

ВСТУП

Прогрес рухається вперед дуже швидкими темпами. Його розвиток — це благо і для тих, хто користується певними послугами, і для тих, хто їх надає. Адже таким чином можна поліпшити їх якість і забезпечити оперативність. Не є винятком і сфера інженерної геодезії. Тут дуже яскраво відчувається віяння технічного прогресу.

Одним з нових методів проведення інженерно-геодезичних вишукувань є створення 3D-моделей окремих ділянок або об'єктів. Використання 3D-моделей має ряд незаперечних переваг, які роблять цей метод дуже привабливим і все більш затребуваним.

Сучасні рішення дозволяють отримувати 3D-моделі місцевості при обробці матеріалів без використання лазерного сканування. Складний алгоритм обчислень створює цифрову модель рельєфу, з якої можна отримати профілі перетину місцевості, виявити ізолінії поверхні з необхідним кроком, визначати будь-які координати всередині моделі, відстані і висоти.

Створення тривимірних моделей міст останнім часом стає все більш популярним заняттям багатьох ГІС-фахівців, бо все більше розмов точиться про тривимірні геоінформаційні системи.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ

1.1. Цифрова модель місцевості як об'єкт суспільних відносин

Цифрові моделі місцевості (ЦММ) – множина, елементами якої є топографо-геодезична інформація про місцевість і правила поводження з нею. (рис.1).

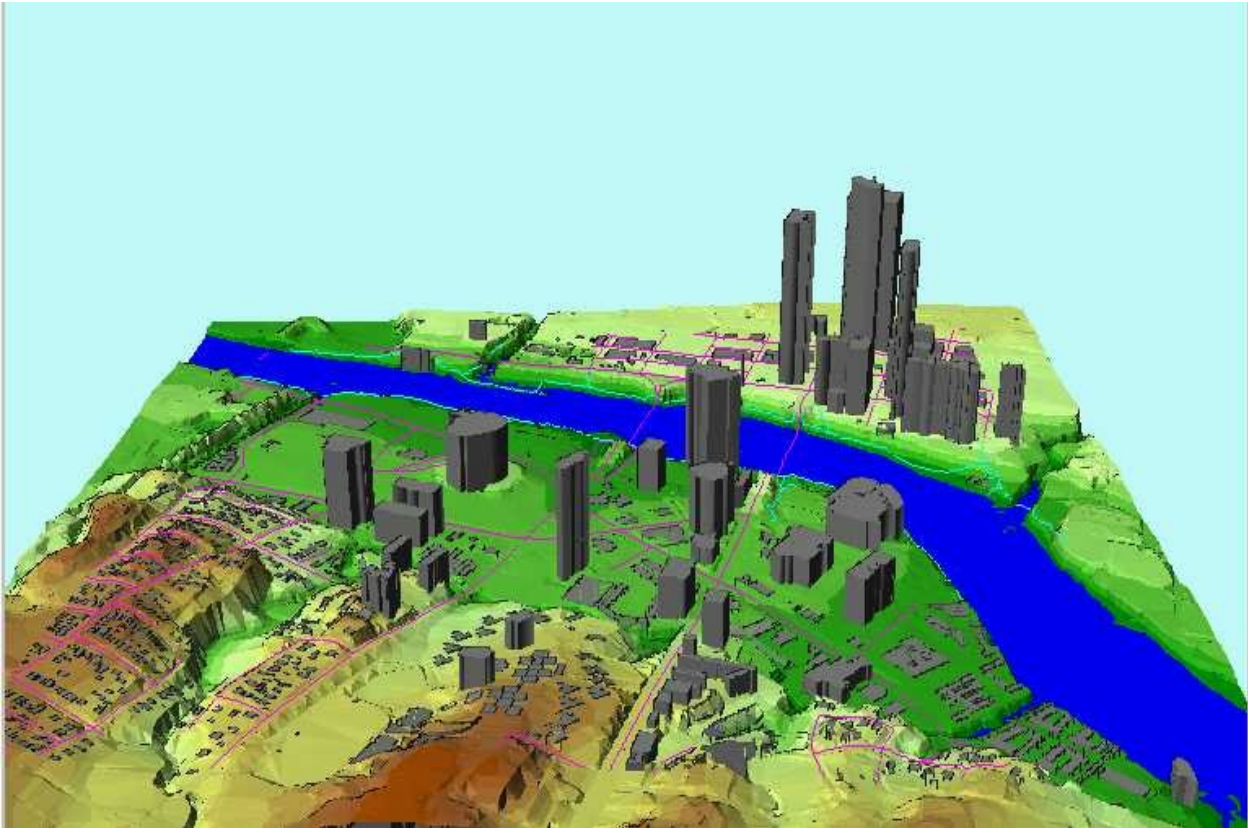


Рис. 1 Цифрова модель місцевості

Іншими словами, загальна ЦММ - це багатошарова модель, яка в залежності від призначення може бути представлена поєднанням приватних цифрових моделей (шарів): рельєфу (позначки або глибини точок з відомими плановими координатами), ситуаційних особливостей (наявність споруд), ґрунтових, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, гідрометеорологічних умов, техніко-економічних показників та інших характеристик [1].

