

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ РЕПУБЛИКА САХА

*Ю.В. Астанина*¹⁾

*¹⁾Российский государственный гидрометеорологический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: astanina.iu@yandex.ru*

В работе рассмотрено и проанализировано изменение температуры воздуха в республике Саха, а также приведены синоптические ситуации, в условиях которых были зарегистрированы аномалии температуры воздуха. Мы говорим о том, что с 1930 по 2020 гг. в регионе наблюдались период похолодания и период потепления, начавшийся сразу после холодного и продолжающийся в настоящий момент. При этом рост температуры в отдельных областях происходит в разное время. Период потепления наблюдается в центральной и восточной областях с 1970-х, позже в северных, западных и южных регионах – с 1980-х. А также мы делаем вывод, что повышение температуры воздуха в холодное время года связано с тем, что повторяемость случаев, когда на территорию оказывают влияние теплые тихоокеанские воздушные массы, в последнее время увеличилась.

Ключевые слова. Температура воздуха; аномалии температуры; Якутия.

CHANGES IN TEMPERATURE REGIME AND CONDITIONS FOR THE FORMATION OF AIR TEMPERATURE ANOMALIES IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF SAKHA

*Yu. V. Astanina*¹⁾

*¹⁾ Russian State Hydrometeorological University,
Saint Petersburg, Russia, e-mail: astanina.iu@yandex.ru*

The work examines and analyzes changes in air temperature in the Sakha Republic, and also presents synoptic situations under which air temperature anomalies were recorded. We are talking about from 1930 to 2020. The region experienced a period of cooling and a period of warming, which began immediately after the cold period and continues at the present time. At the same time, temperature increases in certain areas occur at different times. A period of warming has been observed in the central and eastern regions since the 1970s, later in the northern, western and southern regions - since the 1980s. We also conclude that the increase in air temperature in the cold season is due to the fact that the frequency of cases when the territory is influenced by warm Pacific air masses has recently increased.

Keywords. Air temperature; temperature anomalies; Yakutia (Republic of Sakha)

В последнее время значительные изменения климата, и прежде всего по температурному режиму, наблюдаются на многих территориях земного

шара. Поэтому на сегодняшний день эта тема остается наиболее актуальной. В данной работе для исследований выбрана территория Якутии (Республика Саха). Она представляет большой интерес, поскольку отличается максимальной континентальностью, расположена сразу в трех климатических зонах (умеренной, субарктической и арктической), и именно здесь находится полюс холода Северного полушария [1-3].

Для изучения изменений климата на территории Якутии выбраны 11 метеорологических станций (рис. 1) с наиболее длительными рядами наблюдений с 1930 по 2020 гг. из архива NOAA [5]. Все станции поделены территориально на регионы: Центральная Якутия – Якутск; Северная Якутия – Тикси, Чокурдах, Черский; Южная Якутия – Олекминск, Нерюнгри; Восточная Якутия – Усть-Нера, Усть-Мая, Зырянка; Западная Якутия – Оленек, Ленск.

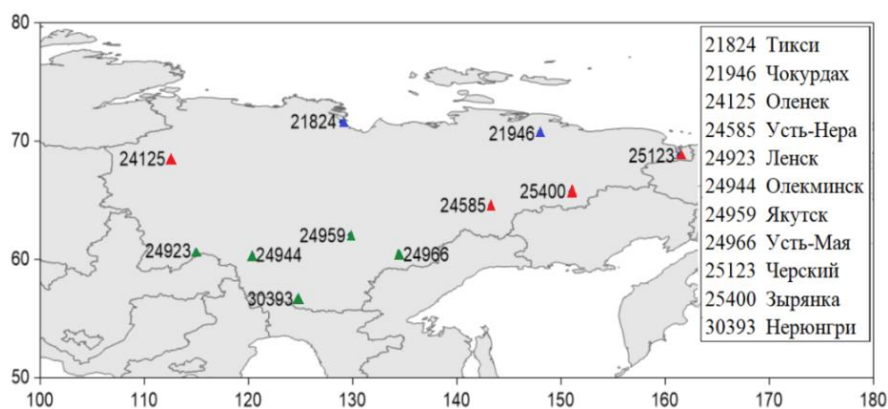


Рис. 1. Расположение станций на территории Якутии

Рассчитаем средние значения температуры воздуха по десятилетиям для теплого и холодного периода. Уточним, что за тёплый сезон будем считать месяцы с мая по сентябрь, а за холодный сезон – с октября по апрель. Результаты представлены в таблице.

