



# Дистанционные данные в исследовании природных процессов малых островов Карского моря

Пижанкова Е.И.<sup>1</sup>, Балдина Е.А.<sup>2</sup>, Гаврилов А.В.<sup>1</sup>, Ширшова В.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МГУ им. М. В. Ломоносова, геологический факультет

<sup>2</sup> МГУ им. М. В. Ломоносова, географический факультет

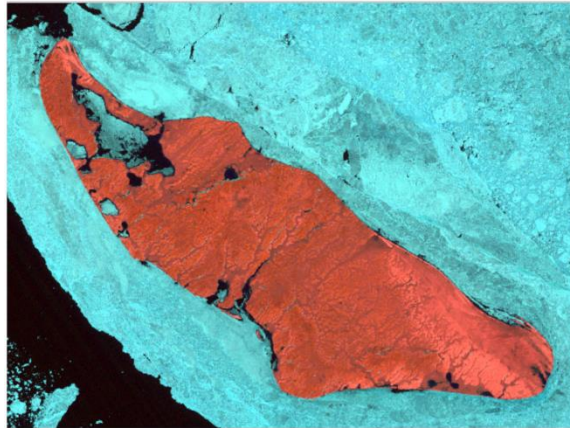
Москва

2022

Малые острова Карского моря весьма труднодоступны для полевых исследований. Поэтому использование космоснимков для характеристики их природных условий приобретает особую важность. Исследовалась динамика берегов и экзогенные геологические процессы островов Ушакова, Визе, Свердруп, Уединения, Воронина, Русский (арх. Норденшельда), Большой (о-ва Арктического Института), Тройной (о-ва Известий ЦИК), Халанго и др. с помощью данных космических съемок разного времени съемки, пространственного разрешения и спектральных диапазонов (Landsat 1973–2021 гг. и Sentinel-2 за 2016–2021 г.) Количественная информация о рельефе о. Визе обеспечена использованием цифровой модели рельефа ArcticDEM с шагом сетки 2 м. Для детального изучения экзогенных процессов островов использовано глобальное покрытие WorldImagery созданное по снимкам GeoEye, WorldView-2, 4. Применение многовременных МТС-композигов, созданных из РЛ-изображений Sentinel-1 дает информацию о сезонной динамике поверхности островов и акватории.

