

УДК 624.131.537

Шаповал В.Г. д.т.н., проф., Жилинская С.Р., аспирант,
*Днепровский национальный технический университет «Днепровская
политехника», г. Днепр, Украина*

Мосичева И.И., к.т.н., доц.,
*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.
Одесса, Украина*

Андреев В.С. к.т.н., доц.,
*Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, г. Днепр, Украина*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПОЛЗНЕЙ В МИРЕ

Неблагоприятное сочетание разнообразных факторов (природных, человеческих и иных) приводит к возникновению оползней [1 - 15].

Приведенные в литературных источниках данные относительно причин и деталей проявления оползней носят хаотический и разрозненный характер (обычно указывается страна, в которой произошел оползень, количество жертв и, очень редко, – вероятная причина возникновения оползня) [15]. При этом слабо (в смысле количественных оценок) освещены вопросы относительно причин возникновения оползней различного типа [5, 10, 15].

При написании настоящей статьи нами преследовалась цель дать количественную оценку проявления оползней различных типов в зависимости от таких основных факторов, как вид оползня и причина его возникновения.

Исследования проблемы устойчивости грунтовых откосов и склонов посвящены труды ученых Бишоп А, Богомолова А. Н., Гинзбурга Л. К., Гольдштейна М. Н, Дорфмана А. Г., Маслова Н. Н., Петерсона К. (метод круглоцилиндрической поверхности скольжения), Соколовского В. В., Тер - Мартиросяна З. Г., Тер-Степанян Г. И., 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 [1, 11, 12, 13, 14].

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.

Также значительное количество работ посвящено качественному описанию оползневых процессов, в том числе, их классификации и механизмам проявления [2, 4-9].

Однако, в перечисленных публикациях отсутствуют ответы на вопросы:

1. Какие типы оползней являются самыми распространенными?

2. Какие причины возникновения оползней являются наиболее распространенными?

Ответы на эти вопросы позволят обоснованно очертить круг исследований, необходимых для обеспечения устойчивости откосов и склонов.

Необходимо также отметить, что наиболее полно (но недостаточно) рассматриваемая в настоящей статье проблема изложена в работе [1].

При выполнении исследований в качестве исходных, нами были использованы данные авторов [1, 10, 11, 15].

На первом этапе исследований нами преследовалась цель выявить, каким образом количество оползней зависит от сейсмичности территории и количества выпавших осадков.

Для решения этой задачи нами на карту планеты Земля были нанесены места схода оползней (рис. 1).



Рис. 1. Места схождения наиболее разрушительных оползней на карте Мира. ■ - место схода оползня.

Примечание: черным цветом помечены оползни, зафиксированные до 2015 года [1], а красным - оползни, зафиксированные после 2015 года.

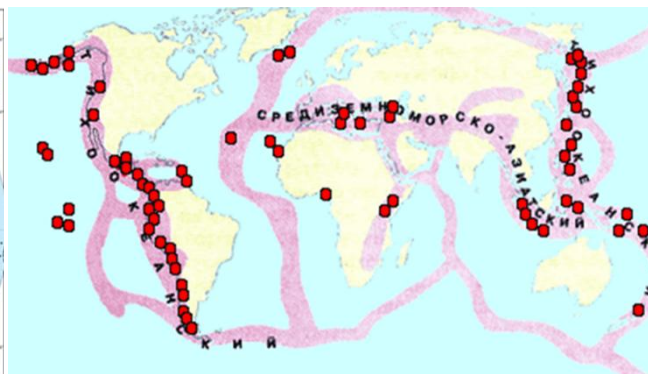


Рис. 2. Пояса землетрясений вулканы на карте Мира: ■ – пояса землетрясений; ■ – вулканы

После этого было выполнено сопоставление представленных на рис. 1 данных с зонами повышенной сейсмической активности (рис. 2), картой распределения атмосферных осадков (рис. 3) и картой возвышенностей (рис. 4).

Сопоставление представленных на рисунках 1-4 данных позволило нам сделать качественные выводы о том, что основные места схода оползней расположены:

1. В зонах вулканической и сейсмической активности.
2. В местах с повышенным объемом годовых осадков.
3. В местах с гористым рельефом (на идеально ровной поверхности оползень невозможен).

