

УДК 519.87:504.4

АНАЛІЗ ЗСУВНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЙ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ПРИБЕРЕЖНО-МОРСЬКИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ В РЕЗУЛЬТАТІ ЗМІН У НАВКОЛИШНЬОМУ ПРИРОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Г.С.Глебчук, канд.техн.наук
(Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України)*

В останні десятиріччя виникла необхідність у визначенні інженерно-геологічних аспектів комплексного впливу підтоплення земель та сейсмопроцесів на регіональну активізацію зсувоутворення.

В последние десятилетия возникает необходимость в определении инженерно-геологических аспектов комплексного влияния подтопления земель и сейсмопроцессов на региональную активизацию оползнеобразования.

Now the necessity arises to identify the engineering-geological aspects of a complex impact of under flooding and seismic processes on regional activation of landslide formation.

В умовах сучасного розвитку різних галузей господарювання з одночасними змінами у навколишньому природному середовищі особливо актуальним є вирішення питання ефективного попередження розвитку небезпечних динамічних процесів у верхній зоні геологічного середовища, які активно впливають на інженерно-геологічні умови функціонування будівель. Під „ефективним попередженням” щодо запобігання розвитку небезпечних процесів слід розуміти комплексний підхід щодо вирішення питання, який включає: проведення моніторингу, розроблення та удосконалення математичних моделей, невідпинний контроль за дотриманням інженерно-будівельних норм проведення господарської діяльності, обмеження втручання людини у верхню зону літосфери, перегляд нормативної документації із внесенням відповідних змін та ін.

Серед усіх можливих геологічних процесів природного і природно-техногенного походження зсуви є найбільш небезпечними. Виникають раптово, переважно на територіях населених пунктів, тим самим створюють загрозу безпеці життєдіяльності населення, інфраструктурі та території в цілому.

© Г.С. Глебчук, 2012

Особливої активності зсувних процесів зазнали Карпатський регіон, узбережжя Чорного та Азовського морів, Дніпровського, Дністровського, Тілігульського, Бузького та Бережанського лиманів, правобережжя Дніпра та його правих приток, Автономна Республіка Крим, Одеська, Закарпатська, Київська, Чернівецька, Івано-Франківська, Львівська та Черкаська області. Загальна кількість зсувних об'єктів на території України станом на 01.01.2012 перевищила позначку 22900 шт.

Останні роки характеризуються як роки суттєвого зростання кількості зсувів, у тому числі активних. Найбільша кількість їх зафіксована в Одеській, Миколаївській областях, тобто на території прибережно-морської зони (ПМЗ), яка має активний сейсмо-геофізичний режим.

Загальна кількість зсувів на території ПМЗ, що включає Донецьку (площа якої становить 26,5 тис. км²), Запорізьку (27,2 тис. км²), Миколаївську (24,6 тис. км²), Одеську (33,3 тис. км²) та Херсонську (28,5 тис. км²) області, загальна площа яких 140,1 тис. км² (23,21% площі України), становить 9423 шт. (41,08% від загальної кількості), тобто регіональна ураженість зсувами ПМЗ у 1,8 раза є вищою за середню.

За даними Національної доповіді про стан техногенної та природної безпеки в Україні, підготовленої МНС України, Міністерством екології та природних ресурсів України та НАН України, станом на 31.12.2011 було зафіксовано[1]:

- у Донецькій області 189 зсувів, 39 з яких знаходяться на забудованій території. Реальну загрозу становлять 66 господарським об'єктам;
- у Запорізькій області виявлено 205 зсувів, в активному стані – 103 шт., у межах забудов зафіксовано 24 зсуви.
- У Миколаївській області – 1149 зсувів, з них 99 – активних;
- у Одеській – 5836 зсувів (активних – 478);
- у Херсонській – 33 одиниці (активних - 18).

Відсотковий розподіл кількості зсувів зображено на рис.1.

У відповідності до даних рис. 1, найбільшої зсувної активності серед прибережно-морських областей України зазнали Одеська, Миколаївська та Запорізька області. Так, відсоткова частка від загальної кількості зсувів на території України (22 937 зсувів, що становить 100%) складає – 25,44; 5,01 та 0,89% відповідно. Істотно менша відсоткова частка від загальної кількості зсувів припала на інші три області – Запорізьку (0,89%), Донецьку (0,82%) та Херсонську (0,14%).

