

УДК 528.48

Островський А.В.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ

Розглянуто модулі CREDO та Geonics Генплан і їхні можливості у вирішенні задач вертикального планування.

Постановка задачі. Нині при проектуванні і будівництві населених пунктів, промислових підприємств, транспортних комунікацій, каналів та інших споруд поруч з традиційними методами проектування (аналітичними, графічними, модельно-графічними), широко застосовують системи автоматизованого проектування, що базуються на застосуванні цифрових моделей рельєфу (ЦМР). Саме такі цифрові моделі є вихідним матеріалом для роботи систем автоматизованого проектування (САПР) будівництва і автоматизованих систем управління (АСУ). Використання ЦМР значно спрощує і прискорює процеси проектування, зокрема вертикального планування місцевості, керування міськими територіями, підрахунку площ і т. і

Постановка проблеми. У сучасному виробництві широке поширення одержали системи автоматизованого проектування (САПР, computer aided design), які дозволяють проектувати технологічні процеси з меншими витратами часу та засобів, зі збільшенням точності спроектованих процесів і програм обробки, що скорочує витрати матеріалів та час обробки, завдяки тому, що режими обробки також розраховуються та оптимізуються за допомогою ЕОМ.

Аналіз предметної сфери дослідження.

На тему вертикального планування і цифрової моделі рельєфу є достатньо джерел, зокрема: [7-9].

.Для огляду в цій статті були обрані програмний комплекс CREDO і Geonics інформація по яких в основному була взята з сайтів <http://www.credo-dialogue.com/journal> і [2].

Виклад основного матеріалу. Розглянемо застосування програмного комплексу CREDO, який використовується для опрацювання інженерних вишукувань, цифрового моделювання рельєфу, проектування генеральних планів і автомобільних доріг. Програмний комплекс CREDO розроблений НПО «Кредо-діалог», м. Мінск.

Програмні продукти CREDO працюють на власній інформаційно-

інструментальній платформі без використання інших графічних систем. При цьому всі системи комплексу відкриті для експорту/ імпорту з інших проектуючих систем, таких як AutoCAD, Intergraph та інші. Модулі системи можуть працювати на всіх PC-сумісних комп'ютерах і не вимагають додаткового програмного і апаратного забезпечення. Інтерактивна графіка і потужна інтелектуальна підтримка дозволяють кожному користувачу CREDO у повній мірі використовувати переваги сучасних технологій, приймати ретельно відпрацьоване і обґрунтоване рішення, отримувати від процесу роботи та від її результату.

Функції модулів CREDO надають можливість:

- збирати і опрацьовувати топографо-геодезичну інформацію різними методами електронними геодезичними приладами різних типів, традиційними методами лінійних і площинних вишукувань, скануванням існуючих картографічних матеріалів, використанням матеріалів, створених іншими інформаційно-програмними системами;

- формувати цифрові моделі рельєфу інженерного призначення і надавати їх для подальшого використання;

- створювати об'ємну геологічну модель рельєфу на базі методики, що дозволяє одночасно будувати і коректувати декілька вертикальних інженерно-геологічних розрізів довільної топології;

- збирати дані для геоінформаційних систем;

- опрацьовувати геодезичні дані для проведення сейсморозвідувальних робіт;

- проектувати за допомогою ЦМР генплани: детального планування, комунікацій, «червоних» ліній, розмічувальні;

- проектувати геометрію транспортних об'єктів будь-якої складності (транспортних розв'язок, перехресть, шляхопроводів, трас) і т.і.

Складовою системою програмного комплексу є CREDO_MIX – система автоматизованого проектування генеральних планів підприємств, транспортних споруд, житлово-цивільних об'єктів, горизонтального і вертикального планування.

Система призначена для складання цифрової моделі рельєфу і розв'язання завдань проектування горизонтального і вертикального планування об'єктів промислового, цивільного, автодорожнього і залізничного будівництва. Такими об'єктами можуть бути міські вулиці і дороги, автомобільні дороги загального користування, залізничні і промислові дороги, трубопроводи та генплани цивільних і промислових об'єктів, міський мікрорайон, аеродром і т.і.

