

ТЕМА 3: МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ЗА ПРИРОДНИМИ УМОВАМИ

3.1. Структура містобудівних задач

Для обґрунтування структури-містобудівних задач потрібно, *по-перше*, сформулювати структуру об'єкта управління для виявлення методів рішення і характеру використаної інформації, *по-друге*, розібрати структуру суб'єкта управління для виявлення змістовної сутності задач, *по-третьє*, використовувати структуру процесу прийняття рішень для виявлення ієрархії цілей і рівнів деталізації містобудівної інформації.

3.2. Оцінювання та прогнозування стану територій зі складними природними умовами

Математичні моделі, які застосовуються для опису містобудівних об'єктів діляться на дві великі групи: *deskriptivni (описові) або імітаційні*, що використовуються для прогнозування розвитку міста, його економічних можливостей і соціальних функцій тощо, і *оптимізаційні*, за допомогою яких із можливих варіантів рішення вибирається кращий.

Аналіз процесу збирання, використання, перетворення інформації на різноманітних ієрархічних рівнях містобудівного проектування дозволяє дійти висновку про необхідність використання двох рівнів моделювання: *структурного* (функціонально-логічного) і *кількісного* (адекватного) при розробці і подальшому застосування інформаційних систем.

З метою виявлення й обмеження кількості елементів структури імітаційної моделі містобудівного освоєння територій були проведені дослідження значимості різних природних і антропогенних чинників природно-технічної системи на стійкість (табл. 3.1).

Антропогенні чинники природно-технічної системи

Антропогенні навантаження	Антропогенні впливи
Зміни рельєфу	<ol style="list-style-type: none"> 1. Підрізка схилів. 2. Зміна горизонтальної розчленованості 3. Зміна вертикальної розчленованості
Навантаження території	<ol style="list-style-type: none"> 1. Статичні навантаження. 2. Динамічні навантаження 3. Просторовий розподіл статичних і динамічних навантажень
Організація стоку поверхневих вод	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зміна коефіцієнта стоку. 2. Зміна швидкості стоку. 3. Зміна умов концентрації і пробігу води на території.
Зволоження ґрунтів території	<ol style="list-style-type: none"> 1. Конденсація вологи під водонепроникними поверхнями і в ґрунтах зворотних засипок. 2. Витрати з інженерних водонесучих комунікацій. 3. Полив зелених насаджень. 4. Затоплення котлованів у період будівництва.

Ефективність робіт щодо організації рельєфу визначається техніко-економічними показниками за вертикальним плануванням і супутніми заходами з інженерної підготовки. Чим менше обсяг робіт із вертикального планування, тим раціональніше можливо виконати організацію рельєфу, і тим меншою є ступінь антропогенного впливу. Раціональним вважаються такий обсяг робіт щодо інженерної підготовки, який призводить до стабілізації ґрунту на ділянці забудови (рис. 3.1).

