

doi: 10.24412/2687-1092-2023-10-390-394



ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ, РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ДИНАМИКИ ПОКМАРКОВ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КОПОРСКОГО ЗАЛИВА

✉ Румянцова А.К.^{1,2}, Чекулаев А.В.², Буданов Л.М.²

¹Институт наук о Земле СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, Россия

✉ st086504@student.spbu.ru

В 2023 г. шельфовой партией ВСЕГЕИ выполнены работы по оценке региональной активности потенциально опасных экзогенных геологических процессов (ЭГП) в прибрежно-шельфовой зоне восточной части Финского залива Балтийского моря на 5 пунктах наблюдений. В настоящей работе рассмотрен участок «Копорский залив» (северо-восточная его часть), где было зафиксировано наибольшее в Финском заливе скопление покмарков, регулярное наблюдение за которыми было начато в 2011 г. Они, вероятно, представляют собой результат газо-флюидной разгрузки в различных фациальных зонах пункта наблюдений. В ходе работ по интерпретации данных гидролокации бокового обзора (ГЛБО) и многолучевого эхолотирования (МЛЭ) было выполнено дешифрирование скопления покмарков, заключающееся в определении их взаимного расположения, неоднородности форм и динамики во времени. Была составлена картосхема, отражающая динамические свойства покмарков.

Ключевые слова: *Копорский залив, ЭГП, газо-флюидная разгрузка, покмарк, гидролокация бокового обзора, многолучевое эхолотирование.*

В ходе полевых и последующих камеральных исследований в пункте наблюдений «Копорский залив», проведенных в рамках работ по объекту «Государственный мониторинг состояния недр по территории Российской Федерации в 2023-2025 годах (прибрежно-шельфовые зоны Белого, Баренцева и Балтийского морей)» было подтверждено наличие проявлений газо-флюидной разгрузки в виде возникновения таких форм донного рельефа, как покмарки. Для выполнения этой задачи была заложена сеть профилей методом ГЛБО по мониторинговым (повторным) на участке наибольшего скопления этих объектов, фиксируемых в течение 2011–2023 гг. Выполнен отбор проб грунта на 6 станциях с использованием бокс-корера на определение газового и химического состава поровой воды и гранулометрического состава донных отложений. Основной целью работ по пробоотбору являлось выявление геохимических и гидрохимических аномалий, обусловленных проявлениями газо-флюидной разгрузки.

Глубина на участке работ увеличивается с юга на север и варьирует соответственно от 22 до 32 м с локальной возвышенностью на глубине 17-20 м в южной части пункта наблюдений. В тектоническом отношении участок «Копорский залив» расположен в зоне моноклиналиного залегания северо-западного крыла Русской плиты Восточно-Европейской платформы, где глубина залегания подошвы плитного чехла составляет 100-120 м. Здесь же установлены тектонические нарушения и зоны трещиноватости. В пределах района скопления покмарков распространены в основном поздне-неоплейстоценовые озерно-ледниковые отложения, локальные впадины донного рельефа заполнены голоценовыми илами. Покмарки расположены на полого-волнистых поверхностях аккумулятивного озерно-ледникового генетического типа рельефа [Информационный..., 2022; Атлас..., 2010].

Изучаемое поле покмарков совмещено с разрывными нарушениями субширотного простирания и усложняющимися их зонами трещиноватости, что может привести к выходу подземных вод глубинного происхождения [Жамойда и др., 2013]. Согласно данным [Жамойда и др., 2013], в северо-восточной части Копорского залива не обнаружена связь проявления покмарков с выходами биогенных газов, так как на этом участке развиты

ледниковые и озерно-ледниковые отложения, крайне обедненные органическим веществом. Наиболее вероятно, что причиной образования покмарков в рассматриваемом пункте наблюдений является разгрузка подземных вод Вендского водоносного комплекса [Румянцев, Шебеста, 2017].