## Снимки за разные годы показывают характер изменения ледовой обстановки в начале XXI века

### Остров Визе

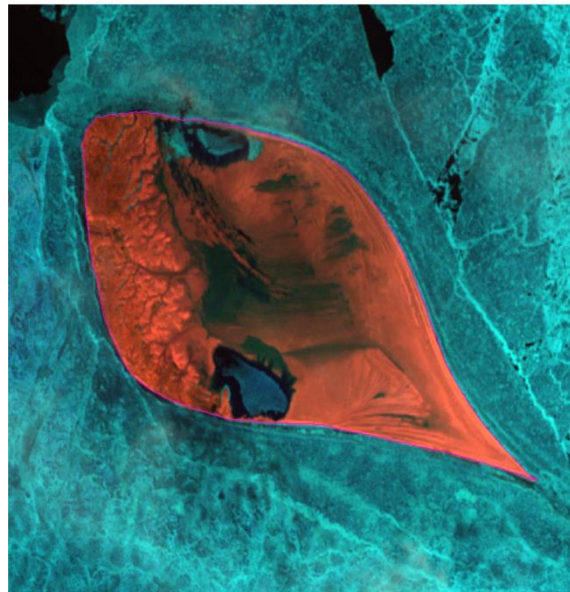


Landsat-5, 10.08.1986

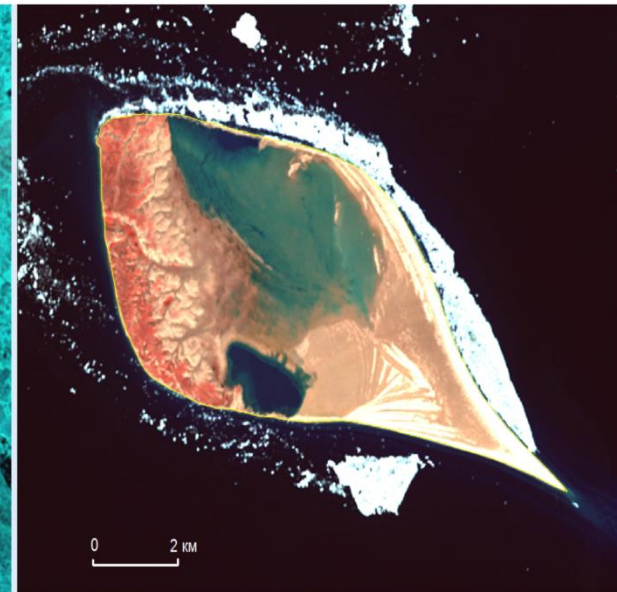


Landsat-8, 21.08.2019

### Остров Уединения



Landsat-7, 25.07.1990

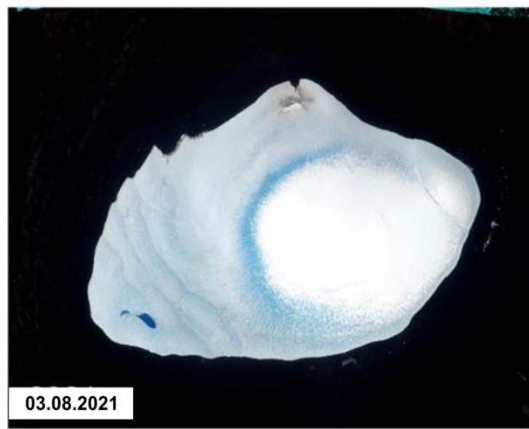


Landsat-8, 01.08.2015

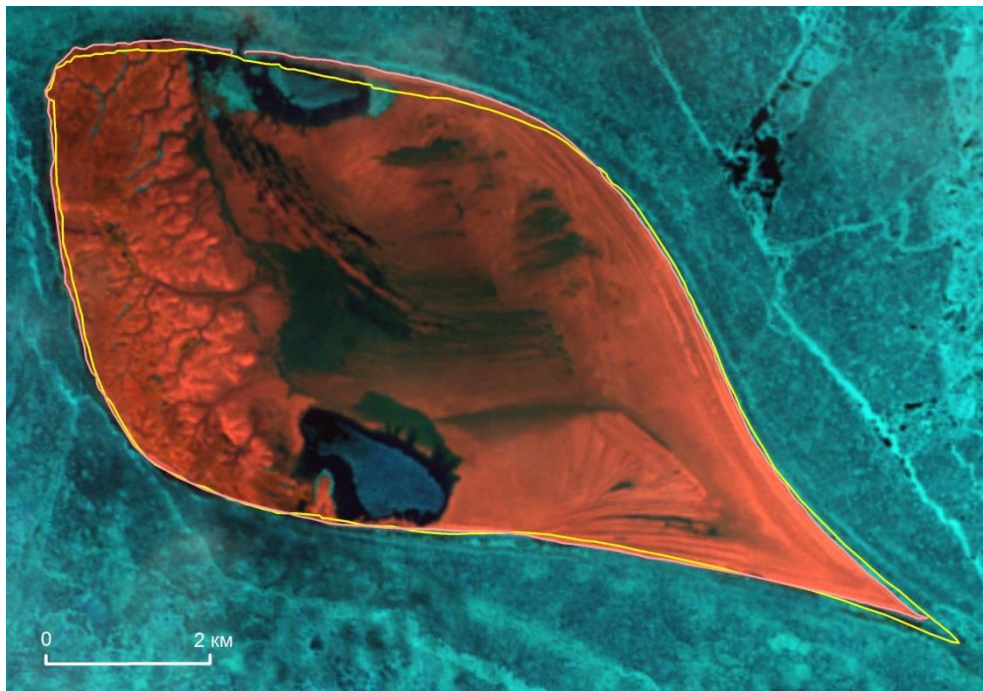
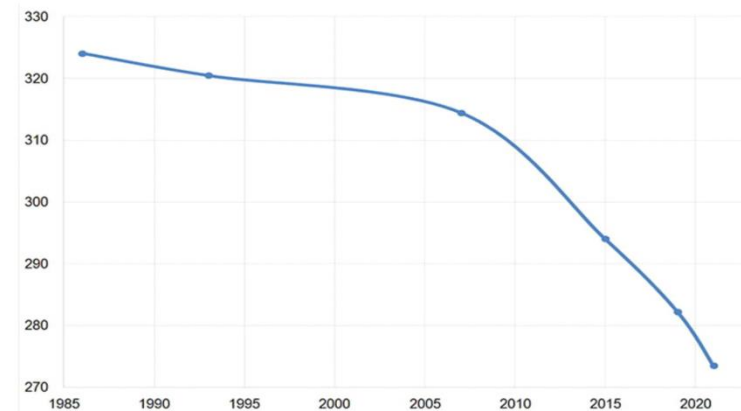
# Ледовая обстановка и динамика берегов о. Ушакова по данным КС Landsat-5,-8 за 1986-2021 гг.

