

Изменения климатов пограничного слоя атмосферы Сибири в период глобального потепления. Часть 1. Аномалии и тренды температуры воздуха

В.С. Комаров, Н.Я. Ломакина, А.В. Лавриненко, С.Н. Ильин*

*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1*

Поступила в редакцию 28.04.2010 г.

Излагаются результаты анализа трендов среднемесячных аномалий температуры пограничного слоя атмосферы, выполненного для территории Сибирского региона за 1981–2010 (для января) и 1980–2009 гг. (для июля) по данным радиозондовых наблюдений 10 аэрологических станций. Установлено, что на фоне общего преобладания положительных трендов на рассматриваемой территории для умеренной зоны (50–60° с.ш.) Западной Сибири характерно наличие в зимний период отрицательных трендов (в основном от $-0,6$ до $-0,8$ °С/10 лет). Проведено также сопоставление аномалий температуры, рассчитанных для последнего и предшествующего десятилетий, из которого следует, что в начале XXI в. над всей территорией Сибирского региона отмечается существенное замедление процесса потепления климатов пограничного слоя атмосферы или даже их заметное похолодание в течение этих двух сезонов.

Ключевые слова: глобальное потепление, температура воздуха, пограничный слой атмосферы, регион Сибири; global warming, air temperature, atmospheric boundary layer, Siberian region.

Введение

Климат Земли является наиболее важным фактором, оказывающим значительное влияние на все стороны человеческой деятельности. Поэтому неслучайно, что любые изменения климата вызывают большой интерес к их тщательному изучению. Особенно резко возрос этот интерес во второй половине XX столетия и в начале XXI (см., например, обзоры [1–3]), когда в результате массовой обработки данных всемирной сети метеорологических станций было выявлено интенсивное глобальное потепление климата, начавшееся примерно с середины 70-х гг. [4, 5]. По мнению Межправительственной группы экспертов по изменению климата [5, 6], подобное потепление имеет преимущественно антропогенный характер, обусловленный существенно ростом в атмосфере Земли концентрации парниковых газов и, в первую очередь, диоксида углерода CO_2 и метана CH_4 . Важным обстоятельством при этом является то, что повышение температуры приводит, в свою очередь, к увеличению в атмосфере водяного пара, вносящего главный вклад в формирование парникового эффекта [1] и обуславливающего еще больший рост температуры приземного слоя.

Однако, несмотря на создавшееся мнение об усиливающемся потеплении климата с середины 70-х гг., последние исследования [3, 6] показали, что с 2006 г.

наметилась тенденция к уменьшению интенсивности этого потепления. Так, например, согласно [3], среднегодовая температура приземного воздуха, осредненная по всему северному полушарию, достигла своего максимума ($15,21$ °С) в 2005 г., а к 2008 г. она понизилась до $15,07$ °С.

К тому же потепление климата в последние десятилетия проявляется по-разному в отдельных регионах. В одних из них отмечается полное совпадение региональных изменений климата с глобальными изменениями, а в других — вместо потепления наблюдается заметное похолодание. Аналогичные тенденции наблюдаются и на территории России [4, 7].

Отметим, что в метеорологической литературе главное внимание уделяется проблеме глобального потепления климата и его региональным изменениям у земной поверхности, в существенно меньшей степени исследуются изменения климата свободной атмосферы (см., например, [3, 8–11]) и совершенно не изучены особенности долговременных вариаций компонентов климатической системы в пограничном слое.

Из этого следует, что изучение проблемы изменения климата пограничного слоя атмосферы (и в первую очередь таких его компонентов, как температура и влажность воздуха), особенно для такого малоосвоенного региона, как Сибирь, является достаточно актуальным. Рассмотрению указанной проблемы и посвящается настоящая статья, причем в первой части исследуются долговременные изменения температуры, а во второй — влажности воздуха (массовой доли водяного пара) (см. с. 951–956 в этом номере).

* Валерий Сергеевич Комаров; Наталья Яковлевна Ломакина (luya@iao.ru); Андрей Викторович Лавриненко; Сергей Николаевич Ильин.

1. Исходные данные и некоторые методические аспекты их обработки

Основным исходным материалом, использованным для формирования рядов температуры и решения поставленной проблемы, послужили данные многолетних (1973–2010 гг.) двухразовых (00 и 12 ч GMT) радиозондовых наблюдений (<http://www.weather.uwyo.edu/>) 10 аэрологических станций: Диксон (73°31' с.ш., 80°14' в.д.), Тикси (71°35' с.ш., 126°55' в.д.), Салехард (66°32' с.ш., 66°40' в.д.), Туруханск (65°47' с.ш., 87°56' в.д.), Якутск (62°05' с.ш., 129°45' в.д.), Верхоянск (67°33' с.ш., 133°23' в.д.), Омск (54°56' с.ш., 73°24' в.д.), Новосибирск (55°02' с.ш., 82°54' в.д.), Чита (52°05' с.ш., 113°29' в.д.) и Алдан (58°37' с.ш., 125°19' в.д.), представляющих различные районы Западной и Восточной Сибири. Указанные станции обладают наиболее полными рядами радиозондовых наблюдений (не менее 75% от возможного их числа за каждый месяц).

Обработка, преобразование и контроль данных радиозондовых наблюдений проводились с помощью созданной в Институте оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН Информационно-вычислительной системы «Метео», описание которой дается в [12].

