

ИЗМЕНЕНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ НОВОЙ ЗЕМЛИ С 1952/1961 ПО 2023 ГГ. ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Оценка динамики оледенения Новой Земли выполнена на основе следующих данных: сведений из «Каталога ледников СССР»¹, отражающих состояние на 1952 г.; панхроматических снимков космической программы «Corona» 1961-1962 гг., спектральных космических снимков Landsat-7 ETM+ 2001 г., Landsat-8 OLI/TIRS 2013 г. и Sentinel-2A/B 2023 г. (рисунок 1).

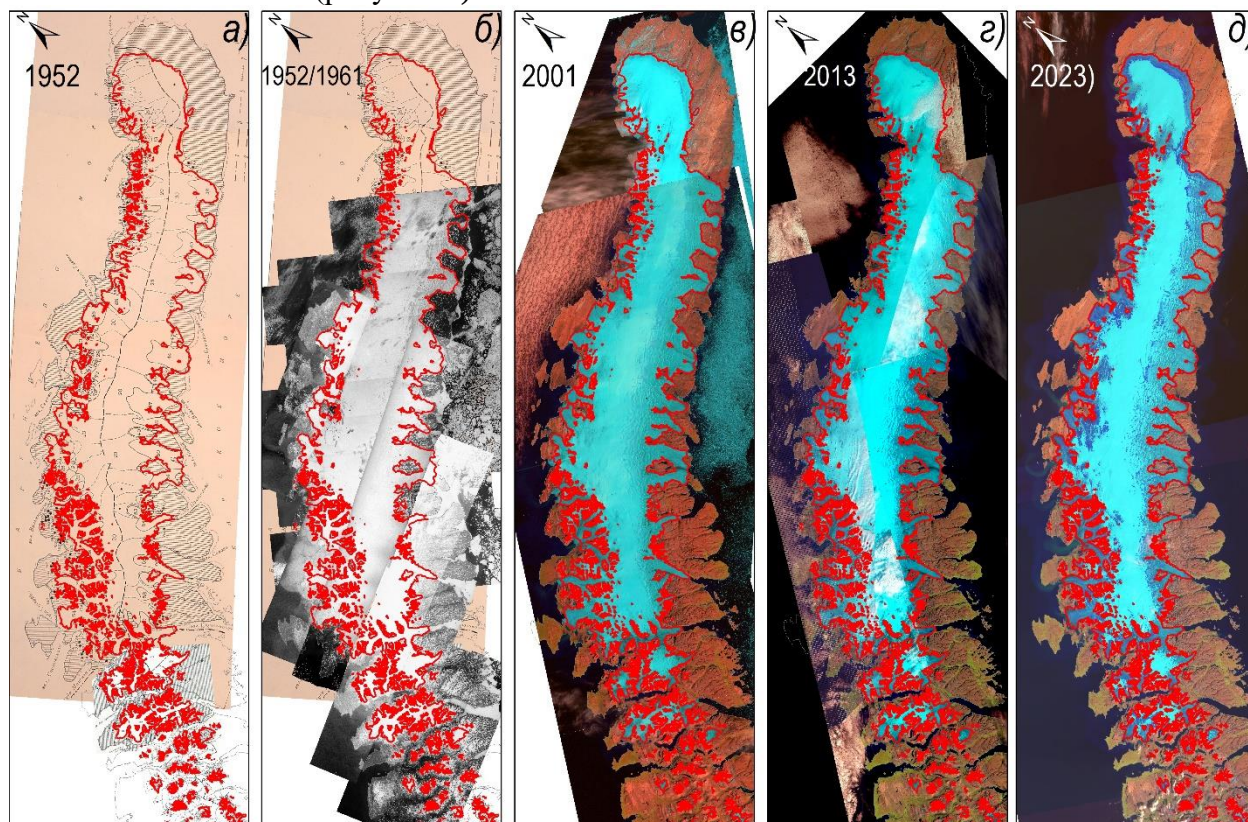


Рисунок 1 - Схемы расположения ледников: а) – картосхема из «Каталога ледников СССР»; б) – наложение мозаики космических снимков «Corona» за 1961 г. на картосхему 1952 г.; в) - мозаика космических снимков Landsat-7 ETM+ за август 2001 г; г) Landsat-8 OLI/TIRS за август – сентябрь 2013 г; д) – Sentinel 2A/B за сентябрь 2023 г.