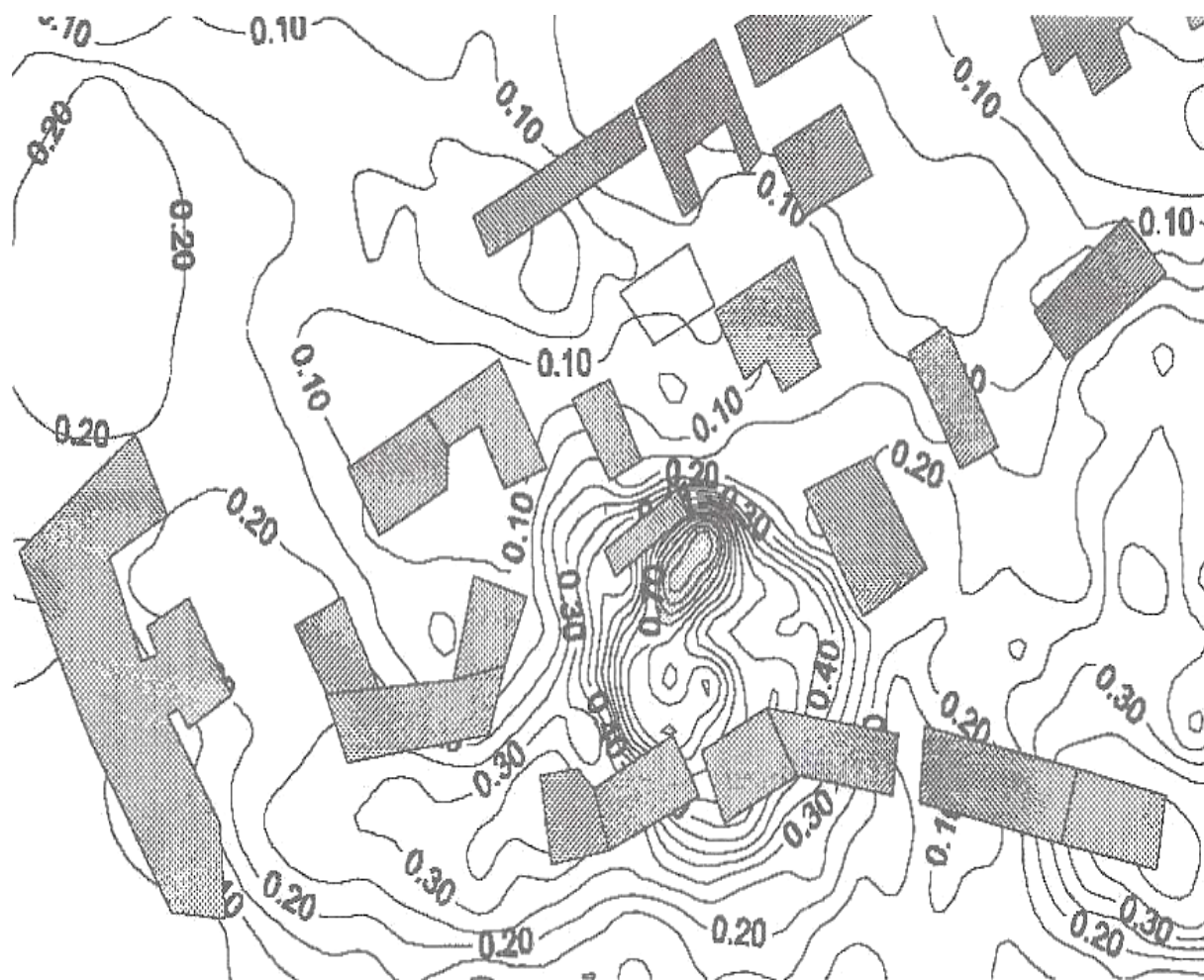


Рис. 3.1. Оцінка рельєфу території

Об'єми земляних робіт, m^3 , з урахуванням благоустрою на $1 m^2$ площі забудови можна підрахувати за наступною залежністю:

$$V = K_k \cdot i, \quad (3.1)$$

де K_k – коефіцієнт, який залежить від типу будинку ($K_k = 0,1733$ для рівнинних будинків (прийом макротерасування); $K_k = 0,1033$ для рівнинних будинків (прийом мікротерасування); $K_k = 0,0533$ для каскадних секційних будинків; $K_k = 0,0495$ для каскадних коридорних будинків; $K_k = 0,0419$ для терасних будинків; $K_k = 0,0291$ для секційних будинків змінної поверховості); i – ухил ділянки території, що підлягає забудові, %.

3.3. Прогнозування підтоплення територій

Вибір типів і поверховості будинків, планувальних рішень вносить свої

корективи у значення показників антропогенних чинників, а через них впливає і на природні чинники.

Формула для підрахунку інтенсивності випарування на забудованій території має наступний вигляд:

$$W = \alpha \cdot H + c \cdot \beta - \alpha \cdot L; \quad (3.2)$$

$$W_1 = W \cdot (1 - \psi), \quad (3.3)$$

де α – коефіцієнт, що залежить від кліматичного району; H – потужність ґрунтових вод; c – коефіцієнт, що враховує орієнтацію схилу; β – інтенсивність випарування з відкритої поверхні ґрунту; L – відстань від поверхні землі до водоупору; ψ – коефіцієнт стоку забудованої території.

