

УДК 624.131.534

DOI: 10.30838/P.CMM.2415.200418.22.1

## МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПОЛЗНЕЙ (ЧАСТЬ 2)

АНДРЕЕВ В. С. *к.т.н., доц.*,

<sup>1</sup>кафедра «Путь и путевое хозяйство» Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, г. Днепр, Украина. e-mail: avs\_diit@ukr.net

**Аннотация.** Предложен анализ имеющихся в технической литературе данных относительно проявления оползней в различных условиях и странах мира и на этой основе выявлены общие тенденции, присущие данному явлению. Рассмотрены такие факторы: закономерности проявления оползней в развивающихся и промышленно – развитых странах, а также странах с переходной экономикой. Сделан вывод о том, что несмотря на достижения современных технологии, теории и практики расчета оползней имеет место четкая тенденция возрастания во времени числа оползней и количества человеческих жертв.

**Ключевые слова:** откос (склон), оползни, человеческие жертвы, развивающиеся и промышленно – развитые страны, страны с переходной экономикой аппроксимация, метод наименьших квадратов.

## СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ПРОЯВУ ЗСУВІВ (ЧАСТИНА 2)

АНДРЕЄВ В. С. *к.т.н., доц.*,

кафедра «Колія та колійне господарство» Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна м Дніпро. Україна. e-mail: [avs\\_diit@ukr.net](mailto:avs_diit@ukr.net)

**Анотація.** Запропоновано аналіз наявних в технічній літературі даних щодо прояву зсувів в різних умовах і країнах світу і на цій основі виявлені загальні тенденції, властиві даному явищу. Розглянуто такі чинники: закономірності прояву зсувів в країнах, що розвиваються і промислово - розвинених країнах, а також країнах з перехідною економікою. Зроблено висновок про те, що незважаючи на досягнення сучасних технології, теорії і практики розрахунку зсувів має місце чітка тенденція зростання в часі числа зсувів і кількості людських жертв.

**Ключові слова:** укіс (схил), зсуви, людські жертви, що розвиваються і промислово - розвинені країни, країни з перехідною економікою апроксимація, метод найменших квадратів.

## WORLD TENDENCIES OF MANIFESTATION OF LANDSLIDES (PART2)

ANDRIEIEV V. *Ph. D., Assos. prof.*,

**Annotation.** The analysis of available data in the technical literature on the development of landslides in various conditions and countries of the world is continued and on this basis the general trends inherent in this phenomenon are revealed. Such factors are considered: regularity of landslides in developing and industrially developed countries, as well as countries with transitional economy. It is concluded that despite the achievements of modern technology, the theory and practice of calculating landslides, there is a clear trend of increasing in time the number of landslides and the number of human victims.

**Keywords:** slope (slope), landslides, human victims, developing and industrially developed countries, countries with transitional economies, approximation, least squares method.

### Введение. (Актуальность проблемы).

При неблагоприятном сочетании разнообразных факторов (использование под строительство территорий, которые раньше считались непригодными, вмешательство человека в окружающую среду, изменение гидрогеологических условий, землетрясения и т.д.) возможно возникновение оползней [1, 2, 3,...,10].

При этом в литературных источниках данные относительно проявления оползней носят

хаотический и разрозненный характер (обычно указывается страна, в которой произошел оползень, количество жертв и очень редко - вероятная причина возникновения оползня). При этом, как правило, отсутствуют обобщения, не рассматриваются общие и частные тенденции процесса оползнеобразования [2, 3, 4,...,10].

При написании настоящей статьи нами преследовалась цель установить, насколько актуальной проблема оползневой опасности актуальна в странах с различным уровнем развития

экономики и, в частности, в странах с переходной экономикой, к которым относятся страны СНГ в целом и Украина в частности.

#### Анализ последних источников исследований и публикаций

Исследованиям проблемы устойчивости грунтовых откосов и склонов посвящены труды ученых Бишоп А, Богомолова А Н, Бурмистера Э Л., Гинзбурга Л. К., Гольдштейна М Н, Дорфмана А Г, Иванова А. И., Маслова Н Н., Петерсона К. (метод круглоцилиндрической поверхности скольжения), Соколовского В. В, Тер - Мартиросяна З. Г., Тейлора Д., Ухова С. Б., Феллениуса В., Цытовича Н. А., Шадунца К Ш., Шахунянца Г. М., Шаповала В.Г., Шашенко А.Н., Швеца В.Б. и многих других авторов.