Измерение площади о. Ушакова, прежде практически на протяжении всего теплого периода года блокировавшегося припайным льдом, показывает быстрый рост скоростей отступления береговой линии острова, которые в конце XX века (1986-2002 гг.) составляли 2,5 м/год, а в XXI в. (2002-2021 гг.) составил и 42 м/год.

Изменение площади о. Ушакова за 1986-2021 гг.



8 000 4 000 0 8 000 М



## Сравнение положения береговых линий о. Уединения

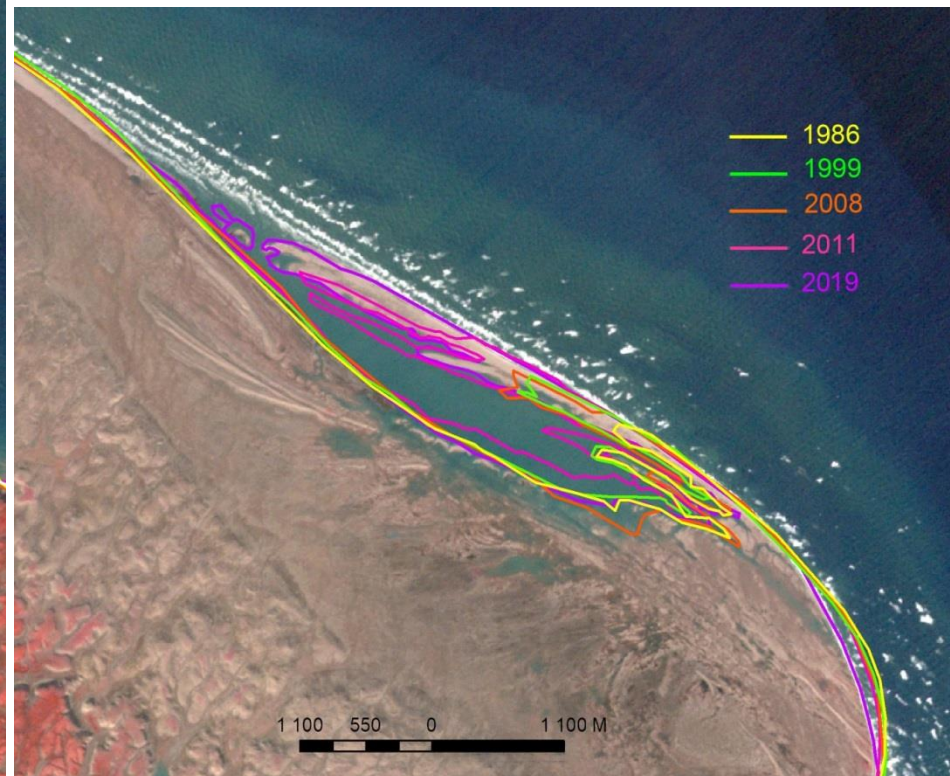
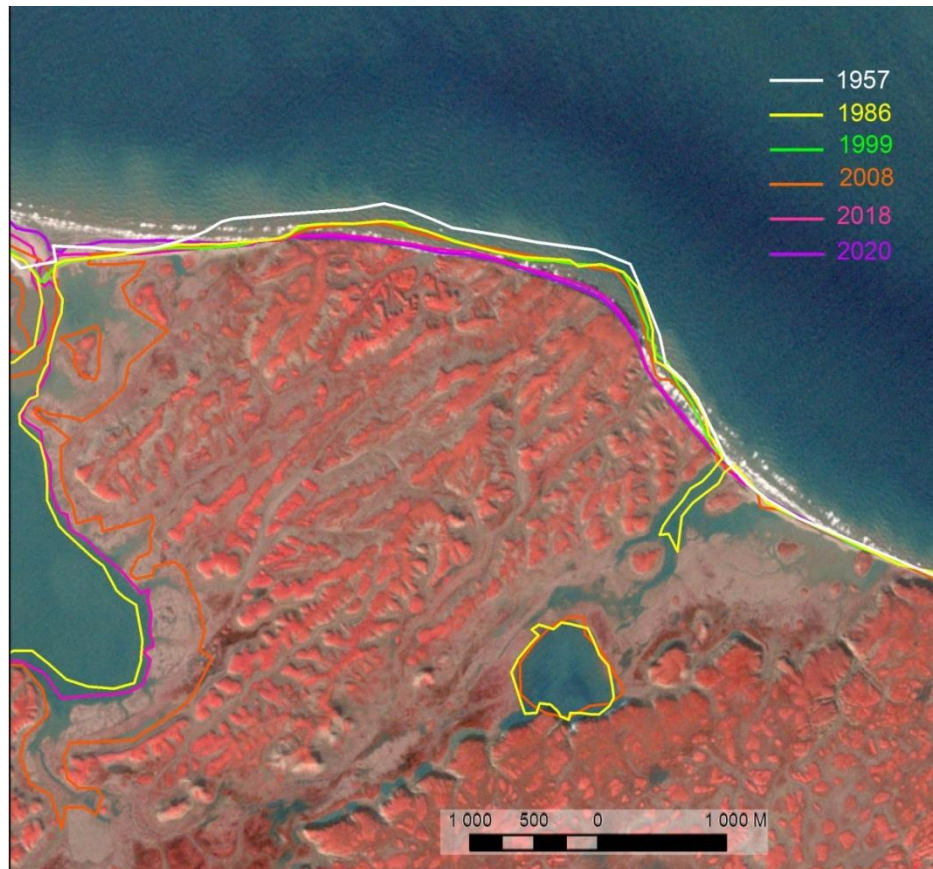
Дата съемки	Площадь, кв. км
25.07.1990	41,9
01.08.2015	41,2

