

## **КЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕВЕРНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ И АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ**

### **Введение**

В настоящее время для описания текущего климата и его изменений в том или ином регионе Земли чаще всего используются наборы статистических характеристик метеорологических параметров (месячные, сезонные или годовые): температуры, давления, осадков, ветра, параметров снежного покрова и др., сравниваемые с аналогичными, осредненными за тридцатилетний интервал 1961–1990 гг., рекомендованный Всемирной метеорологической организацией.

Начало этапа климатических исследований в современном понимании и оценка роли антропогенных факторов в его изменениях относится к 70-м гг. прошлого столетия. В России эти исследования связаны прежде всего с именем М.И. Будыко [7]. Широкомасштабные исследования климата и его изменений начались после проведения Всемирной метеорологической организацией конференции «Климат и человечество» [9]. В Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте широкий комплекс таких работ был развернут на основе материалов гидрометеорологических наблюдений на сети арктических станций. Первые результаты анализа, как собственно климатических характеристик и параметров их многолетней изменчивости, так и некоторых климатообразующих факторов (аэрозоль, малые газовые примеси, составляющие радиационного баланса), были обобщены в [12].

В последующие годы издано значительное количество работ по мониторингу климата в Арктике. Так, характеристики многолетней изменчивости температуры и осадков в Северной полярной области (СПО) представлены в [1]. Новые данные о состоянии окружающей среды и климатических параметрах в Северной полярной области были получены в период проведения Международного полярного года 2007/08. На их основе проанализированы особенности состояния климатической системы в первое десятилетие XXI века в сравнении с ее состоянием в предшествующий период [3, 4, 8].

## **1. Используемые данные**

Для климатического анализа гидрометеорологических параметров Северной полярной области используются данные с 231 стационарных метеорологических станций (см. Приложение), с дрейфующих станций «Северный полюс», дрейфующих буев и судов. Критерием отбора станций послужили длительность и надежность наблюдений, малые перерывы в работе, а также работа станции в текущий период [13]. Последнее для станций, расположенных в СПО, не всегда выполнялось, так как в работе арктических станций наблюдались перерывы. Станция, закрытая некоторое время назад, могла вновь начать работу. Исторически основная часть станций размещается в южной части региона. В последние двадцать лет в Российской Арктике происходило сокращение сети станций. Тем не менее современное состояние сети метеорологических станций в Северной полярной области вполне отвечает требованиям получения корректных климатических оценок. Анализ состояния сети станций позволил определить оптимальную сеть станций для слежения за текущим состоянием климата [17, 18]. Единственно слабым местом в регионе с точки зрения освещенности данными наблюдений является Арктический бассейн. Метеорологические наблюдения в центральной части Арктического бассейна проводятся эпизодически с помощью дрейфующих станций, буев, авиационных и судовых экспедиций.

## **2. Методика климатического анализа гидрометеорологических параметров**

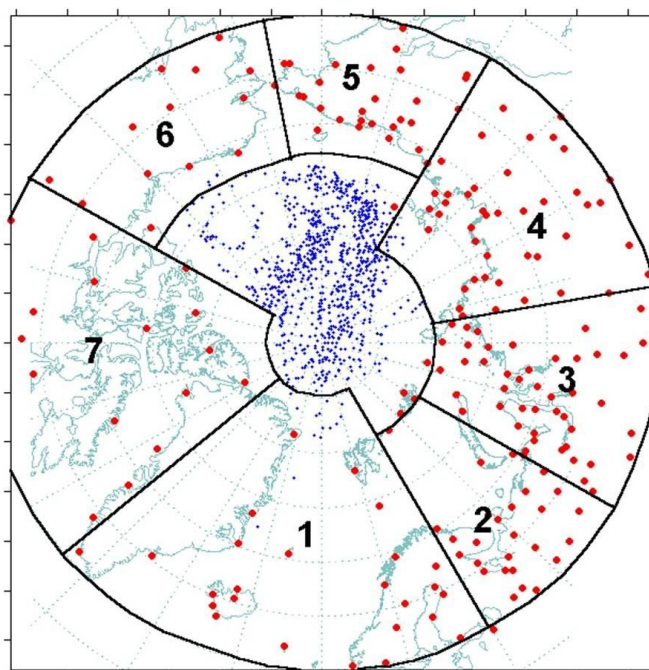
Мониторинг приземного климата СПО проводится как в целом по широтным зонам 85–60°, 60–70° и 70–85° с.ш., так и по отдельным климатическим районам (рис. 1, таблица). Климатические районы выделены на основе климатического районирования З.М. Прик [14].

Для освещения акватории Северного Ледовитого океана использовались средние месячные характеристики метеорологических элементов в 22 точках Арктического бассейна (см. Приложение). Эти характеристики были получены путем обобщения метеорологических наблюдений дрейфующих станций по методике, разработанной в АНИИ [15]. Пополнение временных рядов метеоэлементов в точках происходит в соответствии с накоплением информации от работающих дрейфующих станций или от имеющихся дрейфующих буев [23].

Характеристика многолетних изменений количества атмосферных осадков в разделе бюллетеня приводится по тем же районам, что и для температуры воздуха.

Ввиду несовершенства измерений осадков в полярных районах (отмечается появление "ложных" осадков в осадкомере во время метелей) данные по количеству осадков на

российских станциях исправлялись с помощью специальной методики, разработанной в ААНИИ [6].



**Рис. 1. Сеть метеорологических станций и границы районов в Северной полярной области: 1 – Атлантический; 2 – Североевропейский; 3 – Западносибирский; 4 – Восточносибирский; 5 – Чукотский; 6 – Аляскинский; 7 – Канадский.**

*Таблица*

**Границы климатических районов**

<b>Район</b>	<b>Широта, с.ш.</b>	<b>Долгота</b>
Атлантический	85–60°	50° з.д. – 30° в.д.
Североевропейский	85–60°	30° – 60° в.д.
Западносибирский	85–60°	60° – 100° в.д.
Восточносибирский	80–60°	100° – 150° в.д.
Чукотский	73–60°	150° в.д. – 170° з.д.
Аляскинский	73–60°	170° – 120° з.д.
Канадский	85–60°	120° – 50° з.д.

***Статистические характеристики, представляемые в бюллетене, и методы их получения***

Особенности приземного климата текущего периода в Северной полярной области представлены в бюллетене следующими статистическими характеристиками.

