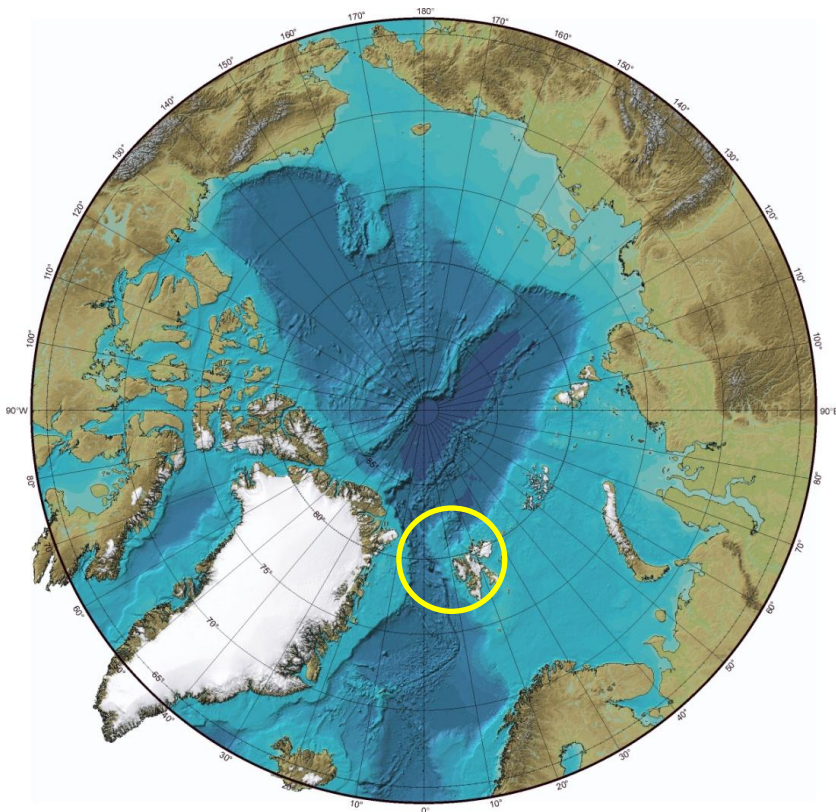


Тенденции в изменении климата архипелага Шпицберген на примере ГМО “Баренцбург” за период 1911-2020 гг.



Т. К. Карандашева¹

Б. В. Иванов^{1, 2, 3}

В. И. Демин⁴

А.Д. Ревина¹

*¹Арктический и антарктический НИИ,
Санкт-Петербург, РФ*

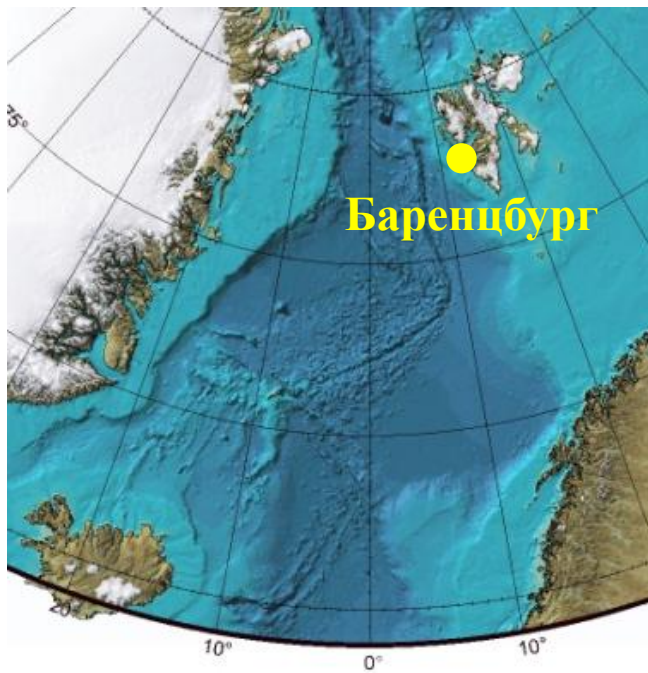
*²Санкт-Петербургский государственный
университет, РФ*

