується			Умова міцності виконується		

Література

1. СОУ 45.2-00018112-046:2009 Асфальтобетон дорожній. Методика оцінки зчеплення між асфальтобетонними шарами при зсуві. Київ : Укравтодор, 2009. 29 с. (Стандарт Організації України).

2. Батракова А.Г., Ряпукін В.М., Дорожко Є.В. Проектування асфальтобетонних покриттів на жорсткій основі. Частина 2. Розрахунок асфальтобетонних покриттів на жорсткій основі за критеріями міцності: монографія. Харків: ХНАДУ, 2020. 110 с.

3. Методика розрахунку на довговічність асфальтобетонного покриття залізобетонних автодорожніх

мостів: М 02070915-750:2016. [Чинний від 2016–01–01]. Київ: Укравтодор, 2016. 57 с.

4. Методика оцінки зчеплення між асфальтобетонними шарами при зсуві / А.М. Онищенко та ін. Вісник донбаської національної академії будівництва і архітектури. 2010. № 1(81), С. 53-60.

5. Різніченко О.С. Аналіз існуючих методів проектування асфальтобетонного покриття на мостах за умовою зсувостійкості. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. 2012. № 86. С. 30-36.

6. Довідник №1. Довідник розрахункових характеристик ґрунтів, матеріалів покриття і основи дорожнього одягу та навантажень від транспортних засобів. Київ : Укравтодор, 2017. 34 с. (Довідник).

Наукове видання

**ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОЕКТНИХ ТА
ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ**

Матеріали 87-ї міжнародної студентської наукової конференції

квітень 2025

Відповідальний за випуск Дорожко Є.В.

*Матеріали конференції опубліковані в авторській
редакції мовою оригіналу*

