

## ГІДРОГЕОЛОГІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

удк 624.131

М. Костюченко, доц., канд. геол.-мінералог. наук  
E-mail: kostyuchenkon@gmail.comО. Мокієнко, інж. I кат.  
E-mail: sandr2012@yandex.ruКиївський національний університет імені Тараса Шевченка  
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, УкраїнаОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ РОЗВИТКУ ЗСУВІВ  
НА ТЕРИТОРІЇ БОТАНІЧНОГО САДУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА О.В. ФОМІНА*(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О.М. Іванік)*

Зсувні процеси на правобережній частині території м. Київ завжди викликали серйозні наслідки. Утворенню та розвитку цих процесів сприяють існуючі природні й техногенні чинники, співвідношення між якими є змінними в часі. Значної актуальності набула вказана проблема в останні роки у зв'язку зі збільшенням техногенного впливу у межах міських агломерацій та кліматичних змін. У квітні 2013 р. в результаті різкого потепління та інтенсивного сніготанення на території м. Києва утворилося більше сотні нових зсувних ділянок, у тому числі й на території Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна.

Для оцінки небезпеки розвитку зсуву співробітниками кафедри гідрогеології та інженерної геології ННІ "Інститут геології" у травні 2014 р. було виконано детальне обстеження та ручне буріння свердловин по центральному перерізу зсувного тіла. Результати цих робіт (з використанням архівних матеріалів) свідчать, що у межах зсувної ділянки розвивається структурний, консеквентний зсув з чітко вираженою поверхнею ковзання, численними тріщинами в середній частині зсувного тіла та валом випирання.

Виконано розрахунки коефіцієнту стійкості схилу в різних умовах. Результати проведених досліджень і подальші спостереження свідчать, що активний стан зсувного процесу зберігається.

**Ключові слова:** зсув, техногенний вплив, кліматичні зміни, моніторинг геологічного середовища.

**Постановка проблеми.** На території м. Київ і його приміської зони описано понад 450 зсувів, складено їх кадастр з детальною характеристикою морфології та динаміки. У зв'язку зі значною небезпекою зсувних процесів, на основі досліджень зсувних ділянок було опрацьовано Генеральні схеми протизсувних заходів на території міста, виконано роботи щодо вивчення четвертинних відкладів території м. Києва та приміської зони під керівництвом М.Є. Барщевського та Т.Ф. Христофорової. Київською комплексною гідрогеологічною та інженерно-геологічною партією Міністерства геології УРСР проведено великі роботи щодо систематизації зсувів. На сьогодні науковцями Інституту геологічних наук НАН України розробляється методика та обґрунтовується моніторинг геологічного середовища зон історичної забудови м. Києва.

Разом з тим, необхідно відзначити, що значний обсяг фактичного матеріалу, накопиченого в окремих наукових закладах та проектно-розвідувальних організаціях, потребує систематизації та узагальнення з сучасних позицій з метою його використання при подальшому розвитку міста. Доцільно переглянути та поліпшити й основні нормативні документи.

У квітні 2013 р. у результаті різкого потепління й інтенсивного сніготанення на території м. Києва утворилося більше сотні нових зсувних ділянок, у тому числі, й на території Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна.

Архітектор Беретті, проектуючи університет Святого Володимира (нині Київський національний університет імені Тараса Шевченка), запропонував розташувати на пустирі, який прилягав до споруджуваного корпусу, сад. У 1839 році було отримано дозвіл на закладку тимчасового ботанічного саду при університетській кафедрі ботаніки, а в кінці 1841 року сад отримав статус постійного. Площа саду складала 22,5 га, територія характеризувалася наявністю глибоких ярів і пагорбів у межах схилу долини р. Либідь.

На сьогодні Ботанічний сад імені академіка О.В. Фоміна є одним із найстаріших ботанічних закладів України. Це науково-дослідна, навчальна, освітня, природоохоронна установа, у межах якої зусиллями кіль-

кох поколінь ботаніків зібрано унікальну колекцію рослин різного географічного походження, що налічує близько 9000 видів, різновидів, форм та сортів і є однією із найчисленніших у світі.

Зсув на території Ботанічного саду активізувався на ділянці альпійської гірки, фотографія якої до теперішнього часу використовується на рекламній сторінці ботанічного саду в Інтернеті (рис. 1).

