

УДК 624.15

**ОЦІНКА СТІЙКОСТІ СХИЛУ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ АДМІНІСТРАТИВНО-ГРОМАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ ПО ВУЛ. І. МАЗЕПИ, 1 В М. КИЄВІ**

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ОБЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ПО УЛ. И. МАЗЕПЫ, 1 В Г. КИЕВЕ**

**THE ESTIMATION OF THE SLOPE STABILITY ON THE DESIGNING STAGE OF ADMINISTRATIVE AND PUBLIC COMPLEX ON THE 1 I. MAZEPА STR. IN KIEV**

Шумінський В. Д., к.т.н., доцент, Степанчук С.В., с.н.с., Слободянік І.Ю., н.с., Степанчук Н. В., м.н.с., Костецька С. М., провідний інженер (Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ)

Шуминский В. Д., к. т. н., доцент, Степанчук С. В., с.н.с., Слободяник И. Ю., н.с., Степанчук Н. В., м.н.с., Костецкая С. М., ведущий инженер (Государственное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций», г. Киев)

Shumynsky V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Stepanchuk S., Sr. Researcher, Slobodianik I., Researcher, Stepanchuk N., Jr. Researcher, Kostetska S., Lead Engineer (State Enterprise «State Research Institute of Building Structures», Kiev)

На прикладі будівництва адміністративно-громадського комплексу, розташованого поруч з пам'яткою архітектури «Миколаївські ворота з прилеглими будівлями» по вул. І. Мазепи, 1 у м. Києві, застосовано комплексний підхід до оцінки проекту будівництва, які включають у себе роботи з обстеження та оцінки стійкості схилу прилеглої території в природному стані з урахуванням розташованих на цій території будівель. Представлені результати досліджень можуть бути використані при прийнятті захисних заходів по підвищенню стійкості схилу і технічних рішень.

На примере строительства административно-общественного комплекса, расположенного рядом с памятником архитектуры «Николаевские ворота с прилегающими зданиями» по ул. И.Мазепы, 1 в г. Киеве выполнены этапы комплексного подхода к оценке проекта строительства, включающие в себя оценки устойчивости склона

**прилегающей территории в природном состоянии и с учетом располагающихся на этой территории строений. Представленные результаты исследований могут быть использованы при принятии проектных и производственных решений.**

**The consolidation of the development of modern megacities forces to carry out construction in areas with complex engineering and geological conditions, terrain and dangerous geological processes.**

**On the example of construction of an administrative and public complex, which is placed near the architectural monument "Nikolayevsky Gates with adjacent buildings" on the 1 I.Mazepy str. in Kiev, carried out its designing, taking into account the represented scheme of an integrated approach to the evaluation of construction object.**

**Designing includes an assessment of the stability of slope and adjacent territory in the natural state and taking into account the structures located on this territory with full water saturation of base soil.**

**The presented research results can be used in making design and production decisions. The research methodology includes: a visual inspection of the slope, which borders on the site of construction; calculation of slope stability by methods of G.M. Shahunyan's and analyse of the stressed-deformed state of soil mass by the Mora-Coulomb's model; development of recommendations for ensuring slope stability and avoiding soils overmoistening.**

**A comparative analysis of the slope stability calculation performed using two methods: the G.M. Shahunyan's method and the stress-strain state analysis of soil massif method. The results of the calculations showed the consistency of both methods. According to results of the research, it can be concluded that the coefficient of slope stability is reduced when the building's weight in the adjoining territory is taken into account and the full watersaturation of the soils, which can occur when soaking the soil, as a result of intensive precipitation, melting of snow and infiltration of water into the soil. To exclude the soaking of soils, it is necessary to carry out surface water removal and arrangement of drainage. To increase the slope stability, it is necessary to carry out anti-slide structures and them calculation.**

**Ключові слова:**

**Нове будівництво, проектування, складні інженерно-геологічні умови, візуальне обстеження, розрахунки стійкості схилу, природний стан, водонасичення ґрунтів.**

**Строительство, проектирование, сложные инженерно-геологические условия, визуальное обследование, расчеты устойчивости склона, природное состояние грунтов, полное водонасыщение грунтов.**

**New building, designing, complex engineer-geological conditions, visual examination, natural state of soils, full watersaturation of soils.**

**Вступ.** Ущільнення забудови сучасних мегаполісів примушує здійснювати будівництво на територіях зі складними інженерно-геологічними умовами, рельєфом та небезпечними геологічними процесами. Для забезпечення надійної роботи комплексу, що проектується, слід оцінити стійкість прилеглого схилу та, при необхідності, застосувати заходи по підвищенню стійкості схилу.

Мета роботи – оцінка стійкості схилу в природному стані на стадії проектування адміністративно-громадського комплексу та з врахуванням розташування існуючих будівель та споруд для ґрунтів основи у водонасиченому стані.

**Методика досліджень.** Застосування комплексного підходу при аналізі проекту будівництва, що включає: проведення візуального обстеження схилу, який межує з майданчиком будівництва; виконання розрахунків стійкості схилу з використанням методу Г.М. Шахунянца та аналізу напружено-деформованого стану (далі – НДС) масиву ґрунту по моделі Мора-Кулона; розробка рекомендацій щодо забезпечення стійкості схилу та запобігання перезволоженню ґрунтів.

