

Спутниковые наблюдения последствий нефтяного разлива на морском терминале Каспийского трубопроводного консорциума под Новороссийском 29 августа 2025 г.

О. Ю. Лаврова¹, Е. А. Лупян¹, А. Г. Костяной^{2,3,4}

¹ *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия*
E-mails: olavrova@iki.rssi.ru, evgeny@d902.iki.rssi.ru

² *Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, 117997, Россия*
E-mail: kostianoy@gmail.com

³ *Московский университет имени С. Ю. Витте, Москва, 115432, Россия*

⁴ *Майкопский государственный технологический университет*
Майкоп, 385000, Россия

Приводятся результаты анализа спутниковых радиолокационных и оптических изображений акватории северо-восточной части Чёрного моря, где 29 августа 2025 г. произошла утечка нефти при заправке турецкого танкера Т. Semahat на выносном причальном устройстве № 2 морского терминала ЗАО «Каспийский трубопроводный консорциум-Р» (КТК-Р) в районе посёлка Южная Озереевка под Новороссийском. Приведены оценки размеров, площади и объёма нефтяного загрязнения по спутниковым снимкам за 29 и 30 августа и 1, 2 и 4 сентября 2025 г., а также обсуждаются возможные механизмы и направление распространения нефтяного пятна по исследуемой акватории.

Ключевые слова: Чёрное море, нефтяное загрязнение, Каспийский трубопроводный консорциум, спутниковая радиолокация, оптические изображения

Одобрена к печати: 10.09.2025

DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-5-337-345

Многочисленные радиолокационные спутниковые и *in situ* наблюдения нефтяного загрязнения Чёрного моря показывают, что северо-восточная часть Чёрного моря является зоной экологического риска вследствие большого количества нефтяных пятен, наблюдаемых в этом районе (Князев и др., 2021; Кузнецов, Федоров, 2018; Лаврова, Митягина, 2012; Лаврова и др., 2016; Литовченко и др., 2007; Немировская и др., 2018; Lavrova et al., 2017; Mityagina, Lavrova, 2016). Это объясняется несколькими факторами, связанными с интенсивным судоходством в районе Керченского пролива и крупнейшего в стране Новороссийского морского порта. В порту действует 16 операторов терминалов, включая нефтяные терминалы «Шесхарис» АО «Черномортранснефть» и «Каспийского трубопроводного консорциума-Р» (КТК-Р) в Южной Озереевке. Последний оснащён тремя выносными причальными устройствами (ВПУ), позволяющими загружать танкеры на удалении в несколько километров от берега. За последние 20 лет именно в этом районе произошли самые большие аварии, которые привели к значительному нефтяному загрязнению акватории моря, экологическим и экономическим последствиям. Так, 11 ноября 2007 г. и 15 декабря 2024 г. в Керченском проливе произошли практически идентичные аварии с танкерами «Волгонефть-139» (Лаврова и др., 2009, 2011) и «Волгонефть-212» и «Волгонефть-239» (Лаврова и др., 2025а, б). А 7 августа 2021 г. произошёл выброс нефти в Чёрное море при заправке танкера Minerva Symphony на ВПУ-1 морского терминала КТК, который привёл к загрязнению акватории площадью 83 км² (Костяной и др., 2021а, б). Спустя четыре года здесь же произошла новая авария с разливом нефти. В настоящей статье мы приводим результаты комплексного анализа спутниковых радиолокационных и оптических изображений района нефтяного загрязнения, которые были получены 29, 30 августа, 1, 2 и 4 сентября 2025 г.

При загрузке нефти на турецкий танкер Т. Semahat на морском терминале КТК (ВПУ-2) утром 29 августа 2025 г. произошёл разрыв морского соединения плавучего

шланга, и нефть попала в море. Росприроднадзор подтвердил утечку нефти в объёме около 30 м^3 (<https://knews.ru/news/rosprirodnadzor-podtverdil-utechku-nefti-iz-tankera-v-portu-povorossijska/#bounce>). Судно прибыло на терминал КТК в 07:06 местного времени и ушло в 18:37 того же дня (<https://www.vesselfinder.com/ru/vessels/details/9804148>). Таким образом, авария произошла, вероятно, через некоторое время после постановки танкера на погрузку с ВПУ-2.

Специалисты из Института космических исследований РАН и Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН с помощью возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» (Лаврова и др., 2019; Лупян и др., 2019) начали проводить спутниковый мониторинг района аварии вечером 29 августа. Уже на утреннем изображении того же дня, полученном в 11:28 местного времени в оптическом режиме с помощью прибора MSI (*англ.* Multispectral Instrument) Sentinel-2A, обнаружены проявления нефтяной плёнки к западу от ВПУ-2 и танкера (*рис. 1*). Площадь нефтяного загрязнения к этому времени составила уже $1,3 \text{ км}^2$, и выброс нефти продолжался.



