

УДК 551.583.15 (571.12+571.5)+911.2

Л. Б. ФИЛАНДЫШЕВА, Н. С. ЕВСЕЕВА, Т. Н. ЖИЛИНА

Томский государственный университет

## ЗОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ГЕОСИСТЕМЫ

*В общей проблеме глобального изменения климата актуально региональное проявление этого процесса. Основное внимание уделено переходным природным зонам — лесотундре (ст. Салехард) и лесостепи (ст. Омск) Западно-Сибирской равнины. В основу работы положены данные по температуре приземного слоя воздуха и осадкам среднесуточного и среднегодового разрешения с 1936 по 2012 г., сгруппированные по трем периодам: с 1936 по 1970 г., с 1971 по 2006 г. и с 2001 по 2012 г. Это позволило выявить тенденции в ходе среднегодовых показателей, рассмотреть внутригодовые и сезонные изменения, провести типизацию лет по термическому режиму и режиму увлажнения. Региональные изменения среднегодовых температур воздуха на станциях Салехард и Омск отражают общие черты и тенденции вариации температуры всего периода наблюдений. Однако в Субарктике потепление стало наиболее заметным с 2001 г., тогда как в лесостепи — с 1970-х гг., что подтверждается увеличением повторяемости теплых и нормальных по термическому режиму лет в указанные периоды. Потепление на юге Западно-Сибирской равнины более интенсивно, чем на севере. Анализ внутригодового хода среднесуточных температур на ст. Омск показал устойчивый их рост с 1971 по 2012 г., особенно в холодное время года. На ст. Салехард динамика температур имеет более сложный характер. Здесь выявлены сопоставимые по продолжительности отрезки времени с чередованием повышения и понижения температуры воздуха. Значение годовых сумм осадков за сравниваемые временные отрезки показало, что их средняя многолетняя величина в рассматриваемых зонах за последние 35 лет увеличилась на ст. Салехард на 26 мм, на ст. Омск — на 15 мм. С 1970-х гг. на территории Западно-Сибирской равнины отмечаются заметные изменения климата, которые в высоких и умеренных широтах имеют существенные различия и оказывают влияние на фенологические явления, структуру сезонных ритмов, условия функционирования ландшафтов и хозяйственную деятельность человека.*

Ключевые слова: климат, изменение, тенденции, температура воздуха, осадки, ландшафты.

*Of particular current importance in the general problem of global climate change is the regional manifestation of this process. The focus of this paper is concentrated on the transitional natural zones: forest tundra (st. Salekhard), and forest-steppe (st. Omsk) of the West Siberian Plain. The study is based on data for ground air temperatures and precipitation at the mean-daily and mean annual level, covering the time interval from 1936 to 2012. The observations are grouped in three periods: from 1936 to 1970, from 1971 to 2006, and from 2001 to 2012 thus making it possible to identify trends in the behavior of mean annual indicators, examine the intra-annual and seasonal changes, and to carry out a typification according to thermal regime and humidification regime. Regional changes in mean annual air temperatures at st. Salekhard and st. Omsk are representative of the general features of temperature variation over the entire observing period. In the Subarctic, however, the warming period became more pronounced in 2001, whereas it started in the 1970s in the forest-steppe, which is borne out by an increase in the recurrence frequency of warm and normal (according to thermal regime) years during the aforementioned periods. The southern part of the West Siberian Plain has experienced a more intense warming than in the north. Analysis of the intra-annual behavior of mean daily temperatures at st. Omsk showed their steady increase during the time interval from 1971 to 2012; this is especially true in regard to a warm season. At st. Salekhard the dynamics of temperatures is more complicated in character. Observation showed comparable (in duration) time spans with alternating increases and decreases in air temperature. The annual precipitation amounts for the time intervals used in the comparison indicated that their mean long-term value in the zones under consideration has increased for the last 35 years by 26 mm at st. Salekhard, and by 15 mm at st. Omsk. Considerable changes of climate have been observed since the 1970s; in high and mid-latitudes, they differ greatly and have influence on phenological phenomena, the structure of seasonal rhythms, the conditions of functioning of landscapes, and on human economic activity.*

Keywords: climate, change, trends, air temperature, precipitation, landscapes.

