

УДК 004:728+827

Гончаренко Тетяна АндріївнаСтарший викладач кафедри інформаційних технологій, orcid.org/0000-0003-2577-6916

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Пороховніченко Ірина АнатоліївнаАспірантка кафедри інформаційних технологій, orcid.org/0000-0001-6341-6394

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**АНАЛІЗ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ
ПОВЕРХНІ ТЕРИТОРІЇ ПІД ЗАБУДОВУ**

Анотація. Розглянуто наявні підходи щодо вирішення питань, пов'язаних з організацією рельєфу території під забудову. Визначено групи завдань та обсяги інформації на стадіях ескізного та робочого проектування генеральних планів. Досліджено методи вертикального планування та підрахунку об'ємів земляних робіт. Проаналізовано критерії оптимальності прийняття рішень залежно від конкретної планувальної ситуації. На основі цього аналізу виявлена комплексність задачі створення проектного рельєфу та надана її декомпозиція. Запропонована власна модель процесу автоматизованого розв'язання поставленої задачі, математично сформульована задача оптимізації проектних відміток та підтверджена необхідність розробки інформаційної технології моделювання поверхні території під забудову.

Ключові слова: генеральний план; інженерна підготовка території; вертикальне планування; топлан; цифрова модель поверхні; цифрова модель рельєфу; цифрова модель ситуації; проектний рельєф; проектні відмітки; об'єми земляних робіт

Актуальність та аналіз проблеми

Будівництво будь-якого об'єкта починається з підготовки території під забудову. Проектування рельєфу будівельного майданчика і визначення об'ємів земляних робіт є обов'язковою процедурою будівельного проекту, оскільки без неї неможливо точно з'ясувати ні вартість, ні механізми втілення проекту в життя. Земляні роботи проводяться на нульовому циклі і є початковим етапом будь-якого будівництва. Вони включають в себе цілий комплекс заходів: розробку ґрунтів, виїмку, укладання, переміщення, ущільнення ґрунту безпосередньо на місці будівництва. Від якості виконання саме цього етапу робіт безпосередньо залежить стійкість і довговічність будівлі чи споруди, що зводиться, та підземних комунікацій. Логічно виділити декілька задач, пов'язаних з моделюванням рельєфу будівельного майданчика (рис. 1). По-перше, це відображення фактичного рельєфу території до будівництва, по-друге – моделювання варіантів висотно-планувального рішення проектного рельєфу, по-третє – підрахунок об'ємів земляних робіт для кожного проектного варіанта, і по-четверте – вирішення завдання благоустрою території після завершення будівельних робіт. Приклад виконання проекту подається на рис. 1. Всі ці завдання вирішуються на основі моделювання рельєфу та ситуації на будівельному майданчику, а для

комп'ютерного моделювання зручно використовувати цифрове моделювання поверхонь (ЦМП).

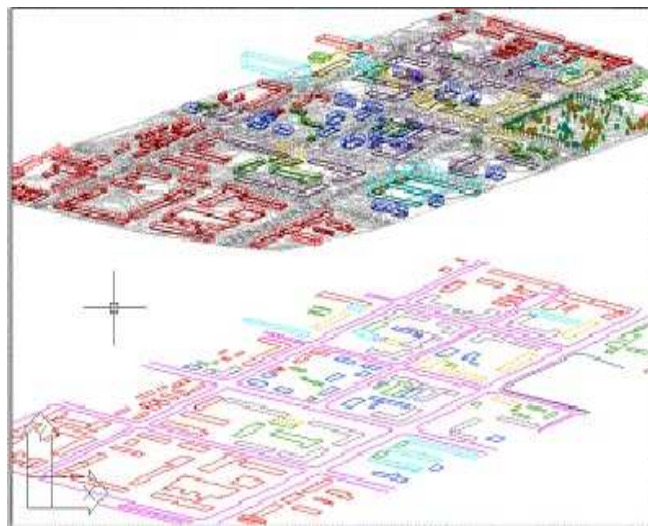


Рисунок 1 – Приклад організації території під забудову

Мета статті

Мета статті – проаналізувати наявні підходи до вирішення задачі моделювання поверхні території для будівництва та запропонувати власну модель процесу автоматизації для комп'ютерного моделювання цієї задачі.