У протоколі засідання комісії, створеної в день активізації зсуву, до якої увійшли представники адміністрації Києва, Державної служби з надзвичайних ситуацій, спеціалізованого управління з протизсувних підземних робіт (СУППР) і автори статті, було вказано параметри зсуву, ймовірні причини і перелік необхідних термінових захисних заходів. Визначено, що основною причиною зсувного процесу є перезволоження ґрунтів на схилі. На сьогодні ймовірна подальша активізація зсуву, у зв'язку з чим доцільно побудувати підпірну стінку як утримуючу конструкцію.

На жаль, до цього часу ніяких суттєвих заходів, крім робіт, виконаних співробітниками саду, не було проведено, тому зсувний процес активно розвивається.

Необхідно зазначити, що у стані критичної рівноваги знаходилася й огорожа саду вздовж бульвару Тараса Шевченка, закладена на брівці схилу, яка може зазнати подальшої руйнації в результаті активізації зсувів, із наступним руйнуванням тротуару та проїзної частини.

Питання про реконструкцію огорожі Ботанічного саду взяв під особистий контроль Голова Київської міської державної адміністрації В.В. Кличко. Стара цегляна огорожа, хоча й простояла багато років, але часто ремонтувалася, бо мала стрічковий фундамент, що поступово руйнувався під впливом діючих на схилі ерозійних та зсувних процесів. Нова огорожа має пальовий фундамент, є більш надійною для даних інженерно-геологічних умов.

**Результати досліджень.** Протягом 2013-2015 рр. авторами статті, разом зі співробітниками Ботанічного саду, а також із запрошеними фахівцями в галузі інженерної геодинаміки, проводилися регулярні обстеження ділянки активізації зсувного процесу.

В рамках угоди про творчу співпрацю між ННІ "Інститут геології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка (КНУ) та СУППР (а саме, між авторами статті та головним спеціалістом СУППР В.П. Боковим) ця ситуація неодноразово аналізувалася й було намічено конкретні дії та заходи. Встановлено, що для стабілізації стійкості схилу на ділянці альпійсь-

кої гірки, де зсувний процес знаходиться у стадії активного розвитку, необхідно виконати інженерно-геологічні вишукування, розрахувати ступінь стійкості схилу у ймовірному діапазоні впливу основних факторів, а також величини зсувного тиску [5, 6, 7], на основі яких виконуються проектні та будівельні роботи щодо зведення утримуючих конструкцій.



Рис. 1. Вигляд ділянки альпійської гірки до і після активізації зсувного процесу

Однією з робочих версій про перезволоження схилу як основної причини активізації зсуву є зміна напрямку потоку ґрунтових вод після будівництва поблизу Ботанічного саду багатоповерхового готелю "Хілтон" на пальовому фундаменті глибокого закладання. Саме після будівництва цієї споруди почалися перші незначні зрушення на схилі.

Крім того, необхідно відзначити, що на території Ботанічного саду є й крутіші схили, але зсув відбувається саме на цій ділянці, де спостерігаються найбільші динамічні навантаження від автотранспорту та метрополітену [11, 12].

Інженерно-геологічні та геодезичні вишукування на території Ботанічного саду не виконувалися більше 30 років, що практично унеможливило оцінку ступеня небезпеки та тенденцій розвитку ерозійних та гравітаційних процесів на схилах.

Для оцінки небезпеки подальшого розвитку зсуву фахівцями кафедри гідрогеології та інженерної геології КНУ в травні 2014 р. було виконано бурові роботи (ручне буріння свердловин по центральному перерізу зсувного тіла) і відбір зразків ґрунтів, заміри геометричних параметрів зсувного тіла, лабораторні дослідження ґрунтів, камеральні роботи й розрахунки коефіцієнту стійкості схилу в різних умовах.

Результати цих робіт (з використанням архівних матеріалів) свідчать, що в даному випадку розвивається структурний, консеквентний зсув, з чітко вираженою поверхнею ковзання, численними тріщинами в середній частині зсувного тіла й валом випирання – у нижній частині [8].

Тіло зсуву складене нерозчленованими неоген-четвертинними відкладами (N2-Q1), представленими товщею бурих і червоно-бурих глин та суглинків бурого й зеленувато-сірого кольору [1]. Сповзання відбувається по товщі строкатих глин (N1ps), представлених помаранчово-коричневими глинами з численними вохристо-жовтими й вишнево-червоними плямами та розводами.