Скорость отступления берегов, сложенных коренными породами, составила для западного берега (4,4 км) 1,9 м/год, северного (1,7 км) – 3,8 м/год, а участка северного берега, представленного аккумулятивными голоценовыми отложениями (длиной 5 км) – 5,3 м/год. На восточном окончании острова происходит аккумуляция осадков и наращивание берегов.

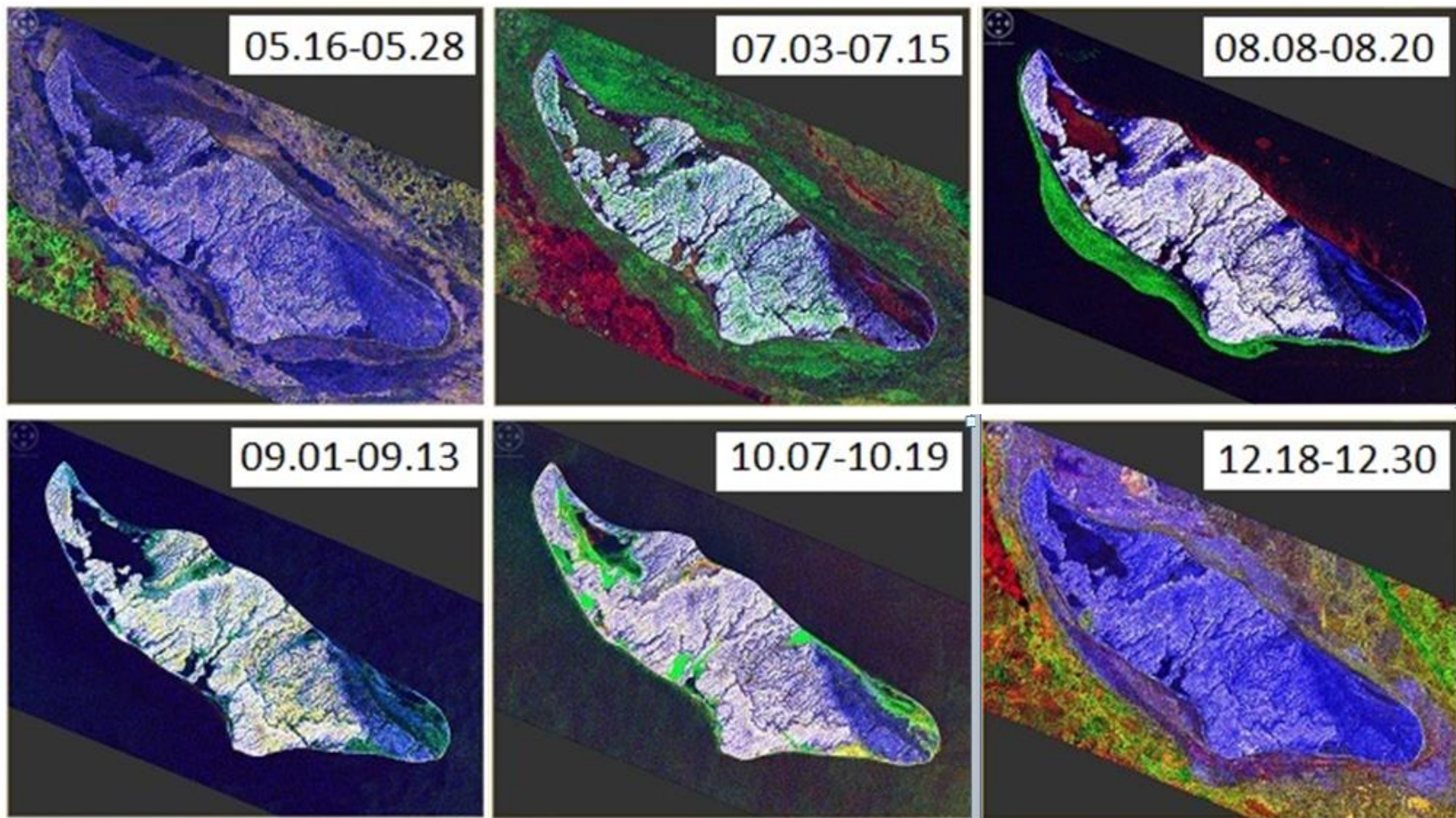
## Сравнение положения береговых линий на различных участках о. Визе за разные годы