**Результати дослідження.** Комплексний підхід до оцінки проектів будівництва виконувався згідно зі схемою (рис. 1).

**1. Загальні дані.** Адміністративно-громадський комплекс з паркінгом розташований по вул. І. Мазепи, 1 у м. Києві. На рис. 2 показаний генплан ділянки будівництва.

Комплекс, що проектується, відноситься до значного класу наслідків ССЗ і складається з чотирьох будівель: 1 ÷ 4 – відповідно 14-ти, 17-ти, 5-ти та 10-ти поверхові офісні будівлі, 5 – пам'ятка архітектури «Миколаївські ворота з прилеглими будівлями» (2-х поверхова будівля військової комендатури, що зведена у 1850 р. Технічний стан будівлі характеризується як непридатний для нормальної експлуатації, в деяких місцях – як аварійний [1 ÷ 3].

**2. Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови ділянки будівництва.** У геоморфологічному відношенні майданчик вишукувань розташований в межах примикання вододільного лесового плато до правого схилу долини р. Дніпро, ускладненого техногенними факторами (підсіпка, підрізка ґрунтів, промислово-цивільна забудова). У результаті виконаних інженерно-геологічних досліджень [4] виділено наступні інженерно-геологічні елементи для розрізу 3-3 [5]:

ІГЕ-1 – насипний ґрунт – супісок пілуватий, твердий; ІГЕ-2 – супісок лесовий, пілуватий, твердий; є основою фундаментів будівель комплексу, що проектується; ІГЕ-3 – суглинок легкий, пілуватий, тугопластичний; ІГЕ-4 – пісок дрібний; ІГЕ-5 – супісок пілуватий, пластичний; ІГЕ-6 – глина легка, пілувата, напівтверда, бура, є водоупором. Водовміщуючими ґрунтами є ІГЕ-3, ІГЕ-4, та ІГЕ-5.

