

## ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ

УДК 504.058; 504.064

<sup>1</sup>Березницька Ю.О., <sup>2</sup>Яковлев Є.О., <sup>1</sup>Волошкіна О.С.

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури

<sup>2</sup> Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, м.Київ

### ЕКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНОСТІ ПІДТОПЛЕНОГО СХИЛУ

Робота присвячена дослідженню впливу процесів підтоплення на зсувонебезпечність схилів та удосконаленню методики розрахунку екологічного ризику зсувонебезпечності підтопленого схилу.

**Ключові слова:** підтоплення, екологічний ризик, зсувонебезпечність.

Статья посвящена исследованию влияния процессов подтопления на оползнеопасность склонов и усовершенствованию методики расчета экологического риска оползнеопасного склона.

**Ключевые слова:** подтопление, экологический риск, оползнеопасность.

Article is devoted to research of underflooding processes influence on landslides and to the improvement of calculation methodology of ecological risk caused by landslides.

**Keywords:** underflooding, ecological risk, influence.

**Постановка проблеми.** В останні роки спостерігається стрімке збільшення зсувних процесів по території України – до 23,1 тис. об'єктів з подвоєнням кількості за останні 30 років [3, 4]. Ризик виникнення та розвитку зсувних процесів залежить від багатьох факторів:

- вплив стрімкості схилів;
- збільшення водо-теплообміну у верхній частині геологічного середовища;
- забудова несприятливих ділянок та динамічні навантаження від транспортних засобів;
- зменшення несучої здатності порід верхньої частини ґрунтового масиву завдяки розвитку процесів підтоплення.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженням впливу щільності гідрографічної мережі та параметрів ерозійного вриву на динаміку зсувів за окремими областями займалися такі українські вчені як М.Г. Демчишин, Е.Д. Кузьменко, О.М. Трофимчук, Ю.І. Калюх, Г.Г. Стржельчик, Г.І. Рудько [2–6] та ін.

У таблиці 1 наведені дані щільності річкової мережі та кількості зсувів на території України за адміністративними областями, що підтверджує їхню взаємозалежність.

Аналізуючи фактори зсувопрояву на території Харківської області [3], було встановлено вагові коефіцієнти ймовірностей прояву зсувів за даними Державного регіонального геологічного підприємства «Південукргеології», з яких найбільш значущими є – кут нахилу схилу та глибина рівня ґрунтових вод, який формує гідродинамічний тиск на схилах та зону зменшення міцності зволжених порід.

При розгляді ризику виникнення процесів зсувонебезпечності в часі, слід зазначити, що при інших незмінних вагових коефіцієнтах найбільшого впливу на сталість схилів набуває процес регіонального порушення водно-балансової рівноваги у верхній зоні геологічного середовища – тобто регіональної активізації процесів підтоплення. Існує пряма залежність між узагальненими даними щодо розвитку зсувів в залежності від розвитку процесів підтоплення [3].

Методика математичного моделювання сталості зсувонебезпечного схилу при підйомі рівня ґрунтових вод запропонована в роботі [6]. Авторами на основі теоретичних положень розрахунків коефіцієнту стійкості Маслова-Берера та Шахунянца і величини зсувного тиску Шахунянца і Білеуша розроблено математичну модель зсувного процесу при поступовому підйомі рівня ґрунтових вод та створено на цій основі модифіковану комп'ютерну програму LANDSLIPO7. На основі аналізу розрахункових даних автори статті доводять, що зволоження схилу від 15% до 33% веде до зниження коефі-

