



СГОНЫ В ТАГАНРОГСКОМ ЗАЛИВЕ ПО СПУТНИКОВЫМ И МОДЕЛЬНЫМ ДАНЫМ

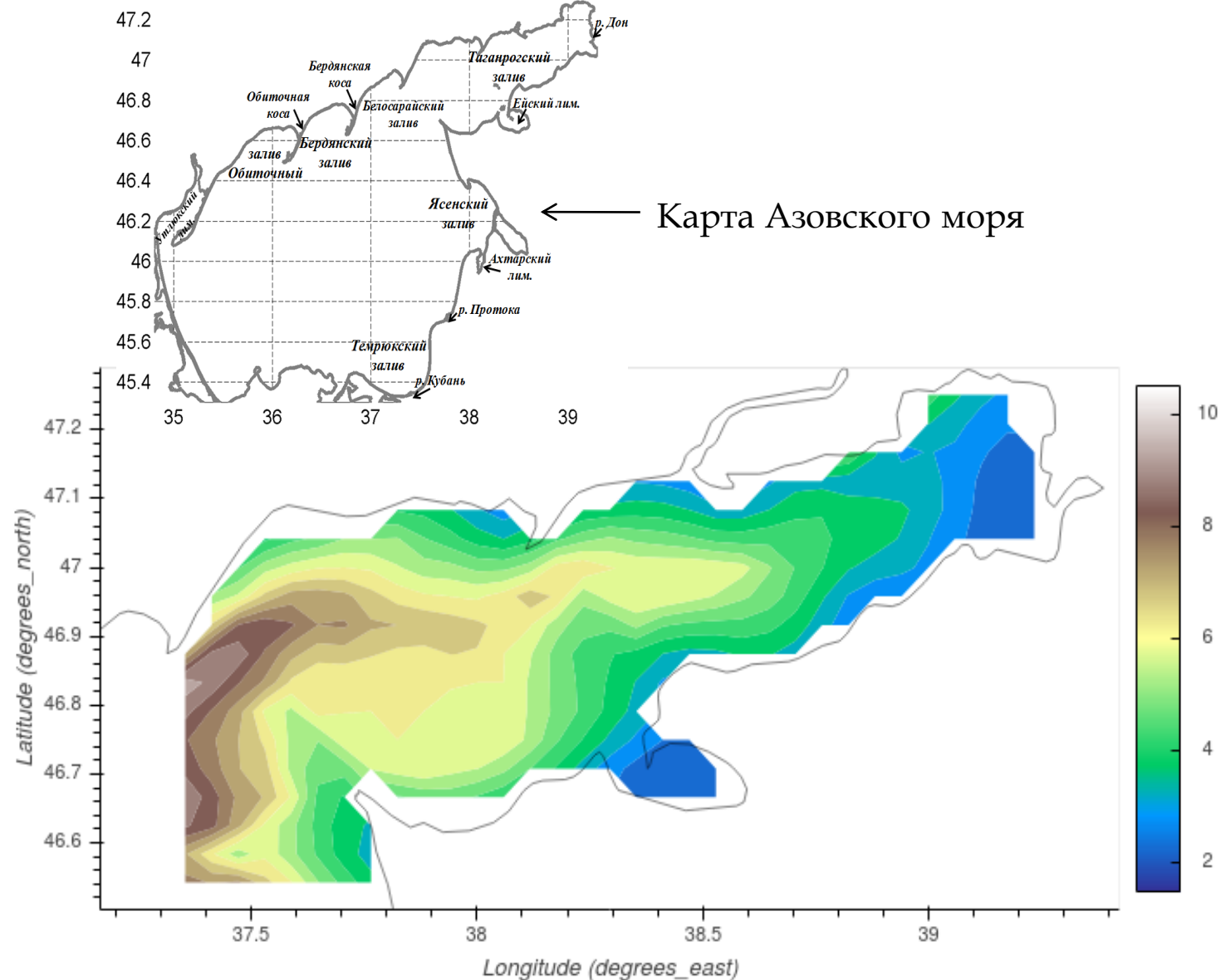
**Алескерова А.А., Василенко Н.В., Фомин В.В., Кубряков А.А., Станичный С.В.,
Медведева А.В.**

Всероссийская научная конференция «Современные проблемы дистанционного
зондирования Земли из космоса»

г. Севастополь 2021

Азовское море является мелководным морем внутреннего типа. Наименьшие глубины в Таганрогском заливе, где существенное влияние оказывает сток реки Дон, наиболее часто наблюдаются сгонно-нагонные явления (60 %), амплитуда таких сгонно-нагонных колебаний максимальна и составляет 6,87 м (Черкесов и др., 2017).

Изучение сгонов является важной задачей для навигации и безопасности (при сгонах происходит обмеление подходных каналов к портам, что затрудняет эксплуатацию морского хозяйства, включая морской транспорт)



EMODnet метаданные и данные цифровой модели рельефа дна были получены с портала батиметрии // электронный источник [<http://www.emodnet-bathymetry.eu>]

Цель работы – определение площади открытия дна во время экстремальных сгонов. Провести сопоставление данных, полученных с помощью оптических сканеров спутников Sentinel-2 и Landsat-8 и данных, рассчитанных по численной модели ADCIRC + SWAN для случаев наблюдения сгонов в Таганрогском заливе.

