

Двадцать первая международная конференция "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"

# Мониторинг изменения береговой линии Российской Федерации 1984-2024 годов по данным космической съемки системы Landsat

Антошкин Антон Александрович  
Евстратова Лариса Геннадьевна  
Руткевич Борис Петрович

14 ноября 2024 г.



# Актуальность и научная новизна

Важной составляющей мониторинга водных объектов являются наблюдения за изменчивостью и состоянием береговой линии. В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации от 16 ноября 1995 г. № 167-ФЗ (ВК РФ) береговая линия определяется по уровню постоянной воды или, в случае изменения уровня воды, – по линии максимального отлива. Отслеживание изменений положения береговой линии позволяет выделять: области устойчивого размыва, интенсивной и слабой аккумуляции; границы зон затопления береговой полосы, способствующей загрязнению прибрежной полосы. Также одной из задач мониторинга является прогнозирование рисков затопления прибрежных объектов для предотвращения возможных климатических бедствий.

В открытых источниках информация о величине длины береговой линии Российской Федерации приводится в «Справочника ЦРУ по странам мира», но в нём отсутствует информация при каком масштабе происходили измерения длины береговой линии тех или иных государств\*, что не позволяет точно сопоставлять значения для разных стран. Вторым доступным ресурсом являются данные сведенные Институтом мировых ресурсов в 2000 году на основе глобальной векторной карты береговых линий (англ. World Vector Shoreline), составленной Военным картографическим управлением Национального агентства геопространственной разведки США в 1989 году.

Актуализация информации о современном значении длины береговой линии а также о исторических значениями этой величины является актуальной задачей.

*\*Масштабе измерений относительно парадокса береговой линии*

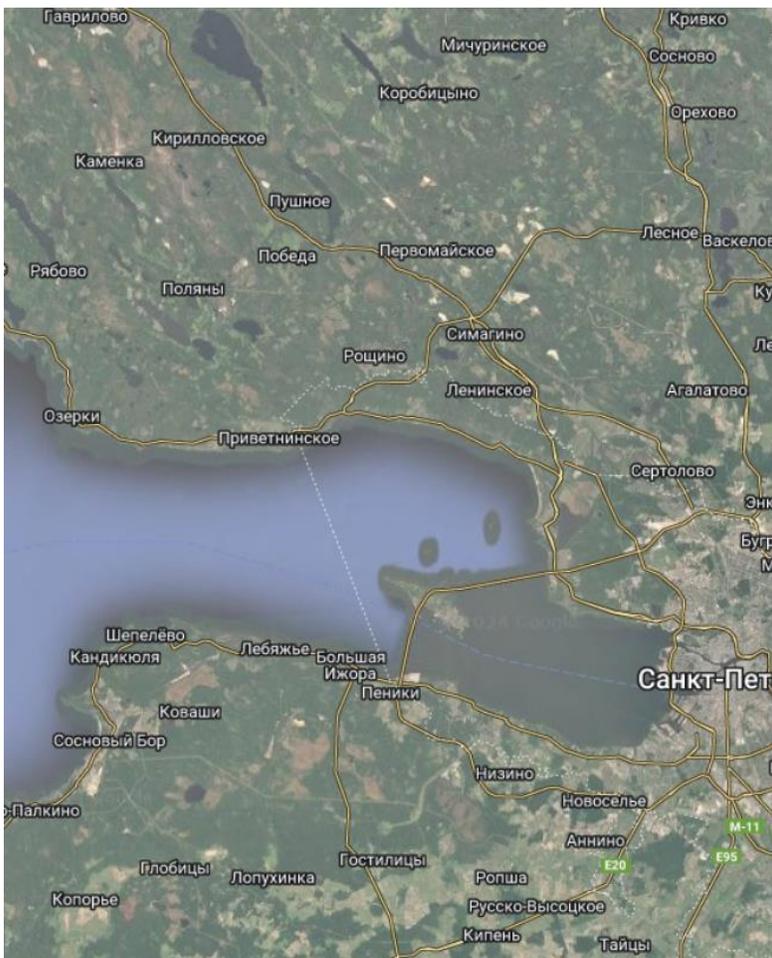
# Цель и задачи

**Целью** работы является разработка способа автоматизированного выявления изменений береговой линии по космическим снимкам с использованием алгебры изображений.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**:

- Выполнить анализ существующих методик обработки данных ДЗЗ для осуществления мониторинга водных объектов, в частности береговых линий;
- Разработать методику выявления изменений береговой линии по серии разновременных снимков, применимую к данным спутниковой системы Landsat за 1984 - 2024 гг.;

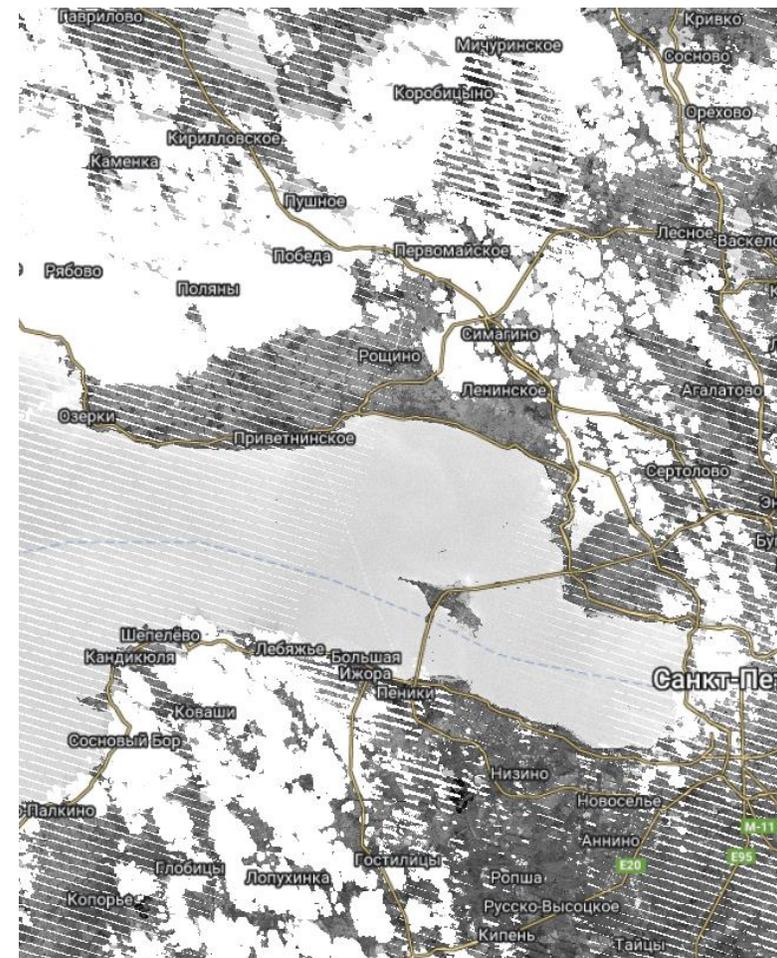
# Исходные данные



Снимок Google earth



Набор данных Landsat за 2000-2005гг.



