

## ДАННЫЕ О ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА В ВЫСОКИХ СЕВЕРНЫХ ШИРОТАХ: СОЗДАНИЕ НОВОГО СЕТОЧНОГО НАБОРА ДАННЫХ О ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА В ВЫСОКИХ СЕВЕРНЫХ ШИРОТАХ

С.И.КУЗЬМИНА<sup>1</sup>, О.М.ЙОХАННЕССЕН<sup>2</sup>, О.Г.АНИСКИНА<sup>1</sup>, Л.П.БОБЫЛЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена (Фонд Нансен-центр), Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> – Центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена, Берген, Норвегия

*Выявление и объяснение причин изменения температуры в высоких северных широтах во многом зависит от неопределенностей, содержащихся в данных наблюдений. Новый сеточный набор данных о приповерхностной температуре воздуха (ПТВ) для региона к северу от 40° с.ш. был создан для 1900–2000 гг. с применением методов объективного анализа (ОА). При этом использовались все имеющиеся данные о ПТВ с наземных метеорологических станций, ARGOS буев, дрейфующих станций и судов погоды. Результаты, полученные с помощью метода ОА, были сопоставлены с другими сеточными наборами данных, широко используемыми в климатических исследованиях. Преимуществом нового набора данных является его улучшенное пространственное разрешение в высоких северных широтах, что стало возможным благодаря способности ОА оптимизировать данные, когда информация является неполной. Наши результаты показывают, что для полярного региона ошибки в линейных трендах ПТВ, вызванные недостаточным пространственным разрешением, могут составлять порядка половины градуса за сто лет.*

Результаты глобальных климатических моделей показывают, что Арктика является областью, наиболее чувствительной к возрастанию концентрации парниковых газов в атмосфере [8, 9, 10]. Данные наблюдений также свидетельствуют о значительных изменениях в климатической системе высоких широт [9, 10, 16, 21]. Однако вопрос о том, является ли потепление Арктики последних десятилетий реакцией на возрастание концентрации парниковых газов в атмосфере [7, 8, 11] или результатом естественных долгопериодных колебаний [18], остается открытым. В работе [10] было показано, что ни возрастание температуры, ни уменьшение протяженности ледяного покрова и его объема в течение двух последних десятилетий не могут быть объяснены одними лишь естественными процессами. Также показано, что потепление последних десятилетий связано с парниковыми газами, тогда как потепление первой половины двадцатого века может быть объяснено одними лишь естественными процессами [4, 10].

Приповерхностная температура воздуха (ПТВ) является одним из основных параметров, используемых для изучения климатической изменчивости. Понимание неопределенностей в температурных данных необходимо для того, чтобы прийти к определенному выводу о природе температурной изменчивости [14]. Как было отмечено Межправительственной группой экспертов по климатическим изменениям [9], основной проблемой и причиной систематических ошибок в высоких северных широтах и над океанами является недостаточное пространственно-временное разрешение температурных данных.

Существующие наборы данных ПТВ основаны на различных компиляциях результатов измерений на метеорологических станциях и никогда не используют в точности одни и те же данные [11]. Различаются и методы интерполяции данных наземных метеорологических станций на регулярную сетку. Среди наиболее часто используемых следует отметить метод климатических аномалий (МКА) [11], метод опорной станции (МОС) [6], метод первых разностей (МПР) [17] и объективный анализ (ОА) [3]. В работе [17] были рассмотрены три различных метода (МКА, МПР и МОС), проведена оценка ошибки расчета глобальных изменений ПТВ, связанной с особенностями этих методов, и показано, что различия глобальных трендов, рассчитанных по данным, которые были получены этими тремя способами, не превышали сотых долей градуса за сто лет. Однако это не так в случае рассмотрения региональных трендов. В высоких северных широтах различное пространственно-временное разрешение приводит к разночтению в оценках температурной изменчивости и трендов в XX веке [11, 19]. Это указывает на необходимость сравнения существующих наборов данных ПТВ для высоких широт с тем, чтобы оценить различия между ними. Кроме того, существуют методы, позволяющие повышать пространственное разрешение сеточных данных, даже в условиях недостатка информации. Так, метод объективного анализа (ОА), включающий в себя оптимальную интерполяцию, позволяет оптимизировать данные, когда информация является неполной [3, 13]. Все вышеизложенные факты и определили следующие цели работы:

- сравнение существующих сеточных наборов данных о ПТВ для высоких северных широт с тем, чтобы определить различия между ними и их возможное применение для оценки изменений климата;
- создание нового сеточного набора данных о ПТВ для высоких широт, имеющего улучшенное пространственное и временное разрешение.