По данным таблицы видно, что можно выделить два периода: период похолодания и период потепления, начавшийся сразу после холодного и продолжающийся в настоящий момент. При этом переход с периода похолодания к потеплению в отдельных областях происходит в разное время. Период потепления наблюдается в центральной и восточной областях с 1970-х, позже в северных, западных и южных регионах – с 1980-х. В центральной части Якутии в теплое полугодие средняя температура в холодный период составила $12,3^{\circ}\text{C}$, в тёплый $12,9^{\circ}\text{C}$, т.е. температура повысилась на $0,6^{\circ}\text{C}$. В холодное полугодие температура увеличилась на $2,2^{\circ}\text{C}$ (с $-26,5^{\circ}\text{C}$ до $-24,3^{\circ}\text{C}$). В Северной Якутии на станции Тикси температура в тёплый сезон увеличилась на $0,9^{\circ}\text{C}$ (с $2,5^{\circ}\text{C}$ до $3,4^{\circ}\text{C}$), в холодный – на

0,8°C (с -24,3°C до -23,5°C). В городе Чокурдах также незначительное повышение температуры в тёплый сезон на 0,7°C (с 3,5°C до 4,2°C), а в холодный на 1,9°C (с -27 до -25,1°C). Такие изменения и по станции Черский в тёплый сезон на 0,7°C (с 6,6°C до 7,4°C), а в холодный на 1,9°C (с -24,6 до -22,7°C). В среднем изменение температуры в тёплый сезон составили 0,8°C, в холодный – 1,5°C.

В Южной Якутии в теплое полугодие наблюдается также незначительное увеличение температуры на 0,1°C (с 12,3 до 12,4°C) по станции Олекминск и на 0,3°C (с 10,1 до 10,4°C) в городе Нерюнгри. А в холодный изменения более заметные на 1,2°C (с 19,7 по 18,5°C) по станции Олекминск и на 2,9°C (с -22,0°C до -19,1°C) в городе Нерюнгри. В среднем изменение температуры в Южной Якутии в тёплый сезон составили 0,2°C, в холодный – 2,1°C. На территории Восточной Якутии в теплый период в городе Усть-Нера изменение температуры воздуха – 0,5°C (от 10,3°C до 8,2°C), по станции Усть-Мая – 0,7°C (от 11,9°C до 12,7°C), по станции Зырянка – на 0,2°C (от 9,8°C до 10,0°C). В холодное полугодие Усть-Нера – на 1,7°C (от -31,2°C до -29,5°C), Усть-Мая – на 2,2°C (от 26,0°C до -23,8°C), Зырянка – на 0,3°C (от -25,0°C до -24,7°C). Нерюнгри. В среднем изменение температуры по Восточной Якутии в тёплый сезон составили 0,5°C, в холодный 1,4°C. В Западной Якутии в городе Оленек температура воздуха в тёплый сезон увеличилась на 0,9°C (от 7,4°C до 8,3°C), в холодный – на 1,6°C (от -26,1°C до -24,5°C); в городе Ленск – на 0,1°C (от 12°C до 12,1°C) в тёплый и на 1,2°C (от -18,3°C до -17,1°C) в холодный сезоны. В среднем изменение температуры в тёплый сезон на территории Западной Якутии составили 0,5°C, в холодный 1,4°C.

Распределение разницы температур на территории Якутии до и после потепления в теплый и холодный период показано на рис. 2.