Здесь следует подчеркнуть, что исходные аэрологические данные, представленные на главных изобарических поверхностях (нами использованы только 1000, 850 и 700 гПа) и уровнях особых точек, были, в соответствии с [13], приведены (с помощью процедуры линейной интерполяции) к системе учащенных геометрических высот: 0, 100, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1200 и 1600 м.

Остановимся теперь кратко на методических основах статистической обработки первичной информации, требуемой для анализа современных изменений климатов (и в частности, температурного режима) пограничного слоя атмосферы над территорией Сибири. В качестве анализируемых параметров нами использованы среднемесячные аномалии температуры $\Delta \bar{T} = \bar{T}_i - \bar{T}$ (здесь \bar{T}_i – ее среднемесячное значение в i -й год, а \bar{T} – норма, полученная для базового периода), °С, рассчитанные для каждого года и отдельных периодов: 1981–1990, 1991–2000, 2001–2010 гг. (для января) и 1980–1989, 1990–1999, 2000–2009 гг. (для июля). Для расчета аномалий в качестве базовых периодов были выбраны 1973–1980 и 1973–1979 гг. соответственно, т.е. периоды, когда, согласно [2, 3], отсутствовали (для северного полушария) какие-либо значимые изменения среднегодовой температуры. Кроме того, для исследования тенденций межгодовых изменений среднемесячных аномалий температуры использован линейный тренд (он наиболее часто применяется в метеорологической литературе), дающий представление о статистически значимых изменениях случайной переменной метеорологической величины и определяемый по методу наименьших квадратов.

2. Аномалии и долговременные тенденции изменения температуры воздуха

Остановимся теперь непосредственно на анализе результатов статистической оценки аномалий и долговременных тенденций изменения температуры воздуха в периоды 1981–2010 гг. (для января) и 1980–2009 гг. (для июля), рассчитанных для пограничного слоя атмосферы Сибирского региона по данным десяти типичных аэрологических станций, две из которых (Диксон, Тикси) представляют полярные широты (> 70° с.ш.), четыре (Салехард, Туруханск, Якутск, Верхоянск) – субполярные широты (60–70° с.ш.), а остальные (Омск, Новосибирск, Чита и Алдан) – умеренные широты (50–60° с.ш.).

Рассмотрим вначале межгодовые изменения среднемесячных аномалий температуры и, в первую очередь, их линейные тренды, по которым можно судить о характере изменения климата в пограничном слое атмосферы Сибирского региона за последний 30-летний период (с 1981 по 2010 г. для января и с 1980 по 2009 г. для июля). С этой целью воспользуемся всем имеющимся в нашем распоряжении статистическим материалом, а также рис. 1–4, где в качестве примера приведены для января и июля и четырех типичных станций (Диксон, Якутск, Омск и Чита) межгодовые изменения среднемесячных аномалий температуры воздуха и их линейные тренды на четырех высотных уровнях: Земля, 400, 800 и 1600 м.

Из рис. 1–4 хорошо видно, что характер линейных трендов среднемесячных аномалий температуры воздуха меняется в оба рассматриваемых месяца в зависимости от географического положения станции. Как показано на рис. 1, зимой в полярной зоне Сибирского региона (ст. Диксон и Тикси) наблюдаются достаточно большие положительные тренды (порядка 0,4–1,3 °С/10 лет), причем во всем пограничном слое атмосферы. Это говорит о существенном потеплении климата пограничного слоя атмосферы в зимний период, наблюдаемом в полярной зоне Сибири до настоящего времени.

В то же время летом в полярных широтах Сибирского региона хотя и отмечаются во всем пограничном слое атмосферы положительные тренды, однако они на всех его высотах, исключая лишь приземный уровень, заметно слабее (0,1–0,3 °С/10 лет), чем в зимний период, т.е. летом потепление климата здесь происходит с меньшей интенсивностью.

В субполярных широтах Сибирского региона наблюдается иная картина. В частности, из рис. 2 следует, что, если зимой на этих широтах в Западной Сибири (ст. Салехард и Туруханск) вблизи земной поверхности отмечаются заметные отрицательные тренды (от –0,6 до –1,1 °С/10 лет), то в Восточной Сибири (ст. Якутск и Верхоянск), наоборот, – положительные (порядка 0,9–1,3 °С/10 лет). В то же время на других высотных уровнях ПСА и повсеместно тренды слабые и даже имеют различные знаки.