Рис. 1. Оптическое изображение района аварии 29 августа 2025 г. в 11:28 местного времени (MSI Sentinel-2A, пространственное разрешение 10 м). Справа отчётливо виден танкер у ВПУ-2. К западу от него расположен район нефтяного загрязнения

На радиолокационном изображении C-SAR Sentinel-1C от 29 августа в 18:19 местного времени видно, что нефтяное пятно вытянуто на северо-запад на 22 км, а площадь загрязнения оценивается в 42 км^2 , что примерно соответствует объёму 40 м^3 . Нефтяное пятно под действием сильного берегового течения и ветра распространяется на северо-запад, не касаясь берега (*рис. 2*, см. с. 339). Скорость распространения нефтяного пятна достигала 60 см/с (если считать, что с момента аварии и до получения радиолокационного изображения прошло 10 ч), что объясняется восточным ветром порядка 6–7 м/с в исследуемом районе и вдольбереговым Основным черноморским течением. Обращает на себя внимание тот факт, что на момент радиолокационной съёмки (18:19 местного времени) нефтяное пятно по-прежнему «соединено» с танкером, что означает, что истечение нефти из плавучего шланга продолжалось всё это время.

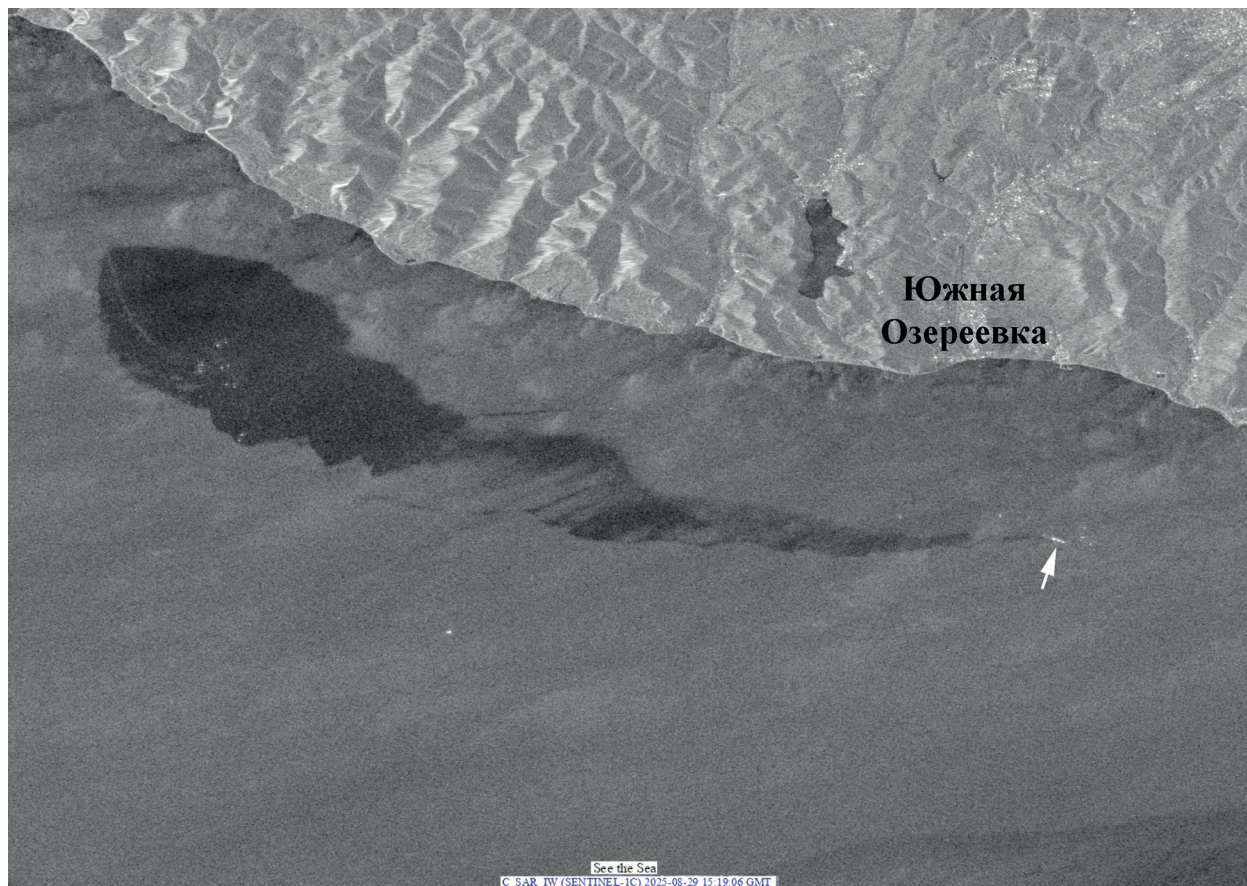


Рис. 2. Радиолокационное изображение района аварии 29 августа 2025 г. в 18:19 местного времени (C-SAR Sentinel-1C, пространственное разрешение 10 м). Нефтяное загрязнение проявляется в виде тёмной расширяющейся полосы, начинающейся от танкера (отмечен стрелкой)

Следующее оптическое изображение с MSI Sentinel-2C было получено в 11:37 местного времени 30 августа 2025 г., на нём уже изолированное нефтяное пятно обнаружено к западу от Анапы и его площадь составила уже более 70 км^2 . Судя по характерным полосам на поверхности моря, западная часть пятна переносилась в северо-западном направлении, а восточная часть — в северном (рис. 3, см. с. 340). С 08:00 местного времени 29 августа до 11:37 местного времени 30 августа нефтяное пятно перемещалось со средней скоростью 45 см/с , при этом оно попало в вихревой диполь. При сохранении скорости и направления ветра часть нефтяного загрязнения могла достичь берега северо-западнее Анапы.

На изображении MODIS (англ. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) Aqua от 1 сентября 2025 г., полученном в 14:28 местного времени, нефтяная плёнка проявляется в виде пятна причудливой формы, площадь которого составляет уже более 300 км^2 (рис. 4, см. с. 340). Такая форма пятна вызвана влиянием на него вихревой структуры, движение в антициклонической части которой привело к появлению струи непосредственно вдоль берега.

Следует отметить, что на оптическом изображении MSI Sentinel-2A от 1 сентября 2025 г. в районе аварии никаких загрязнений не выявлено.

На РЛИ от 2 и 3 сентября 2025 г. в районе Бугазской косы северо-западнее Анапы были выявлены отдельные плёночные загрязнения (отмечены стрелками на рис. 5, см. с. 341), которые возможно остались на поверхности моря после деградации обширного нефтяного пятна, представленного на рис. 4. На РЛИ от 4 сентября и от последующих дней никаких проявлений нефтяных загрязнений во всем районе от Новороссийска до порта Тамань не обнаружено (рис. 6, см. с. 341).