Цифрова модель місцевості (ЦММ), може бути отримана за допомогою різноманітних технологій. Оптимальною є технологія підготовки вихідних топографічних матеріалів на основі цифрових даних автоматизованих польових робіт, виконаних за допомогою електронних приладів (теодолітів,

тахеометрів). В цьому випадку цифрові дані надходять безпосередньо на комп'ютерну обробку за допомогою спеціального програмного забезпечення. В результаті отримують топографічні плани або цифрові моделі місцевості в електронному вигляді, які є вихідними для розробки генеральних планів та інших креслень.

Інформація про місцевість повинна містити наступні елементи:

- *Тип об'єкта*, тобто його предметна і геометрична класифікаційна категорія – будинки, спорудження, шляхи сполучення, ліси, чагарники і т.д.; точковий, лінійний, площадковий; самостійний об'єкт чи частина іншого. Для класифікації й кодування об'єктів складають *класифікатори*.
- *Ім'я об'єкта* – ідентифікатор, у тому числі ім'я власне, що дозволяє однозначно визначити даний конкретний об'єкт.
- *Метричний опис положення і форми об'єкта* – список координат і висот характерних та інших точок, що визначають положення об'єкта в просторі.
- *Атрибути об'єкта* – якісні й кількісні характеристики об'єкта (матеріал будинку, моста, покриття доріг, кількість поверхів, ширина дороги; глибина колодязя; характеристика деревостану в лісі і т.д.)
- *Топографічні зв'язки і відносини між об'єктами*.

У разі використання топографічної основи, отриманої вручну, її необхідно перетворити в файлову форму шляхом сканування або дигіталізації (за допомогою дигітайзера), що вимагає додаткових витрат праці та вносить додаткові спотворення і помилки.

При наявності ЦММ або МММ полегшується побудова профілів місцевості по заданому напрямку і побудова тривимірних проєкцій зображень місцевості, які продукують понад наочне загальне уявлення про проєктований об'єкт, ніж плоскі проєкції. Перераховані завдання можна вирішувати за допомогою відповідного програмного забезпечення в залежності від форми представлених вихідних матеріалів.

1.2. Класифікація цифрової моделі місцевості в залежності від галузі застосування та методів її створення

Класифікація ЦММ за призначенням відповідає загальній класифікації карт: топографічні, контурні, геологічні, кадастрові та ін.

Питанням розробки різних видів ЦММ було присвячено велику кількість досліджень. При цьому всі відомі ЦММ можна розбити на три великі групи: регулярні, нерегулярні та статистичні.

- Регулярні ЦММ створюють шляхом розміщення точок у вузлах геометричних сіток різної форми (трикутні, прямокутні, шестикутних). Найбільш часто застосовують ЦММ з розміщенням вихідних точок у вузлах сіток квадратів або рівносторонніх трикутників;
- Нерегулярні ЦММ часто будуються по поперечникам до магістрального теодолітного ходу або промірного створу.
- Статистичні ЦММ припускають у своїй основі нелінійну інтерполяцію висот поверхнями другого, третього і т.д. порядків. Статистичні моделі є багато в чому універсальними. Сфера їх застосування досить широка і не обмежується будь-якими категоріями рельєфу місцевості, наявністю того чи іншого вихідного матеріалу для створення ЦММ і наявністю тих чи інших приладів.

1.3. Значимість ЦМ місцевості для суспільства в цілому

При оформленні проектної документації і масштабному будівництві нерідко виникає потреба у вирішенні таких важливих питань, як проведення аналізу земної поверхні на ділянці, контролі стану конкретної території або моніторингу обсягів робіт. Для їх вирішення потрібен такий важливий документ, як цифрова модель рельєфу. Вона полягає в математичному поданні досліджуваної ділянки (отриманої після спеціальної обробки підсумкових відомостей)[2].

Тривимірні цифрові моделі місцевості дозволяють вирішувати такі завдання:

- генерація горизонталей;
- виконання аналізу зон видимості;
- прокладка гідрологічних мереж;
- здійснення аналізу ухилів і схилів;
- контроль обсягу виконуваних робіт;
- виконання розрахунку площ.

В землеустрої такі моделі використовуються головним чином для цифрового подання географічної інформації, визначення просторового положення точок, обчислення і візуалізації зон видимості для однієї або системи точок, розрахунків об'ємів певних об'єктів чи явищ щодо заданого висотного рівня, побудови профілів, виділення структурних ліній рельєфу, у тому числі ліній ерозійної мережі, вододілів, оконтурювання водозборів, створення похідних моделей (крутизни та експозиції схилів).

На основі цифрової моделі рельєфу як такої, та похідних від неї моделей можна створювати системи підтримки й прийняття рішень, які зможуть розглядати дані моделі в сукупності а не окремо. І вже на основі такого аналізу, отримувати принципово нові дані, більш якісно і швидше, ніж традиційними методами подібного аналізу.