## Щільність річкової мережі та кількість зсувів

№ з/п	Назва адміністративної одиниці	Щільність річкової мережі	Кількість зсувів (2010 р.)
1	АР Крим	0,35	1582
2	Вінницька	0,45	339
3	Волинська	0,15	-
4	Дніпропетровська	0,36	382
5	Донецька	0,64	189
6	Житомирська	0,43	10
7	Закарпатська	1,8	3274
8	Запорізька	0,22	206
9	Івано-Франківська	1,12	805
10	Київська	0,3	814
11	Кіровоградська	0,4	140
12	Луганська	0,13	769
13	Львівська	0,74	1347
14	Миколаївська	0,13	1148
15	Одеська	0,24	5835
16	Полтавська	0,45	824
17	Рівненська	0,22	-
18	Сумська	0,36	567
19	Тернопільська	0,44	117
20	Харківська	0,22	1615
21	Херсонська	0,03	43
22	Хмельницька	0,57	420
23	Черкаська	0,37	1033
24	Чернівецька	1,1	1468
25	Чернігівська	0,26	9

цієнту сталості схилів до 1, а подальше його обводнення від 33% до 66% веде до незворотної втрати його сталості.

**Виклад основного матеріалу.** Беручи за основу вищенаведені ствердження, а також відомі теоретичні положення оцінювання ризиків життєдіяльності і господарювання в природно-техногенній сфері [2], сформулюємо питання кількісного аналізу екологічної безпеки схилів в умовах підтоплення суцільної території.

Автори вважають, що просторове розповсюдження зсувів на схилах, які мають відносно однорідні ландшафтно-геоморфологічні та геолого-літологічні характеристики в статистично-значимій кількості ( $\geq 30$  об'єктів як середня вибірка), дозволяє підходити до оцінки території їх розповсюдження як до зсувного поля.

Для зсувного поля є характерними:

- здатність квазідинамічного режиму розвитку з циклами активізації і затухання;
- відносна однорідність прояву змін силової системи при дії різноманітних природних і техногенних чинників (збільшення опадів і підрізка схилу та ін.);
- наявність кореляційних зв'язків розвитку зсувних процесів з природними і техногенними чинниками.

Уявляється, що використання методу виділення зсувних полів разом з традиційним районуванням за рівнем ураженості територій зсувами дозволить підвищити точність прогнозів та удосконалити районування за комплексною дією природних і техногенних чинників.

Визначимо, на скільки змінюється ризик ураження інженерних споруд та комунікацій на забудованих зсувонебезпечних територіях при поступовому підйомі рівня ґрунтових вод. Методика розрахунків ризиків життєдіяльності і господарювання у природно-техногенній сфері досить детально розглянута в роботах [1, 2].

Річна імовірність прояву небезпечних геологічних процесів, зокрема зсувів, у межах 1 км<sup>2</sup> визначається за формулою:

$$K_{НЕГП} = K_{np} K_{час} , \quad (1)$$

де  $K_{np}$  – коефіцієнт просторової ураженості території (% сумарної площі  $f_{np}$  зсувних ділянок в межах загальної площі, що розглядається);

$$K_{np} = \frac{f_{np}}{f} , \quad (2)$$

де  $K_{час}$  – коефіцієнт часової динаміки розвитку зсувів, або частоти активізації процесів за певний проміжок часу  $T$  визначається за формулою:

$$K_{час} = \frac{1}{T} \quad (3)$$

та залежить від сукупності впливу техногенних чинників у межах території, що розглядається. З врахуванням стабілізаційного впливу систем і заходів інженерного захисту (які розраховуються, як правило, на термін до 30 років), в розрахункові формули вводиться також відповідний коефіцієнт:

$$K_3 = \frac{30}{T'} , \quad (4)$$

де  $T'$  – малий цикл активізації зсувів.

Для умов розвитку територіально розподілених небезпечних екзогенних геологічних процесів слід враховувати щільність забудови на зсувонебезпечних територіях  $K_{заб}$  та щільність населення в межах територіальної оцінки.

При розрахунках індивідуального ризику зсувонебезпечності на забудованих підтоплених територіях слід врахувати диференційований підхід по областях коефіцієнта щільності забудови на зсувонебезпечних територіях  $K_{заб}$ . Його значення пропонується брати формулою:

$$K_{заб} = \frac{S_{nid.n.n.}}{S_{nid.obl.}} , \quad (5)$$

де  $S_{nid.n.n.}$  – площа підтоплення в населених пунктах області;

$S_{nid.obl.}$  – загальна площа підтоплення області.