Особливостям системи є:

- висока швидкість цифрового моделювання;
- можливість роботи з великими обсягами даних;
- топологічна коректність контурів;
- робота з необмеженою кількістю шарів;
- унікальний математичний апарата, що забезпечує високу точність і динамічну візуалізацію геометричних побудов будь-якої складності.

Основною особливістю цієї системи є – можливість точного аналітичного розрахунку складних геометричних побудов у поєднанні з інтерактивною графікою і роботою на цифровій моделі рельєфу. Це суттєво розширює можливості і прискорює роботу проектувальника, дозволяє точно, якісно і ефективно проектувати промислові і цивільні об'єкти та лінійні інженерні споруди.

Інформаційною основою для формування цифрової моделі рельєфу і ситуації є CREDO_DAT – система, що забезпечує збір і опрацювання топографічної інформації, CREDO_TER – система створення і представлення цифрової моделі рельєфу, CAD_CREDO - система опрацювання лінійних вишукувань, проектування нового будівництва і реконструкції автомобільних доріг II – У категорій та інші системи збору і опрацювання топографічної інформації. Ці дані поступають через відкритий обмінний формат і можуть мати всю необхідну інформацію для повної автоматизованої побудови цифрової моделі рельєфу.

Підосною, що візуалізується і використовується для створення ЦМР можуть бути:

- растрові дані у форматі;
- векторні дані у форматі .

Система CREDO_MIX дозволяє проектувати об'єкти від побудови точних геометричних елементів в площині на цифровій моделі рельєфу до створення об'ємної моделі.

Дані CREDO_MIX включають:

- 1) Дані ЦММ (процедура «ПОВЕРХНІ»), що включають цифрову модель рельєфу (ЦМР) і цифрову модель ситуації (ЦМС), цифрову модель не топографічної інформації: точки з позначками або без неї, лінії двохмірні (ситуації) і трьохмірні (структурні лінії), контури поверхонь або площинного об'єкту, поверхні;
- 2) Вихідна модель рельєфу і ситуації може бути створена у CREDO_MIX, CREDO_TER бо отримана імпортом готової поверхні з інших програм, в тому числі проектного рішення з CAD_CREDO (під завантаження трикутників);

3) Геометричні дані (процедура «ПЛАН»), генеровані у CREDO_MIX: точки, лінії, видимі елементи, об'єкти (траси), графічні маски, бази розмічування, розміри і т.і.;

4) Геометрія об'єкту на площині може бути створена у CREDO_MIX, а вісь проектного лінійного об'єкту може бути отримана імпортом з підсистеми CREDO_LIN («Лінійні вишукування»), де вона описана у текстовому вигляді;

5) Дані цифрової моделі проектного об'єкта (процедура «ПОВЕРХНІ»), генеровані у CREDO_MIX: точки поверхні, структурні лінії, контури поверхонь або площинного об'єкту, поверхні.

Точки CREDO_MIX

Для створення ЦММ використовуються точки двох видів:

- точки, необхідні для формування ЦМР – рельєфні і рельєфно-ситуаційні;
- точки, необхідні для формування ЦМС - ситуаційні, без висотної позначки і ситуаційні з висотною позначкою.

Для створення ЦММ рельєфні і ситуаційні точки є основою, а при геометричному проектуванні об'єктів точки, зазвичай, утворюються в результаті побудов – перетинів, спряжень і т.і. геометричних елементів.

При створенні ЦММ не потрібна висока точність координат точок, які водяться, отже в структурах цифрових моделей точки зберігаються з точністю до сантиметру.

Для створення цифрової моделі проектною поверхні використовують точки геометрії (точки перетину і спряження геометричних елементів, початку і кінця об'єкту).

Точність створення точок геометрії досить висока, координати, визначають з точністю, що визначена користувачем у надбудові, а зберігаються з подвійною точністю.