При ширині 132 м і довжині 63 м об'єм зсувного тіла перевищує 3000 м<sup>3</sup>, висота валу випирання в середньому становить 4,2 м, висота стінки відриву в центральному перерізі – 8,4 м (рис. 2).

За результатами лабораторних досліджень зразків ґрунтів, відібраних на ділянці зсуву, було отримано середні значення основних показників властивостей ґрунтів (табл. 1).

Розрахунки стійкості схилу було виконано за методом Маслова-Берера, який найчастіше застосовується в подібних розрахункових схемах [2, 3, 9, 10]. Суть методу Маслова-Берера полягає у визначенні активного тиску в межах  $i$ -того блоку як на підпірну стінку з вертикальним ребром та поверхнею ковзання цього блоку, нахиленою до горизонту під кутом  $\alpha_i$ .

Особливістю методу є вираження опору зсуву ґрунту не окремо через кут внутрішнього тертя  $\phi$  та зчеплення  $c$ , а через коефіцієнт  $F_p = tg\phi + \frac{c}{p}$  і кут зсуву

$$\psi_p = \arctg F_p.$$

Коефіцієнт  $F_p$  та кут зсуву  $\psi_p$  залежать від питомого навантаження  $p$ , яке визначається за формулою:

$$p = \gamma_i h_{mt,i}. \quad (1)$$

Основними формулами цього методу є:

$$H = G \cdot tg\alpha;$$

$$E = G \cdot tg(\alpha - \psi_p);$$

$$T = H - E = G [tg\alpha - tg(\alpha - \psi_p)],$$

де:  $H$  – тиск на уявну стінку при відсутності у ґрунті тертя та зчеплення;  $\psi_p$  – кут опору здвигу;  $G$  – вага розрахункового блоку;  $T$  – частина загального тиску на уявну стінку, яка сприймається тертям та зчепленням ґрунту;  $E$  – залишкова частина тиску (активний тиск).

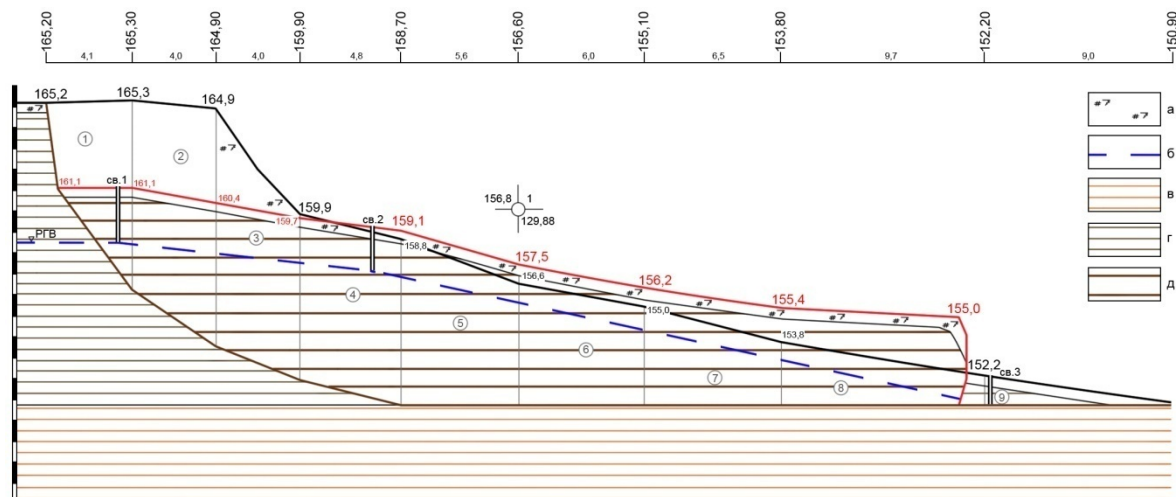


Рис. 2. Геологічний розріз по центральному перерізу зсувного тіла:

а – ґрунтово-рослинний шар, б – дзеркало ґрунтових вод, в – обрис схилу, змінений у результаті зсувного процесу, г – нерозчленовані неоген-четвертинні відклади ( $N_2-Q_1$ ), д – строкаті глини ( $N_{1ps}$ )

Таблиця 1

Середні значення основних показників властивостей ґрунтів

| Густина ґрунту, $\rho$ , т/м <sup>3</sup> | Кут внутрішнього тертя, $\phi$ , град. | Питоме зчеплення, $c$ , КПа |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| 2,04                                      | 10,0                                   | 35,0                        |

Залежно від знаку кута  $\alpha$  (напрямку поверхні ковзання), тиск може бути додатний або від'ємний.