Значення коефіцієнта  $K_{заб}$  зведено в таблиці 2.

Загальна формула для оцінки ризику життєдіяльності від негативних екзогеодинамічних процесів визначається за формулою:

$$R_{ind} = d \times K_{np} \times K_{час} \times K_{заб} \times K_{ПА} / (K_3 N) , \quad (6)$$

де  $d$  і  $N$  – щільність населення і загальна чисельність в межах території, що розглядається;

$K_{ПА}$  – коефіцієнт активізації зсувів внаслідок підтоплення.

У таблиці 3 наведено дані щодо площ підтоплення та кількості зсувів за адміністративним розподілом на території України за 1982–2010 роки.

Користуючись даними, наведеними в таблиці 3, були розраховані коефіцієнти збільшення площ підтоплення та кількості зсувів в роках для найбільш зсувонебезпечних областей України (таблиця 4). Виходячи з цих розрахунків, можна вивести залежність щодо збільшення кількості зсувів для кожної області в залежності від збільшення площі підтоплення області через коефіцієнт  $K_{ПА}$ , або за графіками, представленими на рис. 1.

Коефіцієнт активізації зсувів внаслідок підтоплення  $K_{ПА}$  визначається окремо для кожної області, і формула його розрахунку представлена на рис. 1, в яких  $K_{nid}$  – коефіцієнт збільшення площі підтоплення області за певний проміжок часу.

Таблиця 2

**Коефіцієнт щільності забудови**

№ з/п	Адміністративна одиниця	Коефіцієнт щільності забудови $K_{заб}$
1	АР Крим	0,41
2	Вінницька	0,1
3	Волинська	0,012
4	Дніпропетровська	0,013
5	Донецька	0,04
6	Запорізька	0,22
7	Кіровоградська	0,0065
8	Луганська	0,61
9	Миколаївська	0,03
10	Рівненська	0,018
11	Хмельницька	0,96
12	Чернігівська	0,005
13	Україна загалом	0,014

Таблиця 3

**Площі підтоплення та кількість зсувів**

№ з/п	Назва адміністративної одиниці	1982–1984		1997 рік		2006 рік		2010 рік	
		Площа підтоплення, тис. км <sup>2</sup>	Кількість зсувів	Площа підтоплення, тис. км <sup>2</sup>	Кількість зсувів	Площа підтоплення, тис. км <sup>2</sup>	Кількість зсувів	Площа підтоплення, тис. км <sup>2</sup>	Кількість зсувів
1	АР Крим	1,1	847	4,42	993	4,43	1562	0,42	1582
2	Вінницька	0,3	234	0,895	225	8,96	338	0,005	339
3	Волинська	0,0002	-	12,9	-	13,91	-	9,14	-
4	Дніпропетровська	1,04	214	7,28	303	7,3	382	7,29	382
5	Донецька	0,35	123	3,03	125	3,04	188	0,23	189
6	Житомирська	0,002	10	19,75	11	20,13	10	0,04	10
7	Закарпатська	-	1278	3,02	1596	3,02	2880	0,001	3274
8	Запорізька	0,73	244	3,19	218	3,2	205	0,01	206
9	Івано-Франківська	-	487	0,0078	1005	0,008	769	-	805
10	Київська	0,21	764	8,1	816	8,1	790	0,02	814
11	Кіровоградська	0,01	99	0,14	95	0,142	143	0,006	140
12	Луганська	0,48	564	0,16	593	0,164	1138	0,025	769
13	Львівська	0,15	421	0,21	524	0,116	1289	0,25	1347
14	Миколаївська	0,73	707	12,82	985	17,767	1150	17,033	1148
15	Одеська	1,37	938	13,52	5167	19,685	5885	20,575	5835
16	Полтавська	0,81	732	8,5	761	8,5	824	0,15	824
17	Рівненська	0,003	-	12,79	-	12,8	-	11,7	-
18	Сумська	0,4	397	0,42	490	0,474	567	0,07	567
19	Тернопільська	-	54	-	119	-	117	-	117
20	Харківська	0,77	518	3,02	851	3,02	1659	0,12	1615
21	Херсонська	0,62	37	10,45	63	11,945	43	11,297	43
22	Хмельницька	0,02	364	-	203	0,014	425	0,06	420
23	Черкаська	0,35	685	0,08	810	0,08	1034	0,06	1033
24	Чернівецька	0,03	1272	0,42	1435	0,4	1622	-	1468
25	Чернігівська	0,4	8	4,4	11	4,4	11	0,15	9
26	Україна загалом	9,517	10997	129,52	17399	131,446	23031	78,65	22936