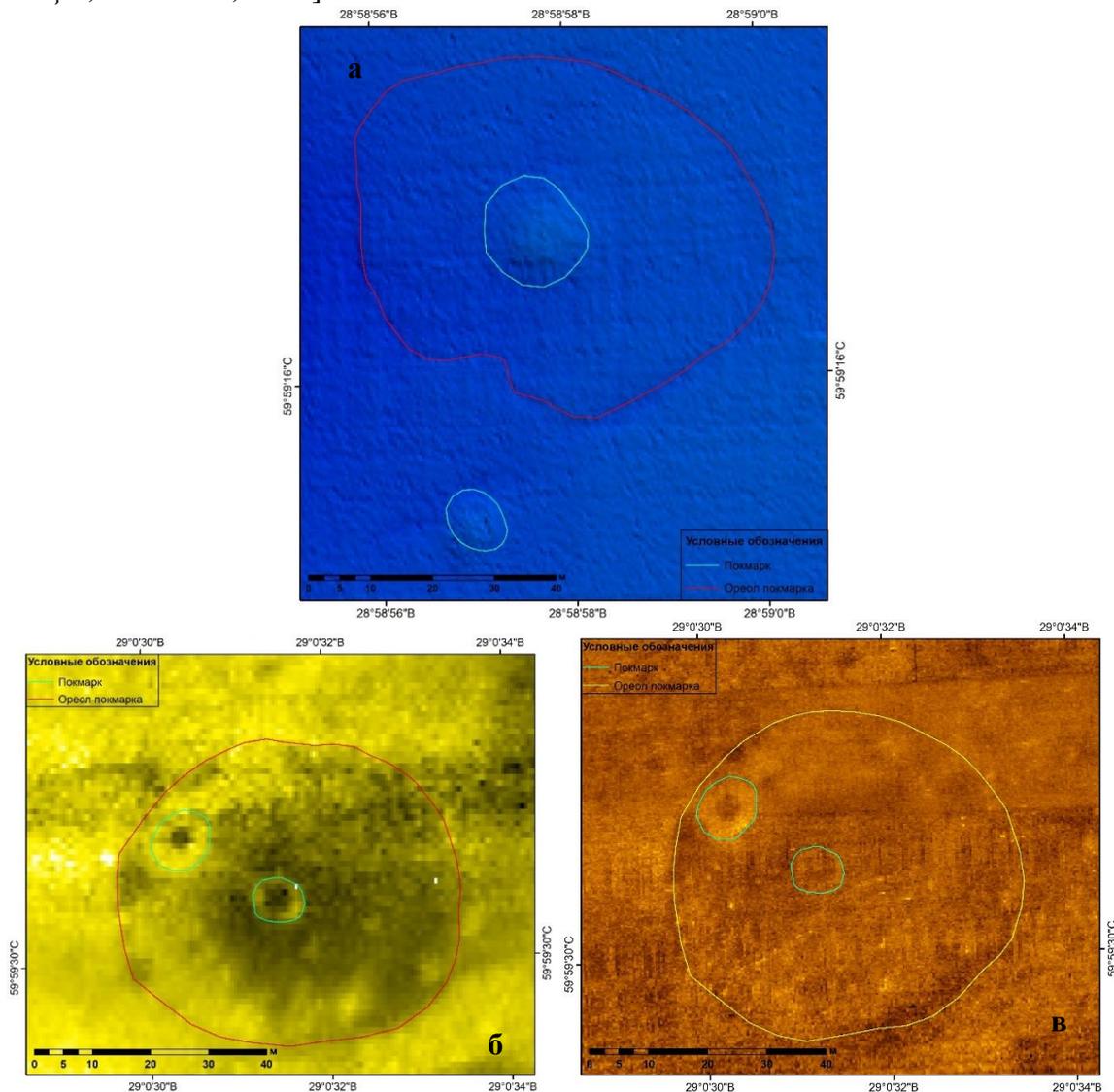


Рис. 1. Окружающие покмарки ореолы в пункте наблюдений «Копорский залив»: а – диаметром 60,5 м на ЦМР (построена по данным МЛЭ) 2011 года; б – диаметром 54,2 м на записи МЛЭ (технология бэкскадтер) 2011 года; в – тот же, что и в б, на записи ГЛБО 2013 года.

Интерпретация записей ГЛБО и МЛЭ показала следующие особенности морфологии и изменчивости покмарков (для этого анализировались все объекты, выявленные в ходе мониторинга на северо-востоке Копорского залива в 2011-2023 гг.). Покмарки представляют собой субквальные изометричные отрицательные кольцевые формы, слабо выраженные в рельефе. Характер записи по технологии бэкскадтер определяет различия в консолидации поверхностных осадков: более темные области, скорее всего, соответствуют алевропелитам, светлые – более плотным поверхностным осадкам. На сонарограммах и записях бэкскадтера они чаще всего выделяются по темному цвету края, иногда с более или менее контрастной темной областью посередине, а на цифровой модели рельефа (ЦМР) по данным МЛЭ – по более светлому оттенку концентрических структур (рис. 1 а, б, в).