В течение последних десятилетий ученые всего мира отмечают, что наша планета переживает эпоху потепления [1–9], которая началась примерно 150 лет назад, сменив период похолодания — малую ледниковую эпоху, достигшую своего минимума в середине XIX в. Рост температуры приземного слоя воздуха в последнее столетие (1907–2005 гг.) на глобальном уровне составил 0,75 °С, для территории России — 1,29 °С [5]. Причины этого процесса ученые объясняют разными факторами: антропогенным воздействием на климатическую систему [3, 7, 8, 10], солнечной и геомагнитной активностью, изменениями в крупномасштабной атмосферной циркуляции, астрономическими условиями [11, 12].

Анализ работ, посвященных проблеме глобального потепления, показал, что изменение климата весьма неоднородно как в пространстве, так и во времени. Обширная территория России характеризуется значительными природно обусловленными различиями в климате [12–14], определяющими своеобразие ландшафтов ее регионов, поэтому изучение наблюдаемой и возможной динамики климата для нее очень важно.

Цель данной работы — изучение региональных особенностей пространственно-временных изменений температурных условий и увлажнения в пределах Западно-Сибирской равнины, их влияния на геосистемы разных природных зон. Основное внимание уделено переходным природным зонам — лесотундре и лесостепи, границы которых из-за потепления климата меняются наиболее заметно по сравнению с другими зональными комплексами [15, 16].

### ОБЪЕКТ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Западно-Сибирская равнина — одна из крупнейших низменных аккумулятивных равнин земного шара. Ее площадь более 3 млн км<sup>2</sup>, в рельефе преобладают широкие плоские междуречья. Для поверхности равнины характерна сильная заболоченность (в среднем 30 %). Согласно М. И. Нейштадту [17], это мировой природный феномен, не имеющий по масштабу себе равных.

Еще одна особенность Западно-Сибирской равнины — это хорошо выраженная природная зональность: от зоны тундры до зоны степей. Развиваясь при недостатке тепла на севере и влаги на юге, ландшафты равнины чутко реагируют на малейшие климатические изменения. Уязвимость природы северной части усугубляется наличием здесь многолетней мерзлоты, катастрофически динамичной в условиях современного потепления климата [18, 19].

За основу анализа взяты данные по температуре приземного слоя воздуха и осадкам среднесуточного и среднегодового разрешения из базы данных ВНИИГМИ–МЦД за период с 1936 по 2012 г. по станциям Салехард и Омск. Материалы сгруппированы в три периода: 1) с 1936 по 2006 г.; 2) с 1936 по 1970 г.; 3) с 1971 по 2006 г. За границу между вторым и третьим отрезками времени не случайно взят 1971-й г.: в ряде работ указывается, что с начала 1970-х гг. глобальные изменения климата стали наиболее выраженными [3, 4, 12, 14]. Рубежное значение 1936 и 2006 гг. объясняется необходимостью сопоставления результатов данного исследования с более ранними работами [4, 20].

Закономерности пространственных и временных изменений гидротермического режима изучались методами математической статистики: проводилась оценка нормы и изменчивости статистических рядов, применялись корреляционный метод и тренд-анализ. Значимость линейных трендов устанавливалась по величине коэффициента детерминации ( $R^2$ ), показывающего вклад линейного тренда в общую изменчивость исследуемой переменной. Тенденция считалась значимой, если уровень достоверности был равен или превышал 95 % ( $p \pm 0,95$ ). При объеме выборки 50 лет и более это отвечает значению  $R^2 \pm 0,08$ , при объеме выборки 100 лет —  $R^2 \pm 0,04$  [21].