Таблица 1 - Суммарная площадь оледенения Новой Земли. Оценка точности для авторских оценок приводилась по доверительным границам (ширина буфера соответствует пространственному разрешению раstra); контур ледников 1952/1961 гг., взят как базовый, так как вероятно, что в 1952 г. часть ледников не была отдешифрирована

Сроки	Площадь, км ²	%
1952	23 645	98,1
1952/1961	24 107 ± 548	100,0
2001	22 914 ± 350	95,1
2013	22 279 ± 335	92,4
2023	21 702 ± 108	90,0

стабильных. Суммарно оледенение Новой Земли сократилось с 1952/1961 гг. на 10%. При этом количество ледников увеличилось в 2,1 раза за счёт дробления более крупных ледников на части в процессе отступления. На рисунках 2 и 3 показаны примеры отступления языка ледников с 1961 по 1923 гг. бассейнов Баренцева и Карского морей.

Ледники Новой Земли дешифрировались на конец периода абляции за 4 срока: 1961, 2001, 2013 и 2023 гг. и сопоставлялись с временным горизонтом 1952/1961 гг. (таблица 1).

За период наблюдений практически все языки выводных ледников Новой Земли отступили по стрелю на километры, за исключением нескольких

¹ Каталог ледников СССР, т. 3, Северный край, Часть 2, Новая Земля (1978) Л., Гидрометеониздат, 112 с.