Основними причинами термоосмосу є зміна пружності водяних парів залежно від поверхневого натягу і температури. Отже, спрямованість і розмір термоосмотичної фільтрації залежать від часу року, орієнтації будинків і поверховості забудови, тому що поверховість будинків визначає довжину тіні. Швидкість фільтрації підраховується за формулою:

$$V_f = D_t \cdot I_t, \quad (3.4)$$

де D_t – коефіцієнт термоосмосу; I_t – градієнт температур.

Різноманітне споживання води приводить до різноманітної кількості витків води з інженерних комунікацій на площі забудованої території.

Тому, для умов житлової забудови, інфільтрацію з водонесучих комунікацій на площадці з розмірами $\Delta x \cdot \Delta y$ можна визначити за наступною залежністю, $m/доб$:

$$W = \frac{n \cdot m \cdot \left(\frac{F_y}{N} \right)}{\Delta x \cdot \Delta y}, \quad (3.5)$$

де n – нормована частка втрат споживання води на витки (від 5 до 10% водозабору на розглянуту площадку); m – норма споживання води на одну людину ($m^3/доб$); F_y – житловий фонд (m^2), розміщений на площадці з розмірами $\Delta x \cdot \Delta y$; N – норма житлового фонду на одну людину (m^2).

Забудова схилу викликає зміну напруженого стану ґрунтів схилу, що, у свою чергу, викликає зміну їхніх фільтраційних показників. Ґрунти різного генезису і геологічного віку неоднаково реагують на зовнішнє навантаження.

Розмір і швидкість стиску ґрунтів залежать від ступеня їхнього насичення водою, структури і розміру пористості. Встановлено, що чим менше водопроникність ґрунтів, тим повільніше протікає процес осадки, тобто існує безпосередній зв'язок між змінами тиску і фільтраційних параметрів ґрунту. Залежність коефіцієнта фільтрації K від величини тиску на прошарок ґрунту має вигляд:

$$K = K_0 \cdot e^{-\alpha_k \cdot p}, \quad (3.6)$$

де K_0 – коефіцієнт фільтрації ґрунту до навантаження; p – питомий тиск від навантаження у водоносному прошарку ґрунту.

$$\alpha_k = \alpha_k^0 \cdot \alpha_c^0, \quad (3.7)$$

де α_k^0 – коефіцієнт, що залежить від виду і щільності ґрунту; α_c^0 – коефіцієнт відносного стиску, який визначається за формулою:

$$\alpha_c^0 = \frac{\alpha_c}{1 + \varepsilon_0}. \quad (3.8)$$

У формулі (3.8) прийняті позначення: α_c – кутовий коефіцієнт; ε_0 – коефіцієнт пористості, що відповідає даному стану ґрунту;

Схематизуючи геологічну будову і гідрогеологічні умови (від поверхні землі є один великий водотривкий ґрунт, під яким немає водоносного обр'їу в середовищі, що добре фільтрує; коефіцієнти фільтрації по осях X і Y однакові і $K_z \gg \omega$), можливо уявити рух ґрунтових вод як планову нестационарну фільтрацію для одношарового безнапорного потоку ґрунтових вод над негоризонтальним водотривким ґрунтом:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dx} \left\{ K_0(x, y) [h(x, y, t) - H_B(x, y)] \frac{d}{dx} \right\} + \\ & + \frac{d}{dy} \left\{ K_0(x, y) [h(x, y, t) - H_B(x, y)] \frac{d}{dy} \right\} + W(x, y, t) = \mu \frac{dh}{dt}, \end{aligned} \quad (3.9)$$

де $K_0(x, y)$ – коефіцієнт фільтрації водоносного обрію; $h(x, y, t)$ – абсолютна позначка рівня ґрунтових вод; $H_B(x, y)$ – абсолютна позначка підосви водоносного обрію; $W(x, y, t)$ – розмір, що характеризує витрату води, яка надходить у водоносний шар (інфільтрація атмосферних осадків, додаткова інфільтрація за рахунок витрат із комунікацій, випарування), і коефіцієнт водовіддачі.