Для виконання розрахунків необхідні такі дані:

1. Геометричні параметри схилу на ділянці потенційного зсуву:

- кути нахилу поверхні ковзання в межах виділених блоків  $\alpha_i$ ;
- ширина блоків  $a_i$ ;
- потужність тіла зсуву на верхній  $h_i$  та нижній  $h_{i+1}$  межах блоків;

2. Показники властивостей ґрунтів: густина  $\rho_i$ , питома вага  $\gamma_i$ ; кут внутрішнього тертя  $\phi_i$ ; питоме зчеплення  $c_i$ .

3. Дані про коливання рівнів ґрунтових вод у межах виділених блоків.

Алгоритм виконання розрахунків такий:

1. Розраховуємо середню потужність блоків  $h_{mt,i}$ , об'єми блоків за формулою  $V_i = h_{mt,i} \cdot a_i$  та вагу блоків за формулою ...;

2. Розраховуємо тиск на уявну стінку за формулою  $H_i = G \cdot \tan \alpha_i$ ;

3. Розраховуємо питоме навантаження  $p_i = \gamma_i \cdot h_{mt,i}$ , коефіцієнт  $F_p = \tan \phi + \frac{c}{p}$ , кут зсуву  $\psi_p = \arctan F_p$ , активний тиск  $E = G \cdot \tan(\alpha - \psi_p)$  і частину загального тиску на уявну стінку, яка сприймається тертям та зчепленням ґрунту  $T = H - E = G \left[ \tan \alpha - \tan(\alpha - \psi_p) \right]$ ;

4. Розраховуємо коефіцієнт стійкості за формулою  $k = \frac{\sum T_i}{\sum H_i}$ .

За результатами розрахунків визначено, що при природній вологості ґрунтів схил знаходиться в стані

рівноваги ( $k=1,38$ ), а при підвищенні вологості – втрачає стійкість ( $k=0,84$ ). Причому, в розрахунках враховувався лише фільтраційний тиск ґрунтових вод, а при врахуванні погіршення показників властивостей ґрунтів при замочуванні – коефіцієнт запасу стійкості схилу буде ще меншим (табл. 2).

Результати проведених досліджень і спостереження у 2015 р. свідчать, що активний стан зсувного процесу зберігається [4, 11], причому є неминучим зсув ґрунту в межах майже вертикальної стінки відриву і з нижнього боку валу випирання.

**Висновки.** Ботанічний сад імені академіка О.В. Фоміна треба віднести до категорії історичних пам'яток, оскільки він має давню історію й унікальну колекцію рослин різного географічного походження. Це вимагає постійного й регулярного проведення природоохоронних заходів. Однак, на сьогодні моніторингові спостереження за станом схилів на території Ботанічного саду не ведуться, що практично унеможлиблює оцінку ступеня геологічної небезпеки та тенденції розвитку ерозійних та гравітаційних процесів на схилах. Наслідками цього є поступове руйнування цегляної огорожі саду, розвиток і активізація зсувного процесу на ділянці альпійської гірки. Можливі прояви несприятливих гравітаційних процесів і на інших ділянках Ботанічного саду.

Для усунення наслідків зсуву на ділянці альпійської гірки та стабілізації стану схилу необхідним є проведення комплексних інженерно-геологічних та геодезичних вишукувань з метою отримання достовірної інформації про геологічну будову схилу, величину й напрямок потоку ґрунтових вод, характеристики рельєфу, показники властивостей ґрунтів схилу у природному й замоченому стані. Це дозволить комплексно оцінити природні та техногенні фактори зсувної небезпеки та їх вплив на стійкість схилу, а також розрахувати ступінь стійкості схилу та можливі величини зсувного тиску. Отримані результати є основою прогнозування стану схилу, а також вироблення рекомендацій та оптимальних проти-зсувних заходів.