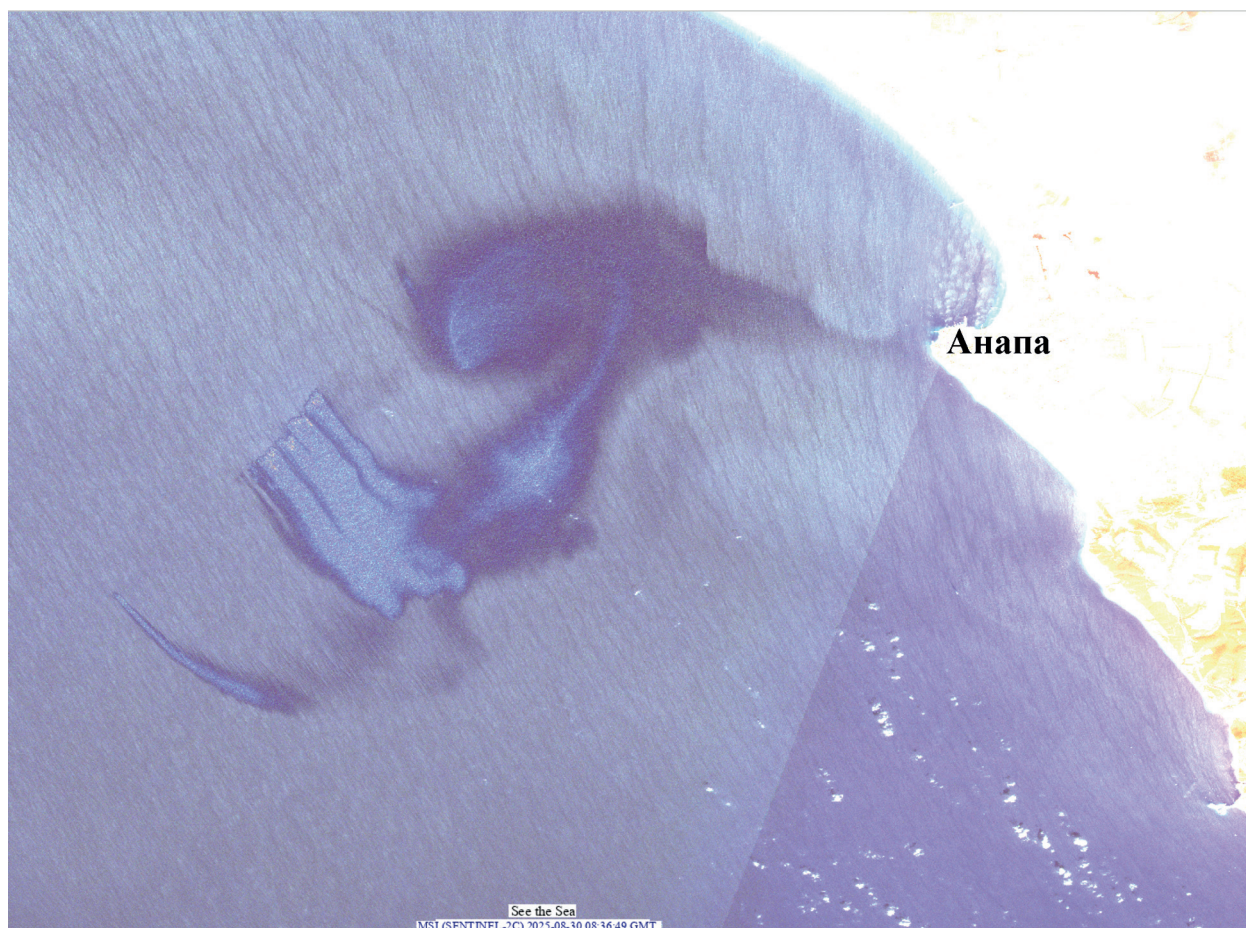


Рис. 3. Проявление нефтяного пятна на оптическом изображении от 30 августа 2025 г. в 11:37 местного времени (MSI Sentinel-2C, пространственное разрешение 10 м)

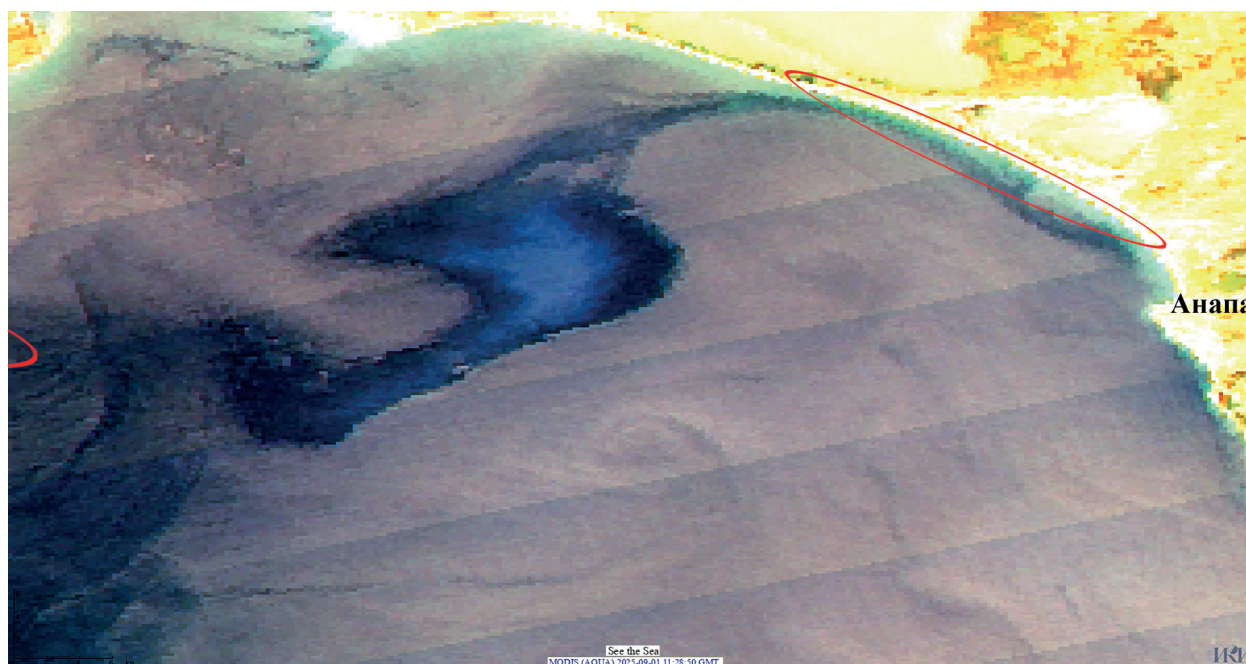


Рис. 4. Проявление нефтяного пятна на оптическом изображении от 1 сентября 2025 г. в 14:28 местного времени (MODIS Aqua, пространственное разрешение 250 м). Красным овалом отмечена береговая черта, куда могло попасть нефтяное загрязнение