³Институт Физики Атмосферы РАН, Москва, РФ

⁴Полярный геофизический институт, Апатиты, РФ

Материалы

Композитные ряды среднемесячных значений приземной температуры воздуха (ПТВ) за период 1911-2020 гг. (Демин, Иванов, 2020)



Среднемесячная приземная температура воздуха (ПТВ) в Баренцбурге

Рассчитанные по данным Грин-Харбор (м. Финнессет)

Рассчитанные по данным Лонгйира

Рассчитанные по данным Ис-фьорд Радио

Рассчитанные по реанализу 20CRv3

1928	-12,1	-14,1	-17,3	-14,8	-4,6	0,6	4,7	4,7	0,3	-8,9	-12,5	-15,1
1929	-21,3	-8,8	-26,2	-19,8	-7,2	0,7	3,4	3,5	-0,1	-7,6	-13,2	-5,3
1930	-15,1	-12,6	-22,3	-9,5	-2,9	2,4	7,2	5,9	0,3	-5,3	-6,0	-4,5
1931	-11,6	-7,8	-15,5	-6,0	-5,3	2,3	5,8	4,6	0,2	-6,3	-1,4	-8,3
1932	-12,1	-10,6	-10,5	-11,3	-3,2	2,1	5,7	4,8	0,2	-3,7	-8,7	-6,8
1933	-3,6	-8,7	-14,5	-12,8	-2,9	2,0	5,3	4,7	2,6	-5,0	-6,1	-6,9
1934	-7,7	-14,0	-6,2	-12,3	-3,3	2,2	5,9	6,3	3,6	-3,3	-6,2	-7,3
1935	-12,9	-13,3	-12,4	-12,2	-6,5	1,9	6,0	5,5	-0,9	-0,9	-2,8	-8,1
1936	-8,7	-15,8	-20,7	-11,4	-0,4	1,7	4,8	5,1	1,1	-3,4	-7,2	-8,4
1937	-3,0	-15,4	-11,6	-6,5	-2,0	1,9	5,4	5,2	0,9	-3,4	-6,5	-4,5
1938	-8,2	-8,9	-11,5	-9,5	-3,4	2,9	5,5	4,5	0,6	-1,1	-5,4	-0,8
1939	-10,8	-10,1	-10,6	-9,5	-2,1	0,6	6,1	5,3	-0,1	-3,8	-6,9	-11,1
1940	-9,4	-15,0	-16,4	-14,5	-1,9	2,2	5,2	3,8	2,8	-4,0	-7,5	-9,3
1941	-16,6	-15,1	-15,0	-14,0	-6,1	1,2	5,8	5,2	1,4	-4,8	-3,9	-10,0
1942	-7,3	-12,3	-19,1	-14,6	-5,5	1,2	4,9	4,9	-0,3	-3,9	-8,9	-9,9
1943	-13,8	-17,4	-16,8	-11,8	-4,2	2,6	5,7	4,4	0,9	-4,1	-9,8	-10,2
1944	-13,6	-12,8	-11,2	-12,4	-3,8	2,6	5,8	4,2	2,0	-3,1	-6,2	-5,0
1945	-13,5	-10,6	-12,9	-9,8	-3,9	2,4	6,2	5,0	0,8	-5,6	-11,5	-10,2
1946	-11,7	-13,4	-14,4	-10,4	-5,0	1,2	5,8	4,8	1,7	-5,7	-11,1	-6,5
1947	-2,6	-12,8	-16,2	-9,6	-4,0	2,2	4,6	4,8	0,5	-4,4	-9,9	-12,9
1948	-18,5	-16,0	-15,1	-10,1	-5,6	1,4	5,4	3,2	1,3	-3,6	-13,2	-16,1
1949	-17,8	-7,9	-9,1	-12,6	-4,8	1,4	4,1	3,5	-0,6	-8,1	-5,2	-4,7
1950	-7,2	-11,1	-9,2	-6,9	-4,2	1,3	6,2	5,1	2	-1	-4	-13
1951	-15,1	-8,2	-15,7	-12,9	-4,7	1,4	5,5	5,1	0,1	-4,4	-14	-14,2
1952	-14	-17,7	-17,9	-11,2	-4,5	3,9	6	3,4	0,5	-4,1	-5,4	-13,1
1953	-14,2	-11,5	-20	-12,6	-3,3	3,4	6,9	5,4	0,2	-0,7	-1,3	-4,8
1954	-8,4	-5,6	-12,5	-7,4	-1,2	2,4	5,2	4,8	0,1	-3,8	-3,2	-4,2