В основном, в этих работах рассмотрены такие аспекты процесса оползнеобразования:

- методы определения коэффициента устойчивости;
- обоснование вида функции, описывающей поверхность скольжения оползня и ее параметров;
- методы расчета и способы проектирования противооползневых сооружений;
- результаты обследования оползнеопасных территорий (в том числе и мест схода оползней);
- результаты обследования противооползневых конструкций.

Некоторое исключение составляют работы [1, 2], авторы которых попытались ответить на такие вопросы:

1. Насколько снизилось (или возросло) количество оползней в целом?
2. Насколько снизилось (или возросло) количество человеческих жертв в результате схода оползней в целом?
3. Насколько возрос (или уменьшился) ущерб, причиненный оползнями.

Однако, ответы на поставленные авторами работ [1] и [2], не дают полного ответа на такие вопросы:

1. Каким образом распределено число сошедших оползней в странах с различным уровнем развития?
2. Как распределены по странам с различным уровнем экономического развития летальные случаи, обусловленные оползневыми процессами?

Ответы на эти вопросы позволяют оценить, каким образом сказывается различный уровень технологического развития различных групп стран на эффективности противооползневой защиты и

Изложенные в настоящей работе материалы исследований направлены на поиск ответов на сформулированные выше вопросы.

#### Изложение основного материала исследования.

При выполнении исследований в качестве исходных нами были использованы данные авторов [1, 2, 10, 11].

При этом, согласно принятой в [11] классификации, страны с разным уровнем развития условно были разбиты на три группы (таблица 1):

- промышленно развитые страны;
- развивающиеся страны;
- страны с переходной экономикой.

Анализ количества оползней в каждой из рассмотренных групп стран позволит сделать вывод о том, каким образом различие в технологиях и организации общества позволяет сократить число оползней.

На рисунке 1 в виде гистограммы представлено распределение числа оползней в перечисленных выше группах стран (при ее построении использованы представленные в [1] и [10] данные).

Таблица 1

#### Доля отдельных групп стран в населении мира, мировом ВВП и мировом экспорте товаров и услуг/ The share of individual groups of countries in the world's population, world GDP and world exports of goods and services

№ п.п.	Наименование группы стран	Население стран (% от общего)	Мировой ВВП стран (% от общего)	Мировой экспорт стран (% от общего)
1	Промышленно развитые страны, в том числе:	15,4	57,1	75,7
1.1	Страны «большой семерки»	11,5	45,4	47,7
1.2	Страны ЕС	6,2	20	36
2	Страны с переходной экономикой, в том числе:	6,7	5,9	4,3
2.1	Страны содружества независимых государств (СНГ)	4,8	3,6	2,2
2.2	Страны центральной и восточной Европы (ЦВЕ)	1,9	2,3	2,1
3	Развивающиеся страны, в том числе:	77,9	37	20
3.1	Страны Африки	12,3	3,2	2,1
3.2	Азиатские страны	57,1	25,5	13,4
3.3	Страны Латинской Америки	8,5	8,3	4,5

При этом для определения процентной доли оползней в той или иной группе стран были использованы формулы вида:

$$\bar{n}_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^3 n_i} \cdot 100\%; \quad (1)$$

$i = 1, 2, 3$

где  $\bar{n}_i$  – число оползней, произошедших в данной группе стран в процентном выражении;  $n_i$  – то же, в абсолютном выражении,  $i$  – номер рассматриваемой группы стран.

Из рисунка 1 вытекает, что наибольшее число оползней за рассматриваемый период произошло в развивающихся странах, а наименьшее – в странах с переходной экономикой.

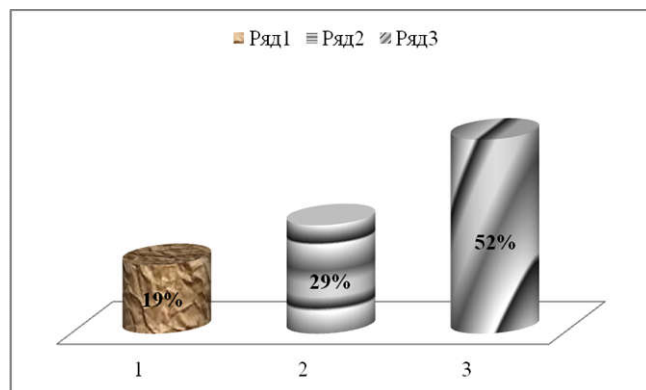


Рис. 1. Количество оползней в странах с различными типами экономик в процентном выражении/The number of landslides in countries with different types of economies in percentage terms  
Ряд 1 - в промышленно развитых странах; ряд 2 – то же, странах с переходной экономикой; ряд 3 – то же, в развивающихся странах.