Данные

1. Изображения **Landsat 8** и **Sentinel-2** с высоким пространственным разрешением 30 м и 10 м соответственно

2. Данные о ветре **NCEP** с 6-часовой дискретностью и данные оперативной модели **NOMADS**, NOAA (<http://www.nomad3.ncep.noaa.gov/>)

3. Совместная численная модель **ADCIRC + SWAN**, которая объединяет две хорошо апробированные и широко применяемые модели:

ADCIRC (Advanced Circulation Model for Shelves Coasts and Estuaries) [Luettich et al., 2004; Luettich et al., 1992]

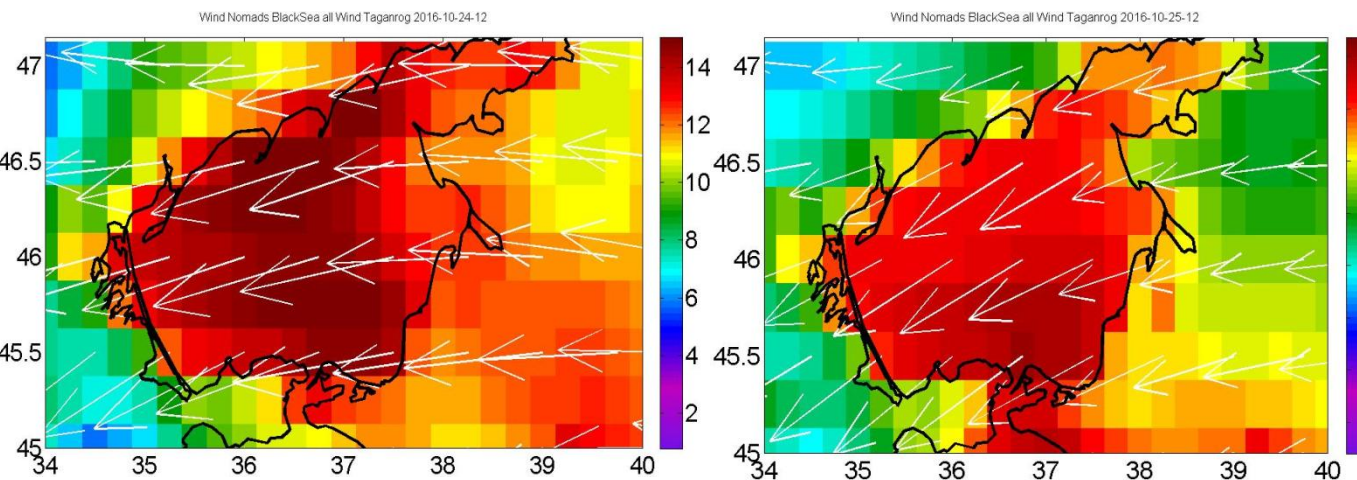
SWAN (Simulation Waves Nearshore) [Zijlema, 2010; Booij et al., 1999],

которые используются для расчета штормовых нагонов и ветрового волнения.

Влияние ветровых условий на возникновение стонных явлений



Снимок Sentinel – 2, 26 октября 2016 г.



Данные о ветре по модели NOMADS за 24 -25 октября 2016 г.

1. Для выявления стонов в Таганрогском заливе по спутниковым данным были проанализированы данные с 1998 по 2021 гг. о ветре. Отбирались даты, где встречался северо-восточный, восточный ветер со скоростью более 10 м/с.
2. Всего было отобрано 69 таких случаев. Чаще всего сильные северо-восточные ветра для Таганрогского залива наблюдались в осенне-зимний период.
3. С 2013 года были проанализированы спутниковые снимки **Landsat 8** и **Sentinel-2** (с 2015), было отобрано 25 снимков, на которых наблюдался стон.

