

КАРТИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР В КАСПИЙСКОМ МОРЕ ПО РАДИОЛОКАЦИОННЫМ И ОПТИЧЕСКИМ ДАННЫМ ЗА 2007-2013 ГГ. И 2020 Г.

Назирова К.Р., Краюшкин Е.В.

Институт космических исследований РАН, Москва

knazirova@iki.rssi.ru



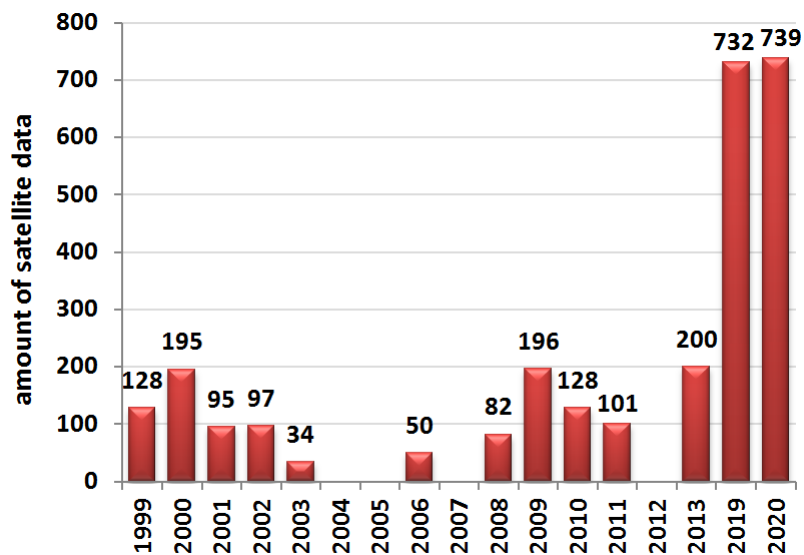
Карта-схема района исследования

Введение. В работе представлены результаты многолетнего спутникового мониторинга вихревых структур над всей акваторией Каспийского моря на основе данных дистанционного зондирования высокого пространственного разрешения в оптическом и в радиолокационном диапазонах в период с 2007 по 2013 гг. и отдельно 2020 г. Первостепенной задачей данной работы было выявление вихревых структур в Каспийском море с целью проведения картирования и выделения основных районов вихреобразования. Преимущественно, спутниковые данные были получены с космических аппаратов: Landsat-5 (TM), Landsat-7 (ETM+), Sentinel-2A/2B (MSI), Landsat – 8 (OLI), Envisat ASAR, Sentinel-1A SAR. Для обработки и анализа радиолокационных данных использовалась специализированная программа ENVI. При работе с оптическими данными в цветосинтезированном RGB-режиме использовался информационный портал "SeeTheSea", разработанный в Институте космических исследований РАН. Для каждой части Каспийского моря (Северного, Среднего и Южного) были выделены основные районы вихреобразования и представлены в виде карты-схемы. В работе приведена статистика о пространственной, сезонной и межгодовой изменчивости проявления вихревых структур в каждой части водоема и в целом по всему Каспийскому морю на основе оптических и радиолокационных данных дистанционного зондирования.

Анализ спутниковых данных в оптическом диапазоне.

	Sentinel-2A/2B (MSI)	Landsat-5 (TM)	Landsat-7 (ETM+)	Landsat-8 (OLI)
Спектральный канал	2,3,4	1,2,3	1,2,3	2,3,4
Длина волны (нм)	490 560 665	525-605 630-690 750-900	525-605 630-690 750-900	450-515 525-600 630-680
Пространственное разрешение (м)	10	30	30	30