Изображение - MSI/Sentinel-2, 21 августа 2019, береговые линии – по топографической карте (1957) и данным дешифрирования КС Landsat -5, -7, -8 (1986-2019).

Дата съемки	Площадь, кв. км
10.08.1986	254
18.08.2019	250,9



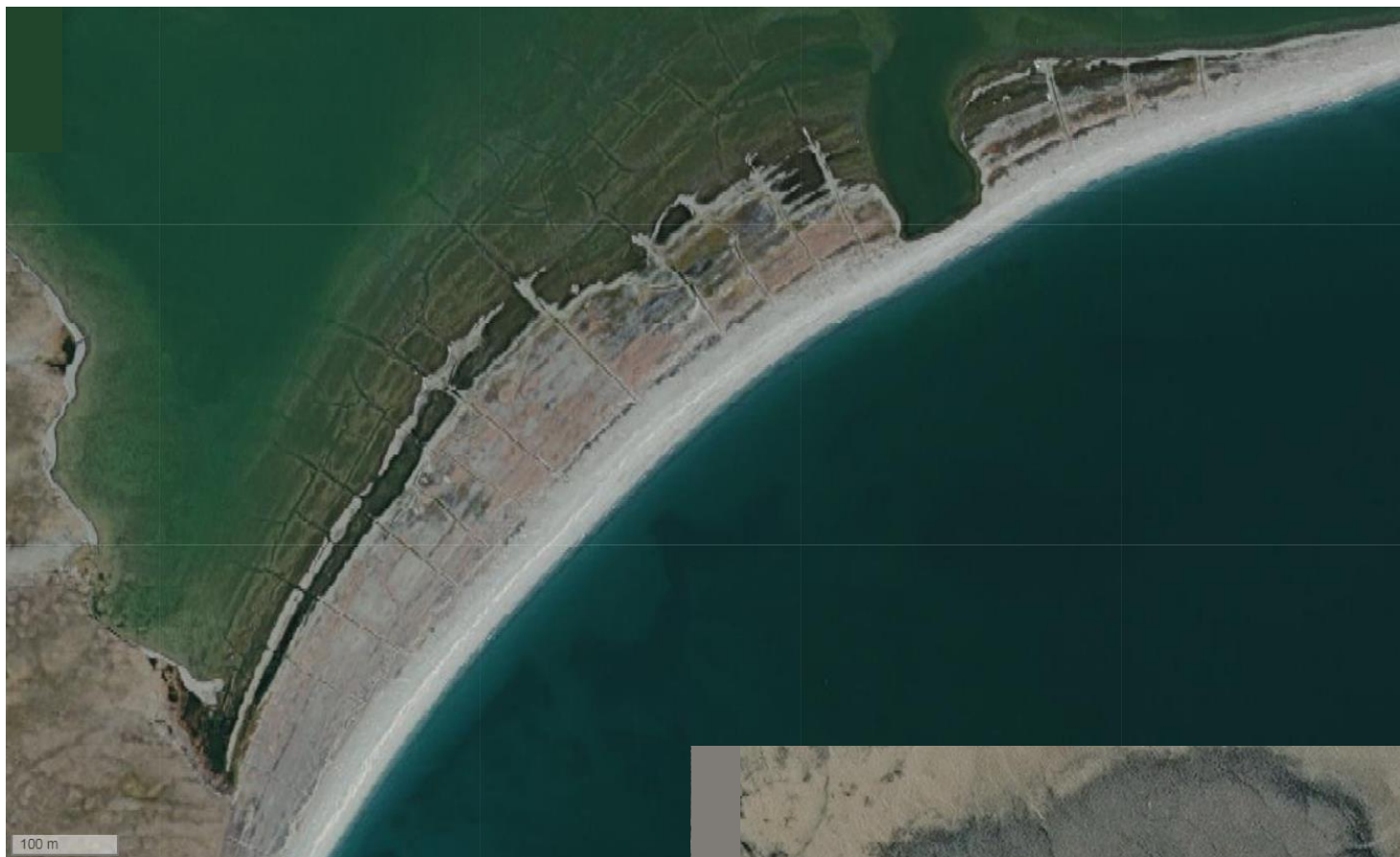
## Выборка из многовременных композитов с когерентностью для о. Визе за 2019 г. с датами (период 12 дней)