В данной работе также сделана оценка степени аномальности гидротермических условий, по величине которой для каждого года определялся тип термического режима и режима увлажнения. За нормальный случай принимался такой, у которого отклонение от средней величины было меньше или равно среднему квадратическому отклонению ряда, в ином случае он рассматривался как аномальный (отклонение больше среднее квадратическое, но меньше его двойной величины) или экстремальный (отклонение больше двойной величины среднее квадратическое отклонения) [20]. Кроме того, проведен анализ литературных источников, отражающих наблюдения за природными явлениями в разных природных зонах. Это начало ледостава и ледохода р. Оби у г. Салехарда и р. Иртыша у г. Омска в 1940–1985 гг.; материалы о внутривековых колебаниях уровней озер юга Западно-Сибирской равнины; данные по водности болот и др.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сравнительный анализ полученных данных показал, что многолетний ход среднегодовых температур приземного слоя воздуха, их линейные тренды за 70-летний период (1936–2006 гг.) для станций Салехард (лесотундра) и Омск (лесостепь) имеют заметные различия (рис. 1). Так, на ст. Салехард отмечается слабая отрицательная тенденция в их ходе, равная  $-0,024$  °C (см. рис. 1, а; табл. 1), тогда как на ст. Омск она положительная ( $+0,34$  °C) и сопоставима со скоростью потепления по всей Западно-Сибирской равнине

