

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт космических исследований РАН,
член-корреспондент РАН



А.А. Петрукович

шарта 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт космических исследований Российской академии наук

Диссертация "Пространственно-временная изменчивость плутов речных и лагунных вод по спутниковым данным и синхронным натурным измерениям" на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 – «океанология» выполнена Назировой К.Р. в отделе Исследование Земли из космоса Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН). В период подготовки диссертации соискатель Назирова Ксения Равильевна работала в ИКИ РАН в должности ведущего инженера, где продолжает работать до настоящего времени.

В 2014 г. К. Р. Назирова окончила Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет по специальности «океанология».

В 2019 г. К. Р. Назирова окончила очную аспирантуру Института космических исследований РАН по специальности "Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия".

Диплом об окончании аспирантуры и о сдаче кандидатских экзаменов регистрационный номер 5/902 выдан К.Р. Назировой 05.07.2019 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт космических исследований Российской академии наук РАН. Дополнительно в 2019 г. соискателем К. Р. Назировой был сдан кандидатский экзамен по специальности "Океанология" 25.00.28 (наименование дисциплины "океанология") в аспирантуре Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН). Справка о сдаче экзамена № 3/19 выдана 17.06.2019 г.

Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Лаврова Ольга Юрьевна, является ведущим научным сотрудником и руководителем лаборатории аэрокосмической радиолокации ИКИ РАН.

По результатам рассмотрения диссертации К.Р. Назировой "Пространственно-временная изменчивость плумов речных и лагунных вод по спутниковым данным и синхронным натурным измерениям" **принято следующие заключение:**

Диссертационная работа Назировой Ксении Равильевны посвящена исследованию пространственно-временной изменчивости речного плума рек Мзымта (Чёрное море), Терек и Сулак (Каспийское море) и выноса вод из Калининградского залива в Гданьский залив Балтийского моря по спутниковым оптическим данным высокого пространственного разрешения (MSI Sentinel-2, OLI Landsat-8) и синхронными со спутниковой съемкой измерениями in-situ.

Материковый сток играет важную роль в физических, химических и биологических процессах в шельфовых областях, являясь основным источником поступления в море взвешенных и растворенных терригенных и биогенных веществ, а также антропогенного загрязнения. Исследуемые в работе плумы различаются не только своими физико-географическими характеристиками, но и трассерами, за счет которых они проявляются на спутниковых данных. В то же время, это одни из основных в РФ рекреационных зон. Поэтому необходимо проводить регулярный мониторинг экологического состояния прибрежных районов, подверженных выносам. Особый интерес представляет возможность получения количественных параметров плумов, таких как мутность и концентрация взвешенного вещества, основываясь на спутниковых данных.

Актуальность темы исследования и поставленных в работе научных задач заключается в необходимости совершенствования методов проведения судовых и дистанционных океанологических наблюдений, обработки и анализа их результатов с целью получения пространственно-временных и количественных характеристик плумов на основе совместного анализа данных ДЗЗ и синхронных подспутниковых измерений.

Достоверность полученных результатов обеспечивается: использованием современного высокоточного океанологического оборудования для получения натурных данных; использованием спутниковых данных высокого пространственного разрешения,

обрабатываемых с применением современных сертифицированных алгоритмов; хорошей сопоставимостью результатов натурных измерений и спутниковых наблюдений; соответствием полученных результатов, имеющимся литературным данным.

Научная новизна диссертационного исследования К.Р. Назировой:

1. На основе комплексного анализа данных натурных измерений и спутниковых наблюдений получены характеристики вертикального и горизонтального распределения основных параметров плюма лагунных вод в зоне выноса из Калининградского залива в Гданьский залив и плюмов рек Сулак и Терек в летний период: температуры, солёности, концентрации взвешенного вещества и хлорофилла *a*.
2. В результате многолетнего спутникового мониторинга получена информация о межгодовой и сезонной изменчивости поверхностных проявлений плюма лагунных вод Калининградского залива. В результате многолетнего спутникового мониторинга в период с января 2014 года по декабрь 2020 года были выявлены основные межгодовые и сезонные морфометрические характеристики плюма, его поверхностные проявления. Установлено, что размеры, площадь, форма и направление распространения плюма может существенно изменяться как от сезона к сезону, так и от года к году.
3. Установлены закономерности влияния ветрового поля на форму плюма лагунных вод Калининградского залива и направление распространения его в прибрежной зоне. Существенное влияние на пространственное распространение плюма помимо прибрежных поверхностных течений оказывает ветровое воздействие. В более чем 80% случаев вынос сконцентрирован в прибрежной зоне Балтийского пролива, не превышающей в размерах 10 км от береговой зоны и не более 8 км на юго-запад и северо-восток от створа пролива.
4. На основе комплексного анализа спутниковых данных и синхронных контактных измерений выявлено, что для проявления чёткой границы плюма реки Мзымты на спутниковых изображениях достаточно тонкого (менее 1 м) подповерхностного слоя с небольшими величинами мутности (по нашим данным ≤ 5 НТУ). Температурные и плотностные градиенты не играют существенной роли.
5. Проведены оценки мутности и концентрации взвешенного вещества в плюмах рек Терек и Сулак на основе измерений *in-situ*. Выявлена длительность влияния и

изменение параметров плюма реки Сулак после схода селевых потоков в горах Дагестана в 2023 г.

