

## О КЛИМАТЕ АРКТИКИ В 2023 ГОДУ — ГЛОБАЛЬНО САМОМ ТЕПЛОМ ЗА ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ

2023 год оказался самым теплым за весь период инструментальных наблюдений (рис. 1). По данным Пола Воосена (Voosen P. The hottest year was even hotter than expected // Science. 2024. Vol. 383. Issue 6679. P. 134), средняя приземная температура на всей Земле выросла почти на 0,2 °С по сравнению с предыдущим рекордом, установленным в 2016 году, и на 1,48 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем.

Однако в Арктике 2023 год не был столь аномальным и уступал предыдущим теплым 2016 и 2020 годам (рис. 2).

В изменениях температуры в 1901–2023 годах в северной полярной области очевидно присутствие на фоне тренда квазипериодического колебания с наложением межгодовой изменчивости. Происхождение этого примерно 70-летнего колебания связано с Атлантической междесятилетней осцилляцией (АМО), выделяемой в изменчивости температуры поверхности океана в Северной Атлантике с конца XIX века в виде 60–80-летнего колебания.

В области морской Арктики температура с 1990-х годов повысилась к 2018–2020 годам зимой более чем на 4 °С, а летом — на 2 °С, а после понизилась к 2023 году зимой на 2 °С. Летом понижение в эти годы составило 0,5 °С. На акватории сибирских арктических морей (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское,

Чукотское моря), по которым проходит Северный морской путь (СМП), особенно заметно потеплело в 2010-е годы. Данные метеорологических станций на побережье и островах морей показывают здесь повышение зимней температуры воздуха с 1970-х годов по 2018 год на 6 °С, а летней к 2020 году — почти на 3 °С. К 2023 году зимой температура понизилась на 3,5 °С, а летом — на 2,6 °С.

В изменениях морского ледяного покрова в Арктике в 2023 году также не отмечено заметных отклонений от среднего уровня в период 2010–2020 годов

с абсолютными сентябрьскими минимумами ледовитости Северного Ледовитого океана в 2012 году и в морях СМП в 2020 году (рис. 3).

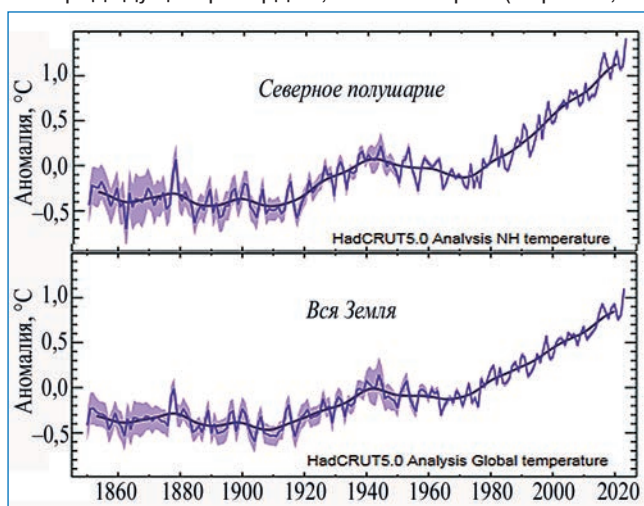
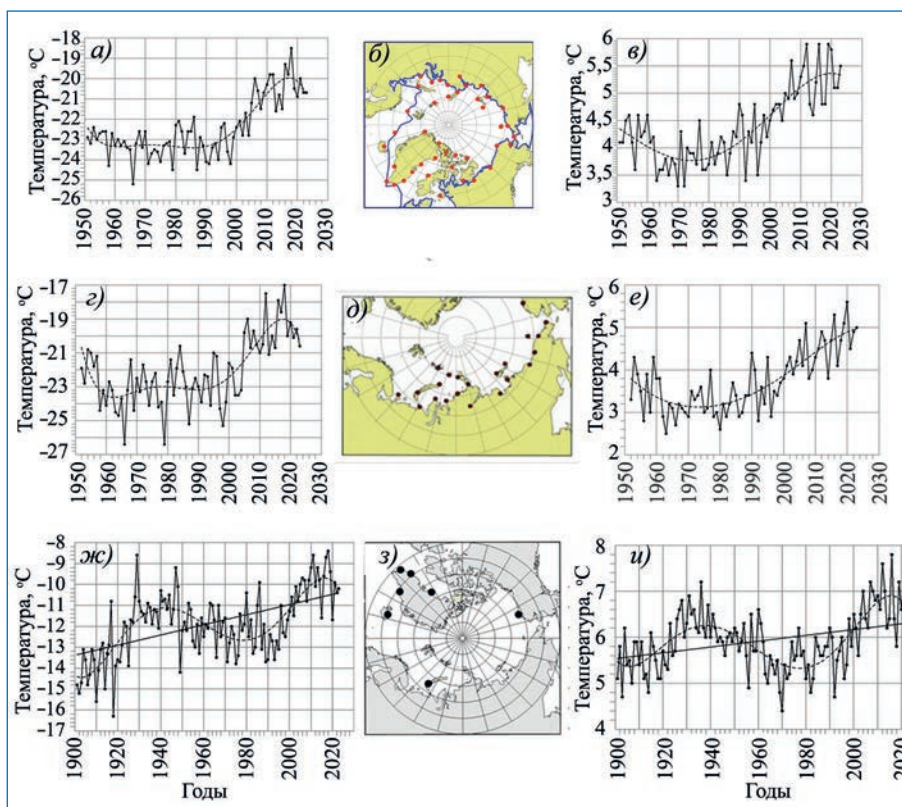