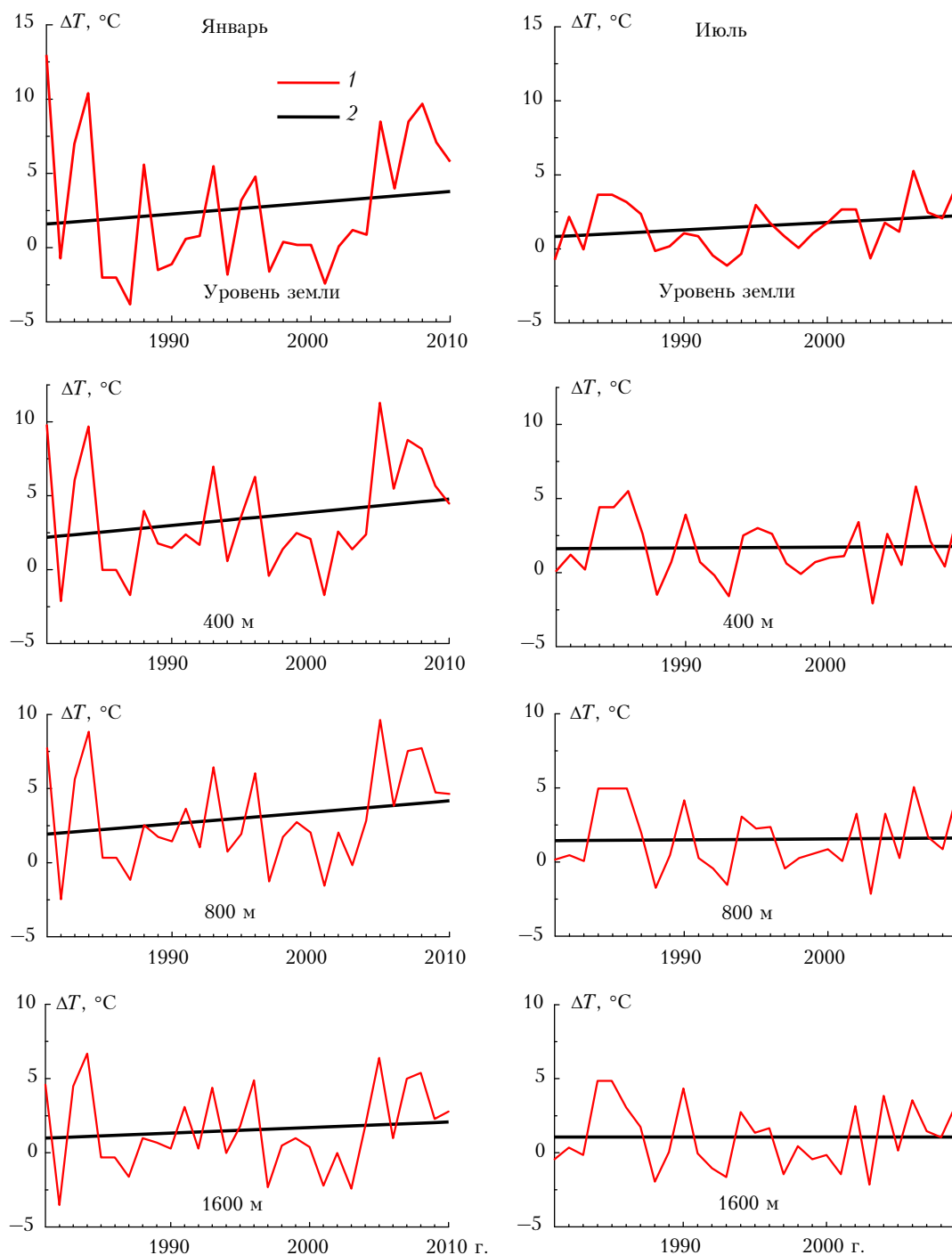


Рис. 1. Межгодовые изменения среднемесячных аномалий температуры воздуха (1) и их линейные тренды (2) в пограничном слое атмосферы для ст. Диксон

Летом все несколько меняется: если в субполярной зоне Западной Сибири и во всем пограничном слое атмосферы тренды слабые и даже полностью отсутствуют или меняют свой знак (они изменяются в основном от $-0,2$ до $0,3$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет), то в той же зоне Восточной Сибири и также во всем ПСА они положительные и достаточно велики (от $0,4$ до $0,9$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет), т.е. летом здесь отмечается заметное потепление в течение всего тридцатилетнего периода.

И наконец, из рис. 3 и 4 хорошо видно, что зимой в умеренных широтах Западной Сибири (ст. Омск и Новосибирск) во всем пограничном слое атмосферы наблюдаются значительные отрицательные тренды (от $-0,6$ до $-2,1$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет), что говорит о существенном похолодании здесь климата ПСА за последнее 30-летие. В то же время в тот же сезон, но в умеренных широтах Восточной Сибири (ст. Чита и Алдан) преобладают на всех высотах ПСА слабые