Для сравнения использовались четыре набора данных о ПТВ, широко применяющихся в климатических исследованиях:

- набор данных Джонса [11, 12], обозначаемый в дальнейшем J;
- набор данных Хансена [7], обозначаемый в дальнейшем H;
- набор данных Алексева [2]; обозначаемый в дальнейшем A;
- результаты реанализа Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) (ERA-40) [22], обозначаемый в дальнейшем E.

В табл. 1 приведена спецификация используемых наборов данных о ПТВ.

Для января, апреля, июля и октября проведено пространственно-временное сравнение этих наборов данных для области к северу от 40° с.ш. с тем, чтобы определить согласованность и различия аномалий и трендов ПТВ для различных временных периодов и сезонов.

Для сравнительного анализа из трех сеточных наборов данных о ПТВ были извлечены данные по области 40–90° с.ш. за период 1900–1999 гг. Данные реанализа использовались начиная с 1957 г. В качестве справочного периода, относитель-

Таблица 1

Набор данных	Период, годы	Разрешение	Метод интерполяции на регулярную сетку	Ссылки
E	1957–2002	2,5° × 2,5°	Реанализ, ERA-40, ECMWF	[22]
A	1891–1999	5° × 10°	Объективный и синоптический анализ	[2]
J	1870–2002	5° × 5°	Метод климатических аномалий (МКА)	[11, 12]
H	1880–1999	1° × 1°	Метод опорной станции (МОС)	[6, 7]

но которого рассчитывались аномалии ПТВ, выбран период 1961–1990 гг. Все температурные аномалии были проинтерполированы на регулярную сетку с пространственным разрешением  $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ .

Была рассчитана корреляция для января и июля между наборами данных А, J и Н для столетнего периода 1900–1999 гг., а также для периода 1958–1994 гг. Статистически значимая корреляция была отмечена для всех наборов данных и обоих сезонов за исключением некоторых высокоширотных областей над морем, где коэффициент корреляции составил 0,2–0,4. Наиболее высокая корреляция (коэффициент корреляции 0,8–0,9) отмечена над сушей, особенно на территории Северной Америки и Западной Европы, что объясняется высокой плотностью метеорологических станций. Низкая корреляция между наборами данным над океанскими территориями связана с малой температурной изменчивостью над океанами, а также с тем, что в различных наборах данных для этих территорий использовалась различная исходная информация. Для наборов данных Е, J, Н использовались данные о температуре поверхности океана, а для набора данных А значения температур над океаном были получены при совместном применении оптимальной и визуальной интерполяции данных метеорологических станций и некоторых кораблей погоды.

Был проведен анализ аномалий ПТВ для января, апреля, июля и октября в двух широтных зонах:  $40^{\circ}$ – $60^{\circ}$  с.ш. и  $60^{\circ}$ – $90^{\circ}$  с.ш. Обнаружено, что различия между нефильТРованными временными рядами набора данных А, J и Н максимальны в первой половине XX века для области  $60^{\circ}$ – $90^{\circ}$  с.ш. В январе наибольшая разница была в 1940-х гг. и достигала  $\sim 3^{\circ}\text{C}$  для наборов данных А и J,  $2,5^{\circ}\text{C}$  для наборов данных А и Н и  $\sim 1,0^{\circ}\text{C}$  для Н и J наборов данных. В октябре наибольшие расхождения были обнаружены в 1911–1919 гг.:  $2^{\circ}\text{C}$  для наборов данных А и Н,  $\sim 2^{\circ}\text{C}$  для наборов данных А и J и  $\sim 1,6^{\circ}\text{C}$  для Н и J наборов данных. Наибольшее совпадение между рассматриваемыми временными рядами наблюдалось для области  $40^{\circ}$ – $60^{\circ}$  с.ш. в июле и апреле.

