

УДК 551.435.162

**ЛИНЕЙНЫЕ ФОРМЫ ЭРОЗИИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КАРЬЕРА В  
ДОЛИНЕ РЕКИ ГУАЙЛЬЯБАМБА**

кандидат географических наук, Кравченко Р. А.

<https://orcid.org/0000-0003-0474-5555>

e-mail: [romanecuador@gmail.com](mailto:romanecuador@gmail.com)

Universidad UTE, Эквадор, г. Кито

*Предметом исследования являлась характеристика распространения и развития оврагов под воздействием такой антропогенной формы рельефа, как карьер. Цель работы состояла в определении соотношения линейных форм эрозии различной длины в зоне влияния карьера. Использовался морфометрический метод. При сравнении трех секторов на ключевом участке, было установлено, что центральный сектор, который непосредственно примыкает к карьере характеризуется большим числом оврагов. Выявлено, что в центральном секторе овраги длиной от 40 до 50 метров составляют 72.7% от общего числа линейных эрозионных форм данной длины на всем ключевом участке. Деятельность карьера сопровождается подрезкой склонов. Основным фактором формирующим предпосылки различий, является изменение местных базисов эрозии. Результаты работы могут быть применены для оценки развития линейной эрозии в зоне влияния карьеров.*

*Ключевые слова: овраг, склон, местный базис эрозии, водосборный бассейн, экваториальные Анды*

*R. Kravchenko, PhD in Geography, Linear forms of erosion in the quarry influence zone of the Guayllabamba river valley / Universidad UTE, Ecuador, Quito*

*The subject of the study was the characteristic of the distribution and development of gullies under the influence of such an anthropogenic form of relief as a quarry. The aim of this research was to determine the ratio of linear forms of erosion of different lengths in the influence zone of the quarry. The morphometric method was used. When comparing the three sectors at the key site, it was found that the central sector, which is directly adjacent to the quarry, is characterized by a large number of gullies. It was revealed that in the central sector, gullies with a length of 40 to 50 meters account for 72.7% of the total number of linear erosion forms of this length in the entire key area. The activity of the quarry is accompanied by pruning of the slopes. The main factor forming the prerequisites for differences is the change in the local erosion base level. The results of the work can be used to assess the development of linear erosion in the area of influence of quarries.*

*Key words: gully, slope, local erosion base, drainage basin, equatorial Andes*

**Введение.** Изменение лито-морфной основы природных систем в результате сооружения карьеров выступает как важный фактор воздействия на все компоненты окружающей среды. В Республике Эквадор широкое развитие горнодобывающей промышленности является значимой частью экономического потенциала страны. Однако не всегда добыча полезных ископаемых сопровождается должной системой природоохранных мер. Значительная часть карьеров имеет такое назначение как добыча строительных материалов, где эксплуатация ведется открытым способом. В ряде случаев завершение функционирования карьера не сопровождается системой восстановления нарушенных земель.

Значительное число небольших карьеров используются для добычи каменных материалов, в том числе щебня, гравия, галечника, песка.

Однако в условиях сильно расчленённого рельефа экваториальных Анд, нерегулируемые карьеры создают потенциальную опасность активизации процессов преобразования рельефа. В частности, возможна активизация осыпей, обвалов, оползней, оврагов.

Проблемам функционирования карьеров, их влиянию на окружающую среду и восстановлению нарушенных территорий посвящен ряд исследований [1 - 7].

Важной составляющей влияния карьеров на окружающую среду является изменение динамики эрозионных процессов. Особенности потенциальной эрозионной опасности влияния карьера в сходных природных условиях были отражены в ранее опубликованной работе [1].

**Формулировка цели статьи.** В качестве цели исследования было определено установить соотношение линейных форм эрозии различной длины на ключевом участке в зоне непосредственного влияния карьера в сравнении с контрольными ключевыми участками.

**Изложение основного материала статьи.** Исследованная территория расположена в Экваториальных Андах. Ключевой участок находится на территории Республики Эквадор в провинции Пичинча, близ экватора, около  $00^{\circ}04'$  южной широты и  $78^{\circ}22'$  западной долготы, в долине реки Гуайльябамба, на северной окраине столицы, города Кито. Расположен на высоте около 2000 м над уровнем моря.