Набор данных Landsat за 2003г.

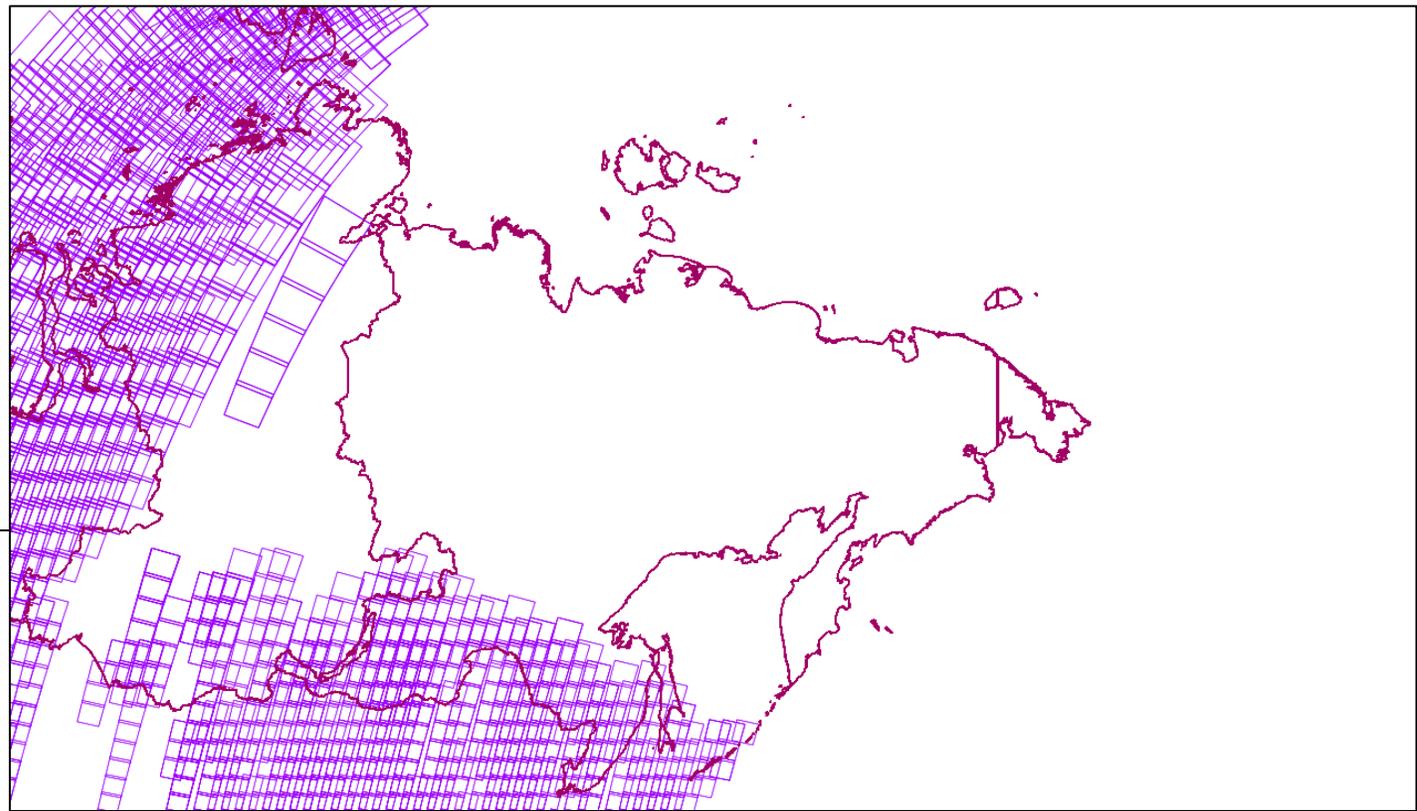


Схема покpытия спутниковыми  
данными Landsat за – 1990г.