При этом отметим, что в целом самое теплое десятилетие на всей территории Якутии наблюдалось в последние года – с 2011 по 2020 гг. Исключение составляет станция Усть-Нера, здесь самые высокие температуры отмечались в период с 1991 по 2000 гг. А также по самым восточным станциям Чокурдах, Черский и Зырянка самые теплое полугодие пришлось на года с 2001 по 2010.

Делаем вывод, что в теплое время года существенных изменений в температурном режиме на территории Якутии не наблюдается и изменения большей частью коснулись арктических станций. Наибольшие разности температур между холодным и теплым периодами относятся к холодному полугодию, при этом значения существенно зависят от расположения станции. Наибольшие изменения отмечаются над южными территориями с наиболее континентальным климатом.

Средние температуры для холодного и тёплого сезонов на станциях республики Саха в десятилетние периоды

Период, год	Центральная Якутия		Северная Якутия					
	Якутия		Тикси		Чокурдах		Черский	
	Тёплый сезон	Холодный сезон	Тёплый сезон	Холодный сезон	Тёплый сезон	Холодный сезон	Тёплый сезон	Холодный сезон
1931-1940	12.6	-25.1	3.7	-23.1				
1941-1950	12.3	-26.9	1.6	-23.9				
1951-1960	12.6	-26.5	2.7	-24.7	3.7	-26.9	6.7	-24.0
1961-1970	11.9	-27.4	2.3	-24.7	3.4	-27.3	6.6	-24.8
1971-1980	12.2	-26.0	2.3	-24.9	3.4	-27.0	6.5	-24.9
1981-1990	12.4	-25.1	2.6	-23.6	3.8	-25.8	6.5	-23.9
1991-2000	13.1	-24.5	3.0	-24.4	3.8	-26.3	6.7	-24.0
2001-2010	13.3	-23.7	3.7	-23.5	4.8	-24.9	8.6	-22.3
2011-2020	13.7	-22.2	4.3	-22.5	4.6	-23.7	7.7	-20.6

Период, год	Южная Якутия				Восточная Якутия			
	Олекминск		Нерюнгри		Усть-Нера		Усть-Мая	
	Тёплый сезон	Холодный сезон	Тёплый сезон	Холодный сезон	Тёплый сезон	Холодный сезон	Тёплый сезон	Холодный сезон
1931-1940	13.0	-19.5					12.0	-24.0
1941-1950	12.6	-18.8	10.6	-22.3			12.2	-26.0
1951-1960	12.0	-20.4	10.2	-23.4	10.4	-30.4	11.8	-25.9
1961-1970	12.0	-19.7	9.7	-22.2	10.2	-32.1	11.8	-27.9
1971-1980	11.9	-19.9	10.1	-20.3	10.0	-30.9	12.1	-24.9
1981-1990	12.1	-18.5	10.1	-19.0	9.8	-31.0	12.2	-23.3
1991-2000	12.3	-18.6	10.4	-19.7	12.8	-27.1	12.6	-24.0
2001-2010	12.5	-18.7	10.0	-19.1	11.3	-29.0	13.1	-23.8
2011-2020	12.6	-18.0	11.2	-18.8	10.2	-29.8	13.3	-22.9

Период, год	Восточная Якутия		Западная Якутия			
	Зырянка		Оленок		Ленск	
	Тёплый сезон	Холодный сезон	Тёплый сезон	Холодный сезон	Тёплый сезон	Холодный сезон
1931-1940						
1941-1950	10.6	-23.0			11.8	-18.2
1951-1960	10.1	-24.6			12.6	-19.5
1961-1970	9.3	-26.4	7.2	-26.6	11.6	-18.1
1971-1980	9.4	-26.1	7.9	-26.3	12.6	-18.4
1981-1990	9.6	-25.1	7.1	-25.4	11.4	-17.4
1991-2000	9.8	-25.5	7.3	-25.3	11.7	-17.6
2001-2010	10.8	-24.8	8.1	-24.5	12.1	-17.4
2011-2020	10.1	-23.4	9.5	-23.7	12.4	-16.5