Вся сукупність вирішуваних за допомогою ЦММ задач надає можливість швидкого та якісного аналізу проблемних ситуацій землеустрою та їх швидкого вирішення.

Отже, цифрова модель місцевості застосовується для:

- ведення та моніторингу планів території, що забудовується;
- формування даних для кадастрових систем;
- проведення робіт з проектування та моніторингу стану об'єктів і місцевості;
- використання в якості основи для побудови карт і планів.

Найбільшого поширення цифрові моделі знайшли в ГІС, будівництві, архітектурі. Цифрове і математичне моделювання істотно змінило методи дослідження і проектування будівельних об'єктів.

РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ НА ОСНОВІ ПРОСТОРОВО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ

2.1. Просторово-геодезичні дані та методи їх отримання

Просторово-геодезичними даними прийнято вважати інформацію, що визначає географічне положення, характеристики природних та побудованих об'єктів, кордони на поверхні Землі та дані про об'єкти та явища, які безпосередньо або опосередковано пов'язані з місцеположенням на Землі, що визначені у певній системі просторово-часових координат; набори даних про такі об'єкти та зв'язки між ними [3].

Протягом досить тривалого часу єдиними способами отримання ЦММ було наземне топографічне знімання та аерознімання.

В залежності від застосування методів та приладів топографічного знімання розрізняють такі види знімань:

- Окомірне знімання;
- Бусольне знімання;
- Горизонтальне (теодолітне) знімання;
- Тахеометричне знімання;
- Мензульне знімання;
- Наземне фототеодолітне знімання;
- Аерофотознімання;
- Космічне знімання.

Для виконання топографічного знімання при складанні технічного знімання вибирають метод, яким буде виконуватися знімання території об'єкту. Вибір методу визначається характером ситуації і рельєфу території, що підлягає зніманню масштабом і формою знімання, існуючим фотометричним обладнанням.

Виходячи із вище наведених вимог мною вибраний тахеометричний метод знімання.

Цифрова модель учбового містечка ХНАУ створювалась методом тахеометричного знімання. Бо електронні тахеометри дозволяють автоматизувати взяття відліків, обробку результатів вимірів і складання планів та цифрових моделей рельєфа. Основним способом є спосіб полярних координат з визначенням кута нахилу візирного променя та відстані до пікетів.

Технологія автоматизованої обробки інформації виконується в такому порядку:

- розрахунок і вирівнювання координат і висот точок знімальної основи;
- розрахунок координат і висот знімальних пікетів;
- підготовка цифрових моделей місцевості;
- складання топографічного плану на графопобудовувачі.

Технічні характеристики електронного тахеометра TCR 405 (табл.1):

Таблиця 1

Технічні характеристики тахеометра Leica tcr 405

Збільшення зорової труби	30x
СКП виміру кута	5''
СКП виміру відстані з відбивачем	±(2мм+2мм)
СКП виміру відстані без відбивача	±(3мм+2мм)
Безвідбивачевий режим	до 400м
Максимальна віддаль на одну призму	до 7500м
Пам'ять	18000 блоків даних
Клавіатура	4 функціональні клавіші
Захист від вологи	IP 54
Діапазон температур	-20° С до +50° С
Вага	4,2 кг
Ввід/вивід даних	-232
Сферичний рівень	6'/2 мм

Це дозволяє практично відмовитись від створення знімальної основи та закріплення точок. Координати і висоти точок знімальної основи визначають безпосередньо на точці знімання приймачем GPS і виконують знімання місцевості.

Наземне знімання виконується від точок та ліній планово-висотної знімальної основи в залежності від умов місцевості, наявності приладів, розміщення характерних точок предметів, контурів та рельєфу місцевості різними способами [4].

2.2. Топографічне знімання як об'єкт суспільних відносин

Топографічні зйомки виконуються різними приладами із застосуванням різних матеріалів реєстрації одержуваних вихідних даних.

Традиційно зйомки діляться на наземні й повітряні із застосуванням фотографічних приладів. Однак становлення й розвиток наземної зйомки з використанням фотографій місцевості дає підставу класифікувати зйомки на топографічні й фототопографічні з подальшим підрозділом їх на наземні й повітряні. Зйомки можуть бути також розділені на зйомки суші й зйомки шельфу.

Тахеометричне знімання використовується для створення планів невеликих ділянок, трас та лінійних споруд, при зніманні забудованої території, а також у тому випадку, коли виконання стереотопографічного або мензульного знімання економічно недоцільне або технічно неможливе.

Знімання рельєфу та ситуації виконують електронними тахеометрами і теодолітами. Згущення знімального об'єкту виконують прокладанням теодолітно-нівелірних або тахеометричних ходів. Густота пунктів знімального об'єкту визначається масштабом знімання.