Виклад основного матеріалу дослідження

Аналіз існуючих підходів

Аналіз наукових джерел [1, 2, 6 – 11] і власного досвіду проектування показав, що існує два можливих шляхи вирішення питань організації рельєфу території під забудову. Перший шлях відповідає пошуку загального висотного рішення території без урахування конкретної планувальної ситуації (або за її відсутності). Прикладом може бути вертикальне планування населених пунктів, міст, промислових вузлів на стадії техніко-економічного обґрунтування, аеродромів, проекти інженерної підготовки територій, що передують подальшим будівельним роботам. Другий шлях вирішення завдань організації рельєфу полягає в пошуку висотного положення об'єктів на окремому будівельному майданчику (будівель, споруд, наземних транспортних та інженерних комунікацій) за наявності конкретної планувальної ситуації.

Таким чином, перша група завдань може бути визначена як стадія інженерної підготовки території або ескізного проектування, що характеризується наявністю великих планувальних поверхонь різної конфігурації в плані, до проектного рішення яких висуваються певні вимоги (наприклад, дотримання нормативних ухилів, ув'язка з прилеглою територією і т. п.).

Друга група завдань характеризується значною кількістю і різноманітністю вимог до взаємного висотного розташування всіх планувальних елементів. Її можна визначити як стадію остаточного вертикального планування – робочого проектування, яка може виступати як самостійний (єдиний) етап проектування вертикального планування, або являти собою наступний (другий) етап проектування після попередньої інженерної підготовки території.

Обидва етапи характеризуються не тільки певними вимогами до вирішення, але і ступенем опрацювання проекту та обсягом необхідної інформації. Чим вище ступінь опрацювання проектної ситуації, тим більше вимог до проектної ситуації має враховуватися, тим значніше витрати часу на його отримання і більше обсяг необхідних даних.

Аналіз джерел [2; 7; 8] дозволив здійснити класифікацію традиційних методів вертикального планування території, згідно якої всі існуючі методи поділяються за:

- способами розрахунку проектних відміток;
- способами зображення проектованої поверхні;
- способами підрахунку об'ємів земляних робіт;

– дотриманням геометричних умов виконання проекту.

Зі способами розрахунку проектних відміток тісно пов'язані способи зображення проектної ситуації: профілів червоних (проектних) горизонталей і відміток. Метод профілів полягає в проектуванні поверхні за допомогою системи поздовжніх та поперечних профілів, які забезпечують уявлення про характер перетворення рельєфу. Цей метод застосовують при вертикальному плануванні лінійно-протяжних об'єктів (наприклад, автомобільних доріг, трас, трубопроводів і т.д.). При полігональному (майданчиковому) вертикальному плануванні (ділянок груп житлових і виробничих утворень, мікрорайонів та ін.) застосування цього методу можливе лише спільно з іншими способами. Метод відміток полягає в зображенні перетвореного рельєфу у вигляді системи взаємопов'язаних точок (вершин складної багатогранної поверхні) з позначенням біля них існуючих і проектних відміток. Спосіб червоних горизонталей (ізолій) зводиться до зображення перетвореного рельєфу лініями одного рівня, тобто проектними (червоними) горизонталями. Проектування цим способом дозволяє поєднати на одному кресленні схему компонування генерального плану та вертикальне планування його території, тобто відповідає необхідності у складанні і проектуванні численних профілів. У практиці реального проектування, як правило, для вирішення завдань вертикального планування будівельного майданчика використовуються два останні методи.

При дослідженні методів підрахунку об'ємів земляних робіт [3; 6; 12] виявлено, що основними є методи поперечних перерізів та тригранних і чотиригранних призм. Метод поперечних перерізів використовується для рівних, без великих перепадів територій, а для більш точних результатів використовують розрахунок за тригранними та чотиригранними призмами. Результати такого обчислення накладаються на сітку квадратів картограми земляних робіт. Для спрощення обчислень і уточнення обсягів по квадратах, що містять і виїмку і насип, при розрахунку частіше використовуються трикутні призми.

Згідно досліджень джерел [3; 10; 11] виявлено такі критерії оптимальності проектування вертикального планування:

- мінімальна вартість земляних робіт;
- мінімальний обсяг земляних робіт;
- баланс (рівність об'ємів виїмки і насипу) земляних робіт;
- мінімум переміщень ґрунту по території під будівництво;

– мінімальні робочі відмітки (різниця між проектною та існуючою відмітками характерних точок).