За все годы наблюдений на рассматриваемом участке было обнаружено более 700 покмарков, неоднородных по внешнему виду и динамике. Диаметр всех зафиксированных

покмарков варьирует от 3 до 20 м, в среднем составляет 9,6 м. Структуры, проявленные только в 2023 г., в пределах полигона имеют диаметр, варьирующий от 5 до 20 м и в среднем составивший 9,9 м. Всего попавших на запись в 2023 г. активных покмарков чуть более 260 (рис. 3). Они были зафиксированы на записях ГЛБО текущего года и подтверждены на записях многолучевого эхолотирования 2011 г., не считая тех, которые проявились уже в более позднее время (в период с 2012 по 2023 гг.). Кроме того, на проинтерпретированных данных МЛЭ вокруг некоторых покмарков выявлены ореолы неопределенного происхождения, их диаметр варьирует от 36 до 60 м, в среднем составляет 49,4 м (рис. 1). основное скопление таких ореолов находится в западной части участка, 15 из 17 обнаруженных окружают «стабильные» покмарки и в большинстве своем прослеживаются каждый год наблюдений (рис. 3).

В ходе дешифрирования зафиксированы как отдельно расположенные покмарки, так и их скопления. Последние имеют чаще хаотический характер, но также обнаружены скопления структур, выстроенные вдоль прямых линий и кривых (изгибов или излучин). Было выявлено прямоугольное поле покмарков, выстроенных в параллельные прямые линии (рис. 2). Выделены пары и тройки изучаемых структур, расположенные вплотную друг к другу, границы которых местами совпадают.

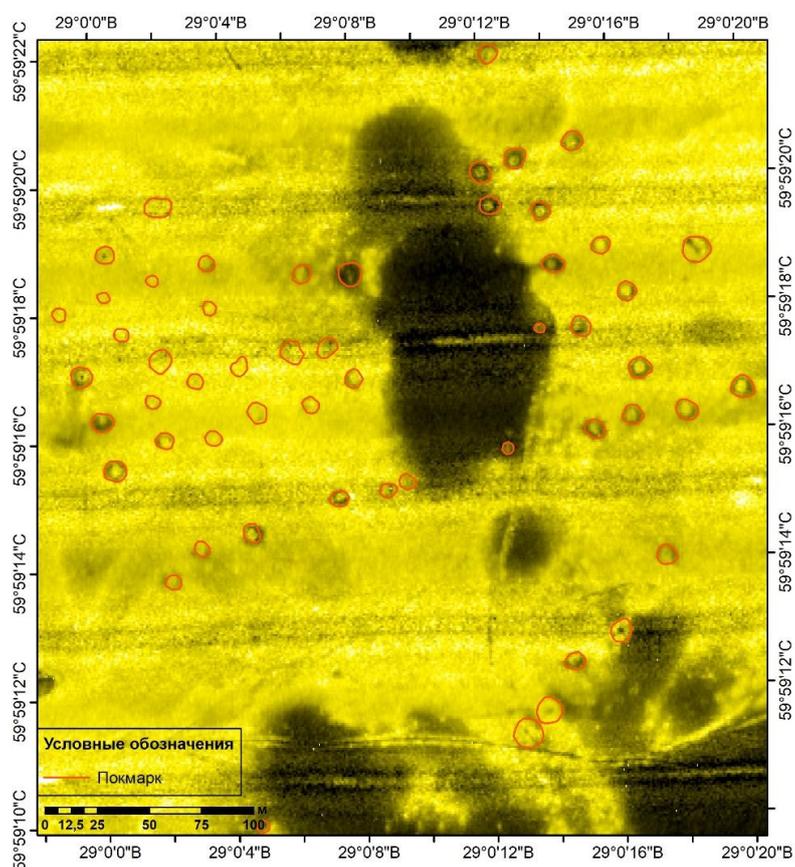


Рис. 2. Поле покмарков на профилях МЛЭ (бэкскатер) 2011 года в пункте наблюдений «Копорский залив»