Відстані між точками тахеометричного ходу вимірюють віддалеміром. При зніманні масштабу 1:500 лінії в тахеометричних ходах вимірюють одним повним прийомом. Похибки в вимірюванні кутів в напівприйомах не повинні перевищувати 30" при роботі з оптичними теодолітами та 1' - при

вимірюванні кутів теодолітом Т30. Кутові нев'язки в тахеометричних ходах не повинні перевищувати:

$$f_{\beta} = t \sqrt{n},$$

де n - кількість кутів у ході;

t - похибка в вимірюванні кутів.

Камеральні роботи включають: перевірку польових журналів і складання детальної схеми знімального обґрунтування; обчислення координат і висот точок знімального обґрунтування; обчислення висот всіх пікетних точок; нанесення на план точок знімального обґрунтування та пікетних точок; проведення горизонталей та нанесення ситуації.

У результаті виконання тахеометричного знімання отримують такі матеріали:

- схему знімального обґрунтування;
- відомості обчислення координат і висот,
- точок знімального обґрунтування;
- абриси до відповідних планшетів;
- журнали тахеометричного знімання; план тахеометричного знімання;
- формуляр плану.

2.3. Процес топографічного знімання на прикладі зйомки учбового містечка ХНАУ Харківської області Харківського району

Цифрова модель місцевості, створена на території учбового містечка ХНАУ охоплює незначну територію, проте була отримана з усіма ситуаційними особливостями місцевості.

Під час рекогносцировки, ми визначили положення вершин теодолітних ходів. Після вивчення території ми зробити прив'язку ділянки до державної геодезичної мережі. Після чого отримали 2 точки в системі координат 1963 р. (СК-63).

Отже, всього на ділянці було закріплено 21 точки, 2 з яких ми визначили за допомогою GPS. Нижче наведені координати точок та їх висоти (табл.2).

Таблиця 2

Каталог координат

№	X	Y	H
St1	5520423,558	5368427,733	159,557
St2	5520453,940	5368346,154	161,363
1	5520565,44	5368316,99	162,531
2	5520674,48	5368257,24	164,647
3	5520674,50	5368096,00	164,804
4	5520538,70	5368036,29	163,901
5	5520448,56	5367980,93	163,607
6	5520347,13	5367954,62	163,071
7	5520260,70	5367964,36	162,551
8	5520219,33	5367977,49	162,034
9	5520177,25	5368068,15	161,439
10	5520132,90	5368160,64	160,306
11	5520093,36	5368239,41	158,593
12	5520189,03	5368264,02	159,537
13	5520275,90	5368314,89	159,506
14	5520361,89	5368291,23	161,110
15	5520264,62	5368114,13	162,075
16	5520342,11	5368179,9	162,061
17	5520396,37	5368117,58	162,943
18	5520388,78	5368247,99	162,229
19	5520438,14	5368145,00	163,262
20	5520480,02	5368290,33	162,507
21	5520530,44	5368191,45	163,686

Після закріплення точок на місцевості було визначено остаточну схему замкнутого теодолітного ходу, після чого можна було приступити до розрахунку кутових вимірювань та перевищень. В процесі вирахування ми отримали такі результати:

- Кутові вимірювання (додаток 1).
- Вимірювання перевищень (додаток 2).

2.4. Необхідність результатів відповідної зйомки для суспільних потреб

Кінцевим результатом геодезичних досліджень є отримання моделі місцевості. Інформація про місцевість зберігається у вигляді набору точок з заданими координатами, тобто в цифровому вигляді [5].

При обробці даних в БД недостатньо, щоб ЦММ просто відображала об'єкти реального світу. Важливо, щоб таке відображення було однозначним і несуперечливим. В цьому випадку говорять, що ЦММ задовольняє умові цілісності (integrity).

Для досягнення цілісності вихідна інформація повинна бути типізована і структурована. Така цілісність дозволяє здійснювати роботу з ЦММ як з елементом бази даних, направляти до неї запити, проводити фільтрацію, отримувати довідки або звіти.

Цілісність ЦММ як моделі реального об'єкту визначається вимогою отримання проекту карти або картографічної композиції засобами ГІС. Для досягнення такої цілісності інформація повинна бути повною, актуальною і відповідати вимогам точності при отриманні даного проекту карти.

Наприклад, інформація повинна включати не тільки зібрані на місцевості дані, але і бібліотеки умовних знаків, які зберігаються в БД незалежно від ЦММ. В даному випадку цілісність ЦММ як моделі об'єкта обумовлюється повнотою інформації БД.

Крім того, ЦМ представляє і самостійний інтерес для фахівців різних галузей науки і техніки.

РОЗДІЛ 3. ПРОЦЕС ПОБУДОВИ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ

3.1. Процес перетворення плоских прямокутних координат в координати призначені для 3D моделювання на місцевості

В процесі проведення тахеометричного знімання учбового містечка ХНАУ ім. В.В.Докучаєва було отримано координати всіх поворотних точок у системі координат 1963 року. Тобто це були звичайні просторові координати, які мають наступний вигляд: X: 5520423,558; Y: 5368427,733; Z:0000000,000.

