

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОСИСТЕМ АЗОВСКОГО МОРЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Е.Д.Пометун, А.В.Несова  
Донецкий государственный университет,  
ул. Университетская 24, г. Донецк, 283001,  
e-mail: e.pometun.fnpme@mail.ru, arina.nesova@mail.ru

В статье описывается роль метана в изменении климата на основе спутниковых данных. В публикации приведен анализ антропогенных и природных выбросов метана с использованием метода, основанным на получении информации по данным дистанционного зондирования Земли.

**Ключевые слова:** Азовское море, метан, дистанционное зондирование Земли.

## TRANSFORMATION OF AZOV SEA GEOSYSTEMS UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ACCORDING TO REMOTE SENSING DATA OF THE EARTH

E.D. Pometun, A.V. Nesova

The article describes the role of methane in climate change based on satellite data. The publication analyses anthropogenic and natural methane emissions using a method based on information from remote sensing data.

**Keywords:** Sea of Azov, methane, Earth remote sensing.

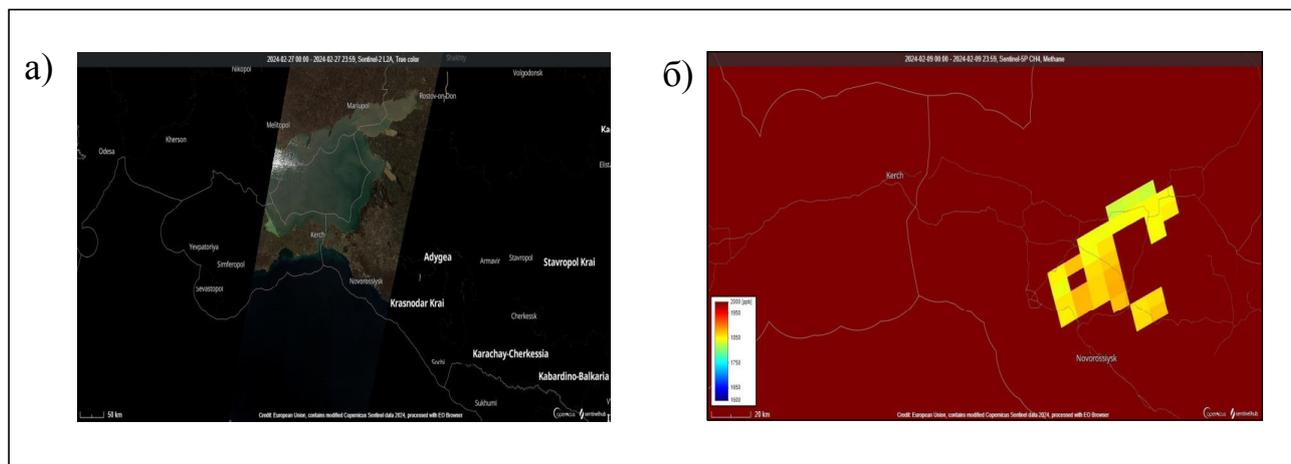
Метан является бесцветным газом без запаха, состоящим из атома углерода и четырех атомов водорода (химическая формула –  $\text{CH}_4$ ). Выбросы метана играют ключевую роль в образовании различных негативных процессов, происходящих в природе, например, глобальное потепление вследствие воздействия парниковых газов. Эффект от его воздействия в 25 раз сильнее, чем у двуокиси углерода. Метан поступает в атмосферу как из природных источников, где происходит анаэробное разложение органики, деятельность метаногенных бактерий, газогидраты и др. (например, болота, термитники, другие водные угодья), так и вследствие антропогенного воздействия на окружающую среду: рисовые угодья, животноводство, утечки природного газа при добыче и транспортировке, полигоны ТКО, предприятия химической промышленности и т. д. Так же, одним из источников эмиссии метана из недр земной коры являются грязевые вулканы.