Рис. 1. Аномалии среднегодовой температуры воздуха в Северном полушарии и на всей Земле в период 1850–2023 гг. (по данным Climatic Research Unit.: <https://www.uea.ac.uk/>)

Рис. 2. Средняя температура воздуха зимой (а, г, ж) и летом (в, е, и) по данным метеорологических станций (б, д, з) в Арктике в период с 1950 по 2023 год (а, в, г, е) и с 1901 по 2023 год (ж, и)



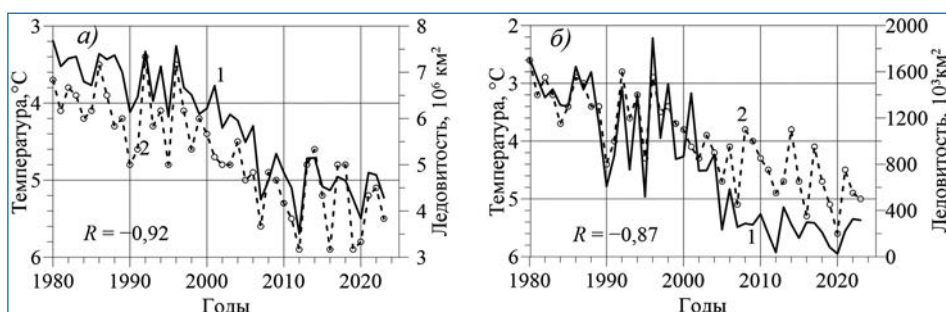


Рис. 3. Площадь, занятая морским льдом в сентябре (1), и летняя температура воздуха (2) на акватории Северного Ледовитого океана (а) и морей Северного морского пути (б) в 1980–2023 годах

Сумма градусо-дней мороза (СГДМ), влияющая на разрастание ледяного покрова в холодную часть года с октября по апрель и на последующее летнее таяние, в 2023 году продолжала расти после 2020 года (рис. 4).

