

УДК 551.58

*Н.Ф. Харламова***Долговременные климатические изменения
на внутриконтинентальной территории России
(Алтайский регион)***N.F. Kharlamova***Long-Term Climatic Changes
in the Intercontinental Territory of Russia (Altai Region)**

Для уточнения тенденции климатических изменений с учетом современных данных представлен анализ годовой температуры воздуха и осадков, определены средние температуры сезонов года по метеостанции Барнаул. Приведенные результаты исследования подтверждают региональную тенденцию глобальных изменений климата в форме глобального потепления с замедлением скорости роста температуры за счет повышения суровости зим.

Ключевые слова: изменение климата, годовая температура воздуха, средние температуры сезонов года.

Общезвестно, что проблема изменения климата является одной из важнейших проблем человечества. Даваемые разными авторами оценки заметно отличаются для различных регионов не только в количественном отношении, но и направленностью тенденций: от положительных до отрицательных трендов. Данное обстоятельство, как и приводимые в печати факты «подтасовки» получаемых результатов, активно обсуждаемые перед климатическим саммитом в Копенгагене (декабрь 2009 г.), повлекло за собой смену наименования проблемы: вместо «глобального потепления» – «глобальные изменения климата». В связи с этим сохраняется повышенный интерес к данным долговременных российских метеостанций, к которым относится Барнаул. Наши исследования подтвердили, что метеостанция может считаться репрезентативной для территории внутриконтинентальных районов не только России, но и Азии [1].

За последние 100 лет (1907–2006 гг.) по данным сети Росгидромета потепление в целом по России составило 1,29 °C [2] при среднем глобальном потеплении, согласно Четвертому оценочному докладу МГЭИК, 0,74 °C [3]. Одиннадцать из 12 последних лет (1995–2006 гг.) попали в число 12 самых теплых лет по результатам инструментальных наблюдений глобальной приземной температуры с 1850 г. Средние температуры в северном полушарии во второй половине XX в. были, весьма вероятно, более высокими, чем в любой другой 50-летний период за последние 500 лет, и, возможно, самыми высокими за прошедшие 1300 лет.

The analysis of the annual air and precipitation temperature is represented for refining the tendency of climatic changes taking into account contemporary data, mean temperatures of the year seasons are determined according to the meteorological station Barnaul. The given study results confirm the regional tendency of global climate variations in the form of global warming with the retardation of the temperature growth rate due to an increase of the winter severity.

Key words: climate change, annual air temperature, temperatures of the seasons.

Данные Всемирной метеорологической организации (ВМО) свидетельствуют об аномально быстром росте среднегодовой температуры в последние десятилетия. Эти результаты охватывают все континенты и океаны и признаются учеными как совершенно достоверные (*very likely*, или «более 90%»). Данные о температуре, восстановленные различными исследованиями, хорошо ложатся на кривую, называемую «хоккейной клюшкой», которая достоверно показывает уникальность нынешнего роста температуры [4; 5].

Повышение годовой температуры воздуха метеостанции Барнаул с 1838 по 2004 г. составило 2,85 °C, или 1,8 °C за 100 лет. Потепление наиболее значительно для зимних и весенних месяцев года, повышение температуры летних месяцев незначительно. Долговременные тренды отмечаются на фоне мелкомасштабных отклонений положительного и отрицательного знаков, которые носят циклический (ритмический) характер. Сохраняется вероятность поздних весенних заморозков и ранних осенних при возрастании экстремальной изменчивости (контрастности) сезонов. В первом десятилетии XXI в. выявлено увеличение повторяемости очень низких абсолютных минимумов температуры воздуха, что указывает на возрастание суровости зим [6–9].

Возможность возрастания степени суровости холодного сезона на территории Алтайского региона прослеживалась нами начиная с 2005–2006 гг., как и увеличение