Таблиця 2

## Результати розрахунку стійкості схилу за методом Маслова-Берера

| Показник                                                                               | Позначення                                                  | № розрахункового блоку в межах тіла зсуву |        |        |          |         |         |         |         |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                                                                        |                                                             | 1                                         | 2      | 3      | 4        | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       |         |
| Ширина блоків                                                                          | $a$                                                         | 4.1                                       | 4.0    | 4.0    | 4.8      | 5.6     | 6.0     | 6.5     | 9.7     | 9.0     |         |
| Середня потужність блоків                                                              | $h_{mt}$                                                    | 7.7                                       | 10.2   | 9.6    | 7.5      | 7.0     | 5.0     | 3.6     | 2.3     | 1.0     |         |
| Об'єми блоків                                                                          | $V$                                                         | 31.57                                     | 40.80  | 38.40  | 36.00    | 39.20   | 30.00   | 23.40   | 22.31   | 9.00    |         |
| Вага блоків                                                                            | $G$                                                         | 631.4                                     |        |        |          |         |         |         |         |         |         |
| Кути нахилу поверхні ковзання в межах виділених блоків                                 | $\alpha$                                                    | 65                                        | 36     | 25     | 13       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |         |
|                                                                                        | $tg\alpha$                                                  | 2.145                                     | 0.7265 | 0.4663 | 0.2309   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |         |
| Тиск на уявну стінку                                                                   | $H$                                                         | 1354.35                                   | 582.36 | 358.12 | 166.25   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 2461.08 |
| Питоме навантаження                                                                    | $p$                                                         | 154.00                                    | 204    | 192    | 150      | 140     | 100     | 72      | 46      | 20      |         |
|                                                                                        | $c/p$                                                       | 0.2273                                    | 0.1716 | 0.1823 | 0.2333   | 0.25    | 0.35    | 0.4846  | 0.7609  | 1.75    |         |
| Кут внутрішнього тертя                                                                 |                                                             | 10                                        | 10     | 10     | 10       | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      |         |
|                                                                                        | $tg\varphi$                                                 | 0.1763                                    | 0.1763 | 0.1763 | 0.1763   | 0.1763  | 0.1763  | 0.1763  | 0.1763  | 0.1763  |         |
|                                                                                        | $F_p$                                                       | 0.4036                                    | 0.3479 | 0.3586 | 0.4096   | 0.4263  | 0.5263  | 0.6609  | 0.9372  | 1.9263  |         |
| Кут опору здвигу                                                                       | $\psi$                                                      | 21.98                                     | 13.18  | 19.73  | 22.27    | 23.09   | 27.76   | 33.46   | 43.14   | 62.56   |         |
|                                                                                        | $tg(\alpha - \psi)$                                         | 43.02                                     | 16.82  | 5.27   | -9.27    | -23.09  | -27.76  | -33.46  | -43.14  | -62.56  |         |
|                                                                                        | $tg(\alpha - \psi)$                                         | 0.9331                                    | 0.3023 | 0.0922 | -0.1632  | -0.4263 | -0.5263 | -0.6609 | -0.9372 | -1.9263 |         |
| Активний тиск                                                                          |                                                             | 589.16                                    | 242.32 | 70.71  | -117.504 | -334.22 | -315.78 | -309.30 | -418.18 | -346.73 |         |
| Частина загального тиску на уявну стінку, яка сприймається тертям та зчепленням ґрунту | $T = H - E$                                                 | 765.19                                    | 340.04 | 287.31 | 283.75   | 334.22  | 315.78  | 309.30  | 418.18  | 346.73  | 3400.5  |
| Коефіцієнт стійкості схилу без врахування впливу ґрунтових вод                         | $k = \frac{\sum T}{\sum H}$                                 |                                           |        |        |          |         |         |         |         |         | 1.38    |
| Питома вага води                                                                       | $\gamma_w$                                                  | 9.81                                      | 9.81   | 9.81   | 9.81     | 9.81    | 9.81    | 9.81    | 9.81    | 9.81    |         |
| Різниця рівнів ґрунтових вод і поверхні ковзання                                       | $H^w - z$                                                   | 1.1                                       | 3.5    | 4.7    | 5.5      | 5.3     |         |         |         |         |         |
| Кут між дотичною до лінії ковзання та горизонталлю                                     | $\beta$                                                     | 65                                        | 36     | 25     | 13       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |         |
|                                                                                        | $\cos \beta$                                                | 0.4226                                    | 0.8090 | 0.9063 | 0.974    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |         |
| Величина гідродинамічного тиску                                                        | $D_i = \gamma_w(H^w - z_i) \times \frac{a_i}{\cos \beta_i}$ | 104.69                                    | 169.77 | 203.50 | 265.90   | 291.16  | 235.44  | 178.54  | 123.70  | 17.66   | 1590.36 |
| Коефіцієнт стійкості схилу з врахуванням впливу ґрунтових вод                          | $k = \frac{\sum T}{\sum H + \sum D_i}$                      |                                           |        |        |          |         |         |         |         |         | 0.84    |