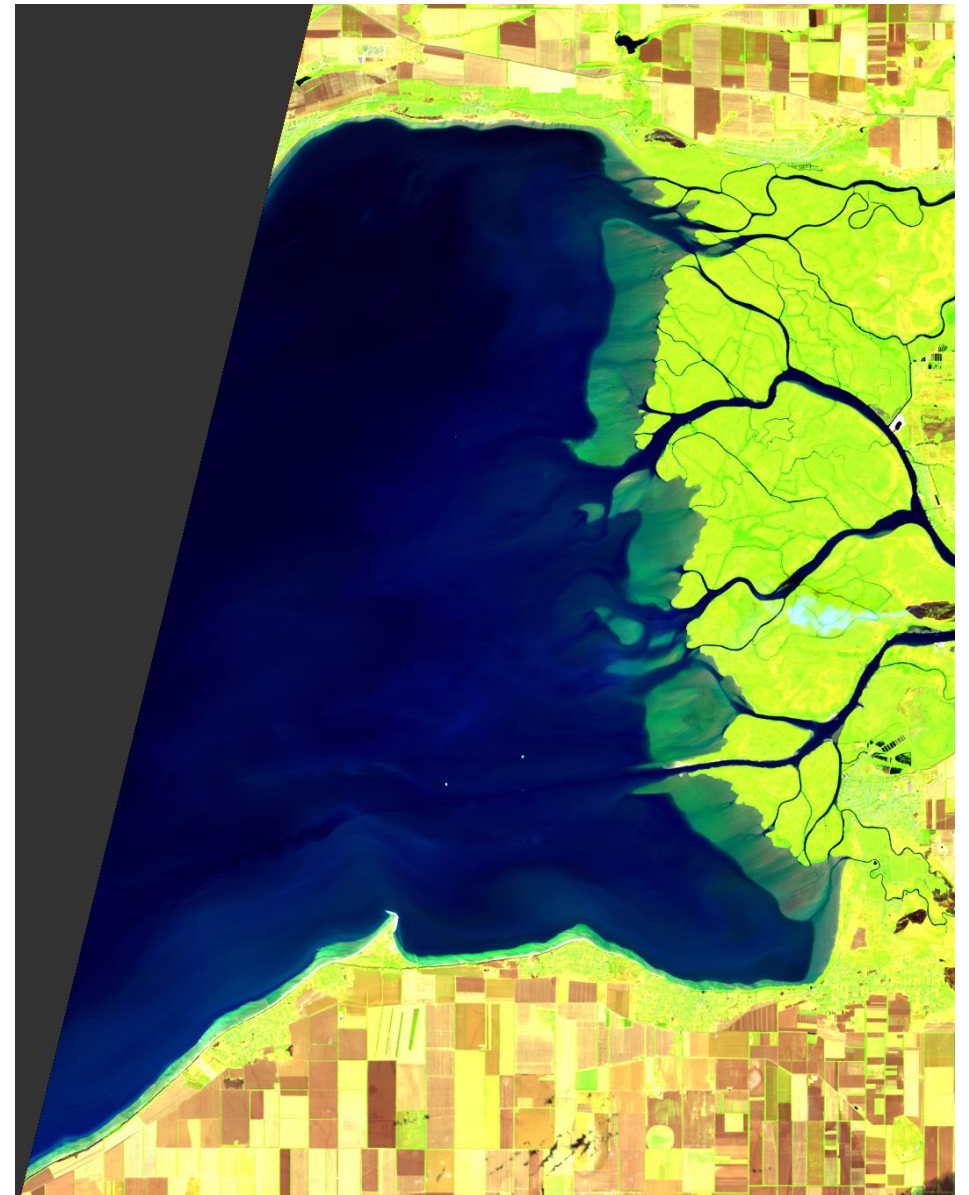
Выявление стоковых процессов по спутниковым данным

Для выделения стонов на снимках использовалась комбинация каналов :

R – **swir_1** (1,6 мкм) - маленький сигнал от воды, льда, снега;

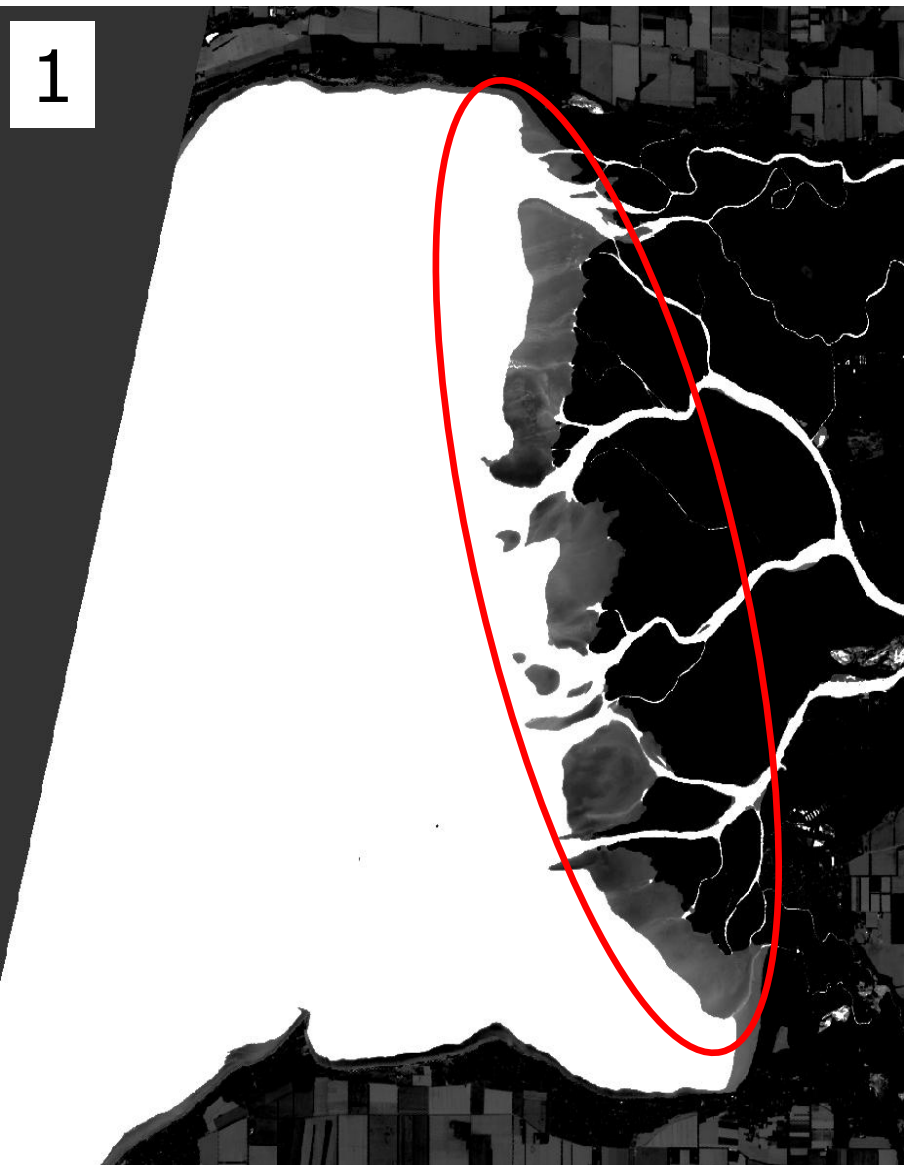
G – **near_infrared** (0,8 мкм) – маленький сигнал только от воды;