Линейные тренды ПТВ для периода 1900–1999 гг. представлены в табл. 2. Наибольшие различия были обнаружены между набора данных А и остальными наборами данных (для наборов данных А и J  $\sim 0,64^{\circ}/100$  лет в июле,  $\sim 0,6^{\circ}/100$  лет в октябре; для наборов данных А и Н  $\sim 0,45^{\circ}/100$  лет в октябре). Это может быть объяснено лучшим пространственным покрытием для набора данных А, в котором использовались данные российских дрейфующих станций. Различия в трендах для наборов данных Н и J, с наибольшим значением  $\sim 0,46^{\circ}/100$  лет, отмечено в июле.

Сравнение данных реанализа Е с наборами данных А, J и Н за их общий период с 1958 г. показало достаточно хорошее согласие. Однако тренды в Е наборе данных систематически ниже (табл. 2б).

Таблица 2

Набор данных	60–90° с.ш.		40–60° с.ш.		60–90° с.ш.		40–60° с.ш.	
	январь	июль	январь	июль	апрель	октябрь	апрель	октябрь
а) 1900–1999 тренды ( $^{\circ}\text{C}/100$ лет)								
А	<b>1,36</b>	<b>1,20</b>	0,52	<b>0,54</b>	<b>0,54</b>	<b>-0,42</b>	<b>1,04</b>	0,01
J	<b>0,93</b>	<b>0,56</b>	<b>1,02</b>	<b>0,49</b>	<b>0,89</b>	0,18	<b>0,98</b>	<b>0,57</b>
Н	<b>1,12</b>	<b>1,02</b>	<b>0,84</b>	<b>0,39</b>	<b>0,68</b>	<b>0,03</b>	<b>0,79</b>	<b>0,37</b>
б) 1958–1999 тренды ( $^{\circ}\text{C}/10$ лет)								
А	0,14	<b>0,28</b>	0,19	<b>0,22</b>	<b>0,57</b>	0,16	<b>0,28</b>	0,11
J	0,15	<b>0,17</b>	<b>0,23</b>	<b>0,13</b>	<b>0,35</b>	0,12	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>
Н	0,19	<b>0,15</b>	<b>0,25</b>	<b>0,12</b>	<b>0,36</b>	<b>0,13</b>	<b>0,20</b>	<b>0,12</b>
Е	0,12	<b>0,10</b>	0,15	0,07	<b>0,34</b>	0,12	<b>0,14</b>	0,07

. Значимые на уровне 95 % тренды выделены жирным шрифтом

Анализ зонально-осредненных аномалий ПТВ выявил расхождения между наборами данных до 1,5 °С. В январе, апреле и особенно в октябре потепление первой половины XX века ограничено высокими широтами в наборах данных А и J, тогда как в наборе данных Н оно выражено слабо.

Анализ пространственного распределения трендов ПТВ для периодов потепления и похолодания продемонстрировал как общие черты, так и различия. Для периода потепления 1920–1939 гг. общими для всех наборов данных явились похолодание в Центральной Азии и Сибири и сильное потепление над восточной частью Северной Америки в январе. В июле область положительных аномалий ПТВ занимала всю Северную Америку и европейскую территорию России, а похолодание наблюдалось над Центральной Азией. Основные различия между наборами данных были отмечены для океанских территорий.

Периоды потепления 1920–1939 гг. и 1980–1999 гг. наиболее сильно проявляются в январе. Однако положительные тренды ПТВ как летом, так и зимой для периода 1980–1999 гг. наблюдаются на большей территории, и их пространственное распределение отличается от того, которое наблюдалось в период первого потепления. Это справедливо для всех наборов данных, основное же противоречие здесь связано с трендами ПТВ в Центральной Арктике, где набор данных А показывает потепление в январе, набор данных Е отмечает похолодание, а в наборах данных J и Н информация для Центральной Арктики вовсе отсутствует. Трудно сделать заключение о корректности этих оценок, так как тренды ПТВ в Центральной Арктике в последние десятилетия по данным различных наблюдений варьируются от значительного потепления [20] до сильного похолодания [14, 15].

Все вышеперечисленные расхождения между рассматриваемыми наборами данных ПТВ подтолкнули нас к созданию нового сеточного набора данных о ПТВ. Этому способствовало наличие дополнительных сведений о ПТВ для Центральной Арктики и применение методов, позволяющих улучшить пространственное разрешение сеточных данных. Так, метод объективного анализа, включающий оптимальную интерполяцию, имеет преимущества по сравнению с другими подходами, в особенности в случае редкой сети наблюдений.