6. Для плюмов рек Мзымта, Терек и Сулак приведены результаты использования четырёх различных алгоритмов восстановления количественных характеристик мутности и концентрации взвешенного вещества на основе спутниковых оптических данных высокого пространственного разрешения. На основе сравнения с данными синхронных подспутниковых измерений *in situ* проведена их валидация. Установлены границы их применимости в зависимости от значений мутности.

Положения, выносимые на защиту:

1. Оценка трёхмерной структуры и основных характеристик (температура, солёность, концентрация взвешенного вещества и хлорофилла *a*) плюмов рек Сулак, Терек, Мзымта и плюма лагунных вод Калининградского залива на основе спутниковых данных и измерений *in situ*.
2. Закономерности влияния метеорологических процессов на распространение лагунных вод Калининградского залива и речных вод в северо-западной части Каспийского моря.
3. Особенности межгодовой и сезонной изменчивости поверхностных проявлений плюмов лагунных и речных вод на основе данных многолетнего спутникового мониторинга.
4. Результаты сравнительного анализа и валидация на основе измерений *in situ* различных стандартных спутниковых алгоритмов последнего поколения, используемых для расчёта значений мутности и концентрации взвешенного вещества в плюмах рек Мзымта, Терек и Сулак.

Научная и практическая значимость результатов диссертационного исследования состоит в том, что они способствуют расширению возможностей изучения параметров речного стока и вод внутренних водоёмов в шельфовой зоне и процессов их распространения на основе комплексного использования данных новейших оптических сенсоров спутникового базирования, предоставляющих информацию с высоким пространственным разрешением (от 10 до 30 м) и синхронных подспутниковых натурных измерений. Научная и практическая значимость результатов определяется также их вкладом в экологическую оценку состояния прибрежной зоны для прогнозирования, предотвращения и ликвидации ее загрязнения, поскольку именно с материковым стоком связаны такие актуальные вопросы, как пространственное распределение и динамика

взвешенного вещества, размыв берегов, искусственное пляжеобразование, антропогенное загрязнение моря и т.д.

Личный вклад автора заключается в том, что она принимала активное участие в планировании и выполнении полевых работ в 9 морских прибрежных экспедициях ИКИ РАН (в том числе руководила работами в экспедициях) в 2018–2023 годах в Черном, Балтийском и Каспийском морях; лично обрабатывала и анализировала собранные в этих экспедициях натурные данные, а также лично подбирала, обрабатывала и анализировала архивные и оперативные спутниковые данные, использованные в настоящей диссертации.

Лично автором сформулированы и поставлены задачи диссертационной работы, ею лично осуществлялся выбор методов исследований, подготовлены материалы публикаций и доклады по теме работы.

Специальность, которой соответствует диссертация.

Направление диссертационной работы и публикаций соответствуют пунктам 1, 3 и 16 паспорта специальности 1.6.17 – «Океанология»: Физические и химические свойства морской воды; Динамические процессы (волны, вихри, течения, пограничные слои) в океане; Методы проведения судовых, береговых и дистанционных океанологических наблюдений, их обработки и анализа.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Материалы диссертации полностью изложены в работах, опубликованных соискателем. По теме диссертации опубликовано 27 научных работ, в том числе 11 статей в рецензируемых научных изданиях из списка, рекомендованного ВАК, 5 статей в международных рецензируемых сборниках научных трудов из списка, рекомендованного ВАК, 10 тезисов в сборниках докладов на Всероссийских и Международных конференциях (РИНЦ). В их числе 15 работ в рецензируемых научных изданиях, входящих в наукометрические базы Web of Science и SCOPUS, и 1 в журнале из списка Q1.

Основные результаты диссертации отражены в следующих работах автора:

1. **Назирова К.Р.,** Жаданова П.Д., Князев Н.А. Результаты многолетних исследований полей мутности и концентрации взвешенного вещества в

- приустьевой зоне р. Мзымты на основе натурных измерений и спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 5. С. 321–332. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-5-321-332.
2. **Назирова К.Р.**, Лаврова О.Ю., Алферьева Я.О., Князев Н.А. Пространственно-временная изменчивость плугов рек Терек и Сулак по спутниковым данным и синхронным натурным измерениям. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 5.
 3. Жаданова П.Д., **Назирова К.Р.** Анализ и верификация алгоритмов определения мутности и концентрации взвешенного вещества, имплементированных в программный комплекс ACOLITE. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 5.
 4. Лаврова О.Ю., **Назирова К.Р.**, Алферьева Я.О., Соловьев Д.М., Жук Е.В. Изменение параметров плува реки Сулак после схода селевых потоков в горах Дагестана. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 3. С. 323–329. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-3-323-329.
 5. Лаврова О.Ю., **Назирова К.Р.**, Алферьева Я.О., Жаданова П.Д., Строчков А.Я. Сопоставление параметров рек Сулак и Терек на основе спутниковых данных и измерений in-situ. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 264–283. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-264-283.
 6. **Назирова К.Р.**, Краюшкин Е.В. Мониторинг распространения вод Калининградского залива в акватории Гданьского залива (Юго-Восточная Балтика). Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 271–284. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-2-271-284.
 7. **Nazirova K.**, Alferyeva Y., Lavrova O., Shur Y., Soloviev D., Bocharova T., Strochkov A. Comparison of In-Situ and Remote-Sensing Methods to Determine Turbidity and Concentration of Suspended Matter in the Estuary Zone of the Mzymta River, Black Sea. Remote Sens. 2021, 13, 143. <https://doi.org/10.3390/rs13010143>.
 8. **Назирова К.Р.**, Лаврова О.Ю., Краюшкин Е.В., Соловьев Д.М., Жук Е.В., Алферьева Я.О. Особенности выявления параметров речного плува контактными и дистанционными методами. Современные проблемы

- дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 2. С. 227–243. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-2-227-243.
9. Lavrova O.Yu., **Nazirova K.R.**, Krayushkin E.V., Stochkov A.Ya. Concurrent field experiments and satellite surveys for assessing environmental risk in the coastal zone of Southeast Baltic // *Ecologica Montenegrina*. 2019. V. 25. P. 44–54. URL: www.biotaxa.org/em.
 10. Лаврова О. Ю., Соловьев Д. М., Строчков А. Я., **Назирова К. Р.**, Краюшкин Е. В., Жук Е. В. Использование мини-дрифтеров для проведения подспутниковых измерений параметров прибрежных течений. *Исследование Земли из космоса*, 2019, № 5, с. 36–49. <https://doi.org/10.31857/S0205-96142019536-49>.
 11. Краюшкин Е.В., Лаврова О.Ю., **Назирова К.Р.**, Алферьева Я.О., Соловьев Д.М. Формирование и распространение вихревого диполя за мысом Таран в Юго-Восточной Балтике. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15. № 4. С. 214–221. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-4-214-221.
 12. Lavrova O.Yu., **Nazirova K.R.**, Soloviev D.M., Alferyeva Y.O., Stochkov A.Y., Bocharova T.Y. Remote sensing of suspended particulate matter: case studies of the Sulak (Caspian Sea) and the Mzymta (Black Sea) mouth areas // *Proc. SPIE. Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions*. 2021. V. 11857. Article 1185705. DOI: 10.1117/12.2599809.
 13. **Nazirova K.**, Lavrova O., Krayushkin E. Features of monitoring near the mouth zones by contact and contactless methods // *Proc. SPIE. Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions*. 2019. V. 11150. Article 111500H. DOI: 10.1117/12.253316.
 14. Krayushkin E., Lavrova O., **Nazirova K.** Distinctive features of the Vistula lagoon outflow by remote sensing and oceanographic experiments data // *Proc. SPIE. Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions*. 2019. V. 11150. Article 111500W. DOI: 10.1117/12.2533024.
 15. Lavrova O., **Nazirova K.**, Soloviev D. Internal Waves on River Plumes // *Intern. Geoscience and Remote Sensing Symp. (IGARSS): Proc.* 2018. P. 7937–7940. DOI: 10.1109/IGARSS.2018.8517318.
 16. Lavrova O.Y., Krayushkin E.V., **Nazirova K.R.**, Stochkov A.Y. Vortex structures in the Southeastern Baltic Sea: Satellite observations and concurrent measurements // *Proc. SPIE Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions* 2018. Article 1078404. DOI: 10.1117/12.2325463.

17. Лаврова О.Ю., Краюшкин Е.В., **Назирова К.Р.**, Строчков А.Я. Возможность получения динамических и пространственных характеристик процессов и явлений в прибрежной зоне на основе комплексного использования квазисинхронных спутниковых данных // Вестник ТвГУ. Серия "География и Геоэкология". 2018. № 3. С.108-124. <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2018-3-108-124>.

ВЫВОД. Диссертация К.Р. Назировой представляет собой законченное научное исследование, актуальна, выполнена на высоком научном уровне. Полученные К.Р. Назировой результаты и сделанные выводы достоверны и обоснованы.

Диссертация К.Р. Назировой отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации к диссертациям, предусмотренным пунктами 9-14 Положения о порядке присуждения учёных степеней.

Диссертация Назировой Ксении Равильевны "Пространственно-временная изменчивость плумов речных и лагунных вод по спутниковым данным и синхронным натурным измерениям" рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 "Океанология".

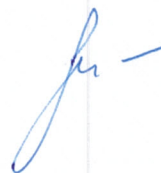
Заключение принято на заседании НТС 55 отдела "Исследование Земли из космоса" Института космических исследований РАН. Присутствовало на заседании 10 членов НТС 55 отдела. Результаты голосования: "за" - 10 чел., "против" - 0 чел., "воздержалось" - 0 чел., протокол от "12" февраля 2025 г.

Председатель НТС отдела 55 ИКИ РАН
д.ф.-м.н.



Д. М. Ермаков

Ученый секретарь НТС отдела 55 ИКИ РАН
к.ф.-м.н.



М. И. Митягина