Изучены склоны близ карьера по добыче строительных материалов, прежде всего песка. На фото отображен фрагмент

карьера в районе исследования (Рис. 1). На изученном участке направление реки субмеридиональное.

Склоны в основном перекрыты современными рыхлыми, легкоразмываемыми отложениями. По информации «Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador» средняя температура составляет около 14° С и незначительно меняется по месяцам. Среднегодовое количество осадков составляет 600-700 мм. Преобладают атмосферные осадки в жидком виде, со значительной долей ливневых дождей. Максимальное количество осадков отмечается в апреле. На изученной территории широкое распространение получили линейные формы эрозии.

Были обследованы три ключевых участка - северный, центральный и южный. Центральный участок непосредственно примыкает к карьере.

На ключевых участках проводился подсчет таких линейных форм эрозии как овраги и промоины. Для анализа распределения использовалась данные аэрофотосъемки предоставленных «Instituto Geográfico Militar». Основная информация была получена в результате полевых исследований, для изучения морфометрических параметров эрозионных форм.

Проводился отбор почвенных проб. Анализ почвы выполнялся в лаборатории «Agrocalidad», г. Кито. Почвы изученных склонов характеризуются низким содержанием органического вещества, менее 1%. Данная территория не используется в другой хозяйственной деятельности.

Изученные склоны на трех секторах западной экспозиции имеют крутые углы наклона, длины склонов варьирует от 250 до 300 метров, сильно расчленены эрозионными формами. В качестве критерия для сравнительной оценки использовались такие показатели, как

количество линейных форм эрозии разной длины, приходящееся на единицу площади. Подсчет проводился от линии водораздела до нижней части склона.



**Рис 1. Общий вид карьера в районе исследования**

Овраги и промоины, не превышают длины в 50 метров. Для сравнения различных участков был выбран такой показатель, как количество линейных эрозионных форм на 1 гектар площади.

Эти данные варьируют в различных секторах. В северном секторе отмечено в среднем 14 эрозионных форм рельефа на гектар, что соответствует 22,9% от общего числа оврагов и промоин в исследованном районе. Центральный сектор включает 32 линейных формы (52,5%). В южном секторе насчитывается 15 размывов (24,6%).

Важным представляется провести сравнительный анализ соотношения эрозионных форм различной длины на разных секторах. Результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1

**Линейные эрозионные формы различной длины в зоне влияния карьера**

Длина линейных эрозионных форм (м)	Процент линейных эрозионных форм различной длины			Всего, %
	Северный сектор	Центральный сектор	Южный сектор	
До 10	33.3	38.9	27.8	100
10 - 20	25.0	41.7	33.3	100
20 -30	18.2	54.5	27.3	100
30 - 40	22.2	66.7	11.1	100
40 -50	9.1	72.7	18.2	100

Активность эрозионных процессов можно оценить как высокую. Учитывались овраги и промоины. Отдельного разделения не проводилось. С точки зрения автора, разделение оврагов и промоин не имеет четко выраженных оснований. Морфометрические критерии достаточно условны, особенно с учетом того, что различные части, такие как вершина, средняя и устьевая часть одной формы рельефа могут соответствовать условным, формальным критериям как оврага, так и промоины.

Следует обратить внимание на то, что эрозионные формы не достигают значительной длины и не образуют разветвленных систем, с выраженным основным стволом и отвершками.

Максимальная длина не превышает 50 метров. В значительной степени это связано с короткими склонами и небольшой площадью водосборного бассейна на исследованном ключевом участке.

Однако четко прослеживаются различия между секторами. Несмотря на сходные параметры в длине и крутизне склонов, а также площадей микро водосборов, в центральном секторе отмечается более высокий процент оврагов.

Особое внимание следует обратить на следующие особенности. Эрозионные формы незначительной длины до 10 метров, и от 10 до 20 метров в центральном секторе имеется лишь незначительное преобладание. Однако мы можем отметить, что соотношение оврагов большей длины имеет более существенное преобладание в секторе непосредственно примыкающем к карьере.