Представленные на рисунке 1 данные нельзя считать полными, поскольку в рассматриваемых группах стран проживает различная численность населения. Поэтому в ходе дальнейшего анализа нами было проанализировано удельное число оползней, приходящееся на каждую из рассмотренных выше групп стран, выраженное в процентах. Эта характеристика рассчитывалась с использованием формулы вида (см. также рис. 2):

$$\left. \begin{aligned} \bar{m}_i &= \frac{m_i}{\sum_{i=1}^3 m_i} \cdot 100\%; \\ m_i &= \frac{n_i}{nz_i} \\ i &= 1, 2, 3 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где  $\bar{m}_i$  – относительное число оползней, произошедших в данной группе стран в процентном выражении;  $nz_i$  – число жителей в  $i$ -той группе стран в абсолютном выражении;  $n_i$  и  $i$  – см. пояснения к формуле 1.

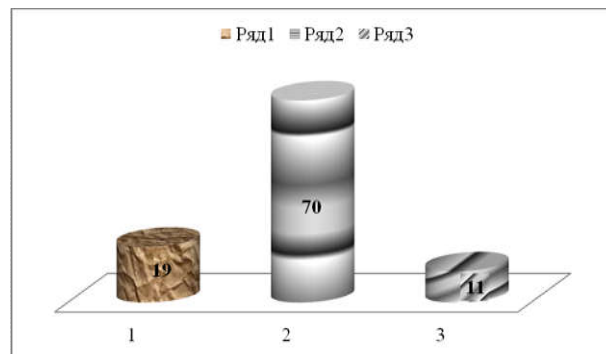


Рис. 2. Количество оползней, отнесенное к числу жителей в странах с различными типами экономик в процентном выражении/The number of landslides, attributed to the number of inhabitants in countries with different types of economies in percentage terms  
Ряд 1 – в промышленно развитых странах.; ряд 2 – в странах с переходной экономикой; ряд 3 – в развивающихся странах.

Из рисунка 2 вытекает, что наибольшее число оползней на душу населения за рассматриваемый период произошло в странах с переходной экономикой, а наименьшее – в развивающихся странах. При этом число оползней на душу населения оползней в развитых странах приблизительно в два раза больше, чем в развивающихся странах.

В целом был сделан вывод о том, что наибольшее число оползней на душу населения имеет место в странах с переходной экономикой, к которым относится Украина.

Важной характеристикой вреда схода оползней является количество летальных исходов среди населения.

На рисунке 3 в виде гистограммы представлено распределение числа летальных исходов, обусловленных сходом оползней в рассмотренной нами группе стран. При ее построении использованы представленные в [1] и [10] данные.

Для определения процентной доли обусловленной сходом оползней летальных исходов в той или иной группе стран были использованы формулы вида:

$$\left. \begin{aligned} \bar{k}_i &= \frac{k_i}{\sum_{i=1}^3 k_i} \cdot 100\%; \\ i &= 1, 2, 3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $\bar{k}_i$  – число летальных исходов в данной группе стран в процентном выражении;  $k_i$  – то же, в абсолютном выражении,  $i$  – номер рассматриваемой группы стран.

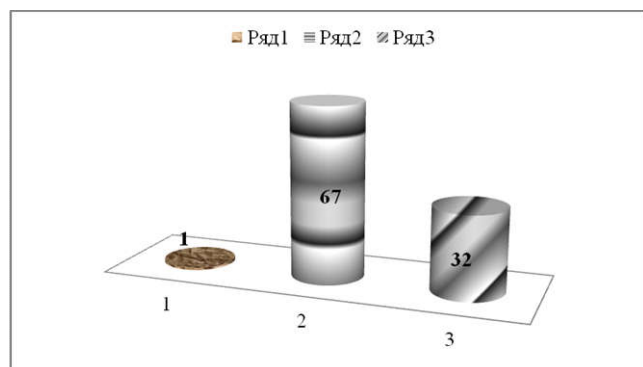


Рис. 3. Количество летальных исходов, обусловленных сходом оползней в странах с различными типами экономик в процентном выражении / The number of deaths caused by the descent of landslides in countries with different types of economies in percentage terms:

Ряд 1 – в промышленно развитых странах; ряд 2 – в странах с переходной экономикой; ряд 3 – в развивающихся странах.

Из рисунка 3 вытекает, что наибольшее число летальных исходов, обусловленных сходом оползней, имеет место в странах с переходной экономикой, а наименьшее – в развитых странах.

Представленные на рисунке 3 данные нельзя считать полными, поскольку в рассматриваемых группах стран проживает различная численность населения.

Поэтому в ходе дальнейшего анализа нами было проанализировано удельное число летальных исходов, обусловленных сходом оползней, приходящееся на каждую из рассмотренных выше групп стран, выраженное в процентах.