Цифрова модель існує в окремому інформаційному шарі, тому при побудовах з захопленням точок геометрії створюються точки структури ЦММ, їх координати при цьому заокруглюють.

Цифрова модель рельєфу (ЦМР) являє собою множину трикутних гранів, побудованих на точках (вершинах гранів) з координатами X, Y, Z. Побудована множина трикутних гранів називають тріангуляцією. Множина трикутників апроксимує ділянки різних поверхонь (природні і сплановані поверхні Землі, штучні покриття, поверхні окремих геологічних шарів та інше).

Ділянка поверхні, що апроксимується множиною трикутних гранів, обмежена контуром. Контур поверхні – це замкнена ламана лінія, що не перетинається. У ЦМР реальних об'єктів, зазвичай, може бути багато контурів. З метою визначеності ЦМР кожна виділена ділянка поверхні може належати

тільки одному контуру.

На основі ЦМР системами CREDO розв'язуються завдання проектування інженерних об'єктів, і при цьому рельєф місцевості відображається на екрані і в твердих копіях так само як і на топографічних картах і планах, горизонталями, умовними знаками відкосів і т.і.

Елементи цифрової моделі рельєфу і їх взаємозв'язок

Алгоритм формування ЦМР використовує інформацію про контури рельєфу, точках і структурних лініях.

Точки ЦМР має три координати X , Y , Z і можуть бути рельєфними і рельєфно-ситуаційними.

Структурна лінія – це лінія, що сполучає існуючі чи знову побудовані точки ЦМР і однозначно визначає триангулювання ділянки поверхні.

Кожний відрізок структурної лінії при формуванні ЦМР є ребром трикутника. Структурні лінії дозволяють однозначно визначати характерні форми рельєфу: лощини (тальвеги), хребти (водорозділи) і т.і. Структурні лінії утворюють у випадках, коли на думку спеціаліста слід змінити рельєф. Для цього можна використати додаткову польову інформацію про особливості рельєфу, відображену, наприклад, у абрисах, кодами електронних реєстраторів і т.і.

Контур рельєфу - це ділянка поверхні, що має однорідний рельєф. Під однорідним рельєфом слід розуміти сукупність нерівностей, східних за обрисами, розмірами, походженню, віку і історії розвитку. Отже, всю поверхню ділянки місцевості, що формується як ЦМР, представляють у вигляді одного або декількох контурів. Це дозволяє виділити форми рельєфу, на кордонах яких горизонталі ламаються, зсуваються або обриваються: обриви, ями, відкоси, виїмки і насипи, водойми, поверхні зі штучним покриттям і т.і.

Система CREDO_MIX дозволяє відображати рельєф у межах відповідного контуру різними видами горизонталей:

- апроксимаційними і лінійно-інтерполяційними сплайнами: природні поверхні;
- прямими лінійно-інтерполяційними: антропогені форми рельєфу.

У межах контуру можна проводити додаткові горизонталі і змінювати крок горизонталей.

У деяких випадках рельєф можна не відображати горизонталями, наприклад, штучні покриття, водойми і т.і.

Обриви і відкоси відображаються в окремому контурі відповідними умовними знаками.

Система контурів рельєфу при побудові ЦМР утворюють топологічно

коректну множину. Однозначність створення ЦМР при побудові контурів забезпечується їх різним взаєморозміщенням:

- контури, що перетинаються;
- суміжні контури;
- внутрішні контури, що торкаються або не торкаються зовнішнього контуру.

Побудовані у різних контурах поверхні, звичайно можуть виглядати по-різному. Але взаємозв'язок контурів виявляється при визначенні системою параметрів точок їх перетину і при використанні операцій видалення, зміни контурів.

Цифрова модель ситуації

Цифрова модель ситуації (ЦМС) являє собою систему елементів ситуації як множину умовних знаків на плані, якими відображається різноманітна топографічна інформація. Зазвичай, у системі CREDO_MIX ЦМС формується на основі рельєфних і ситуаційних точок. Елементи ЦМС відображаються масштабними і поза масштабними умовними знаками. Система елементів ЦМС включає площинні, лінійні і точкові об'єкти.

Площинний об'єкт – це ділянка поверхні, обмежена ситуаційним контуром і заповнена масштабними умовними знаками. Лінія контуру відображається відповідним умовним знаком, а площа контуру виділяється кольором і умовними знаками заповнення. Сам об'єкт може екранувати елементи рельєфу. Площинному об'єкту може присвоюватись необхідна семантична інформація. Контурам площинних об'єктів притаманні ті ж властивості, що й рельєфним контурам, тобто система забезпечує топологічно коректну множину контурів.

Лінійний об'єкт – це пряма або ламана лінія з поза масштабною шириною, що виражається відповідним умовним знаком (наприклад, ЛЕП, кордони, огороження і т.і.). Лінійний об'єкт має ті самі властивості, що й будь-яка лінія в CREDO_MIX.

Точковий об'єкт - це точка з поза масштабним умовним знаком (опора ЛЕП, репер, пам'ятник і т.і.)

Модель об'єкту проектування

У відповідність з концепцією представлення в CREDO_MIX об'ємної моделі об'єкту проектування, будь-яке конструктивне рішення описується структурною геометричною моделлю, яка відображає не тільки взаємне розміщення елементів об'єкту у просторі, але й їх геометричну форму. Структурна геометрична модель будується методами структурного і параметричного синтезу, що дає можливість проектувати будівельні об'єкти, починаючи від побудови лінії на площині до просторових ліній, що утворюють

складні поверхні і через них до об'ємних моделей об'єктів.

Методи конструювання в CREDO_MIX.

Для вертикального планування у системі передбачені такі можливості, як створення структурної лінії з заданим ухилом або закладенням відкосів, створення паралельних контурів для створення поверхні з заданими параметрами, знаходження лінії перетину двох поверхонь і т.і.

Зазвичай, вихідна модель ЦММ передається проектувальникам у готовому вигляді від вишукувальних підрозділів.

Система дає можливість створення елементів об'єкту по шарах, що мають деревовидну структуру. Всі елементи, що створюються записуються в активний шар. Шари можна переміщувати, об'єднувати і видаляти. Структура шарів продумується до початку роботи над об'єктом – в подальшому це скорочує час на коректування. В кожному з шарів встановлюють необхідні налаштування. В одному шарі можуть знаходитись будь-які елементи різнорідних структур (поверхонь, ситуацій, геометричних даних і т.і.), але рекомендується по можливості структурувати їх по різних шарах і групах шарів, щоби забезпечити найбільш коректне їх використання.

Складання проекту вертикального планування в системі CREDO_MIX

Щоби почати вертикальне планування необхідно мати наступні дані:

- шар з вихідною поверхнею «Рельєф»;
- шари «Будівля» і «Проїзди до неї»;
- шари «Вулиця», «Вісь вулиці», «Відмостка», «Газон», «Тротуар».

Послідовність дій:

- оцінка існуючого рельєфу;
- проектування під'їзду до будівлі;
- завдання висоти контурам будівлі;
- проектування поверхні до перетину з рельєфом;
- налаштування параметрів;
- розрахунок об'ємів насипу і виїмки.

Основними діями по оцінці рельєфу полягають у наступному - в активному шарі «Рельєф» з вихідною поверхнею визначається ухил між двома необхідними точками рельєфу операцією «Поверхні/Виміри/за точками»; переглядається розріз поверхні в операції «Поверхня/Поверхня/Розріз»; вмикається налаштування «фільтр на відображення/Елементи рельєфу/Напрямок і значення стоку» та визначається напрям і значення градієнту стоку.

Комплекс GeoniCS Генплан

Модуль «Генплан» складається з декількох функціональних розділів, кожен з яких відповідає строго заду мам проектування генеральних планів (горизонтальне планування, вертикальне планування і благоустрій).