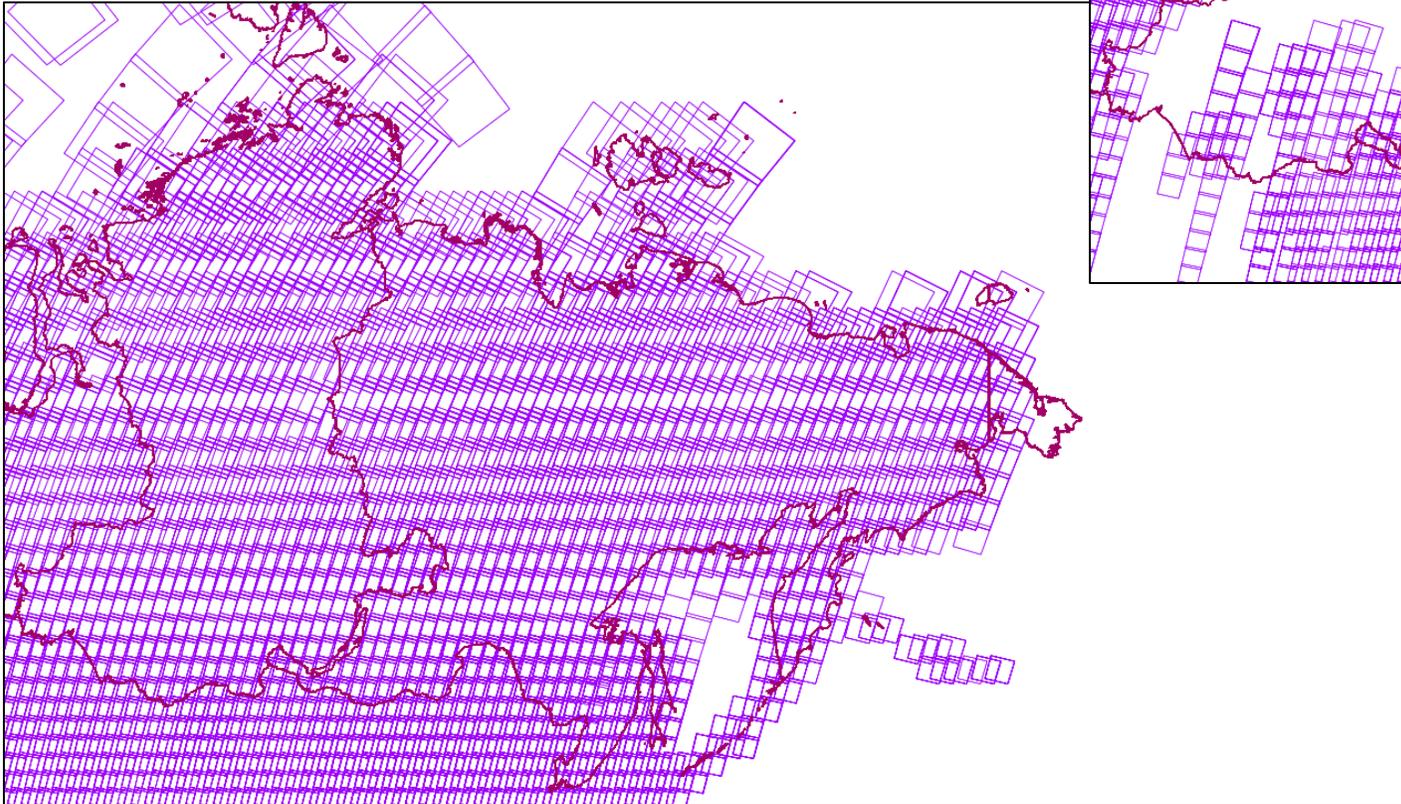


Схема покpытия спутниковыми  
данными Landsat за 2010г.

# Схема работы алгоритма для выявления изменений в береговой линии



## Подготовка спутниковых данных по территории интереса

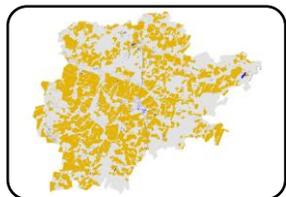
•Подготавливается серия сцен спутниковых данных MNDWI за летние месяцы с 1984 по 2024гг. Все данные приводятся в одну проекцию и одинаковое пространственное разрешение, ограничиваются общим по внешней границе прямоугольником.



## Определение пороговых значений NDVI для разных классов

•В основе классификации объектов лежат следующие предположения: 1) пахотные земли за период наблюдения хотя бы раз преодолевают заданный порог NDVI, 2) неиспользуемые земли всегда имеют NDVI выше порога; 3) водные и антропогенные объекты - всегда меньше порога.

•Экспертом подбираются пороговые значения NDVI в зависимости от различных свойств пахотных земель, их географического положения и особенностей используемых данных

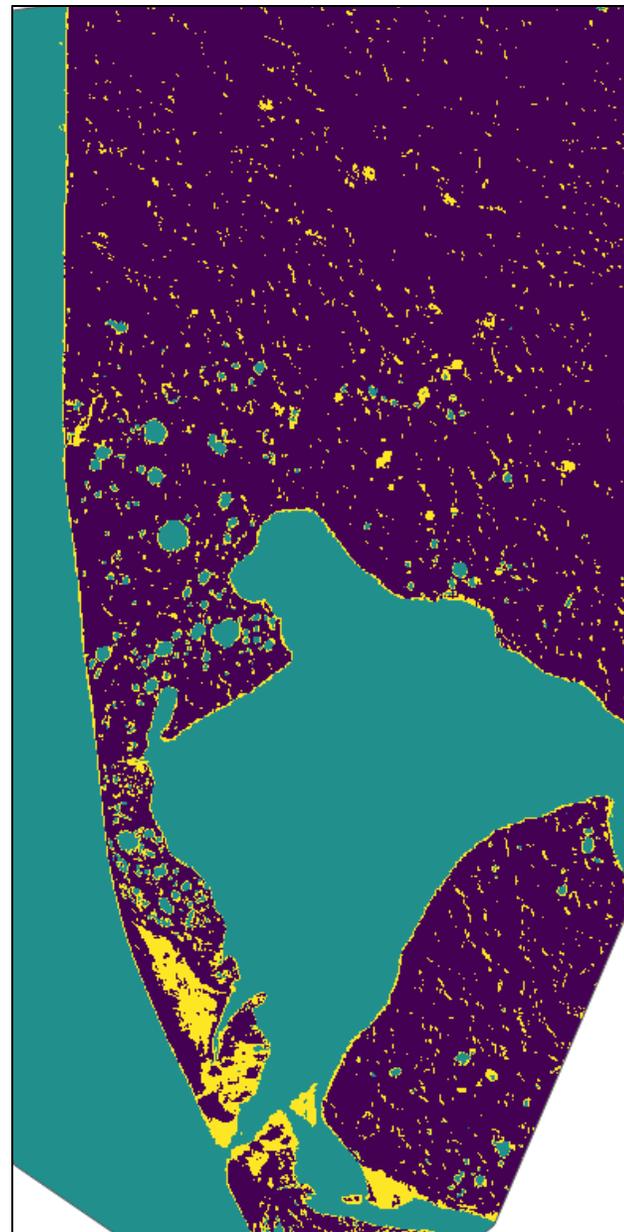


## Запуск алгоритма

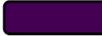
•Обработка происходит в несколько этапов:

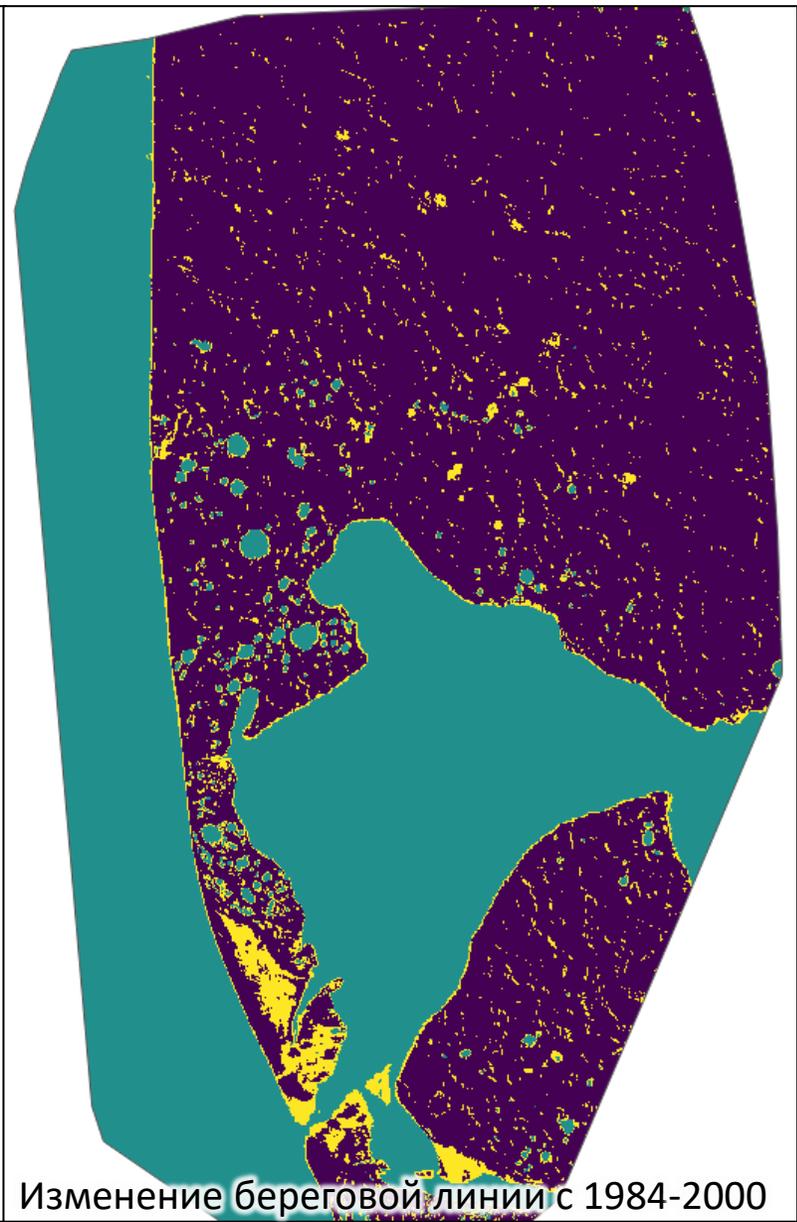
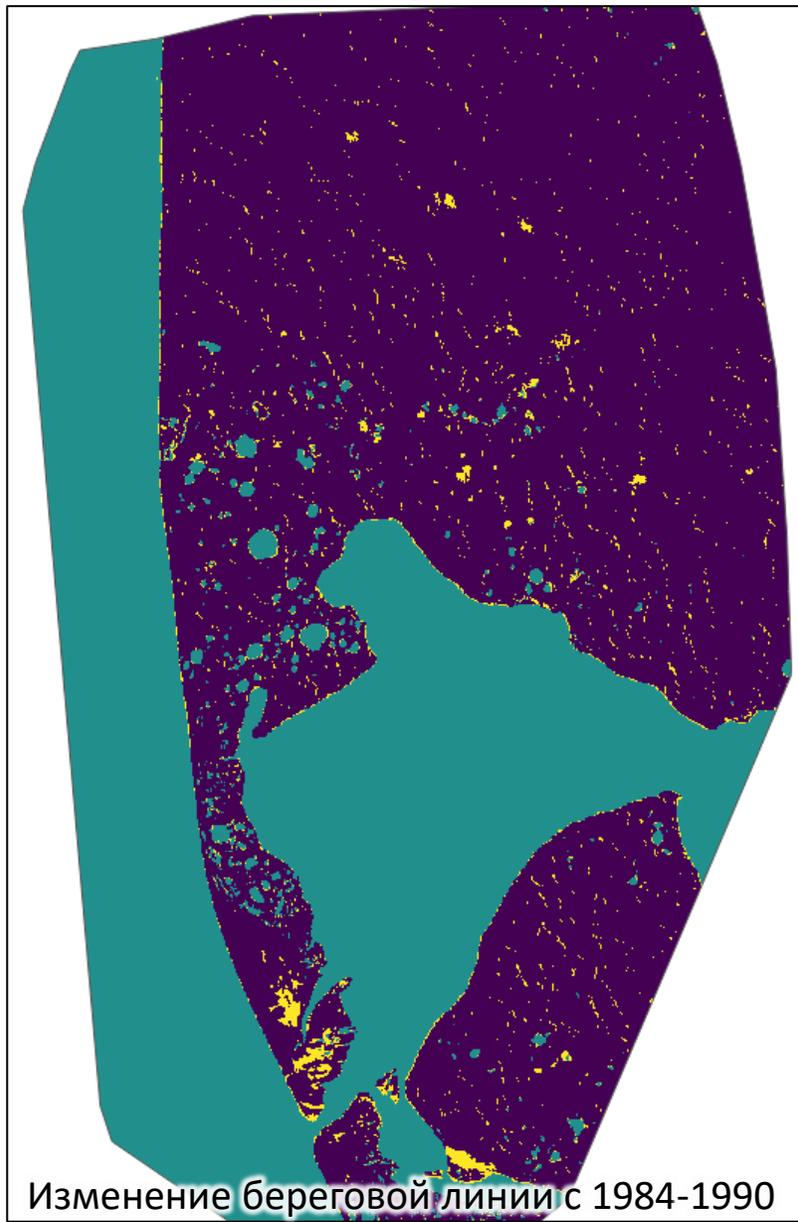
- Все данные приводятся в одну проекцию и одинаковое пространственное разрешение, ограничиваются общим по внешней границе прямоугольником (bbox)
- В каждом пикселе собирается ряд данных, на этом этапе убираются пиксели без значения (nodata)
- Осуществляется непосредственно классификация данных по порогам

•Алгоритм реализован на языке Python, основным модулем для реализации алгебры изображения используется модуль `gdal_calc`