В качестве основного источника данных использовалась среднемесячная ПТВ с метеорологических станций [12], качество которой довольно высоко согласно исследованиям масштабных оценок и анализу однородности рядов, проведенных Джонсом [12].

Дополнительно для второй половины XX века использовались наблюдения за ПТВ, полученные с помощью ARGOS буев (1979–1997 гг.) [20], российских дрейфующих станций (1937–1991 гг.) [1, 5].

Новый сеточный набор данных о ПТВ был создан с использованием метода объективного анализа [3]. Анализ проводился для каждой точки регулярной сетки с разрешением 2,5°×2,5° (144×21 точек) для периода 1900–2000 гг. Расчет среднемесячных климатических норм и автокорреляционных функций проводился с использованием данных о температуре воздуха по данным реанализа ERA-40 для периода 1961–1990 гг.

Так как плотность станций меняется значительно, были использованы «супернаблюдения», представляющие собой статистическое среднее наблюдений на всех станциях в радиусе 100 км. Очевидно, что точность «супернаблюдений» возрастает с увеличением числа усредняемых станций.

Было проведено сравнение полученного нового набора данных (здесь и далее N) с широко используемым в климатических исследованиях набором данных J. Рассматривались аномалии ПТВ относительно периода 1961–1990 гг. для J и N.