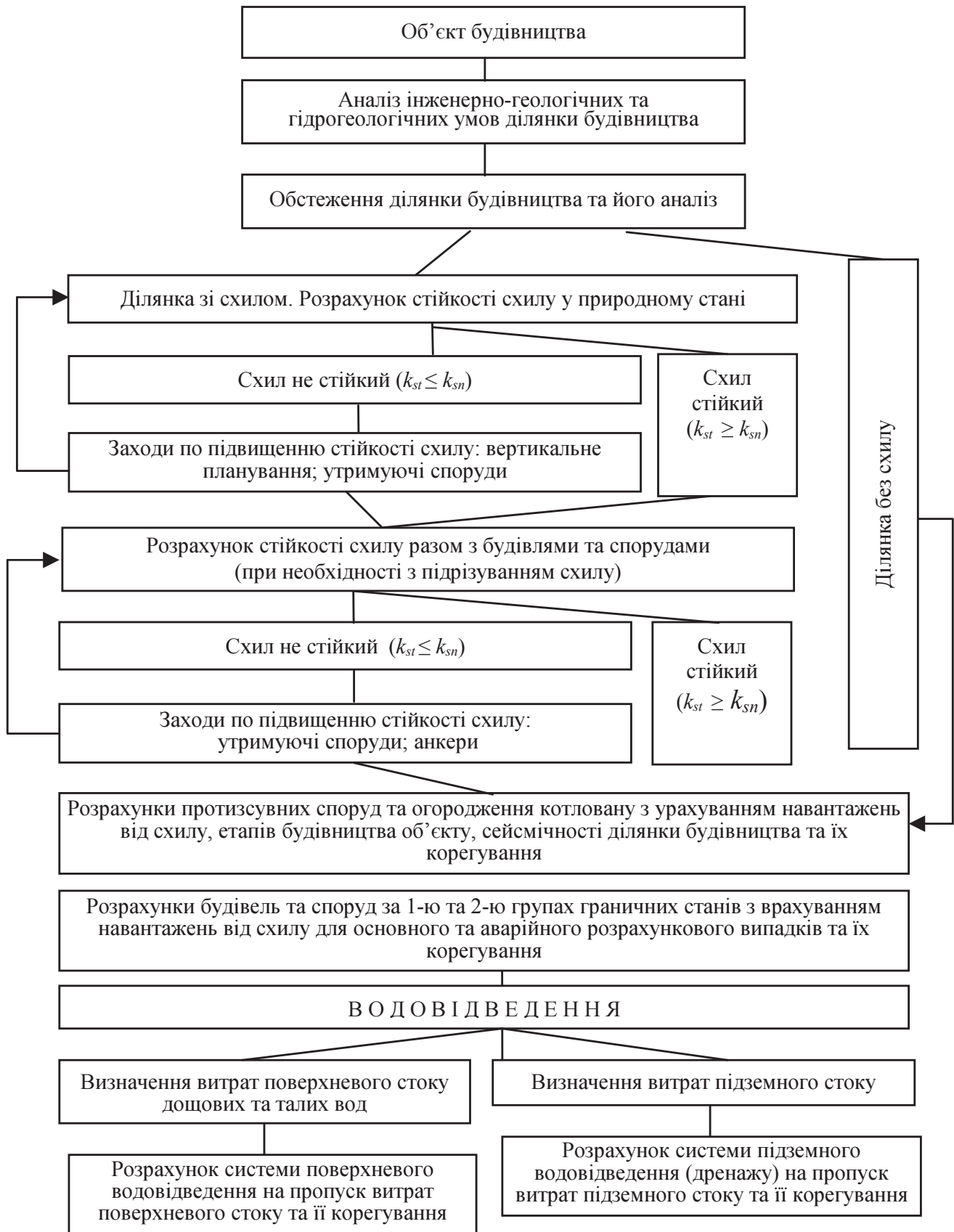


Рис. 1. Схема комплексного підходу до оцінки проектів будівництва



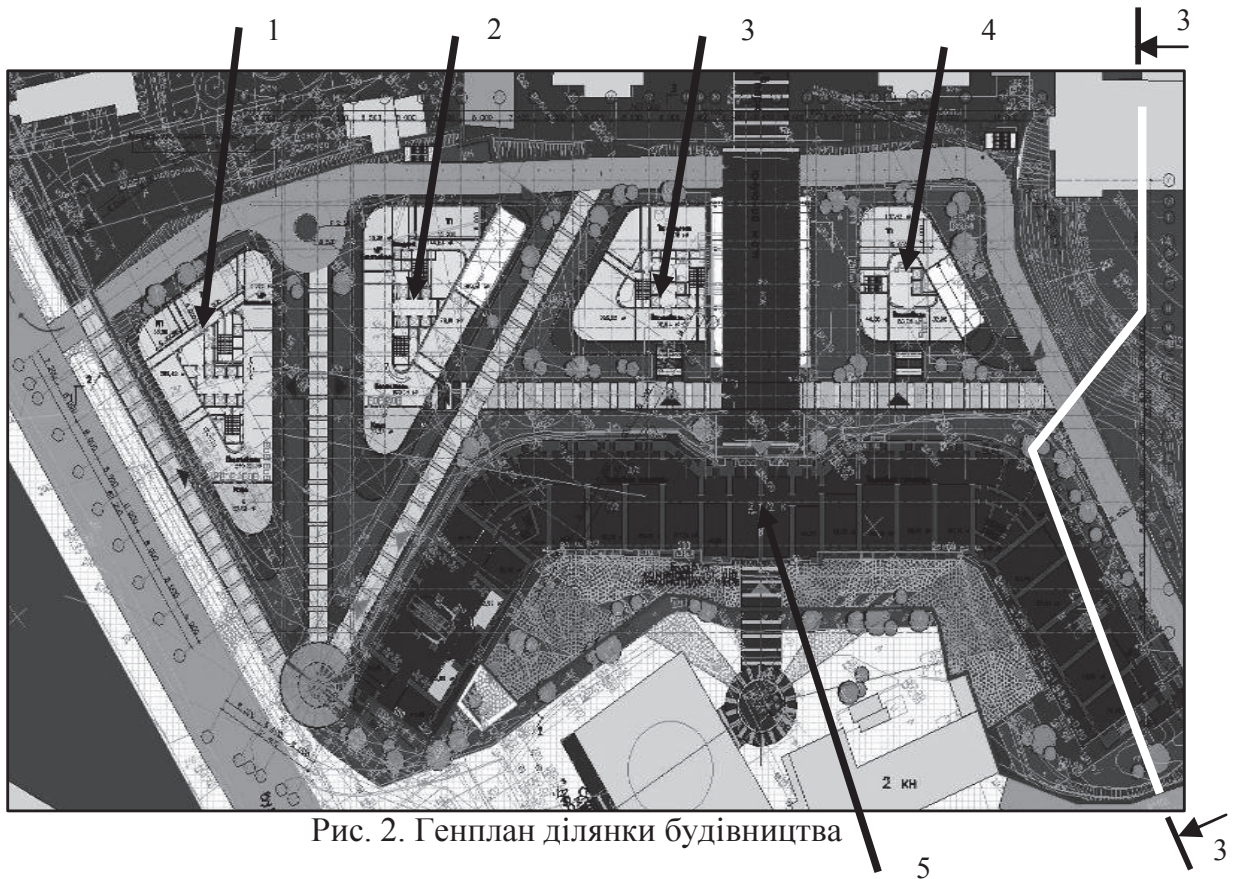


Рис. 2. Генплан ділянки будівництва

Ділянка будівництва має складні інженерно-геологічні умови, які обумовлені:

а) наявністю в товщі лесових просідаючих ґрунтів від власної ваги при замочуванні (ІГЕ-2). Сумарна просадка лесової товщі при повному водонасиченні становить 5,21 см [5];

б) розташуванням ділянки будівництва біля схилу.

Гідрогеологічні умови ділянки характеризуються наявністю двох водоносних горизонтів. Підземні води першого від поверхні безнапірного водоносного горизонту зустрінуті на глибині 6,3÷11,5 м (абс. відмітки 175,19÷180,38 м). Другий напірний водоносний горизонт залягає в інтервалі 33÷35 м (абс. відмітки 152,8÷154 м) [5].

У період сезонного коливання рівня підземних вод можливе підняття на 1,5 м вище зафіксованого під час вишукувань.

На момент проведення інженерно-геологічних вишукувань фізико-геологічні процеси на території майданчика будівництва (зсувонебезпечні явища, ріст ярів, ерозійні процеси тощо) відсутні. Реальний розвиток зсувних процесів ймовірний лише в межах схилу, який примикає з північно-східного напрямку.