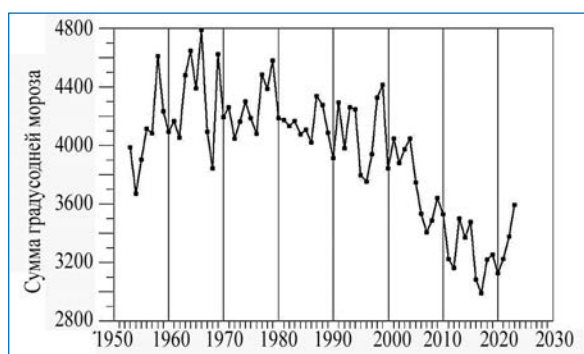


Рис. 4. Сумма градусо-дней мороза по данным 24 метеостанций на акватории СМП

Расхождение между аномальными за весь период инструментальных наблюдений значениями глобальной средней температуры воздуха и отсутствием подобных аномалий в Арктике привлекает внимание. Объяснение этого климатического парадокса связано с ведущей ролью низких широт в колебаниях климата Арктики, запаздывающих на 2–3 года относительно низкоширотных аномалий, что было установлено нашими исследованиями (см.: Alekseev G.V. et al. Influence of SST in low latitudes on the Arctic warming and sea ice // J. Mar. Sci. Eng. 2021; Vol. 9(10). P. 145; Алексеев Г.В. и др. Влияние аномалий температуры воды в низких широтах океана на колебания климата Арктики и их предсказуемость // Арктика: экология и экономика. 2019; Vol. 3(35). С. 73–83).

Аномалия 2023 года зародилась в низких широтах океана в Западном полушарии. Подтверждение этого

можно увидеть на рис. 5, показывающем сходство между развитием в 2023 году глобальной аномалии температуры воздуха и аномалий температуры поверхности океана в двух регионах.

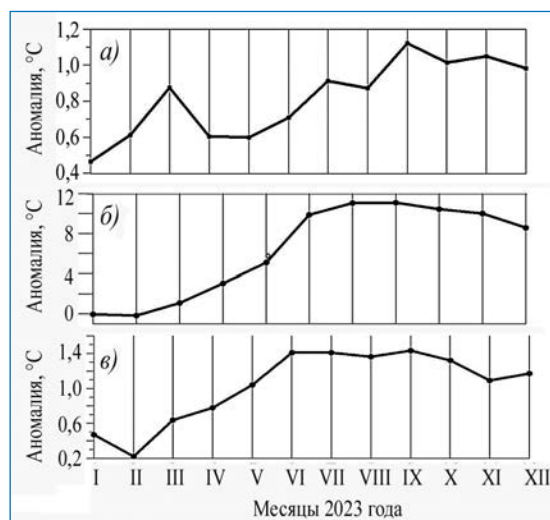


Рис. 5. Аномалии 2023 года среднемесячной глобальной температуры воздуха (а) и температуры поверхности океана в двух районах низких широт, отображаемых индексами whwp (10 ю. ш.–30° с. ш., 0–120° з. д.) (б) и tna (5,5–23° с. ш., 15–57° з. д.) (в). <https://psl.noaa.gov/data/climateindices/>

Согласно нашим оценкам запаздываний между аномалиями температуры поверхности океана в низких широтах Северной Атлантики и аномалиями температуры воздуха и ледовитости, проявление глобальной аномалии 2023 года в Арктике можно ожидать в 2025–2026 годах.

Г.В. Алексеев, Н.Е. Иванов, Н.Е. Харланенкова,  
Н.И. Глок, В.М. Смоляницкий (АНИИ)

## ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОТНЫХ ШЕЛЬФОВЫХ ВОД, РАЗНОМАСШТАБНАЯ 3D ДИНАМИКА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАСКАДИНГА В ОБЛАСТИ ШЕЛЬФ – СКЛОН В СОВРЕМЕННОЙ АНТАРКТИКЕ

Работы по проекту РНФ 22-27-00013 «Формирование плотных шельфовых вод, разномасштабная 3D динамика и эффективность каскадинга в области шельф – склон в современной Антарктике» проводились с целью анализа изменчивости влияния каскадинга на циркуляцию вод в прикромной области и на возможную эффективность формирования донных вод в зависимости от изменчивости внешних потоков соли (плавучести) в полынях раз-

личного типа в шельфовых областях антарктических морей на основе моделирования динамики и трансформации вод на антарктическом шельфе и континентальном склоне в развитии от мелкого масштаба до мезомасштаба.

В настоящей статье представлены результаты исследований по программе проекта в 2022–2023 годах.

Исследование разномасштабной склоновой динамики плотностных потоков на шельфе и склоне необхо-