Материалы

Композитные ряды среднемесячных значений приземной температуры воздуха (ПТВ) за период 1911-2020 гг. (Демин, Иванов, 2020)



Среднемесячная приземная температура воздуха (ПТВ) в Баренцбурге

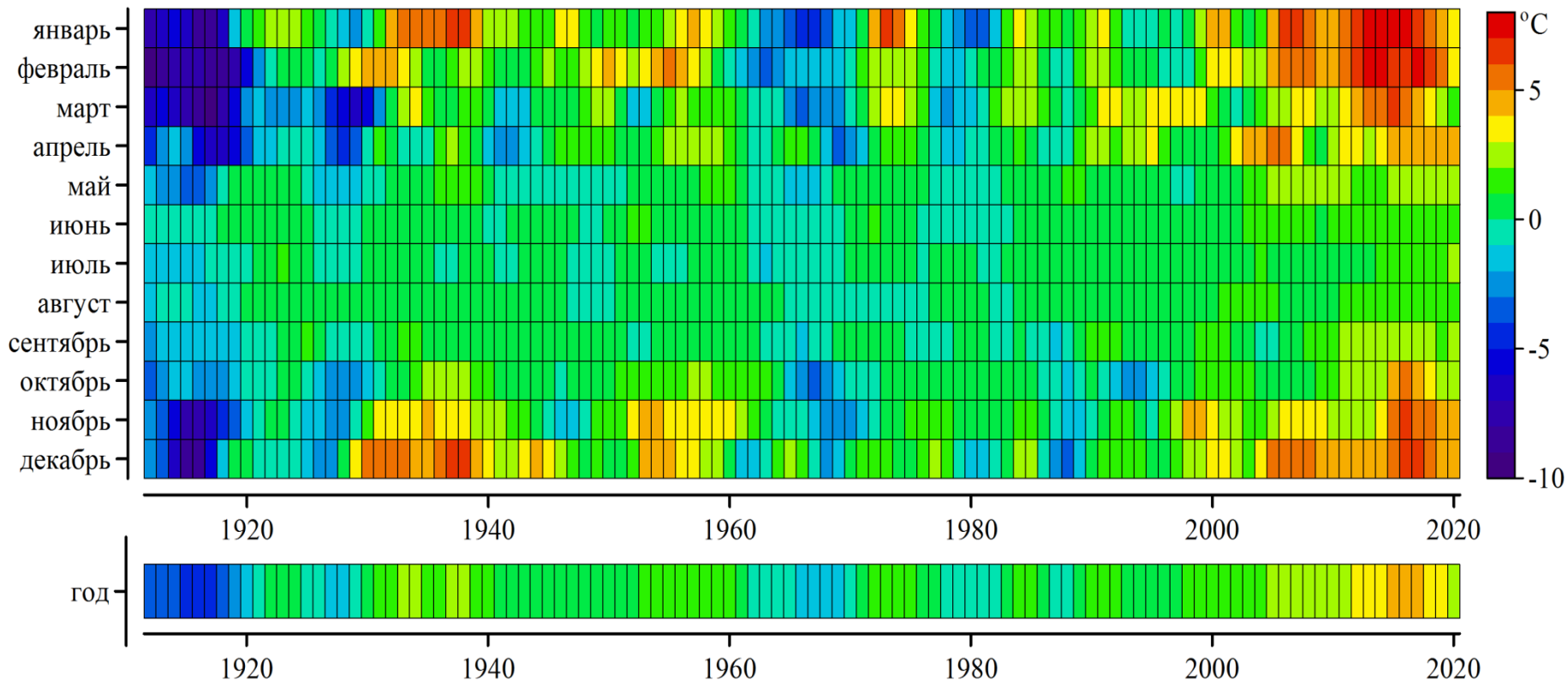
	Рассчитанные по данным Грин-Харбор (м. Финнессет)											
	Рассчитанные по данным Лонгйира											
	Рассчитанные по данным Ис-фьорд Радио											
	Рассчитанные по реанализу 20CRv3											
1928	-12,1	-14,1	-17,3	-14,8	-4,6	0,6	4,7	4,7	0,3	-8,9	-12,5	-15,1
1929	-21,3	-8,8	-26,2	-19,8	-7,2	0,7	3,4	3,5	-0,1	-7,6	-13,2	-5,3