B – **Blue** канал (0,5 мкм) – большой сигнал от воды



Выделение стонов по Landsat-8,
12 сентября 2015 г.

Выявление стонных процессов по спутниковым данным



1. Используя комбинацию каналов для Landsat-8 $(B4-B8)/(B4+B8)$ Разделяем воду и сушу. Получаем зону осушки.

2. RGB изображение:

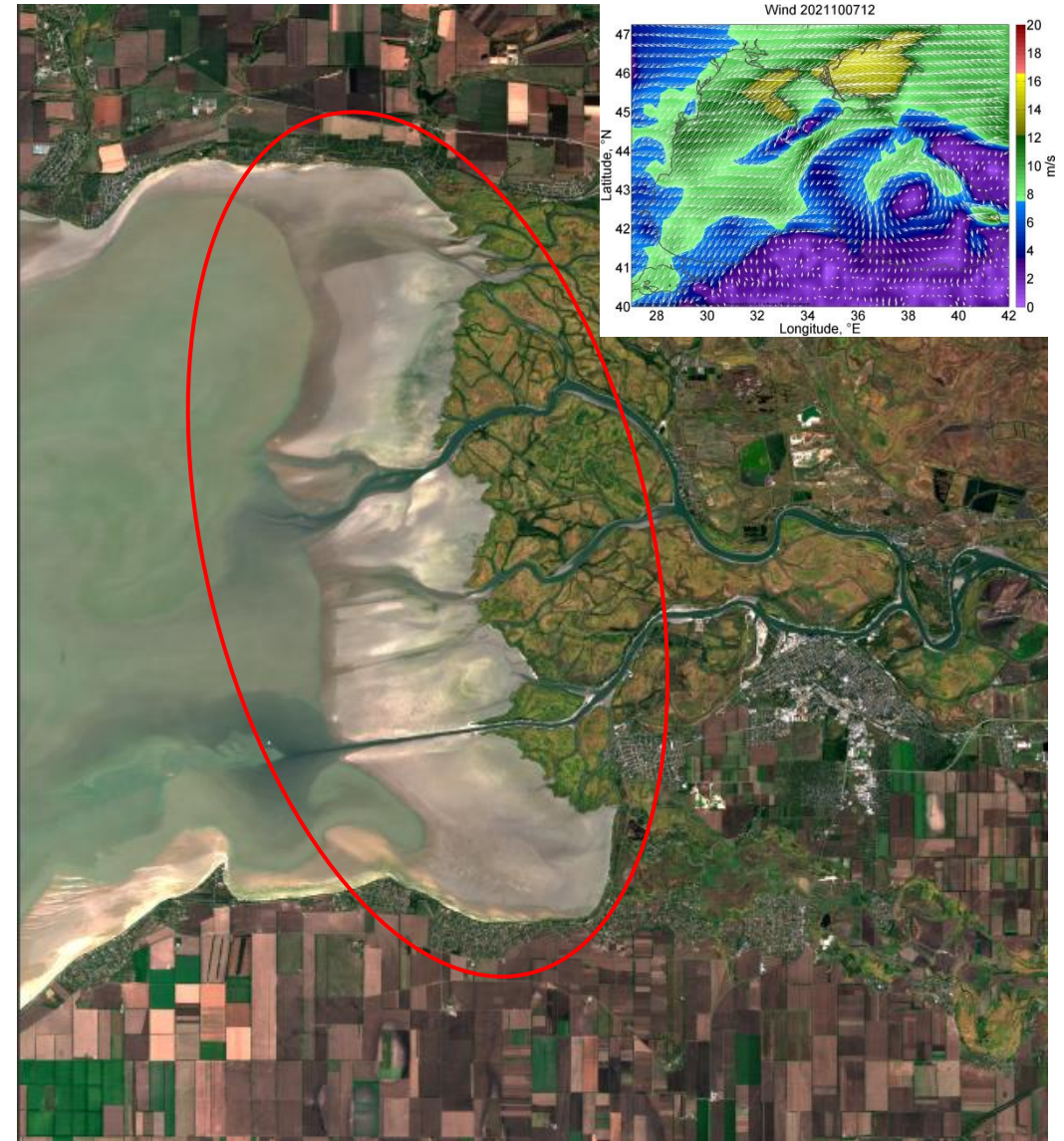
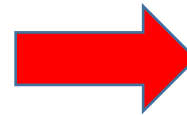
R – красный канал
G – зеленый канал
B – комбинация каналов $(B4-B8)/(B4+B8)$

