

**Назирова К.Р.**

**"Дистанционное исследование вихревых структур в океане"**

Список научных статей:

1. **K. Nazirova**, Mapping of vortex structures in the Caspian Sea // Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2020, 11529-23, V.1. (Индексируется Web of Science, Scopus, РИНЦ). <https://doi.org/10.1117/12.2573983>.
2. Е.В. Краюшкин, **К.Р. Назирова**, О.Ю. Лаврова, Н.А. Князев, Субмезомасштабный циклонический вихрь за мысом Гвардейский в Юго-Восточной Балтике: спутниковые наблюдения и подспутниковые измерения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. т. 17. № 4. с. 290–299. (Индексируется Scopus, РИНЦ, Q3).  
DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-4-290-299.

В связи с появлением и широкой доступностью для научных исследований данных спутникового зондирования высокого пространственного разрешения удалось серьезно продвинуться в изучении мелкомасштабных динамических процессов, в частности субмезомасштабных вихревых структур, радиус которых меньше бароклинного радиуса деформации Россби. В силу внушительной антропогенной нагрузки в Каспийском море (статья №1) и существенного влияния биогенных загрязнений в Балтийском море (статья № 2) особенно актуальными являются задачи исследования и мониторинга динамических процессов, которые дают возможность провести оценки переноса загрязняющих веществ в выбранных регионах.

В статье (1) представлены результаты многолетнего спутникового мониторинга вихревых структур над всей акваторией Каспийского моря. Были отобраны, обработаны и проанализированы все доступные спутниковые данные высокого пространственного разрешения (6891 спутниковых сцен) в оптическом диапазоне для трех временных периодов с 1999 по 2006 гг., с 2007 по 2013 гг. и отдельно 2019 г. и 2020 г. Основной задачей данной работы было выявление вихревых структур в Каспийском море с целью провести картирование и выделить основные районы вихреобразования.

В результате проведенной работы положено начало в накопление статистики о пространственной, сезонной и межгодовой изменчивости проявления вихревых структур в каждой части водоема и в целом по всему Каспийскому морю. Было выявлено, что вихревые структуры образуются и отображаются на спутниковых данных на протяжении всего календарного года и в среднем на 20-30 % безоблачных сцен отмечаются постоянно. В летний период количество вихревых структур больше чем в зимний, что скорее всего связано с ослаблением ветрового режима по сравнению с зимним периодом и меандрированием основных элементов циркуляции Каспийского моря. Проведено картирование выявленных по спутниковым оптическим данным за весь семнадцатилетний период элементов циркуляции вод Каспийского моря. В каждой части морской акватории были выделены основные районы, где наиболее часто происходит образование вихревых структур: 3 в Южном Каспии; 1 в Среднем Каспии и 2 в Северном

Каспии. Было отмечено, что Южной части Каспийского моря наблюдается более интенсивное вихреобразование по сравнению с другими частями водоема. По результатам анализа полученных данных отмечается преобладание субмезомасштабных циклонов и антициклонов в прибрежной части Каспийского моря. Основные причины их образования: поступление речного стока, сложная донная и береговая топография, завихренность ветрового поля, сдвиговая неустойчивость на периферии основных элементов циркуляции.

Накопленные данные, полученные карты и статистические результаты имеют важный практический характер для использования при мониторинге нефтесодержащих загрязняющих веществ, а также будут полезны для учета всех смежных научных дисциплин, занимающихся изучением динамических процессов Каспийского моря.

В работе (2) представлены результаты синхронных подспутниковых натуральных измерений субмезомасштабного циклонического вихря в Юго-Восточной части Балтийского моря, который чётко отразился на изображении, полученном с помощью MSI Sentinel-2B. Данный вихрь сформировался за м. Гвардейский Самбийского п-ова под действием устойчивых в течение трёх дней ветров восточных румбов, что само по себе достаточно редкое явление, поскольку в данном районе формируются в основном антициклонические вихри и вихревые диполи вследствие преобладания западных ветров.

Совместный анализ данных спутникового зондирования и полностью синхронных с ним измерений, с помощью акустического доплеровского профилографа течений ADCP, позволил не только определить характерные горизонтальные размеры вихря (вихрь имел форму эллипса с размерами большой полуоси 1,6 км и малой — 1,42 км), но и доказать, что он распространяется по всей водной толще от поверхности до дна (до 15 м). Натурные измерения, проведённые в одном и том же районе с разницей почти в 7 ч, позволили также оценить скорость смещения центра вихря, которая составила 8,5 см/с. Субмезомасштабный циклонический вихрь проявился на спутниковом изображении за счёт трассера, которым в данном случае стали скопления цианобактерий, что нашло подтверждение в результате измерений с помощью датчика концентрации хлорофилла-а в вихре (12 мкг/л) и вне его (5 мкг/л).

За шестилетний опыт экспедиционных исследований в данном регионе, авторами впервые удалось наблюдать подобный механизм образования вихревой структуры и при этом осуществить синхронные со спутниковым пролетом натурные измерения. Такого рода результаты в исследуемом районе опубликованы впервые.