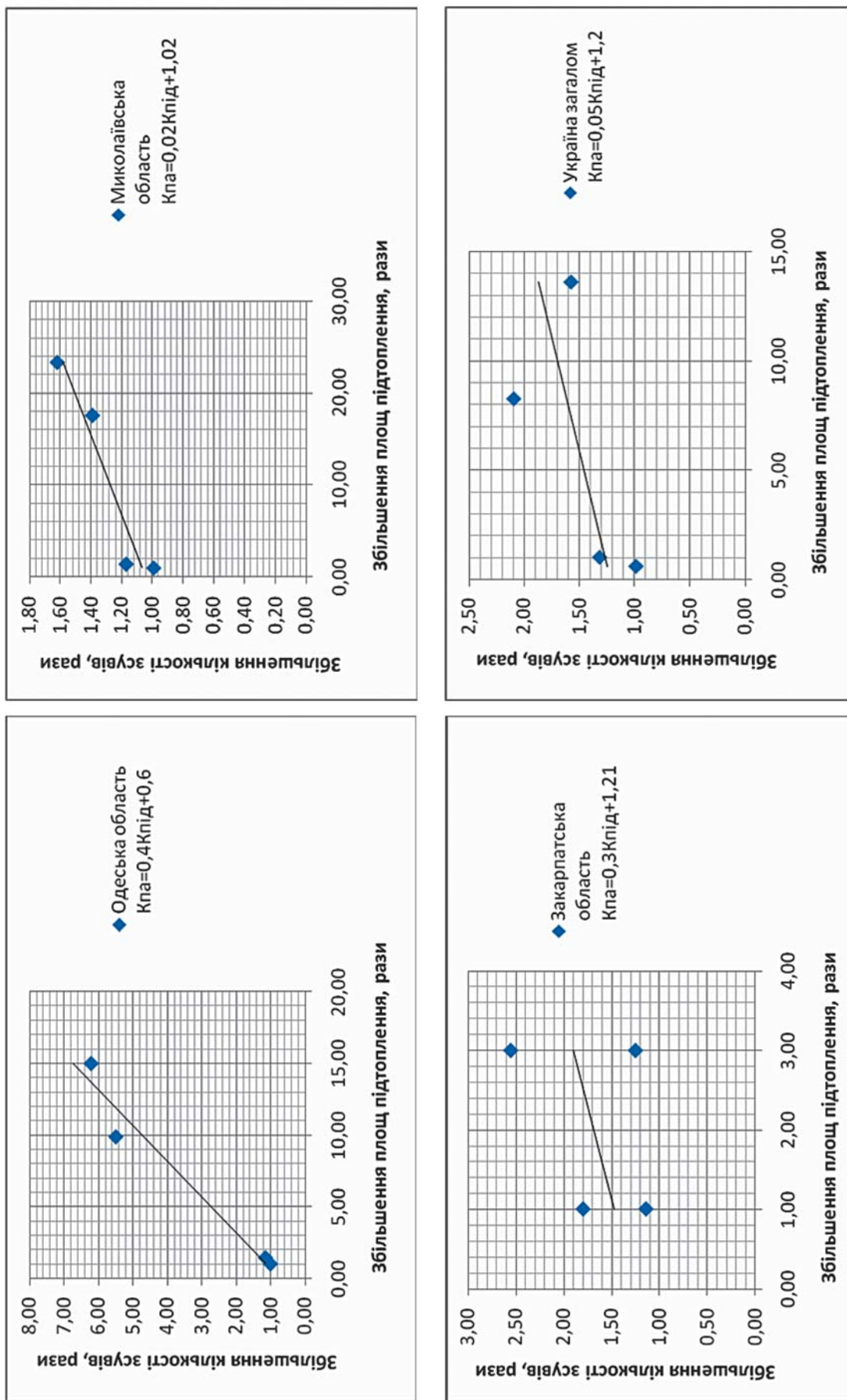


Рис. 1. Графіки залежностей між кількістю зсувів та площ підтоплення для найбільш зсувонебезпечних областей



## Збільшення площі підтоплення

Області	Одеська	Миколаївська	Закарпатська	Україна загалом
Збільшення площі підтоплення, відношення показників 1997 р. до показників 1982 року, разів	9,89	17,56	3	13,6
Збільшення кількості зсувів, відношення показників 1997 р. до показників 1982 року, разів	5,5	1,39	1,25	1,58
Збільшення площі підтоплення, відношення показників 2006 р. до показників 1997 року, разів	1,46	1,38	1	1,01
Збільшення кількості зсувів, відношення показників 2006 р. до показників 1997 року, разів	1,14	1,17	1,8	1,32
Збільшення площі підтоплення, відношення показників 2010 р. до показників 2006 року, разів	1,04	0,96	1,0	0,6
Збільшення кількості зсувів, відношення показників 2010 р. до показників 2006 року, разів	1,0	0,99	1,14	0,99
Збільшення площі підтоплення, відношення показників 2010 р. до показників 1982 року, разів	15,0	23,33	3,0	8,26
Збільшення кількості зсувів, відношення показників 2010 р. до показників 1982 року, разів	6,22	1,62	2,56	2,1

**Висновки.** На основі вищевикладеного можна зробити наступні висновки:

1. При розрахунку індивідуальних ризиків життєдіяльності на зсувонебезпечних територіях необхідно подальше уточнення цих розрахунків в залежності від активізації процесів техногенного підтоплення.
2. Аналіз щорічних даних моніторингу площ підтоплених територій та активізації зсувів по адміністративних областях дозволив ввести додатковий коефіцієнт, який враховує збільшення ризику прояву зсувів внаслідок підняття ґрунтових вод на територіях, що розглядаються, та уточнити значення  $K_{зоб}$ .