У зв'язку з тим, що аналіз дії забудови на рівень ґрунтових вод є складовою частиною моделювання містобудівного освоєння території, то для прогнозу змінення рівня ґрунтових вод обрано скінченно-різницеву апроксимацію диференціального рівняння:

$$\begin{aligned}
 h_{i,j}^{t+\Delta t} = & h_{i,j}^t + \left\{ K_{i-1,j}^V h_{i-1,j}^{-t} + \frac{K_{i-1,j}^V h_{i-1,j}^{-t}}{\Delta x} \right\} \cdot (h_{i-1,j}^t - h_{i,j}^t) + \\
 & + \left\{ K_{i+1,j}^S h_{i+1,j}^{-t} + \frac{K_{i,j}^S h_{i,j}^{-t}}{\Delta x} \right\} \cdot (h_{i+1,j}^t - h_{i,j}^t) + \left\{ K_{i,j-1}^T h_{i,j-1}^{-t} + \frac{K_{i,j}^T h_{i,j}^{-t}}{\Delta x} \right\} \cdot (h_{i,j-1}^t - h_{i,j}^t) + \\
 & + \left\{ K_{i,j+1}^R h_{i,j+1}^{-t} + \frac{K_{i,j}^R h_{i,j}^{-t}}{\Delta x} \right\} \cdot (h_{i,j+1}^t - h_{i,j}^t) \frac{\Delta t}{\mu \cdot \Delta x^2} + \\
 & + \frac{W_{i,y}}{\mu} \cdot \Delta t + \frac{(1-\psi_{i,y})W_0}{\mu} \cdot \Delta t - \frac{(1-\psi_{i,y})WS}{\mu} \cdot \Delta t, \quad (3.10)
 \end{aligned}$$

де $h_{i,j}^{t+\Delta t}$ – абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод через проміжок часу Δt ;

$h_{i,j}^t$ – абсолютна відмітка рівня ґрунтових вод у початковий проміжок часу; $h_{i,j}^{-t}$ – потужність водоносного шару у початковий проміжок часу;

$K_{i,j}^V$ – коефіцієнт фільтрації в точці (i, j) зверху;

$K_{i,j}^S$ – коефіцієнт фільтрації в точці (i, j) знизу;

$K_{i,j}^T$ – коефіцієнт фільтрації в точці (i, j) ліворуч;

$K_{i,j}^R$ – коефіцієнт фільтрації в точці (i, j) праворуч (усі коефіцієнти фільтрації наводяться з урахуванням антропогенного навантаження

будинками, типу і місцеположення будинків термоосмотичної фільтрації); Δx – розмір розбивної сітки (шаблону);

μ – коефіцієнт водовіддачі або недостачі насичення;

$W_{i,y}$ – інфільтрація з водонесучих інженерних комунікацій;

W_0 – інфільтрація атмосферних опадів;

WS – випаровування з поверхні ґрунтових вод;

$\psi_{i,y}$ – коефіцієнт стоку в точці (i, j) .

Методика прогнозу була зіставлена з режимними спостереженнями рівня ґрунтових вод і показала відповідний допустимий збіг результатів.

3.4. Розрахунок економічних показників освоєння територій

Оцінка збитку визначається виходячи з конкретної забудови у верхній і нижній частинах території схилів, благоустрої самої території, з урахуванням наступних основних видів забудови:

– **транспорт і вулиця:**

$$C_1 = 4 \{ P_n \cdot (\Delta l \cdot C_{nkm} + \Delta t \cdot C_{nch}) + P_g \cdot \Delta t \cdot C_{tkm} \} + 0,3 C_{u1} L_{u1} + 0,2 C_{is} L_{is}, \quad (3.11)$$

де P_n , P_g – добовий пасажиро- і вантажопотік на проїжджій частині вулиць;