Відповідно за координатами точок, яких налічувалося декілька тисяч було створено 2D модель території учбового містечка ХНАУ. Для більш наочного прикладу ми можемо побачити відповідно створену модель учбових корпусів університету з усіма ситуаційними особливостями місцевості (рис.2):

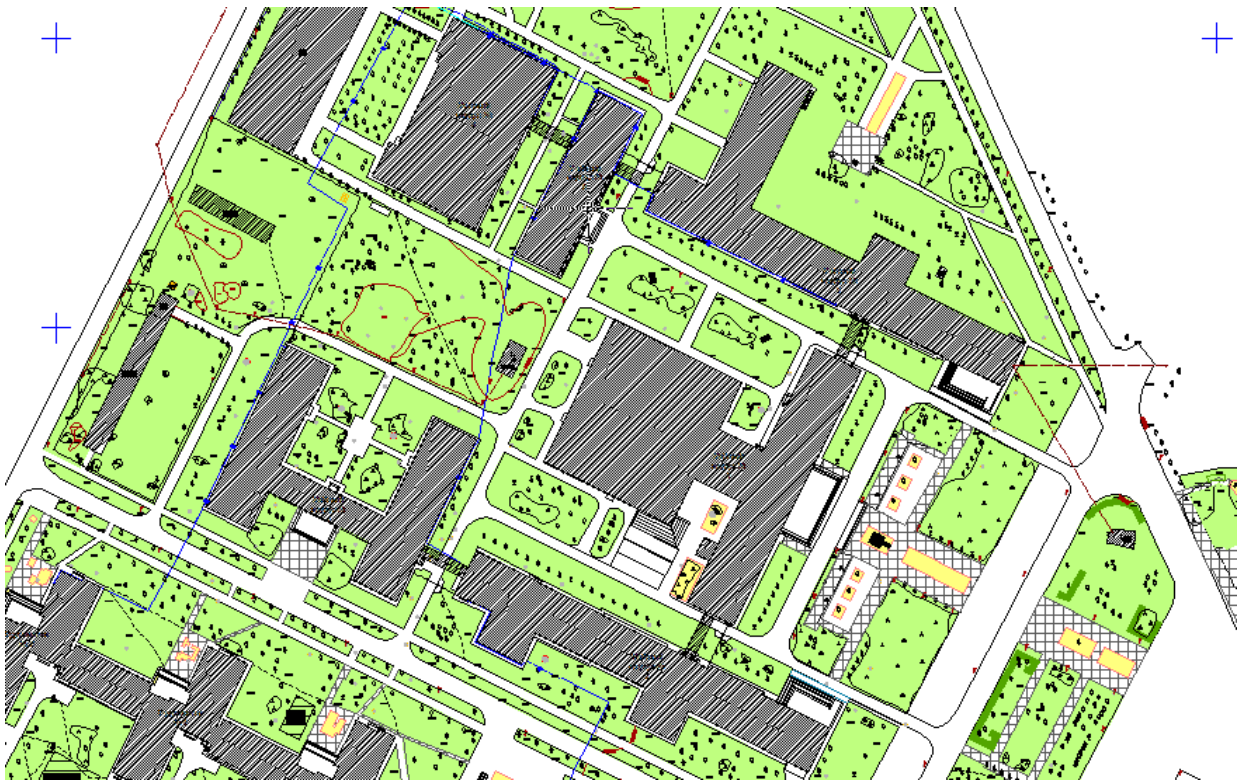


Рис. 2.Фрагмент побудованого плану учбового містечка ХНАУ на прикладі учбових корпусів університету

На фрагменті даного топографічного плану можна побачити деталізоване знімання всієї території із достатньо високою точністю відповідної зйомки.

Під час роботи із планово-картографічною основою учбового містечка ХНАУ, нам на думку спало побудувати планову основу, але вже безпосередньо в 3D вимірі, тобто із застосуванням координати точок (Z).

Для побудови відповідної цифрової моделі планової основи нами було обрано програмний засіб «Archicad», який налаштований на роботу як з 2D, так і з 3D вимірами [6].

Вище зазначений програмний засіб працює у трьох-вимірній системі координат (X, Y, Z).

Тобто за допомогою відповідного програмного комплексу, ми можемо побудувати об'єкти у трьох-вимірній системі координат.

Таким чином, ми вирішили присвоїти координаті (Z), яка вище була зазначена, як рівна нулю, позитивне (від'ємне) значення.

Цим самим, ми досягаємо лофтингу об'єкту відносно програмної системи координат. Наприклад координати точки будуть мати вигляд: X: 5520423,558; Y: 5368427,733; Z:26.00.

Тобто ми можемо спостерігати, що планове положення точки не змінюється, а висотне формується в залежності від заданого напрямку руху.

Значення на яке зміщували координату (Z) визначали за допомогою знімального пристрою - тахеометра Leica TCR - 405, технічні характеристики якого наведені у попередньому розділі.