3. Проведені розрахунки дозволили оцінити збільшення кількості зсувів в залежності від площі підтоплення території та запропонувати графіки і формули для визначення коефіцієнту активізації зсувів внаслідок підтоплення  $K_{па}$ .

## Література

1. Алымов В.Т. Техногенный риск: Анализ и оценка: Учебное пособие для ВУЗов / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 188 с.
2. Биченок М.М. Про оцінювання ризиків життєдіяльності і господарювання в природно-техногенній сфері / М.М. Биченок, О.Г. Рогожин, Є.О. Яковлев. Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ІПНБ, 2004. – № 10. – 136 с.
3. Глебчук Г.С. Дослідження впливу щільності гідрографічної мережі та територіального підтоплення на динаміку розвитку зсувів у Харківській області / Г.С. Глебчук // Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ІПНБ, 2005. – № 11. – 174 с.
4. Глебчук Г.С. Вплив крутизни схилів та щільності дорожніх шляхів на розвиток зсувів на прикладі Харківської області / Г.С. Глебчук // Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ІПНБ, 2006. – № 14. – 148 с.
5. Демчишин М.Г. Современная динамика склонов на территории Украины / М.Г. Демчишин. – К.: Наукова думка, 1992. – 272 с.
6. Трофимчук А.Н. Математическое моделирование устойчивости оползневого склона при подъеме уровня грунтовых вод / А.Н. Трофимчук, Ю.И. Калюх, А.С. Глебчук // Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К.: ІПНБ, 2008. – № 18. – 120 с.

Поступила в редакцію 27 квітня 2012 р.