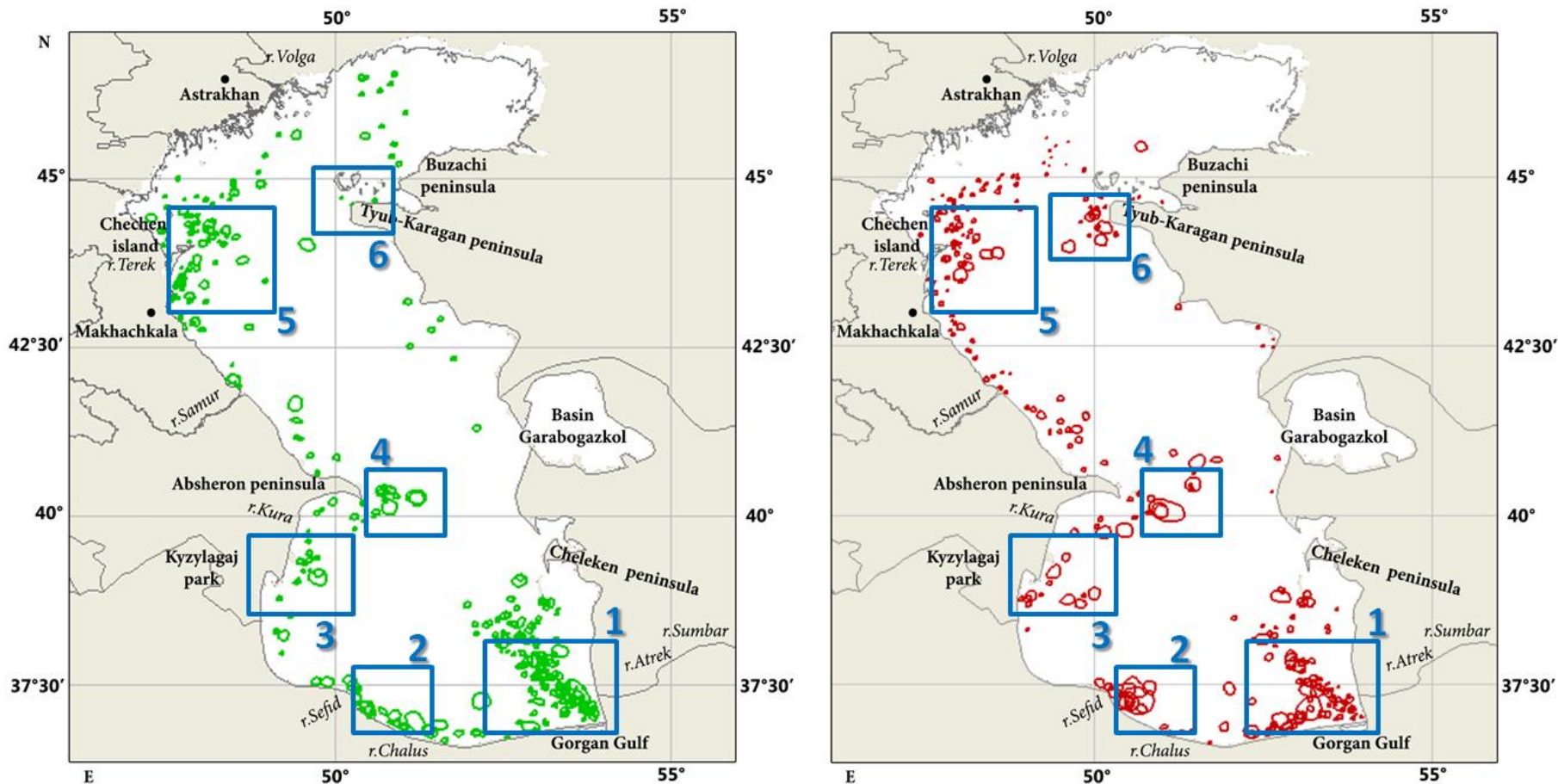
В таблице представлены основные характеристики используемых спутниковых данных.



- стоит отметить неравномерное распределение данных по годам
- в 2019 и 2020 гг. отмечается существенное превосходство по количеству сцен - было получено в 5,5 раза больше оптических данных, чем в предыдущие года
- более интенсивное вихреобразование наблюдается в Южной части Каспийского моря
- всего для Южного Каспия (за 17 лет) было обработано 6891 снимок
- около 50% от общего количества сцен покрыты сплошной облачностью
- в среднем на 20-30% сценах встречаются вихревые структуры

Гистограмма распределения количества спутниковых сцен в оптическом диапазоне за весь период спутникового мониторинга для Южной части Каспийского моря

Результаты. Картирование вихревых структур.



Сводная карта поверхностных проявлений вихревых структур в акватории Каспийского моря, составленная на основе спутниковых данных за период 1999-2006 гг. и 2019 г. – справа, и за период с 2007-2013 гг. и 2020 г. - слева

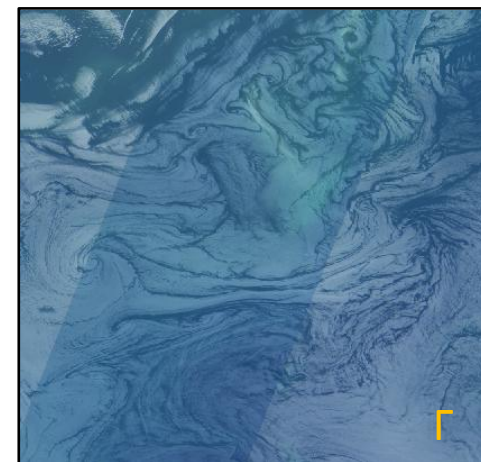
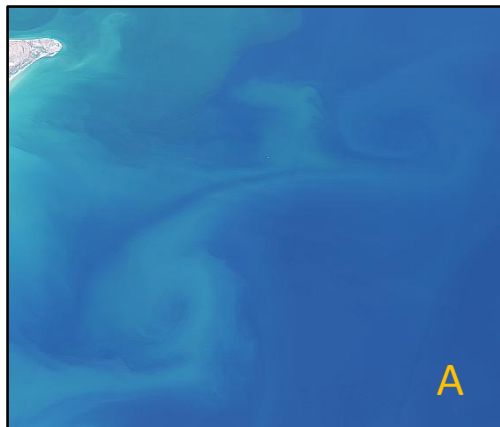
Основные районы вихреобразования.