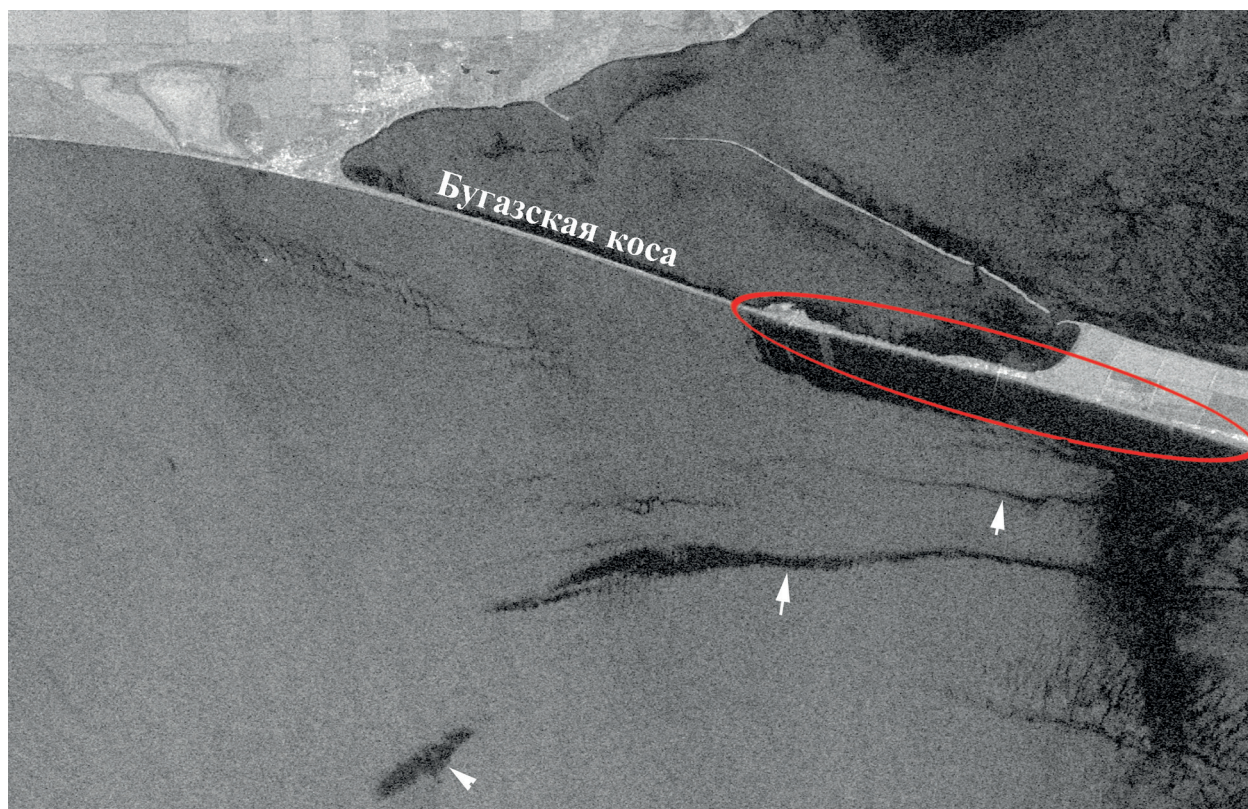


Рис. 5. Проявление остатков нефтяного загрязнения на РЛИ C-SAR Sentinel-1C от 2 сентября 2025 г. 06:39 местного времени. Красным овалом отмечен район береговой черты, куда могло попасть нефтяное загрязнение



Рис. 6. РЛИ C-SAR Sentinel-1A от 4 сентября 2025 г. 18:20 местного времени. Проявлений нефтяных загрязнений не выявлено

Как показал анализ всей доступной спутниковой информации от 29 августа (дата аварии) до 3 сентября (последние проявления поверхностных загрязнений), нефтяное пятно распространялось под действием ветра и Основного черноморского течения на северо-запад от места аварии. Элементы пятна наблюдались и вблизи береговой зоны. Это создало угрозу загрязнения береговой зоны, отмеченной на *рис. 4* и *5* красными овалами. По сообщению кубанских СМИ (<https://kub-inform.ru/news/desyatki-ptits-v-neftyanoy-plenke-naydeny-na-plyazhakh-ekologi-vitishko-i-golubitchenko-o-chp-v-anape/>), уже 30 августа на пляжах Анапы, Витязево и Бугазской косы были обнаружены десятки птиц в нефтяной плёнке. Именно в нефтяной плёнке, а не в мазуте, что свидетельствует о том, что это не последствие аварии, когда из танкеров в конце 2024 г. в море попал мазут (Лаврова и др., 2025б). Пострадали ли эти птицы именно в результате разлива нефти на КТК — неизвестно, поскольку нет точной информации, в каком месте они были найдены.