Вочевидь, найменшу вартість земляних робіт можна отримати при повному збереженні існуючого рельєфу. Однак, різні вимоги (функціональні, технологічні, інженерні та ін.), що накладаються на допустимі ухили (доріг, вільних від забудови територій, майданчики під будівлями та ін.), а також перепади висот (підпірні стінки, сходи, підлоги перших поверхів різних будівель та інше) призводять до значного корегування існуючої поверхні. У цих умовах максимальне збереження існуючого рельєфу, а отже і мінімальну вартість земляних робіт, дає мінімальна сума робочих відміток всіх характерних точок моделі території.

Проведене дослідження показує, що завдання моделювання поверхні території під забудову є комплексною задачею, і виявлені вимоги дозволяють перейти до автоматизації процесу її вирішення.

Постановка задачі

Задачу моделювання поверхні території доцільно розглядати з точки зору таких завдань на проектування:

– інженерної підготовки території під будівництво з метою пристосування вільних від забудови ділянок до подальшого освоєння. У цьому випадку здійснюється організація відводу поверхневих вод, заміна (за необхідності) родючого шару ґрунту, засипання або зрізання локальних ділянок, що створюють незручність при подальшому плануванні території, зміцнення або вирівнювання ділянок з ухилами, що перевищують нормативні та інші роботи;

– вертикального планування території (висотне рішення території) – розташування на існуючому рельєфі будівель, споруд, наземних транспортних комунікацій з урахуванням організації поверхневого водовідведення, інженерних особливостей прокладання комунікацій, будівельних і функціональних вимог до розташування будівель та ін.

Таким чином, в загальному випадку, моделювання поверхні території є комплексним завданням, що вимагає в якості вихідної інформації дані про існуючу поверхню, розташовані на ній елементи генерального плану, завдання схеми організації водовідведення та обмежень на допустимі ухили, що розглядає питання інженерної підготовки та вертикального планування території одночасно.

На підставі аналізу відомих підходів до автоматизованого моделювання поверхні території виявлено, що найбільшою мірою вимогам вертикального планування відповідає критерій максимального збереження існуючого рельєфу, а

облік обмежень (як за наявності планувальної ситуації, так і без неї) найпростіше здійснюється при тривимірному цифровому поданні поверхні у вигляді характерних точок і ребер (зв'язків) між ними. Отримані дослідження, а також результати багаторічної апробації програмного комплексу для інженерної підготовки та вертикального планування генеральних планів різного функціонального призначення дозволяють запропонувати інтегрований підхід щодо процесу автоматизованого вирішення поставленої задачі. На рис. 2 подається його декомпозиція.

1. Передпроектні операції	1.1. Аналіз існуючого рельєфу
	1.2. Визначення характерних точок
	1.3. Вибір схеми планування
	1.4. Вибір розташування насипів та виїмок
	1.5. Вибір системи водовідведення
	1.6. Вибір діапазону коливання відміток
2. Визначення проектних відміток елементів генплану	2.1. Призначення проектних відміток
	2.2. Складання профілів доріг та проїздів
	2.3. Коригування проектних відміток
	2.4. Аналіз факторів, впливаючих на ВП
	2.5. Порівняння відміток та результатів аналізу
3. Побудова проектних (червоних) горизонталей	3.1. Мікропланування
	3.2. Визначення профілів доріг та проїздів
	3.3. Визначення відміток інженерних комунікацій
4. Визначення об'ємів земляних робіт	4.1. Підрахунок об'ємів земляних робіт
	4.2. Складання картограми земляних робіт
	4.3. Складання плану переміщення ґрунту
	4.4. Підрахунок вартості робіт по ВП

Рисунок 2 – Декомпозиція процесу автоматизації моделювання поверхні території під забудову

Для вирішення основного завдання – **ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ** – необхідно виконати два допоміжні етапи:

1. Створити топографічний план (ТОПОПЛАН);

2. Виконати компонування генерального плану (ГОРИЗОНТАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ).

Фактично ці два етапи є підготовкою вхідної інформації для вирішення основного завдання.

Створення топографічного плану є підготовкою креслення існуючого рельєфу для подальшого використання його у процесі вертикального планування. Цей етап передбачає використання одного з двох можливих варіантів:

- створення топографічного плану;
- вибір вже підготовленого топографічного плану ділянки з бази даних проекту.