Для мониторинга выбросов метана в атмосферу эффективно использовать новые методы. Одним из таких является применение космических технологий, а именно дистанционное зондирование Земли [1]. Фиксирования утечек метана выполняются с помощью спутников, оснащенных инфракрасными спектроме-

трами, например: Sentinel-2A, Sentinel-2, Sentinel-5. Эти спутники осуществляют глобальную съемку всей земной поверхности, что позволяет выполнять мониторинг утечек метана в различных районах.

В качестве области для исследований была выбрана территория Азовского моря, которое с 2022 г. является внутренним морем Российской Федерации, а именно грязевой вулкан в Темрюкском районе Краснодарского края расположенный в станице Голубицкой. Этот вулкан отличается тем, что на его поверхности происходит извержение грязевой массы и нефтепродуктов, которые загрязняют море раз в несколько лет. Последнее извержение случилось не так давно, а именно в феврале 2024 г. Ученые предполагают, что это связано непосредственно с выбросами метана.

При исследовании утечек метана в атмосферу вблизи Азовского моря был использован интернет-сервис Sentinel Hub EO Browser и космические снимки, полученные с аппарата Sentinel-2 за февраль 2024 г. Из-за высокой облачности в день извержения вулкана не было возможности получить качественные снимки извержения. Но так выбросы метана можно учитывать за период от месяца до одного года, то целесообразно использовать снимки за ближайшее возможные даты. Полученный снимок, в результате обработки экспериментальным путем, представлен на рис.



**Рис.** Мониторинг выбросов метана из земной коры на территории РФ вследствие действия проснувшихся вулканов:

а) область исследований – территория нахождения грязевых вулканов на Азовском море рядом с Темрюкским районом Краснодарского края вблизи с. Голубицкой, б) концентрация метана в день извержения грязевого вулкана в Темрюкском районе Краснодарского края в феврале 2024 г.

Одним из методов обнаружения метана является многополосный поиск, основанный на оценке увеличения концентрации метана по разнице между отражениями полос 11 и 12, полученными во время одного прохода спутника. Простое отношение полос B12/B11 дают изображение, где пиксели  $\text{CH}_4$  принимают низкие значения [2].

**Выводы:** Спутники обладают уникальными возможностями для точного определения источников метана. Несмотря на то, что метан не задерживается в атмосфере так долго, как углекислый газ, он может нанести гораздо больший ущерб климату из-за своей способности эффективно поглощать тепло. Обнаружение и количественное определение метана с помощью спутников может помочь сохранить окружающую среду.

*Работа выполнена в рамках молодежной лаборатории «Диагностика и механизмы адаптации природных и антропогенно-трансформированных экосистем Донбасса» (№ государственной регистрации НИОКТР 1023110700153-4-1.6.19;1.6.11;1.6.12).*

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ватин-Гийу М., Варон Д. Дж., Иракулис-Лойтксате И. [и др.] Геостационарные спутниковые наблюдения за экстремальными и переходными выбросами метана из нефтегазовой инфраструктуры // Труды Национальной академии наук Соединенных Штатов Америки. 2023. Vol. 120, № 52. DOI 10.1073/pnas.2310797120. EDN OSNBNM. (In Eng.).
2. Крауклит Г.В., Агаева К.С. Обнаружение метана на основе мультиспектральных снимков Sentinel-2 // Sciences of Europe. 2023. № 110(110). С. 77–81. DOI: 10.5281/zenodo.7618453. EDN YCZZEA.

#### REFERENCES:

1. Watine-Guiu M., Varon D. J., Irakulis-Loitxate I. [et al.] Geostationary satellite observations of extreme and transient methane emissions from oil and gas infrastructure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2023, vol. 120, no. 52. DOI 10.1073/pnas.2310797120. EDN OSNBNM.
2. Krauklit G.V., Agaeva K.S. Methane detection based on multispectral images of Sentinel-2. *Sciences of Europe*, 2023, no. 110(110), pp. 77–81. DOI 10.5281/zenodo.7618453. EDN YCZZEA. (In Russ.).