Эволюция нефтяного пятна происходила в точном соответствии с поведением стандартных нефтяных разливов в море. Растекание нефтяных пятен в море осуществляется под действием гравитации, поверхностного натяжения и вязких сил, при этом одновременно происходит перенос ветром и течениями. Если произошёл «залповый» разлив, то вначале гравитация и вязкость способствуют растеканию пятна, затем ключевую роль начинает играть поверхностное натяжение, а в дальнейшем основное движение пятна определяется ветром и морскими течениями. В рассматриваемом нами случае утечка нефти продолжалась примерно в течение 10 ч, поэтому на разных участках пятна, длина которого 29 августа 2025 г. в 18:19 местного времени достигала 22 км (см. *рис. 2*), одновременно действовали уже разные силы. Однако ключевым фактором переноса нефтяного пятна являлась комбинация ветра и вдольберегового Основного черноморского течения, которая привела к очень большим скоростям переноса нефти (60 см/с). С другой стороны, она же не позволила нефтяному пятну «сесть» на берег, что привело бы к значительному загрязнению береговой зоны на протяжении нескольких десятков километров. На заключительной стадии наблюдаемого нами нефтяного разлива значительную роль стали играть мезомасштабные гидродинамические структуры — вихри, диполи и струи, которые трансформировали нефтяное пятно из классической формы «факела» (см. *рис. 2*) сначала в дипольную (см. *рис. 3*), а потом в спиралевидную (см. *рис. 4*) структуры. Кроме того, известно, что при таких разливах (и наблюдаемой температуре воды и воздуха) до 50 % нефти может испаряться с морской поверхности, поэтому приведённые нами оценки объёма нефтяного загрязнения можно считать за оценку снизу.

В заключение в очередной раз следует отметить, что необходимо создавать комплексную, оперативно действующую систему спутникового мониторинга нефтяного загрязнения акватории Чёрного моря, которая должна включать не только прибрежную зону Российской Федерации, но и глубоководные районы и акватории сопредельных стран. Это позволит заблаговременно отслеживать и трансграничный перенос нефтяного загрязнения на российскую акваторию. Такая система не сможет предотвратить аварии, которые будут случаться и дальше, однако она позволит дать оперативную и точную информацию о положении и форме нефтяного разлива, скорости его переноса с учётом меняющихся гидрометеорологических факторов, что чрезвычайно важно для правильной организации работ по защите акватории и побережья от нефтяного загрязнения. А это особенно актуально для черноморского побережья России, которое является практически единственным местом для массового пляжного туризма в стране.

О. Ю. Лаврова и Е. А. Лупян провели анализ спутниковой информации в рамках темы «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8) с использованием возможностей Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» с помощью инструментария информационной системы See the Sea. А. Г. Костяной анализировал динамику вод и метеорологическую информацию в рамках темы госбюджета FMWE-2024-0016 «Разномасштабные гидрофизические процессы в Мировом океане и его пограничных слоях: их исследование методами оперативной океанографии, судовых наблюдений, дистанционного зондирования, теоретического, численного и лабораторного моделирования».

