

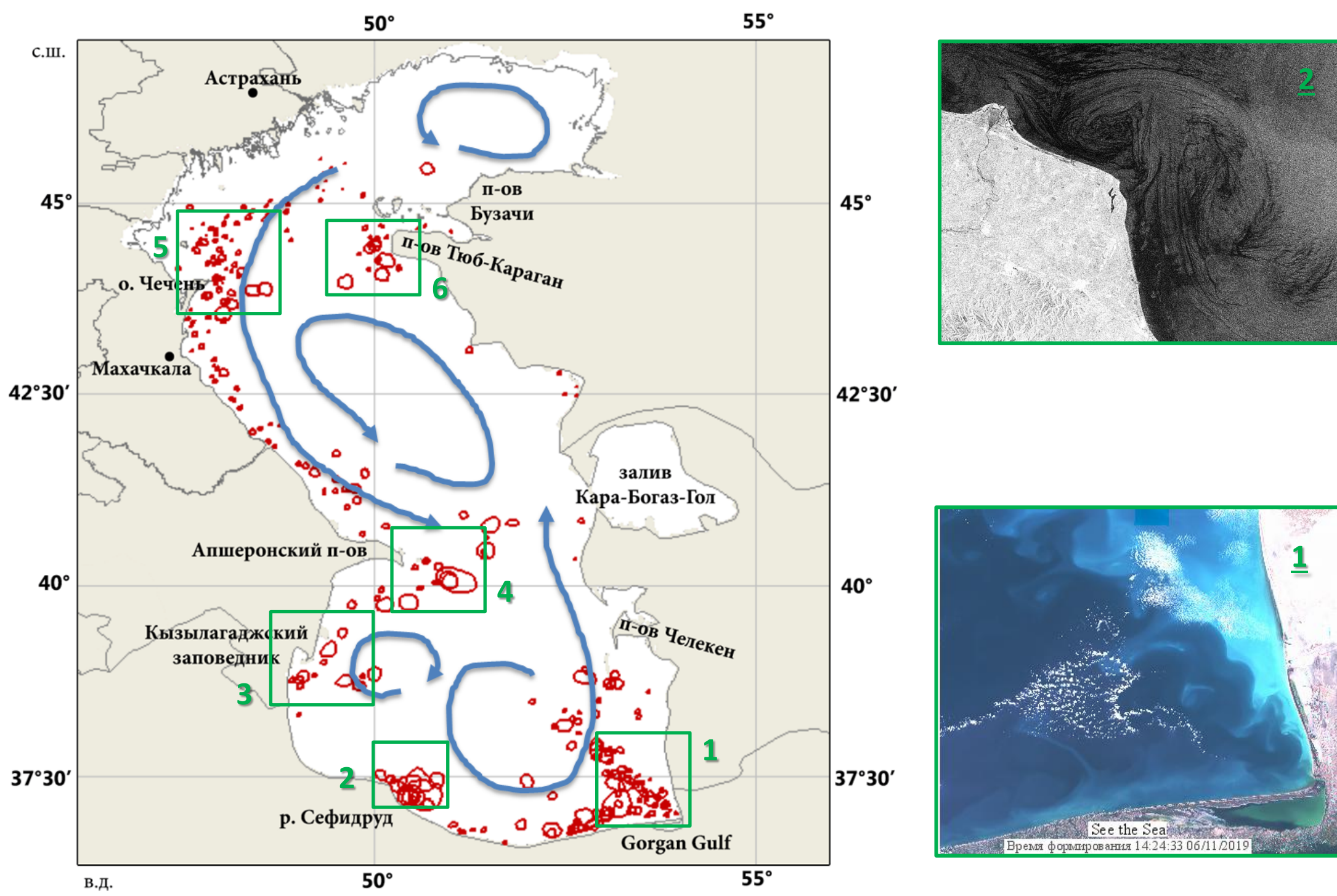
# ВЫЯВЛЕНИЕ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР В КАСПИЙСКОМ МОРЕ ПО РАДИОЛОКАЦИОННЫМ И ОПТИЧЕСКИМ ДАННЫМ ЗА 1999-2006 ГГ. И 2019 Г.

Назирова К.Р.

Институт космических исследований РАН, Москва

knazirova@cosmos.ru

## Введение



Сводная карта поверхностных проявлений вихревых структур в акватории Каспийского моря, составленная на основе спутниковых данных за 1999-2006 гг. и 2019 г.