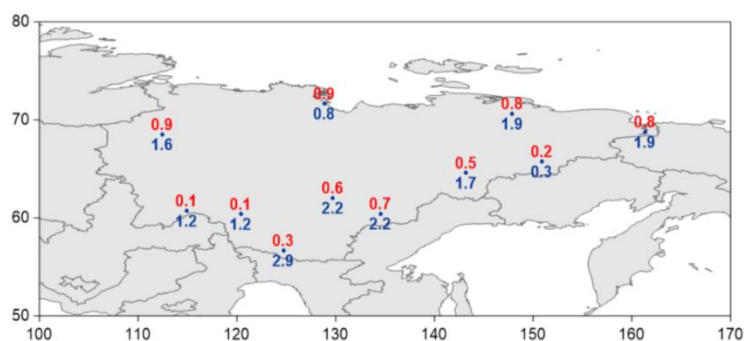


Рис. 2. Разница температур до и после потепления в теплый (красный цвет) и холодный (синий цвет) период

Такие отклонения температур от нормы определяются, в первую очередь, особенностями синоптических процессов, формирующихся над регионом. Поскольку потепление коснулось большей частью холодную половину года, рассмотрим некоторые типичные синоптические ситуации для зимнего периода.

Высокие температуры -5°C в г. Черский наблюдались 16 декабря 2010 года в 18ч UTC (рис. 3). На рис. 2 показана общая синоптическая ситуация. Как видно, с акватории Тихого океана на восточную и северо-восточную часть Якутии переносится тёплый и влажный воздух, скорость ветра около 6,7 м/с. Антициклон на восточной своей периферии захватывает тёплые воздушные массы с Тихого океана, обеспечивая высокие температуры воздуха в декабре. Область высокого давления расположена над территорией Северного Ледовитого океана, захватывает часть берегов Евразии и Тихого океана.

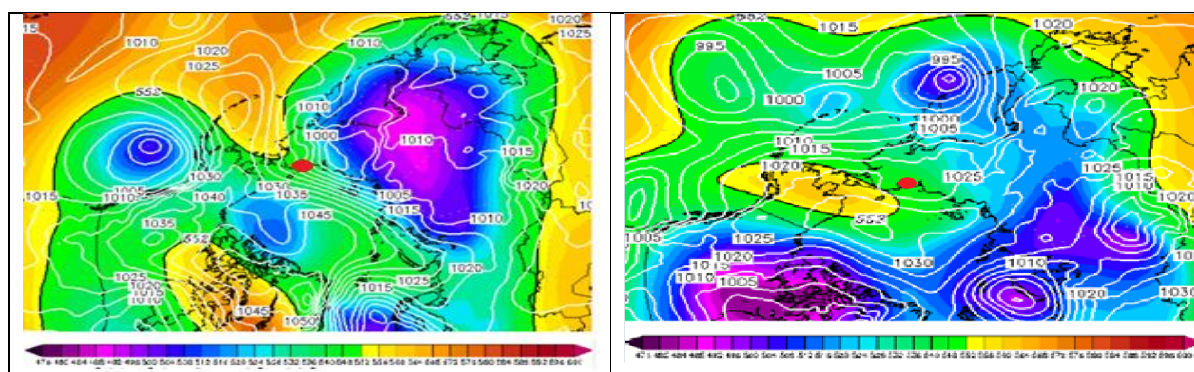


Рис. 3. Синоптические ситуации при высоких температурах в г. Черский 16.12.2010г. 18ч UTC (слева) и 26.12.1999г. (справа) [6]

Ещё один интересный случай наблюдался 26 декабря 1996 г. (рис. 3), тогда температура воздуха составила -9°C . Антициклон направляет воздушные массы с акватории Берингова и Чукотского морей. Такой воздух

теплее, чем континентальный, за счёт чего температура воздуха в данном районе выше, чем в остальной Якутии.

3 января 1982 г. на станции Усть-Нера температура воздуха опускалась до -55°C (рис. 4). Обширный антициклон расположен над всей территорией Сибири и дальнего Востока. Малоградиентное поле высокого давления обеспечивает ясную, маловетреную погоду, а также низкие температуры в Восточной Якутии. Скорость ветра менее 1 м/с.