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

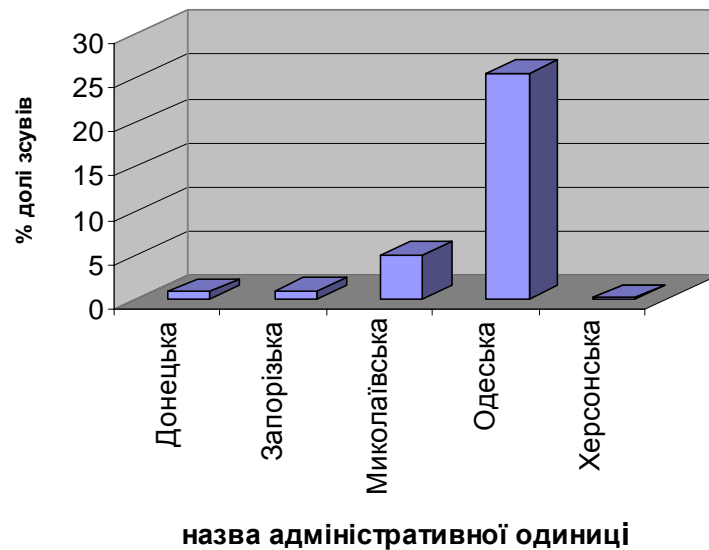


Рис. 1. Відсотковий розподіл кількості зсувів по прибережно-морських областях

Що стосується відносного приросту кількості зсувів на вказаних територіях протягом періоду з 1984 по 2011 рр., то досить небезпечною складається ситуація навколо Одеської області, де кількість зсувів збільшилася більше ніж у 6 разів (рис. 2). Для інших чотирьох областей ситуація не викликає великого занепокоєння.

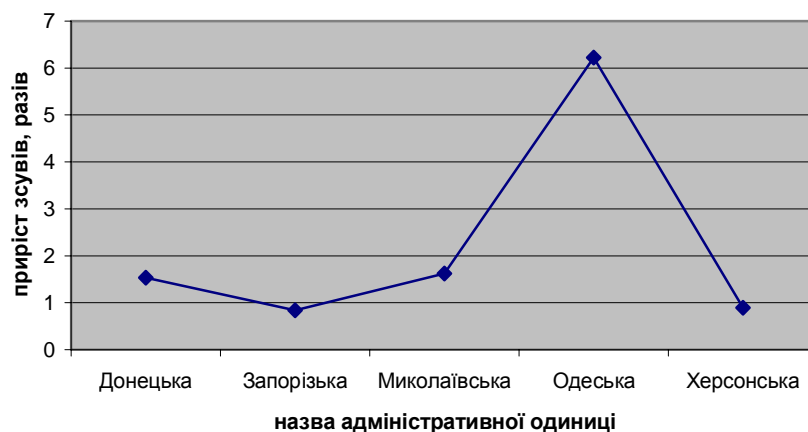


Рис. 2. Відносний приріст зсувів по території прибережно-морської смуги за період 1984-2011 рр.

Площинний модуль зсувоутворення (шт./км²) становить:

- Донецька область – 0,007;
- Запорізька область – 0,008;
- Миколаївська – 0,047;
- Одеська – 0,175;

➤ Херсонська – 0,001.

Більш змістовну інформацію, а саме динаміку розповсюдження зсувів по території прибережно-морської смуги України за період (1984-2011), можна отримати з аналізу графіка на рис. 3.