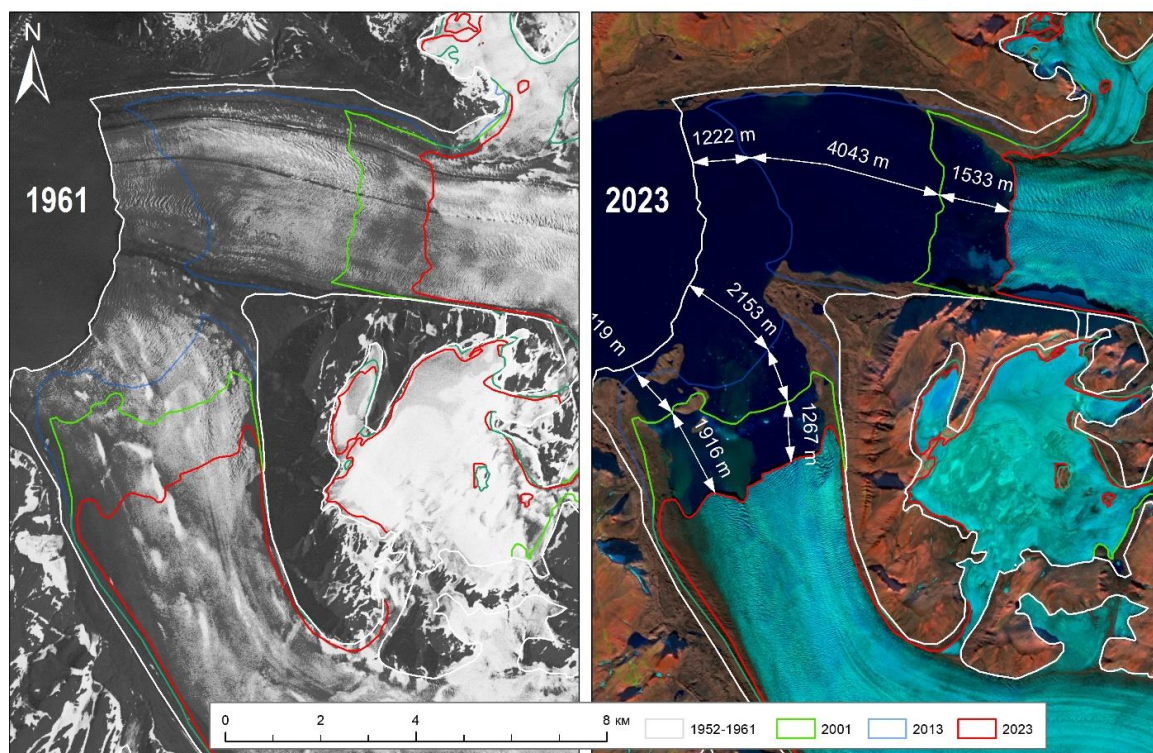


Рисунок 2 - Пример отступления краев выводных ледников Вильницкого южный и Вильницкого северный (№ 67, № 68 согласно нумерации Каталога ледников СССР) на склонах западного побережья о. Северный, Баренцево море. Левый снимок – «Corona» 1961 г, правый – Sentinel-2A, 2023 г.

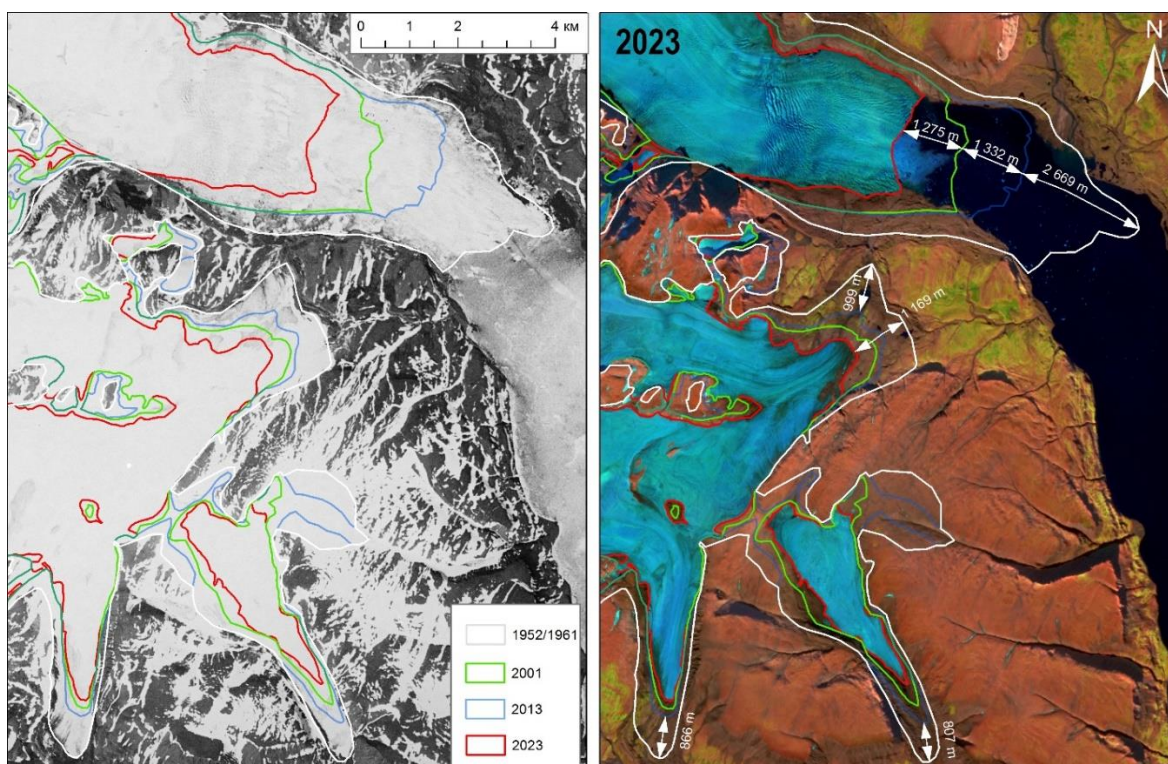


Рисунок 3 - Пример отступления краев долинных выводных ледников Витте (№208), Ярошевского (№ 210) и Рейгардта (211), согласно нумерации Каталога ледников СССР, на склонах юго-восточного побережья о. Северный, Карское море, залив Медвежий. Левый снимок – «Corona» 1961 г, правый – Sentinel-2A, 2023 г.