Выделение стонов различными методами по Landsat-8, 12 сентября 2015 г.

Эволюция развития сгона по спутниковым данным

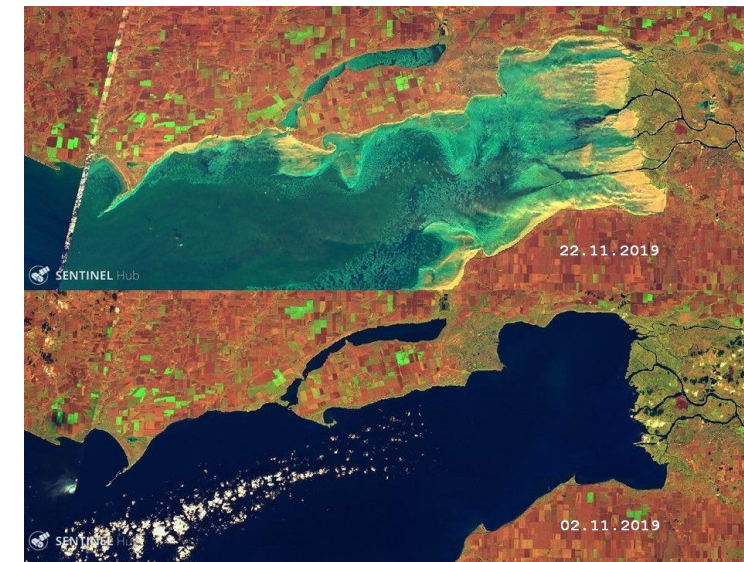
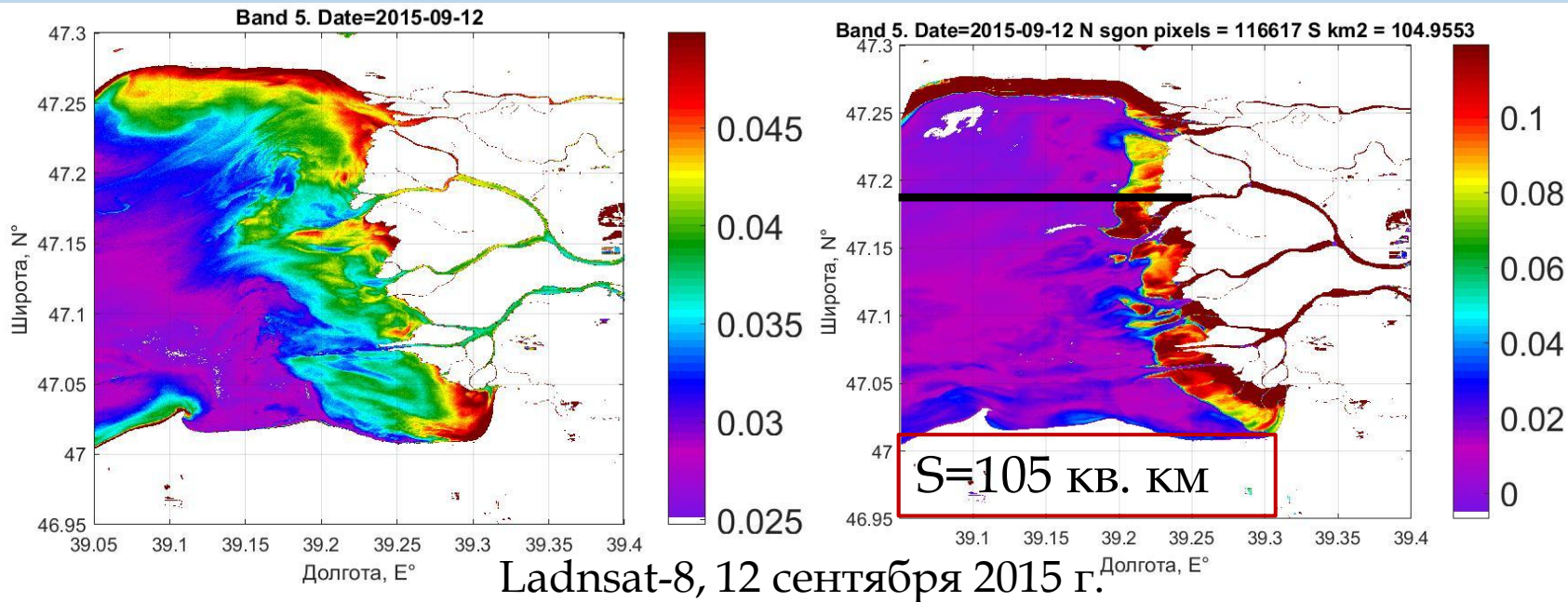


Sentinel-2, 2 октября 2021 г.