Эта характеристика рассчитывалась с использованием формулы вида (см. также рис. 4):

$$\left. \begin{aligned} \bar{\chi}_i &= \frac{\chi_i}{\sum_{i=1}^3 \chi_i} \cdot 100\%; \\ \chi_i &= \frac{k_i}{nz_i} \\ i &= 1, 2, 3 \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

где  $\bar{\chi}_i$  – относительное число оползней, произошедших в данной группе стран в процентном выражении;  $nz_i$  – число жителей в  $i$ -той группе стран в абсолютном выражении;  $k_i$  и  $i$  – см. пояснения к формуле 3.

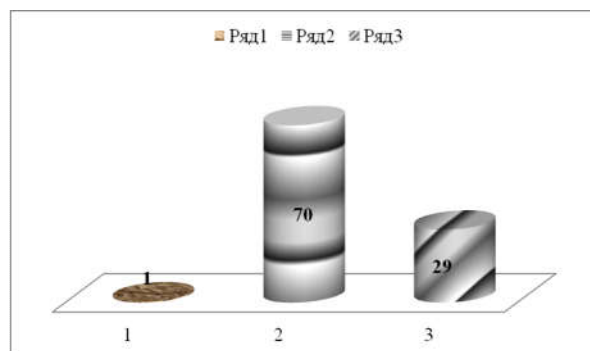


Рис. 4. Относительное число летальных исходов в странах с различными типами экономик в процентном выражении / Relative number of deaths in countries with different types of economies in percentage terms

Ряд 1 – в промышленно развитых странах; ряд 2 – в странах с переходной экономикой; ряд 3 – в развивающихся странах.

Из рисунка 4 вытекает, что наибольшее число летальных исходов на душу населения за рассматриваемый период произошло в странах с переходной экономикой, а наименьшее – в развитых странах. При этом число оползней на душу населения в развитых странах приблизительно в двадцать девять раз больше, чем в развивающихся странах.

В целом был сделан вывод о том, что наибольшее число оползней на душу населения имеет место в странах с переходной экономикой, к которым относится Украина.

Важной характеристикой вреда схода оползней является количество летальных исходов среди населения.

Изложенные в настоящей статье материалы исследований позволили нам сделать такие выводы:

1. Наибольшее число оползней произошло в развивающихся странах, а наименьшее – в странах с переходной экономикой.

2. Наибольшее число оползней на душу населения за рассматриваемый период произошло в странах с переходной экономикой, а наименьшее – в развивающихся странах.

3. Наибольшее число летальных исходов, обусловленных сходом оползней, имеет место в странах с переходной экономикой, а наименьшее – в развитых странах.

4. Наибольшее число летальных исходов на душу населения за рассматриваемый период произошло в странах с переходной экономикой, а наименьшее – в развитых странах.

В целом был сделан вывод о том, что проблема противооползневой защиты населения является актуальной и нуждается в решении.

При этом наибольшую актуальность имеет место в странах с переходной экономикой, к которым также относится Украина.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Причина К. С. Удосконалення методу розрахунку ґрунтових схилів в умовах міської забудови при змінному рівні підземних вод. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук з спеціальності 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка». Дніпропетровськ, 2016, 20 с.
2. Андреев В.С. Мировые тенденции проявления оползней / В.С. Андреев. Sciences of Europ Technical sciences. Praha, Czech Republic, VOL 2, № 24 – 2018. – С. 49 – 54.
3. Оползень в Афганистане унес 2100 жизней [Электронный ресурс]: ДНИ.РУ Интернет газета. – 03 мая 2014 г. – 03 мая 2014 г. – Режим доступа: <http://www.dni.ru/incidents/2014/5/3/269819.html>.
4. Оползень в Вайоминге разрезал надвое жилой дом [Электронный ресурс]: НАША ПЛАНЕТА. – 21 апреля 2014 г. – 3 мая 2014 г. – Режим доступа: [http://nashaplaneta.su/blog/opolzen\\_v\\_vajominge\\_razrezal\\_nadvoe\\_zhiloj\\_dom/2014-04-21-25402](http://nashaplaneta.su/blog/opolzen_v_vajominge_razrezal_nadvoe_zhiloj_dom/2014-04-21-25402).
5. Изучение строения тела оползня в парке Коломенское в Москве / [В. А. Волков, А. В. Тихонов, С. А. Моисеенко и др.]. – Москва: Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН.
6. Оползни и инженерная практика : [под ред. Э.Б. Эккеля / сокращ. пер. с англ. проф. М.Н. Гольдштейна]. – М.: Трансжелдориздат, 1960.
7. Механика грунтов, основания и фундаменты: [учебник] / С. Б. Ухов, В. В. Семенов, В. В. Знаменский, З. Г. Тер-Мартirosян, С. Н. Чернышев. – М.: Высш. Шк., 2002. – 566 с.
8. Дорфман А. Г. Вариационный метод исследования устойчивости откосов / А.Г. Дорфман // Вопросы геотехники. Проблемы механики земляного полотна железных дорог: труды ДИИЖТ. – М.: Издательство "Транспорт", 1965. – № 9. – С. 17–25.
9. Гинзбург Л. К. Противооползневые сооружения / Л. К. Гинзбург. – Днепропетровск: Лира ЛТД, 2007. – 188 с.
10. Самые катастрофические оползни 20 -21 века [Электронный ресурс]. – Mostinfo.su. – 06 ноября, 2012 – 05 мая, 2014. – Режим доступа: <http://mostinfo.su/79-samye-bolshie-opolzni.html>.
11. Население мира. Численность и воспроизводство населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiq6Mzoi8jYAhWBZIAKHYNpATEQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.yaklass.ru%2Fmateriali%3Fmode%3Dlntheme%26themeid%3D190&usg=AOvVaw30AhlhhtPJuwqyEEHU7428>
12. Корн Г. и Корн Т. Справочник по математике. – М.: Наука, 1974. – 840 с.