Принятые обозначения:  $X$  – анализируемая величина  $T$ ,  $R$  (температура и осадки у Земли соответственно);  $g$ ,  $m$  – год, месяц;  $\varphi$ ,  $\lambda$  – географические широта и долгота;  $\omega(\varphi, \lambda)$  – вес станции;  $Q$  – область, включающая станции с координатами  $\varphi$ ,  $\lambda$ .

1. Среднее многолетнее или «норма» на станции (в точке  $\varphi$ ,  $\lambda$ ):

$$E_m^g X(\varphi, \lambda) = E^g \{X_{gm}(\varphi, \lambda)\} = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N X_{gm}(\varphi, \lambda), \quad (1)$$

где  $N$  – число наблюдений в базовом периоде.

2. Текущая аномалия на станции:

$$V_{gm}^g X(\varphi, \lambda) = X_{gm}(\varphi, \lambda) - E_m^g X(\varphi, \lambda). \quad (2)$$

3. Текущая относительная аномалия месячного количества осадков на станции:

$$R_{gm}^g(\varphi, \lambda) = X_{gm}(\varphi, \lambda) / E_m^g X(\varphi, \lambda). \quad (3)$$

4. Среднее по площади значение аномалии для  $T$ :

$$\begin{aligned} E_{\varphi\lambda \in \theta}^{\varphi\lambda \in \theta} V_{gm}^g X(\varphi, \lambda) &= E^{\varphi\lambda \in \theta} \left( V_{gm}^g X(\varphi, \lambda) \right) = \\ &= \frac{1}{\sum \omega(\varphi, \lambda)} \sum_{\varphi\lambda \in \theta} \omega(\varphi, \lambda) \times \left( X_{gm}(\varphi, \lambda) - E_m^g X(\varphi, \lambda) \right), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\omega(\varphi, \lambda)$  – вес станции, полученный методом оптимальной интерполяции и оптимального осреднения [2].

### 3. Технология получения климатической информации

#### 3.1. Основные этапы

На первом этапе производится выборка метеорологической информации из телеграмм "КЛИМАТ" и других источников. На втором этапе выбранные из телеграмм "КЛИМАТ" данные текущего месяца подвергаются критическому контролю и включаются в информационный архив. На третьем этапе производится расчет статистических характеристик, построение карт аномалий метеорологических величин, графиков их временных изменений. На следующем этапе проводится анализ материалов и рассчитываются оценки параметров состояния приземного климата в текущем сезоне.

#### 3.2. Формирование и пополнение информационной базы данных

Информационная база данных мониторинга приземного климата Северной полярной области включает в себя следующее [2, 20, 26]:

– временные ряды среднемесячных, среднесезонных и среднегодовых значений по температуре воздуха и месячным и сезонным суммам осадков для 231 стационарной гидрометеорологической станции и 22 точек в Арктическом бассейне с начала их работы по текущий период;

– нормы, среднеквадратические отклонения, коэффициенты асимметрии и эксцесса для каждого месяца, сезона и среднегодового значения за весь период и период, рекомендованный ВМО (1961–1990 гг.) для указанных выше метеорологических величин.

Расширение базы данных по мониторингу приземного климата СПО производится на основе оперативной информации по температуре воздуха и месячному количеству осадков из телеграмм "КЛИМАТ". В качестве вспомогательного источника используется информация, размещенная в сети Интернет [24, 25]. В процессе переноса текущей информации из различных источников в архив осуществляется ее критический контроль и выбраковка сомнительных данных в соответствии с принятыми критериями. Одновременно ведется сверка ранее записанной информации из телеграмм "КЛИМАТ" и сети Интернет с поступающими данными из метеорологических ежемесячников, издаваемых территориальными управлениями Росгидромета и из публикаций национальных метеорологических служб Канады, США, Дании, Исландии, Швеции, Финляндии ("Monthly Climatic Date of the World").

Контроль качества информационного архива включает:

- сверку номеров станций и их координат со списком ВМО;
- проверку дат данных на хронологическую последовательность;
- унификацию единиц измерения метеоэлементов;
- заполнение индикатором отсутствия данных пропуска наблюдений;
- проверку среднемесячных значений температуры на каждой станции по критерию трех стандартных отклонений ( $3\sigma$ ). При появлении случаев выхода за  $3\sigma$  проводилась комплексная проверка, включавшая сравнение значений на близко лежащих станциях;
- при значительных расхождениях одних и тех же характеристик, помещенных в разных публикациях, вопрос о включаемом значении решался после анализа пространственного распределения поля аномалий данного метеорологического элемента.

Информационная база данных мониторинга приземного климата Северной полярной области сформирована на техническом носителе. Описание информационной базы помещено в отчете за 1990 год [2, 8].

### 3.3. Вычислительные процедуры

Расчет статистических характеристик температуры производится по формулам раздела 2 по программному комплексу, описанному в [17]. Программа оптимальной интерполяции и оптимального осреднения была разработана в ГГИ сотрудниками К.М. Лугиной и Н.А. Сперанской [11].

Среднее по районам количество осадков подсчитывалось арифметическим осреднением.

### 3.4. Представляемые материалы

В качестве параметров, характеризующих климат Северной полярной области в табличном виде и на рисунках, используются следующие:

- оценки пространственно осредненных по территории отдельных широтных зон (60–85°, 60–70° и 70–85° с.ш.) и территориям климатических районов аномалий (от нормы за базовый период 1961–1990 гг.) среднесезонной и среднегодовой температуры воздуха у земной поверхности;

- оценки временных изменений рядов аномалий среднесезонной и среднегодовой температуры воздуха по территориям отдельных широтных зон (60–85°, 60–70° и 70–85° с.ш.) и климатических районов за весь период с 1936 г. за последние тридцать и десять лет;

- оценки пространственно осредненного количества осадков, а также относительные аномалии (от нормы за базовый период 1961–1990 гг.) осадков за холодный, теплый и годовой периоды по территории отдельных широтных зон (60–85°, 60–70° и 70–85° с.ш.) и территориям климатических районов;

- оценки временных изменений рядов количества осадков за холодный, теплый и годовой периоды по территориям отдельных широтных зон (60–85°, 60–70° и 70–85° с.ш.) и климатических районов за весь период с 1936 г. и последние тридцать лет.

На основе анализа представленного табличного и иллюстративного материала дается оценка состояния климата текущего периода в текстовом виде. Результаты мониторинга климата приземной атмосферы (температура и осадки) в Северной полярной области с 2007 г. регулярно публикуются в ежеквартальных и годовом выпусках «Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане», размещаемых на сайте ААНИИ <http://www.aari.ru/main.php>.