Δl – відстань перепробігу транспорту у зв'язку з закриттям вулиці;

C_{nkm} і C_{tkm} – вартість одного пасажиро- і тонно-кілометра;

Δt – додаткові витрати часу пасажирів;

C_{nch} – вартість пасажирогодини;

C_{u1} – вартість дорожнього покриття вулиць;

C_{is} – вартість інженерних мереж;

L_{u1} , L_{is} – довжина відповідно вулиці й інженерних мереж;

– **житлової, у верхній частині території схилу:**

$$C_2 = 0,44 F_m C_m + 0,3 C_3 C_6; \quad (3.12)$$

– **житлової, в нижній частині території схилу:**

$$C_3 = 0,28 F_m C_m + 0,5 C_6, \quad (3.13)$$

де F_m – корисна площа житлових будинків, що знаходяться в зоні поширення руйнації; C_m – вартість зведення 1 м^2 корисної площі будинків із урахуванням об'єктів обслуговування; C_e – вартість благоустрою території;

– промислових підприємств:

$$C_4 = (0,4F_f + 0,02B) \cdot K_m, \quad (3.14)$$

де F_f – вартість основних фондів підприємств; B – річний обсяг валової продукції підприємства; K_m – частка території підприємства, що піддається руйнаціям внаслідок порушення стійкості території.

Оцінка варіанта планування супроводжується підрахунком можливого економічного збитку при порушенні стійкості території із визначенням вартості заходів інженерного підготування території (рис. 3.2).