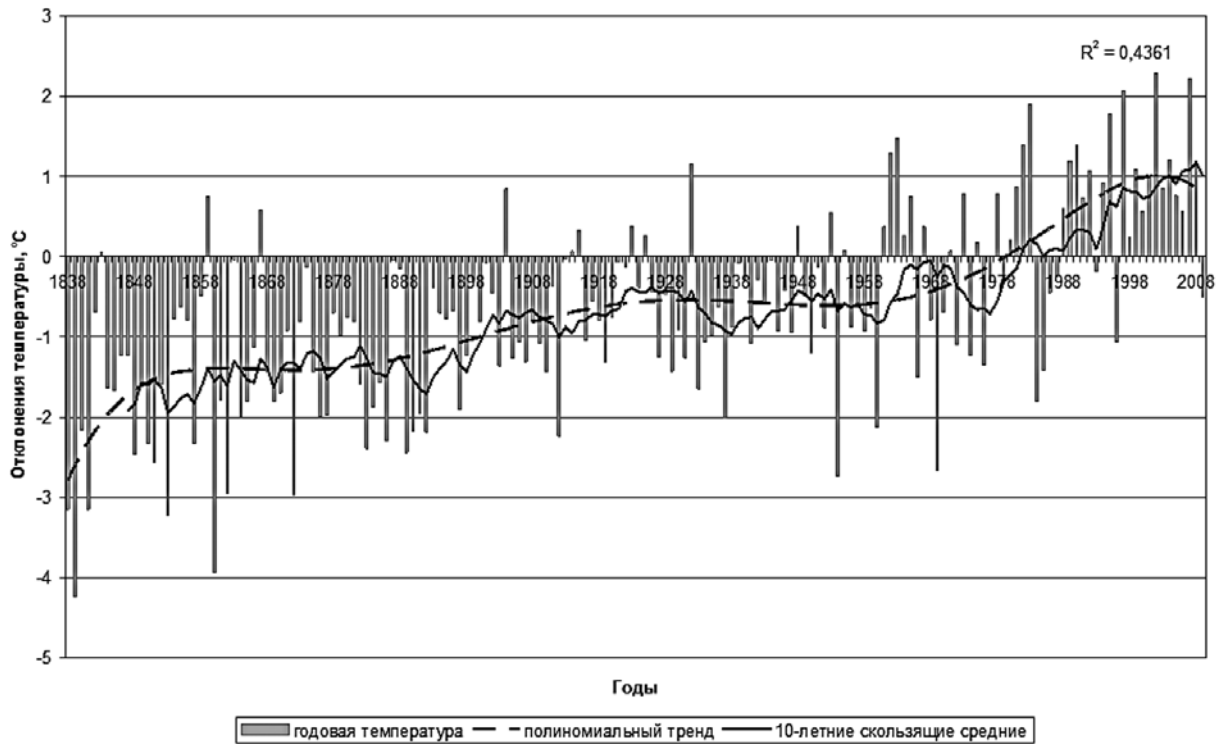


Рис. 1. Отклонения годовой температуры воздуха от средней за 1961–1990 гг., Барнаул: полиномиальный тренд ($R^2=0,4361$) и 10-летние скользящие средние

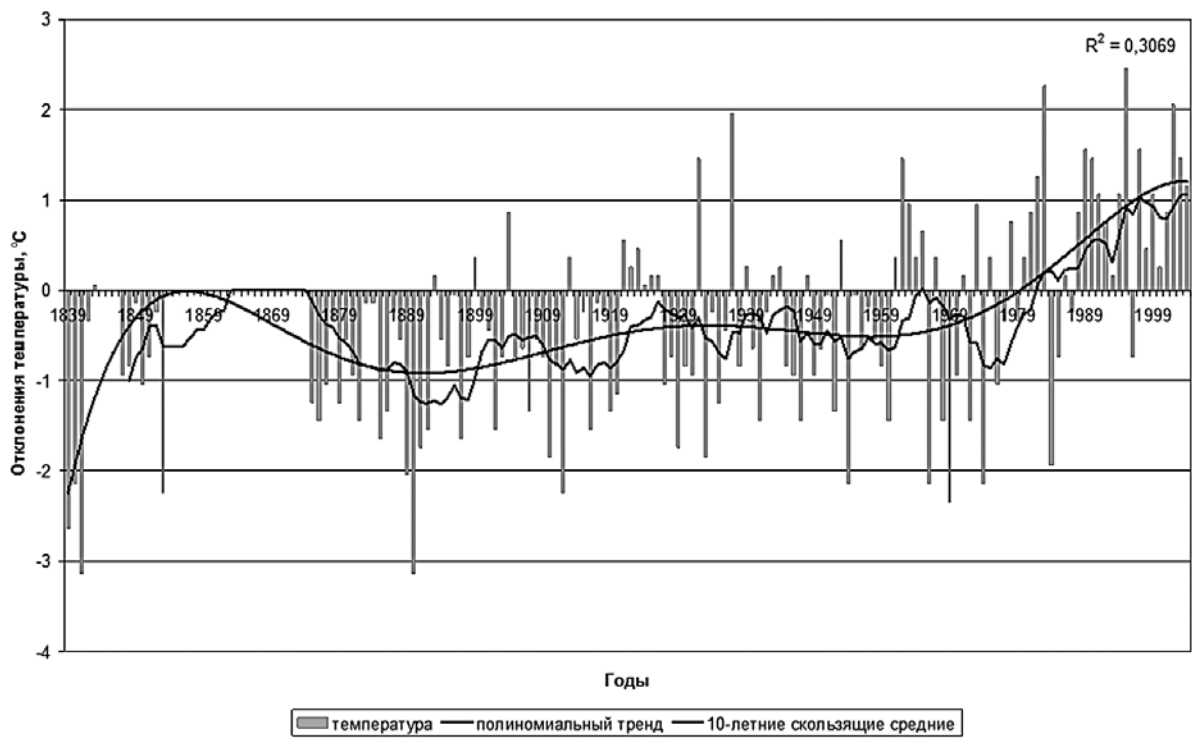


Рис. 2. Отклонения годовой температуры воздуха от средней за 1961–1990 гг., Томск: полиномиальный тренд и 10-летние скользящие средние