Створення топографічного плану це введення висотних значень фактичних геодезичних точок та автоматичний розрахунок на підставі інтерполяції цих значень висот регулярної квадратної мережі, розрахунок і побудова «чорних» горизонталей – ліній однакового рівня із заданим кроком по висоті, приведення цифрового опису рельєфу у відповідність з розташуванням меж ділянки території, що моделюється. Результатами топоплану є креслення із зображенням «чорних» горизонталей і тривимірна цифрова модель рельєфу (ЦМР). Приклад подається на рис. 3.

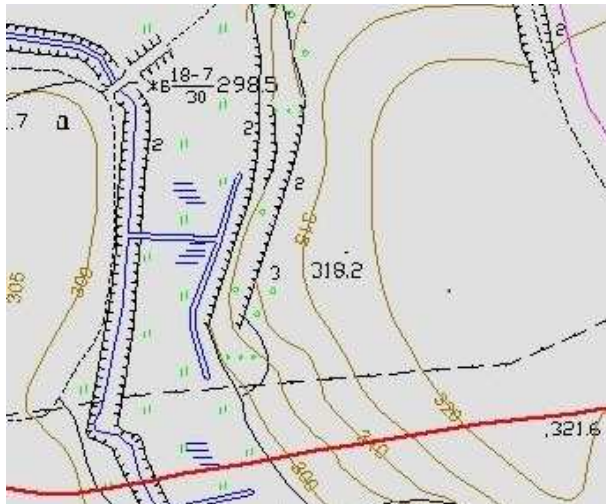


Рисунок 3 – Приклад топографічного плану

Для створення схеми горизонтального планування використовуються відповідні проектні знаки. Кожний елемент: межі майданчика, будівлі, проїзди, огорожа тощо має власні правила креслення та відображення на схемі генплану (наприклад, суцільні лінії – для зображення меж майданчика, будівель і бордюрів автодоріг, штрих-пунктирні – для осей автодоріг). Відповідні умовні позначення проектних знаків зображуються на окремих шарах і в сукупності створюють ситуаційний план. Результатами горизонтального планування є креслення – цифрова модель ситуації (ЦМС). Приклад подається на рис. 4.

Основний етап – вертикальне планування являє собою рішення трьох взаємопов'язаних завдань:

1. Оптимізація проектних відміток;
2. Мікропланування проектної поверхні в «червоних» (проектних) горизонталях;

3. Розрахунок картограми земляних робіт (кількісна оцінка результатів моделювання). Приклад подається на рис. 5.