В таблицах 2 и 3 представлены площади ледникового щита и оледенения южной

части ледникового района (рисунок 4, врезка а), где сосредоточено наибольшее количество небольших горных ледников со средней площадью 2,6 км². Ледниковый щит сократился на 8,1% с 1961 г. (таблица 2). Южнее широты 74,5° картина деградации выглядит иначе. Суммарное сокращение площади на данном участке значительно выше и составляет 33,26% (таблица 3).

Таблица 2 - Площадь ледникового щита с выводными ледниками (рисунок4, врезка а).

Года	Площадь, км кв.	%
1952/1961	21 867,7	100,00
2001	20 981,0	95,95
2013	20 496,1	93,73
2023	20 098,4	91,91

Таблица 3 - Суммарная площадь горно-покровного, горного оледенения и ледников малых форм южнее широты 74.5 (рисунок4, врезка а)

Года	Количество ледников	Площадь, км кв.	%
1952/1961	284	2202,1	100,00
2001	380	1833,3	83,25
2013	394	1650,5	74,95
2023	492	1469,6	66,74

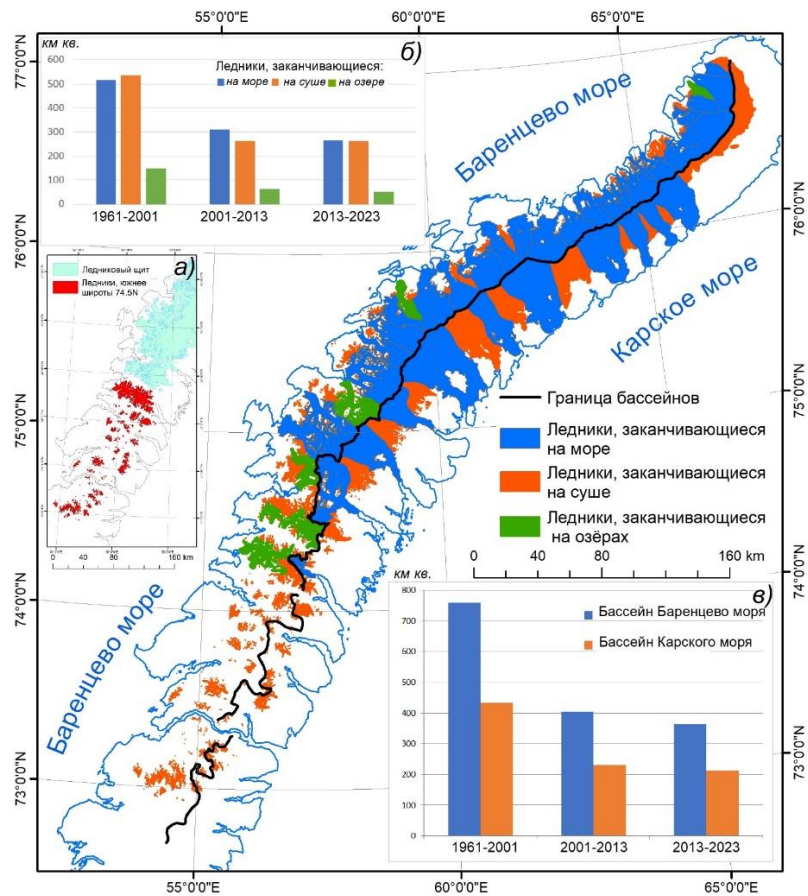


Рисунок 4 - Схема ледников, по типу окончанию. Врезка а) – схема ледникового щита и горно-покровного, горного оледенения и ледников малых форм южнее широты 74,5°; врезка б) – сокращение площади ледников в зависимости от типа окончания; врезка в) - сокращение площади ледников по бассейнам

Скорость отступления ледников не была постоянной. С 1961 по 2001 гг. оледенение Новой Земли сокращалось со средней скоростью 29,8 км²/год, с 2001 по 2013 гг. – со скоростью 52,9 км²/год. И за последний период с 2013 по 2023 гг. скорость сокращения ледников Новой Земли достигла максимума – 57,7 км²/год (рисунок 4в).