повторяемости экстремальных погодных явлений и межгодовой изменчивости температур воздуха.

Для уточнения тенденции климатических изменений с учетом современных данных представлен анализ годовой температуры воздуха, определены средние температуры сезонов года в календарных рамках по метеостанции Барнаул. В отличие от предыдущих исследований, данные наблюдений по станции в пределах городской черты (Барнаул, 1838–1972 гг.) и за ними (Барнаул, агро, 1928–2009 гг.) не приводились.

Положительный долговременный тренд годовой температуры воздуха в Алтайском регионе сохраняется при некотором ее снижении (рис. 1, полиномиальный тренд), что и подтвердила суровая зима 2009–2010 гг.

Наиболее теплые годы в Барнауле отмечались в конце XX – начале XXI в. (1983, 1995, 1997, 2002, 2007 гг.), а наиболее холодные – в середине XIX в. (1838, 1839, 1841, 1853, 1860).

Для сопоставления полученных результатов представлены изменения температуры по метеостанции Томск за 1839–2004 гг. (рис. 2). К сожалению, в этих рядах наблюдений имеются пропуски, однако общий характер большей суровости термических условий в середине XIX в. и факт потепления в последние десятилетия, выявленный по Барнаулу, подтверждаются.

Графические материалы свидетельствуют о наличии нескольких «эпох потепления» в течение

XX в., описанных Б.Г. Шерстюковым. Выделенное этим автором второе «глобальное потепление» с 1976 г. [10, с. 12–13] однозначно определяется как в центральной части (Томск), так и на юге Западной Сибири (Барнаул). Однако после эпохи первого «глобального потепления» (до 1945 г.) наблюдался период более значительного повышения температуры в 60–70-е гг. XX в.

Потепление с 80-х гг. XX в., особенно значительное в континентальных районах, где смягчающее влияние океана ощущается меньше, может определяться ослаблением теплового взаимодействия атмосферы и океана с середины 1970-х гг. [10, с. 24; 11, с. 17]. Подобные выводы подтверждаются нашими расчетами, показавшими уменьшение степени континентальности климата для территории Алтайского региона [12].

Сравнение осредненных за десятилетние периоды температур сезонов года и отклонений средних за период 1998–2007 гг. по отношению к начальному периоду 1838–1847 гг. подтверждает выявленную ранее тенденцию потепления, особенно зимнего и весеннего сезонов, а также осени (табл. 1).

Цикличность долговременных изменений хорошо прослеживается на графиках, представляющих линейные тренды и скользящие средние 10-летнего сглаживания температуры воздуха переходных (рис. 3) и основных (рис. 4) сезонов года.

Таблица 1
Среднемноголетние значения (за 10-летний период) температуры воздуха весны (III–V), лета (VI–VIII), осени (IX–XI) и зимы (XII–II), °С, Барнаул

Период	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
1838–1847	-0,06	17,5	0,1	-17,4	0,05
1848–1857	-0,35	17,5	0,4	-16,4	0,1
1858–1867	0,5	17,8	1,6	-17,4	0,7
1868–1877	0,8	17,7	1,4	-18,2	0,4
1878–1887	0,7	17,3	1,1	-16,3	0,7
1888–1897	0,5	18,2	1,5	-17,7	0,6
1898–1907	0,6	18,1	1,8	-15,5	1,3
1908–1917	1,1	17,9	1,2	-15,1	1,5
1918–1927	1,3	18,5	2,6	-16,4	1,5
1928–1937	0,7	18,2	2,3	-17,1	1,0
1938–1947	2,8	17,9	2,0	-17,1	1,4
1948–1957	1,7	18,4	1,4	-16,0	1,4
1958–1967	2,2	18,1	1,6	-14,5	1,9
1968–1977	2,2	17,9	1,7	-16,6	1,3
1978–1987	1,7	18,0	2,6	-14,3	2,1
1988–1997	3,5	18,3	2,6	-13,2	2,8
1998–2007	3,8	18,7	3,2	-13,5	3,0
Отклонение 1998–2007 гг. по отношению к 1838–1847 гг.	+3,9	+1,2	+3,1	+3,9	+2,9