**3. Візуальне обстеження схилу (рис. 3, 4).** У листопаді 2012 року співробітники ДП НДІБК виконали візуальне обстеження схилу, що межує з ділянкою будівництва з північно-східного боку. Поверхня схилу вкрита травою, кущовою рослинністю та деревами. На окремих ділянках схилу



організована система відводу поверхневого стоку. У результаті обстеження схилу зафіксовано: деформація сходів, тріщини в асфальтному покритті, поверхнева ерозія; «п'яний ліс» (рис. 3а, 4а). На території вишукувань розташований дренаж. Зафіксовано просідання вимощення біля будівлі військової комендатури.

У червні 2018 року було виконане повторне візуальне обстеження схилу (рис. 3б, 4б). У результаті обстеження зафіксовано, що більша частина сходів була замінена на нові, однак, залишилися тріщини в асфальтному покритті та зафіксовано збільшення поверхневої ерозії, що пов'язане з порушенням залуження схилу при проведенні комунікацій для будівництва комплексу по вул. Грушевського, 9а.

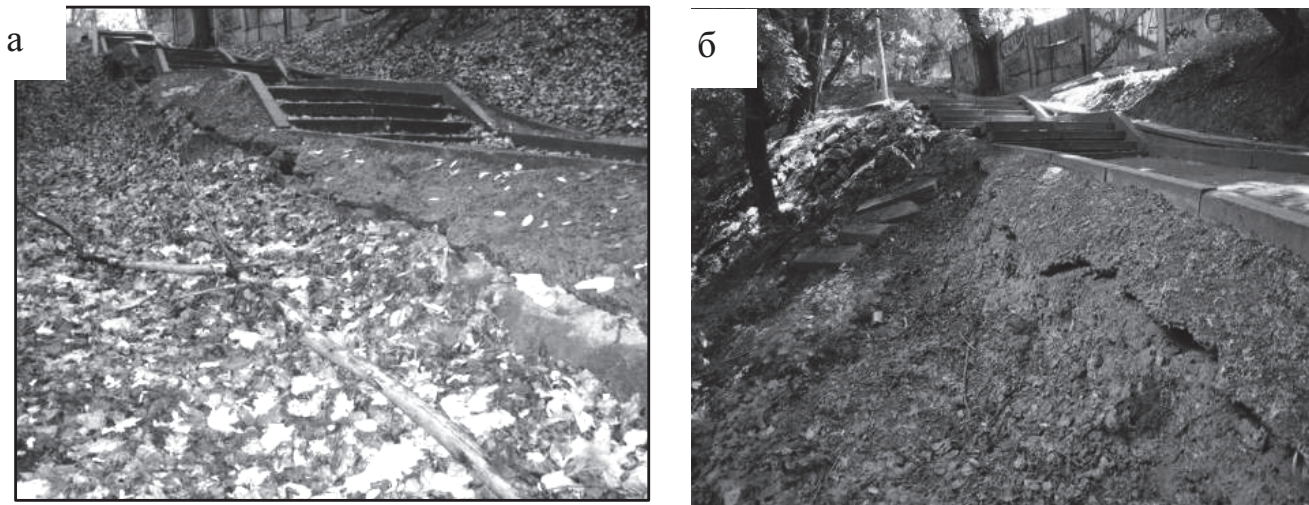


Рис. 3. Поверхнева ерозія ґрунту: а) результати обстеження 2012 р.; б) результати обстеження 2018 р.

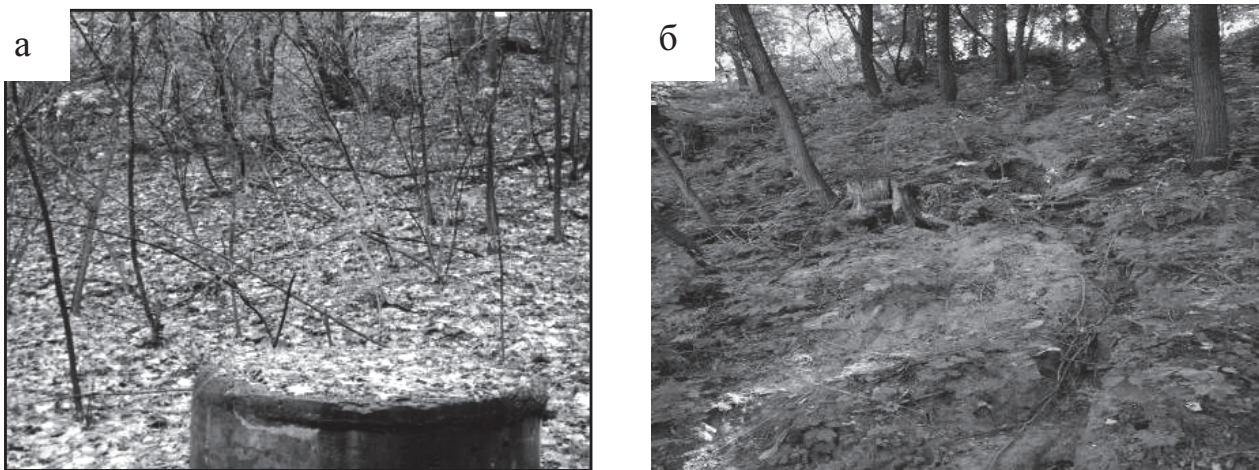


Рис. 4. Результати обстеження схилу: а) похилені дерева («п'яний ліс») (2012 р.); б) ерозії ґрунту (2018 р.)

