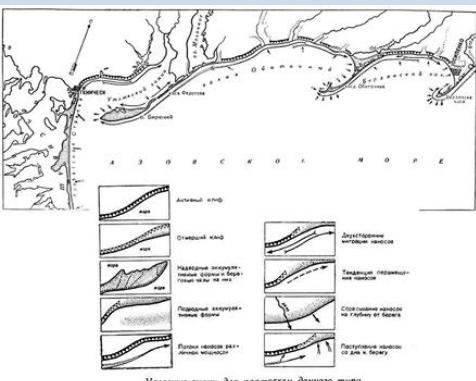


Динамика кос северного побережья Азовского моря по спутниковым данным

Василенко Н.В., Алекскерова А.А., Станичный С.В., Харитонова Л.В.

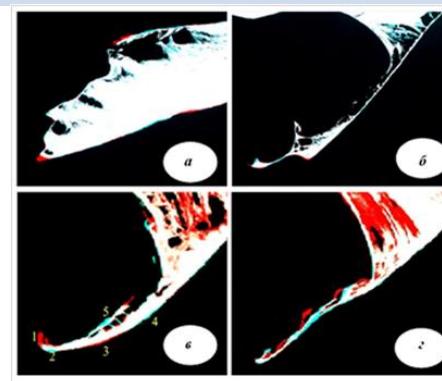
Морской гидрофизический институт РАН

- Морфологические особенности кос северного побережья Азовского моря в значительной степени зависят от ветровых, нагонных и вдольбереговых течений.
- Берега представлены аккумулятивными формами (косами) и абразионными открытыми бухтами между ними.
- Необходимость изучения трансформации береговой линии и основных тенденций обусловлена обеспечением безопасности хозяйственной деятельности в прибрежной зоне.



Зенкович, 1958

В работе (Зенкович, 1958) показано, что для кос азовского типа характерно динамическое равновесие с волновыми процессами. Форма и положение кос может меняться под воздействием штормов и изменений балансовых составляющих наносов.



Станичная и др., 2016

В работе Станичная и др., 2016 была предложена методика выделения смещения береговой линии по спутниковым данным с использованием ИК-канала. Были выделены районы Азовского моря с наиболее выраженной трансформацией береговой линии за 30-летний период.

ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

Используемые спутниковые данные:

- ▶ TM Landsat 5 за 1984-1985 гг. Band 4 (0.76 - 0.90 мкм), разрешение 30 м
- ▶ OLI Landsat 8, 9 за 2013-2025 гг. Band 5 (0.85 - 0.88 мкм), разрешение 30 м
- ▶ MSI Sentinel-2 за 2015-2025 гг. Band 8 (0.78-0.88 мкм), разрешение 10 м

Для анализа влияния характеристик волн на динамику береговой линии косы Обиточной выбрана точка на траверзе оголовка косы на изобате 8 м. Для этой точки на основе **реанализа ветрового волнения**, полученного с использованием спектральной модели **SWAN** и полей приземного ветра ERA-Interim и ERA5 сформированы многолетние ряды значений скорости ветра, высоты значительных волн, средних периода и направления волнения, пикового периода волн за период 1979–2024 гг. Дискретность данных по времени составляет 1 ч.

Для выделения районов наиболее подвергшихся трансформации береговой линии за 40-летний период применялся метод с использованием ИК-канала, описанный в работе (**Станичная и др., 2016**).

Для определения изменения границ кос и пересчета площади применялся нормализованный разностный водный индекс **NDWI** (Normalized Difference Water Index):

$NDWI = B3 - B8 / B3(Green) + B8(NIR)$ для MSI Sentinel-2

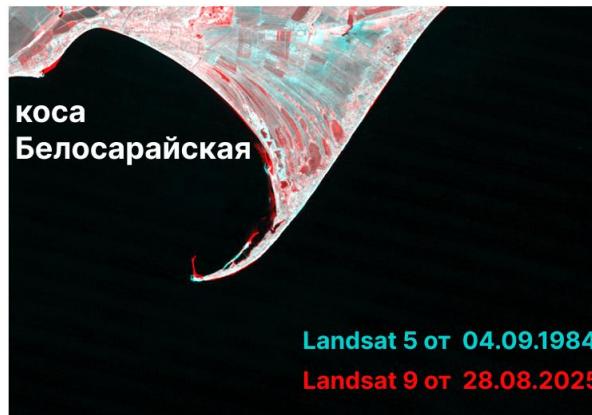
$NDWI = B3 - B5 / B3(Green) + B5(NIR)$ для OLI Landsat 8, 9