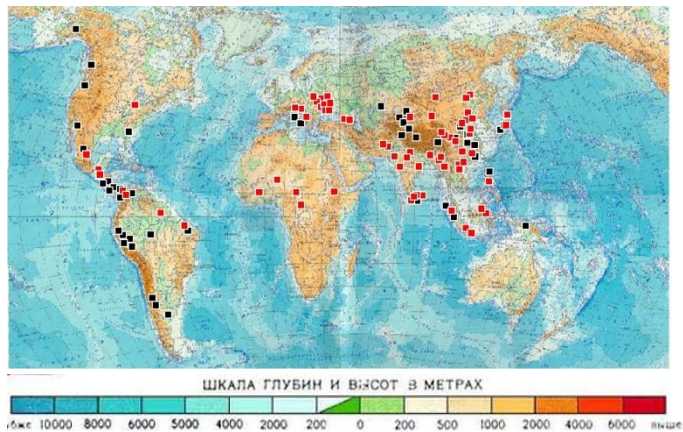
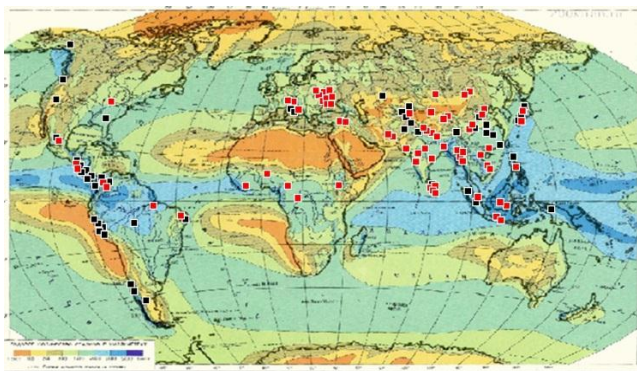


Рис. 3. Распределение выпавших в течение года осадков на карте Мира

■ - более 5000 мм; ■ - 3000...5000 мм; ■ - 2000...3000 мм; ■ - 1000...2000 мм; ■ - 500...1000 мм; ■ - 250...500 мм; ■ - 100...250 мм; ■ - менее 100 мм

Рис. 4. Карта Мира, на которой обозначены возвышенности

Примечание: черным цветом помечены оползни, зафиксированные до 2015 года [1], а красным – оползни, зафиксированные после 2015 года.

При этом наибольшее число оползней имеет место при сочетании нескольких из перечисленных факторов (особенно четко эта тенденция выражена на карте северной и южной Америк).

Для количественной оценки влияния перечисленных выше факторов, а также человеческой деятельности на оползнеобразование нами с использованием формулы:

$$N_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^4 n_i} \cdot 100\%; \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ i = 1, 2, 3, 4 \end{array} \right\} \quad (1)$$

определялся процент обусловленных той или иной причиной оползней от общего их числа (таблица 1 и рис. 5).

Здесь N_i – число оползней, обусловленных той или иной причиной, в процентном выражении; n_i – то же, в абсолютном выражении; $\sum_{i=1}^4 n_i$ – общее количество оползней, обусловленных рассмотренными в настоящей работе причинами.

Таблица 1

Зависимость количества оползней от вызвавших их причин

Причина оползня	Количество оползней					
	до 2015 года		после 2015 года		Всего	
Обводнение основания	53	54%	44	65%	97	58%
Сейсмическая активность	34	35%	16	23%	50	30%
Деятельность человека	8	7%	5	7%	13	8%
Иные причины	3	4%	3	5%	6	4%
Всего	98	100%	68	100%	166	100%

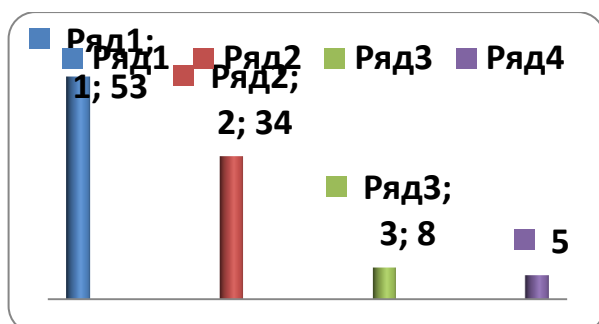


Рис. 5. Зависимость количества оползней от вызвавших их причин: ряд 1 – причина оползня – обводнение основания; ряд 2 – то же, сейсмическая активность; ряд 3 – то же, деятельность человека; ряд 4 – иные причины

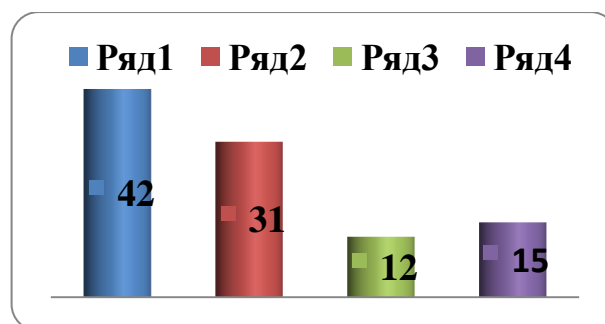


Рис. 6. Процентное содержание оползней различного типа: ряд 1 – оползни скольжения; ряд 2 – то же, сели; ряд 3 – то же, обвалы; ряд 4 – то же, иные типы оползней

Анализ представленных в таблице 1 и на рисунке 5 данных позволил нам сделать вывод о том, что основной причиной оползней (более 50%) является обводнение грунтовых оснований. При этом значительный процент оползней также обусловлен сейсмической активностью (более 30%). Также важно понимать, какой механизм оползнеобразования наиболее распространенный.