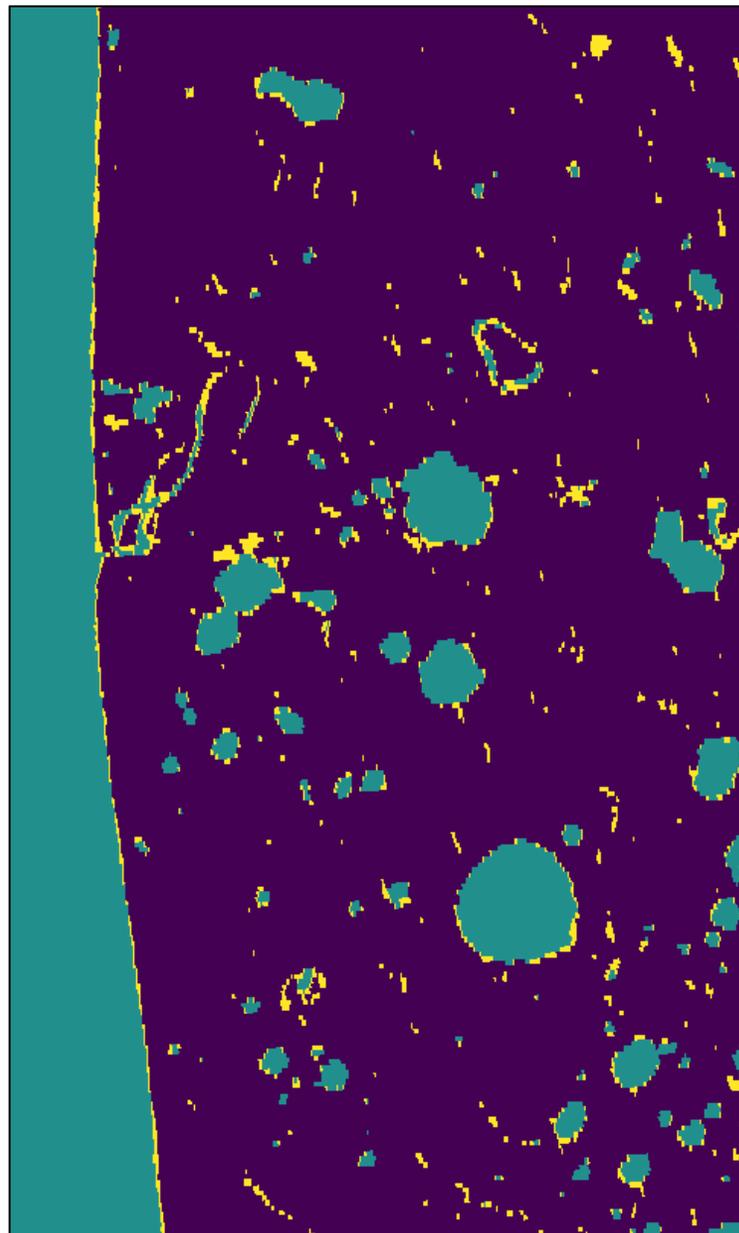
Результат работы алгоритма по территории Мор-сале с использованием индекса MNDWI по данным Landsat за период 1984-2000 гг. .

-  Береговая линия ( линия максимального отлива )
-  Вода
-  Все остальное ( суша )