Каспийское море – самый крупный замкнутый водоём, вытянутый по меридиану на 1200 км и со средней шириной около 300 км, который принято разделять на три части: Северный, Средний и Южный Каспий. Максимальная глубина составляет чуть более 1000 м, при том что Северный Каспий имеет глубины не более 20 м. Определяющую роль в водном балансе водоёма играет речной сток. Наиболее крупные реки – это Волга, Урал, Терек, Сулак, Самур, Сефидруд и др. Каспийское море омывает берега пяти государств: России, Азербайджана, Ирана, Туркменистана и Казахстана. В экономике этих государств Каспийское море играет важную роль, так как здесь происходит активная добыча нефти и газа, развито судоходство, рыболовство и добыча морепродуктов, различных солей и минералов, а так же водоём активно эксплуатируется в качестве рекреационного ресурса. В силу внушительной антропогенной нагрузки и особенностей гидрологии и морфологии объекта создается ряд экологических и водохозяйственных проблем. Известно, что динамические процессы оказывают влияние на транспорт морских загрязнений. Поэтому основной целью в этой работе было выявление вихревых структур в Каспийском море как на радиолокационных, так и на оптических спутниковых данных за период с 1999 по 2006 гг. и 2019 г.

## Цель:

•Выявление вихревых структур в Каспийском море

## Задачи:

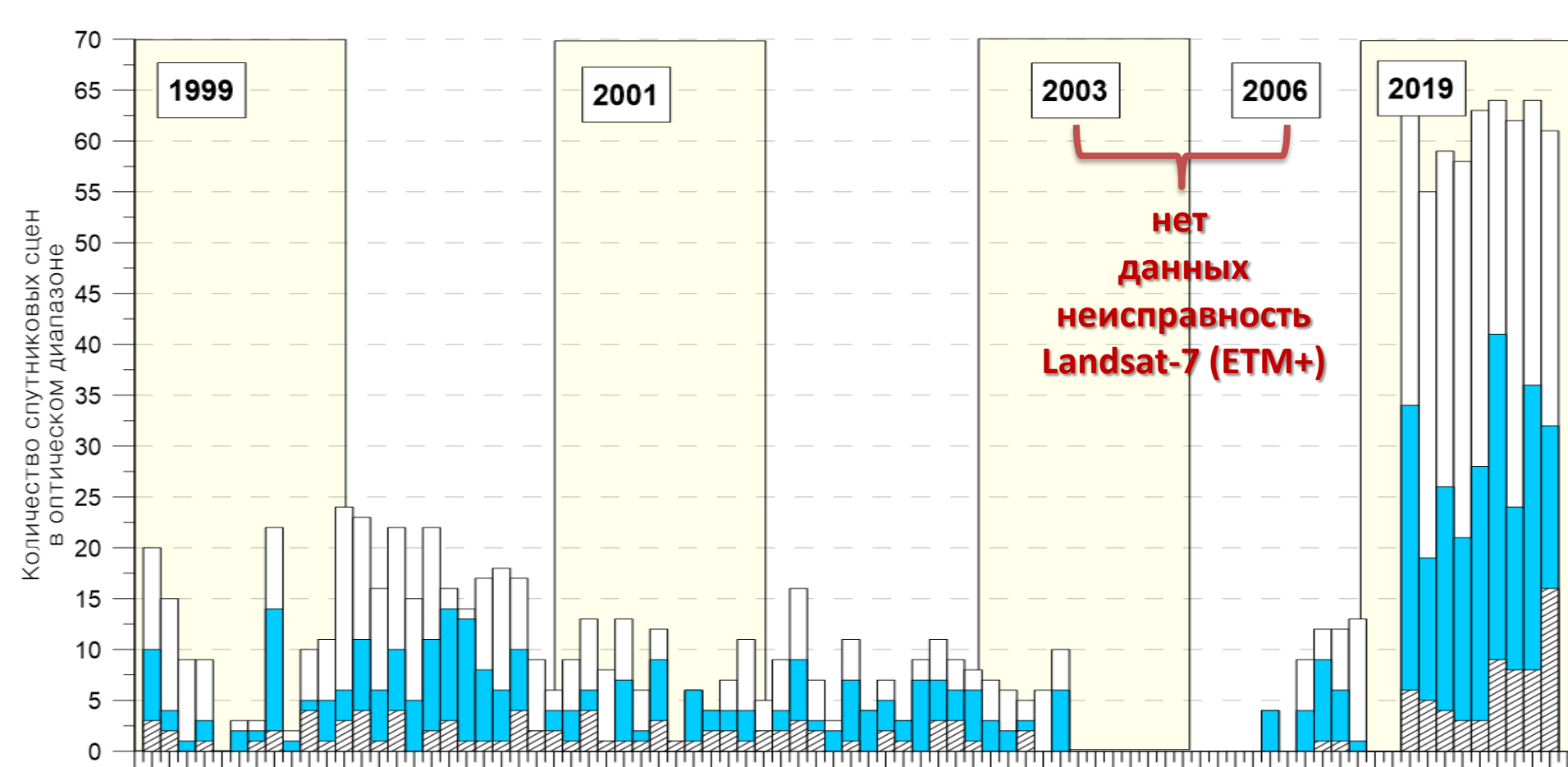
- Анализ всех видов спутниковых данных в период с 1999 по 2006 гг. и 2019 г.
- Картографирование выявленных по спутниковым радиолокационным и оптическим данным элементов циркуляции вод Каспийского моря
- Накопление статистики о пространственной, сезонной и межгодовой изменчивости гидродинамических процессов