На основе оптических спутниковых данных многолетнего мониторинга, для каждой части Каспийского моря были выделены основные районы вихреобразования:

1. Южный Каспий:
 - юго-восточная часть (В)
 - южное побережье (Б)
 - район Кызылагаджского заповедника
2. Средний Каспий:
 - западное побережье (А)
3. Северный Каспий:
 - юго-западная часть
 - в районе Мангышлакского залива (Г)

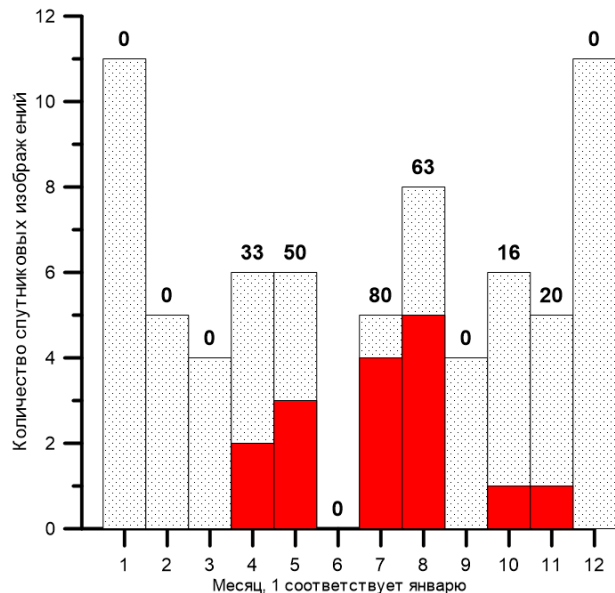
Были выделены *основные причины вихреобразования*:

- поступление речного стока;
- сложная донная и береговая топография;
- завихренность ветрового поля;
- сдвиговая неустойчивость на периферии основных элементов циркуляции.

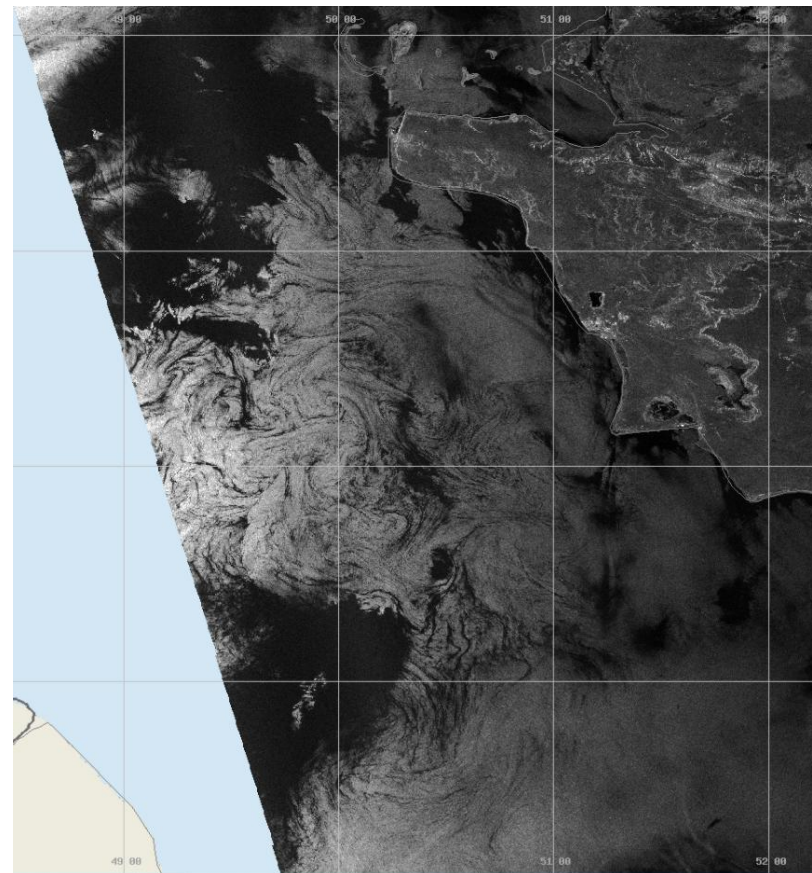


Примеры поверхностного проявления вихревых структур на фрагментах спутниковых данных в оптическом диапазоне: А - MSI Sentinel-2B image, 2019-08-22, 07:47:18 GMT; Б - MSI Sentinel-2A image, 2020-07-29, 07:38:44 GMT; В - MSI Sentinel-2A image, 2020-07-08, 07:18:11 GMT; Г - MSI Sentinel-2A image, 2019-06-01, 07:57:04 GMT.

Анализ спутниковых данных в радиолокационном диапазоне.



Гистограмма распределения спутниковых сцен в радиолокационном диапазоне за 2007 г. над всей акваторией Каспийского моря



Проявление цепочек вихревых структур за счет ПВ на фрагменте спутниковых данных Envisat ASAR.

Анализ и обработка многолетних рядов спутниковых данных за период 2007 – 2013 гг. и 2020 г. над акваторией Каспийского моря выполнялись **при финансовой поддержке** гранта Российского научного фонда – **РНФ № 19-77-20060.**