

УДК 551.2.05

DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art52

## ЭМИССИЯ МЕТАНА ПРИ РАЗРУШЕНИИ БЕРЕГОВ КАРСКОГО МОРЯ

Васильев А.А.<sup>1,2</sup>, Стрелецкая И.Д.<sup>3</sup>, Облогов Г.Е.<sup>1,2</sup>

1 – ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, 2 – ТюмГУ, 3 – МГУ им Ломоносова, географический факультет

E-mail: [al.a.vasiliev@gmail.com](mailto:al.a.vasiliev@gmail.com)

**Аннотация.** Выполнена классификация берегов Карского моря, получены данные о морфологии, составе, льдистости и скорости разрушения термоабразионных берегов. Установлено, что в результате разрушения морских берегов ежегодно в Карское море поступает около 15–20 млн м<sup>2</sup> терригенного материала, содержащего метан. Определено среднее по разрезу содержание метана в отступающих берегах. Величина эмиссии метана вследствие разрушения берегов Карского моря оценивается в 10–30 миллионов м<sup>3</sup> или 0,8–2,0 тонн в год.

**Ключевые слова:** морские берега, метан, Карское море.

## METHANE EMISSION DUE TO KARA SEA SHORES DESTRUCTION

Vasiliev A.A.<sup>1,2</sup> Streletskaia I.D.<sup>3</sup>, Oblogov G.E.<sup>1,2</sup>

1 – Tyumen Science Center Earth Cryosphere Institute of SB RAS, 2 – Tyumen State University, 3 – Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

E-mail: [al.a.vasiliev@gmail.com](mailto:al.a.vasiliev@gmail.com)

**Abstract.** The classification of the shores of the Kara Sea has been carried out, and data were obtained on the morphology, composition, ice content and destruction rate of thermal abrasion shores. It has been established that as a result of the sea coasts destruction, about 15–20 million m<sup>2</sup> of terrigenous material containing methane enters the Kara Sea each year. The mean content of methane in the receding shores was determined. The value of methane emissions due to the destruction of the Kara Sea shores is estimated at 10–30 million m<sup>3</sup> or 0.8–2.0 tons per year.

**Keywords:** sea shores, methane, Kara Sea.

Проблема эмиссии метана при деградации многолетнемерзлых пород на шельфе арктических морей и континентальном обрамлении выдвинулась в ряд приоритетных в связи с оценками влияния деградации мерзлоты на содержание парниковых газов, в

первую очередь углекислого газа и метана. Оценки возможных последствий выделения метана при деградации мерзлоты во многом расходятся. По мнению Н.Е. Шаховой и И.П. Семилетова [3] дополнительная эмиссия метана из протаивающих субаквальных многолетнемерзлых пород может быть серьезным фактором изменения климата в Арктике. Напротив, по оценкам О.А. Анисимова [5], дополнительная эмиссия метана за счет деградации мерзлоты является незначительной и не может существенно повлиять на климат.

В континентальных условиях главными источниками эмиссии метана в атмосферу в Арктике являются болота, озера, сезонно-талый слой, деградирующая мерзлота и, возможно, глубинные эманации газа [2, 5] и др. На морском побережье к этому прибавляется эмиссия метана за счет разрушения морских берегов.

Статистически достоверная оценка содержания метана в береговых обнажениях выполнена нами на ряде опорных разрезов средне – и позднеплейстоценовых отложений Карского моря [6].

В 2000–2010 гг в рамках международного проекта Arctic Coastal Dynamics была разработана классификация морских берегов Арктики [1]. Были выделены гомогенные участки берега, определены морфология, литологический состав, содержание подземного льда и скорость разрушения (отступления) берега на каждом участке. На основании разработанной классификации бы рассчитан баланс материала поступающего в Карское море [4]. Общий объем терригенного материала и оттаявшего льда составил 10–20 миллионов тонн в год.

Анализ геокриологического строения берегов Карского моря позволил в первом приближении составить обобщенный геокриологический разрез термоабразионных берегов. В основании разреза залегают мерзлые морские глины или тяжелые суглинки позднеплейстоценового казанцевского (МИС 5) возраста. Верхняя часть разреза представлена континентальными супесями, редко суглинками, и песками позднеплейстоценового каргинского (МИС 3) и сарганского (МИС 2) возраста. Голоценовые отложения имеют резко подчиненное значение и для оценки эмиссии метана не учитываются.

Содержание метана в разрезе близком к типовому детально было изучено в районе Марре-Сале (Западный Ямал) (рис. 1). Можно положить, что распределение метана в разрезе близко к типовому. Из разреза видно, что основным источником метана являются

морские отложения казанцевского возраста, в которых содержание метана достигает 6500 ppm. Доля казанцевских отложений в типовом разрезе составляет 30–40%. В перекрывающих каргинских и сартанских отложениях содержание метана не превышает 100 ppm.