Нарастают различия. Чем длиннее овраги, тем больше их отмечается в центральном секторе. И в интервале длины 40 – 50 метров уже 72,7% эрозионных форм сконцентрировано в центральном секторе.

Основным фактором формирующим предпосылки данных различий является изменение местных базисов эрозии. Деятельность карьера сопровождается подрезкой склонов. Активный вынос отложений в устьевой части линейных эрозионных микроформ приводит к их активизации. Создаются предпосылки для увеличения длины в результате регрессивной эрозии.

**Выводы.** При исследовании ключевого участка было выявлено, что сектор непосредственно примыкающий к стенкам карьера характеризуется более высокой концентрацией линейных форм эрозии на единицу площади. Наиболее существенные различия установлены для оврагов длиной от 40 до 50 метров. Это 72.7% от общего числа линейных эрозионных форм данной длины на всем ключевом участке. Основным фактором формирующим предпосылки данных различий является изменение местных базисов эрозии.

Результаты работы могут быть применены для оценки развития эрозионных процессов в зоне влияния карьеров.

**Литература:**

1. Хакоме И.Э., Кравченко Р. А., Гилькапи П. Э. (2017). Оценка потенциальной эрозионной опасности территории в зоне влияния карьера в окрестностях города Ibarra, Эквадор. *Путь науки*, 4(38), 117-119.
2. Moreno-de las Heras, M., (2009). Development of soil physical structure and biological functionality in mining spoils affected by soil erosion in a Mediterranean-Continental environment. *Geoderma*. 149 (3–4), 249–256.
3. Ayala, F., Fernández, L. (2004). *Manual de Restauración de terrenos y evaluación de Impactos Ambientales en Minería*. Madrid: Instituto Geológico y Minero.
4. *Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en América del Sur* (2002). Chile: CIPMA.
5. Zhang, Ling; Wang, Jinman; Bai, Zhongke; Lv, Chunjuan (2015). Effects of vegetation on runoff and soil erosion on reclaimed land in an opencast coal-mine dump in a loess area. *CATENA*. 128, 44–53.
6. Dentoni, V., Grosso, B., Massacci, G. et al. (2020). Visual impact evaluation of mines and quarries: the updated Lvi method. *Environmental Earth Sci* 79,100, 124 – 133.
7. Sklenicka P, Molnarova K., (2010). Visual perception of habitats adopted for post-mining landscape rehabilitation. *Environmental Management* 46,424–435.

**References:**

1. Hakome I. Je., Kravchenko R. A., & Gil'kapi P. Je. (2017). Ocenka potencial'noj erozionnoj opasnosti territorii v zone vlijanija kar'era v okrestnostjah goroda Ibarra, Jekvador [Evaluation of potential erosion risk

on the territory affected by borrow in the area of Ibarra, Ecuador]. *Put' nauki* [The Way of Science], no. 4(38), 117-119.[in Russian].

2. Moreno-de las Heras, M., (2009). Development of soil physical structure and biological functionality in mining spoils affected by soil erosion in a Mediterranean-Continental environment. *Geoderma*. 149 (3–4), 249–256.

3. Ayala, F., Fernández, L. (2004). *Manual de Restauración de terrenos y evaluación de Impactos Ambientales en Minería*. Madrid: Instituto Geológico y Minero. [in Spanish].

4. *Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en América del Sur* (2002).Chile: CIPMA. [in Spanish].

5. Zhang, Ling; Wang, Jinman; Bai, Zhongke; Lv, Chunjuan (2015). Effects of vegetation on runoff and soil erosion on reclaimed land in an opencast coal-mine dump in a loess area. *CATENA*. 128, 44–53.

6. Dentoni, V., Grosso, B., Massacci, G. et al. (2020). Visual impact evaluation of mines and quarries: the updated Lvi method. *Environmental Earth Sci*79,100, 124 – 133.

7. Sklenicka P, Molnarova K., (2010). Visual perception of habitats adopted for post-mining landscape rehabilitation. *Environmental Management* 46, 424–435