## REFERENCES

1. Prichina K. S. *Improvement of the method of calculating the ground slopes in the conditions of urban development with varying levels of groundwater*. The dissertation dissertation for the degree of the candidate of technical sciences on specialty 05.15.09 - "Geotechnical and mining mechanics". Dnipropetrovsk, 2016, 20 pp.
2. Andrieiev V.S. *World tendencies of landslides* / VS. Andreev. Sciences of Europ Technical Sciences. Praha, Czech Republic, VOL 2, No. 24 - 2018. - P. 49 - 54.
3. *The slide in Afghanistan took 2100 lives* [Electronic resource]: DNI.RU Internet newspaper. - May 3, 2014 - May 3, 2014 - Access mode: <http://www.dni.ru/incidents/2014/5/3/269819.html>.
4. *The landslide in Wyoming cut the house in two* [Electronic resource]: OUR PLANET. - April 21, 2014 - May 3, 2014 - Access mode: [http://nashaplaneta.su/blog/opolzen\\_v\\_vajominge\\_razrezal\\_nadvoe\\_zhiloj\\_dom/2014-04-21-25402](http://nashaplaneta.su/blog/opolzen_v_vajominge_razrezal_nadvoe_zhiloj_dom/2014-04-21-25402).
5. *A study of the structure of the body of a landslide in the park Kolomenskoye in Moscow* / [V. A. Volkov, A. V. Tikhonov, S. A. Moiseenko and others]. - Moscow: Institute of Physics of the Earth. O.Yu. Schmidt of the Russian Academy of Sciences.
6. *Landslides and engineering practice*: [ed. E.B. Eckel / abbreviation. trans. with English. prof. M.N. Goldstein]. - Moscow: Transzheldorizdat, 1960.
7. *Soil mechanics, foundations and foundations*: [textbook] / SB Ukhov, VV Semenov, VV Znamensky, 3. G. Ter-Martirosyan, SN Chernyshev. - M.: Higher education. Shk., 2002. - 566 p.
8. Dorfman AG. *Variational method for studying the stability of slopes*. Dorfman // Questions of geotechnics. The problems of the mechanics of the road bed of railways: the works of DIYZhT. - M.: Publishing house "Transport", 1965. - № 9. - P. 17-25.
9. Ginzburg, LK. *Anti-landslide structures* / LK Ginzburg. - Dnepropetrovsk: Lira LTD, 2007. - 188 p.
10. *The most disastrous landslides of the 20 -21 century* [Electronic resource]. - Mostinfo.su. - 06 November, 2012 - 05 May, 2014. - Access mode: <http://mostinfo.su/79-samye-bolshie-opolzni.html>.
11. *The population of the world. Number and reproduction of the population* [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiq6Mzoi8jYAhWBZIAKHYNpATEQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.yaklass.ru%2Fmateriali%3Fmode%3Dlntheme%26themeid%3D190&usg=AOvVaw30AhlhhtPJuwqyEEHU7428>
12. Korn G. and Korn T. *Handbook of Mathematics*. - Moscow: Nauka, 1974. - 840 p.

Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. Д.В. Лаухінім (Україна), д-ром. техн. наук, проф. Г.Д. Сухомлінім (Україна)