ТРАНСФОРМАЦИЯ КОС ПО ДАННЫМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



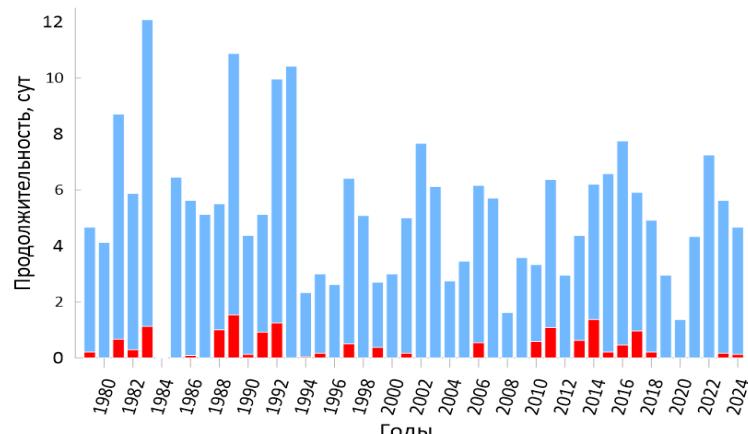
По методу, описанному в
(Станичная и др., 2016)
проанализирована трансформация
береговой линии кос Бирючий
остров, Обиточная, Бердянская,
Белосарайская за 40-летний период.

Выполнено сопоставление архивных
спутниковых снимков Landsat 5
1984/1985 гг. и 2025 г. в ближнем ИК-
канале.

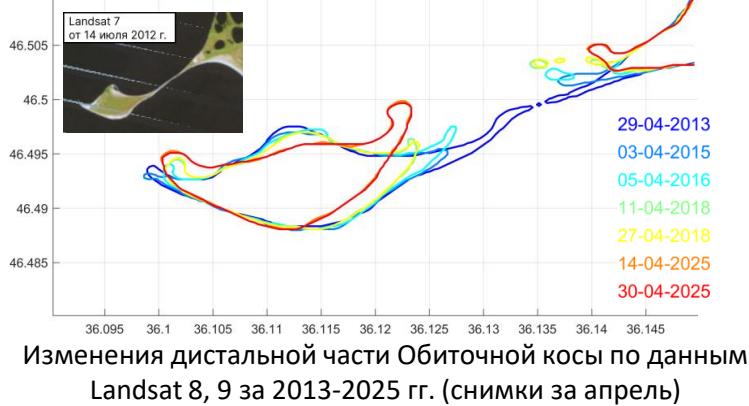
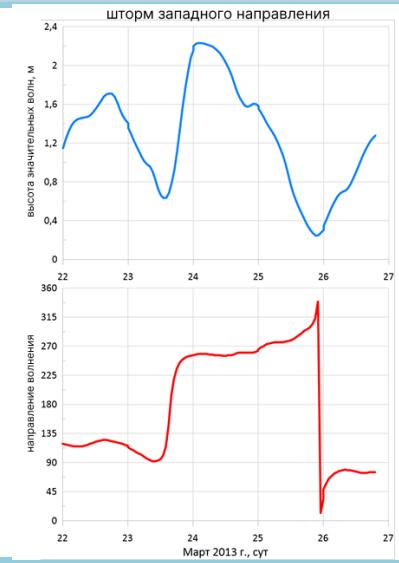
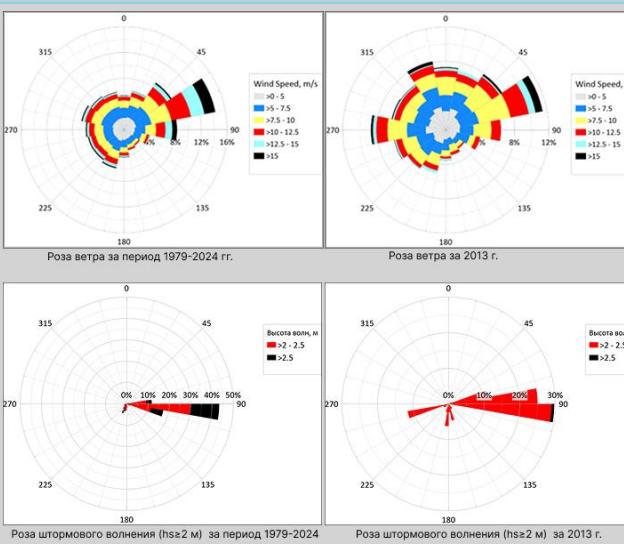


Выявлено, что наибольшая динамика
береговой линии наблюдалась в
районе **Обиточной косы**. В результате
размыва перешейка была отделена
дистальная часть косы, впоследствии
трансформировавшаяся в отдельный
остров.

Трансформация береговой линии Обиточной косы под влиянием ветро-волнового воздействия



Распределение по годам длительности (сут) штормовых ситуаций. Для $hs \geq 1.25$ м (голубой цвет) и $hs \geq 2$ м (красный цвет) у косы Обиточной по данным SWAN-ERA за 1979 – 2024 гг.