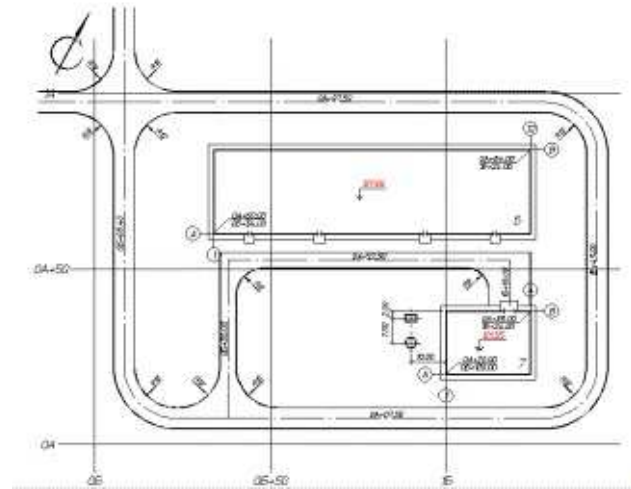


Рисунок 4 – Приклад горизонтального планування

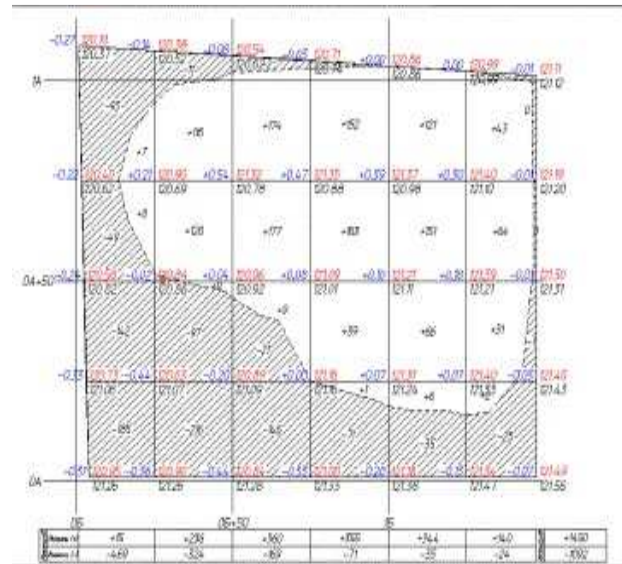


Рисунок 5 – Приклад розрахунку об'ємів земляних мас

Моделювання проектної поверхні виконується за характерними точками. Характерними є точки елементів ситуаційного генерального плану та вільної від забудови території, які необхідні для моделювання. Доцільно виділити такі точки:

- будівель, споруд, майданчиків – це кути, точки входу (в'їзду), підключення комунікацій та ін.
- осі доріг та проїздів – перетину осей (перехрестя), перелому поздовжнього профілю, кінці осей (тупики), перетину з вимощенням будівлі, споруди або межі планованої території тощо;
- межі майданчика – кути огорожі, точки перелому профілю по лінії огорожі, перетину осей в'їздів / виїздів з огорожею, перетину межі з інженерними комунікаціями тощо;
- інші точки, що впливають на прийняття рішення.

Висотні кореляції між елементами генерального плану та обмеження виражаються зв'язками між характерними точками. Оптимальний варіант проектного рішення може бути отримано переміщенням точок по вертикалі в заданих (допустимих) межах при обраному критерії максимального збереження існуючого рельєфу (мінімум суми відхилень проектних та існуючих відміток характерних точок).

Завдання оптимізації проектних відміток формулюється так: на існуючому рельєфі території, заданому координатами (X, Y, Z) поверхні землі і елементів забудови, з урахуванням зовнішніх обмежень і прийнятої системи водовідведення визначити оптимальні позначки (координати Z) елементів генерального плану так, щоб максимально зберегти існуючий рельєф при дотриманні всіх необхідних обмежень.

Цільова функція для визначення проектних відміток є сумою квадратів відхилень проектних відміток від їх існуючих значень:

$$F(z) = \sum_{i=1}^N \Delta Z_i^2 = \sum_{i=1}^N (z_i - z_i^*)^2 \rightarrow \min.$$

Обмеження на точки проектного рельєфу визначаються наступними рівняннями:

$$\begin{cases} z_i = z_i^*; \\ z_i - z_j = \text{const}; \\ \text{tg}\alpha_1 \leq (z_i - z_j) / D_{ij} \leq \text{tg}\alpha_2, \end{cases}$$

де $z_i = z_i^*$ – для множини точок, проектні відмітки яких мають дорівнювати існуючим;

$z_i - z_j = \text{const}$ – для множини точок, для яких

різниця між відмітками має бути незмінною;

z_i^* – існуюча відмітка характерної точки і;

z_i, z_j – проектні відмітки характерних точок і, j;

D_{ij} – відстань між проектними точками і, j;

$$D_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2},$$

$i = \{1, \dots, N\}, j = \{1, \dots, N\}$ – індексні множини;

N – кількість характерних точок;

x_i, x_j, y_i, y_j – відповідні координати характерних точок і, j проектної поверхні;

$\text{tg}\alpha_1, \text{tg}\alpha_2$ – максимальний та мінімальний допустимі ухили для ситуації.

Висновки

Дослідження відомих підходів до моделювання поверхні території для будівництва дозволив виявити необхідність розробки інформаційної технології для вирішення завдань організації рельєфу на будівельному майданчику. Вона має орієнтуватися на сучасні технічні засоби, інформаційне забезпечення, та вітчизняну нормативну базу (ДБН). Такий комплексний підхід дозволить отримати якісне проектно рішення. Приклад подається на рис. 6.