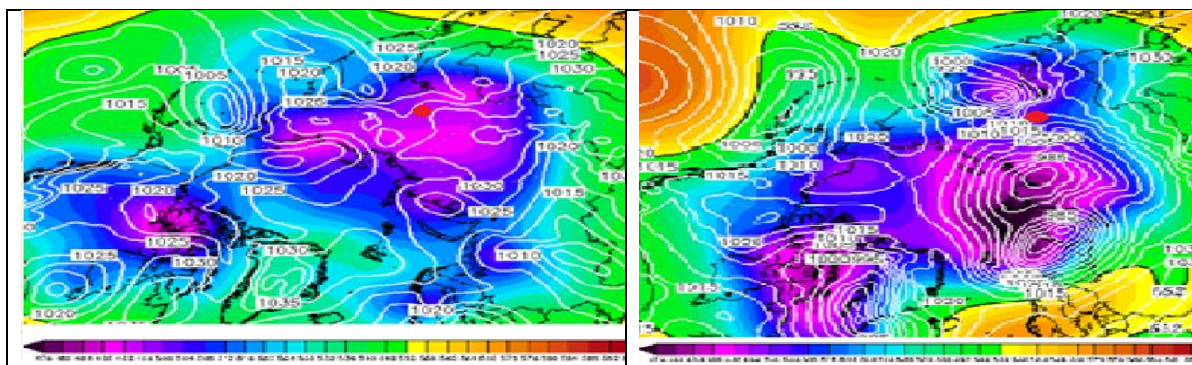


Рис. 4. Синоптические ситуации в г. Усть-Нера при низких температурах 03.01.1982г. (слева) и 5.12.1990г. (справа) [6]

5 декабря 1990 г. температура воздуха в г. Усть-Нера отмечалась -53°C (рис. 4). Усть-Нера оказалась в небольшой области высокого давления между обширным двучентовым циклоном в районе Баренцева и Карского морей и ещё одним циклоном расположенным над Охотским морем. Несмотря на высокие скорости ветра, под влиянием Охотского циклона тёплый морской воздух не проникает на территорию Якутии из-за закрытости горными системами. Низкие скорости ветра у земли задерживают воздух над материком. Этими условиями создаётся ясная морозная погода с очень низкими температурами воздуха.

При анализе синоптического положения выяснено, что:

1. Высокие температуры воздуха, не характерные резко континентальному климату, могут возникать при переносе тёплого морского воздуха с Тихого океана на территорию Якутии;
2. Низкие температуры могут возникать при условии, что территория находится под влиянием циклона в стадии заполнения холодным арктическим воздухом или при установившемся антициклоне с малыми скоростями ветра и сильным выхолаживаем территории.

По сделанным выше выводам о повышении температуры воздуха в холодное время года можно предположить, что повторяемость случаев, когда на территорию оказывают влияние теплые тихоокеанские воздушные массы, в последнее время увеличилась.

Заключение. В работе проанализирована короткопериодная изменчивость температуры воздуха по десятилетиям. Отмечено, что с 1970-х в центральной и восточной областях, с 1980-х в северной, западной и южной наблюдается увеличение средних температур воздуха. В теплое время года существенных изменений в температуре не наблюдается и изменения большей частью коснулись арктических станций. Изменения происходят преимущественно в холодное и над южными районами.

Полученные в работе теоретические и расчётные данные могут быть использованы для прогнозирования и дальнейшей оценки изменения температурного режима на территории региона.

Библиографические ссылки

1. Дашко Н.А.. Курс лекций по синоптической метеорологии, 2005г. – Владивосток, ДВГУ, 523 с.
2. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л.: Гидрометеиздат, 1974, 584 с.
- 3..Хандожко Л.А. Региональные синоптические процессы. Ленинград, 1988, 103 с.
4. Архив данных National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA.– Режим доступа: <https://www.noaa.gov/>
5. Прогностические карты, реанализ. – Режим доступа: [https:// www.wetterzentrale.de/](https://www.wetterzentrale.de/)