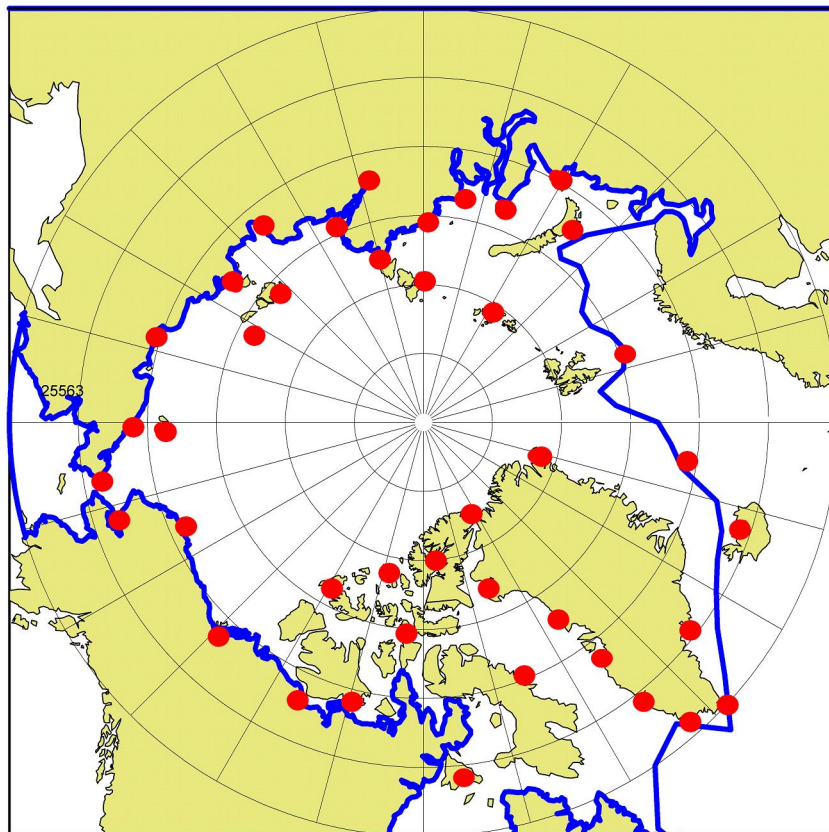
#### **4. Климатические изменения в морской Арктике**

Принимая во внимание возрастающий интерес к климатическим изменениям в морской части Арктики, в обзор включен анализ изменений в состоянии морского льда, океана и прилегающего слоя атмосферы в этой части, обозначаемой как «морская Арктика», которая включает акваторию Северного Ледовитого океана (СЛО), покрытую зимой льдами (рис. 2). Для анализа использованы оценки трех ключевых характеристик климатического состояния системы океан – морской лед – прилегающий слой атмосферы в морской Арктике.

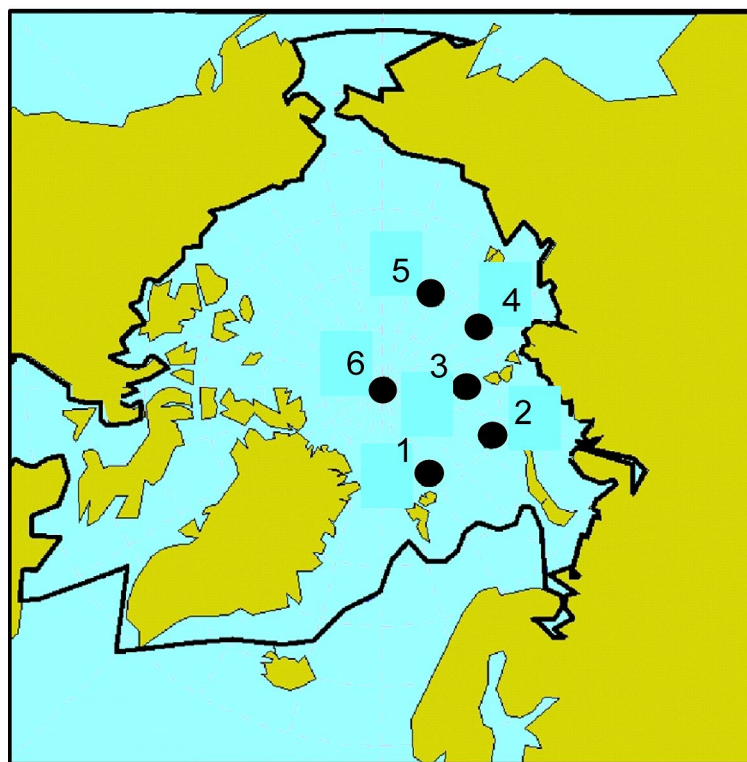
Состояние морского льда характеризуется площадью акватории СЛО, на которой присутствует морской лед в сентябре, когда отмечается ее сезонный минимум. Вторая характеристика состояния морского льда – занятая льдами в сентябре площадь Сибирских арктических морей (моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и западная часть Чукотского моря), через которые проходит Северный морской путь.

На летнее сокращение площади льда под воздействием таяния и зимнее увеличение при замерзании в сильной степени влияет температура приповерхностного воздуха. Кроме того, температура является наиболее очевидным индикатором потепления или похолодания климата в Арктике, а также влияния климатических изменений за ее пределами. Для оценки температурных изменений используются данные о среднемесячной температуре воздуха на 41 метеорологической станции в морской Арктике (рис. 2). Рассчитываются средние значения температуры на 41 станции, которые затем осредняются за холодную часть года (ноябрь-март) и за лето (июнь-август).

Условия в морской среде подо льдом слабо влияют на состояние льда и температуру воздуха. Однако состояние подповерхностного слоя океана в Арктическом бассейне, куда поступает соленая и относительно теплая вода из Северной Атлантики, тесно связано с климатическими изменениями в этой области Мирового океана и, следовательно, может служить индикатором влияния глобальных изменений. В качестве такого индикатора выбрана максимальная температура в слое воды атлантического происхождения. Поскольку в Арктическом бассейне отсутствует система регулярных по пространству и времени океанографических наблюдений, многолетние ряды максимальной температуры формируются для районов Арктического бассейна, в которых выполнено наибольшее число продолжающихся наблюдений (рис. 3).