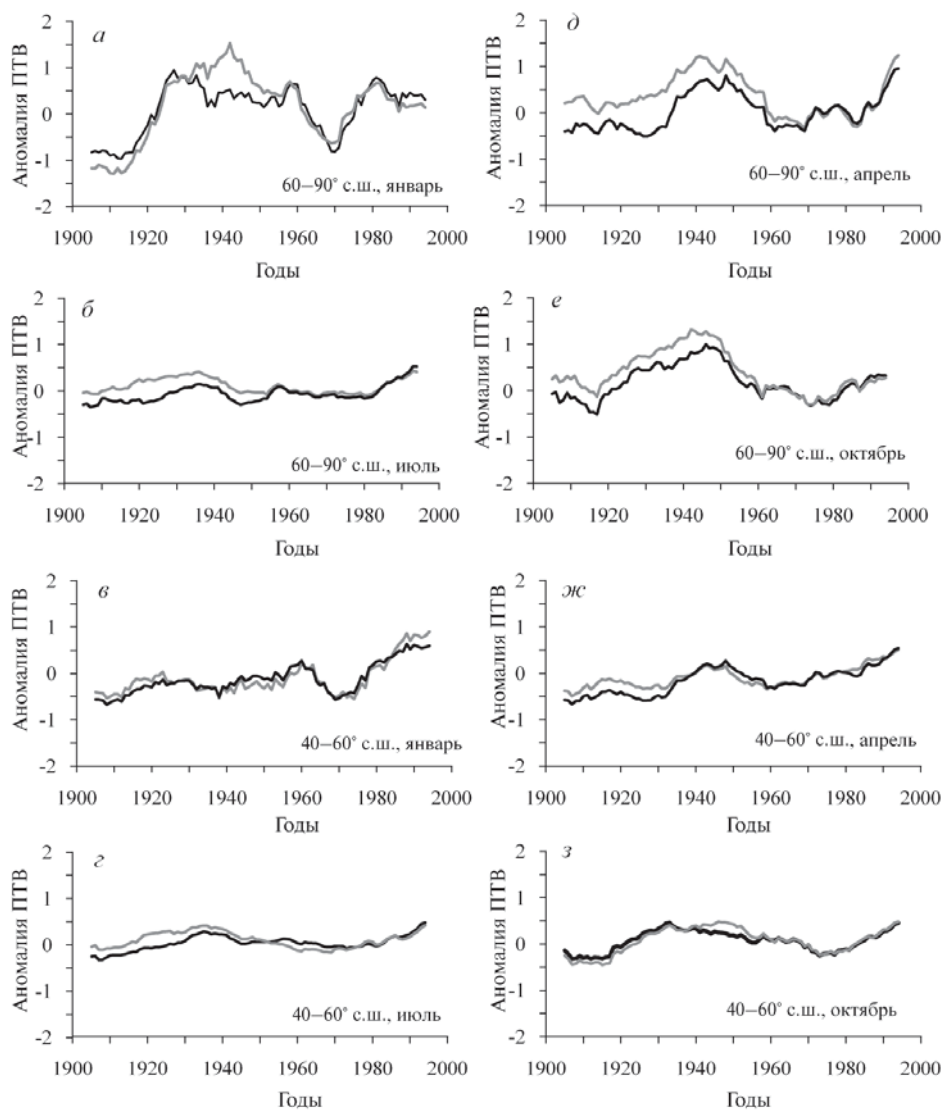


Рис. 1. Аномалии ПТВ в январе (а, в), июле (б, г), апреле (д, ж) и октябре (е, з) для различных широтных зон: черная линия – набор данных J, серая линия – набор данных N

Таблица 3

Месяц	N		J	
	60–90° с.ш.	40–60° с.ш.	60–90° с.ш.	40–60° с.ш.
Январь	<b>1,05</b>	<b>0,96</b>	<b>0,93</b>	<b>1,02</b>
Июль	0,11	0,12	<b>0,56</b>	<b>0,49</b>
Апрель	0,15	<b>0,69</b>	<b>0,89</b>	<b>0,98</b>
Октябрь	0,30	0,31	0,18	<b>0,70</b>

. Значимые на уровне 95 % тренды выделены жирным шрифтом

На рис. 1 представлено скользящее среднее аномалий ПТВ (окно осреднения 11 лет) для января, апреля, июля и октября в двух широтных зонах: 40–60° с.ш. и 60–90° с.ш. Из рисунка видно, что в течение XX века в высоких широтах наблюдалось два периода потепления: 1920–1940 гг. и современное потепление, начавшееся в середине 1970-х гг. Следует отметить, что для области 40–60° с.ш. наборы данных J и N практически совпадают. Наибольшая разница между ними отмечается в первой половине XX века для области 60–90° с.ш. Существует также значимая разница в столетних трендах 1900–1999 гг. (табл. 3), особенно в апреле для полярного региона.

Эти расхождения могут быть объяснены различным пространственным покрытием двух рассматриваемых наборов данных, что определяется используемым методом интерполяции на узлы регулярной сетки. Так, из рис. 2 видно, что число пропущенных значений (над сушей) для набора данных J в четыре раза больше, чем для нового набора данных. Следовательно, наибольшее расхождение между наборами данных имеет место в регионах, где в них используется различное количество данных для осреднения. Поэтому нами были рассчитаны аномалии ПТВ для апреля и области 60–90° с.ш. (именно той области и сезона, для которых была обнаружена наибольшая разница в трендах между другими наборами данных), с использованием одинакового числа ячеек сетки над сушей для J и N. В этом случае осредненные аномалии ПТВ для двух наборов данных очень близки. Затем нами были рассчитаны аномалии ПТВ для того же региона и месяца, но с исключением из набора данных N тех узлов сетки, в которых в наборе данных J информация отсутствует. Линейные тренды ПТВ для этого случая приведены в табл. 4. Использование одинакового числа ячеек сетки для данных J и N значительно снизило разницу в трендах.

Оставшиеся расхождения можно объяснить особенностями применяемых для каждого набора данных методов интерполяции на регулярную сетку. В то время

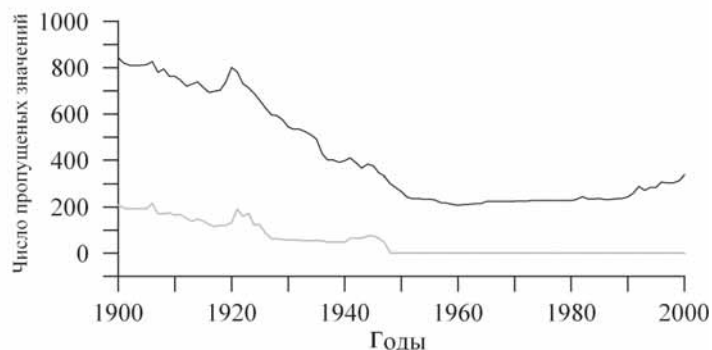


Рис. 2. Число пропущенных значений над сушей для наборов данных J (черная линия) и N (серая линия)