Изменения дистальной части Обиточной косы по данным Landsat 8, 9 за 2013-2025 гг. (снимки за апрель)

▶ Преобладающими для Азовского моря являются ветра и волнение восточных румбов, однако в 2013 году наблюдалось учащение западных ветров.

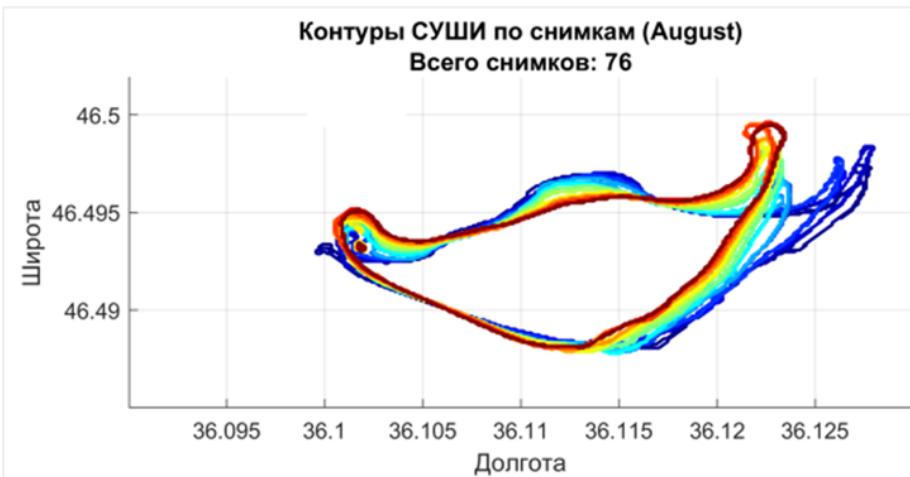
Размытие перешейка Обиточной косы наблюдался в 2013 году. Трансформация произошла под влиянием штормового события 23–26 марта 2013 года продолжительностью 57 ч, при котором волны приходили от запада и юго-запада. Высота волн в максимальную фазу развития штormа превышала 2 м в течение 15 ч. Скорость ветра достигала 18 м/с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ДИСТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОБИТОЧНОЙ КОСЫ ЗА ПЕРИОД 2015-2025 ГГ.



▶ По безоблачным спутниковым данным MSI Sentinel-2 (данные за август) за 10-летний период рассчитана динамика площади острова, отделившегося от Обиточной косы. Наблюдается сокращение площади острова на **14 %**:
– с 1006,385 км² в 2015 году до 866,725 км² в 2025 году.

▶ Наименьшая площадь острова зафиксирована на снимке от 6 августа 2023 г. (850,321 км²). Далее период до 2025 г. характеризуется стабилизацией площади острова на значениях 862–877 км².



ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

- Анализ многолетних (1984–2025 гг.) спутниковых данных высокого разрешения позволил идентифицировать участки кос северного побережья Азовского моря, подвергшихся наибольшему переформированию за 40-летний период.
- Установлено, что наибольшие изменения положения береговой линии характерны для Обиточной косы.
- Выявлено, что в результате длительного шторма западного направления в марте 2013 г. произошел размыт перешейка, отделяющего основное тело от оконечности косы Обиточной, приведший к образованию острова, существующего до настоящего времени.
- Исследована динамика площади образовавшегося острова. С 2015 по 2025 гг. его площадь уменьшилась на 14 %. Наибольшее переформирование произошло до 2023 г, когда было зафиксировано минимальное значение площади острова. С 2023 по 2025 гг. произошла стабилизация положения острова.

Исследование было выполнено при поддержке гранта РНФ 25-27-00234 "Исследование формирования и перераспределения взвешенного вещества в Азовском море и на западном побережье Крыма".

Контакты:

Василенко Н.В. nadinkot.nk@gmail.com

Алескерова А.А. annete08@mail.ru

Харитонова Л.В. kharitonova.dntmm@gmail.com

Станичный С.В. sstanichny@mail.ru

Используемая литература:

1. Зенкович В. П. Берега черного и Азовского морей. 1958.
2. Матишиов Г. Г. Геоморфологические особенности шельфа Азовского моря //Вестник Южного научного центра РАН. 2006 Т. 2. №. 1. С. 44-48.
3. Матишиов Г. Г. и др. Азовское море: современные абразионные процессы и проблемы берегозащиты //Доклады академии наук. Федеральное государственное бюджетное учреждение "Российская академия наук", 2016. Т. 471. №. 4. С. 483-486.
4. Станичная Р.Р., Станичный С.В., Горячкин Ю.Н. Методика анализа изменчивости береговой линии по спутниковым данным // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2016. № 1. С. 22–29.