## Список використаних джерел

- Барщевский Н. Е. Геоморфология и рельефообразующие отложения района г. Киева / Н. Е. Барщевский. – К.: Наукова думка, 1989. – 195 с.
- Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты / Б. И. Далматов. – С.-П.: Лань, 2012. – 415 с.
- Дашко Р. Э. Механика грунтов в инженерно-геологической практике / Р. Э. Дашко, А. А. Каган. – М.: Недра, 1977. – 235 с.
- ДБН В.1.1-3-97. Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення [Текст]. – Розроблені НДІБК Держкомістобудування України. – Київ: Держбуд України, 1998. – 47 с.
- Костюченко М. М. Особливості інженерно-геологічних умов території міста Києва / М. М. Костюченко // Ми і Президент: Міжнародний суспільно-політичний журнал. – К., 2008. – № 1. – С. 25-30.
- Костюченко М. М. Проблеми техногенних змін геологічного середовища території міста Києва / М. М. Костюченко // Вісник Київського університету. Геологія. – 2008. – Вип. 44. – С. 43-48.
- Костюченко М. М. Проблеми інженерно-геологічних досліджень на майданчиках реконструкції цивільних споруд / М. М. Костюченко // Вісник Київського університету. Геологія. – 2007. – Вип. 41. – С. 30-32.
- Костюченко М. М. Гідрогеологія та інженерна геологія: Підручник / М. М. Костюченко, В. С. Шабатин. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2005. – 159 с.
- Маслов Н. Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов / Н. Н. Маслов. – М.: Высшая школа, 1982. – 510 с.
- Цытович Н. А. Механика грунтов / Н. А. Цытович. – М.: Высшая школа, 2009. – 287 с.
- Tokita Y. On the characteristics of ground vibration generated by the traffic / Y. Tokita, A. Oda // Inter-Noise-75: Proc. Int. Conf. Noise Contr. Eng. – Sendai, 1975. – P. 511-514.

- Voznesensky E. A. Dynamic instability of soils and rocks / E. A. Voznesensky, A. A. Balkema // 7th International IAEG Congress: Proceedings. – Lisboa: Rotterdam: Brookfield, 1994. – P. 683-692.

## References

- Barashevskyy, N.E. (1989). *Geomorfologiya i reliefoobrazuyushchie otlozheniya rayona g. Kievа*. Kyiv: Naukova dumka, 195 p. [in Russian].
- Dal'matov, B.I. (2012). *Mekhanika gruntov, osnovaniya i fyndamentu*. S.-P.: Lan. [in Russian].
- Dashko, R.E., Kagan, A.A. (1977). *Mekhanika gryntov v ingzhenerno-geologicheskoy praktike*. Moscow: Nedra, 235 p. [in Russian].
- Zakhyst vid nebezpechnykh heolohichnykh protsesiv. Inzhenernyi zakhyst terytorii, budynkiv i sporud vid zsvuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennia [Protection from dangerous geological processes. Engineering protection of territories, buildings and structures from landslides and mudslides]. (1998). DBN V.1.1-3-97. Kyiv: Derzhbud Ukrainy. [in Ukrainian].
- Kostyuchenko, M.M. (2008a). Features of engineering and geological conditions of the territory of Kyiv. *International socio-political magazine "We and the President"*, 1, 25-30. [in Ukrainian].
- Kostyuchenko, M.M. (2008b). Problems technogenic changes in the geological environment of the city of Kyiv. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv: Geology*, 44, 43-48. [in Ukrainian].
- Kostyuchenko, M.M. (2007). Problems engineering geological investigations at the sites of reconstruction of civil structures. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv: Geology*, 41, 30-32. [in Ukrainian].
- Kostyuchenko, M.M., Shabatin, V.S. (2005). *Hydrogeology and Engineering Geology*. Textbook. Kyiv: Publishing Printing Center of Kyiv University, 159 p. [in Ukrainian].
- Maslov, N.N. (1982). *Osnovu inzhenernoi geologii i mekhaniki gruntov*. Moscow: Vusshaya schola, 510 p. [in Russian].