1930	-15,1	-12,6	-22,3	-9,5	-2,9	2,4	7,2	5,9	0,3	-5,3	-6,0	-4,5
1931	-11,6	-7,8	-15,5	-6,0	-5,3	2,3	5,8	4,6	0,2	-6,3	-1,4	-8,3
1932	-12,1	-10,6	-10,5	-11,3	-3,2	2,1	5,7	4,8	0,2	-3,7	-8,7	-6,8
1933	-3,6	-8,7	-14,5	-12,8	-2,9	2,0	5,3	4,7	2,6	-5,0	-6,1	-6,9
1934	-7,7	-14,0	-6,2	-12,3	-3,3	2,2	5,9	6,3	3,6	-3,3	-6,2	-7,3
1935	-12,9	-13,3	-12,4	-12,2	-6,5	1,9	6,0	5,5	-0,9	-0,9	-2,8	-8,1
1936	-8,7	-15,8	-20,7	-11,4	-0,4	1,7	4,8	5,1	1,1	-3,4	-7,2	-8,4
1937	-3,0	-15,4	-11,6	-6,5	-2,0	1,9	5,4	5,2	0,9	-3,4	-6,5	-4,5
1938	-8,2	-8,9	-11,5	-9,5	-3,4	2,9	5,5	4,5	0,6	-1,1	-5,4	-0,8
1939	-10,8	-10,1	-10,6	-9,5	-2,1	0,6	6,1	5,3	-0,1	-3,8	-6,9	-11,1