Это позволит сосредоточить усилия на решении проблемы устранения наиболее опасного и распространенного направления процесса оползнеобразования. Для выявления наиболее распространенных типов оползней нами с использованием формулы (2)

$$M_i = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^4 m_i} \cdot 100\%; \quad (2)$$

$i = 1, 2, 3, 4$

определялся процент оползней того или иного типа (рис. 6). В формуле (2) M_i – число оползней того или иного типа в процентном выражении; m_i – то же, в абсолютном выражении; $\sum_{i=1}^4 m_i$ – общее количество оползней различного типа.

Ввиду разрозненности данных по механизмам проявления оползней, градация по годам (т.е. до 2015 и после 2015 года) не выполнялась.

Из рисунка 6 вытекает, что наиболее распространенным типом оползней являются оползни скольжения (42%). Немного меньшее распространение имеют сели (32%).

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

1. Наиболее частой причиной схода оползней являются обводнение основания и сейсмическая активность района строительства (соответственно 58% и 30%).

2. Наиболее распространенными типами оползней являются оползни скольжения и сели.

3. Имеет на интервалах времен до 2015 года и после 2015 года имеют место такие тенденции:

3.1. Увеличилось (в процентном отношении) количество оползней, обусловленных обводнением грунта (с 54% до 65%).

3.2. Несколько уменьшилось количество обусловленных сейсмической активностью оползней (с 35% по 23%).

В целом, представленные в п. 3 настоящей работы выводы имеют хорошее соответствие с данными работы [!!!], авторы которой отмечают увеличение случаев выпадения экстремальных осадков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев В. С. Мировые тенденции проявления оползней / Андреев В. С., Мосичева И. И., Халимендик А. В. // Перспективи розвитку будівельних технологій: матеріали 12 Міжнарод. наук.-практич. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів. – Дніпро: НГУ, 2018. – С. 146 -149.

2. Петров Н. Ф. Оползневые системы. Простые оползни (аспекты классификации). – Кишинев: Изд-во «Штиинца», 1987. – 161 с.
3. Тер-Степанян Г. И. О длительной устойчивости склонов. Ереван: Изд-во АН ССР, 1961. – 54 с.
4. Постоев Г. П. Классификация оползней по механизму нарушения равновесия массива пород // Изучение режима экзогенных геологических процессов в районах интенсивного хозяйственного освоения. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1988. – С. 52-64.
5. Оползни и сели / Шеко А. И., Постоев Г. П., Кюнтцель В. В. и др. / Гл. ред. Козловский Е. А. – М.: Произв.-изд. комбинат ВИНТИ, 1984. – Т.1. – 352 с.
6. Саваренский Ф. П. Опыт построения классификации оползней // Тр. I Всесоюз. оползневое совещ. – Л.- М.: ОНТИ, 1935. – С.29-37.
7. Cruden D. M., Varnes D. J. Landslide types and processes. In: Turner A. K.; Shuster R. L. Landslides: Investigation and Mitigation: Transportation Research Board, US National Research Council. – Washington, D. C., 1996. – Spec. Rep. No. 247. – Pp. 36-75.
8. Емельянова Е. П. Основные закономерности оползневых процессов. – М.: Недра, 1972. – 308 с.
9. Кюнтцель В. В. Механизм формирования оползней выдавливания на Русской платформе // Инженерная геология. – М.: Наука, 1986. – № 6. – С. 60-64.
10. 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>.
11. Оползни и инженерная практика: [под ред. Э. Б. Эккеля / сокращ. пер. с англ. проф. М. Н. Гольдштейна]. – М.: Трансжелдориздат, 1960.
12. Механика грунтов, основания и фундаменты: [учебник] / С. Б. Ухов, В. В. Семенов, В. В. Знаменский, З. Г. Тер-Мартиросян, С. Н. Чернышев. – М.: Высш. Шк., 2002. – 566 с.
13. 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.
14. Гинзбург Л. К. Противооползневые сооружения / Л. К. Гинзбург. – Днепропетровск: Лира ЛТД, 2007. – 188 с.
15. 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>.
16. Глобальный климат в 2015—2019 годах: изменение климата набирает темп [Электронный ресурс]. – public.wmo.int/ru. – 22 сент. 2019 г.