10. Tsutovich, N.A. (2009). Mekhanika gryntov. Moscow: Vusshaya schola, 287 p. [in Russian].

11. Tokita, Y., Oda, A. (1975). On the characteristics of ground vibration generated by the traffic. *Proc. Int. Conf. Noise Contr. Eng. of the Inter-Noise-75*. (pp. 511-514). Sendai.

12. Voznesensky, E.A., Balkema, A.A. (1994). Dynamic instability of soils and rocks. *Proceedings of the 7th International IAEG Congress*. (pp. 683-692). Lisboa, Rotterdam: Brookfield.

Надійшла до редколегії 23.10.15

N. Kostyuchenko, Cand Sci. (Geol.), Assoc. Prof.

E-mail: kostyuchenko@gmail.com

O. Mokienko, First Category Engineer

E-mail: sandr2012@yandex.ru,

Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv

90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine

## LANDSLIDE RISK ASSESSMENT IN O.V. FOMIN BOTANICAL GARDEN

*Landslides on the right-bank of Kyiv has always caused serious problems. There are some natural and artificial conditions and causes which facilitate the development of the landslides on this territory.*

*Due to the increased anthropogenic influence and climatic changes this problem has become urgent at the present time. In April 2013 the sharp warming and intensive melting of snow in the Kyiv resulted was in the formation of more than a hundred new landslide areas, including those formed within the territory of the botanical garden named after O. Fomin.*

*In order to assess possible danger of further landslide development a detailed observations as well as handy well drilling have been carried out during May 2014 such within the central section of the landslide body. Researches are made by scientific workers of Taras Shevchenko National University of Kiev. The results obtained results have shown that the a structural consequent landslide with distinctly manifested sliding surface is developed within landslide. A. Numerous cracks are found in the middle part of the landslide body and the shaft bulging is formed.*

*The coefficients of slope stability under various conditions are obtained. The results of current research and further observations have revealed that the landslide process remains active.*

**Keywords:** landslide, technogenic impact, climate change, monitoring of geological environment.

Н. Костюченко, доц., канд. геол.-минералог. наук

E-mail: kostyuchenkon@gmail.com

А. Мокиенко, инж. I кат.

E-mail: sandr2012@yandex.ru

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,

УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина

## ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.В. ФОМИНА

*Оползневые процессы на правобережной части территории г. Киева всегда вызывали серьезные последствия. Образованию и развитию этих процессов способствуют существующие природные и техногенные факторы, соотношения которых изменяются во времени. Еще большую актуальность приобрела данная проблема в последние годы в связи с увеличением техногенного воздействия в условиях городской агломерации, а также климатических изменений. В апреле 2013 г. в результате резкого и интенсивного потепления и снеготаяния на территории г. Киева образовалось более сотни новых оползневых участков, в том числе и на территории Ботанического сада имени академика А.В. Фомина.*

*Для оценки опасности развития оползня сотрудниками кафедры гидрогеологии и инженерной геологии УНИ "Институт геологии" в мае 2014 г. было выполнено детальное обследование и ручное бурение скважин по центральному сечению оползневого тела. Результаты этих работ (с использованием архивных материалов) свидетельствуют, что в рамках участка сдвига развивается структурный консеквентный оползень, с четко выраженной поверхностью скольжения, многочисленными трещинами в средней части оползневого тела и валом выпирания.*

*Выполнены расчеты коэффициента устойчивости склона в различных условиях. Результаты проведенных исследований и дальнейшие наблюдения свидетельствуют, что активное состояние оползневого процесса сохраняется.*

**Ключевые слова:** оползень, техногенное воздействие, климатические изменения, мониторинг геологической среды.