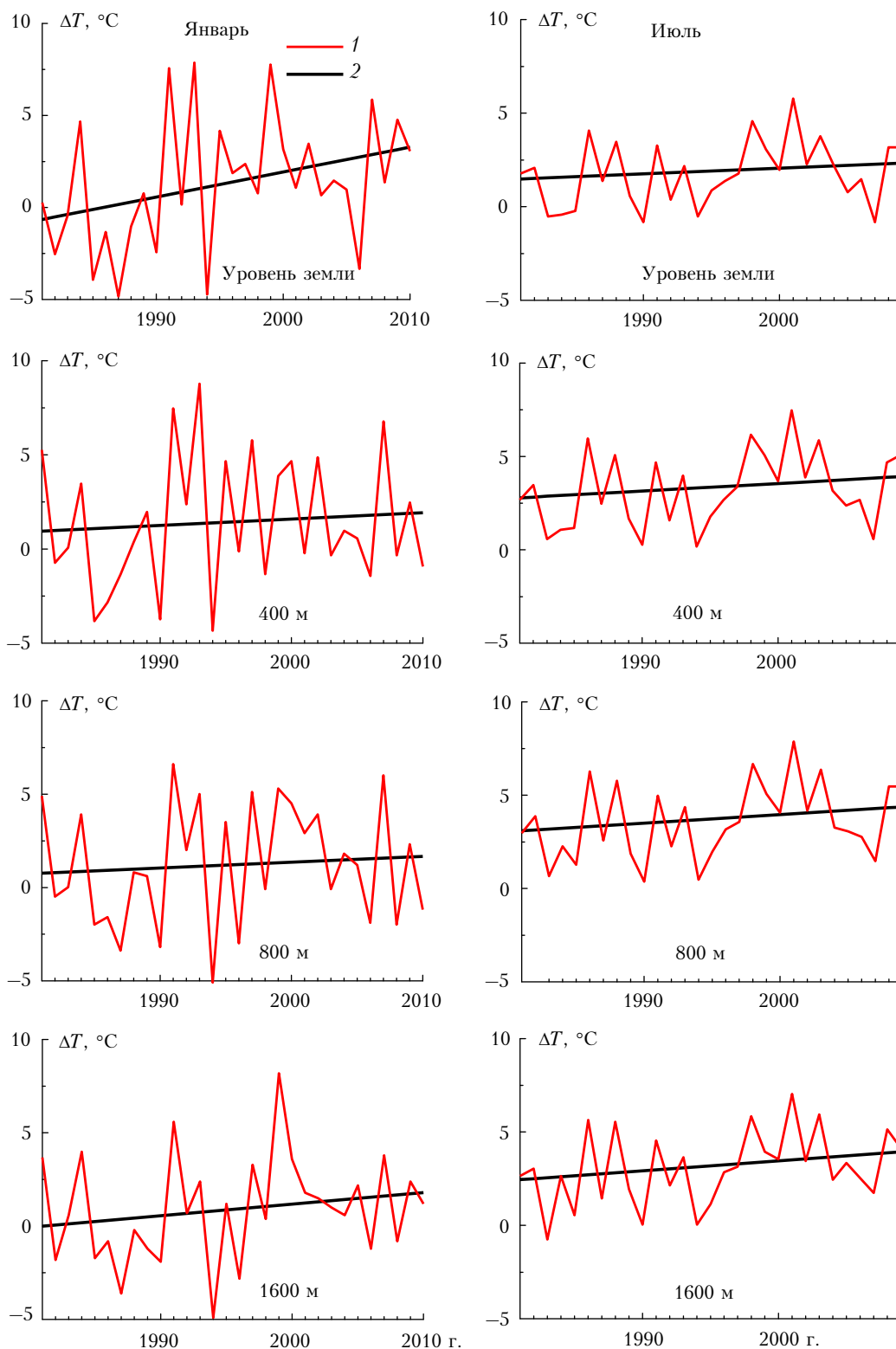


Рис. 2. Межгодовые изменения среднемесячных аномалий температуры воздуха (1) и их линейные тренды (2) в пограничном слое атмосферы для ст. Якутск

положительные тренды (не более 0,3 °C/10 лет). Летом же в южных районах всего Сибирского региона (к югу от 60° с.ш.) и на всех высотах пограничного слоя атмосферы наблюдаются положитель-

ные тренды, однако если на территории Западной Сибири эти тренды малы (в основном порядка 0,1–0,3 °C/10 лет), то на территории Восточной Сибири (особенно в ее южной части) они достаточно велики