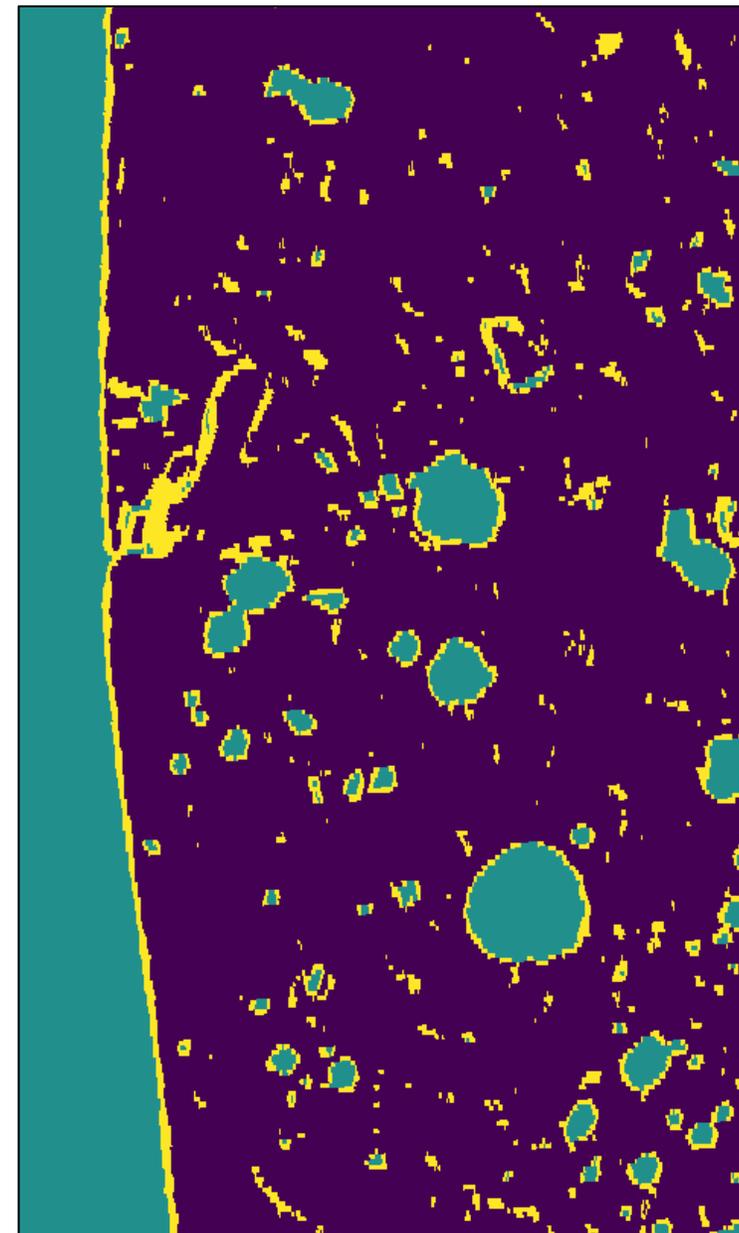




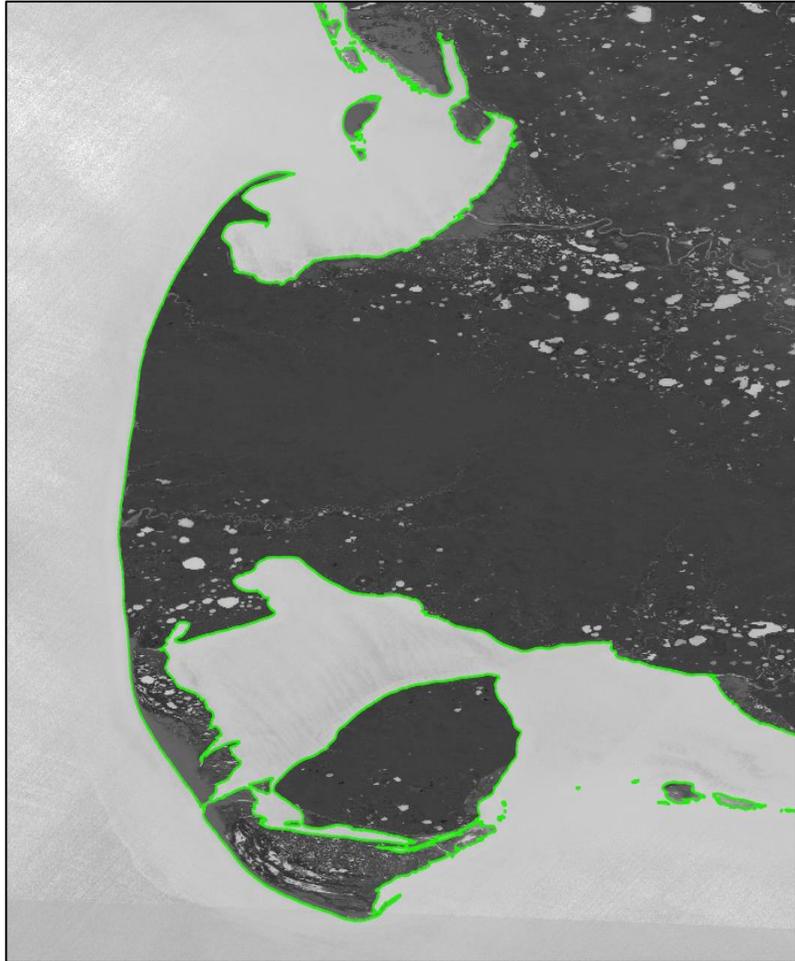
Снимок google earth



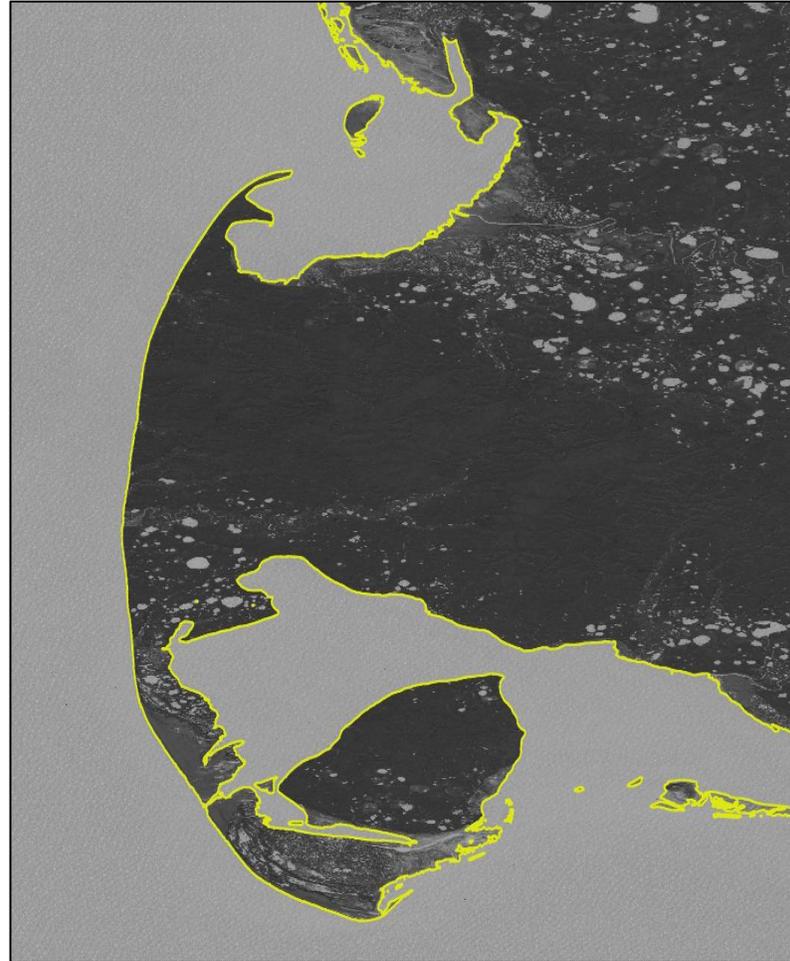
Изменение береговой линии с 1984-1990



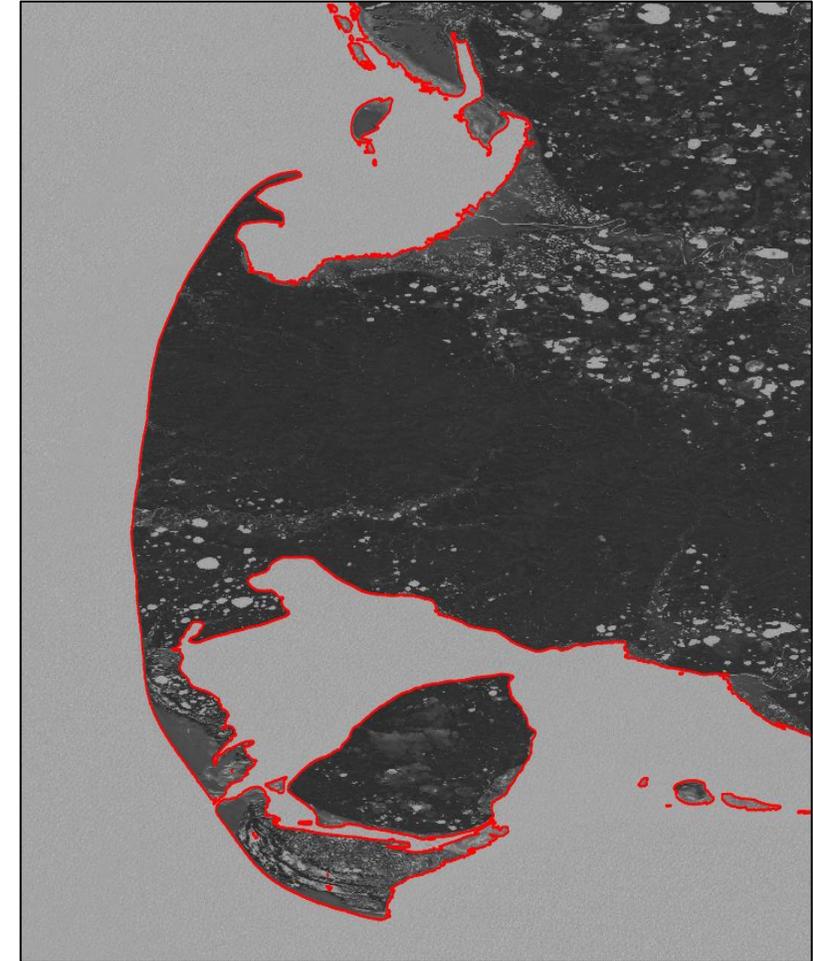
Изменение береговой линии с 1984-2000



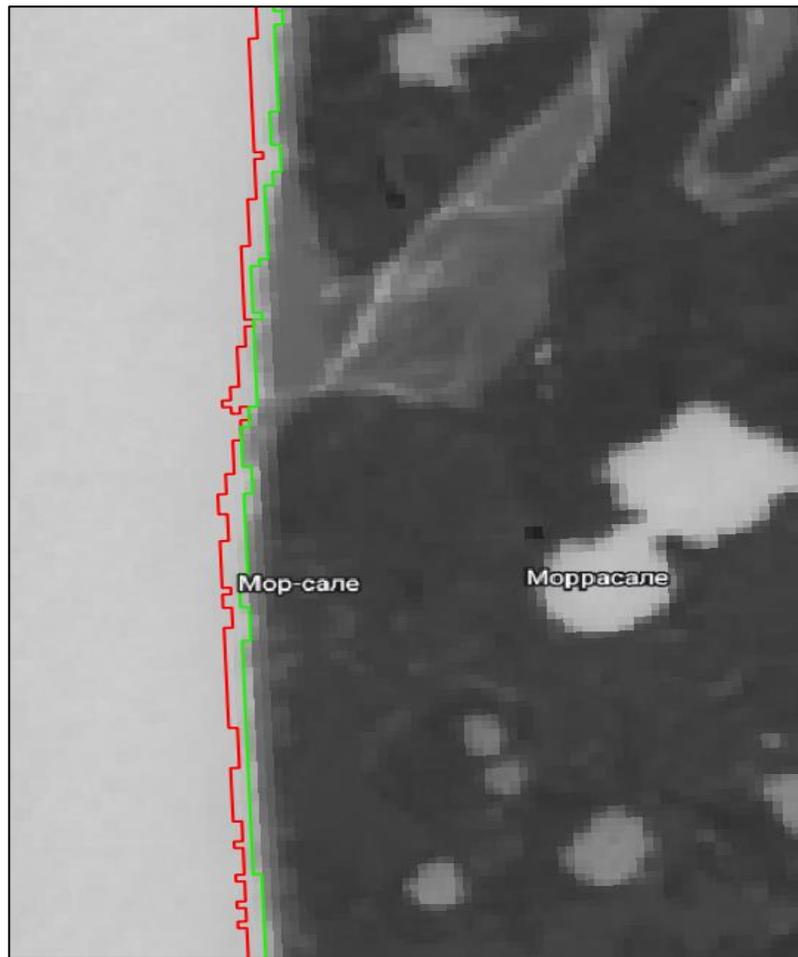