## Анализ спутниковых данных

За период с 1999-2006 год и 2019 год был проанализирован существенный массив данных. Только для Южного Каспия было проанализировано 2623 сцены высокого разрешения в оптическом диапазоне. Инструментом для анализа спутниковых данных служил информационный портал «See The Sea», разработанный сотрудниками ИКИ РАН. Основные спутниковые данные были получены с космических аппаратов Landsat-5 (TM), Landsat-7 (ETM+), Sentinel-2A/2B (MSI) и Landsat – 8 (OLI).

### Основные тезисы:

- существенное превосходство 2019 года по количеству сцен - в среднем более 60 ежемесячно против 15 в предыдущие года
- синоптические условия над акваторией Каспийского моря определяются частой сменой воздушных масс во все сезоны года. Поэтому около 50% сцен от полученных данных покрыты облачностью.
- среди безоблачных сцен в среднем на 20-30 % сценах встречаются вихревые структуры
- отмечается преобладание субмезомасштабных циклонов и антициклонов
- в летний период количество вихревых структур больше чем в зимний



Гистограмма распределения сцен в оптическом диапазоне по всем годам для Южного Каспия. Белый цвет отражает % облачных сцен, синий – безоблачных, заштрихованные области – количество сцен на которых были обнаружены вихревые структуры.

## Картирование вихревых структур

Было отмечено, что вихревые структуры в основном встречались в шельфовой зоне Каспийского моря. Более интенсивное вихреобразование наблюдается в Южном Каспии. Основные причины их образования: поступление речного стока, сложная донная и береговая топография, завихренность ветрового поля, сдвиговая неустойчивость на периферии основных элементов циркуляции.

### Основные районы вихреобразования.

#### 1. Южный Каспий:

- в юго-восточной части Южного Каспия круглогодично отмечается образование вихревых структур на границе шельфа и материкового склона. Они хорошо видны на оптических изображениях за счет поступления в море вод из залива "Gorgan Gulf", а так же чуть севернее на территории Туркменистана идет поступление мутных вод из множества искусственно сделанных каналов от сельскохозяйственных орошаемых угодий
- южное побережье Каспийского моря. Здесь со стороны побережья Ирана идет обильное поступление речных вод из р. Чалус, р. Машалак, р. Коркруд, р. Сардобрад. На периферии плюмов этих рек в процессе смешения речной и морской воды достаточно часто образуются вихревые структуры
- район Кызылагаджского заповедника

#### 2. Средний Каспий:

- вдоль западного побережья Каспийского моря. Отмечается периодическое вихреобразование в районе острова Чечень, Архангельского государственного природного заказника и на траверзе устья реки Терек. Южнее вдоль западного побережья идет поступление более мутных вод из водохранилища Бешеное и рек Сулак и Самур

#### 3. Северный Каспий:

- юго-западной части Северного Каспия (при глубинах > 4-5 м)
- редкие случаи образования вихревых структур в Мангышлакском заливе, напротив мыса Тюб-Караган и мыса Урдюк

Анализ и обработка многолетних рядов спутниковых данных за период 1999 – 2006 гг. и 2019 г. по Каспийскому морю выполнялись при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда – РНФ № 19-77-20060.