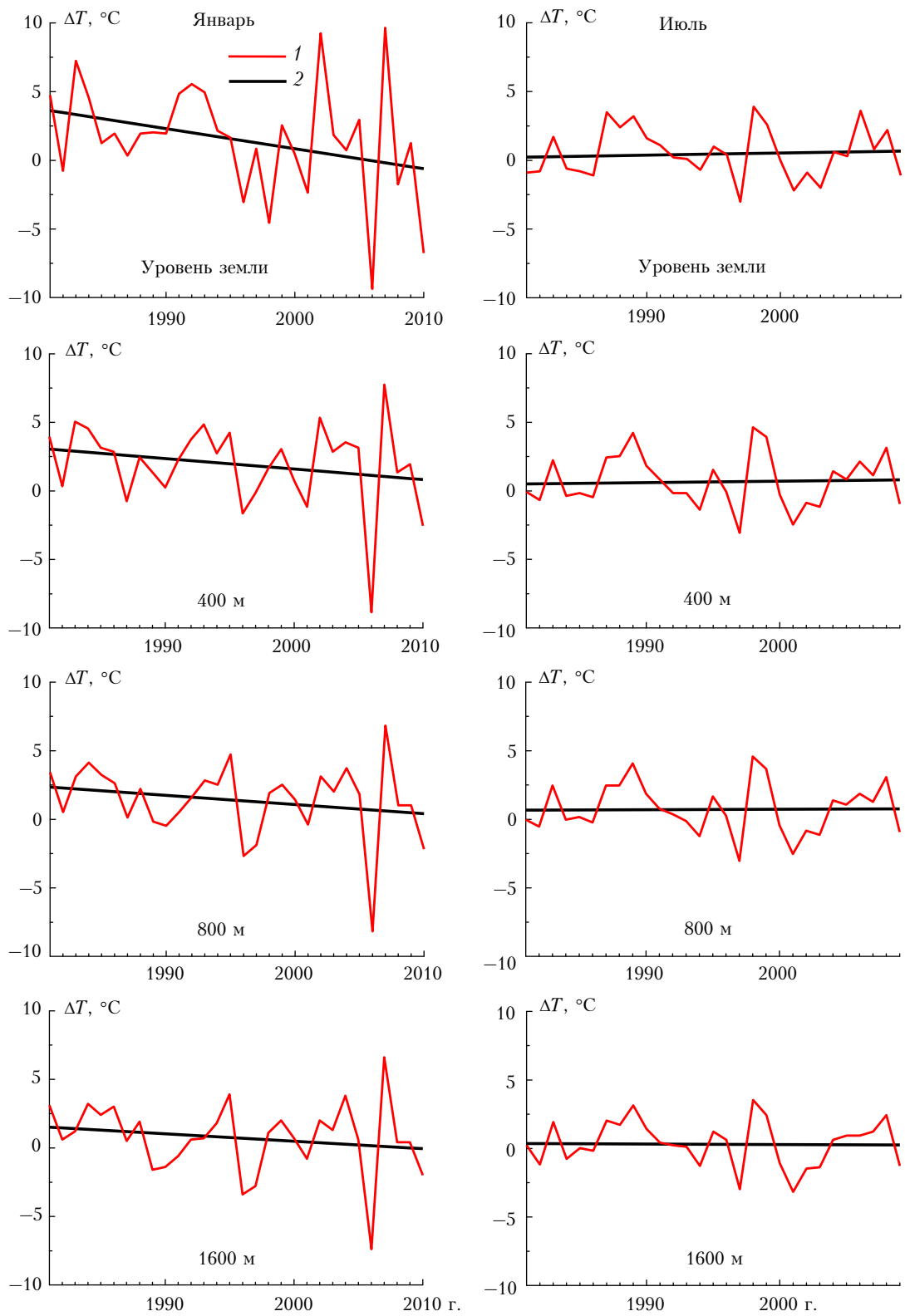


Рис. 3. Межгодовые изменения среднемесячных аномалий температуры воздуха (1) и их линейные тренды (2) в пограничном слое атмосферы для ст. Омск

(0,6–0,9 °C/10 лет). Из этого следует, что здесь летом в последнее тридцатилетие (1980–2009 гг.) происходило заметное потепление.

Для более глубокого изучения происходящих в пограничном слое атмосферы долговременных изменений температуры воздуха рассмотрим в заключение

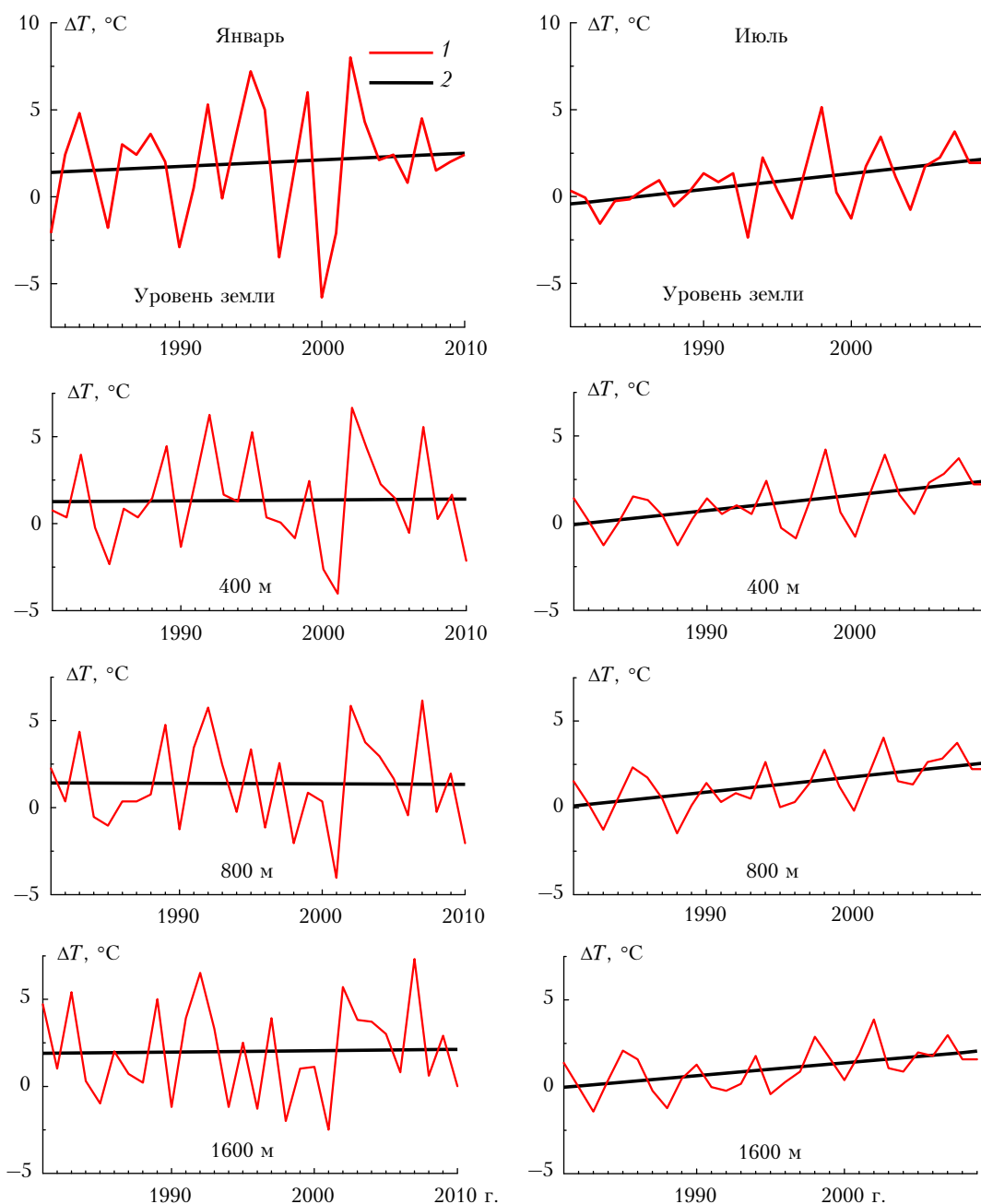


Рис. 4. Межгодовые изменения среднемесячных аномалий температуры воздуха (1) и их линейные тренды (2) в пограничном слое атмосферы для ст. Чита

изменение значений ее среднемесячных аномалий, осредненных по отдельным десятилетиям.