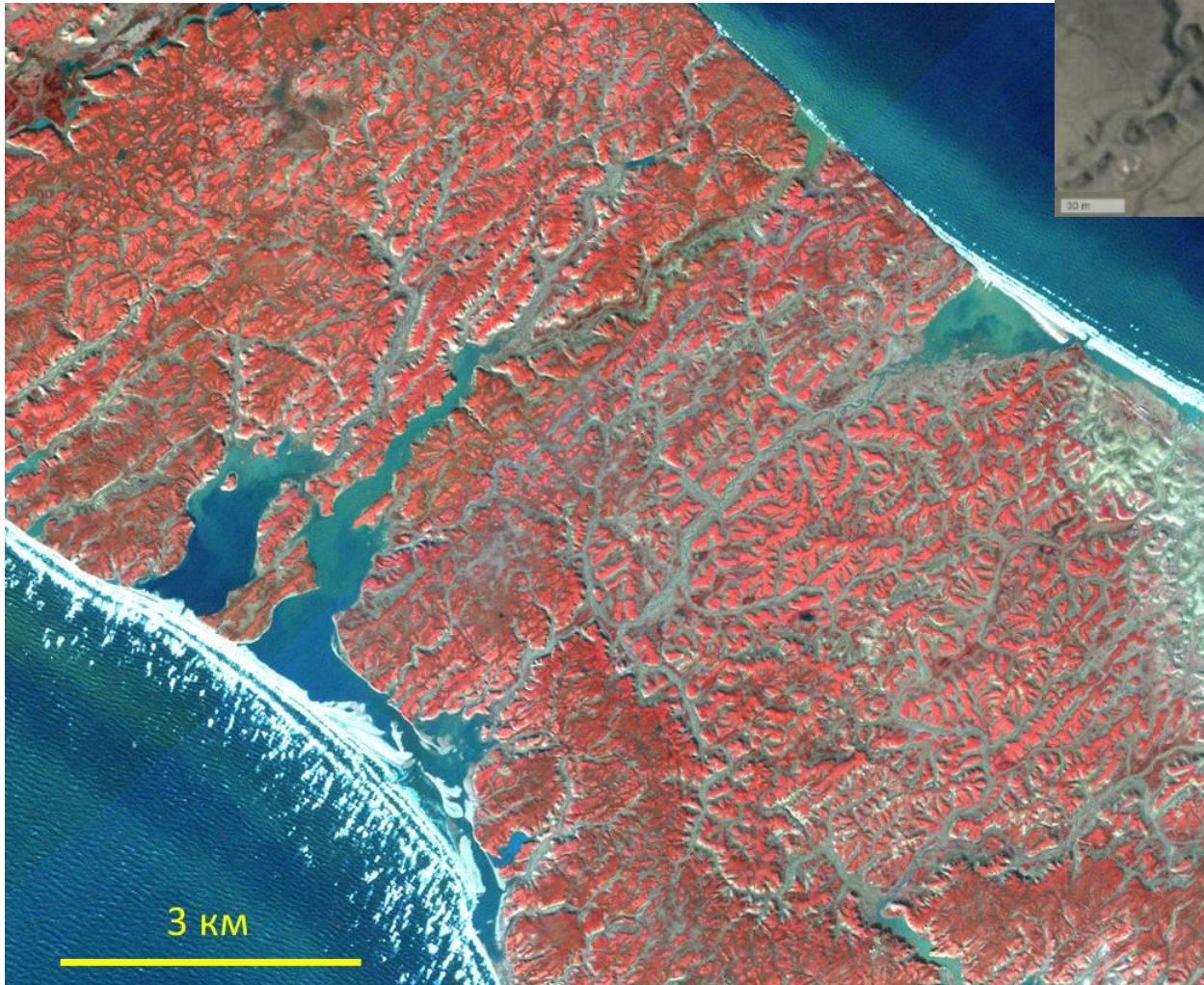
Многовременные композиты с когерентностью, составленные из радиолокационных данных, позволяют охарактеризовать изменения в состоянии поверхности островов, выделить участки с наличием растительного покрова, определить периоды ледостава на внутренних водоемах, отсутствия ледяного покрова на морской акватории, площадь припайных льдов, фиксирующих береговую отмель, а также время наиболее активного воздействия морских льдов на берега.