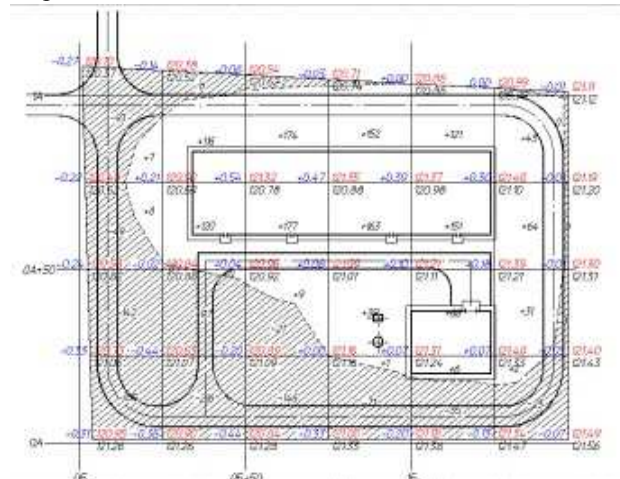


Рисунок 6 – Приклад поєднання горизонтального планування та картограми земляних робіт для візуалізації та прийняття проектного рішення щодо організації вертикального планування

Список літератури

1. Свтушенко М.Г., Гуревич Л.В., Шафран В.Л. Інженерна підготовка території населених місць. [Текст]- М.: Стройиздат, 1982. – 267.
2. Відуєв Н.Г. та ін. Методика вертикального планування // Вип. 1. Загальні відомості про застосування способу найменших квадратів до вирішення завдань вертикального планування. [Текст]- Київ: АСІА УРСР, 1958.
3. Гайна Г.А. Вибір території під багатоквартирний будинок з позиції системологічного підходу [Текст] / Г.А.Гайна, А.В. Ерукаєв, Т.А. Гончаренко // Управління розвитком складних систем. – 2016. – №27. – С. 106 – 111.
4. Гайна Г.А. Нечіткий стратегічний підхід до вибору найвпливовіших факторів в житловому будівництві [Текст] / Г.А.Гайна, Т.А. Гончаренко, А.В. Ерукаєв // Управління розвитком складних систем. – 2016. – №25. – С. 96 – 102.
5. Гончаренко Т.А. Застосування технології штучних нейронних мереж для моделювання рельєфу будівельного майданчика [Текст] / Т.А.Гончаренко // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 29. – С. 155 – 159
6. Інженерна підготовка територій, що забудовуються [Текст]/ Під ред. В.Ю. Моїсєєва.- Київ: Будівельник, 1974. – 276 с.

7. Моїсєєв В.Ю., Пінчук В.Я. Проектування рельєфу території, що забудовується. [Текст]- Київ: Будівельник, 1977. – 148 с.
8. Ievleva O.T., Mamchits N.A. Modelling of the composition of the town building./ The 6-ih Conference and exhibition on computer graphics and visualization. Graphicon'96, Jily 1-5,1996, Saint-Petersburg,Russia. Research Papers works-shops.3.
9. Keppel E. Approximation Complex Surfaces bei Triangulation of Contours Lines II Jornal of research and development, v. 15. – 1975. – №1..
10. Осітнянко А.П. Автоматизація вибору проектних рішень забудови та містобудівної оцінки схилкових територій. [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.12 / Осітнянко Андрій Петрович; КІСІ. – Київ, 1987. – 192 с.
11. Корнєєв Н.А. Графоаналітичний метод проектування вертикального планування. [Текст] – М.: Стройиздат, 1983. – 132 с.
12. Галясовський Й.В. Підрахунок об'ємів земляних робіт методом наведеної площині [Текст] // Праці ДІСІ. – Дніпропетровськ, 1960. – Вип .. – С. 141 – 146.

Стаття надійшла до редколегії 06.07.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Терент'єв, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Гончаренко Татьяна Андреевна

Старший преподаватель кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0003-2577-6916

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Пороховниченко Ирина Анатольевна

Аспирантка кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0001-6341-6394

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

АНАЛИЗ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ПОД ЗАСТРОЙКУ

Аннотация. Рассмотрены имеющиеся подходы по решению вопросов, связанных с организацией рельефа территории под застройку. Определены группы задач и объемы информации на стадиях эскизного и рабочего проектирования генеральных планов. Исследованы методы вертикальной планировки и подсчета объемов земляных работ. Проанализированы критерии оптимальности принятия решений в зависимости от конкретной планировочной ситуации. На основе этого анализа выявлена комплексность задачи создания проектного рельефа и предоставлена ее декомпозиция. Предложена собственная модель процесса автоматизированного решения поставленной задачи, математически сформулирована задача оптимизации проектных отметок и подтверждена необходимость разработки информационной технологии моделирования поверхности территории под застройку.

