

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ОВРАГООБРАЗОВАНИЯ В КРИОЛИТОЗОНЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Сидорчук А.Ю<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Московский государственный университет, Москва, Россия, fluvial05@gmail.com*

**Аннотация.** Проведены расчеты овражного потенциала для нескольких нефтегазовых месторождений на полуострове Ямал. Выявлены области с высоким потенциалом овражной эрозии и обозначены природоохранные мероприятия для обеспечения безопасности объектов инфраструктуры.

Ключевые слова: Динамическая модель образования оврага, степень нарушения растительного покрова, критическая скорость потока для начала эрозии

Разработана методика расчета потенциала овражной эрозии и термоэрозии при разных значениях критической скорости начала размыва почво-грунтов. Базовой является динамическая модель GULTEM [4], которая позволяет рассчитывать изменение вертикальных отметок поверхности на овражном водосборе для всей последовательности расчетных расходов воды. Слой стока воды в периоды снеготаяния и летних дождей находится с помощью модификации гидрологических моделей Виноградова [2] и Гельфана [1], калиброванной по данным измерений на овражных водосборах территории Бованенковского ГКМ. Необходимые метеорологические характеристики принимаются или по данным ближайших метеостанций (Марре-сале и Новый порт) или из архивов реанализа для соответствующих узлов сетки. Это высота и плотность снежного покрова в начале снеготаяния, по срокам осадки холодного и теплого периода, температура воздуха, испарение.

Начальный рельеф овражных водосборов, на которых расположены объекты инфраструктуры обустройства месторождений задается по цифровой модели рельефа (ЦМР) ArcticDEM [3] с горизонтальным разрешением 2 м пиксель. Обычно размеры участков не превышают 4 км<sup>2</sup>, чего бывает достаточно для охвата водосбора крупной балки с одним или двумя поселками комплекса освоения месторождения. На исходной ЦМР проводится заполнение замкнутых котловин, после чего строится поле площадей водосборов, опирающихся на данный пиксель и линии тока разного порядка. Таким образом для каждого овражно-балочного водосбора выделяется система растровых линий тока, каждая из которых проходит от своего истока до устья оврага и для каждого пикселя которой имеется информация о его горизонтальных координатах, вертикальных отметках поверхности и площадях водосбора, опирающихся на данный пиксель.

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. Каждой такой критической скорости соответствует определенная плотность подземной и наземной биомассы, которая и определяет, наряду с литологией, степень противозэрозийной устойчивости [5]. Назначается опасная величина вертикального размыва овражного водосбора. Целесообразно в качестве таковой принять мощность верхнего слоя почво-грунтов с растительностью, так как после размыва этого слоя (или его разрушения естественными или техногенными процессами) обычно противозэрозийная стойкость территории резко уменьшается. Часть водосбора, на которой размыв больше опасного при заданной критической скорости, выделяется как область, где необходимы мероприятия по снижению или устранению овражной эрозии.

Полуостров Ямал характеризуется густой естественной овражно-балочной сетью. Здесь густота балок и оврагов со связанными с ними ложбинами на склонах достигает 2-2.5 км/км<sup>2</sup> при довольно скромном вертикальном расчленении рельефа – максимум до 25-30 м. Естественные овраги активны за счет малой устойчивости перигляциальных ландшафтов. В ходе антропогенного освоения криолитозоны эта естественная неустойчивость увеличивается в разы. В подобных условиях достаточно сложно выбрать участки для строительства вахтовых поселков, кустов скважин и, особенно, линейных объектов, которым бы не угрожали естественные или техногенные овраги. Необходима оценка безопасности техногенных объектов. Такая оценка проведена выборочно для некоторых объектов Бованенковского ГКМ и Новопортовского НГКМ, а также участков Ямальской железной дороги. Расчеты показывают, что овражно-балочная сеть полуострова Ямал в основном достигла своего максимально возможного развития. Плоские водоразделы, на которых нет современных оврагов, могут быть подвержены эрозии или при полном разрушении растительного покрова, или при существенном изменении гидрологического режима территории. Тем не менее, на всех исследованных объектах имеются области повышенной опасности формирования оврагов, где необходимы противозерозионные мероприятия.

Стремление избежать подобных ситуаций заставляет проектировщиков размещать объекты строительства на поймах рек. Это особенно ярко выражено на территории Бованенковского ГКМ, где существенная часть широкой поймы в узле слияния рек Се-Яха и Морды-Яха занята насыпными площадками вахтовых поселков, дорогами и другими объектами. Хотя за последние 30 лет освоения этого месторождения эта пойма не затоплялась полыми водами, существуют геоморфологические признаки древних катастрофических паводков, которые приводили к образованию новых протоков и смещению русел рек. Для оценки вероятности таких событий в будущем необходим климатический и гидрологический прогноз для территорий практических всех месторождений на полуострове Ямал.

### 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. — С. 205–224.
2. Виноградов Ю. Б. Математическое моделирование процессов формирования стока: опыт критического анализа. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — 312 с.
3. ArcticDEM, 2018. Harvard Data V.1 . — <https://doi.org/10.7910/DVN/OHHUKH>.
4. Sidorchuk A. Gully erosion in the cold environment: Risks and hazards // *Advances in Environmental Research*. — Vol. 44. — Hauppauge, NY: Nova Science Publ., 2015. — P. 139–192.
5. Sidorchuk A., Grigorev V. Soil erosion on the Yamal Peninsula (Russian Arctic) due to gas field exploitation // *Advances in GeoEcology*. — 1998. — Vol. 31. — P. 805–811.

## ASSESSMENT OF GULLY POTENTIAL IN THE CRYOLITHOZONE TO ENSURE THE SAFETY OF THE INFRASTRUCTURE OF OIL AND GAS FIELDS

Sidorchuk A. Yu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Moscow State University, Moscow, Russia, fluvial05@gmail.com*

**Abstract.** Calculations of gully potential for several oil and gas fields on the Yamal Peninsula were carried out. Areas with high potential for gully erosion were identified and environmental measures to ensure the safety of infrastructure facilities were proposed.

**Keywords:** Dynamic model of gully erosion, degree of disturbance of vegetation cover, critical flow rate for the erosion initiation