3.2. Проведення аналізу попереднього перетворення координат поворотних точок плану

При побудові 3D моделі місцевості окремого фрагменту учбового містечка ХНАУ, а саме схеми учбових корпусів, було допущено деякі неточності у висотній та плановій основі даної побудови.

Похибки в першу чергу нагромаджуються за рахунок переходу від однієї системи координат - програмного засобу Autocad до іншої – Archicad.

По-друге, за рахунок людського фактору, тому що побудова проходить у механічному режимі.

По-третє, нагромадження помилок за рахунок неточного визначення висотного значення побудови, координати (Z).

Якщо врахувати всі вище зазначені похибки, то отримаємо похибку до 10 см точності на місцевості.

Ця точність цілком достатня для будь-яких господарських та інших застосувань у сфері ведення землеустрою та системи державного земельного кадастру.

Нижче ми можемо побачити створену цифрову модель учбових корпусів ХНАУ (рис.3):

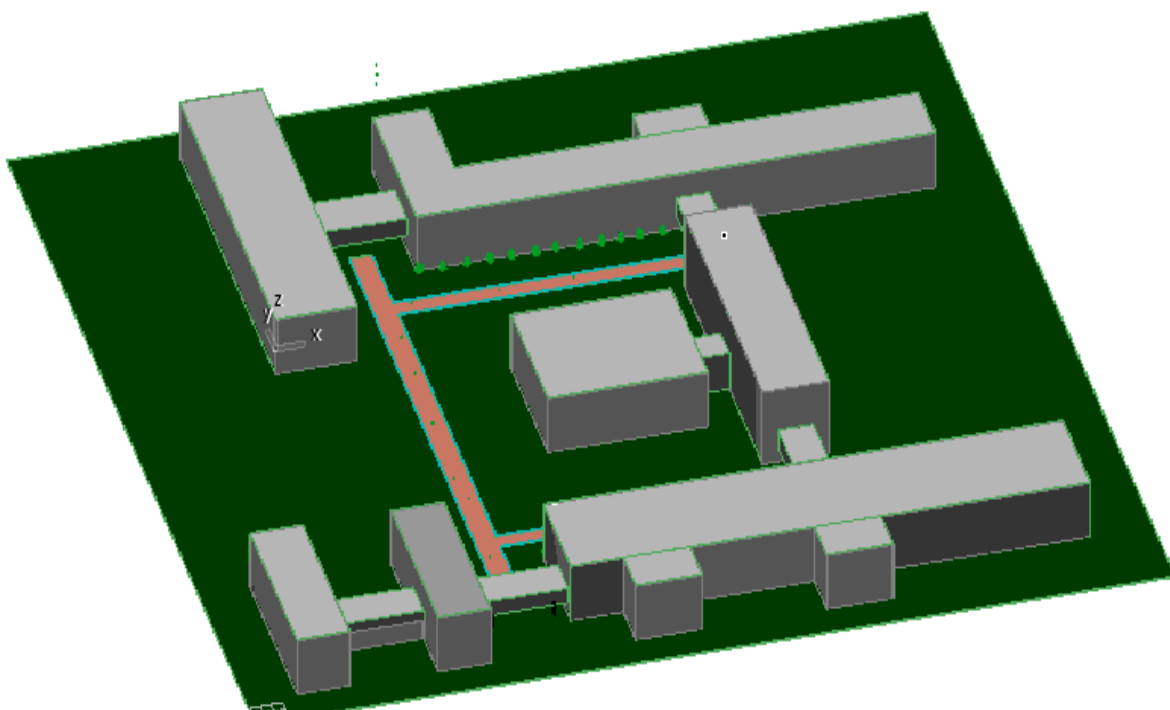


Рис. 3. Цифрова модель учбових корпусів ХНАУ створена у програмному комплексі Archicad

Створена цифрова модель не має такого ситуаційного наповнення як модель, створена за допомогою спеціальних систем позиціонування та картографування [7].

До відповідних цифрових моделей, що створені за рахунок спеціальних систем належить модель, яка існує на основі програмних додатків Google Maps, 2ГІС та інших.

3.3. Порівняльна характеристика створеної цифрової моделі місцевості із моделями, що існують на основі програмних додатків Google Maps та 2ГІС

Google Maps - це набір додатків, побудованих на основі безкоштовного картографічного сервісу і технологій, які надає компанія Google.

Сервіс являє собою карту та супутникові знімки всього світу (а також Місяця і Марса) і надає користувачам можливості панорамного перегляду вулиць (Google Street View).

Перегляд супутникового зображення може здійснюватися в режимі як "зверху-вниз" так і в "режимі польоту". Більшість аерознімків високої роздільної здатності зроблені з дронів, які пролітають над землею на висоті 240-460 м, інші зроблені з супутників. Знімки є не більш ніж трьохрічної давності та оновлюються на регулярній основі. Google Maps використовує варіант карти, близький до проекції Меркатора, тому не може показувати території навколо полюсів.