В табл. 1 и 2 приведены в качестве примера осредненные по десятилетиям (1981–1990, 1991–2000 и 2001–2010 гг. для января и 1980–1989, 1990–1999 и 2000–2009 гг. для июля) значения среднемесячных аномалий температуры, рассчитанных относительно взятого базового периода (1973–1980 и 1973–1979 гг. соответственно) для четырех высотных уровней: Земли, 400, 800 и 1600 м.

В этих же таблицах даны значения аномалий температуры для последних десяти лет, полученные относительно предшествующего периода (1991–2000 гг.

для января и 1990–1999 гг. для июля), по которым можно судить о том, насколько изменились климатические условия в начале XXI в. Вполне очевидно, что наибольший интерес для практики представляет сравнение последнего десятилетия с предшествующим, поскольку на фоне глобального потепления климата отмечена (см. [4, 9]) определенная тенденция к уменьшению интенсивности такого потепления с 2006 г.

Рассмотрим вначале особенности временного хода осредненных по десятилетиям аномалий температуры для зимы, когда, согласно [5, 10], отмечается наибольшее потепление.

Таблица 1

Осредненные по десятилетиям значения среднемесячных аномалий температуры пограничного слоя атмосферы для типичных станций Сибири. Январь

Станция	Высота, м	Годы			
		1981–1990	1991–2000	2001–2010	2001–2010*
Диксон	Земля	2,5	1,2	4,5	3,3
	400	2,8	2,6	4,8	2,2
	800	2,5	2,5	4,1	1,7
	1600	1,4	1,3	2,0	0,7
Тикси	Земля	0,5	1,7	3,7	2,0
	400	0,4	1,0	2,4	1,4
	800	–0,1	0,2	1,7	1,5
	1600	–0,4	–0,7	0,6	1,3
Салехард	Земля	3,2	4,2	3,3	–0,9
	400	2,2	3,0	2,6	–0,4
	800	2,4	3,0	2,8	–0,2
	1600	2,4	2,8	2,7	–0,1
Туруханск	Земля	3,9	4,3	2,9	–1,4
	400	2,4	3,2	3,0	–0,2
	800	2,6	3,3	3,2	–0,1
	1600	2,3	2,0	1,9	–0,1
Якутск	Земля	–1,1	3,1	2,0	–1,1
	400	–0,1	3,2	1,3	–1,9
	800	–0,1	2,4	1,3	–1,1
	1600	–0,3	1,8	1,2	–0,6
Верхоянск	Земля	–1,6	1,9	–0,2	–2,1
	400	1,2	5,5	0,3	–5,2
	800	1,8	4,1	0,1	–4,0
	1600	0,5	0,6	0,3	–0,3
Омск	Земля	2,5	1,5	0,5	–1,0
	400	2,3	2,1	1,3	–0,8
	800	1,8	1,3	0,9	–0,4
	1600	1,3	0,9	0,5	–0,4
Новосибирск	Земля	4,1	2,0	1,0	–1,0
	400	3,4	2,3	0,9	–1,4
	800	2,8	1,7	1,0	–0,7
	1600	2,4	0,9	0,8	–0,1
Чита	Земля	1,3	1,9	2,6	0,7
	400	0,9	1,7	1,9	0,2
	800	1,1	1,6	1,8	0,2
	1600	1,6	1,7	2,4	0,7
Алдан	Земля	1,1	1,2	1,8	0,6
	400	2,5	3,0	3,7	0,7
	800	1,7	2,3	3,2	0,9
	1600	1,3	1,0	2,4	1,4

* Данная аномалия рассчитана относительно базового периода 1991–2000 гг.

Анализ данных табл. 1, а также всего имеющегося статистического материала, показывает, что зимой в последние 30 лет на территории Сибирского региона отмечались в основном положительные значения среднемесячных аномалий температуры, причем не только вблизи земной поверхности, но и во всем пограничном слое атмосферы. Однако на фоне общего потепления климата Сибирского региона процесс такого потепления в различных районах Сибири проявляется по-разному (в ряде из них отмечается замедление этого процесса). В частности:

Таблица 2

Осредненные по десятилетиям значения среднемесячных аномалий температуры пограничного слоя атмосферы для типичных станций Сибири. Июль