Разделение ледников на морские, сухопутные и озёрные (по типу окончания) даёт представление влиянии открытой воды на темпы таяния льда (рис.4). С 1961 по 2023 гг. ледники Новой Земли, заканчивающиеся на суше, потеряли 1059 км² (4,4%), ледники, заканчивающиеся на озерах, потеряли 260 км² (1,1%), а ледники, обрывающиеся в море, потеряли 1088 км² (4,5%) площади оледенения (рис.4, врезка б). При этом за последние два периода 2001-2013 и 2013-2023 гг. ледники, заканчивающиеся на море, показали большую скорость отступления чем ледники, заканчивающиеся на суше.

Ледники бассейна Баренцева моря в период с 1961 по 2023 год потеряли 1526 км² (6,3%), тогда как ледники бассейна Карского моря потеряли 877 км² (3,6%). Все три типа ледников: озерные, морские и ледники, заканчивающиеся на суше, потеряли за последние 22 года (2001-2023 гг.) чуть больше или столько же площади льда сколько в предыдущие 40 лет (1961-2001 гг.) (рис.4, врезка г).

Для ледников Новой Земли, заканчивающиеся в море, значительное влияние оказывает айсберговый сток. Предполагается, что именно он может являться основной составляющей потери массы в нижней части выводных ледников. Оценить вклад айсбергов в уменьшение площади ледников принципиально возможно при помощи интерпретации космических изображений. На рисунках 5 и 6 показаны в качестве примера результаты откалывания и разрушения айсбергов в 2023 г. для ледников Витте и Полисадова.

Так язык ледника Витте (рисунок 5) только в течение одного месяца 2023 г. отступил на 122 м, а в результате обрушения льда сформировалось поле плавающих льдов, площадью 0,7 км². И ледник Витте в течение одного месяца потерял 0,13 км² льда. Язык ледника Полисадова (рисунок 6) отступил на 588 м за 1,5 месяца, а потерянная площадь льда за счёт айсбергов составила 0,92 км².