Наприклад, якщо використати функцію Google Street View, програмного додатку Google Maps, то можна переглянути гарно візуалізоване зображення із реальним та чітким ситуаційним відображенням (рис.4).



Рис.4 Вигляд першого учбого корпусу ХНАУ
із Google Street View

Після перегляду відповідного зображення місцевості виконаної за допомогою картографічного сервісу Google, можна виявити, що візуалізація зображення звичайно гарна порівняно із нашою моделлю, але ж пріоритетність їх використання для різних цілей різна.

2ГІС - система збору, зберігання, аналізу та графічної візуалізації просторових (географічних) даних і пов'язаної з ними інформації про необхідні об'єкти.

Поняття геоінформаційної системи також використовується в більш вузькому сенсі - як інструменту (програмного продукту), що дозволяє користувачам шукати, аналізувати і редагувати як цифрову карту місцевості, так і додаткову інформацію про об'єкти.

Територіальним охопленням геоінформаційні системи підрозділяють на глобальні, субконтинентальні, національні, часто мають статус державних, регіональні, субрегіональні, локальні, або місцеві. У нашому випадку 2ГІС являється територіальним ГІС - у відкритому доступі в мережі Інтернет і називаються геопорталом.

Також геоінформаційні системи можуть бути класифіковані по проблемній орієнтації - важливість справ науковим і прикладним завданням. Такими завданнями можуть бути інвентаризація ресурсів (в тому числі кадастр), аналіз, оцінка, моніторинг, управління і планування, підтримка прийняття рішень, геомаркетинг. Крім того, інтегровані геоінформаційні системи поєднують функціональні можливості і систем цифрової обробки зображень (даних дистанційного зондування) в єдиному інтегрованому середовищі.

За допомогою відповідного програмного додатку, ми також можемо переглянути 3D модель учбових корпусів ХНАУ (рис.5).

Переглянувши дану модель місцевості можна підбити підсумок, що вона має гарне візуалізаційне сприйняття. Ситуаційна наповненість місцевості знаходиться не на досить високому рівні. Тобто ця модель являється близькою до нами побудованої.

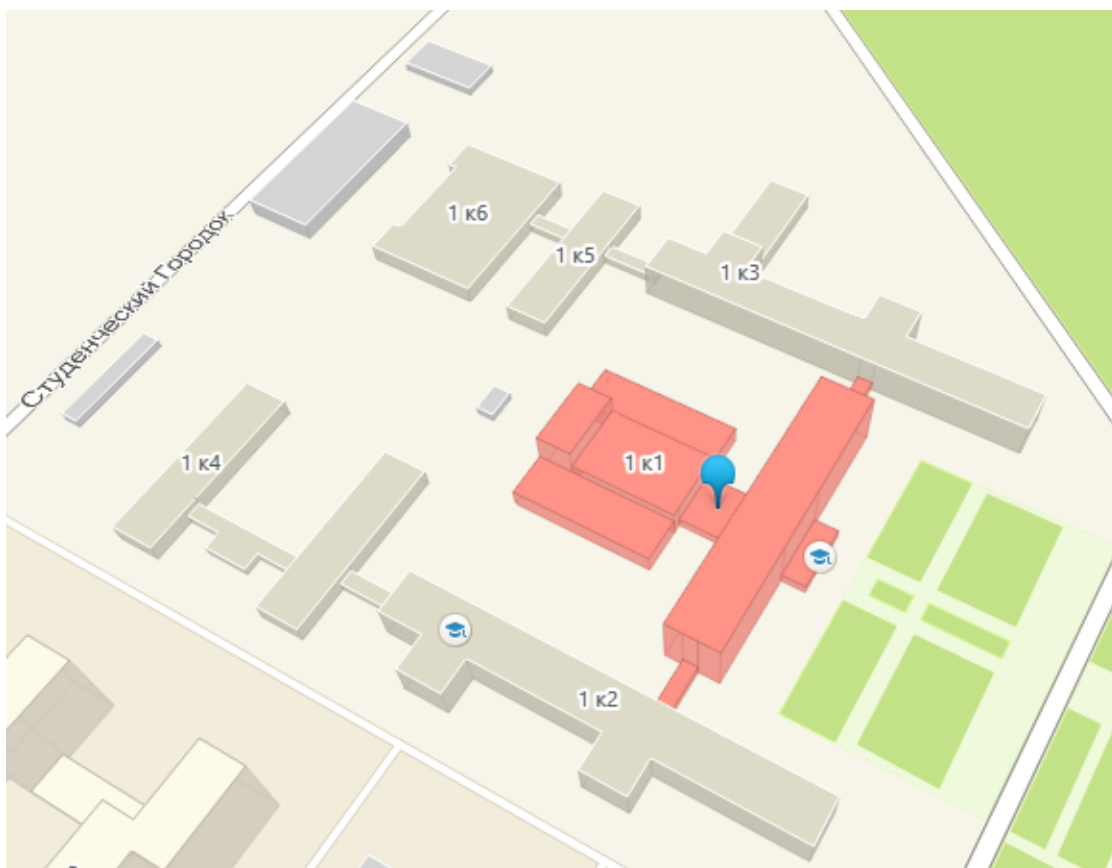


Рис. 5 Перегляд учбових корпусів ХНАУ
за допомогою програмного засобу 2 ГІС

Зрівняльна характеристика можливостей застосування відповідних моделей (табл.3):