Литература

1. Князев Н. А., Лаврова О. Ю., Костяной А. Г. Спутниковый радиолокационный мониторинг нефтяных загрязнений в акватории Анапа—Геленджик за период 2018–2020 гг. // *Океанолог. исслед.* 2021. Т. 49. № 1. С. 163–185. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2021.49(1).8.
2. Костяной А. Г., Лаврова О. Ю., Луян Е. А. (2021a) Нефтяной разлив на морском терминале Каспийского трубопроводного консорциума под Новороссийском 7 августа 2021 г.: первые результаты спутниковых наблюдений // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2021. Т. 18. № 4. С. 304–310. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-304-310.
3. Костяной А. Г., Лаврова О. Ю., Луян Е. А. (2021b) Нефтяной разлив на морском терминале Каспийского трубопроводного консорциума под Новороссийском 7 августа 2021 г.: комплексный анализ спутниковых и метеорологических данных // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2021. Т. 18. № 5. С. 28–43. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-5-28-43.
4. Кузнецов А. Н., Федоров Ю. А. Нефтяное загрязнение береговой зоны Черного моря в районе г. Новороссийска и динамика его естественной трансформации // *Система Черного моря* / под ред. А. П. Лисицына. М.: Науч. мир, 2018. С. 705–716. DOI: 10.29006/978-5-91522-473-4.2018.705.
5. Лаврова О. Ю., Митягина М. И. Спутниковый мониторинг пленочных загрязнений поверхности Черного моря // *Исслед. Земли из космоса.* 2012. № 3. С. 48–65.
6. Лаврова О. Ю., Бочарова Т. Ю., Митягина М. И., Строчков А. Я. Спутниковый мониторинг последствий катастрофического разлива нефтепродуктов в Керченском проливе // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2009. Вып. 6. Т. 1. С. 409–420.
7. Лаврова О. Ю., Костяной А. Г., Лебедев С. А., Митягина М. И., Гинзбург А. И., Шеремет Н. А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. М.: ИКИ РАН, 2011. 470 с.
8. Лаврова О. Ю., Митягина М. И., Костяной А. Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. М.: ИКИ РАН, 2016. 334 с.
9. Лаврова О. Ю., Митягина М. И., Уваров И. А., Луян Е. А. Текущие возможности и опыт использования информационной системы See the Sea для изучения и мониторинга явлений и процессов на морской поверхности // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2019. Т. 16. № 3. С. 266–287. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-266-287.
10. Лаврова О. Ю., Луян Е. А., Костяной А. Г. (2025a) Спутниковый мониторинг мазутного разлива в районе Керченского пролива 15 декабря 2024 г.: предварительные результаты // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2025. Т. 22. № 1. С. 327–335. DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-1-327-335.
11. Лаврова О. Ю., Луян Е. А., Костяной А. Г. (2025b) Последствия аварий танкеров в черноморском керченском предпроливье 15 декабря 2024 г.: комплексный анализ спутниковых и метеорологических данных // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2025. Т. 22. № 2. С. 282–299. DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-2-282-299.
12. Литовченко К. Ц., Лаврова О. Ю., Митягина М. И., Иванов А. Ю., Юренко Ю. И. Нефтяные загрязнения восточной части Черного моря: космический мониторинг и подспутниковая верификация // *Исслед. Земли из космоса.* 2007. № 1. С. 81–94.
13. Луян Е. А., Прошин А. А., Бурцев М. А. и др. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2019. Т. 16. № 3. С. 151–170. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-17.
14. Немировская И. А., Онегина В. Д., Коновалов Б. В., Трубкин И. П. Углеводороды в водах и донных осадках Черного моря // *Система Черного моря* / под ред. А. П. Лисицына. М.: Науч. мир, 2018. С. 677–705. DOI: 10.29006/978-5-91522-473-4.2018.677.
15. Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Kostianoy A. G., Storchkov M. A. Satellite monitoring of the Black Sea ecological risk areas // *Ecologica Montenegrina.* 2017. V. 14. P. 1–13. <https://doi.org/10.37828/em.2017.14.1>.
16. Mityagina M., Lavrova O. Satellite survey of inner seas: Oil pollution in the Black and Caspian Seas // *Remote Sensing.* 2016. V. 8. Iss. 10. Article 875. DOI: 10.3390/rs8100875.

Satellite observations of the consequences of the oil spill at the Caspian Pipeline Consortium marine terminal near Novorossiysk on August 29, 2025

O. Yu. Lavrova¹, E. A. Loupian¹, A. G. Kostianoy^{2,3,4}

¹ Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia
E-mails: olavrova@iki.rssi.ru, evgeny@d902.iki.rssi.ru

² Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow 117997, Russia
E-mail: kostianoy@gmail.com

³ Moscow Witte University, Moscow 115432, Russia

⁴ Maykop State Technological University, Maykop 385000, Russia

The article presents the first results of analysis of satellite radar and optical images of the northeastern part of the Black Sea where an oil spill occurred on August 29, 2025 during refueling of the T. Semahat Turkish tanker at Single Point Mooring No. 2 of the Caspian Pipeline Consortium-R marine terminal near the village of Yuzhnaya Ozereyevka close to Novorossiysk. The article provides estimates of the size, area and volume of oil pollution based on satellite images of August 29, 30 and September 1, 2, 4, 2025, and discusses possible mechanisms and direction of the oil spill spreading across the studied water area.