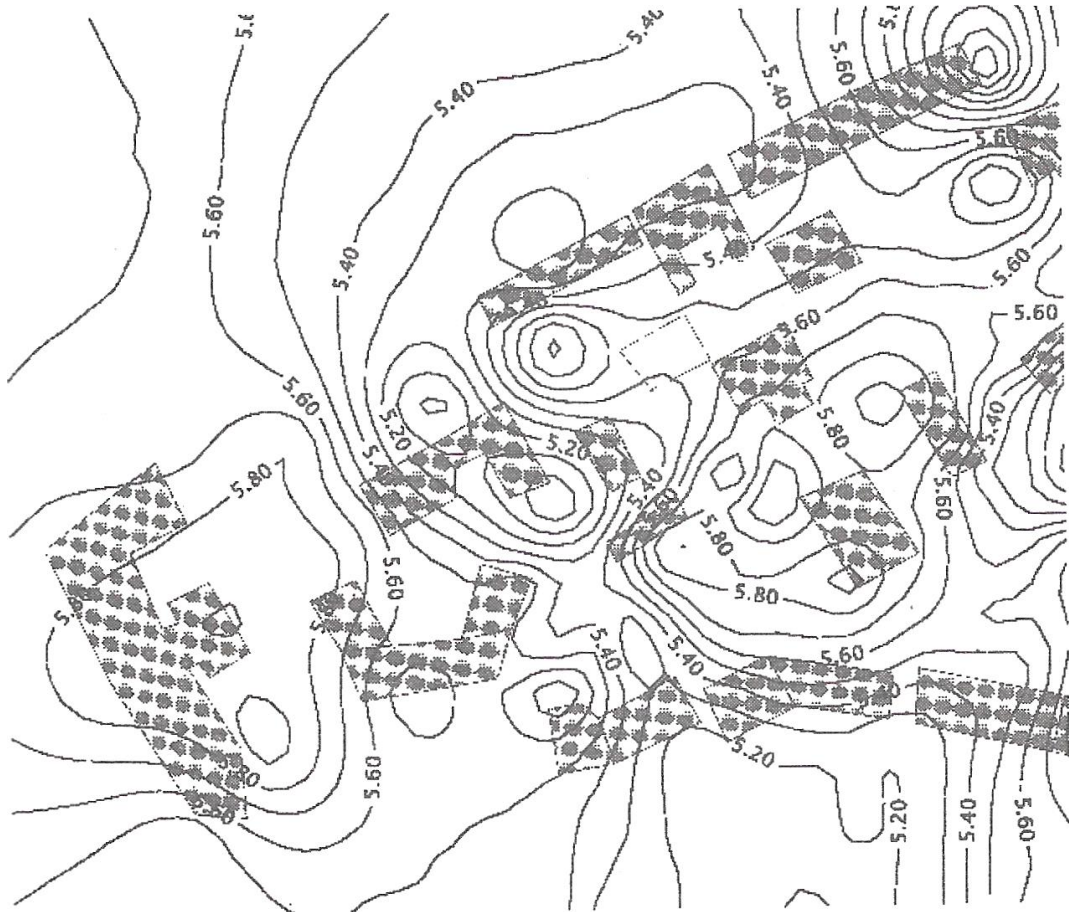


Рис. 3.2. Оцінка вартості інженерної підготовки території

Такий етап моделювання полягає в оптимізації планувального рішення по еколого-економічних показниках – проводиться коригування поверховості і типу будинків. Відкоригований варіант оцінюється за параметрами, що і початковий варіант, який дозволяє провести порівняння варіантів.

3.5. Водозахисні заходи

До складу водозахисних заходів, які попереджують зволоження ґрунтів та просідають, включаються:

- компоновка генерального плану;
- вертикальне планування території, яка забудовується, з організованим водовідводом атмосферних опадів;
- влаштування під будинками горизонтальних екранів із ущільненого ґрунту (при будівництві на основі комплексу заходів);
- якісне ущільнення зворотної засипки пазух котлованів і траншей;
- влаштування вимощень по зовнішньому периметру об'єкта будівництва;
- прокладання зовнішніх і внутрішніх водонесучих комунікацій із заходами для запобігання можливості витікання з них води до ґрунту (залізобетонні лотки, трубні футляри) та забезпечення контролю водонесучих комунікацій, їхнього ремонту, можливість скидання або утримання вод при аваріях або ремонті;
- розміщення газонів та зелених насаджень із наданням необхідних ухилів озелененої поверхні для забезпечення стікання води у каналізацію;
- за наявності гідрогеологічного прогнозу про очікуване підвищення рівня підземних вод.

Водозахист ґрунтів основи об'єктів будівництва при проектуванні внутрішніх мереж водопроводу і каналізації має містити: влаштування водонепроникних підлог у підвалах та підлогових просторах будинків; застосування компенсаторів або гнучких стиків трубопроводів у місцях перетину деформаційних швів.

Мінімальні відстані у плані від зовнішніх поверхонь водопровідних і каналізаційних труб зовнішніх граней фундаментів будівлі, будинку або споруди необхідно приймати:

→ за відсутності просідання від власної ваги і при групах складності умов будівництва 1–А, 1–Б – не менше 5 м , а при групі 1–В – як за звичайних ґрунтових умов;

→ за наявності просідання від власної ваги ґрунту – за табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Мінімальні відстані у плані

Товщина шару просідаючого ґрунту, м	Відстані, м, при діаметрі труб, мм		
	до 100	понад 100 до 300	понад 300
до 12	5	7,5	10
більше 12	7,5	10	15

Організоване зовнішнє водовідведення допускається тільки у III–IV будівельно-кліматичних зонах для об'єктів будівництва II і III груп капітальності заввишки не більше 5 поверхів (включно). Вода, яка потрапляє на вимощення, повинна надходити у зливостоківу мережу через водоприймальники або лотки.

Опалювальні системи об'єктів будівництва слід передбачати наступним чином: підводки до нагрівальних приладів не повинні перетинати деформаційних швів будинку або споруди. Внутрішні каналізаційні мережі слід групувати в об'єднані випуски з будівель і споруд через контрольні колодязі з наступним підключенням їх до найближчого колодязя мережі каналізації.

Водозахист просідаючих ґрунтів дублюють встановленням запобіжних і сигналізаційних пристроїв у системах скиду аварійних вод для сповіщення про аварійне витікання, які монтуються у спеціальних водонепроникних приямках чи контрольних колодязях.