Креслення розпланування (горизонтальна планування).

Функції цього розділу дозволяють швидко вимальовувати будівельну або геодезичну сітку, вулично-дорожню мережу, нанести на генплан будинки і споруди, майданчики та пішохідні доріжки, проставити необхідні координати і розміри. Всі функції високоінтелектуальні і відповідають вимогам діючих нормативних документів.

Експлікація будівель, відомості доріжок і майданчиків формуються автоматично. Благоустрій та озеленення. Функції цього розділу дозволяють озеленити і упорядкувати проєктований майданчик: «посадити» дерева і чагарники, розмістити малі архітектурні форми. Є можливість рисування одиночної, алейної, площадної посадки дерев і чагарників, різних малих архітектурних форм відповідно до прийнятих стандартними позначеннями на генеральних планах. У той же час ці об'єкти є трьохмірними, що дозволяє проводити візуальний аналіз прийнятих рішень і забезпечує повноцінну тривимірну візуалізацію проєктуємого майданчика. Крім того, в програмі передбачені такі функції, як моделювання росту дерев і чагарників, автоматичне «підняття» на тривимірний рельєф дерев, чагарників, будь-яких малих архітектурних форм, урн, лавок, столиків і т.д.

Відомості елементів озеленення та малих архітектурних форм формуються автоматично і вставляються в креслення. Організація рельєфу (вертикальне планування і картограма земляних мас). Функції цього розділу дозволяють розставити опорні точки планування на осях проїздів, всередині кварталів і в кутах вимощення, а також в інших характерних точках проєктованого майданчика. По опорних точках проводиться простановка стрілок ухилом показчиків з автоматичним перерахунком значень. Зрозумілий інженеру інтерфейс дозволяє легко і наочно робити моделювання майбутнього «червоного рельєфа», редагуючи «опорну мережу». При редагуванні цієї мережі програма автоматично перераховує всі пов'язані з редагованою точкою позначки і показники ухилу. Модуль «Генплан» передбачає гнучке поєднання методу опорних точок і методу «червоних» горизонталей при побудові проєктного рельєфу: модель може бути побудована як по опорних точках і структурним лініям, так і по опорних горизонталям.

Програма безпомилково, із заданою точністю виробляє розрахунок картограми земляних мас і оформляє креслення.

Висновки та рекомендації

Очевидно, що системи CREDO та Geonics є для проєктувальника зручною, логічно зрозумілою, і надає широкі інструментальні можливості для створення оптимальних проєктних рішень в будь-яких умовах забудови і в найкоротші терміни.

ЛІТЕРАТУРА

1. НПО «КРЕДО-Диалог». Програмный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог. Проектирование вертикальной планировки участка под здание в системе CREDO_MX. — Минск, 2001.
2. <http://www.csoft.ru/catalog/soft/geonics/geonics-2014.html>.
3. http://posibnyky.vntu.edu.ua/k_m/t1/173..html.
4. http://geoknigi.com/book_view.php?id=619.
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ CREDO III / О.В. БЕРЕЗИНА, зав. группой архитектурно-планировочного отдела, С.А. МАЛЫШКИН, главный геодезист, ОАО ПИ «Комигражданпроект».
6. ПРОЕКТИРУЕМ С CREDO ДОРОГИ Н.А. КОЗЛОВА, главный инженер проекта, ТОО «Казахский Промтранспроект»,
7. Леонтович В.В. - Вертикальная планировка городских территорий - М., Высшая школа – 1985.
8. de Berg, van Kreveld, Overmars, Schwarzkopf - Computational Geometry. Algorithms and Applications
9. Хромых В.В., Хромых О.В. - Цифровые модели рельефа – 2007.
10. CREDO ДОРОГИ В ДЕЙСТВИИ Ю.И. Комарницкий.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены модули CREDO и GeoniCS Генплан и их возможности в решении задач вертикальной планировки.

SUMMARY

In article CREDO modules and GeoniCS Master Plan and their ability in dealing with problems of vertical planning.