По характеру пространственной динамики покмарков за годы наблюдений (2011–2022 гг.) предложена классификация на «стабильные» – устойчиво выявляемые каждый год, и «пульсирующие» – эпизодически проявляющиеся и исчезающие. В свою очередь, пульсирующие покмарки разделяются на активные (проявленные в 2023 г.) и неактивные (не обнаруженные в текущем году структуры). В ходе сопоставления данных МЛЭ (бэкскатера) за 2011 г. со всеми данными ГЛБО за период 2012–2023 гг. была применена описанная выше классификация, которая показала следующие тенденции пространственного изменения рассматриваемых структур: 330 имеют пульсирующий

характер, из которых активных около 60, а неактивных примерно 150 [Информационный..., 2022]. У остальных пульсирующих покмарков по причине зашумленного характера записи или их нахождения за пределами участка работ в 2023 г. активность определить не удалось. Карта проявлений таких опасных ЭПП пункта наблюдений «Копорский залив» показана на рис. 3.

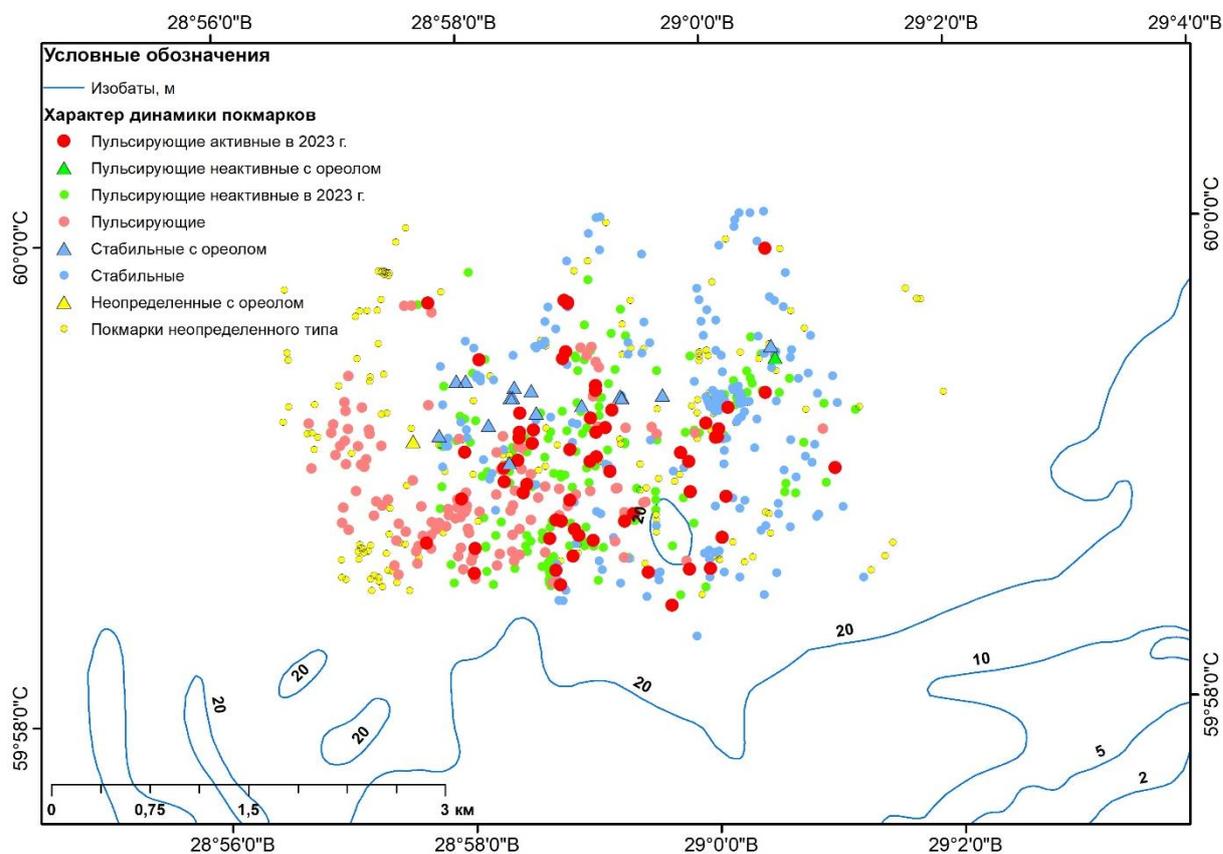


Рис. 3. Карта проявлений покмарков и их динамические характеристики в пункте наблюдений «Копорский залив» за период с 2011 по 2023 г.