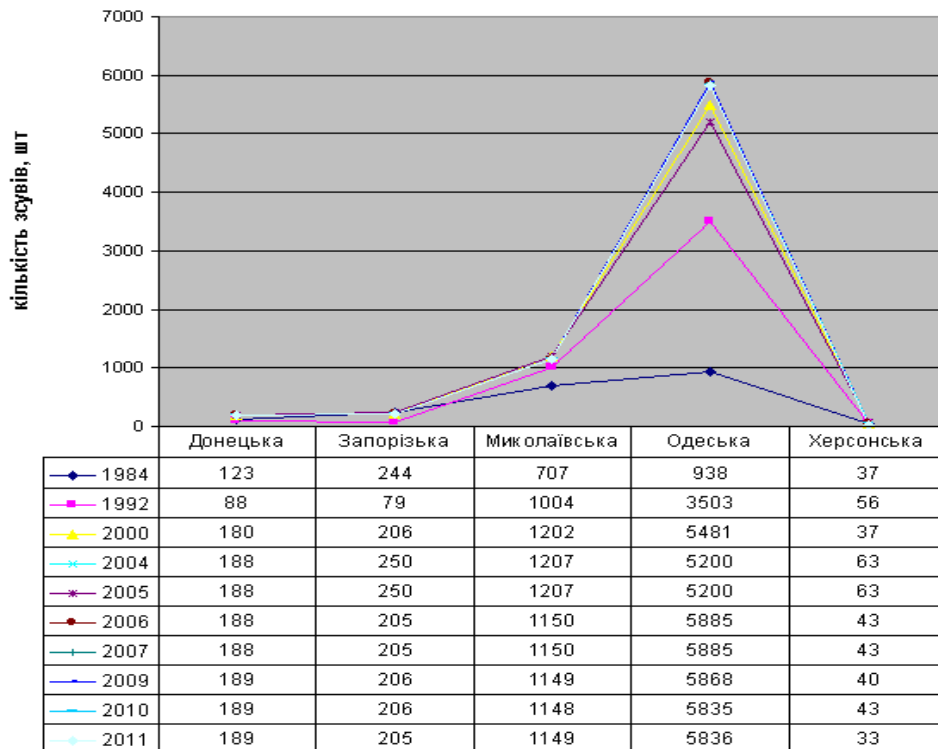


Рис.3. Динаміка розповсюдження зсувів по території прибережно-морської смуги України за період 1984-2011 рр.

Першочерговими, основними чинниками, дія яких призводить до зниження стійкості схилу, виникнення та активізації деформаційних процесів, у даному випадку – зсувів, є підтоплення та сейсмоактивність. Серед додаткових чинників можуть виступати підвищене зволоження зсуводеформуючого горизонту, тимчасове підвищення порового тиску, ендегодинамічні рухи (сучасні геологічні рухи Землі) та ін..

Саме тому був розроблений та успішно впроваджений програмний комплекс „Програма комп’ютерного моделювання напружено-деформованого стану схилів в умовах зміни інженерно-геологічних умов: підтоплення, землетрусів та інженерної підготовки територій (LANDSLIP07)”, основним завданням якого передбачалося визначення зсувного тиску й коефіцієнта стійкості для різних властивостей ґрунту, сейсмічних та гідрогеологічних умов, оцінки надійності протизсувних споруд, що в подальшому забезпечує можливість передбачення та прогнозування виникнення загрозливих ситуацій, розробки відповідних рекомендацій щодо подальшої

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

експлуатації „проблемних” схилів[2-4]. Програма найбільш повно відповідає вимогам проектувальників та інженерів-будівельників, досить проста та зручна у використанні.

В основу програми при розрахунках коефіцієнтів стійкості схилів були покладені математичні моделі Маслова-Берера та Шахунянца. Дані моделі базуються на застосуванні теорії граничної рівноваги.

Аналітичний метод Г.М. Шахунянца є адекватним для обчислення коефіцієнта стійкості вільних укосів (схилів) та для визначення сил зсувного тиску на утримуючі конструкції. Формули для визначення коефіцієнта стійкості схилу та величини зсувного тиску мають вигляд:

$$K_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{Bi} \cdot \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_{Bi} + c_{Bi} l_{Bi}) \cos \varphi_{Bi}}{\cos(\alpha_i - \varphi_{Bi})} \quad (1)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (P_{Bi} \sin \alpha_i + Q_{ci} + j_i) \cos \varphi_{Bi}}{\cos(\alpha_i - \varphi_{Bi})}$$

$$E_{zc} = \sum_{i=1}^n \left[K_{cm}^3 (P_{Bi} \sin \alpha_i + Q_{ci} + j_i) - (P_{Bi} \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_{Bi} + c_{Bi} l_{Bi}) \right] \times \frac{\cos \varphi_{Bi}}{\cos(\alpha_i - \varphi_{Bi})} \quad (2)$$

Також у даній програмі передбачено розв’язання оберненої задачі механіки ґрунтів відносно ідентифікації фізико-механічних характеристик ґрунту, з яких складається зсув, а саме уточнення кута внутрішнього тертя φ та питомого зчеплення c . Основні результати висвітлені у статті [5].

