

А. Ю. Сидорчук

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
**Эрозионные процессы в криолитозоне и безопасность сооружений
нефтегазового комплекса¹**

А. Yu. Sidorchuk

Moscow state university

**Erosion processes in cryolithozone and safety of oil and gas complex
constructions**

Введение. Современная перигляциальная область в Российской Арктике, в частности на полуострове Ямал, подвержена овражной эрозии и характеризуется густой овражно-балочной сетью. Здесь густота балок и оврагов со связанными с ними ложбинами на склонах достигает 2-2.5 км/км² при довольно скромном вертикальном расчленении рельефа – максимум до 25-30 м. Криво-овраги активны за счет малой устойчивости перигляциальных ландшафтов. В ходе антропогенного освоения криолитозоны, повреждения растительного покрова, строительства поселков и линейных объектов, увеличения вероятности скопления снега и появления источников теплой воды эта неустойчивость увеличивается в разы. В этих условиях необходим расчет овражного потенциала для рационального размещения сооружений и объектов инфраструктуры на территориях нового освоения во избежание их повреждения и разрушения существующими и возникающими оврагами.

Методы. 1) Из большой цифровой модели рельефа (ЦМР) ArcticDEM [3] с горизонтальным разрешением 2 м пиксель извлекаются участки с балочными водосборами, на которых расположены объекты инфраструктуры. Для этой и последующих процедур использована ГИС QGIS [4] с инструментами ГИС SAGA.

2) На исходной ЦМР проводится заполнение замкнутых котловин (инструмент ГИС SAGA Terrain Analysis – Hydrology- Fill sinks), после чего строится поле площадей водосборов, опирающихся на данный пиксель (инструмент ГИС SAGA Terrain Analysis – Hydrology- Catchment area) и линии тока разного порядка, берущие начало на пикселях с некоторой минимальной площадью водосбора и заканчивающиеся в узлах слияния с другими линиями тока (инструмент ГИС SAGA Terrain Analysis – Channels – Channel network). Этот инструмент также создает поле направлений стока по наибольшему уклону к ближайшему соседу вдоль этих линий тока.

3) По полю направлений стока строятся линии тока, берущие начало на пикселях с некоторой минимальной площадью водосбора (в истоке) и заканчивающиеся на краевых пикселях (т.е. в устье данной линии тока). Это осуществляется для каждого пикселя, если имеется информация о его горизонтальных координатах, вертикальных отметках поверхности и площадях водосбора, опирающихся на данный пиксель.

¹ Работа выполнена по плану НИР (ГЗ) Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Макавеева

4) Необходимые метеорологические характеристики снимаются с ближайшей метеостанции или с узла сетки реанализа: высота и плотность снежного покрова в начале снеготаяния, осадки холодного и теплого периода, температура воздуха. По этим данным по срокам по гидрологической модели рассчитывается слой стока воды в периоды снеготаяния и летних дождей. Использована синтезированная модификация моделей Виноградова [2] и Гельфана [1]

5) Для каждой линии тока по модели GULTEM рассчитывается изменение вертикальных отметок поверхности на овражном водосборе при различных значениях критической скорости начала размыва верхнего слоя почво-грунтов с растительностью. Детальное описание применяемых эмпирических формул, расчетных цифровых схем и приемов по модели GULTEM можно найти в [5].

6) Назначается опасная величина вертикального размыва овражного водосбора. Целесообразно в качестве таковой принять мощность верхнего слоя почво-грунтов с растительностью. Часть водосбора, на которой размыв больше опасного при заданной критической скорости, выделяется как область, где необходимы мероприятия по снижению или устранению овражной эрозии.

Результаты. Рассчитан потенциал овражной эрозии на территории нескольких месторождений на полуострове Ямал и для участков трассы Ямальской железной дороги. В большинстве случаев существующая сеть оврагов близка к максимальному овражному потенциалу. Это означает, что противоовражные мероприятия для защиты инфраструктуры могут быть сведены к местному улучшению качества грунтового покрытия на отдельных участках с высоким потенциалом овражной эрозии, проведению планации зарождающихся эрозионных рытвин и прочим сравнительно простым противоэрозионным мероприятиям

Литература

1. *Гельфан А. Н.* Модель стока воды при снеготаянии и при дождях // Эрозионные процессы центрального Ямала / Ред. А. Ю. Сидорчук, А. В. Баранов. — СПб: РНИИ Культурного и природного наследия, 1999.
2. *Виноградов Ю. Б.* Математическое моделирование процессов формирования стока: опыт критического анализа. — Л.: Гидрометеиздат, 1988.
3. *ArcticDEM*, 2018. Harvard Dataverse V1 [Электронный ресурс]. — <https://doi.org/10.7910/DVN/OHHUKH>.
4. *QGIS Development Team*, 2004 – 2014. V3.4 [Электронный ресурс]. — <https://qgis.org>.
5. *Sidorchuk A.* Gully erosion in the cold environment: Risks and hazards // *Advances in Environmental Research*. — Vol. 44. — Hauppauge, NY: Nova Science Publ., 2015.