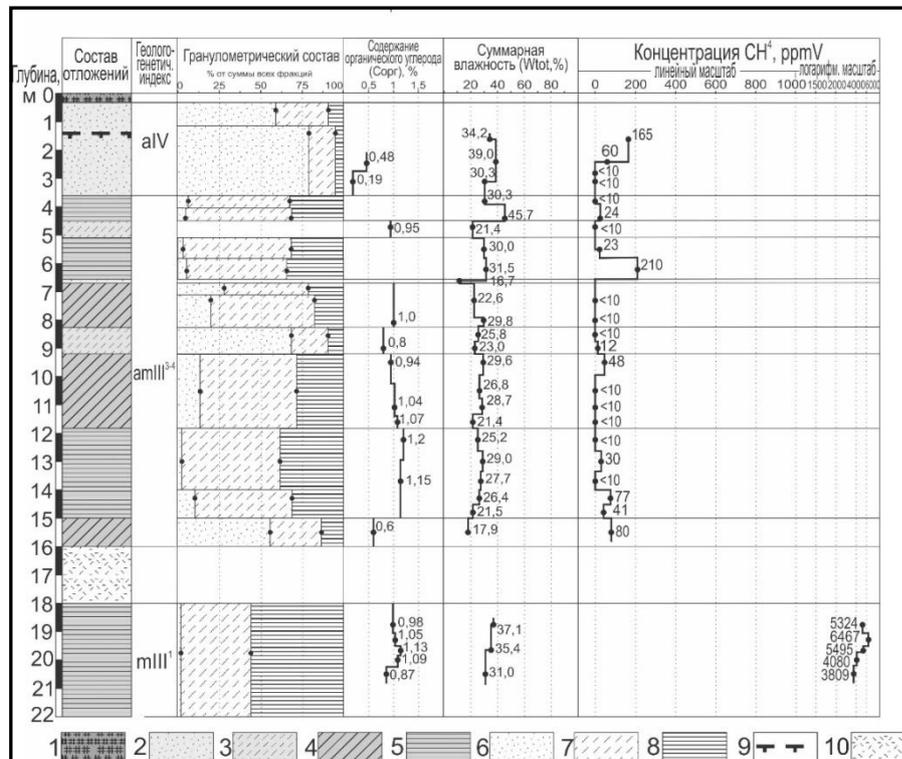


Рис. 1. Содержание метана в мерзлых отложениях позднего плейстоцена Карского моря. Условные обозначения: 1 – торф, 2 – песок, 3 – супесь, 4 – суглинок, 5 – глина; 6–8 – содержание частиц гранулометрических фракций в соответствии с классификацией В.В. Охотина: 6 – песчаная фракция, 7 – пылеватая фракция, 8 – глинистая фракция; 9 – граница мерзлых и талых отложений, 10 – осыпь.

Полученные данные по объемам выноса терригенного материала и осредненному по разрезу содержания метана позволяет в первом приближении оценить объем эмиссии метана за счет термоабразии морских берегов Карского моря. Величина эмиссии метана оценивается в 10–30 миллионов м<sup>3</sup> или 0,8–2,0 тонн в год. Следует отметить, что исходя из геокриологического строения морских берегов и содержания метана в береговых отложениях эмиссия метана за счет термоабразии морских берегов Карского моря является максимальной по сравнению с другими морями Российской Арктики. В Баренцевом море доля берегов, сложенных мерзлыми отложениями морского генезиса незначительна. Моря восточной Арктики (море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря) характеризуются берегами, сложенными преимущественно континентальными отложениями ледового комплекса, в котором содержание метана

исключительно низкое. Поэтому эмиссия метана при разрушении таких берегов оценивается как невысокая.

Таким образом, эмиссия метана за счет разрушения морских берегов Карского моря оценивается в незначительную величину по сравнению с общим содержанием метана в атмосфере, а само разрушение берегов не является серьезным источником эмиссии метана в атмосферу. Наши расчеты подтверждают точку зрения О.А. Анисимова о незначительном влиянии разрушения морских берегов в Арктике на содержание парниковых газов в атмосфере [5].

*Исследования выполнены при поддержке РФФИ (грант 16-05-00612) и частичной поддержке Государственного задания по теме «Изменение криосферы Земли под влиянием природных факторов и техногенеза» НИР АААА-А16-116032810095-6. «Изучение состояния многолетнемерзлых пород» проведено в рамках гранта РНФ № 16-17-00102.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Lantuit H., Overduin P., Streletskaya I., Vasiliev A. et al. The ACD coastal database. A new classification scheme and statistics on arctic permafrost coastlines. // *Estuaries and Coasts*. 2012, 35, p. 383–400.
2. Schuur E.A.G., Mcguire A.D., Schadel C., Grosse G., Harden J. W., Hayes D. J., Hugelius G., Koven C. D., Kuhry P., Lawrence D.M., Natali S.M., Olefeldt D., Romanovsky V.E., Schaefer K, Turetsky M.R., Treat C.C., Vonk J.E. Climate change and the permafrost carbon feedback // *Nature*. 2015, 520, p. 171–179.
3. Shakhova, N., Semiletov I., Salyuk A., Yusupov V., Kosmach D., Gustafsson Ö. Extensive methane venting to the atmosphere from sediments of the East Siberian Arctic shelf // *Science*. 2010, 327, p. 1246–1250.
4. Streletskaya I.D., Vasiliev A.A. and Vanstein B.G. Erosion of Sediment and Organic Carbon from the Kara Sea Coast. // *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. 2009, vol. 41, No. 1, p. 79–87
5. Streletskiy D.A., Anisimov O.A., Vasiliev A.A. Permafrost Degradation // *Snow and Ice-Related Hazards, Risks and Disasters*. Elsevier. 2014, Chapter 10, p.303–344.
6. Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Облогов Г.Е., Семенов П.Б., Ваништейн Б.Г., Ривкина Е.М. Метан в подземных льдах и мерзлых отложениях на побережье и шельфе Карского моря // *Лед и Снег*. 2018, т. 58. № 1, с. 65–77.