З математичної точки зору – це задача нелінійного програмування відносно знаходження мінімуму квадратичного функціоналу F , що являє собою квадрат відхилення між розрахунковим значенням $K_{cm,розр}$ для поточних значень φ та c , що формуються обчислювальним алгоритмом та $K_{cm} \approx 1$:

$$F = (K_{cm,розр} - 1)^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

за наявності таких обмежень у вигляді нерівностей:

$$\left. \begin{array}{l} \varphi_{\min} \leq \varphi \leq \varphi_{\phi} \\ c_{\min} \leq c \leq c_{\phi} \end{array} \right\} \quad (4)$$

а також при таких обмеженнях у вигляді рівнянь:

$$x_i = x_i^*, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

де x_i^* – інші фізико-механічні характеристики зсувного схилу, його геометрія, крива

депресії та ін..

За допомогою розробленого програмного комплексу на базі Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України був виконаний експертний висновок щодо можливості застосування синтетичних матеріалів для укріплення та стабілізації схилів на ділянці селища Приморське, місто Феодосія.

ВИСНОВКИ:

1. Виконаний просторово-часовий аналіз динаміки зсувів у ПМЗ свідчить про тенденцію до збільшення кількості нових та активізації старих зсувів у результаті дії змін кліматичних умов у поєднанні з неконтрольованою забудовою схилів та застарілим обладнанням каналізаційних систем та систем водовідведення, неналежним проведенням інженерно-захисних заходів, що є особливо актуальним для прибережно-морських областей України.

2. На основі отриманих даних графоаналітичного аналізу зсувної динаміки необхідно ввести посилене контролювання за забудовою зсувних схилів на території Одеської та Миколаївської областей. Особливу увагу слід приділити модернізації каналізаційних систем та систем водовідведення на зазначених територіях, а також здійснити влаштування протизсувних утримуючих споруд, спорудження дренажних систем, застосування нових конструктивних схем будівель та ін..

3. Використання програми LANDSLIP07 надає можливість в обмежений час провести оцінку загальної та локальної стійкості схилу, тобто виконати математичне моделювання зсувної небезпеки схилу за наявності умов – підвищення рівня ґрунтових вод; зміни сейсмічності ділянки будівництва; в результаті системної дії двох факторів: сейсміки і рівневого режиму ґрунтових вод; за наявності будівлі та при облаштуванні котловану за умови відсутності ґрунтових вод або підвищення їх рівня.

* * *

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році / Міністерство надзвичайних ситуацій України, Міністерство екології та природних ресурсів України, НАН України. – К. : МНС України, 2012. – 359 с.

2. 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. – 2008. – № 18. – С. 51–58.

3. Трофимчук А. Н. Об устойчивости склонов при изменении сейсмических условий / А. Н. Трофимчук, А. С. Глебчук, В. В. Полевецкий // Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво).

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

– 2008. – Вип. 69. – С. 304–311.

4. Трофимчук А. Н. Математическое моделирование изменения напряженно-деформированного состояния оползневого массива при наличии здания и обустройстве котлована в условиях подтопления / А. Н. Трофимчук, А. С. Глебчук, Ю. И. Калюх // Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). – 2008. – Кн. 1. – Вип. 71. – С. 95–104.

5. Трофимчук А. Н. Математическое моделирование обратных задач в литодинамике оползней с учетом сейсмического фактора / А. Н. Трофимчук, А. С. Глебчук, Ю. И. Калюх, Т. Ю. Калюх // Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). – 2010. – Вип. 73. – С. 389-400.

Отримано: 18.07.2012 р.