1987 год landsat5 синтез MNDWI,  
зеленый - граница береговой линии



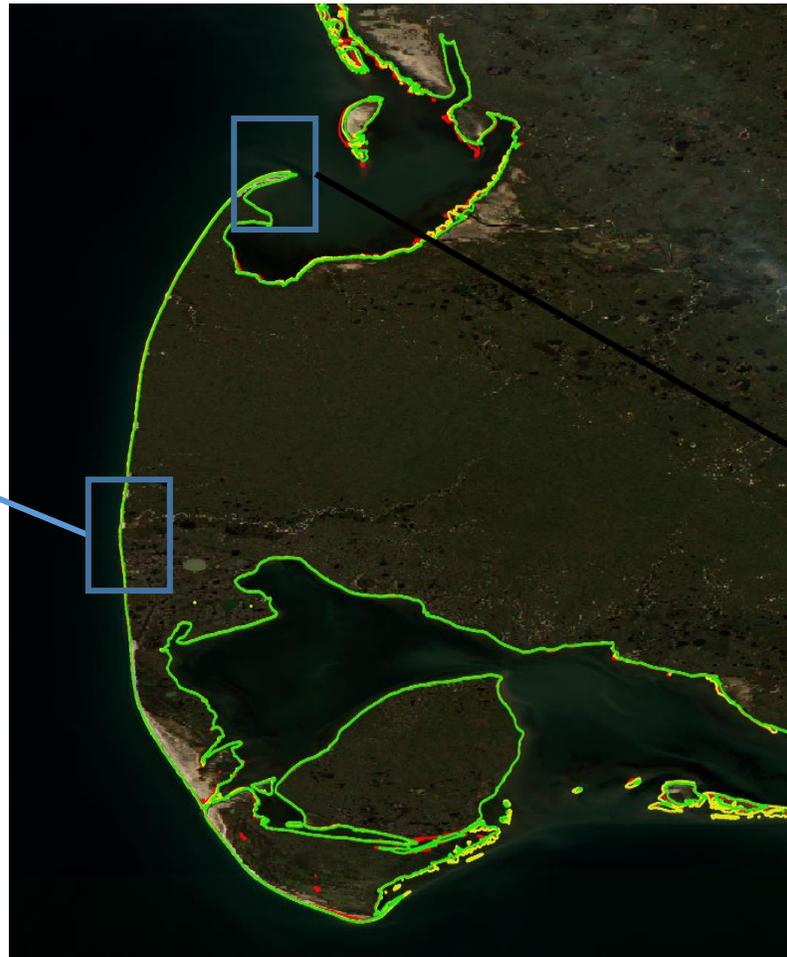
2009 год landsat5 синтез MNDWI,  
желтый - граница береговой линии



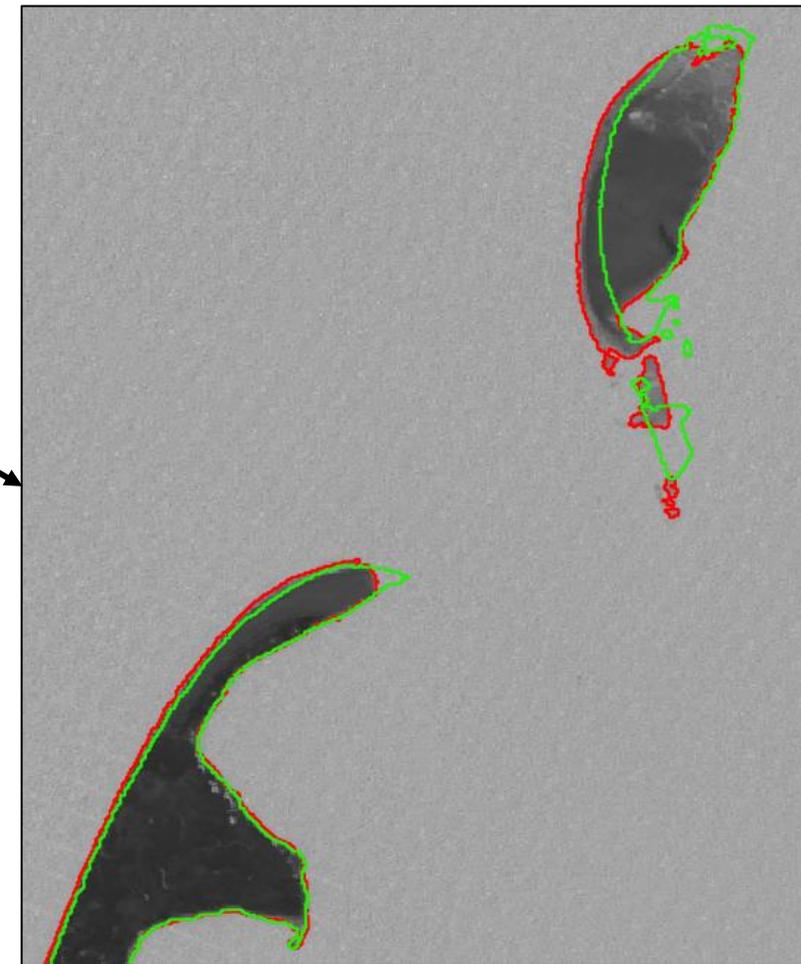
2023 год sentinel2 синтез MNDWI,  
красный - граница береговой линии