Таблиця 3

Порівняльна характеристика створених цифрових моделей місцевості
на основі різних програмних додатків

Назва параметру	Цифрова модель на основі програмного додатку Archicad	Цифрова модель на основі програмного додатку Google Maps	Цифрова модель на основі програмного додатку 2ГІС
Метод створення	механічно - автоматизований	механічно - автоматизований	механічно - автоматизований
Можливість перегляду в 3D вимірі	чіткий перегляд створеної 3D моделі	чіткий перегляд створеної 3D моделі	чіткий перегляд створеної 3D моделі
Галузь застосування	ведення ДЗК, землеустрою, інші господарські цілі	планування маршрутів, підготовчі роботи в різних сферах	планування маршрутів територіального рівня, підготовчі роботи в різних сферах

Продовження таблиці 3

Необхідні ресурси для створення	необхідні незначні ресурсні вкладення	необхідна широка ресурсна база	необхідна широка ресурсна база
Точність побудови	середньо точна побудова	середньо точна побудова	середньо точна побудова
Суспільна необхідність	необхідна для окремих верств суспільства	необхідна для всіх верств суспільства	необхідна для всіх верств суспільства
Ситуаційна реалістичність	знаходиться на середньому рівні	знаходиться на високому рівні	знаходиться на середньому рівні
Масштабність	охоплює незначні території	охоплює значну територію всього світу	охоплює територію окремих міст

Таким чином, кожна цифрова модель місцевості використовується для спеціальних цілей, які залежать від їх масштабності, точності, галузі застосування та необхідної ситуаційної реальності.

ВИСНОВОК

Цифрова модель - цифрове представлення об'єктів, створене на основі даних про місцевість. В геодезії та землеустрої такі моделі використовуються головним чином для цифрового подання географічної інформації, визначення просторового положення точок, обчислення і візуалізації зон видимості для однієї або системи точок, розрахунків об'ємів певних об'єктів чи явищ щодо заданого висотного рівня, побудови профілів, виділення структурних ліній та ін. Вся сукупність вирішуваних за допомогою ЦМР задач надає можливість швидкого та якісного аналізу проблемних ситуацій землеустрою та їх швидкого вирішення.

У нашому дослідженні ми використовували ГІС-продукт «Archicad» для створення ЦММ території учбового містечка ХНАУ Харківської області. Даний модуль був обраний через високу точність і варіативність методів побудови ЦММ.

Вихідними даними для побудови ЦММ стали дані, отримані за допомогою тахеометричного знімання території.

Створення цифрових моделей місцевості або цифрових моделей рельєфу дозволяють вирішувати завдання топографії, вести підрахунок обсягів, розробляти проекти планування території. Використання літальних апаратів і застосування цифрових фотокамер значно спростило цю задачу. Тривимірні моделі місцевості застосовуються в маркшейдерії, геодезії, проектними інститутами для вибору оптимального маршруту лінійного об'єкта.

Сучасні рішення дозволяють отримувати 3D моделі місцевості при обробці матеріалів без використання лазерного сканування. Складний алгоритм обчислень створює цифрову модель рельєфу, з якої можна отримати профілі перетину місцевості, виокремити ізолінії поверхні з необхідним кроком, визначати будь-які координати всередині моделі, відстані і висоти.

Дана ЦММ являтиметься основою для аналізу просторової інформації, вихідні дані якого слугуватимуть інформаційною підтримкою під час проведення землевпорядних робіт на території учбового містечка ХНАУ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іщук О.О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: Навчальний посібник / О.О. Іщук, М.М. Коржнев, О. Є. Кошляков - К.: ВПЦ «Київський університет», 2009. - 200 с.
2. Єрунова М.Г. Географічні і земельно-інформаційні системи. Ч. 2. Картографування засобами ГІС MapInfo: Методичні вказівки / М.Г. Єрунова, А.А. Гостева - Красноярськ, 2010. – 84
3. Дж. Ли, Б. Уэр. Трёхмерная графика и анимация. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2002. — 640 с.
4. Шафрин Ю.А. Информационные технологии: В 2ч. Ч.1: Основы информатики и информационных технологий. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 320 с.
5. В. П. Иванов, А. С. Батраков. Трёхмерная компьютерная графика / Под ред. Г. М. Полищука. — М.: Радио и связь, 1995. — 224 с
6. Полещук, Николай AutoCAD 2007. 2D/3D-моделирование / Николай Полещук. - М.: Русская Редакция, 2007. - 416 с.
7. Костюк Ю.Л. Технология создания трехмерных моделей объектов по плоским проекциям и ее применение в геоинформатике/ А.С. Парамонов, В.Г. Гриценко. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. – 11с.