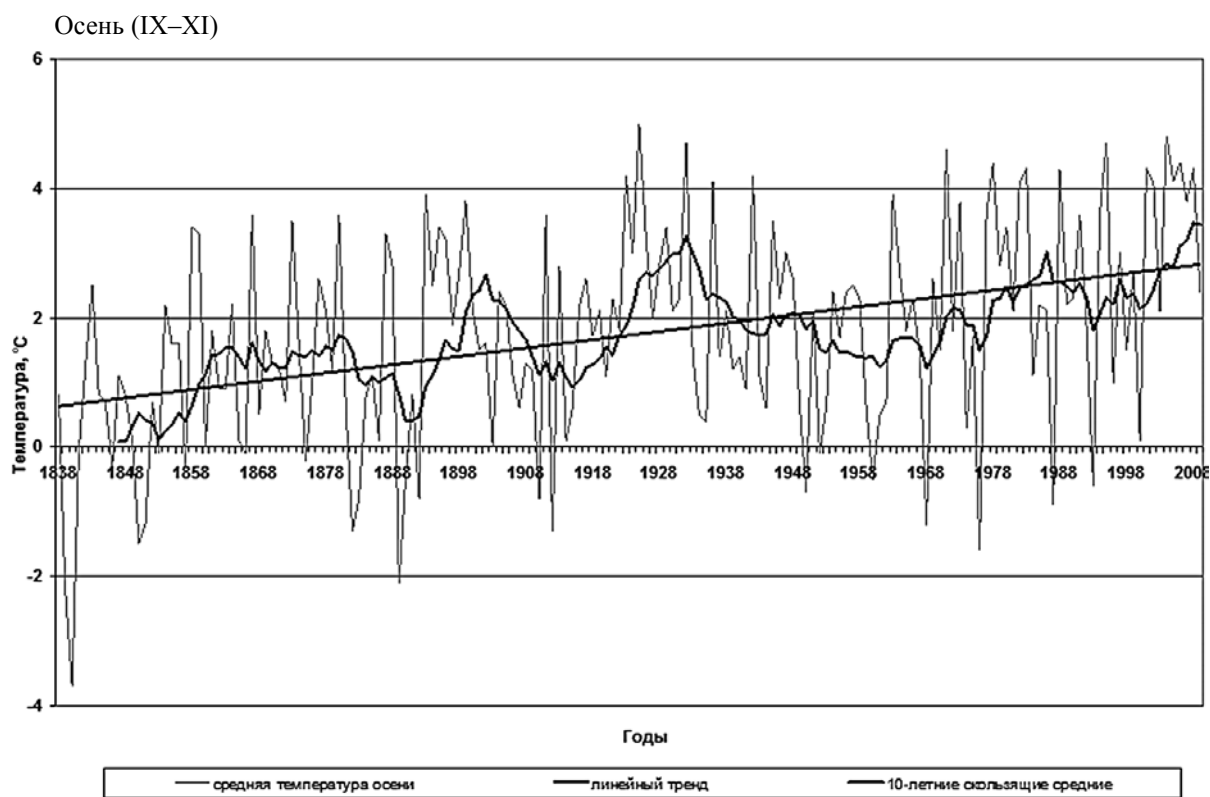
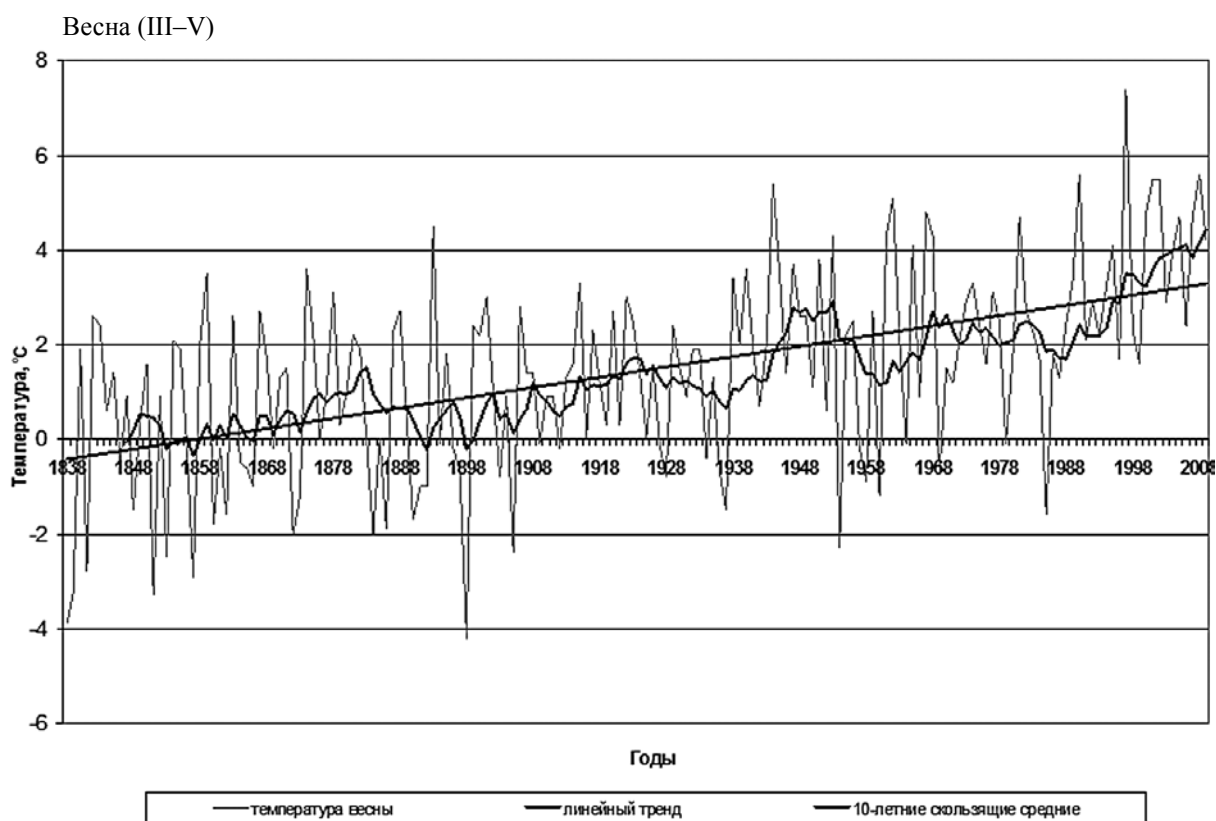


Рис. 3. Изменение средней температуры переходных сезонов года: весны (III–V) и осени (IX–XI) в период 1838–2010 гг., Барнаул, ежегодные значения, линейный тренд и 10-летние скользящие средние

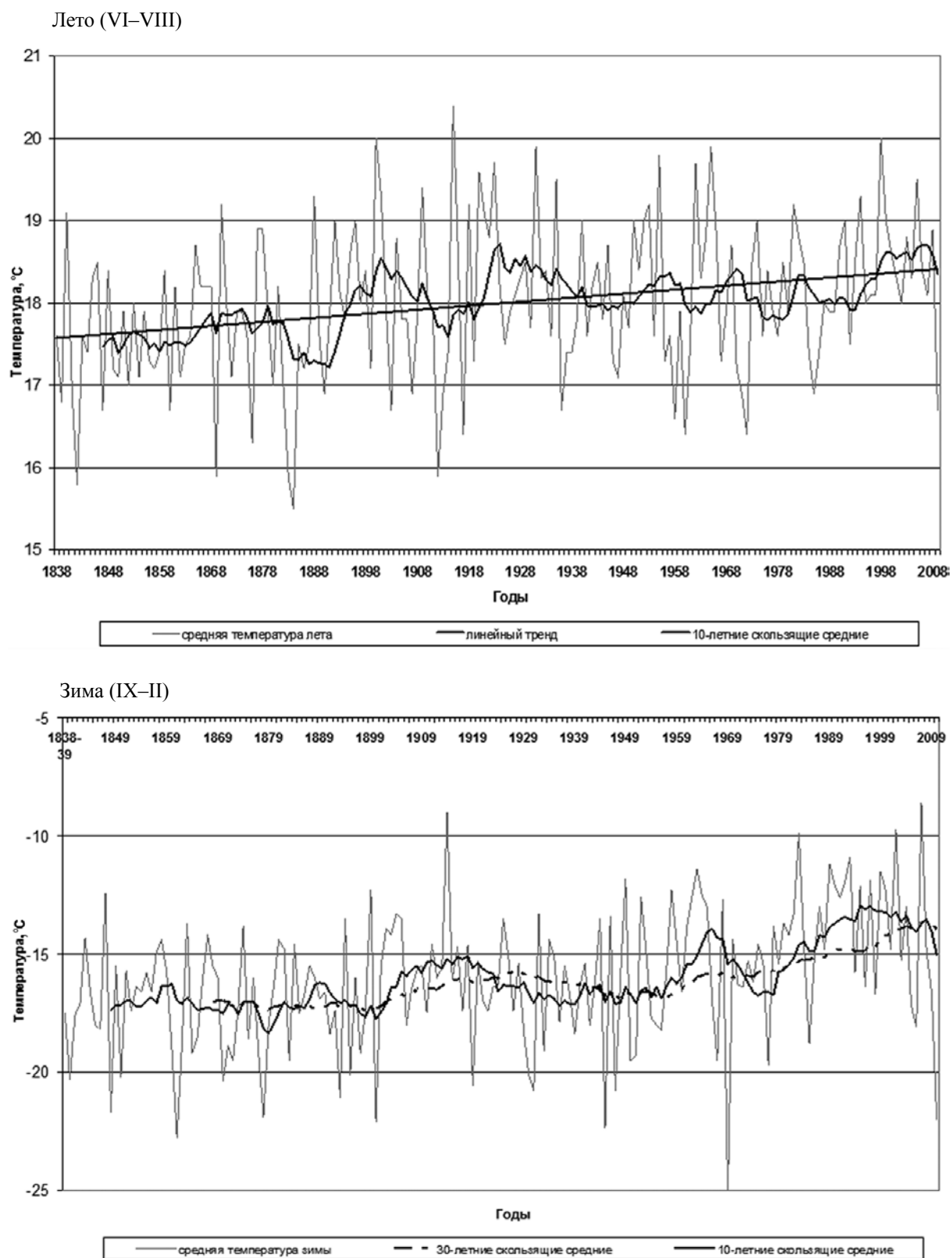


Рис. 4. Изменение средней температуры основных сезонов года: лета (VI–VIII) и зимы (IX–II) в период 1838–2010 гг., Барнаул, ежегодные значения, линейный тренд и 10-летние скользящие средние

Самые холодные и теплые зимы (XII–II) за период 1838–2010 гг., Барнаул

Самые холодные		Самые теплые	
Годы	Средняя температура, °С	Годы	Средняя температура, °С
1968–1969	-25,2	2006–2007	-8,6
1860–1861	-22,8	1913–1914	-9,0
1944–1945	-22,4	2001–2002	-9,7
1899–1900	-22,1	1982–1983	-9,9
2009–2010	-22,0	1992–1993	-10,9

Представленные результаты также наглядно отражают проявившуюся в последнее десятилетие тенденцию повышения температуры весны и осени и обратную тенденцию к снижению температуры лета и зимы, которые могут сохраниться и в ближайшие годы.

Для уточнения наметившейся тенденции увеличения суровости холодного периода определены экстремальные по термическому режиму зимы за весь период наблюдений (табл. 2).

Самой суровой за 173 года наблюдения была зима 1968–1969 гг. (-25,2 °С), а зима 2009–2010 гг. является 5-й в ранжированном ряду.

Суровость зимы может быть оценена и по числу дней с низкими температурами. По частоте низких температур разных значений зима 1968–1969 гг. также является самой суровой за всю историю инструментальных наблюдений как в Барнауле, так и в Новосибирске (табл. 3). Минимальная температура -25 °С и ниже в данном периоде повторялась в течение 43 дней в Барнауле и 47 – в Новосибирске. Температуры -30 °С и ниже отмечались в Барнауле в течение 24 дней, что превышает аналогичные показатели для зимы 2009–2010 гг. на 7 дней. В ранжированных рядах

среднемесячных температур самых холодных декабрей, январей и февралей показатели зимы 2009–2010 гг. в первую пятерку также не входят (табл. 4). Ни в Барнауле, ни в Новосибирске не были перекрыты абсолютные рекорды минимальной температуры, достигающие -52...-53 °С.

Для сравнения рассмотрены особенности формирования снежного покрова и глубины промерзания почвы (по мерзлотомеру Данилова), температуры почвы на глубине узла кущения и среднесуточные температуры воздуха в период от залегания до разрушения устойчивого снежного покрова для зим 2009–2010 и 1969–1968 гг. (рис. 5).

Наибольшая высота снежного покрова по постоянной рейке у мерзлотомера составляла 64 см в 1969 г. и 54 см в 2010 г., а глубина промерзания – 180 см в 1969 г. и 139 см в 2010 г. Соответственно наиболее холодная зима последних десятилетий 2009–2010 гг. оказалась теплее экстремальной зимы 1968–1969 гг. и по данным параметрам. Таким образом, факт «глобального потепления» климата во внутриконтинентальных районах России подтверждается еще раз, как и выявленная тенденция увеличения повторяемости суровых зим.

Таблица 3

Число дней с различной минимальной температурой в течение декабря–января для самых холодных зим в Барнауле и Новосибирске

Барнаул				Новосибирск			
Минус 25 °С и ниже		Минус 30 °С и ниже		Минус 25 °С и ниже		Минус 30 °С и ниже	
годы	число дней	годы	число дней	годы	число дней	годы	число дней
1968–1969	43	1968–1969	24	1968–1969	47	1968–1969	36
2009–2010	41	2009–2010	17	2009–2010	43	2009–2010	26

Таблица 4

Среднемесячная температура (°С) самых холодных декабрей, январей и февралей в Барнауле, 1838–2010 гг.

Декабрь		Январь		Февраль	
Год	Температура, °С	Год	Температура, °С	Год	Температура, °С
1877	-27,4	1969	-29,4	1945	-25,7
1966	-25,8	1893	-28,2	1931	-25,7
1860	-24,7	1900	-27,7	1969	-25,5
1877	-24,7	1862	-27,4	1951	-24,6
1839	-24,0	1848	-26,9	1886	-24,4

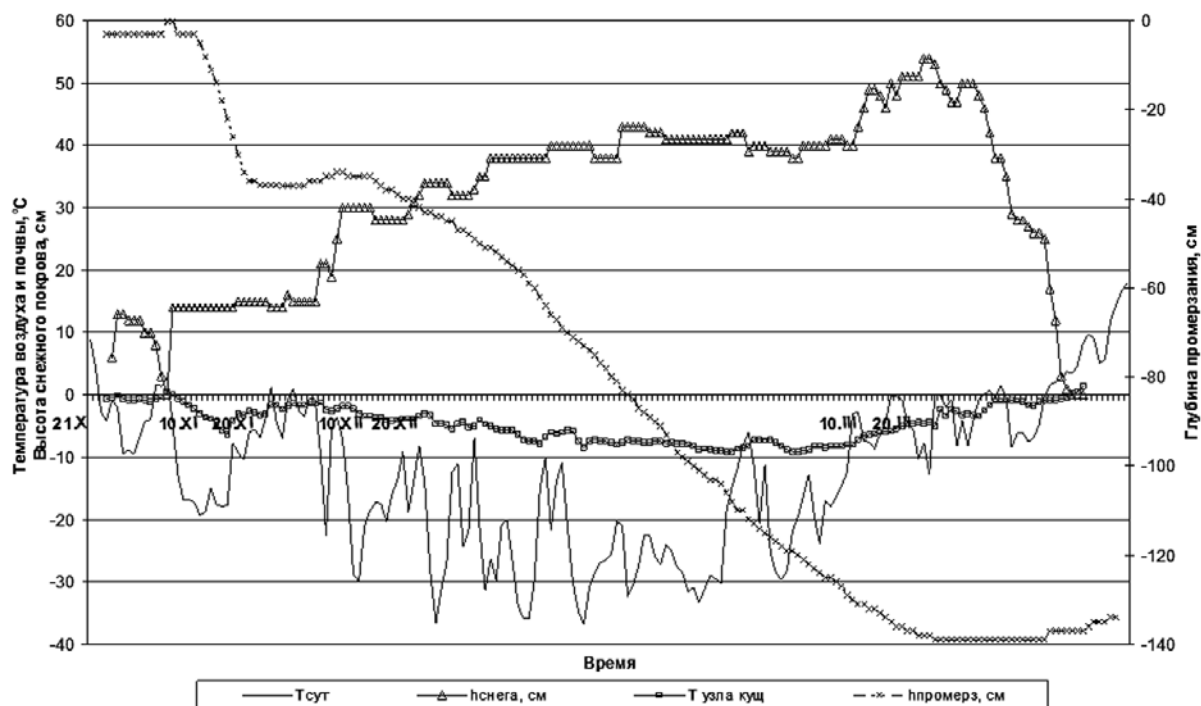


Рис. 5. Зимний сезон 2009–2010 гг.: средняя суточная температура воздуха и почвы на глубине узла кущения, высота снежного покрова по рейке у мерзлотомера и глубина промерзания почвы

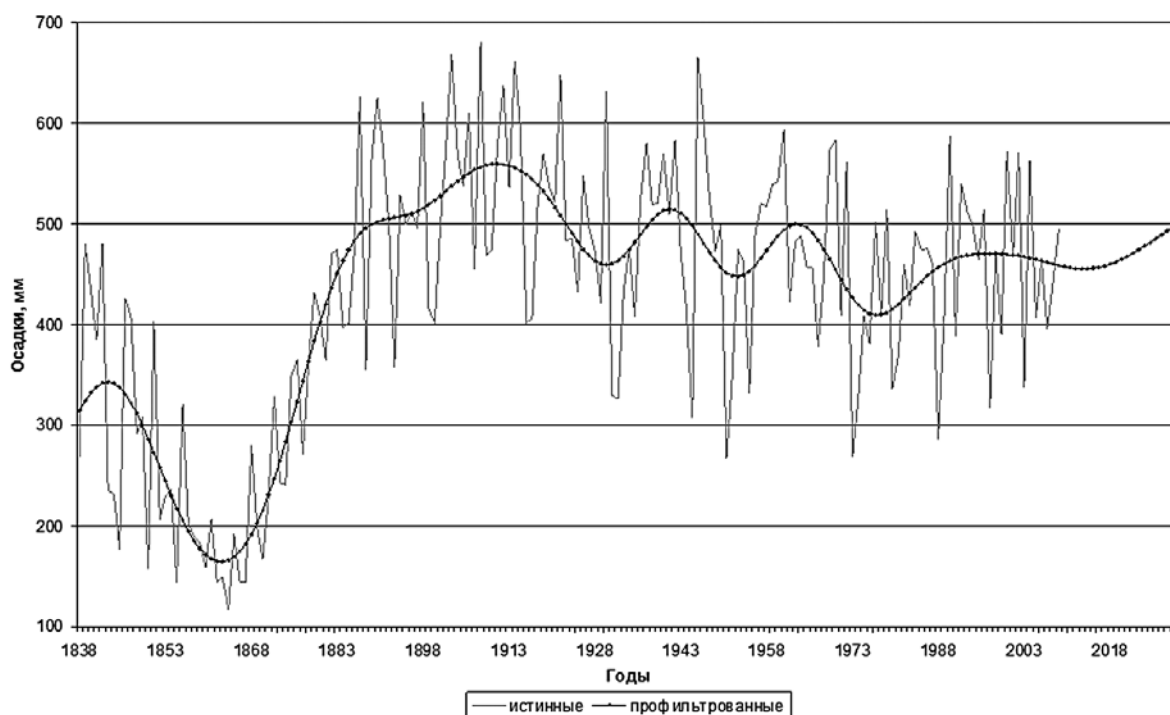


Рис. 6. Изменение годовых сумм осадков с 1838 по 2030 г., Барнаул: сглаженные низкочастотным фильтром и ежегодные значения (без поправки на смачивание)

Следовательно, несмотря на суровость и продолжительность морозов зимой 2009–2010 гг., данный факт не противоречит концепции потепления климата.

Прогнозирование долговременной тенденции изменения количества осадков показало возможность относительного уменьшения увлажненности, что и

наблюдалось в последние годы, эта тенденция может сохраняться еще до 2015 г. (рис. 6).

Приведенные результаты исследования подтверждают региональную тенденцию глобальных изменений климата в форме глобального потепления с замедлением скорости роста температуры за счет повышения суровости зим.

Библиографический список

1. Харламова Н.Ф. Современные изменения климата внутриконтинентальных районов России // Известия АлтГУ. – 2006. – №3(51).
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – М., 2008.
3. Четвертый оценочный доклад МГЭИК, 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4). IPCC, Geneva, Switzerland.
4. The economics of climate change. The Stern review. Nicholas Stern. Cabinet office – HM Treasury. – UK, 2006.
5. Обзор доклада Николаса Стерна «Экономика изменения климата» / А.О. Кокорин, С.Н. Кураев. WWF, GOF. – М., 2007.
6. Ревякин В.С., Харламова Н.Ф. Региональные изменения климата и природной среды Центральной Азии // Мировой океан, водоемы суши и климат : труды XII съезда РГО. – СПб., 2005. – Т. 5.
7. Харламова Н.Ф. Изменения климата Алтайского региона в свете концепции устойчивого развития Российской Федерации // География и природопользование Сибири. – 2006. – Вып. 8.
8. Харламова Н.Ф. Некоторые особенности климатических изменений для внутриконтинентальных районов России // Тез. стенд. докл. междунаrod. конф. по проблемам гидрометеорологической безопасности (прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям). – М., 2006.
9. Kharlamova N.F., Revyakin V.S. Regional climate and environmental change in Central Asia // Environmental security and sustainable land use / ed. Hartmut Vogtmann, Nikolai Dobretsov / Springer. The NATO programme for security through science. – The Netherlands, 2006.
10. Шерстюков Б.Г. Пространственные и сезонные особенности изменений климата в период интенсивного глобального потепления : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Казань, 2008.
11. Логинов В.Ф. Пространственно-временные закономерности глобальных изменений температуры и их возможные причины // Известия Иркут. гос. ун-та. – 2008. – Т. 1, №1.
12. Харламова Н.Ф. Континентальность климата внутренних областей России : оценка современного состояния и прогноз // География – теория и практика: современные проблемы и перспективы : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Барнаул, 15–18 апреля 2009 г.) / под ред. Г.Я. Барышникова. – Барнаул, 2009.