Keywords: Black Sea, oil pollution, Caspian Pipeline Consortium, satellite radar imagery, optical imagery

Accepted: 10.09.2025

DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-5-337-345

References

1. Knyazev N. A., Lavrova O. Yu., Kostianoy A. G., Satellite radar monitoring of oil pollution in the water areas between Anapa and Gelendzhik in 2018–2020, *J. Oceanological Research*, 2021, V. 49, No. 1, pp. 163–185 (in Russian), DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2021.49(1).8.
2. Kostianoy A. G., Lavrova O. Yu., Loupian E. A. (2021a), Oil spill at the Caspian Pipeline Consortium marine terminal near Novorossiysk on August 7, 2021: first results of satellite observations, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, V. 18, No. 4, pp. 304–310 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-304-310.
3. Kostianoy A. G., Lavrova O. Yu., Loupian E. A. (2021b), Oil spill at the Caspian Pipeline Consortium marine terminal near Novorossiysk on August 7, 2021: Integrated analysis of satellite and meteo data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, V. 18, No. 5, pp. 28–43 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-5-28-43.
4. Kuznetsov A. N., Fedorov Yu. A., Oil pollution of the Black Sea coastal zone near Novorossiysk and the dynamics of its natural transformation, In: *Sistema Chernogo morya* (Black Sea System), A. P. Lisitsyn (ed.), Moscow: Nauchnyi mir, 2018, pp. 705–716 (in Russian), DOI: 10.29006/978-5-91522-473-4.2018.705.
5. Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Satellite monitoring of oil slicks on the Black Sea surface, *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2013, V. 49, Iss. 9, pp. 897–912, <https://doi.org/10.1134/S0001433813090107>.
6. Lavrova O. Yu., Bocharova T. Yu., Mityagina M. I., Strochkov A. Ya., Satellite monitoring of the consequences of a catastrophic oil spill in the Kerch Strait, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2009, Iss. 6., V. 1, pp. 409–420 (in Russian).
7. Lavrova O. Yu., Kostianoy A. G., Lebedev S. A., Mityagina M. I., Ginzburg A. I., Sheremet N. A., *Kompleksnyi sputnikovyi monitoring morei Rossii* (Complex satellite monitoring of the Russian seas), Moscow: IKI RAN, 2011, 470 p. (in Russian).
8. Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Kostianoy A. G., *Sputnikovyie metody vyyavleniya i monitoringa zon ehkologicheskogo riska morskikh akvatorii* (Satellite methods of detection and monitoring marine zones of ecological risk), Moscow: IKI RAN, 2016, 334 p. (in Russian).
9. Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Uvarov I. A., Loupian E. A., Current capabilities and experience of using the See the Sea information system for studying and monitoring phenomena and processes on the sea sur-

- face, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019, V. 16, No. 3, pp. 266–287 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-266-287.
10. Lavrova O. Yu., Loupian E. A., Kostianoy A. G. (2025a), Satellite monitoring of the fuel oil spill in the Kerch Strait area on December 15, 2024: preliminary results, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2025, V. 22, No. 1, pp. 327–335 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-1-327-335.
 11. Lavrova O. Yu., Loupian E. A., Kostianoy A. G. (2025b), Consequences of tanker accidents on the Black Sea side of the Kerch Strait on December 15, 2024: A comprehensive analysis of satellite and meteorological data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2025, V. 22, No. 2, pp. 282–299 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-2-282-299.
 12. Litovchenko K. Ts., Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Ivanov A. Yu., Yurenko Yu. I., Oil pollution in the eastern Black Sea: monitoring from space and sub-satellite verification, *Issledovanie Zemli iz kosmosa*, 2007, No. 1, pp. 81–94 (in Russian).
 13. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev M. A. et al., Experience of development and operation of the IKI-Monitoring center for collective use of systems for archiving, processing and analyzing satellite data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019, V. 16, No. 3, pp. 151–170 (in Russian), DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.
 14. Nemirovskaya I. A., Onegina V. D., Konovalov B. V., Trubkin I. P., Hydrocarbons in waters and bottom sediments of the Black Sea, In: *Sistema Chernogo morya* (Black Sea System), A. P. Lisitsyn (ed.), Moscow: Nauchnyi mir, 2018, pp. 677–705 (in Russian), DOI: 10.29006/978-5-91522-473-4.2018.677.
 15. Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Kostianoy A. G., Strochkov M. A., Satellite monitoring of the Black Sea ecological risk areas, *Ecologica Montenegrina*, 2017, V. 14, pp. 1–13, DOI: <https://doi.org/10.37828/em.2017.14.1>.
 16. Mityagina M., Lavrova O., Satellite survey of inner seas: Oil pollution in the Black and Caspian Seas, *Remote Sensing*, 2016, V. 8, Iss. 10, Article 875, DOI: 10.3390/rs8100875.