Таблица 4

Набор данных	Тренд
J	<b>0,89</b>
N	0,15
N без ячеек, где есть пропуски в CRUTEM2v данных	<b>0,65</b>
J, только суша	<b>0,85</b>
NA, только суша	<b>0,66</b>

. Значимые на уровне 95 % тренды выделены жирным шрифтом

как в МКА, применявшемся при создании набора данных J, использовались стационарные ПТВ только внутри ячейки сетки, при создании же нового набора данных N в алгоритме оптимальной интерполяции были использованы также данные близлежащих станций, находящихся вне ячейки сетки. Этот пример иллюстрирует проблему получения и интерпретации линейных трендов и оценки их значимости для ограниченных территорий.

На рис. 3 представлена область, ограничивающая среднеквадратическую относительную ошибку интерполяции для каждого месяца. Ошибки максимальны в начале XX века и минимальны в период 1950–1990 гг., что связано с высокой плотностью наблюдений в этот период. В последние годы ошибки интерполяции вновь возрастают, что объясняется уменьшением числа станций.

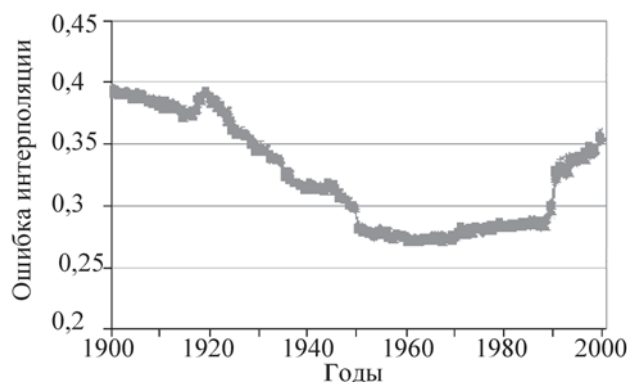


Рис. 3. Относительные ошибки интерполяции

В работе проведено сравнение сеточных наборов данных о ПТВ для высоких широт. Показано, что для полярного региона ошибки в линейных трендах ПТВ, вызванные недостаточным пространственным разрешением, могут составлять около половины градуса за сто лет. Рассмотренные наборы данных получены с помощью различных методов интерполяции стационарных данных в узлы регулярной сетки. Все интерполяционные процедуры дают одинаковые результаты в случае густой наблюдательной сети. В условиях же недостаточной информации наиболее эффективными методами осреднения метеорологических полей являются статистически оптимальные методы. С использованием метода объективного анализа создан новый сеточный набор данных о ПТВ для области к северу от 40° с.ш. для периода 1900–2000 гг. Преимуществом нового набора данных является его улучшенное пространственное разрешение в высоких северных широтах, что стало возможным благодаря способности ОА оптимизировать данные, когда информация является неполной.

Новый сеточный набор данных о ПТВ, описанный в данной работе, может быть получен на сайте Научного фонда «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена» [http://www.niersc.spb.ru/NANSEN\\_SAT\\_gridded.rar](http://www.niersc.spb.ru/NANSEN_SAT_gridded.rar).