**Рис. 2. Расположение станций в морской Арктике  
(линией показана зимняя граница льда).**

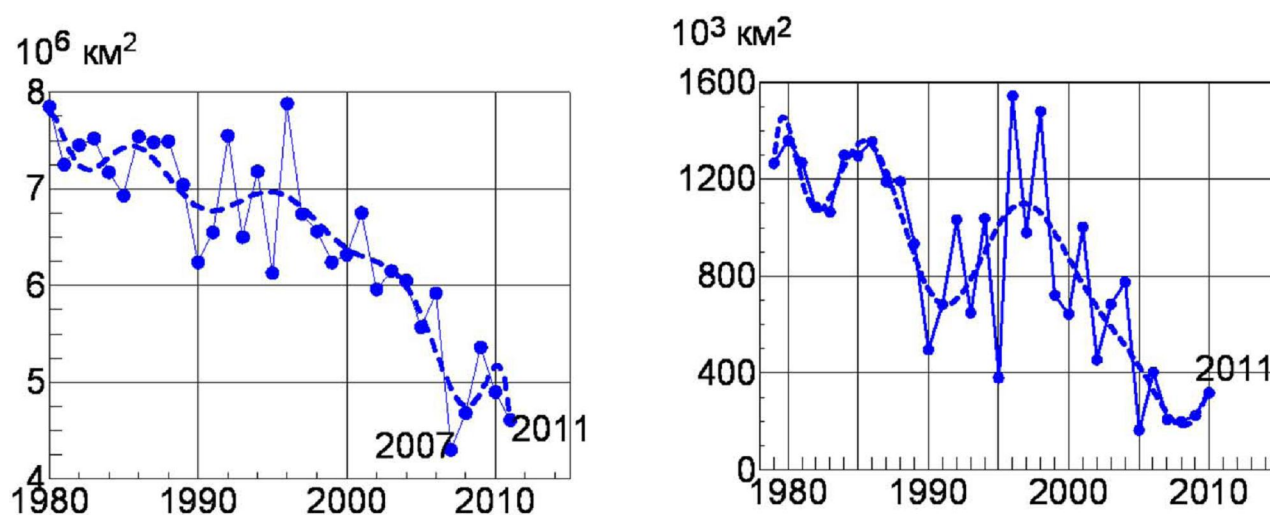


**Рис. 3. Районы в Арктическом бассейне, для которых составляются многолетние ряды максимальной температуры в слое воды атлантического происхождения.**



## *Морской лед*

Исходные данные выбираются с сайта Центра по снегу и льду (NSIDC) США ([http://nsidc.org/data/seoice\\_index/](http://nsidc.org/data/seoice_index/)), где содержатся ряды ежемесячных значений площади океана в Северном полушарии, покрытой льдами. В сентябре лед остается лишь в Северном Ледовитом океане, поэтому данный ледовый индекс характеризует условия в морской Арктике. Другой источник данных о льдах Арктики – сайт ААНИИ (<http://wdc.aari.ru/datasets/>), на котором, помимо оценок общей площади, занятой льдами в СЛО, содержатся оценки площади льда в арктических морях, являющиеся исходными данными для расчета второго индекса – общей площади льда в Сибирских арктических морях. Ряды первого ледового индекса начинаются в 1979 году, когда были начаты наблюдения за морским ледяным покровом со спутников. Второй индекс характеризует изменения ледовых условий в арктических морях с 1924 года благодаря использованию архивных данных [10]. После 1979 года оба индекса определяются на основе наблюдений со спутников. Пример многолетних изменений обоих индексов показан на рис. 4.



**Рис. 4. Средняя площадь морского льда в сентябре  
в Арктике (слева по данным NSIDC [http://nsidc.org/data/seoice\\_index/index.html](http://nsidc.org/data/seoice_index/index.html))  
и в Сибирских арктических морях (справа по данным ААНИИ  
<http://www.aari.nw.ru/>) в 1979-2011 гг.).**

Пунктирной кривой показан ход, сглаженный ортогональным полиномом 10-й степени.

## *Температура воздуха в морской Арктике*

Исходные данные составляют значения среднемесячной температуры воздуха на 41 станции. Средние значения определяются простым осреднением данных 41 станции. В качестве температурных индексов используются средние температуры за холодный период с

ноября по март и за летний сезон с июня по август. Пример многолетних изменений обеих температурных индексов показан на рис. 5.

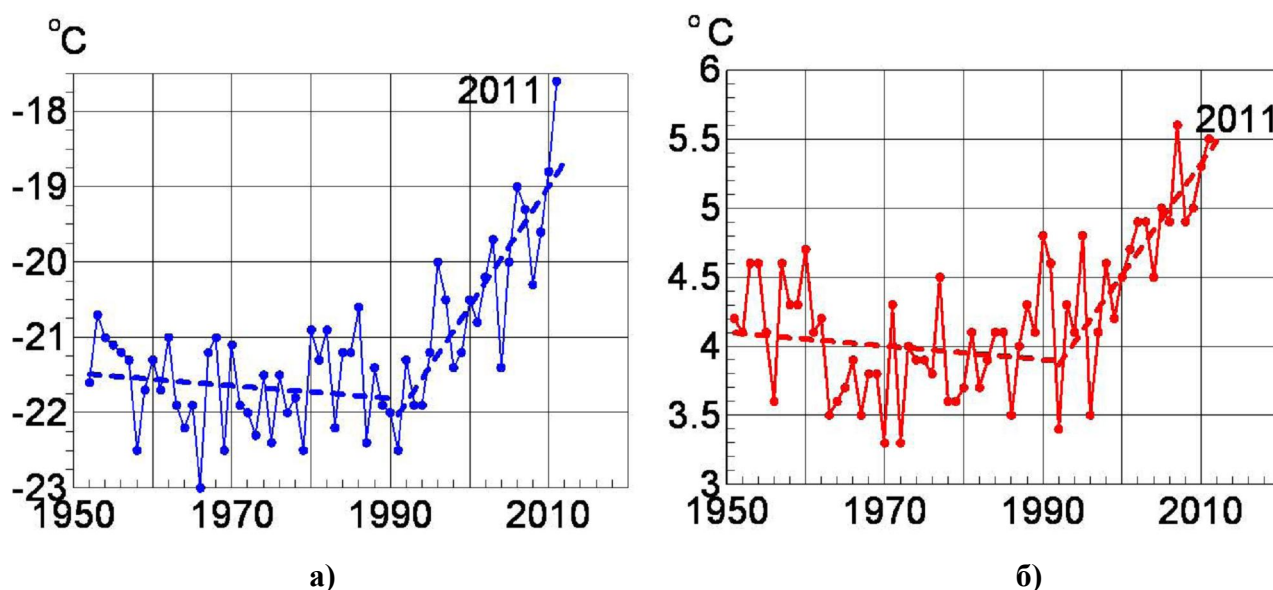


Рис. 5. Средние значения за ноябрь-март (а) и за летние месяцы (б) приземной температуры воздуха в морской Арктике в 1951–2011 гг.

### *Изменения в морской среде*

Исходные данные получены из базы океанографических данных ААНИИ. В результате анализа распределения выполненных за период с начала наблюдений в 1893 г. океанографических станций по акватории Арктического бассейна выбраны 6 районов с наибольшим числом станций за наиболее длительный период. В качестве индекса выбрана максимальная температура в слое воды атлантического происхождения, ряды которой дают представление об изменениях в состоянии этой водной массы, связанных с изменениями в Мировом океане [5]. Ввиду нерегулярности океанографических наблюдений в Арктическом бассейне получить новые данные для продления рядов индекса удастся получить не каждый год. В последние десять лет регулярно выполняются наблюдения в районе Северного полюса американской экспедицией NPEO (<http://psc.apl.washington.edu/northpole/>), а в отдельные годы – и российскими экспедициями. Благодаря этим наблюдениям удастся пополнить ряд океанических индексов для района Северного полюса.

Оценки по представленной технологии дают общее представление о климатических изменениях в морской Арктике. Более детальные оценки можно найти на сайте ААНИИ на портале ЕСИМО и в разделе «Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане».

Многолетние изменения максимальной температуры в слое атлантической воды в районе Северного полюса показаны на рис. 6.



**Рис. 6. Многолетние изменения максимальной температуры в слое атлантической воды в районе Северного полюса.**

## **5. Результаты применения методики**

Вышеописанная методика уже в течение многих лет используется при выполнении ЦНТП Росгидромета, связанных с исследованием изменений климата, в частности по направлению «Исследования климата, его изменений и их последствий. Оценка гидрометеорологического режима и климатических ресурсов (ЦНТП 1.3.1. Исследование изменений и изменчивости климата на основе данных наблюдений)». С использованием этой методики опубликовано большое число статей в различных российских и зарубежных рецензируемых изданиях. В частности, характеристики многолетней изменчивости осадков и параметров снежного покрова за период 1936–2009 гг. в Северной полярной области в целом (севернее 60° с.ш.) и отдельных ее частях приведены в [21, 22]. Результаты климатического обобщения и анализа рядов наблюдений за температурой, осадками и снежным покровом и количественные оценки тенденций изменения рассматриваемых метеорологических параметров в районах арктических морей и в Арктическом бассейне севернее 70° с.ш. за тридцатилетие 1981–2010 гг. представлены в [16]. Климатологическое обобщение данных наблюдений температуры, осадков и толщины снежного покрова на 38 станциях, прилегающих к акваториям Баренцева и Карского морей, за период 1951–1992 гг. сделано в [19].

Ежегодно, начиная с 2005 г., в официальном издании Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды «Доклад об особенностях климата на

территории Российской Федерации» приводятся сведения и об особенностях климатических условий в Северной полярной области и Северном Ледовитом океане.

### **Заключение**

В решении ЦМКП отмечается, что методика климатического анализа гидрометеорологических параметров в Северной полярной области, разработанная и используемая в ААНИИ, в целом и в отдельных ее частях представляет большой практический интерес для мониторинга климата в этом регионе Земли. Авторы используют эту методику в течение многих лет для подготовки информации о текущем состоянии климатической системы и характеристиках климатической изменчивости различного временного масштаба как в Арктическом регионе в целом, так и в отдельных его частях. В частности, анализируются изменения температуры воздуха и осадков по районам Северной полярной области и арктическим морям.

ЦМКП считает целесообразным одобрить работу ФГБУ «ААНИИ» по созданию методики «Климатический анализ гидрометеорологических параметров Северной полярной области и арктических морей России» и утвердить ее для практического использования в работе ФГБУ «ААНИИ» для мониторинга гидрометеорологических параметров Северной полярной области и арктических морей России.

### **Список литературы**

1. Александров Е.И., Брызгин Н.Н., Дементьев А.А. Тенденции в изменениях приземной температуры воздуха и осадков Северной полярной области во второй половине XX века // Труды ААНИИ. – 2003. – Т. 446. – С. 31–40.
2. Александров Е.И., Дементьев А.А. База приземных метеорологических данных полярных районов и ее использование / Формирование базы данных по морским льдам и гидрометеорологии. – СПб.: Гидрометеоздат, 1995. – С. 67–75.
3. Алексеев Г.В., Иванов Н.Е., Пнюшков А.В., Балакин А.А. Изменения климата в морской Арктике в начале XXI века // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2010. – № 3(86). – С. 22–34.
4. Алексеев Г.В., Радионов В.Ф., Александров Е.И., Иванов Н.Е., Харланенкова Н.Е. Климатические изменения в Арктике и Северной полярной области // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2010. – № 1(84). – С. 67–80.
5. Алексеев Г.В., Фролов И.Е., Соколов В.Т. Наблюдения в Арктике не подтверждают ослабление термохалинной циркуляции в Северной Атлантике // ДАН. – 2007. – Т. 413, № 2. – С. 277–280.

6. *Брызгин Н.Н.* Рекомендации по подготовке однородных многолетних рядов месячных сумм осадков в метелевых районах СССР. –Л.: ААНИИ, 1980. –36 с.
7. *Будыко М.И.* Влияние человека на климат. –Л.: Гидрометеоздат, 1972. –47 с.
8. *Вклад России* в Международный полярный год 2007/08. Метеорологические и геофизические исследования. – М.; СПб.: ООО «Паулсен», 2011. – 350 с.
9. *Всемирная конференция «Климат и человечество».* – Женева: ВМО, 1979. – 70 с.
10. *Захаров В.Ф.* Изменения состояния морских арктических льдов / В кн.: Формирование и динамика современного климата Арктики. Глава 4 // под ред. проф. Г.В. Алексеева. – СПб.: Гидрометеоздат, 2004. – С. 27–46.
11. *Лугина К.М., Сперанская Н.А.* Изменчивость средней годовой приземной температуры воздуха в высоких широтах Северного полушария // Труды ГГИ. – 1984. – № 295. – С. 87–97.
12. *Мониторинг* климата Арктики. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 216 с.
13. *Наставление* по глобальной системе наблюдений. Том I. Глобальные аспекты (Дополнение к Техническому регламенту ВМО). ВМО-№ 544. –2010. – 52 с.
14. *Прик З.М.* Климат Советской Арктики (метеорологический режим). – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – 279 с.
15. *Прик З.М.* Климатическая обработка метеорологических наблюдений, произведенных на дрейфующих станциях // Труды ААНИИ. – 1974. – Т. 328. – С. 4–21.
16. *Радионон В.Ф., Александров Е.И., Брызгин Н.Н., Дементьев А.А.* Изменения температуры, осадков и снежного покрова в районах арктических морей за 1981–2010 гг. // Лёд и снег. –2013. – № 1 (121). – С. 61–68.
17. Разработать и внедрить методы мониторинга климата приземной и свободной атмосферы в полярных районах земного шара: отчет ААНИИ. – 1990. –Номер гос. регистрации 01900005635.
18. *Смирнова И.П., Субботин В.В., Летуновский В.А.* Мониторинг термического режима Арктики / Мониторинг климата Арктики. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – С. 24–32.
19. *Aleksandrov Ye.I., Bryazgin N.N., Førland E.J., Radionov V.F., Svyashchennikov P.N.* Seasonal, interannual and long-term variability of precipitation and snow depth in the region of the Barents and Kara seas // Polar Research. – 2005. – Vol. 24, No 1–2. P. 69–85. – Doi: 10.1111/j.1751-8369.2005.tb00141.x
20. *Arctic Climatology Project.* 2000. Environmental Working Group Arctic Meteorology and Climate Atlas / Edited by F. Fetterer and V. Radionov. Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center. CD-ROM.
21. Callaghan T.V., Johansson M., Brown R.D., Groisman P. Ya., Labba N., Radionov V. Chapter 4. Changing snow cover and its impacts / In: Snow, water, ice and permafrost in the Arctic (SWIPA). Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). – 2011. – P. 4.1–4.58.
22. Callaghan T.V., Johansson M., Brown R.D., Groisman P.Y. et al. The changing face of Arctic snow cover: a synthesis of observed and projected changes // Ambio. – 2011. – Vol. 40 (Suppl. 1). – P. 17–31. – doi:10.1007/s13280-011-0212-y.
23. <http://www.aari.ru>.
24. <http://www.ncdc.noaa.gov/pub/data.html>.

25. <http://www.rp5.html>.

26. National Snow and Ice Data Center. 2003. Meteorological Data from the Russian Arctic, 1961–2000. V. Radionov, compiler. Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center. Digital media. <http://nsidc.org/data/g02141.html>.

*Приложение*

**Сеть метеорологических станций**

№	ВМО	Станция	Широта, ° с.ш.	Долгота, ° (0-360)	Высота, м	Период работы
1	010010	Jan Mayen	70.93	351.33	9	1921-2012
2	010050	Isfjord Radio	78.07	13.63	5	1931-2012
3	010100	Andoya	69.30	16.13	13	1931-2012
4	010250	Tromso	69.68	18.92	10	1856-2012
5	010280	Bjornoya	74.52	19.00	18	1920-2012
6	010620	Hopen	76.50	25.07	10	1955-2012
7	010980	Vardo	70.37	31.10	15	1829-2012
8	011520	Bodo VI	67.27	14.37	13	1868-2012
9	012710	Trondheim	63.47	10.93	17	1940-2012
10	013160	Bergen-Fredriksberg	60.40	5.32	40	1816-1985
11	013170	Bergen/Florida	60.38	5.33	36	1973-2012
12	021200	Kvikkjokk-Arrenjark	66.88	17.75	315	1935-2012
13	021960	Naparanda	65.83	24.15	6	1860-2012
14	022260	Ostersund Froson	63.20	14.50	359	1935-2012
15	028360	Sodankyla	67.37	26.65	179	1908-2012
16	028690	Kuusamo	65.97	29.18	263	1909-2012
17	028750	Oulu	64.93	25.37	15	1906-2012
18	029350	Jyvaskyla	62.40	25.68	145	1917-2012
19	030050	Lerwick	60.13	358.82	84	1929-2012
20	040130	Stykkisholmur	65.08	337.27	8	1846-2012
21	040300	Reykjavik	64.13	338.10	61	1901-2012
22	040480	Vestmannaeyjar	63.40	339.72	124	1884-2012
23	040630	Akureyri	65.68	341.92	27	1882-2012
24	042100	Upernavik	72.78	303.83	120	1949-2006
25	042110	Mittarfik Upernavik	72.78	303.87	129	2004-2012
26	042200	Egedesminde	68.70	307.15	41	1943-2012
27	042500	Godthaab	64.17	308.25	84	1866-2012
28	042610	Groennedal	61.23	311.90	32	1943-2005
29	042700	Mittarfik Narsarsuaq	61.17	314.58	31	1941-2012
30	043100	Station Nord	81.60	343.35	43	1952-2007
31	043120	Station Nord AWS	81.60	343.35	36	1985-2012
32	043200	Danmarkshavn	76.77	341.33	12	1949-2012
33	043300	Daneborg	74.30	339.78	44	1945-2012
34	043390	Ittoqqortoormiit	70.48	338.05	69	1936-2012
35	043600	Tasiilaq	65.60	322.37	52	1895-2012
36	043900	Prins Christian Sun	60.05	316.83	75	1943-2012
37	060110	Torshavn	62.02	353.23	61	1867-2012
38	200260	Виктория	80.17	36.75	9	1959- 2002
39	200340	Нагурская	80.82	47.42	18	1952-2003
40	200460	Кренкеля(О.Хейса)	80.62	58.05	22	1957- 2012
41	200490	Рудольфа	80.37	52.92	46	1932-2004
42	200660	Ушакова	80.83	79.70	47	1955-2004
43	200690	Визе	79.50	76.98	10	1945-2012
44	200870	Голомянный	79.55	90.62	8	1930-2012
45	201070	Баренцбург	78.07	14.25	75	1952-2012

46	201860	Краснофлотские о.	78.62	98.70	8	1953-1987
47	201990	Малый Таймыр о.	78.13	107.20	12	1955-1994
48	202740	Уединения	77.50	82.20	23	1935-1996
49	202770	Исаченко о.	77.28	89.67	5	1953-1997
50	202890	Русский о.	77.18	96.58	9	1935-1996
51	202920	Челюскин	77.72	104.30	15	1932-2012
52	202940	Гейберга	77.62	101.48	6	1952-1995
53	203530	Желания	76.85	68.55	10	1931-2012
54	203570	Русская Гавань	76.18	63.57	9	1935-2005
55	203880	Правды	76.28	94.73	10	1940-2003
56	204710	Тройной о.	75.92	83.25	12	1953-2012
57	204760	Стерлегова	75.42	88.90	11	1934-2012
58	205940	Озеро Таймыр	74.50	102.50	11	1944-2005
59	206650	Вилькицкого	73.50	76.00	4	1954-2001
60	206670	Попова	73.33	70.05	7	1934-2012
61	206740	Диксон	73.50	80.40	47	1916-2012
62	206790	Усть-Тарея	73.25	90.92	21	1954-2002
63	206960	Косистый мыс	73.65	109.75	20	1939-1991
64	207440	Малые Кармакулы	72.37	52.70	15	1897-2012
65	207660	Лескина	72.33	79.50	10	1934-2003
66	208560	Харасавей	71.40	67.63	18	1953-2002
67	208640	Тамбей	71.48	71.82	8	1936-2012
68	208710	Сопочная Карга	71.90	82.72	2	1939-2012
69	208910	Хатанга	71.98	102.47	33	1929-2012
70	209430	Меньшикова м.	70.72	057.62	14	1955-1995
71	209460	Болванский м.	70.45	59.07	13	1912-2012
72	209630	Гыдо-Ямо	70.88	78.50	8	1933-1998
73	209640	Тадибеяха	70.35	074.13	4	1955-1995
74	209670	Се-Яха	70.17	72.52	16	1936-2012
75	209730	Кресты	70.85	089.88	29	1955-2001
76	209780	Караул	70.17	083.13	29	1955-2001
77	209820	Волочанка	70.97	094.50	40	1937-2003
78	213010	Андрея О.	76.80	110.83	6	1942-1999
79	213580	Жохова	76.15	152.83	14	1955-1996
80	214050	Мар. Прончищевой	75.53	113.52	15	1934-2002
81	214320	Котельный о.	76.00	137.87	8	1933-2012
82	215040	Преображения о.	74.67	112.93	57	1934-2002
83	215350	Санникова пр.	74.50	140.00	16	1942-2012
84	215410	Земля Бунге	74.88	142.20	10	1953-2003
85	216110	Терпей-Тумуса	73.57	118.75	10	1959-2002
86	216130	Дунай, о.	73.90	124.60	9	1954-1994
87	216270	Сагыллах-Ары	73.17	128.83	5	1961-2005
88	216360	Кигилях, м.	73.33	139.92	26	1934-2012
89	216470	Шалаурова	73.18	143.23	22	1928-2003
90	217330	Святой Нос мыс	72.87	140.75	6	1953-1987
91	218020	Саскылах	71.97	114.08	18	1957-2012
92	218240	Тикси	71.58	128.92	7	1932-2012
93	218250	Муостах	71.53	129.92	3	1935-2006
94	218350	Нижнеянк	71.50	136.58	11	1942-1994
95	218490	Индибирская	71.02	149.00	6	1955-2007
96	219080	Джалинда	70.13	113.97	62	1942-2012
97	219210	Кюсюр	70.68	127.40	33	1918-2012
98	219310	Юбилейная	70.77	136.22	24	1934-2012
99	219460	Чокурдах	70.62	147.88	61	1939-2012
100	219550	Алазая	70.55	154.15	2	1947-1994
101	219650	Четырехстолбовой	70.63	162.48	41	1933-1995
102	219780	Валькаркай	70.08	170.97	4	1941-2012
103	219820	Врангеля	70.98	181.52	5	1926-2012
104	221130	Мурманск	68.97	33.05	51	1918-2012
105	221650	Канин Нос м.	68.65	43.30	49	1916-2012

106	222170	Кандалакша	67.15	32.35	25	1912-2012
107	222350	Краснощелье	67.35	37.05	156	1932-2012
108	222710	Шойна	67.88	44.13	8	1936-2012
109	222820	Микулкин м.	67.80	46.67	6	1953-2012
110	222920	Индига	67.68	48.68	4	1936-2012
111	223240	Умба	66.68	34.35	40	1959-2012
112	223490	Пялица	66.18	39.53	9	1937-2012
113	224080	Калевала	65.22	31.17	120	1946-2012
114	224220	Гридино	65.90	34.77	12	1815-2007
115	224710	Мезень	65.87	44.22	19	1883-2012
116	225220	Кемь	64.95	34.65	8	1863-2006
117	225200	Кемь-Порт	64.98	34.80	8	2006-2012
118	225500	Архангельск	64.50	40.72	8	1813-2012
119	226410	Онега	63.90	38.12	13	1887-2012
120	226480	Турчасово	63.12	39.23	34	1936-2008
121	226760	Сура	63.58	45.63	62	1915-2012
122	228370	Вытегра	61.02	36.45	56	1881-2012
123	228450	Каргополь	61.50	38.93	126	1883-2012
124	228870	Котлас	61.23	46.72	56	1912-2012
125	229540	Вожега	60.47	40.20	202	1948-2012
126	230220	Амдерма	69.75	61.70	49	1934-2012
127	230240	Белый Нос	69.48	60.33	6	1947-2012
128	230290	Усть-Кара	69.25	64.98	4	1933-2012
129	230320	Марресалья	69.72	66.80	25	1928-2012
130	230580	Антипаюга	69.08	76.85	3	1959-2012
131	230740	Дудинка	69.40	86.17	19	1906-2012
132	231460	Каменный	68.47	73.60	5	1950-1994
133	232050	Нарьян-Мар	67.63	53.03	12	1926-2012
134	232190	Хоседа-Хард	67.08	59.38	84	1931-2012
135	232260	Воркута	67.48	64.02	172	1953-2012
136	232420	Новый Порт	67.68	72.87	12	1924-2012
137	232560	Тазовское	67.47	78.73	8	1939-1988
138	232740	Игарка	67.43	86.62	31	1951-2012
139	233300	Салехард	66.53	66.67	16	1883-2012
140	233310	Ра-Из	66.90	65.67	890	1939-2012
141	233410	Яр-Сале	66.83	70.83	8	1937-1991
142	233830	Агата	66.88	93.47	278	1940-2012
143	234050	Усть-Цильма	65.43	52.27	68	1889-2012
144	234180	Печора	65.12	57.10	59	1943-2012
145	234260	Мужи	65.38	64.72	19	1932-2012
146	234720	Туруханск	65.78	87.93	38	1881-2012
147	235520	Тарко-Сале	64.92	77.82	27	1937-2012
148	236250	Сосьва	63.65	62.10	28	1937-2012
149	236310	Березово	63.93	65.05	32	1881-2012
150	236780	Верхне-Имбатское	63.15	87.95	46	1911-2012
151	237110	Троицко-Печорское	62.70	56.20	139	1888-2012
152	237240	Няксинволь	62.43	60.87	51	1933-2012
153	238040	Сактывкар	61.68	50.78	119	1817-2012
154	238490	Сургут	61.25	73.50	56	1885-2012
155	238840	Бор	61.60	90.02	58	1934-2012
156	238910	Байкит	61.67	96.37	262	1936-2012
157	239330	Ханты-Мансийск	61.02	69.03	46	1898-2012
158	239870	Ярцево	60.25	90.23	58	1935-2012
159	241050	Ессей	68.47	102.37	271	1937-2004
160	241250	Оленек	68.50	112.43	220	1935-2012
161	241430	Джарджан	68.73	124.00	39	1936-2012
162	242660	Верхоянск	67.55	133.38	137	1891-2012
163	243290	Селагонжи	66.25	114.28	236	1940-2012
164	243430	Жиганск	66.77	123.40	92	1935-2012
165	243820	Усть-Мома	66.45	143.23	196	1937-2012