Sentinel-2, 7 октября 2021 г.

Расчет площади стонных процессов по спутниковым данным



Сопоставление снимков со снегом и без, 2019 год



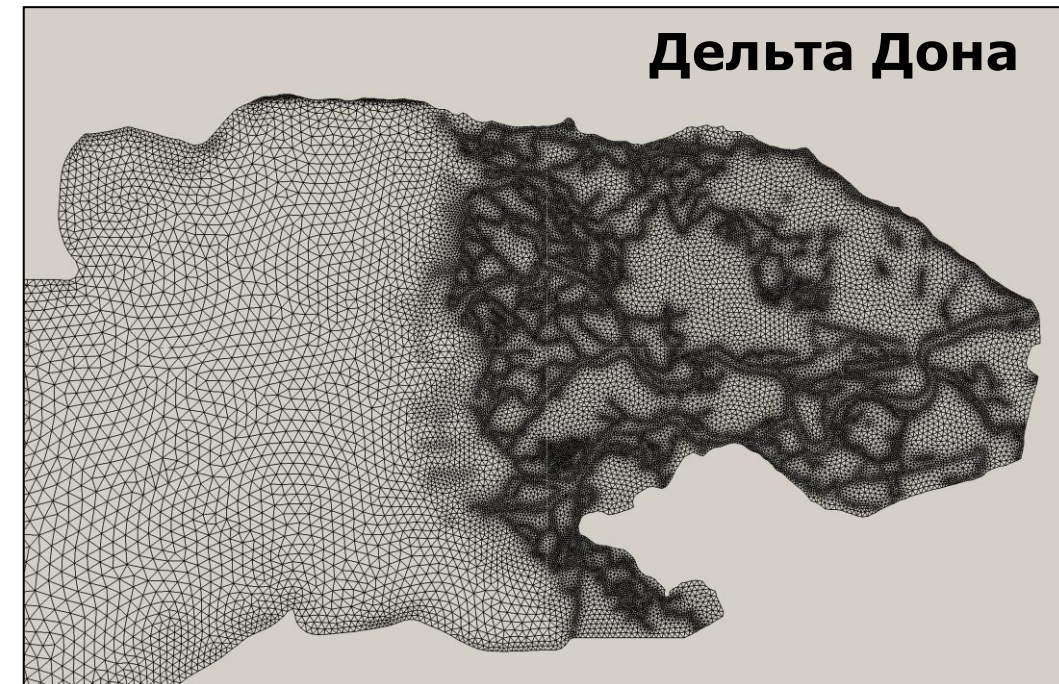
Разрез на 47.19 с.ш. по 5 канал Ladnsat-8

Алгоритм :