*Работа была выполнена при поддержке Норвежского исследовательского совета по проектам MACESIZ, ROLARC и ARCWARM.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Е., Брызгин Н., Дементьев А., Радионов В. Метеорологический режим Арктического бассейна (по данным дрейфующих станций). Том 2. Климат приледного слоя атмосферы Арктического бассейна / Под ред. Г.В.Алексеева. СПб.: Гидрометеоиздат, 2004. 144 с.
2. Алексеев Г.В., Священников П.Н. Естественная изменчивость характеристик климата северной полярной области и Северного полушария. СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. 159 с.
3. Гандин Л.С. Объективный анализ метеорологических полей. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 242 с.
4. Bengtsson L., Semenov V. A., Johannessen O. M. The early twentieth-century warming in the Arctic – a possible mechanism // *J. Climate*. 2004. Vol. 17. P. 4045–4057.
5. Frolov I. E., Gudkovich Z.M., Radionov V.F., Shirochkov A.V., Timokhov L.A. The Arctic Basin – Results from the Russian Drifting Stations. Chichester, UK: Springer, 2005. 273 p.
6. Hansen J. E., Lebedeff S. Global trends of measured surface air temperature // *J. Geophys. Res.* 1987. Vol. 92. P. 13345–13372.
7. Hansen J., Ruedy R., Glascoe J., Sato M. GISS analysis of surface temperature change // *J. Geophys. Res.* 1999. Vol. 104. P. 30997–31022.
8. Hansen J., Sato M., Ruedy R., Lo K., Lea D.W., Medina-Elizade M. Global temperature change // *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2006. Vol. 103. P. 14288–14293.
9. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The Physical Science Basis // Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.
10. Johannessen O.M., Bengtsson L., Miles M.W., Kuzmina S.I., Semenov V. and co-authors. Arctic climate change: observed and modelled temperature and sea-ice variability // *Tellus*. 2004. Vol. 56A. P. 328–341.
11. Jones P., New M., Parker D.E., Martin S., Rigor I.G. Surface air temperature and its changes over the past 150 years // *Rev. Geophys.* 1999. Vol. 37. P. 173–199.
12. Jones P.D., Moberg A. Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001 // *J. Climate*. 2003. Vol. 16. P. 206–223.
13. Kagan R.L. Averaging of Meteorological Fields. Kluwer Acad., Norwell, Mass. 1997. P. 397.
14. Kahl J.D., Charlevoix D.J., Zaitseva N.A., Schnell R.C., Serreze M.C. Absence of evidence for greenhouse warming over the Arctic Ocean in the past 40 years // *Nature*. 1993. Vol. 361. P. 335–337.
15. Karl T.R., Knight R.W., Christy J.R. Global and hemispheric temperature trends: Uncertainties related to inadequate spatial sampling // *J. Climate* 1993. Vol. 7. P. 1144–1163.
16. Overland J.E., Spillane M.C., Percival D.B., Wang M., Mofjeld H.O. Seasonal and regional variation of pan-Arctic surface air temperature over the instrumental record, 1871–2000 // *J. Geophys. Res.* 2004. Vol. 108. P. 4407–4410.
17. Peterson T.C., Karl T.R., Jamason P.F., Knight R., Easterling D.R. The first difference method: Maximizing station density for the calculation of long-term global temperature change // *J. Geophys. Res.* 1998. Vol. 103. P. 25967–25974.
18. Polyakov I.V., Johnson M.A. Arctic decadal and interdecadal variability // *Geophys. Res. Lett.* 2000. Vol. 27. P. 4097–4100.
19. Przybylak R. Temporal and spatial variation of surface air temperature over the period of instrumental observations in the Arctic // *Int. J. Climatol.* 2000. Vol. 20. P. 587–614.
20. Rigor I.G., Colony R.L., Martin S. Variations in surface air temperature observations in the Arctic, 1979–1997 // *J. Climate*. 2000. Vol. 13. P. 896–914.
21. Serreze M.C., Walsh J.E., Chapin F.S., Osterkamp T., Dyurgerov M. and co-authors. Observational evidence of recent changes in the northern high-latitude environment // *Clim. Change*. 2000. Vol. 46. P. 159–207.
22. Uppala S.M., Kellberg P.W., Simmons A.J., Andrae U., da Costa Bechtold V. and co-authors. The ERA-40 re-analysis // *Quart. J. Royal Meteorol. Soc.* 2005. Vol. 131. P. 2961–3012.



S.I.KUZMINA, O.M.JOHANNESSEN, O.G.ANISKINA, L.P.BOBYLEV

**HIGH NORTHERN LATITUDE SURFACE AIR TEMPERATURE:  
CREATION OF A NEW GRIDDED DATASET ON HIGH NORTHERN LATITUDE  
SURFACE AIR TEMPERATURE**

*Detection and attribution of temperature changes in the high northern latitudes is dependent of constraining uncertainties and resolving apparent discrepancies in observational datasets. A new gridded surface air temperature (SAT) dataset for the region north of 40° N has been created for the period 1900–2000 using Objective Analysis (OA) methods. The dataset uses all available data from land meteorological stations, ARGOS buoys, drifting stations, and patrol ships. The results obtained by the OA are compared with other gridded SAT data already in use. The advantage of the new data set is its enhanced spatial coverage in high northern latitudes, due to the ability of OA to optimize the data when the information is scarce. Our results indicate that for the polar region, the magnitude of SAT trend errors caused by incomplete spatial data coverage can be in the order of half a degree per hundred years.*