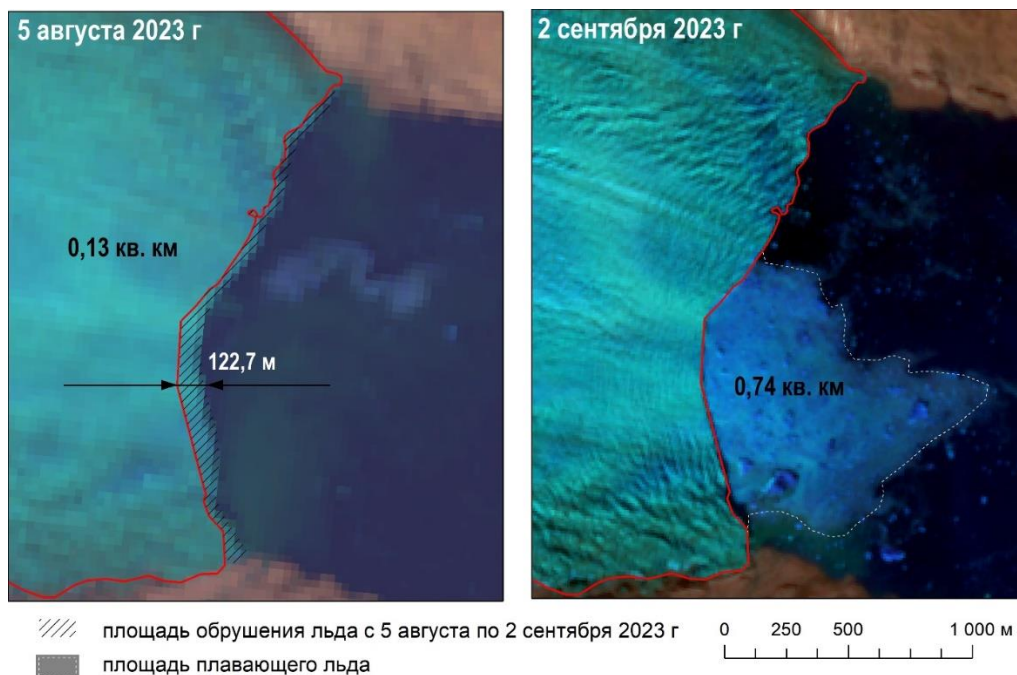


Рисунок 5 - Язык ледника Витте (№ 208), о. Северный, Карское море, залив Медвежий. Левый снимок – Landsat-8 OLI/TIRS от 5 августа; правый снимок – Sentinel-2A от 2 сентября 2023 г. Стрелкой показано отступление ледника за месяц и площадь растаявшего льда

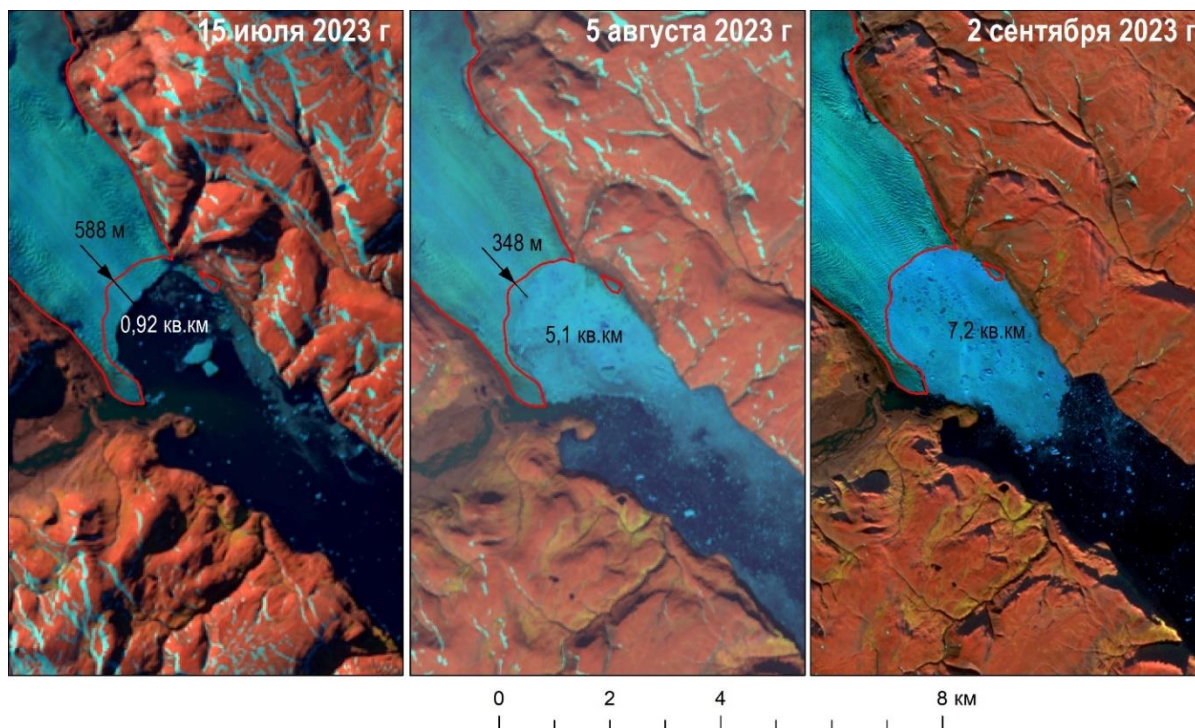


Рисунок 6. - Язык ледника Полисадова (№ 54), о. Северный, Карское море, бухта Полисадова. Левый снимок – Landsat-8 OLI/TIRS от 15 июля; центральный снимок – Landsat-8 OLI/TIRS от 5 августа; правый снимок – Sentinel-2A от 2 сентября 2023 г. Стрелкой показано отступление ледника за полтора месяца. Цифрами на левом рисунке – площадь растаявшего льда, а на среднем и правом – площадь плавающих льдов от обвала ледника (в км²)