Цель: оценка многолетних тенденций изменения ПТВ в Баренцбурге на различных временных интервалах и за исследуемый период в целом.

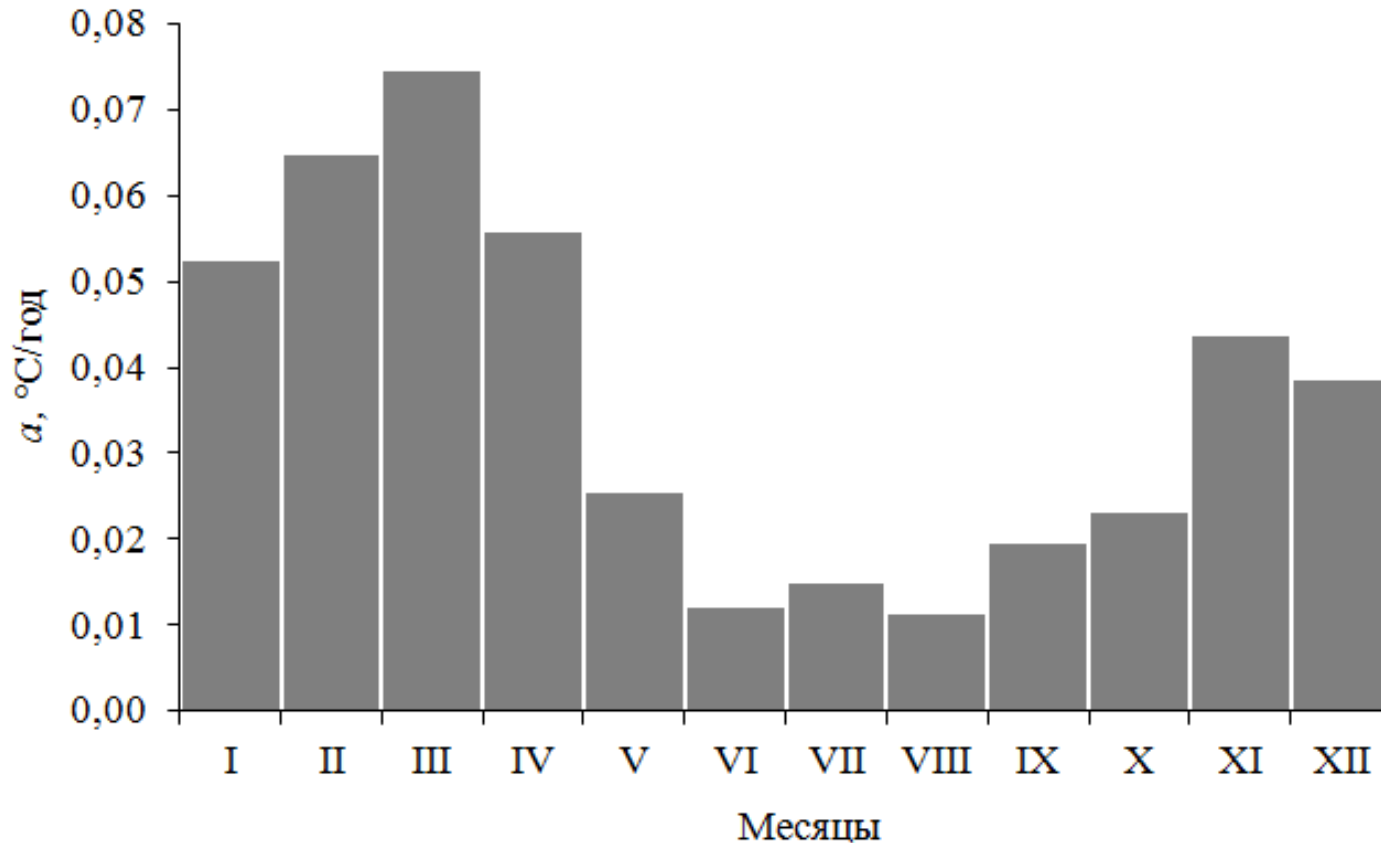
1953	-14,2	-11,3	-20,0	-12,0	-3,3	3,4	6,3	3,4	0,2	-6,7	-1,3	-4,8
1954	-8,4	-5,6	-12,5	-7,4	-1,2	2,4	5,2	4,8	0,1	-3,8	-3,2	-1,2