Ключевые слова: генеральный план; инженерная подготовка территории; вертикальная планировка; топлан; цифровая модель поверхности; цифровая модель рельефа; цифровая модель ситуации; проектный рельеф; проектные отметки; объемы земляных работ

Honcharenko Tetyana

Senior Lecturer, Department of Information Technology, orcid.org/0000-0003-2577-6916

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Porokhovnichenko Iry`na

Post-graduate student of the Chair of Information Technologies, orcid.org/0000-0001-6341-6394

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

ANALYSIS AND RESOLUTION OF THE SURFACE MODELING TASK FOR CONSTRUCTION TERRITORY

Abstract. The existing approaches to resolving issues related to the organization of the relief for construction territory are considered. Task groups and volumes of information are defined at stages of sketch and working design of master plans. The methods of vertical planning and calculation of volumes of earthworks are investigated. The criteria of optimality of decision-making depending on the specific planning situation are analyzed. On the basis of this analysis, the complexity of the task of creating a design relief is revealed and its decomposition is given. The proposed model of the process of automated solution of the set task, mathematically formulated the task of optimization of design elevations and confirmed the necessity of developing information technology for modeling the surface of the territory for construction.

Keywords: engineering training of the territory; vertical planning; topoplane; digital surface model; digital elevation model; digital situation model; design relief; design elevations; volumes of earthworks

References

1. Evtushenko M.G., Gurevich L.V., Shafran V.L. *Engineering training of the territory of populated areas. [Text] – M.: Stroyizdat, 1982. – 267.*
2. Vuyev N.G. etc. *Vertical Planning Method // Vip.1. General information on the application of the least squares method to the solution of vertical planning tasks. [Text] – Kyiv: ASIA of the Ukrainian SSR, 1958.*
3. Haina, H.A., Yerukaiev, A.V. & Honcharenko, T.A. (2016). *The choice of site for an apartment building from a position of systemological approach. Management of Development of Complex Systems, 27, 106 – 111. [in Ukrainian].*
4. Guyna G.A. *Unclear strategic approach to choosing the most influential factors in housing construction [Text] / G.A.Hayna, T.A. Goncharenko, AV Erukayev // Management of the development of complex systems. – 2016 – №25. – P. 96 – 102.*
5. *Goncharenko T.A. Application of technology of artificial neural networks for modeling the relief of the construction site [Text] / T. A. Honcharenko // Management of the development of complex systems. – 2017. – No. 29. – P. 155 – 159*
6. *Engineering training of built-up areas [Text] / Ed. V.Yu. Moiseyev. – Kyiv: Builder, 1974. – 276 p.*
7. *Moiseev V.Yu., Pinchuk V.Ya. Designing the relief of the developing land. [Text] – Kyiv: Builder, 1977. – 148 pp.*
8. *Ievleva O.T., Mamchits N.A. Modeling of the composition of the city building. The 6th Conference and Exhibition on Computer Graphics and Visualization. Graphicon'96, Jily 1-5.1996, Saint-Petersburg, Russia. Research Papers works-shops.3.*
9. *Keppel E. Approximation Complex Surfaces and Triangulation of Contours Lines II. Journal of research and development, v. 15. – 1975. – No. 1.*
10. *Ositnyanko AP Automation of choice of design solutions for construction and urban planning of sloping territories. [Text]: author's abstract. dis Cand. tech Sciences: 05.13.12 / Ositnyanko Andrey Petrovich; KISI – Kyiv, 1987. – 192 p.*
11. *Korneev N.A. Graph-analytical method for designing vertical planning. [Text] – M.: Stroyizdat, 1983. – 132 p.*
12. *Galyasovsky YV Calculation of volumes of earthworks by the method of the induced plane [Text] // Proceedings of the DSI. – Dnipropetrovsk, 1960. – Vip. – P. 141 – 146.*

Посилання на публікацію

- APA *Honcharenko, Tetyana, & Poroxovnichenko, Iry`na, (2017). Analysis and resolution of the surface modeling task for construction territory. Management of Development of Complex Systems, 31, 138 – 144.*
- ДСТУ *Гончаренко, Т.А. Аналіз та постановка задачі моделювання поверхні території під забудову [Текст] / Т.А. Гончаренко, І.А. Пороховніченко // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 31. – С. 138 – 144.*