Станция	Высота, м	Годы			
		1980–1989	1990–1999	2000–2009	2000–2009*
Диксон	Земля	1,0	0,4	2,1	1,7
	400	1,4	1,0	1,7	0,7
	800	1,5	1,0	1,7	0,7
	1600	1,2	0,6	1,3	0,7
Тикси	Земля	0,1	1,5	1,6	0,1
	400	0,7	1,4	1,5	0,1
	800	0,8	1,6	1,7	0,1
	1600	0,8	1,0	1,8	0,8
Салехард	Земля	1,4	0,9	1,2	0,3
	400	2,0	1,3	1,3	0,0
	800	2,0	1,2	1,1	–0,1
	1600	1,5	1,0	0,9	–0,1
Туруханск	Земля	1,2	1,8	1,8	0,0
	400	1,0	2,3	1,8	–0,5
	800	1,1	2,5	1,5	–1,0
	1600	1,5	2,4	1,1	–1,3
Якутск	Земля	1,6	1,8	2,4	0,6
	400	2,8	3,0	4,0	1,0
	800	3,3	3,4	4,4	1,0
	1600	2,7	2,8	3,9	1,1
Верхоянск	Земля	0,7	1,2	1,5	0,3
	400	1,4	1,6	2,4	0,8
	800	1,4	2,1	2,8	0,7
	1600	1,4	2,2	2,8	0,6
Омск	Земля	0,5	0,7	0,1	–0,6
	400	0,8	0,8	0,3	–0,5
	800	0,9	1,0	0,3	–0,7
	1600	0,5	0,6	–0,2	–0,8
Новосибирск	Земля	–0,4	1,0	–0,2	–1,2
	400	–0,3	0,8	–0,1	–0,8
	800	0,1	1,2	0,2	–1,0
	1600	0,3	1,5	0,3	–1,2
Чита	Земля	–0,1	0,9	1,5	0,6
	400	0,0	1,2	2,1	0,9
	800	0,5	1,3	2,3	1,0
	1600	0,8	1,1	2,1	1,0
Алдан	Земля	2,3	3,1	2,4	–0,7
	400	3,5	3,7	3,6	–0,1
	800	4,1	3,6	3,8	0,3
	1600	3,8	3,1	3,3	0,2

* Данная аномалия рассчитана относительно базового периода 1990–1999 гг.

– в полярных районах Сибири (ст. Диксон и Тикси) наибольшие значения положительной среднемесячной аномалии температуры, рассчитанной для ПСА и отдельных десятилетий, наблюдаются в последний период (2001–2010 гг.), т.е. в этих районах потепление в данном слое атмосферы усиливалось в течение всего 30-летнего периода;

– в субполярной зоне Сибирского региона (ст. Салехард, Туруханск, Якутск и Верхоянск) наступление максимума положительных аномалий температуры происходит не в последнее десятилетие, как это

отмечается в полярных широтах, а в предыдущее десятилетие (1991–2000 гг.), что указывает на ослабление здесь процесса потепления климата пограничного слоя атмосферы в последние годы;

– и наконец, в умеренных широтах Сибири отмечается определенная зависимость наступления максимума положительных аномалий температуры от географического положения станции. Так, если в умеренных широтах Западной Сибири (ст. Омск и Новосибирск) наступление максимума положительных аномалий температуры в пограничном слое атмосферы наблюдается уже в первом десятилетии (1981–1990 гг.) и в дальнейшем процесс потепления сильно замедляется, то в Восточной Сибири (ст. Чита и Алдан) наибольшие значения этого максимума, причем на всех высотах ПСА, отмечаются в последнем десятилетии, что говорит о продолжающемся здесь интенсивном потеплении.

Однако, несмотря на разное время наступления максимума осредненных по десятилетиям среднемесячных январских аномалий температуры, отмечаемое в различных районах Сибири при использовании в качестве базового периода 1973–1980 гг., картина существенно меняется, если сравнить данные последнего и предшествующего 10-летий. В этом случае в последнем 10-летии (2001–2010 гг.), как следует из табл. 1, на всей территории Сибирского региона и во всем пограничном слое атмосферы имеет место заметное уменьшение величин положительных аномалий температуры (или даже смена их знака) по сравнению с предшествующим десятилетием (1991–2000 гг.). Это свидетельствует о том, что в первом 10-летии XXI в. над всей территорией Сибири началось существенное замедление процесса потепления климата пограничного слоя атмосферы или даже его заметное похолодание.

Летом в пограничном слое атмосферы над территорией Сибирского региона, как это видно из табл. 2, сохраняются положительные значения среднемесячных аномалий температуры, осредненных по отдельным десятилетиям. При этом, как и зимой, в полярных широтах (ст. Диксон и Тикси) наступление максимума осредненных по десятилетиям аномалий температуры также падает на последнее 10-летие (2000–2009 гг.), однако летом он выражен заметно слабее. В то же время в более южных широтах Сибирского региона наступление максимума аналогичных аномалий отмечается в различные десятилетия. В частности, если в субполярных и умеренных широтах Западной Сибири (ст. Салехард, Туруханск, Омск и Новосибирск) максимумы положительных и осредненных по десятилетиям аномалий температуры наблюдаются преимущественно в 1990–1999 гг., а в районе Салехарда даже еще раньше (в 1980–1989 гг.), то в тех же широтах Восточной Сибири (ст. Якутск, Верхоянск, Чита, Алдан) они отмечаются уже в основном в последнем десятилетии (2000–2009 гг.). Это говорит о том, что летом в полярных широтах всей Сибири, а в субполярных и умеренных широтах только над территорией Восточной Сибири продолжается процесс потепления климата пограничного слоя атмосферы, а в субполярных и умерен-

ных широтах Западной Сибири его интенсивность заметным образом ослабевает.