Геологические и геофизические работы в Копорском заливе, успешно проведенные в 2023 году, по объекту «Государственный мониторинг состояния недр по территории Российской Федерации в 2023-2025 годах (прибрежно-шельфовые зоны Белого, Баренцева и Балтийского морей)» являются частью государственного задания. Сотрудники Отдела региональной геоэкологии и морской геологии Института Карпинского ежегодно ведут мониторинг уже больше 10 лет.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря / Г. Ред. О. В. Петров. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. С. 16, 27.

Информационный бюллетень о состоянии недр прибрежно-шельфовых зон Белого, Баренцева и Балтийского морей Российской Федерации в 2022 г. / Жамойда В.А., Рябчук Д.В., Сергеев А.Ю., Ковалева О.А., Григорьев А.Г., Буданов Л.М., Чекулаев А.В., Московцев А.А., Неевин И.А., Евдокименко А.В., Сукнотова А.Н., Амантов А.В., Амантова М.Г., Дронь О.В., Нестерова Е.Н. [Электронный ресурс] / Минприроды России, Роснедра, ФГБУ «ВСЕГЕИ». – Электрон. текстовые дан. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2023. С. 10, 50, 53.

Румянцев И.А., Шебеста А.А. Разгрузка подземных вод вендского водоносного комплекса в Финском заливе // Биосфера. 2017. Т. 9. № 2. С. 197-204. doi: /10.24855/biosfera.v9i2.356

Жамойда В.А., Рябчук Д.В., Спиридонов М.А., Григорьев А.Г., Пименов Н.В., Амантов А.В., Кропачев Ю.П., Неевин И.А. Геолого-геоморфологические условия формирования пок-маков в восточной части Финского залива // Региональная геология и металлогения. 2013. № 54. С. 25-37.

FEATURES OF MORPHOLOGY, DISTRIBUTION AND DYNAMICS OF POCKMARKS IN THE NORTHEASTERN PART OF KOPORSKY BAY

Rumyantseva A.K.¹, Chekulaev A.V.², Budanov L.M.²

¹Institute of Geosciences, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

²A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia

In 2023, the VSEGEI shelf team carried out work to assess the regional activity of potentially hazardous exogenous geological processes (EGP) in the coastal shelf zone of the eastern part of the Gulf of Finland of the Baltic Sea at 5 observation areas. In the work the research area «Koporsky Bay» (its northeastern part) is studied, where the largest accumulation of pockmarks in the Gulf of Finland was recorded, the regular monitoring of which began in 2011. They are likely the result of gas-fluid discharge in various facies zones of the observation area. During the work on interpreting side-scan sonar (SSS) and multibeam echo sounding (MBES) data, the cluster of pockmarks was deciphered, which involved determining their spatial location, heterogeneity of structures and dynamics over time. A map was made reflecting the dynamic features of pockmarks.

Keywords: *Koporsky Bay, EGP, gas-fluid discharge, pockmark, side-scan sonar, multibeam echo sounding*

REFERENCES

Atlas of geological and ecological-geological maps of the Russian sector of the Baltic Sea / G. Ed. O. V. Petrov. – SPb.: VSEGEI, 2010. P. 16, 27.

Information bulletin on the state of the subsoil of the coastal-shelf zones of the White, Barents and Baltic seas of the Russian Federation in 2022 / Zhamoida V.A., Ryabchuk D.V., Sergeev A.Yu., Kovaleva O.A., Grigoriev A.G. , Budanov L.M., Chekulaev A.V., Moskovtsev A.A., Neevin I.A., Evdokimenko A.V., Suknotova A.N., Amantov A.V., Amantova M.G., Dron O.V., Nesterova E.N. [Electronic resource] / Ministry of Natural Resources of Russia, Rosnedra, Federal State Budgetary Institution “VSEGEI”. - Electron. text data – St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 2023. P. 10, 50, 53.

Rumyantsev I.A., Shebesta A.A. Unloading of groundwater from the Vendian aquifer complex in the Gulf of Finland // Biosphere. 2017. Vol. 9. No. 2. P. 197-204. doi: /10.24855/biosfera.v9i2.356

Zhamoida V.A., Ryabchuk D.V., Spiridonov M.A., Grigoriev A.G., Pimenov N.V., Amantov A.V., Kropanchev Yu.P., Neevin I.A. Geological and geomorphological conditions for the formation of pok-macs in the eastern part of the Gulf of Finland // Regional Geology and Metallogeny. 2013. No. 54. pp. 25-37.