

**ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ОБРАГОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОСЫПЕЙ И ОБВАЛОВ В РАЙОНЕ  
САН АНТОНИО ДЕ ПИЧИНЧА, ЭКВАДОР**

Й.Г. Флорес<sup>1</sup>, Э.С. Пареха<sup>2</sup>

Научный руководитель профессор Р.А. Кравченко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Университет УТЕ, г. Кито, Эквадор

Регион экваториальных Анд характеризуется разнообразным сочетанием склонов различной морфологии и является территорией повышенной активности геоморфологических процессов и связанных с ними рисков. Развитие таких склоновых процессов как оползни, обвалы, осыпи является типичными для данных природных условий. Наряду с этими процессами широко представлены линейные эрозионные формы.

Исследованная территория расположена в экваториальных Андах на участке северной окраины города Кито, восточнее населенного пункта Сан Антонио де Пичинча, в междуречье рек Монхас и Гуайабамба. Высота над уровнем моря составляет 2200-2800 метров. Склоны перекрыты современными рыхлыми, легкоразмываемыми отложениями [2].

В средней и нижней части склонов отмечаются выходы скальных горных пород. В нижней части склоны как правило обрывисты. Широко распространены овражные формы рельефа, с глубиной до 10-15 метров. Склоны достигают длины 900 – 1000 м. Угол наклона склона варьирует от 5° до 45°. Территория склонов незначительно используется в хозяйственной деятельности. Изучению геоморфологических рисков в сходных природных условиях был посвящен ряд работ [1-5]. На рисунке представлена устьевая часть оврага в южном секторе исследования



*Рис. Устьевая часть оврага в южном секторе исследования*

На исследованной территории средняя температура составляет около 14° С. Атмосферные осадки выпадают в жидком виде, со значительной долей ливневых дождей. Среднегодовое количество осадков составляет около 600-700 мм. Наиболее дождливым является месяц апрель. Проводилось сравнение на трех ключевых участках со сходными морфометрическими характеристиками склонов. Площадь каждого участка составляла 1 квадратный километр. Однако, не смотря на сходства в морфологии склонов, выявлены существенные различия в распределении таких эрозионных форм, как овраги.

Для анализа линейных форм эрозии использовалась программа ArcGIS 10.3 на основе изучения материалов, предоставленных Военным Географическим институтом Эквадора, в дальнейшем проводились полевые исследования оврагов, осыпей и обвалов.

Проводилось сравнение количества обвалов и осыпей на исследованных участках. В данной работе учитывались осыпи и обвалы в нижней части склона, имеющие значение с точки зрения воздействия на инфраструктуру. В частности, оценка потенциального риска перекрытия дорог местного значения. В том числе, отмечались различия в количестве обвалов и осыпей в верхней и средней частях склонов. Но это можно отнести к

локальным проявлениям склоновых процессов, имеющим важное значение, но являющимися предметом отдельного исследования.

В таблице представлены результаты сравнения заовраженности территории и наличия обвалов и осыпей.

Таблица

Соотношение оврагов разной длины и потенциально опасных обвалов и осыпей

Овраги различной длины	Северный сектор		Центральный сектор		Южный сектор	
	Количество оврагов	Процент оврагов	Количество оврагов	Процент оврагов	Количество оврагов	Процент оврагов
До 200 м	82	87,2	73	79,3	44	54,0
200 – 300 м	8	8,5	8	8,7	10	12,3
300 – 400 м	3	3,2	5	5,4	6	7,4
400 – 500 м	1	1,1	2	2,2	8	9,9
500 – 600 м	0	0	1	1,1	5	6,2
600 – 700 м	0	0	2	2,2	5	6,2
Свыше 700 м	0	0	1	1,1	3	3,7
Всего	94	100	92	100	81	100
Свыше 400 м	1	1,1	7	7,6	21	25,9
Количество осыпей и обвалов у подножия склонов	1		5		18	

Всего было учтено 267 оврага. Северный участок характеризуется наибольшим количеством овражных форм. Однако наименьшее количество обвалов и осыпей обнаружено именно на нем.

Сравнительный анализ протяженности оврагов дает иную картину. Так, на северном участке овраги длиной более 200 м составляют всего 12,7%, а эрозионные линейные врезы длиной более 400 м представлены только одной формой рельефа.

Тогда как на центральном и южном секторах овраги длиной более 400 м составляют 7,6% и 25,9% соответственно. Южный сектор с наибольшим количеством оврагов свыше 400 м характеризуется резким увеличением количества обвалов и осыпей.

Это связано с тем, что короткие овраги, как правило, представляют собой отвершки, боковые ответвления от основного ствола русла оврага. Они представлены в основном в средней и верхней части склона при меньших углах наклона. Именно поэтому они не оказывают влияния на активизацию обвалов и осыпей у подножия склона.

Количество оврагов наибольшей протяженности, которые «разрезают» склон от его подножия, оказывают существенное влияние на развитие обвалов и осыпей. Однако не только устьевая часть оврага может провоцировать геоморфологические риски. Длинные овраги делят склон на отдельные фрагменты и тем самым повышают риск потери устойчивости грунта. Также с учетом высокой сейсмической активности района исследования наличие длинных и разветвленных оврагов, расчлняющих склон, создает предпосылки оползневых процессов.

Выводы: проведено исследование влияния количества и протяженности оврагов на развитие потенциально опасных геоморфологических процессов. Установлено, что общее количество оврагов на склоне не является фактором, повышающим риск образования обвалов и осыпей. При сравнении трех участков на склонах близ города Кито в экваториальных Андах было установлено, что овраги длиной более 400 м, устьевая часть которых непосредственно примыкает к обрывистому подножию склона, оказывают наиболее существенное влияние на образование обвалов и осыпей.

#### Литература

1. Kravchenko, R. Influencia de los sedimentos de las quebradas en el desarrollo de las formas de erosión // Enfoque UTE. – 2013. - V.4, № 2. – pp. 35–44.
2. Kravchenko, R., Flores, Y. G., Pareja, E. S. The colluvial deposits in the gullies of the northern part of the Quito region, Ecuador // Bulletin of Science and Practice. – 2017. – № 4.– pp. 191–195.
3. Kravchenko, R., Flores, Y., Pareja, S., Villares Kennedy V. The effect of gully erosion on the formation of screes and rock falls in the sector of Zabala, Pichincha province, Ecuador//International scientific journal "Internauka. – 2018. - № 21 (61), T 1. - pp. 7-9.
4. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para la Evaluación de Amenazas / Publicación Geológica Multinacional.– Buenos Aires.– 2007.– 404p.
5. Vargas, C. Criterios para la clasificación y descripción de Movimientos en Masa // Boletín de Geología.– 2000.– T.22, № 6. – pp. 39-67.