10,0
-9,9
10,2
-5,0
10,2
-6,5
12,9
16,1
-4,7
-13
14,2
13,1
-4,8

Аномалии среднемесячных и среднегодовых ПТВ (относительно средних значений за 1961–1990 гг.), сглаженные 11-летним фильтром по методу Гаусса 1911-2020 гг.



**Угловые коэффициенты (α) линейных трендов ($^{\circ}\text{C}/\text{год}$)
среднемесячных значений ПТВ за период 1911–2020 гг.:
(все тренды статистически значимы на уровне $P < 0,01$)**



**Характеристики линейных трендов
среднесезонных и среднегодовых значений ПТВ
за период 1912–2020 гг.:**

a – угловой коэффициент (°С/год),

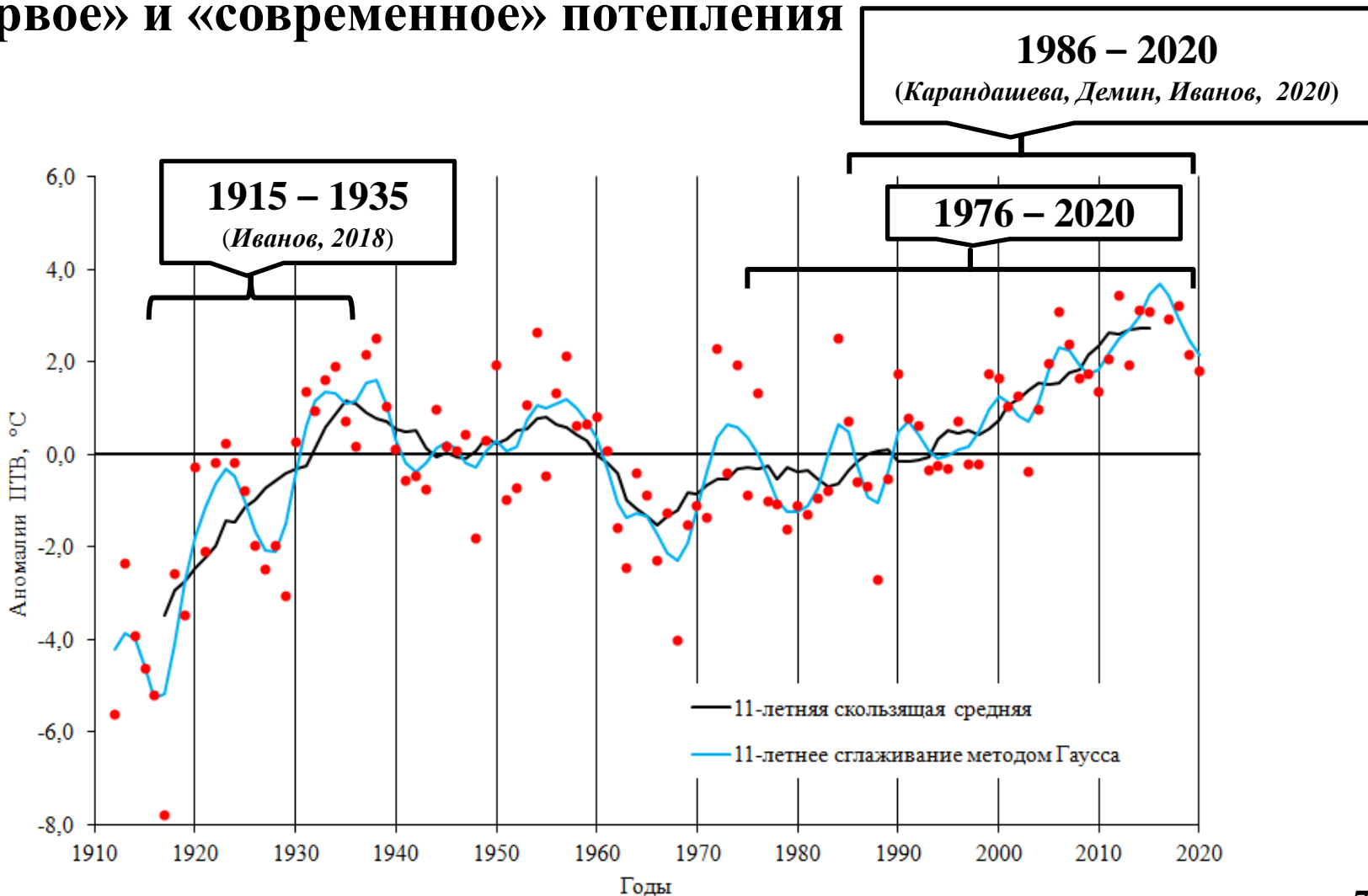
*R*² – коэффициент детерминации.

ΔT – общее потепление за весь период (°С)

все тренды статистически значимы на уровне *P* < 0,01.

Сезон	XII – II	III – V	VI – VIII	IX – XI	Год
<i>a</i>	0,052	0,052	0,013	0,029	0,036
<i>R</i> ²	0,163	0,341	0,267	0,177	0,309
<i>ΔT</i>	5,7	5,7	1,4	3,2	4,0