Полигональные  
формы на  
голоценовой косе  
о. Тройной (арх.  
Острова Известий  
ЦИК)  
(GeoEye, Esri  
WorldImagery)

Полигональный  
микрорельеф  
на водораздельной  
поверхности о. Визе



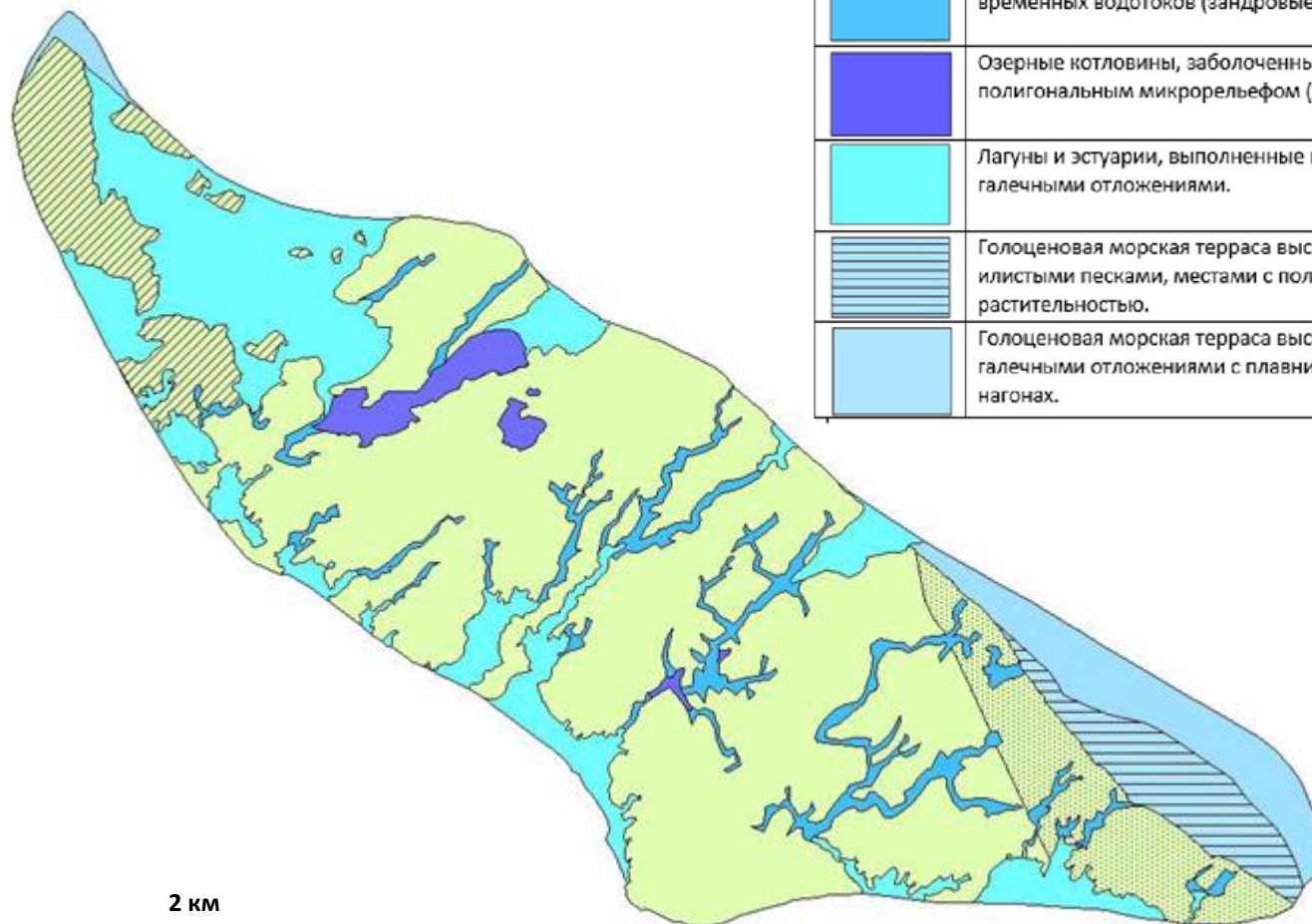
Изображение центральной части о. Визе на  
КС Sentinel-2 (23.09.2020), фиксирующее  
сквозные долины и устьевые участки водотоков,  
затопленные паводковыми водами