Изменение границы береговой линии с 1990г. по 2024г. , на фоне landsat5 синтез MNDWI 1990г. территория Морресале



Изменение границы береговой линии с 1990-х годов по 2024г. , на фоне landsat5 синтез MNDWI территория севернее Морресале

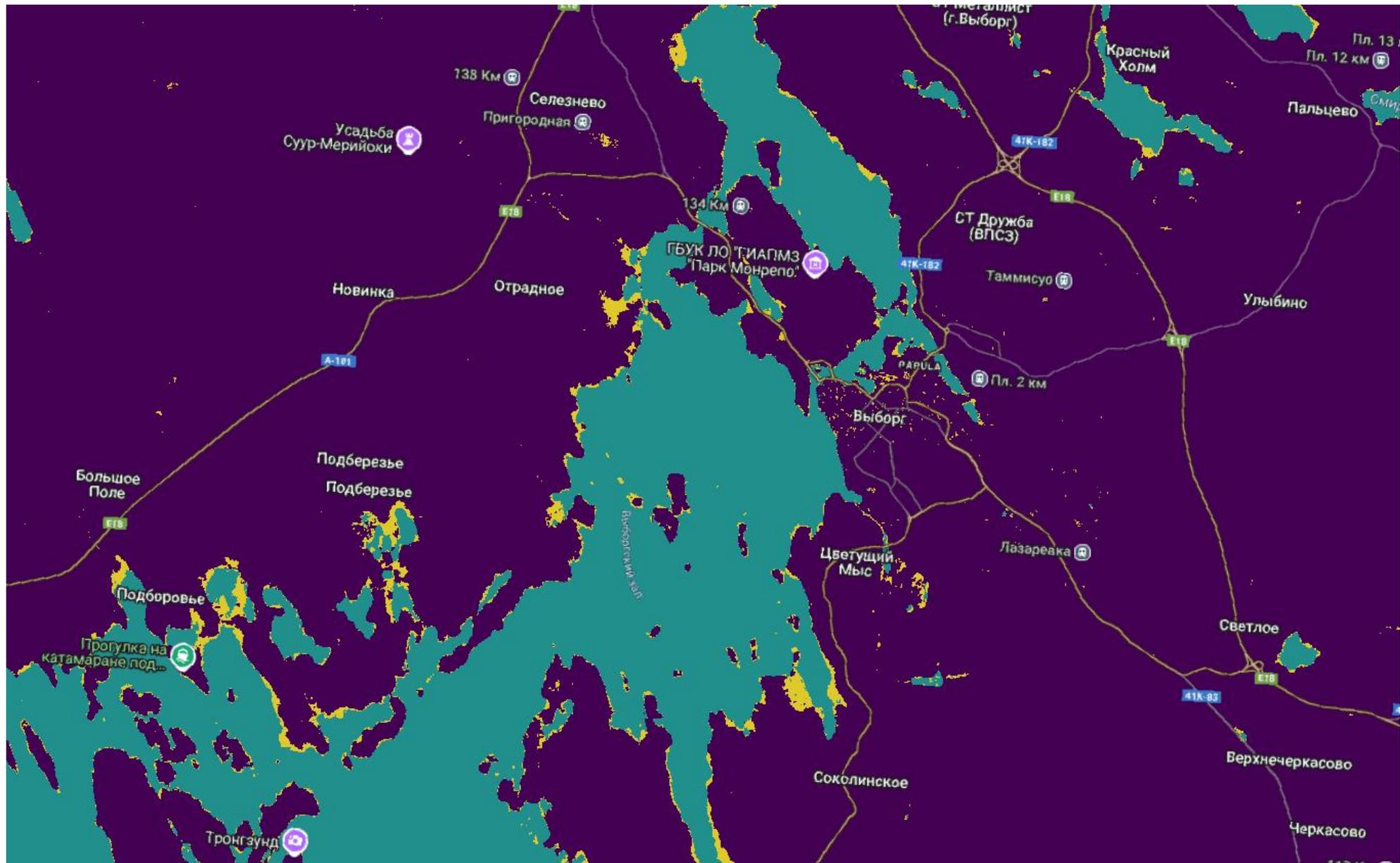


Изменение границы береговой линии с линии с 1990г. по 2024г.. , на фоне landsat5 синтез MNDWI на 1990г. территория севернее Морресале

 Граница береговой линии в 1990г.

 Граница береговой линии в 2024г.





Результат работы алгоритма по территории Финского залива около Выборга с использованием индекса MNDWI по данным Landsat за период 2020-2024 гг. .

Береговая линия    Вода    Все остальное (суша)

# Выводы и практические предложения

Разработан алгоритм формирования масок для отображения изменений границ береговых линий по данным дистанционного зондирования Земли с использованием алгебры изображений. Проведены экспериментальные исследования по территории Финского залива, которые подтвердили эффективность и работоспособность предложенного способа.

В перспективе планируется масштабирование результатов на всю территорию материковой части Российской Федерации.

*Получение и обработка спутниковых данных выполнены с помощью возможностей Центра коллективного пользования ИКИ-Мониторинг. Работа выполнена в рамках темы «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8.*

**Благодарю за внимание!**

*Антошкин Антон    [antoshkin@d902.iki.rssi.ru](mailto:antoshkin@d902.iki.rssi.ru)*