166	245070	Тура	64.27	100.23	168	1928-2012
167	246390	Нюрба	63.28	118.33	119	1981-2012
168	246410	Вильюйск	63.77	121.62	111	1898-2012
169	246710	Томпо	63.95	135.87	402	1936-2012
170	246880	Оймякон	63.25	143.15	745	1930-2012
171	247380	Сунтар	62.15	117.65	133	1933-2012
172	247680	Чурапча	62.03	132.60	186	1951-2012
173	248170	Ербогачен	61.27	108.02	291	1913-2012
174	249080	Ванавара	60.33	102.27	260	1932-2012
175	249440	Олекминск	60.40	120.42	226	1891-2012
1176	249590	Якутск	62.02	129.72	101	1829-2012
177	249660	Усть-Мая	60.38	134.45	170	1893-2012
178	250340	Амбарчик	69.62	162.30	23	1935-2012
179	250420	Айон	69.83	168.67	16	1942-2012
180	250510	Певек	69.70	170.28	04	1940-2012
181	250620	Биллингса	69.88	175.77	03	1937-2012
182	251210	Колымская	68.73	158.73	15	1949-2012
183	251230	Черский	68.75	161.28	28	1940-2012
184	251510	Чаун	68.80	170.67	06	1946-2012
185	251730	Шмидта	68.90	180.63	04	1932-2012
186	252480	Илерней	67.25	167.97	353	1944-2012
187	252820	Ванкарем	67.83	184.17	05	1934-2012
188	252860	Колочин	66.83	185.50	31	1941-1991
189	253250	Усть-Олой	66.55	159.42	127	1936-2012
190	253780	Залив Креста	66.35	180.88	26	1935-2012
191	253990	Уэлен	66.15	190.17	3	1918-2012
192	254000	Зырянка	65.73	150.90	43	1935-2012
193	255380	Верхнее Пенжино	64.22	164.23	326	1944-2012
194	255510	Марково	64.68	170.42	26	1894-2012
195	255630	Анадырь	64.78	177.57	61	1898-2012
196	255940	Провидения	64.27	186.70	40	1934-2012
197	255950	Чаплина	61.95	160.42	01	1939-2005
198	257030	Сеямчан	62.92	152.42	205	1933-2012
199	257050	Среднекан	62.45	152.32	260	1936-2012
200	257440	Каменское	62.43	166.08	10	1949-2012
201	259130	Магадан	59.55	150.78	116	1945-2012
202	259540	Корф	60.35	166.00	4	1929-2012
203	260630	Ленинград	59.80	30.26	6	1931-2012
204	700260	Ваггров	71.29	203.24	4	1882-2012
205	700860	Barter Island	70.13	216.42	1	1947-2012
206	701330	Kotzebue	66.89	197.40	4	1928-2012
207	702000	Nome	64.51	194.56	6	1907-2012
208	702190	Bethel	60.79	198.17	45	1923-2012
209	702310	Mcgrath	62.95	204.40	103	1942-2012
210	702610	Fairbanks	64.82	212.15	138	1904-2012
211	702730	Anchorage	61.17	210.01	40	1916-2012
212	710430	Norman	65.28	233.20	73	1944-2012
213	710513	Sachs Harbour	72.00	234.73	86	1956-2012
214	71989	Mould Bay	76.23	240.67	12	1948-2012
215	719890	Mould Bay	76.23	240.67	12	2001-2012
216	710740	Isachsen	78.78	256.45	58	1948-2012
217	710823	Alert	82.52	297.72	66	1987-2012
218	710823	Alert	82.52	297.72	30	1987-2012
219	710810	Hall Beach	68.77	278.77	8	1957-2012
220	710900	Cylde	70.48	291.48	27	1942-2012
221	719150	Coral Harbour	64.20	276.63	64	1943-2012
222	719160	Thomsen River	73.23	240.47	42	1950-2012
223	719170	Eureka	79.98	274.07	10	1947-2012
224	719240	Resolute	74.72	265.02	66	1947-2012
225	719250	Cambridge Bay	69.10	254.87	27	1929-2012

226	719260	Baker Lake	64.30	263.93	18	1946-2012
227	719340	Fort Smith	60.02	248.03	205	1914-2012
228	719380	Kugluktuk	67.82	244.87	23	1930-2012
229	719460	Fort Simpson	61.77	238.77	169	1895-2012
230	719660	Dawson	64.05	220.87	370	1934-2012
231	719570	Inuvik	68.30	226.52	68	1958-2012
232		АБ точка 1	90.00	00.00		
233		АБ точка 2	85.00	00.00		
234		АБ точка 3	85.00	60.00		
235		АБ точка 4	85.00	120.00		
236		АБ точка 5	85.00	180.00		
237		АБ точка 6	85.00	240.00		
238		АБ точка 7	85.00	300.00		
239		АБ точка 8	80.00	00.00		
240		АБ точка 9	80.00	30.00		
241		АБ точка 10	80.00	120.00		
242		АБ точка 11	80.00	150.00		
243		АБ точка 12	80.00	180.00		
244		АБ точка 13	80.00	210.00		
245		АБ точка 14	80.00	240.00		
246		АБ точка 15	80.00	00.00		
247		АБ точка 16	80.00	45.00		
248		АБ точка 17	80.00	130.00		
249		АБ точка 18	80.00	170.00		
250		АБ точка 19	80.00	190.00		
251		АБ точка 20	80.00	210.00		
252		АБ точка 21	80.00	230.00		
253		АБ точка 22	75.00	190.00		

Примечание. АБ – Арктический бассейн