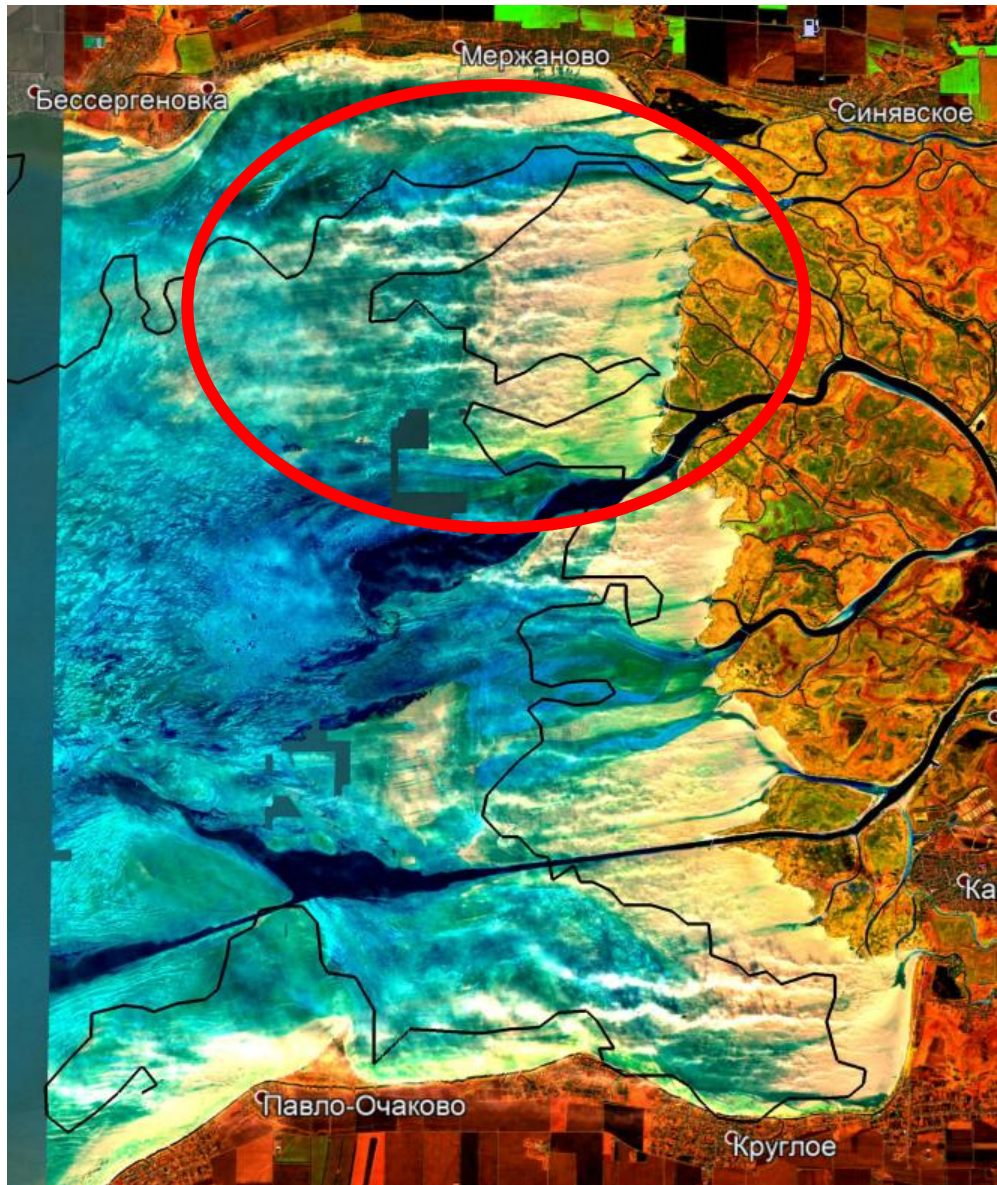
1. Находим ближайший безоблачный снимок без сгона
2. Рассчитываем RSS для двух снимков в **near_infrared** (0,8 мкм) канале
3. Рассчитываем **разность RSS** для этих снимков
4. Если данная разность **больше 0,05**, то считаем, что в данной области наблюдается сгон
5. Проводим перерасчет количества пикселей в кв.км.

Расчетная сетка для моделирования стонно-нагонных процессов в Азовском море

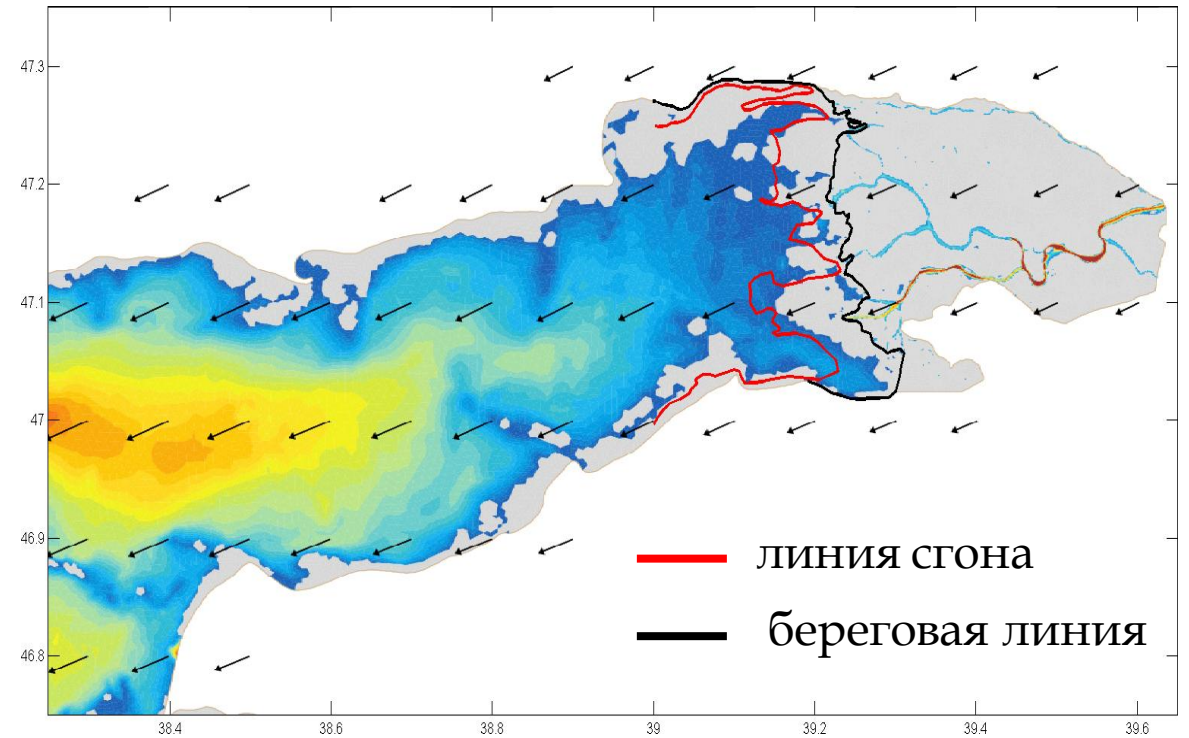
- Расчетная область содержит ~ 349 000 расчетных ячеек
- Расчеты выполнялись для всего Азовского моря и Керченского пролива.
- Для построения расчетной сетки использовались крупномасштабные навигационные карты и данные топографии суши NASA.
- Морская и речная границы дельты Дона определялись по данным Google.
- На южной жидкой границе Керченского пролива ставилось условие свободного прохождения, речной сток не учитывался.
- Для морского дна и суши использовались разные параметры шероховатости [Fomin V.V. et al., 2018].