«Первое» и «современное» потепления



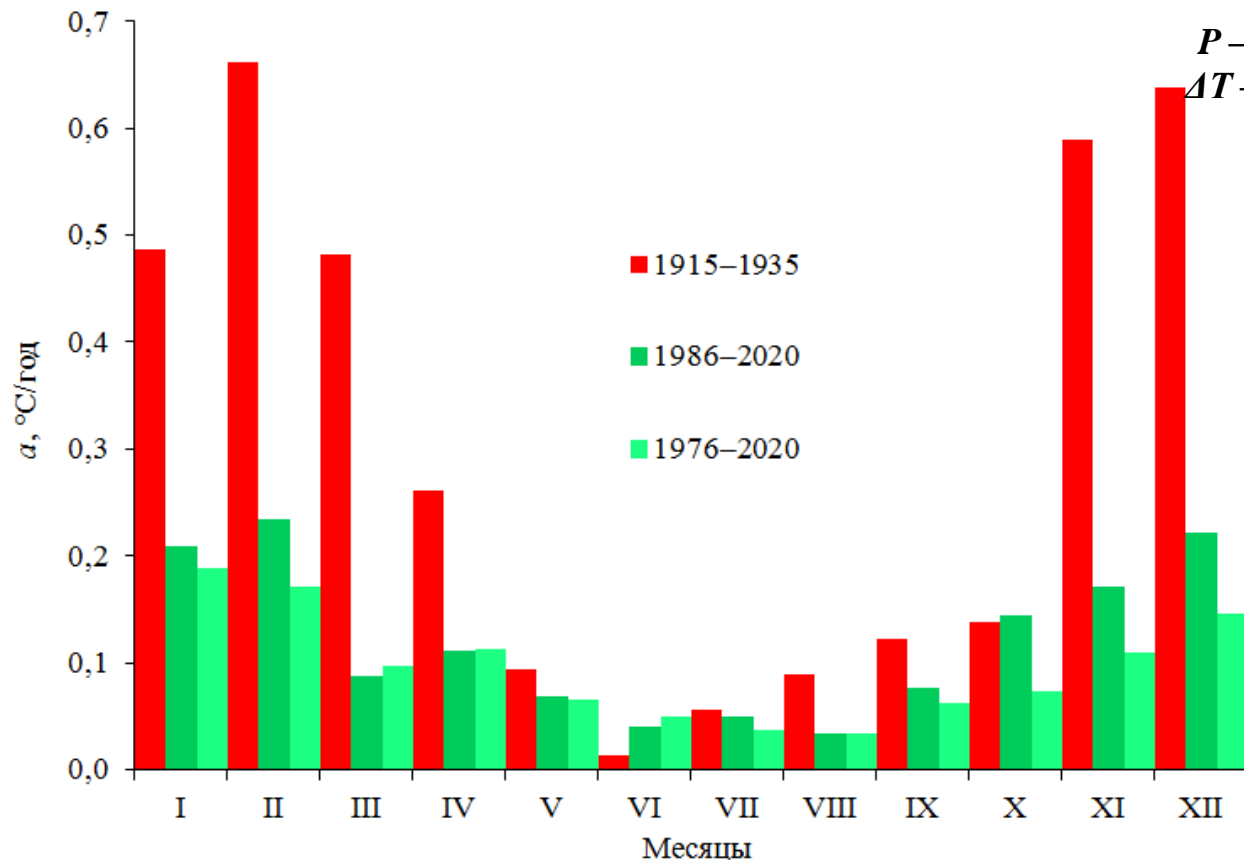
Характеристики линейных трендов среднемесячных и среднегодовых значений ПТВ

в период «первого» (1915–1935 гг.) и «современного» (1986–2020 и 1976–2020 гг.) потеплений

a – угловой коэффициент, °C/год

P – уровень статистической значимости

ΔT – общее потепление за весь период, °C



Для среднегодовых ПТВ:

1915–1935 гг.

$a = 0,303; P < 0,01$

$\Delta T = 6,4^{\circ}\text{C}$

1986 – 2020 гг.