За результатами візуального обстеження схилу можна зробити висновки, що на схилі і на прилеглий території мали місце небезпечні геологічні

процеси на локальних ділянках: поверхнева ерозія, просідання ґрунту та ін. На момент обстеження деформації ґрунту схилу зупинилися.

**4. Оцінка стійкості схилу.** Оцінка стійкості схилу при проектуванні адміністративно-громадського комплексу виконувалась для перерізу 3-3 (рис. 2), як одному із найбільш небезпечних з точки зору стійкості, за допомогою двох методів:

1. За методом блоків (метод Г. М. Шахунянца);
2. За аналізом НДС ґрунтів схилу.

Розрахунки виконувались для схилу з урахуванням статичних, гідродинамічних та фільтраційних навантажень. Для перерізу 3-3 розрахунки виконувались для схилу в природному стані та з урахуванням існуючої військової комендатури для ґрунтів у водонасиченому стані.

**4.1. Розрахунок стійкості схилу за методом Г.М. Шахунянца.** Метод розрахунку стійкості схилу Г.М. Шахунянца базується на розв'язанні плоскої задачі по заданому перерізі при наявності в масиві схилу фіксованої поверхні ковзання.

Розрахунок стійкості схилу за цим методом виконується в наступному порядку:

– використовуючи матеріали топографічної зйомки зсувної ділянки та інженерно-геологічних вишукувань, будують розріз зсувного тіла по даному вертикальному перерізу (3-3);

– розбивають розріз зсувного тіла вертикальними лініями на окремі відсіки так, щоб лінія ковзання зсуву в кожному відсіку мала незмінний нахил.

Коефіцієнт стійкості схилу за методом Г. М. Шахунянца визначається за формулою

$$k_{st} = \frac{R}{F} = \frac{\sum_1^i (Q_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \cdot l_i) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_1^i (Q_i \cdot \sin \alpha_i \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos(\alpha_i - \varphi_i)}) + Q_{ci}}, \quad (1)$$

де  $R$  – утримуючі сили, кН;  $F$  – зсувні сили, кН;  $Q_i$  – вага  $i$ -того блоку, кН/м;  $Q_{ci}$  – сейсмічна складова зсувних сил згідно ДБН В.1.1-12, кН;  $\alpha_i$  – кут нахилу поверхні ковзання  $i$ -того блоку до горизонту, град.;  $\varphi_i$  – кут внутрішнього тертя в  $i$ -тому блоці, град.;  $c_i$  – питоме зчеплення ґрунту в  $i$ -тому блоці, кПа;  $l_i$  – довжина площини ковзання в  $i$ -тому блоці, м.

Врахування сейсмічного впливу при розрахунку стійкості схилу здійснюється додаванням до розрахункових зусиль сейсмічної сили. Сейсмічна сила  $Q_{ci}$  наближено визначається як частка від ваги ґрунту, яка зазнає сейсмічної дії:

$$Q_{ci} = \mu Q_i, \quad (2)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт динамічної сейсмічності (табл. 1).

Таблиця 1

Коефіцієнт динамічної сейсмічності  $\mu$ 

Найменування	Сейсмічність майданчика в балах						
	1...6	7	8	9	10	11	12
Значення коефіцієнта $\mu$ для ґрунту	0	0,038	0,075	0,15	0,375	0,75	1,125

Сила  $Q_{ci}$  діє в найбільш несприятливому напрямку і спрямована в кожному відсіку зсувного блоку паралельно основі відсіку та збігається з напрямком зсуваючої сили в цьому відсіку. Сейсмічну силу прикладають в центрі тяжіння ґрунтового масиву, який може зазнати зміщення.

Утримуючі споруди влаштовуються при недостатній стійкості схилу (коефіцієнт стійкості менший за нормований для даного класу наслідків (відповідальності) споруди,  $k_{st} < k_{sn}$ ) [6].

На рис. 5 та 6 приведені схеми до розрахунків стійкості схилу для розрізу 3-3 в природному стані та з урахуванням існуючої військової комендатури при водонасиченому стані ґрунтів.

За результатами розрахунків стійкості схилу за методом Г.М. Шахунянца визначено, що коефіцієнт запасу стійкості для перерізу 3-3 складає  $k_{st} = 1,28$  (в природному стані), що більше нормативного значення  $k_{sn} = 1,25$  [6], і  $k_{st} = 1,18$  (з врахуванням ваги існуючої будівлі військової комендатури), що менше нормованого значення  $k_{sn} = 1,25$  (для значного класу наслідків СС3 [6]).

Дані результати свідчать про те, що схил знаходиться в стійкому стані для ґрунтів у природному стані і в стані критичної рівноваги при врахуванні ваги існуючої будівлі військової комендатури при повному водонасиченні ґрунтів, що потребує відповідних заходів щодо регулювання поверхневого та підземного стоків.

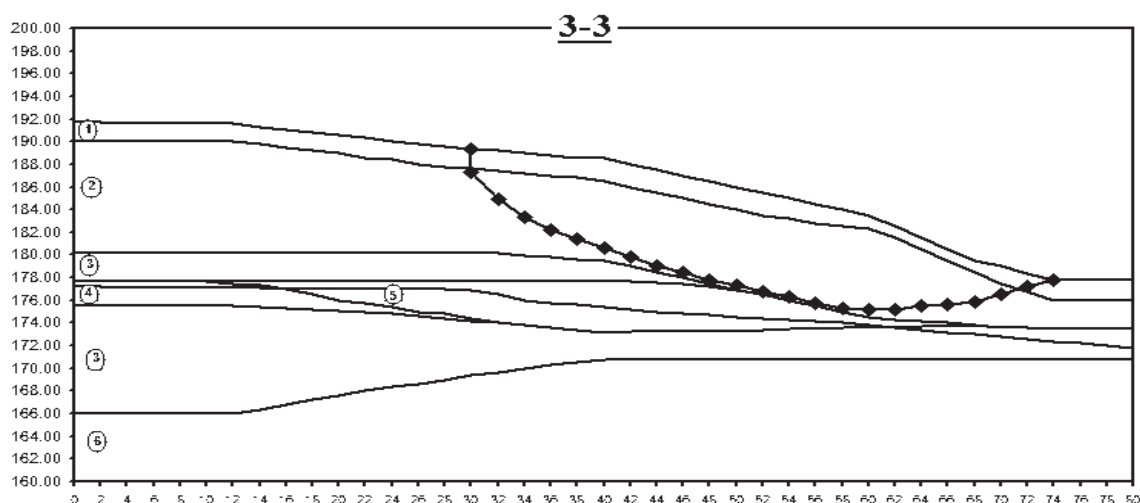


Рис. 5. Схема до розрахунку стійкості схилу в природному стані



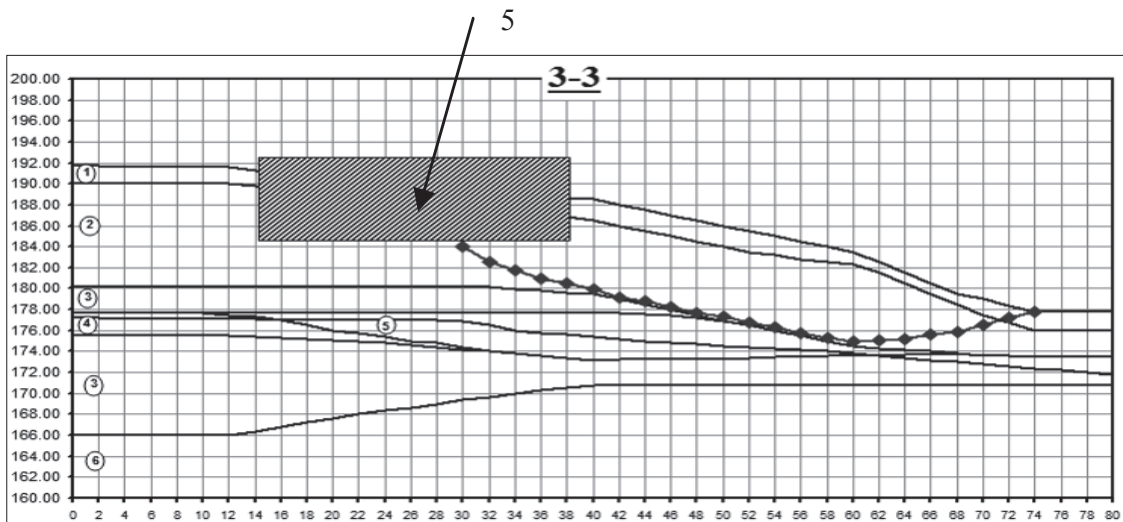


Рис. 6. Схема до розрахунку стійкості схилу з врахуванням розташування військової комендатури

**4.2 Розрахунок стійкості схилу за аналізом напружено-деформованого стану (НДС) ґрунтів.** Розрахунки по оцінці стійкості схилу за змінами НДС масиву ґрунту виконувалися по моделі Мора-Кулона. Ця модель включає наступні параметри: параметри жорсткості ( $E$ ), коефіцієнт Пуассона ( $\nu_{ur}$ ), питоме зчеплення ( $c$ ), кут тертя ( $\varphi$ ) і кут дилатансії ( $\psi$ ), об'ємна вага ґрунту в сухому ( $\gamma_{unsat}$ ) і водонасиченому ( $\gamma_{sat}$ ) станах, коефіцієнти фільтрації  $k_{fx}$  і  $k_{fy}$ .

Аналітично-графічний аналіз НДС ґрунтів виконувався з використанням прикладних програм із застосуванням методів статистичного опрацювання результатів досліджень. Ґрунтовий масив моделюється 15-ти вузловими елементами. Граничні умови в нижній частині моделі представлені у вигляді суцільного защемлення, а вертикальні стінки – у вигляді шарнірних опор.

Розрахункова схема по оцінці стійкості схилу за зміною НДС масиву ґрунту з урахуванням існуючої військової комендатури при повному водонасиченні ґрунтів основи представлена на рис. 7.

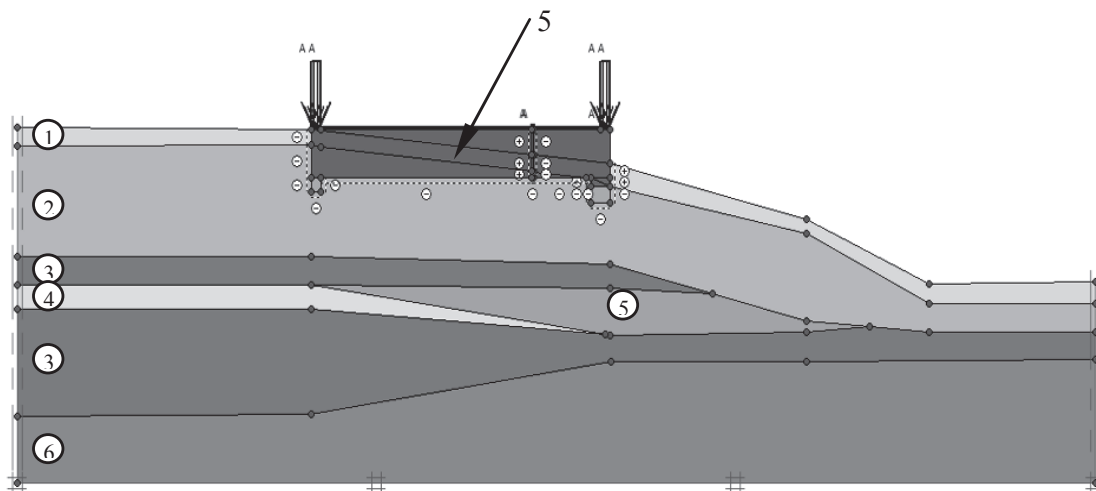


Рис. 7. Схема для розрахунку стійкості схилу з урахуванням існуючої військової комендатури

Розрахунок стійкості схилу виконаний методом Phi-c-reduction ( $\varphi$ -с-приведення), який використовується для розрахунків коефіцієнту стійкості. Параметри міцності контролюються загальним множником  $\Sigma M_{sf}$ . Цей параметр збільшується при поетапному методі до тих пір, поки не виникне руйнування.

Розрахунок виконувався з урахуванням послідовності зведення об'єкта за наступними фазами:

Фаза 1 – масив ґрунту в природному стані; фаза 2 – коефіцієнт стійкості схилу в природному стані; фаза 3 – масив ґрунту з урахуванням фундаменту існуючої будівлі (комендатура); фаза 4 – коефіцієнт стійкості схилу з урахуванням фундаменту існуючої будівлі.

Коефіцієнт стійкості визначається за формулою:

$$k_{st} = \frac{\tau_{\psi \max}}{\tau_{\psi}}, \quad (3)$$

де  $\tau_{\psi \max}$  – граничне значення дотичного напруження, що зсуває ґрунт по площадці ковзання, кПа, що становить:  $\tau_{\psi \max} = \sigma_{\psi} \operatorname{tg} \varphi + c$  (де  $\sigma_{\psi}$  – нормальне напруження, що діє перпендикулярно до площадки ковзання, кПа);  $\tau_{\psi}$  – максимальне дотичне напруження, що діє по площадці ковзання, кПа.

За результатами розрахунків за зміною НДС коефіцієнт стійкості схилу в природному стані  $k_{st} = 1,20$  та коефіцієнт стійкості схилу з урахуванням фундаменту існуючої будівлі при повному водонасиченні ґрунтів  $k_{st} = 1,15$ , які менше нормованого значення  $k_{sn} = 1,25$  [6].

Результати розрахунків за зміною НДС свідчать про те, що схил знаходиться в стані критичної рівноваги, що підтверджується розрахунками, виконаними за методом Г.М. Шахунянца. Коефіцієнт стійкості схилу значно зменшується при повному водонасиченні ґрунтів, що може статися у результаті інтенсивного випадіння атмосферних опадів, танення снігу та повного замочування ґрунтів.

Для виключення замочування ґрунтів слід виконати поверхневе водовідведення та влаштування дренажу.

Висновки. За результатами аналізу інженерно-геологічних, гідрологічних умов [5] ділянки будівництва, візуального обстеження, а також результатами розрахунків стійкості схилу можна зробити наступні висновки:

1. Ділянка будівництва має складні інженерно-геологічні умови, які обумовлені наявністю в товщі просідних ґрунтів та розташуванням майданчику будівництва безпосередньо біля схилу.

2. Гідрогеологічні умови ділянки характеризуються наявністю двох водоносних горизонтів, зустрінутих відповідно на абсолютних відмітках 175,19 ÷ 180,38 м. та на 152,8 ÷ 154 м.

3. У період сезонного коливання рівня підземних вод можна очікувати підняття на 1,5 м вище зустрінутого в період вишукування.

4. На території майданчику будівництва мають місце ерозійні процеси. В окремих випадках при замочуванні ґрунтів можуть виникати зсувонебезпечні процеси.

5. Причиною пошкодження вимощення військової будівлі є просідання ґрунтів на ділянці схилу та локальна втрата стійкості.

6. На момент обстеження за результатами візуальних обстежень у липні 2018 року деформації ґрунту масиву схилу зупинилися. Однак зафіксовано збільшення поверхневої ерозії ґрунтів схилу, який прилягає до майданчику будівництва, що пов'язано з порушенням залуження схилу при проведенні комунікацій для будівництва багатоповерхового комплексу по вул. Грушевського, 9а.

7. За результатами розрахунків стійкості схилу отримані наступні результати.

7.1. Згідно методу Г.М. Шахунянца мінімальний коефіцієнт запасу стійкості для перерізу 3-3, як одного з найбільш небезпечних, складає  $k_{st} = 1,28$  (в природному стані) і  $k_{st} = 1,18$  (з врахуванням існуючої військової комендатури при повному водонасиченні ґрунтів).

7.2. Згідно методу за зміною напружено-деформованого стану ґрунту мінімальний коефіцієнт запасу стійкості для перерізу 3-3 складає  $k_{st} = 1,20$  (в природному стані) і  $k_{st} = 1,15$  (з врахуванням існуючої військової комендатури при повному водонасиченні ґрунтів).

8. Дані результати розрахунків свідчать про те, що схил знаходиться в стані критичної рівноваги. Коефіцієнт стійкості схилу значно зменшується при врахуванні ваги від існуючої будівлі та повного водонасичення ґрунтів, що може статися при замочуванні ґрунтів в результаті інтенсивної інфільтрації води при випадіння атмосферних опадів і танення снігу. Для виключення замочування ґрунтів слід виконати регулювання поверхневого (поверхневе водовідведення) та підземного (влаштування дренажу) стоків.

9. Для підвищення стійкості схилу та надійності експлуатації комплексу слід запроектувати протизсувні (утримуючі) споруди, виконати розрахунки протизсувних споруд та огороження котловану з урахуванням навантажень від схилу, етапів будівництва об'єкту, сейсмічності ділянки будівництва та їх корегування (рис. 1).

1. Звіт про науково-технічну роботу. Оцінка впливу будівництва багатофункціонального адміністративно-громадського комплексу по вул. І. Мазепа, 1 у Печерському районі м. Києва на гідрогеологічний режим прилеглої території та стійкість схилу. – К. : ДП НДІБК, 2012.

2. Звіт про науково-технічну роботу. Обстеження та оцінка технічного стану конструкцій будинку по вул. І. Мазепа, 1 у Печерському районі м. Києва, що підлягає реконструкції – К. : ДП НДІБК, 2012.

**3.** Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення їх технічного стану: ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. - [Чинний від 2017-07-01]. - К. : Мінрегіонбуд, 2017. - (Державний стандарт України).

**4.** Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва: ДБН А.2.1-1-2008. - [Чинні від 2014-01-08]. - К.: Мінрегіонбуд, 2014. – (Державні будівельні норми України).

**5.** Науково-технічний звіт про інженерно-геологічні вишукування для обстеження та технічної оцінки технічного стану будівлі комендатури, що підлягає реконструкції по вул. І. Мазепа, 1 в Печерському районі м. Києва. – К. : ТОВ «ГЕОПРОЕКТ», 2012.

**6.** Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення. ДБН В 1.1-46:2017. - [Чинні від 2017-25-04]. - К.: Мінрегіонбуд, 2017. – (Державні будівельні норми України).

**1.** Zvit pro naukovo–tekhnichnu robotu. Ocinka vplivu budivnictva bagatofunkcional'nogo administrativno-gromads'kogo kompleksu po vul. I. Mazepa, 1 u Pechers'komu rajoni m. Kieva na gidrogeologichnij rezhim prilegloї teritorії ta stijkist' skhilu. – К. : DP NDIBK, 2012.

**2.** Zvit pro naukovo-tekhnichnu robotu. Obstezhennya ta ocinka tekhnichnogo stanu konstrukcij budinku po vul. I. Mazepi, 1 u Pechers'komu rajoni m. Kieva, shcho pidlyagae реконструкції – К. : DP NDIBK, 2012.

**3.** Nastanova shchodo obstezhennya budivel' i sporud dlya viznachennya ih tekhnichnogo stanu: DSTU-N B V.1.2-18:2016. - [Chinnij vid 2017-07-01]. - К. : Minregionbud, 2017. - (Derzhavnij standart Ukrainy).

**4.** Vishukuvannya, proektuvannya i teritorial'na diyal'nist'. Vishukuvannya. Inzhenerni vishukuvannya dlya budivnictva: DBN A.2.1-1-2008. - [Chinni vid 2014-01-08]. - К.: Minregionbud, 2014. – (Derzhavni budivel'ni normi Ukrainy).

**5.** Naukovo-tekhnichnij zvit pro inzhenerno-geologichni vishukuvannya dlya obstezhennya ta tekhnichnoї ocinki tekhnichnogo stanu budivli komendaturi, shcho pidlyagae реконструкції po vul.. I. Mazepi, 1 v Pechers'komu rajoni m. Kieva. – К. : TOV «ГЕОПРОЕКТ», 2012.

**6.** Inzhenernij zahist teritorij, budivel' i sporud vid zsuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennya. DBN V 1.1-46:2017. - [Chinni vid 2017-25-04]. - К.: Minregionbud, 2017. – (Derzhavni budivel'ni normi Ukrainy).