Сопоставление спутниковых и модельных данных

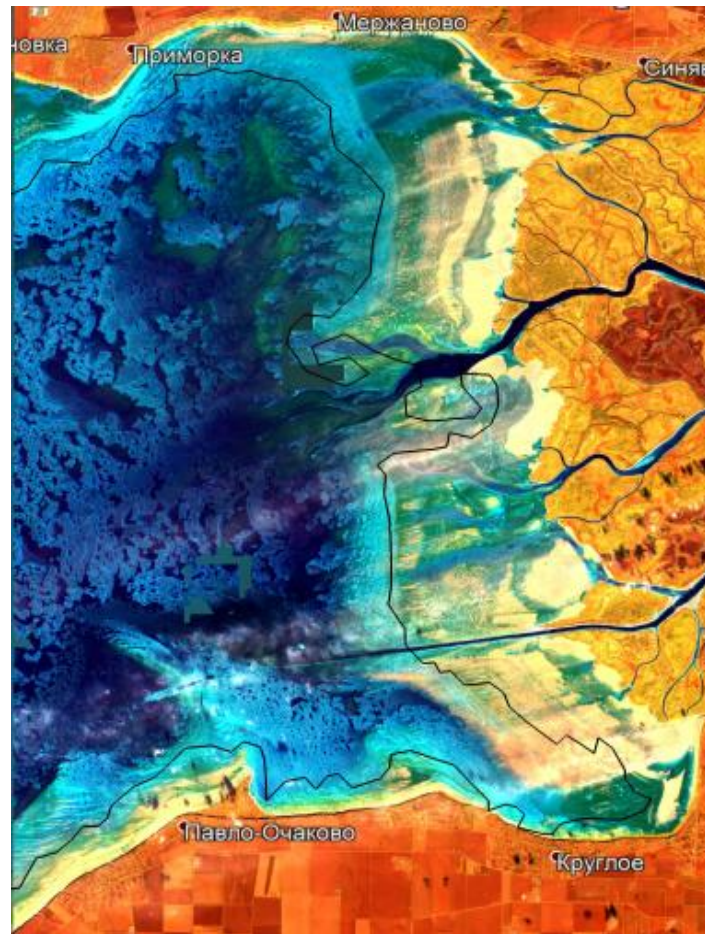


Sentinel-2, 22 ноября 2019 г.



- Сгон в районе гирла Кутерьма до гирла Широкое наблюдается на расстоянии 5,5 км.
- Линия сгона, полученная по модели, в основном совпадает со спутниковыми данными.
- Переоценка зоны осушки по модели наблюдается вдоль северного побережья залива.
- По модели сгон наблюдается на расстоянии 4 км от берега, а по спутниковым – не более 1 км.

Сопоставление спутниковых и модельных данных



Спутниковые снимки с наложенными на них границами областей осушки дна, полученными по модели 14 ноября 2018 г. и 15 ноября 2018 г.

В данный период времени в Таганрогском заливе начинает образовываться ледяной покров.

Примененная комбинация каналов дает возможность однозначно отделить зону осушки ото льда.

Зона осушки увеличивается с 5 на 6 декабря в среднем на **2 км**.

Модельные данные дают небольшое **занижение** расстояния сгона от берега относительно спутниковых данных.

По модельным данным также происходит увеличение сгона, но на **1-1,5 км**.

В общем, линия зона осушки от берега расположена в 4-5 км.

Выводы

- ✓ Комбинация каналов оптических спутников дает возможность выделять зону осушки в результате сгонно-нагонных явлений.
- ✓ Показано, что сгоны возникают при сильных восточных и северо-восточных ветрах, со скоростью более 10 м/с.
- ✓ На основе анализа спутниковых данных было выявлено 25 сгонов в Таганрогском заливе, рассчитаны их площади, по предложенному алгоритму обработки данных.
- ✓ Показано соответствие модельных расчетов и спутниковых данных. Модельные данные немного занижают показатели сгонов, что возможно связано с неточностью батиметрии.

A glowing blue and white Earth from space, showing the curvature of the planet and city lights at night. The Earth is set against a black background, and the text is overlaid in the center.

Благодарю за внимание!!!

Annete08@mail.ru