$a = 0,121; P < 0,01$

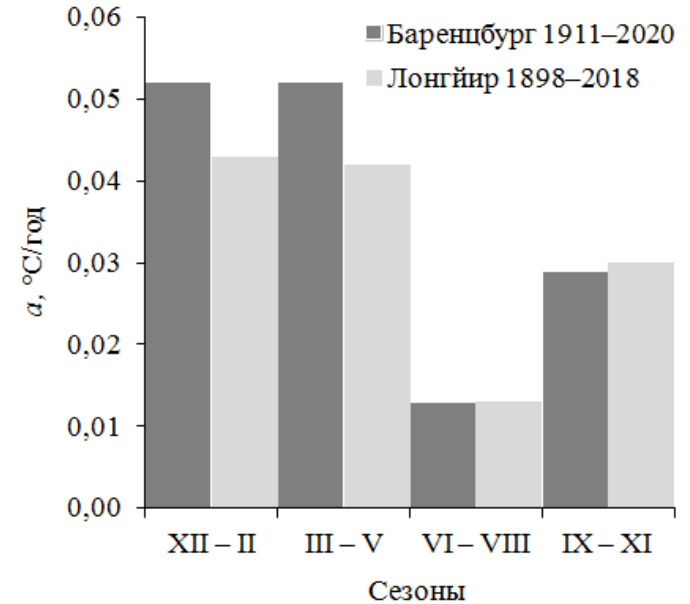
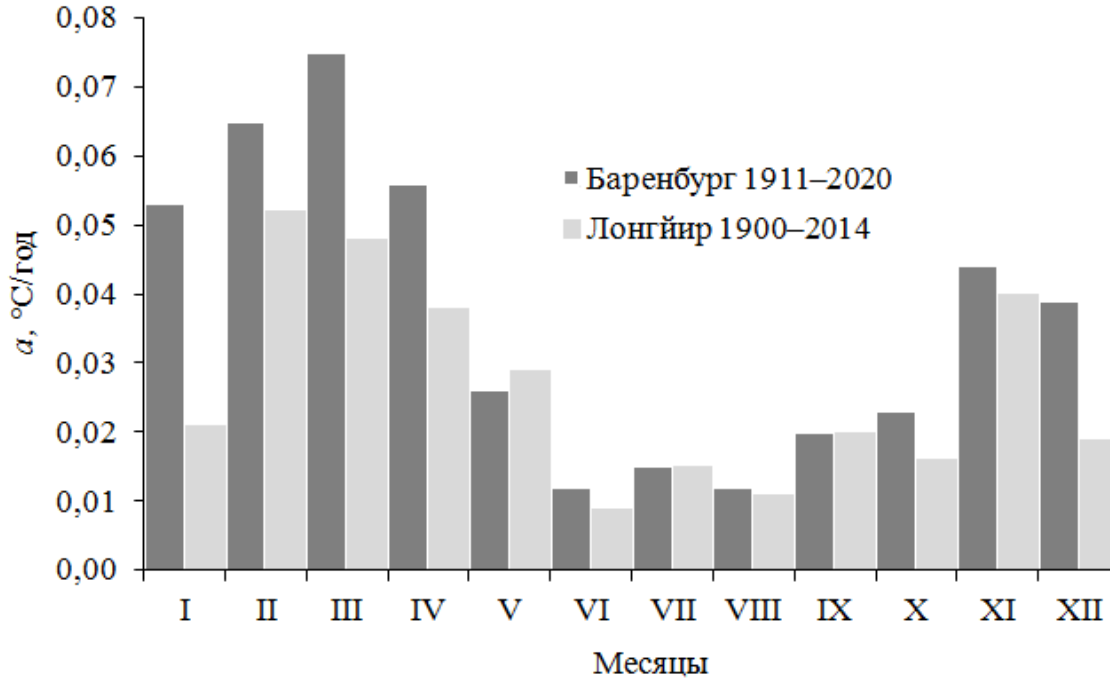
$\Delta T = 4,2^{\circ}\text{C}$

1976-2020 гг.

$a = 0,096; P < 0,01$

$\Delta T = 4,3^{\circ}\text{C}$

Сопоставление результатов с литературными данными



Лонгйир, 1900-2014 (*Ivanov, 2019*)

Лонгйир, 1898-2014 (*Nordli, 2020*)

	Баренцбург	Лонгйир	
Период	1912–2020	1900–2014	1898–2018
ΔT, °C	4,0	2,9	3,8

Заключение

В результате анализа среднемесячных значений ПТВ за весь период регулярных инструментальных наблюдений в Баренцбурге (1911–2020 гг.) установлено:

- Положительные и статистически значимые линейные тренды для отдельных месяцев, календарных сезонов и года в целом свидетельствуют об общем потеплении за исследуемый период. Наибольшие скорости потепления отмечаются в зимние и весенние месяцы, наименьшие – в летние. В целом за весь период (1911–2020 гг.) повышение среднегодовых значений ПТВ составляет 4,0 °С.

- Для «первого» (1915–1935 гг.) и «современного» (в интервалах 1986–2020 и 1976–2020 гг.) потеплений линейные тренды в основном статистически значимы, положительны и показывают, что скорости потепления в зимние месяцы существенно выше скоростей потепления в летние месяцы. Скорости «первого» потепления в основном выше скоростей «современного потепления», и в результате повышение температуры в целом за рассматриваемые периоды для «первого» потепления в 1,5 раза больше, чем для «современного» потепления (6,4°С и 4,2°С соответственно).

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !