
**ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ
И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ**

УДК 551.5+556

**ТРЕНДЫ В КОЛЕБАНИЯХ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА
НА ПРИМЕРЕ БАШКИРИИ**

© 2015 г. Д.Ю. Васильев*, Ю.И. Ферапонтов**

**Уфимский государственный авиационный технический университет
Общественный факультет, кафедра физики,
E-mail: vasilevdy@ugatu.su*

***Региональное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
Гидрометцентр РФ*

Поступила в редакцию 24.02.2014 г.

Методами Фурье-фильтрации и регрессии обработаны среднегодовые и сезонные значения температур по данным метеостанций Башкирии за 80 лет. На основе этого анализа определены тренды в колебаниях приземной температуры атмосферного воздуха. Произведена оценка статистической значимости полученных уравнений и их коэффициентов. Для большинства метеостанций установлена тенденция снижения температуры за период от начала наблюдений до конца 1960-х гг., в дальнейшем переходящая в противоположную фазу роста температуры, которая продолжается вплоть до настоящего времени.

Введение. Температурный режим атмосферы определяется множеством факторов. Поэтому колебания приповерхностной температуры воздуха, определенные в период инструментальных наблюдений, являются неоднородными. Распознавание характера температурного режима из-за его неоднородности является важной научной задачей, и к настоящему времени установлены несколько температурных трендов. Так, во многих исследованиях температурных рядов двадцатого столетия [2, 5, 12, 18] отмечались три фазы колебаний температур: 1910–1945 (потепление), 1946–1975 (похолодание) и 1976–2000 гг. (потепление). Проведено также большое количество работ, в которых предпринимались попытки осмысления эти цикличностей и установления связи их с известными климато-определяющими факторами. Так, показано, что на изменчивость параметров климата влияют как низкочастотные явления, такие, например, как медленные вращения Земли [15], так и быстротечные процессы, выявленные на основе данных с суточным разрешением [14]. Применение корреляционного анализа [11] позволило определить тесноту связи между осцилляциями приземной температуры воздуха и индексом Североатлантического колебания. Результаты исследований [8, 19] показывают, что изменения температуры в нижней атмосфере зависят от усло-

вий распространения стационарной планетарной волны. Применение различных математических моделей, например, глобальной циркуляции (General Circulation Model) позволило объяснить причины флуктуаций температуры как следствие особенностей характера взаимодействия системы океан-атмосфера [17, 20].

Несмотря на большой объем проделанной за последние десятилетия исследовательской работы, до сих пор, однако, нет единого мнения относительно прогноза в поведении температуры воздуха, иными словами – ждет ли нас в обозримом будущем продолжение процесса потепления или же оно сменится очередным похолоданием климата. На примере Белоруссии, используя многомерный статистический анализ временных серий температуры и осадков, сделано заключение [13], что современное потепление климата проявляется как многоэтапный неоднородный стохастический процесс. При этом очень актуален вопрос влияния антропогенного фактора на температурный режим атмосферы. Действительно, большинство климатических моделей показывают высокую корреляционную связь “разогрева” атмосферы с увеличением концентрации углекислого газа, темпы роста которого за последние десятилетия, по всей видимости, могут быть обусловлены только

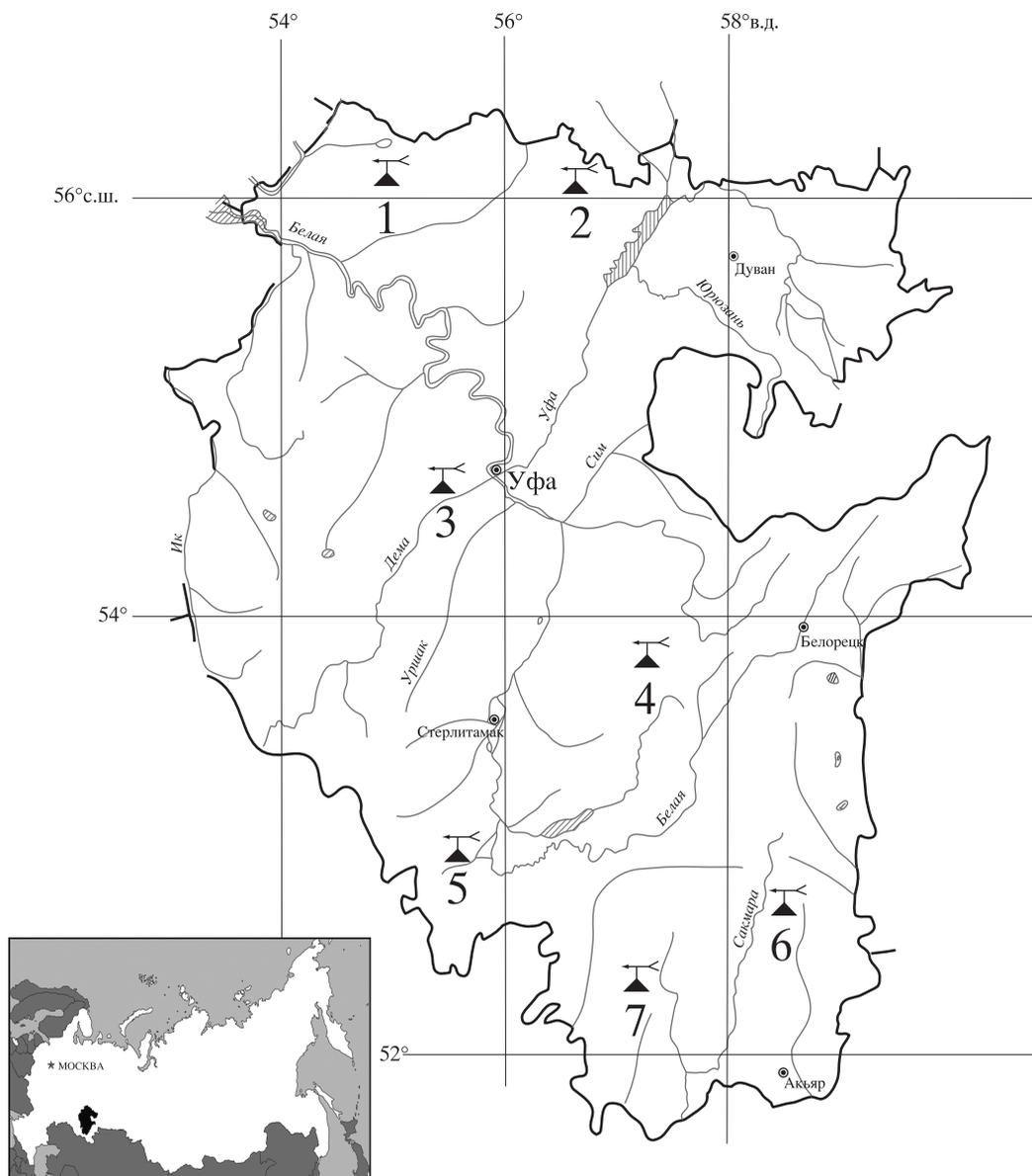


Рис. 1. Расположение метеорологических станций: 1 – Янаул, 2 – Аскино, 3 – Чишмы, 4 – Тукан, 5 – Мелеуз, 6 – Баймак, 7 – Зилаир.

влиянием человеческой деятельности [6]. По данным других исследователей [1, 3, 9], в ближайшее время на Земле, скорее всего, наступит похолодание, а увеличение концентрации CO_2 и CH_4 носит временный характер, принимая во внимание геологический масштаб смены “ледниковых эпох”.

Башкирия, вследствие своего специфического физико-географического расположения, представляет собой уникальную природную лабораторию по наблюдению за климатом. Действительно, территория Башкирии обладает сложным рельефом, включающем Уральские горы (основное препятствие для переноса воздушных масс с Запада), и находится близко к так называемой “оси Во-

ейкова”, которая является разделом зон влияния Исландского минимума и Азорского максимума [4]. В данной работе приведены результаты анализа многолетних наблюдений за температурой воздуха на территории Башкирии. Основной целью исследования был расчет трендов колебаний приземной температуры воздуха исследуемого региона в разных пространственно-временных масштабах.

Физико-географические условия Башкирии.

Башкирия расположена на востоке Европейской части России, ее территория включает бассейны рек Белой и Урала и охватывает Южный Урал и широкую полосу западного Предуралья. Наи-

большее протяжение республики с юго-востока на северо-запад составляет 695 км, с юга на север – 603 км, а с запада на восток – 423 км. Площадь Башкирии 143.6 тыс. км².

По геологическому строению и рельефу Башкирию подразделяют на три области – Западную, Горную и Башкирское Зауралье. Западная принадлежит к восточной окраине Русской платформы и Предуральскому краевому прогибу. Горная область состоит из хребтов, возвышающихся до 1000 м над уровнем океана, и увалов. Отдельные хребты превышают 1500 м (Иремель – 1598, горный узел – Яман – Тау – 1656 м) и разделены горными долинами эрозионного, тектонического и смешанного генезиса. Башкирское Зауралье представляет собой неширокую полосу увалистых предгорий, переходящую в плоскую Западно-Сибирскую равнину (75–200 м абсолютной высоты).

Почвы Башкирии также разнообразны. Под горными лесами (верховья рек Белая и Юрюзань) находятся подзолистые почвы и подзолы, которые частью щебенчатые, а у подножий и по склонам высоких хребтов развиты болотные и подзолисто-болотные почвы. На севере Башкирии широкой полосой от востока к западу идут оподзоленные суглинки и супеси. В долинах рек, преимущественно Предуралья, развиты пойменные почвы. Зауралье Башкирии характеризуется преобладанием обыкновенного чернозема.

Климат Башкирии в целом относится к континентальному, поскольку сказывается существенная удаленность от Атлантического океана, относительная протяженность с севера на юг и влияние среднеазиатских теплых воздушных масс. Речная сеть Башкирии хорошо развита и включает в себя части бассейнов рек Волги, Урала и Оби. По мере продвижения от гор на юго-восток Зауральская лесостепь из-за уменьшения количества осадков превращается в степь, леса реднеют, а луговая степь становится беднее разнотравьем и богаче сухолюбивыми растениями. В западном Предуралье степи являются разнотравно-ковыльными, а лесостепь Зауралья характеризуется однообразием лесов (в основном почти исключительно березовые колки и очень редко сосновые боры).

Данные и методы обработки. Базой для анализа послужили среднегодовые значения температуры атмосферного воздуха по данным 7 метеорологических станций (МС), расположенных на территории Башкирии (рис. 1). Период наблюдений в среднем составил 80 лет: МС Янаул (1926–2012 гг.), МС Аскино (1918–2012 гг.), МС Чишмы (1913–2012 гг.), МС Туфан (1935–2012 гг.),

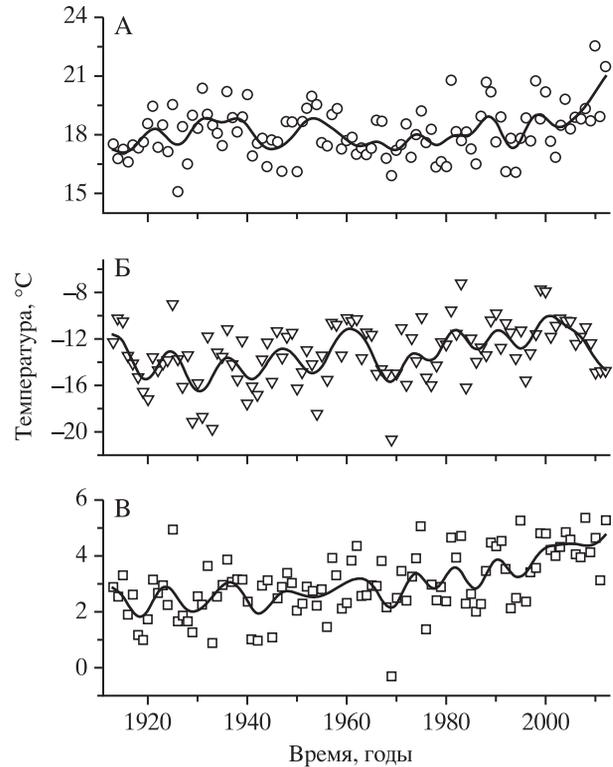


Рис. 2. Температура воздуха МС Чишмы: А – за июнь–август (открытые кружки); Б – декабрь–февраль (открытые треугольники); В – среднегодовая (открытые квадраты). Жирные линии на рисунках А–В отражают результаты сглаживания Фурье-фильтром с 5-летним окном.

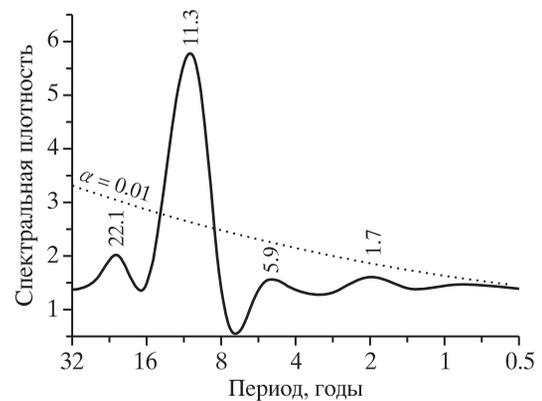


Рис. 3. Периодограмма (сглаженный Фурье-спектр мощности) зимних температур МС Чишмы. Пунктирная линия показывает границу доверительного интервала.

МС Мелеуз (1933–2012 гг.), МС Баймак (1949–2012 гг.), МС Зилаир (1933–2012 гг.). Первоначально из данных ряда среднегодовых температур выделялись сезонные составляющие и вычислялись среднеарифметические значения температур по сезонам: лето (июнь–август), зима (декабрь–февраль), весна (март–май), осень (сен-

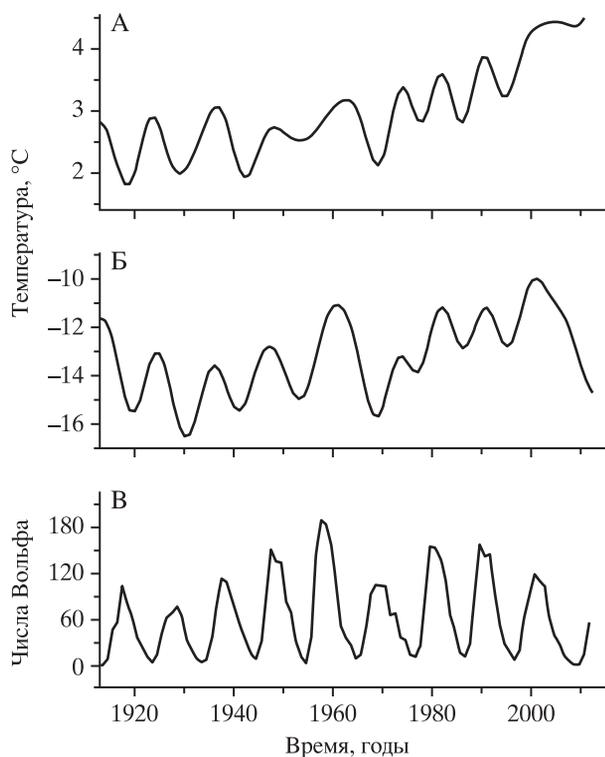


Рис. 4. Значения среднегодовой (А) и в зимний период (Б) температуры воздуха МС Чишмы после применения Фурье-сглаживания с 5-летним окном (те же данные как на рис. 2) и сравнение их с числами Вольфа (В) за период времени с 1913 по 2012 годы ([http:// sidc.oma.be](http://sidc.oma.be)).

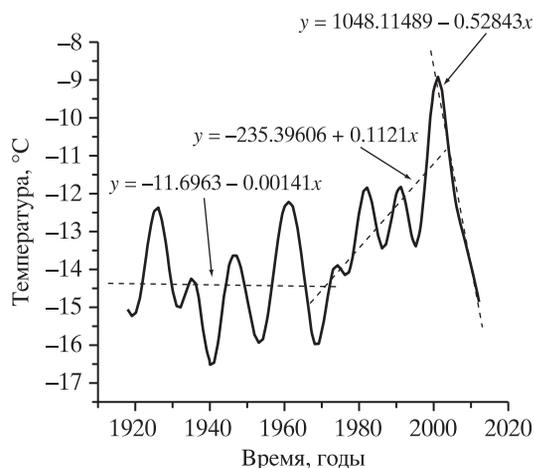


Рис. 5. Температура воздуха МС Аскино в зимний период, сглаженная Фурье-фильтром с 5-летним окном (жирная линия). Тонкие пунктирные прямые показывают рассчитанные линейные тренды в периоды с начала времени наблюдения до конца 1960-х годов, затем с начала 1970-х до 2000-х годов и с 2000-х годов по настоящее время; уравнения линейных регрессий связаны с соответствующими регрессионными прямыми стрелками.

тябрь–ноябрь). Затем, для минимизации влияния локальных и экстремальных температурных аномалий, временные серии температуры сглаживались методом Фурье-фильтрации [16, 7] с пятилетним окном осреднения. Использование метода Фурье-преобразования было продиктовано прежде всего тем, что этот метод позволяет одновременно полно и детально рассмотреть анализируемый метеорологический ряд с любым частотным окном в реальном масштабе времени, что выгодно отличает его от других, часто используемых методов статистической обработки данных метеонаблюдений. Возможность работы в реальном времени позволяет гибко подбирать параметры Фурье-фильтра и наблюдать результат фильтрации с последующей коррекцией частотного окна. Выбор 5-летнего окна в данной работе определялся, прежде всего, необходимостью минимизации вклада годовых и межгодовых осцилляций температуры с целью выделения более низкочастотных цикличностей в исследованных температурных рядах. Сглаженные Фурье-фильтром метеоданные затем подвергались регрессионному анализу для того, чтобы выделить линейные тренды и получить соответствующие им линейные уравнения. Статистическая значимость коэффициентов уравнений и адекватность самой модели оценивалась с помощью критериев Стьюдента и Фишера, соответственно [10].

Результаты и обсуждения. Проведенная обработка метеоданных методом Фурье-фильтра с 5-летним окном сглаживания для всех МС выявила весьма характерные флуктуации приземной температуры как для среднегодовых, так и для сезонных значений, которые оказались наиболее ярко выраженными в зимний период (рис. 2, данные МС Чишмы). Рассчитанный спектр мощности этих флуктуаций (рис. 3) однозначно определил эти циклы как имеющие период около 11 лет. Для того чтобы понять происхождение этих циклов, было проведено сравнение этих колебаний с показаниями чисел Вольфа за одинаковый период наблюдений (рис. 4 для среднегодовых и зимних температур по данным МС Чишмы). Получена довольно хорошая корреляция флуктуаций температур с показаниями чисел Вольфа практически для всего исследованного периода наблюдений. Как будет показано ниже, установленные неоднозначности в корреляции для конца 1960-х годов, по всей видимости, связаны с изменением тренда как среднегодовых, так и сезонных значений температуры воздуха. Для зимних температур установлено также нарушение корреляции в начале 2000-х годов (рис. 4), что также может быть свя-

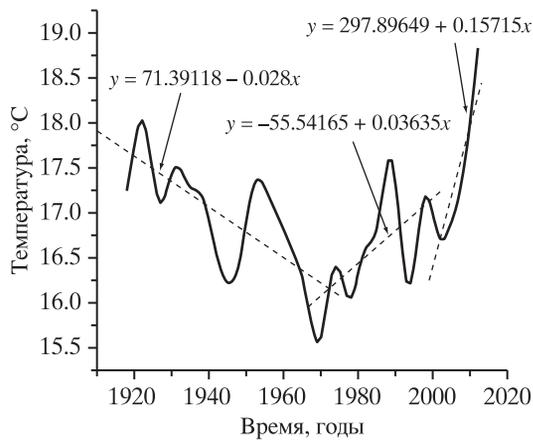


Рис. 6. Температура воздуха МС Аскино в летний период, сглаженная Фурье-фильтром с 5-летним окном (жирная линия). Тонкие пунктирные прямые показывают рассчитанные линейные тренды в периоды с начала времени наблюдения до конца 1960-х годов, затем с начала 1970-х до 2000-х годов и с 2000-х годов по настоящее время; уравнения линейных регрессий связаны с соответствующими регрессионными прямыми стрелками.

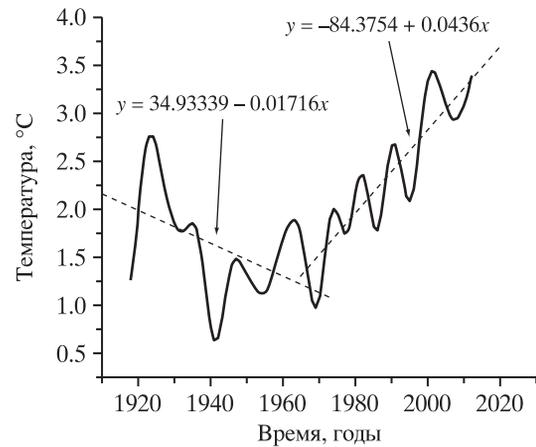


Рис. 7. Среднегодовая температура воздуха МС Аскино, сглаженная Фурье-фильтром с 5-летним окном (жирная линия). Тонкие пунктирные прямые показывают рассчитанные линейные тренды в периоды с начала времени наблюдения до конца 1960-х годов и с начала 1970-х по настоящее время; уравнения линейных регрессий связаны с соответствующими регрессионными прямыми стрелками.

зано с изменением тренда для зимних температур в последние годы.

Для того чтобы понять эти изменения, к сглаженным методом Фурье-фильтрации температурным данным был применен метод линейной регрессии. Для зимнего периода наиболее типичные тренды представлены на рис. 5 на примере МС Аскино. Для зимних температур получены линейные тренды для трех периодов: первый – с начала времени наблюдений до конца 1960-х годов, вто-

рой – с начала 1970-х до 2000-х гг., третий – начало 2000-х годов по настоящее время. Первый период характеризуется небольшим понижением температуры (отрицательный наклон прямой регрессии), который промодулирован флуктуациями из-за влияния Солнца. Второй период характеризуется гораздо более резким ростом зимней температуры (опять-таки осложненный осцилляциями вследствие солнечной активности), что подтверждается большим коэффициентом угла

Таблица. Уравнения линейных трендов

Метеорологическая станция (индекс)	Уравнение регрессии	Доверительный интервал ($\alpha = 0.1$)			
		$St_{кр}$	St	$F_{кр}$	F
г. Янаул (28419)	$^1 Y = 17.76 - 0.008 X$	2.02	2.78	5.40	6.34
	$^2 Y = -64.54 + 0.034 X$	2.02	12.67	5.41	160.64
с. Аскино (28522)	$^1 Y = 34.93 - 0.017 X$	2.01	4.07	5.34	16.54
	$^2 Y = -84.38 + 0.044 X$	2.02	12.27	5.41	150.55
п. Чишмы (28721)	$^1 Y = 10.739 - 0.002 X$	2.02	3.50	5.45	6.25
	$^2 Y = -86.47 + 0.045 X$	2.02	12.45	5.41	155.03
п. Тукан (28823)	$^1 Y = 8.57 - 0.004 X$	2.04	3.01	5.52	6.03
	$^2 Y = -81.70 + 0.042 X$	2.02	23.06	5.41	531.87
г. Мелеуз (28925)	$^1 Y = 15.76 - 0.007 X$	2.03	2.18	5.49	6.38
	$^2 Y = -82.09 + 0.043 X$	2.02	16.76	5.41	281.03
г. Баймак (28938)	$^1 T = 17.31 - 0.005 X$	2.04	2.77	5.52	6.11
	$^2 Y = -81.74 + 0.042 X$	2.02	15.39	5.42	236.70
г. Зилаир (35026)	$^1 T = 1.52 - 0.004 X$	2.04	2.75	5.52	5.93
	$^2 Y = -95.45 + 0.049 X$	2.02	22.68	5.42	514.40

St – стандартная ошибка, $St_{кр}$ – критическая величина стандартной ошибки, F – величина критерия Фишера, $F_{кр}$ – ее критическая величина. Цифрами указаны тренды: 1 – на период до 1969 года включительно, 2 – 1970–2012 годы.

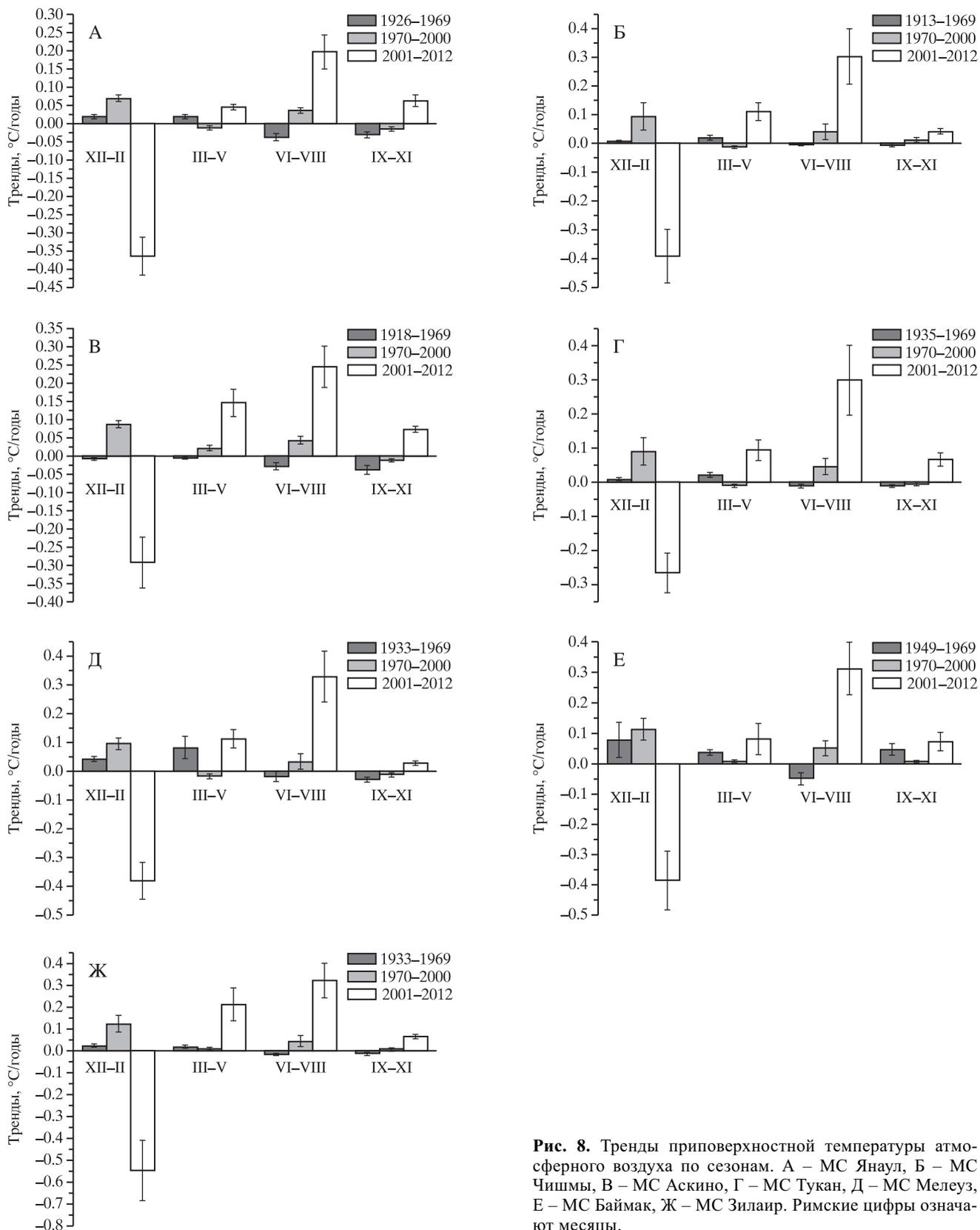


Рис. 8. Тренды приповерхностной температуры атмосферного воздуха по сезонам. А – МС Янаул, Б – МС Чишмы, В – МС Аскино, Г – МС Тукан, Д – МС Мелеуз, Е – МС Баймак, Ж – МС Зилаир. Римские цифры означают месяцы.

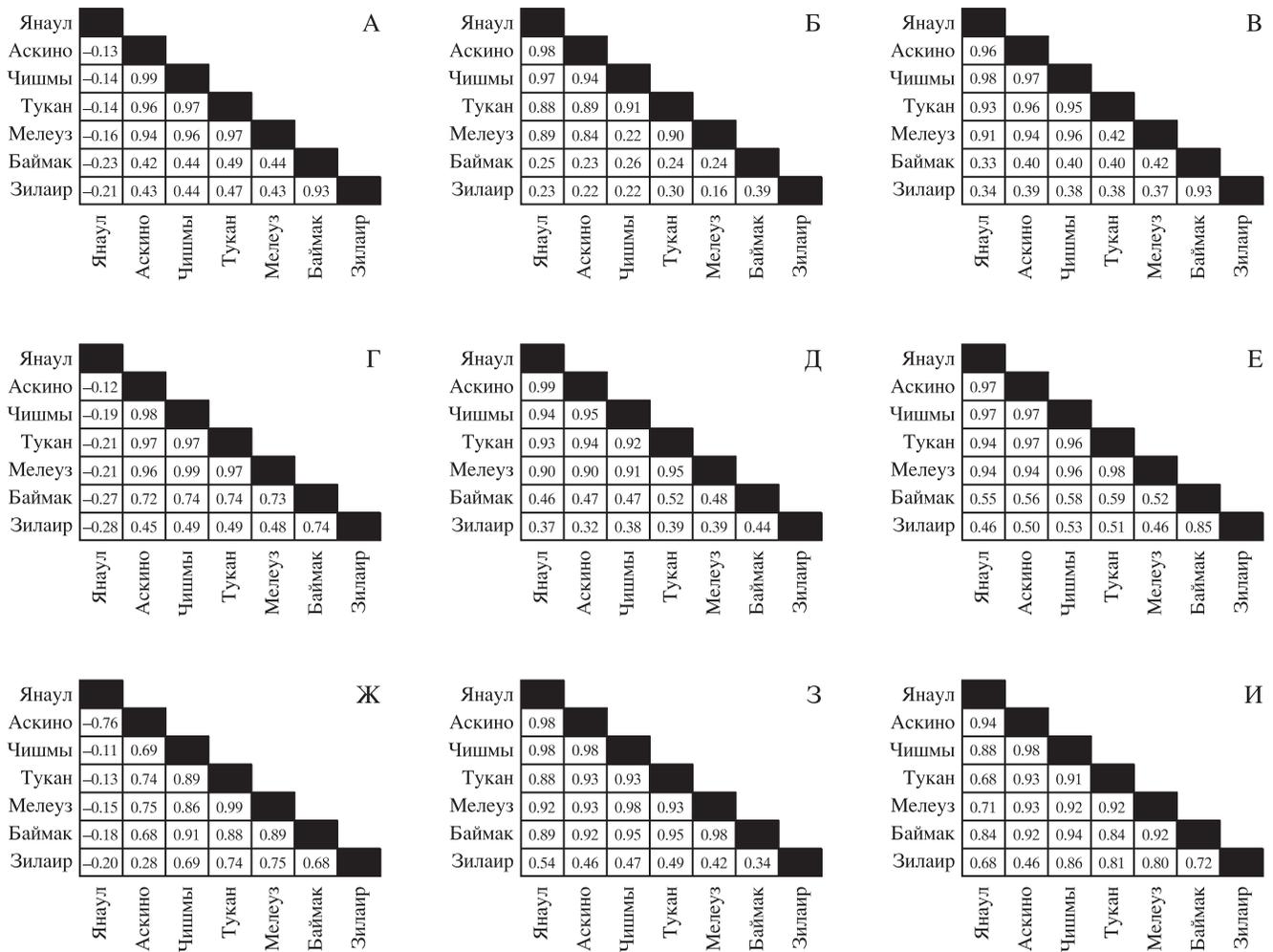


Рис. 9. Корреляционные матрицы. Строки А–В (1949–1969 гг.), Г–Е (1970–2000 гг.), Ж–И (2001–2012 гг.); столбцы А–Ж температура зимнего периода, Б–З температура летнего периода, В–И среднегодовая температура.

наклона с положительным знаком. Более резкое увеличение зимней температуры во втором периоде, возможно, связано с влиянием антропогенного фактора. Третий период характеризуется новым, еще более резким ростом зимних температур – таким, что даже рост чисел Вольфа после 2010 г. не смог компенсировать это падение.

Интересно, что летние температуры (рис. 6 на примере МС Аскино) имеют одинаковые тенденции с зимними температурами для первых двух периодов с тем отличием, что падение температуры в первом периоде происходило сильнее летом, чем зимой. Третий период характеризуется новым, еще более резким чем предыдущий подъемом, спадом зимних температур, настолько резким, что даже рост чисел Вольфа после 2010 г. не смог компенсировать это падение температуры. Противоположные тренды температур в третьем периоде для теплого и холодного времени года, по всей видимости, привели к тому, что среднегодо-

вые температуры (рис. 7 на примере МС Аскино) продолжают расти и в 2000-е годы. Действительно, попытка расчета линейной регрессии отдельно для 2000-х годов не привела к существенным изменениям в наклоне прямой регрессии от таковой во втором периоде. По этой причине третий период не выделен отдельно для среднегодовых температур и является для них составной частью второго периода (таблица).

Следует отметить, что практически для всех исследованных метеостанций тренды среднегодовых температур для первых двух периодов хорошо повторяют тренды либо зимних, либо летних температур, в зависимости от того, когда больше коэффициент наклона прямой в том или ином периоде – для зимнего или летнего периода. Это значит, что тренды этих периодов являются определяющими для трендов среднегодовой температуры. Действительно, колебания температуры весеннего и осеннего периода оказались

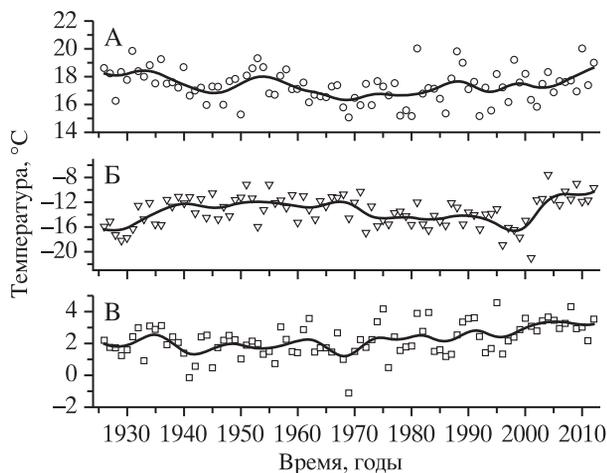


Рис. 10. Приповерхностная температура атмосферного воздуха МС Янаул: А – за июнь–август (открытые кружки); Б – декабрь–февраль (открытые треугольники); В – среднегодовая (открытые квадраты). Жирные линии на рисунках А–В отражают результаты сглаживания Фурье-фильтром с 5-летним окном.

небольшими по величине (рис. 8), поэтому они не могли существенно изменить тренд, задаваемый в летний или зимний период.

Установленный факт резкого увеличения и падения температуры, соответственно, летом и зимой в последнее десятилетие может, как нам представляется, трактоваться как изменение климата на территории Башкирии. Климат республики, по всей видимости, теперь можно отнести к резко континентальному, хотя оговоримся, что одно десятилетие – это слишком малый срок для подобных выводов. Отметим, что эти выводы верны для всех исследованных МС, что также подтверждается проведенным корреляционным анализом, результаты которого представлены на рис. 9. Тесная связь установлена между всеми станциями наблюдения, кроме МС Янаул (рис. 9). Наиболее явные отличия температурных данных на этой станции от других станций характерны для зимнего периода (рис. 10). По всей видимости, такая особенность Янаула связана более низким, в высотном отношении, расположением этой метеоплощадки по сравнению с другими МС, а также сильным влиянием близкорасположенных крупных водохранилищ, прежде всего Кармановского и Нижнекамского. Имеются также небольшие отличия от основного тренда зимних температур в первом периоде (до 1969-х г.) для данных с МС Зилаир и Баймак. Эти две станции находятся на юге исследуемой территории, который в большей степени подвергается влиянию среднеазиатских воздушных масс, а субмеридио-

нальное простирание Уральских гор трансформирует эффект западного переноса.

Заключение. В работе исследовались тренды сезонных и среднегодовых показаний приземной температуры воздуха по данным на семи МС Башкирии. Для большинства исследованных данных установлен рост среднегодовой температуры начиная с 1970-х годов по настоящее время. Аналогичные тренды рассчитаны до начала 2000-х годов как для летних, так и для зимних температур. Начиная с начала 2000-х годов, однако, зимние и летние температуры показывают противоположные тенденции – установлен спад температуры зимой и ее подъем летом. Благодаря этому взаимно компенсирующему эффекту двух главных сезонов года, общая тенденция повышения среднегодовой температуры, начавшаяся с 1970-х годов, не меняется вплоть до настоящего времени. Противоположные тренды летних и зимних температур, возможно, являются признаками изменения климата Башкирии от континентального к резко континентальному. Для подтверждения этого тренда необходимы тщательные наблюдения за температурой в ближайшие годы. Отклонения от общего тренда в зимний период данных МС Янаул связаны, прежде всего, с влиянием близко расположенных крупных водохранилищ, которые нивелируют как влияние солнечной активности, так и общие тренды температур на территории Башкирии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов О.А., Борзенкова И.И., Ванденберге Дж., Лобанов В.А., Сапелко Т.В. Быстрое потепление климата на границе позднеледникового голоцена как возможный аналог изменения климата и окружающей среды в первой четверти XXI века // Метеорология и гидрология. 2004. № 12. С. 31–41.
2. Будыко М.И., Винников К.Я. Глобальное потепление // Метеорология и гидрология. 1976. № 7. С. 16–26.
3. Вакуленко Н.В., Сонечкин Д.М. Свидетельство скорого окончания современного межледникового // Докл. РАН. 2013. Т. 452. № 1. С. 92–95.
4. Васильев Д.Ю., Лукманов Р.Л., Ферапонтов Ю.И., Чувывров А.Н. Цикличность гидрометеорологических характеристик на примере Башкирии // Докл. РАН. 2012. Т. 447. № 3. С. 331–334.
5. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Структура и изменчивость наблюдаемого климата. Температура воздуха Северного полушария. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 72 с.
6. Израэль Ю.А., Назаров И.М. Проблема опасного антропогенного воздействия на климатическую си-

- стему Земли // Метеорология и гидрология. 2004. № 11. С. 5–16.
7. Казакевич Д.И. Основы теории случайных функций в задачах гидрометеорологии. Л.: Гидрометеоиздат. 1989. 228 с.
 8. Канухина А.Ю., Нечаева Л.А., Суворова Е.В., Погорельцова А.И. Климатические тренды температуры, зонального потока и стационарных планетарных волн по данным NCEP/NCAR реанализа // Изв. РАН. Сер. ФАО. 2007. Т. 43. № 6. С. 754–763.
 9. Клименко В.В. Почему замедляется глобальное потепление? // Докл. РАН. 2011. Т. 440. № 4. С. 536–539.
 10. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я. Климатологическая обработка метеорологической информации. Л.: Гидрометеоиздат. 1978. 295 с.
 11. Нестеров Е.С. О фазах Североатлантического колебания // Метеорология и гидрология. 2003. № 1. С. 64–74.
 12. Рубинштейн Е.С., Полозова Л.Г. Современное изменение климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1966. 268 с.
 13. Сачок Г.И., Камышенко Г.А. Однородность рядов температуры воздуха и атмосферных осадков Белоруссии в условиях потепления климата // Изв. РАН. Сер. геогр. 2006. № 6. С. 48–60.
 14. Титкова Т.Б. Изменение климата Европейского Севера России в XX веке // Изв. РАН. Сер. геогр. 2003. № 6. С. 30–38.
 15. Фомин Л.М. О влиянии медленных вращений Земли на циклическую изменчивость климата // Океанология. 2003. Т. 43. № 4. С. 485–494.
 16. Фрейзер М. Введение в вейвлеты в свете линейной алгебры. М.: Бином. 2010. 487 с.
 17. Graham N.E. Simulation of recent global temperature trends // Sci. 1995. V. 267. № 5198. P. 666–671.
 18. Jones P.D., Wigley T.M.L., Wright P.B. Global temperature variations between 1861 and 1984 // Nature. 1986. V. 322. P. 430–434.
 19. Petoukhov V., Rahmstorf S., Petri S., Shellnhuber H.J. Quasiresonant amplification of planetary waves and recent North Hemisphere weather extremes // Proceedings of the National Academy of Science – PNAS. 2013. V. 110. № 14. P. 5336–5341. DOI: 10.1073/pnas.1222000110.
 20. Santer B.D., Wigley T.M.L., Gaffen D.J., Bengtsson L., Doutraux C., Boyle J.S., Esch M., Hnilo J.J., Jones P.D., Meehl G.A., Roeckner E., Taylor K.E., Wehner M.F. Interpreting differential temperature trends at the surface and in the lower troposphere // Sci. 2000. V. 287. № 5456. P. 1227–1232.
 - mate change and the environment in the first quarter of the 21st century, *Russian Meteorology and Hydrology*, 2004, no. 12, pp. 31–41. (In Russ.).
 2. Budyko M.I., Vinnikov K.Ya. Global warming, *Russian Meteorology and Hydrology*, 1976, no. 7, pp. 16–26. (In Russ.).
 3. Vakulenko N.V., Sonechkin D.M. Evidence of the upcoming end of the contemporary interglacial, *Doklady Earth Sciences*, 2013, V. 452, pp. 926–929. DOI: 10.1134/S1028334X13090067
 4. Vasil'ev D.Yu., Lukmanov R.L., Ferapontov Yu.I., and Chuvyrov A.N. Periodicity in the hydrometeorological parameters of Bashkiria, *Doklady Earth Sciences*, 2013, V. 448, pp. 131–134. DOI: 10.1134/S1028334X12110165.
 5. Gruza G.V. and Rankova E.Ya. Structure and variability of the observed climate. The air temperature in the Northern Hemisphere. Leningrad; Gidrometeoizdat Publ., 1980, 72 p. (In Russ.).
 6. Izrael Yu.A. and Nazarov I.M. The problem of dangerous anthropogenic impacts on the climate system of the Earth, *Russian Meteorology and Hydrology*, 2004, no. 11, pp. 5–16. (In Russ.).
 7. Kazakevich D.I. *Osnovy teorii sluchainykh funktsii v zadachah gidrometeorologii* (Basic concept of the random functions theory in hydrometeorological problems. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1989, 228 p. (In Russ.).
 8. Kanukhina A.Yu., Nechaeva L.A., Suvorova E.V. and Pogorel'tsev A.I. Climatic trends in temperature, zonal flow, and stationary planetary waves from NCEP/NCAR reanalysis data, *Izv., Atmospheric and Oceanic Physics*, 2007, no. 43, pp. 696–704. DOI: 10.1134/S0001433807060035p (In Russ.)
 9. Klimenko V.V. Why is global warming slowing down? *Doklady Earth Sciences*, 2011, no. 440, pp. 1419–1422. DOI: 10.1134/S1028334X11100023.
 10. Kobysheva N.V. and Narovlyansky G.Ya. Климатологическая обработка метеорологической информации (Climatological processing of meteorological information), Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1978, 295 p.
 11. Nesterov E.S. About phases of the North-Atlantic Oscillation, *Russian Meteorology and Hydrology*, 2003, no. 1. pp. 64–74. (In Russ.).
 12. Rubenstein E.S. and Polozova L.G. *Sovremennoe izmenenie klimata* (Modern climate change), Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1966. 268 p.
 13. Sachok G.I. and Kamyschenko G.A. The homogeneity of the series of air temperature and precipitation in Belarus conditions of climate warming, *Izv. Ross. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2006, no. 6. pp. 48–60. (In Russ.).
 14. Titkova T.B. Climate Change of the European North of Russia in the twentieth century, *Izv. Ross. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2003, no. 6, pp. 30–38. (In Russ.)

REFERENCES

15. Fomin L.M. On the influence of slow rotation of the Earth on a cyclic climate variability, *Oceanology*, 2003, no. 43, pp. 485–494. (In Russ.)
16. Frazier M.W. *An introduction to wavelets through linear algebra*. New York: Springer-Verlag, 1999. 487 p.
17. Graham N.E. Simulation of recent global temperature trends, *Science*, 1995, V. 267, no. 5198. pp. 666–671.
18. Jones P.D., Wigley T.M.L., and Wright P.B. Global temperature variations between 1861 and 1984. *Nature*, 1986, V. 322, pp. 430–434.
19. Petoukhov V., Rahmstorf S., Petri S., and Shellnhuber H.J. Quasiresonant amplification of planetary waves and recent North Hemisphere weather extremes, *Proceedings of the National Academy of Science – PNAS*, 2013, V. 110, no. 14, pp. 5336–5341, DOI: 10.1073/pnas.1222000110.
20. Santer B.D., Wigley T.M.L., Gaffen D.J., Bengtsson L., Douciaux C., Boyle J.S., Esch M., Hnilo J.J., Jones P.D., Meehl G.A., Roeckner E., Taylor K.E., Wehner M.F. Interpreting differential temperature trends at the surface and in the lower troposphere, *Science*, 2000, V. 287, no. 5456, pp. 1227–1232.

Trends in the Fluctuations of Near-Surface Air Temperature (a Case Study of Bashkiria)

D.Yu. Vasil'ev*, Yu.I. Ferapontov**

* Ufa State Aviation Technical University, General Scientific Faculty, Department of Physics, Ufa, Russia

** Regional Department of Hydrometeorological and Environmental Monitoring, Hydrometeorological Center of Russia

e-mail: vasil'evdy_research@mail.ru

The main purpose of the work was a computation of linear trends of near-surface air temperature for 80-year observation period based on the data from seven meteorological stations in Bashkiria, viz., Yanaul (1926–2012), Askino (1918–2012), Chishmy (1913–2012), Tukan (1935–2012), Meleuz (1933–2012), Baymak (1949–2012), Zilair (1933–2012). The climate of the analyzed region that is located in the East of the European part of Russia is continental due to the long distance from the Atlantic Ocean and the influence of warm air masses of Central Asia.

The average annual and seasonal temperature records were first smoothed with a 5-year Fourier filter in order to exclude temperature anomalies. Next, the smoothed temperature data were treated with regression analysis to compute linear trends. After being treated with the Fourier filter, the temperature series showed characteristic fluctuations for both average annual and seasonal temperature data. Spectral analysis showed temperature cycles with an 11-year period. To establish the genesis of the cycles, a comparison with oscillations of the Wolf numbers was performed. For the majority of the meteorological stations under study, an average annual temperature had decreasing trend from the beginning of observations up to 1969, followed by a subsequent temperature increase trend from 1970 to the present time. Similar trends were computed for seasonal temperatures. Winter and summer temperatures also showed the same increasing trend from 1970 to 2000. However, since 2000, winter and summer temperatures have behaved differently, indicating a drastic decrease in winter and a new increase in summer temperatures. This could be associated with the Bashkiria climate becoming more continental.

Keywords: meteorological station, near-surface air temperature, trends, climatic changes, global warming, season variations, Fourier analysis, physical-geographical conditions, Bashkiria, Southern Ural.