

Л.Н. Карлин, Ю.В. Ефимова, А.В. Никифоров

НЕКОТОРЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В ЭПОХУ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

L.N. Karlin, J.V. Efimova, A.V. Nikiforov

CLIMATIC CHARACTERISTICS OF ST. PETERSBURG IN THE PERIOD OF GLOBAL WARMING

В статье дана оценка изменению основных климатических характеристик Санкт-Петербурга за последние 100 лет. Показано, что произошло уменьшение продолжительности зимнего климатического сезона и средней температуры воздуха в зимний период. В качестве причины отмечаемых изменений приводится антропогенное воздействие на климатические характеристики мегаполиса.

The work is devoted to estimation of basic climatic characteristics during the past 100 years in St. Petersburg. The changes of climatic winter season duration and mean winter air temperature are shown. Man's impact on megalopolis climatic characteristics is considered as a main cause for observed changes.

Введение

В последние годы активно обсуждается тема глобального потепления климата. С начала 80-х годов прошлого столетия наблюдается интенсивное повышение среднегодовой глобальной температуры воздуха. Однако это не означает, что в каждой конкретной точке земного шара температура также будет повышаться. Например, по оценкам изменения температуры в зимний период на Западной Украине наблюдалось потепление, а на юге Украины и в Крыму происходило похолодание[4].

Особый интерес представляет проявление глобального потепления в крупных промышленных городах. Мегаполис сам по себе является локальным источником тепла. В крупных промышленных центрах изменяются характеристики естественной окружающей среды, в том числе и альbedo подстилающей поверхности. Исследование изменения климатических характеристик Санкт-Петербурга в свете глобального потепления является особенно актуальным, поскольку последние официальные данные о датах начала, конца и продолжительности климатических сезонов были опубликованы в 1967 г. [8]. Глобальное потепление особенно сказывается на холодном времени года, поэтому было решено рассчитать климатические характеристики зимнего периода.

Глобальное потепление климата

За последнее столетие среднегодовая температура воздуха по земному шару повысилась на 0,6 °C [5]. Существует две основные гипотезы, объясняющие причину этого явления.

Большинство ученых склоняется к мнению, что основным фактором, вызывающим глобальное повышение температуры, является антропогенное воздействие на окружающую среду. Деятельность человека приводит к повышению концентрации парниковых газов в атмосфере и, как следствие, к разогреву нижних слоев атмосферы и поверхности земли.

Другая часть исследователей считает, что изменение температуры вызвано естественными причинами. По косвенным геологическим данным диапазон изменения мировой средней температуры в последнем гляциал-межледниковом цикле составил до 5 °С [3]. На данный момент глобальный рост температуры находится в пределах естественных температурных колебаний.

Существует также точка зрения, объединяющая гипотезы об антропогенных и естественных факторах потепления. По мнению исследователей (М.О. Френкеля, И.И. Мохова) период общего потепления, не вызванный антропогенными факторами, начался еще в 30-х годах XX в. С 70-х годов XX столетия естественное потепление стало более значимым под влиянием деятельности человека.

В настоящее время учеными анализируется несколько временных рядов глобально осредненной температуры воздуха [5]. К сожалению, основная их часть ограничивается последним столетием. Более ранние температуры восстановлены либо по косвенным данным, либо в результате моделирования. Поэтому, на данный момент природа глобального потепления продолжает вызывать сомнения.

Представляется, что, по крайней мере, часть глобального потепления обусловлено локальными эффектами урбанизации.

Крупные города – как локальные источники тепла

Большие города и промышленные зоны отличаются высокой степенью освоения территории, высокой компактностью проживания жителей, развитым промышленным производством. В результате урбанизации территорий в них заметно меняются многие характеристики естественной окружающей среды.

Антропогенное влияние на микроклимат крупного города определяется двумя группами факторов [9]:

1. Первая группа связана с постоянным антропогенным воздействием. В результате ее воздействия создается пространственный временной фон, характерный для данного города.

2. Вторая группа связана с техногенными авариями и их гидрометеорологическими последствиями.

Под воздействием первой группы факторов над городом возникает так называемый «остров тепла». Определяющую роль в его формировании играет поглощение радиации водяным паром антропогенного происхождения. В увеличении влагосодержания в городе основную роль играют выбросы водяного пара, образующегося в результате сжигания различных видов топлива. Между выбросами водяного пара и изменением температуры установлена тесная связь [1, 7].

Влияние других газовых и твердых примесей (например, углекислого газа, метана, хлорфторуглеродов) на изменение температуры воздуха в городских условиях на порядок меньше [7].

Высокий уровень загрязнения территории города особенно сказывается на пространственном распределении температуры воздуха в зимний период. Альbedo загрязненного снежного покрова уменьшается, что приводит к активному снеготаянию. Для сравнения: альbedo сухого свежего снега составляет 95–98 %, при оттепели и загрязнении оно снижается до 20 %, а отражательная способность влажного асфальта составляет около 7 %. Поверхности асфальта, крыш, стен домов хорошо поглощают солнечную радиацию, и их температура может превышать среднюю температуру воздуха в несколько раз. Все эти факторы создают дополнительные источники тепла. За счет них глобальное потепление даже естественного характера в крупном городе в зимний период должно становиться более значимым.

Санкт-Петербург является одним из крупнейших городов мира. Увеличение степени промышленной деятельности, развитые транспортные системы должны существенно влиять на межгодовую изменчивость температуры воздуха и продолжительность зимнего периода как основного индикатора антропогенного воздействия.

Методика расчета даты устойчивого перехода температуры воздуха через нулевой предел

Существуют различные критерии для определения продолжительности основных климатических сезонов. Фенологи считают, что завершением зимнего периода можно считать момент, с которого начинается активное таяние снега. Астрономы отсчитывают начало весны со дня весеннего равноденствия (21 марта). Климатологи в основном придерживаются мнения, что весенний период начинается с даты устойчивого перехода значений температуры воздуха через нулевой предел в сторону ее повышения. Начало зимнего периода в одних источниках [8] определяется по появлению устойчивого снежного покрова, в других – по дате устойчивого перехода температуры через 0 °С в сторону ее понижения [6].

В настоящей работе в качестве основной характеристики начала и конца зимнего климатического сезона были выбраны даты устойчивого перехода через нулевой предел осенью в сторону понижения температур, весной в сторону их повышения. Для расчета даты устойчивого перехода температуры через определенные пределы использовался метод А.В. Федорова для среднедекадных температур [6].

Весной рассчитывались значения среднедекадной температуры воздуха за период с февраля по апрель, осенью – с октября по декабрь. Для расчета даты устойчивого перехода через нулевой предел выбирались смежные декады с отрицательным средним значением температуры воздуха и с положительным средним значением. Затем применялись следующие интерполяционные формулы:

для весны: $S = \frac{-a}{b-a}d + 5,$

для осени: $S = \frac{b}{b-a}d + 5,$

где S – число дней от первого дня выбранной декады с отрицательной средней температурой воздуха для весны (или декады с положительной средней температурой – для осени); b – среднедекадная температура выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; a – среднедекадная температура ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; d – число дней декады с отрицательной средней температурой воздуха для весны (число дней декады с положительной средней температурой – для осени).

Полученное значение S следовало прибавить весной к дате, с которой началась: выбранная декада с отрицательным значением средней температуры воздуха, осенью – к дате, с которой начиналась выбранная декада с положительным значением средней температуры воздуха. Полученное число считалось устойчивой датой перехода через нулевой предел.

В случае чередования декад с температурами выше и ниже нулевого предела использовалась методика сопоставления положительных и отрицательных отклонений сумм среднедекадных температур [6]. Например, осенью отрицательная среднедекадная температура (T_o) сопоставлялась с последующей положительной среднедекадной температурой (T_n). Если по модулю $T_o > T_n$, рассчитанная по интерполяционной формуле дата является устойчивой. Если $T_o < T_n$, необходимо выбрать другие смежные декады и произвести новые вычисления.

Весенние даты устойчивого перехода температуры воздуха через нулевой предел

Рассмотрим конец зимнего периода, т.е. устойчивую дату перехода температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сторону повышения. Данный предел обычно принимают за начало весеннего переходного сезона [6, 8]. В среднем за 100 лет эта дата выпадает на 25 марта. Однако, если до середины прошлого века весна наступала в конце марта – начале апреля, то в последние годы устойчивый переход температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит 15 марта (табл. 1).

Таблица 1

Осредненные по 30-летиям даты устойчивого перехода через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ весной в районе Санкт-Петербурга

Интервал времени	Дата устойчивого перехода через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$	Смещение
1915–1944	3 апреля	
1945–1974	28 марта	–6 дней
1975–2004	15 марта	–13 дней

Из таблицы видно, что начало весны заметно сдвинулось на более ранние сроки. Очевидно, помимо парникового эффекта, это связано с активным загрязнением снежного покрова и, как следствие, изменением альбедо подстилающей поверхности.

**Осенние даты устойчивого перехода температуры
воздуха через нулевой предел**

Совсем по-другому происходит временной сдвиг даты устойчивого перехода через 0 °С в сторону понижения температуры осенью (табл. 2).

Таблица 2

**Осредненные по 30-летиям даты устойчивого перехода через 0 °С
осенью в районе Санкт-Петербурга**

Интервал времени	Дата устойчивого перехода через 0 °С	Смещение
1915–1944	18 ноября	
1945–1974	16 ноября	2 дня
1975–2004	16 ноября	0 дней.

За весь рассматриваемый период только в интервале с 1945 по 1974 г. начало зимнего сезона сдвинулось с 18 ноября на 16 ноября. В последние годы никаких изменений не наблюдается.

Продолжительность зимнего сезона

По результатам расчетов, в среднем за 100 лет, зимний период составил 128 дней. Осредненное по 30-летиям количество зимних дней (таблица 3) в интервале с 1915 по 1974 г. менялось мало, в среднем от 136 до 132 дней. Однако, начиная с 1975 г., продолжительность зимнего периода уменьшилась до 119 дней.

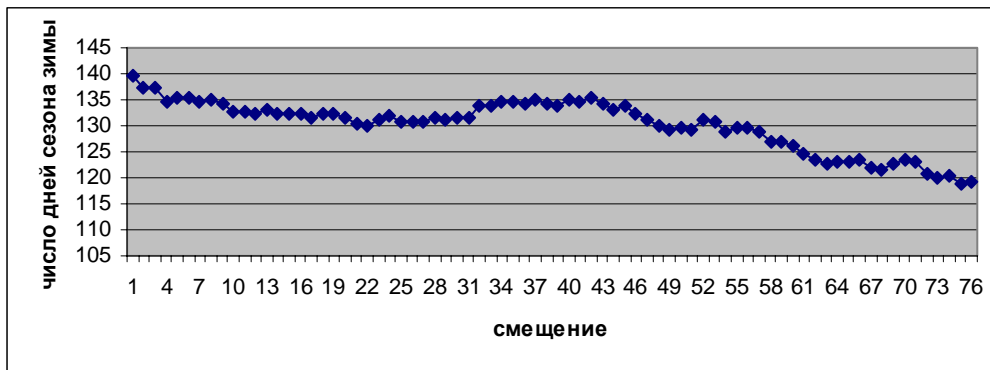


рис. 1. Число дней зимы, осредненное за 30 лет со сдвигом в 1 год, за период с 1900 по 2004 г.

В последние 30 лет зима сократилась почти на две недели.

Для более наглядного представления изменения продолжительности зимнего сезона было произведено скользящее осреднение по 30-летиям (рис. 1).

Таблица 3

Продолжительность зимнего периода в районе Санкт-Петербурга, осредненная по 30-летиям

Интервал времени	Продолжительность периода	Изменение за 30 лет
1915–1944	136 день	
1945–1974	132 дня	–4 дня
1975–2004	119 дней	–12 дней

Из графика на рис. 1 видно, что, начиная с 40-х годов прошлого века, общая тенденция к потеплению проявилась в последовательном уменьшении продолжительности зимнего периода.

Изменение среднегодовой температуры воздуха в районе Санкт-Петербурга за период с 1900 по 2004 г.

Исследование многолетнего ряда температуры воздуха за период с 1900 по 2004 г. в районе Санкт-Петербурга показывает, что при общей тенденции к потеплению с начала века значительный рост среднегодовых температур наблюдался с 1969 по 1971 г. (рис. 2).

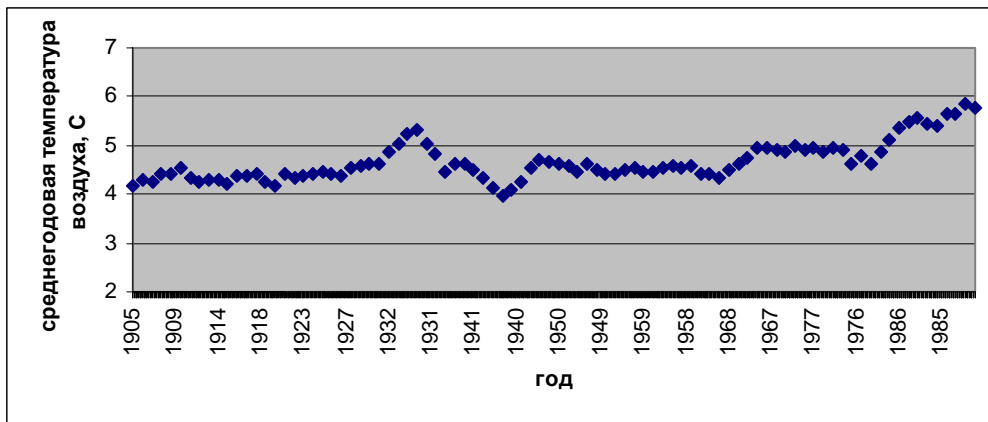


рис. 2. Среднегодовые температуры воздуха в районе Санкт-Петербурга, осредненные за 10 лет со сдвигом в 1 год.

Изменение средней температуры воздуха за зимний климатический период

Исходя из того, что границы зимнего климатического сезона были определены как устойчивый переход температуры воздуха через нулевой предел, представляет интерес изменение средней температуры воздуха за этот период.

Из графика на рис. 3 видно, что в конце 80-х годов период потепления зимнего климатического сезона в Санкт-Петербурге закончился, и в последние годы происходит тенденция к его похолоданию. Данное обстоятельство на первый взгляд вызывает недоумение. Однако оно имеет свое логическое объяснение. Де-

ло в том, что именно на последние годы приходится наибольший сдвиг начала весны в сторону холодной части года. Тогда переход от зимы к весне происходит более быстрыми темпами, т.е. уменьшается промежуток времени с близкой к нулю отрицательной температурой воздуха. В результате окончание зимы стало холоднее, чем в период с более поздним наступлением весны.

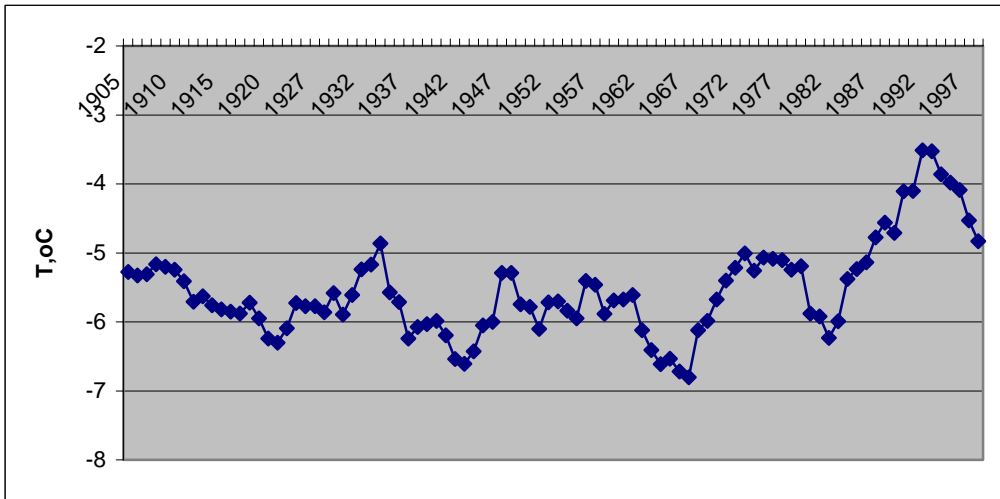


Рис. 3. Температура воздуха зимнего климатического сезона в Санкт-Петербурге, осредненная за 30 лет со сдвигом в 1 год.

В естественном (неосредненном) виде ряд средней сезонной зимней температуры воздуха в Санкт-Петербурге представляет собой достаточно резкие колебания. Например, зимой 1986–1987 г. средняя температура составила около 9 °C мороза, следующей зимой средняя температура воздуха повысилась до 4 °C мороза. Однако, начиная с 1996 г., средняя зимняя температура держится в пределах 4,5 °C мороза.

В дальнейшем, при общей среднегодовой тенденции к потеплению, целесообразно рассмотреть другие климатические сезоны и определить изменчивость их климатических характеристик.

Изменчивость климатических характеристик Санкт-Петербурга за период с 1900 по 2004 г.

В районе Санкт-Петербурга продолжительность зимнего периода в последние 30 лет снизилась по сравнению с первой половиной XX века на 13 дней в основном за счет более раннего наступления весны. Вероятно, помимо парникового эффекта, подобный сдвиг обусловлен активным загрязнением снежного покрова в зимние месяцы и, как следствие, изменением альбедо подстилающей поверхности.

В последние годы происходят резкие изменения в наступлении даты устойчивого перехода через нулевой предел в весенний период. Впервые за 100 лет

дата устойчивого перехода через 0 °С стала выпадать на середину февраля (по нашим расчетам: 1988 г. – 18 февраля; 1989 г. – 17 февраля; 1995 г. – 12 февраля). Однако в 1997 г. и 1998 г. весенний переход через 0 °С произошел 2 и 10 апреля, соответственно. Подобного не случалось с 1969 г. Данные аномалии говорят о нестабильности процесса. Общая тенденция ведет к более раннему наступлению весны и уменьшению продолжительности зимнего сезона, но разброс в наступлении дат устойчивого перехода через 0 °С увеличивается.

При общей тенденции среднегодовой температуры воздуха в районе Санкт-Петербурга к потеплению, в последние годы зимы стали заметно холоднее, что связано со сдвигом весны в холодную часть года.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В районе Санкт-Петербурга уменьшилась продолжительность зимнего периода на 13 дней.
2. Произошел сдвиг конца зимы в сторону более холодной части года.
3. Начало зимнего периода осталось неизменным.
4. Зимы в районе Санкт-Петербурга стали холоднее.

Литература

- 1 *Абанников В.И.* Оценка микроклиматического режима городских территорий с целью оптимизации экологической обстановки. Всероссийская научная конференция 26 – 18 ноября 1999 года. // Материалы конференции. – СПб: РГГМУ, 1999. – С. 127 – 128.
- 2 *Алексеев Г.В., Н.Е. Иванов.* Региональные и сезонные особенности потеплений Арктики в 1930 – 1990 годы. – Труды ААНИИ, 2003. – Т. 446 – С. 41 – 47.
- 3 *Борзенкова И.И.* Об изменениях климата в позднем вюрме-голоцене (последние 20 тыс. лет) // Труды ГГИ, 1990. – Вып. 348. – С. 70 – 78.
- 4 *Дегтярев А.Х., Дегтярева Л.Н.* Оценка влияния сезонных изменений температуры на энергопотребление Украины в отопительный период.
- 5 *Гройсман П.Я., Кокнаева В.В.* О влиянии урбанизации на оценки глобального потепления. // Метеорология и гидрология, 1991. – Вып. 9. – С. 129.
- 6 *Гулинова Н.В.* Методы агроклиматической обработки наблюдений. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 152 с.
- 7 *Матвеев Л.Т.* Роль различных факторов в формировании полей температуры и влажности воздуха. Всероссийская научная конференция 26 – 18 ноября 1999 года. // Материалы конференции. – СПб: РГГМУ. 1999. – С. 128 – 129.
- 8 *Покровская Т.В., Бычкова А.Т.* Климат Ленинграда и его окрестностей. – Л.: Гидрометеоздат, 1967. – 199 с.
- 9 *Шелутко В.А., Дмитриев В.В.* Геоэкологические проблемы больших городов и промышленных зон // Вопросы прикладной экологии. Сборник научных трудов. – СПб.: изд. РГГМУ. 2002. – С. 11.