Данный факт подтверждается также и тем, что при сравнении июльских аномалий температуры, полученных для последнего (2000–2009 гг.) и предшествующего (1990–1999 гг.) десятилетий, отмечается преимущественно (особенно на юге Западной Сибири) переход положительных аномалий к отрицательным, что соответствует заметному похолоданию здесь климатов пограничного слоя атмосферы. К тому же аналогичное сравнение, проведенное для остальной территории Сибирского региона, показывает, что и там имеет место замедление процесса потепления климатов пограничного слоя атмосферы.

Заключение

Проведенное исследование позволило установить, что на фоне глобального потепления климата для пограничного слоя атмосферы Сибирского региона отмечаются некоторые особенности в долгосрочных изменениях температуры воздуха. Если зимой в высоких широтах (к северу от 60° с.ш.) рассматриваемого региона и на территории Восточной Сибири южнее 60-й параллели преобладают, причем на всех высотах ПСА, положительные тренды температуры, то на юге Западной Сибири для нее характерны значительные отрицательные тренды. В то же время летом в пограничном слое атмосферы отмечается повсеместное преобладание положительных трендов.

Следовательно, на фоне общего потепления (правда, с различной интенсивностью в разных районах) климата пограничного слоя атмосферы, наблюдаемого в оба сезона, почти над всей территорией Сибирского региона, на юге Западной Сибири зимой имеет место в последнем 30-летии его заметное похолодание. К тому же дополнительное сопоставление аномалий температуры, рассчитанных для последнего и предшествующего десятилетий, показало, что в начале XXI в. не только над югом Западной Сибири, но и над всей территорией Сибирского региона отмечается существенное замедление, причем независимо от сезона, процесса потепления климатов пограничного слоя атмосферы или даже их заметное похолодание.

1. *Кондратьев К.Я.* Глобальный климат // Итоги науки и техники. Серия «Метеорология и климатология». М.: ВИНТИ, 1987. Т. 17. 313 с.
2. *Грассель Х., Кондратьев К.Я.* Изменения глобального климата в контексте глобальной экодинамики. СПб.: Санкт-Петербургский Научно-исследовательский Центр экологической безопасности РАН, 1993. 195 с.
3. *Переведенцев Ю.П.* Теория климата. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2009. 504 с.
4. *Шерстюков А.Б.* Изменения климата и их последствия в зоне многолетней мерзлоты России. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2009. 127 с.
5. *Израэль Ю.А., Семенов С.М., Анисимов О.А., Аналин Ю.А., Величко А.А., Ревич Б.А., Шикломанов И.А.* Четвертый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата: вклад Рабочей группы II // Метеорол. и гидрол. 2007. № 9. С. 5–12.

6. *Андрейчик М.Ф.* Изменение индекса континентальности на фоне потепления климата в Тувинской горной области // *Оптика атмосф. и океана*. 2010. Т. 23, № 1. С. 38–42.
7. *Кабанов М.В.* Сезонные закономерности наблюдаемого потепления в Сибири // *Оптика атмосф. и океана*. 2009. Т. 22, № 1. С. 7–10.
8. *Oort A.K., Huanzhu Liu.* Upper – air temperature trends over the globe, 1958–1989 // *J. Climate*. 1993. V. 6, N 2. P. 292–307.
9. *Стерин А.М.* Анализ линейных трендов в рядах температуры свободной атмосферы за 1958–1997 гг. // *Метеорол. и гидрол.* 1999. № 5. С. 52–68.
10. *Хан В.М., Стерин А.М., Рубинштейн К.Г.* Оценки трендов температуры в свободной атмосфере по данным реанализа и радиозондовым наблюдениям // *Метеорол. и гидрол.* 2003. № 12. С. 5–18.
11. *Жеребцов Г.А., Васильева Л.А., Коваленко В.А., Молодых С.И.* Долговременные изменения температуры и теплосодержания тропосферы в XX в. // *Оптика атмосф. и океана*. 2008. Т. 21, № 6. С. 473–478.
12. *Комаров В.С., Горев Е.В., Бозушевич А.Я., Лавриненко А.В.* Информационно-вычислительная система «Метео» для метеорологической поддержки прикладных задач. Часть 1. Основные функции и структура системы // *Оптика атмосф. и океана*. 2009. Т. 22, № 7. С. 654–660.
13. *Комаров В.С., Ломакина Н.Я.* Статистические модели пограничного слоя атмосферы Западной Сибири. Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2008. 222 с.

V.S. Komarov, N.Ya. Lomakina, A.V. Lavrinenko, S.N. Ply'in. **Changes of the atmospheric boundary layer climates of Siberia in the period of global warming. Part 1. Anomalies and trends of the air temperature.**

The results of analysis of average monthly trend anomalies of air temperature in the atmospheric boundary layer are submitted. The data of radiosonde observations of 10 aerological stations in territory of the Siberian region over 1981–2010 (for January) and 1980–2009 (for July) were used. It has been found that in winter period the negative trends (for the most part from -0.6 to -0.8 °C/10 years) are present in the temperate latitudes (50 – 60° N) of Western Siberia against the background of general domination of positive trends in the examined territory. Comparison of air temperature anomalies for the last and preceding decades was done. According to it, in the beginning of XXI century, the considerable deceleration of climates warming in the atmospheric boundary layer or even its cooling are marked in the both seasons over all the Siberian territory.