Наледный участок долины  
малого водотока о. Визе



Ландшафтная карта о. Визе,  
составленная по КС Sentinel-2  
(23.09.2020)



2 км

Усл.знак	Характеристика ландшафта
	Денудационная пластовая равнина, сложенная песчано-глинистыми нижнемеловыми породами с абс. отм. водораздельных поверхностей 12-20 м. На водоразделах развит полигональный микрорельеф с размерами полигонов 10-15 м и мохово-лишайниковый покров с редкими злаками.
	Денудационная пластовая равнина, сложенная песчано-глинистыми нижнемеловыми породами с абс. отм. водораздельных поверхностей 6-12 м. На водоразделах развит полигональный микрорельеф с размерами полигонов 10-15 м и мохово-лишайниковый покров с редкими злаками.
	Денудационная пластовая равнина, сложенная преимущественно песчаными нижнемеловыми породами с абс. отм. водораздельных поверхностей 12-20 м. Растительность отсутствует, полигональный микрорельеф слабо выражен.
	Расширенные днища долин, выполненные песками, с многорукавными руслами временных водотоков (зандровые долины).
	Озерные котловины, заболоченные, занятые мохово-травяной растительностью, с полигональным микрорельефом (15-25 м) и буграми пучения (до 50x100 м).
	Лагуны и эстуарии, выполненные голоценовыми аллювиально-морскими песчано-галечными отложениями.
	Голоценовая морская терраса высотой ок. 3 м (уровень марша), сложенная илистыми песками, местами с полигональным микрорельефом (до 50 м) и растительностью.
	Голоценовая морская терраса высотой 1-2 м (уровень ватта), сложенная песчано-галечными отложениями с плавником и редкими валунами. Затопливается при нагонах.



## ВЫВОДЫ

1. Развитие современных геологических процессов на малых островах и шельфе арктических морей обусловлено геолого-тектоническими условиями и географическим положением, от которых зависят климатические, гидрологические и геокриологические условия.

2. В эпоху современного потепления климата и сокращения ледовитости характерно ускоренное развитие отступления берегов, наращивание и переформирование аккумулятивных форм рельефа. Отступающие берега в большинстве случаев расположены на западных побережьях, нарастающие – на восточных.

3. Для поверхности подавляющего большинства островов характерен полигональный микрорельеф плейстоценового возраста с размерами полигонов 10-12 м и голоценового (30-100 м) на аккумулятивных образованиях.

4. Нередки также наледные участки долин мелких водотоков, сформированные за счет наледей снеговых вод.

5. Новые космические снимки высокого пространственного разрешения (GeoEye, WorldView) наряду со снимками среднего разрешения (Landsat, Sentinel - за более длительный интервал времени) позволяют достаточно полно охарактеризовать природные процессы малых островов Карского моря, являющихся весьма труднодоступными для полевых исследований. С использованием этих снимков были охарактеризованы береговые, флювиальные, криогенные, нивальные процессы.

6. Применение многовременных МТС-композиций, созданных из РЛ-изображений Sentinel-1 дает новую информацию о сезонной динамике поверхности островов и акватории, которая может быть более детально проанализирована в дальнейшем.