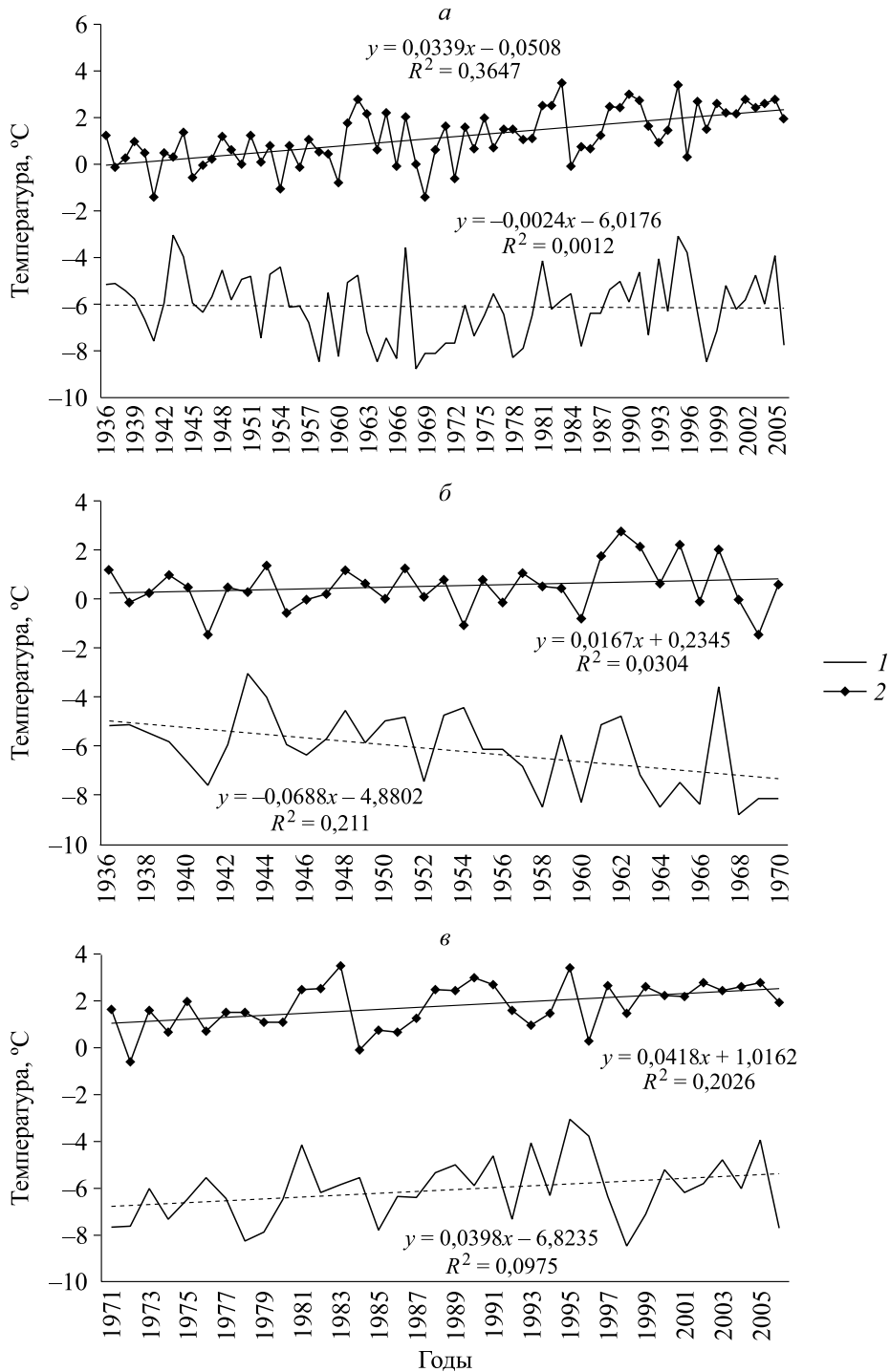


Рис. 1. Изменение среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях Салехард (1) и Омск (2).  
Периоды: а — с 1936 по 2006 г., б — с 1936 по 1970 г., в — с 1971 по 2006 г.

(+0,33 °С) за период с 1975 по 2000 г. [13]. На северной станции среднегодовая температура в начале тренда была равна  $-6,02$  °С, в конце тренда она понизилась примерно на  $0,20-0,24$  °С и составила  $-6,2$  °С. На южной станции среднегодовая температура выросла за указанный период на  $2,38$  °С: с  $-0,05$  до  $+2,33$  °С.

Таблица 1

**Основные параметры среднегодовой температуры воздуха**

Период, годы	Среднегодовая температура воздуха, °С			
	многолетняя	минимальная	максимальная	коэффициент вариации
<i>Ст. Салехард (лесотундра)</i>				
1936–1970	–6,12	–8,75 (1966 г.)	–3,02 (1946)	0,49
1971–2006	–6,09	–8,46 (1998)	–3,06 (1994)	0,44
1936–2006	–6,10	–8,75 (1966)	–3,02 (1946)	0,47
2001–2012	–5,28	–7,73 (2006)	–3,33 (2012)	0,82
<i>Ст. Омск (лесостепь)</i>				
1936–1970	+0,54	–1,43 (1941)	+2,77 (1962)	1,80
1971–2006	+1,79	–0,60 (1972)	+3,50 (1983)	0,54
1936–2006	+1,17	–1,43 (1943)	+3,50 (1983)	0,99
2001–2012	+2,31	+1,05 (2010)	+ 3,45 (2008)	0,30

Анализ табл. 1, в которой представлены значения многолетних среднегодовых температур воздуха и коэффициенты вариации, рассчитанные по трем рассматриваемым периодам и дополнительному (2001–2012 гг.), показывает, что наиболее теплым отрезком времени текущего столетия на всей территории равнины был последний.

Региональные изменения среднегодовых температур приземного слоя воздуха на станциях Салехард и Омск отражают общие черты и тенденции изменения температуры нижнего слоя атмосферы за период с 1936 по 2012 г. Однако значения среднегодовой температуры воздуха не были монотонно возрастающими и одновременными: наблюдались потепления и похолодания (см. табл. 1). Так, наиболее низкие значения среднегодовой температуры воздуха на ст. Салехард отмечались в 1966, 1998 и 2006 гг., а наиболее высокие — в 1946, 1994 и 2012 гг., на ст. Омск — соответственно в 1941, 1943, 1972 гг. и в 1962, 1983, 2008 гг.

Многолетний уровень среднегодовой температуры воздуха на ст. Салехард заметно вырос лишь в четвертый период (2001–2012 гг.), увеличившись по сравнению с первым на 0,84 °С. Для природы Субарктики это имеет большое значение: результатом стало интенсивное таяние многолетней мерзлоты. На ст. Омск изменения в уровнях многолетних среднегодовых температур воздуха и показателей их изменчивости от периода к периоду оказались более выраженными. Так, от первого ко второму периоду средний уровень температуры вырос в 3,3 раза и примерно во столько же раз уменьшился коэффициент вариации (см. табл. 1). Еще значительно (в 4,3 раза) вырос уровень среднегодовой температуры воздуха в 2001–2012 гг. по сравнению с 1936–1970 гг. (см. табл. 1).

Особенности термического режима внутри рассматриваемых периодов отражены в табл. 2. Из приведенных данных видно, что на ст. Салехард пропорции в повторяемости случаев с разными типами

Таблица 2

**Повторяемость (%) разных типов лет по термическому режиму**

Период, годы	Типы термического режима				
	О/Х	Х	Н	Т	О/Т
<i>Ст. Салехард (лесотундра)</i>					
1936–1970	0	25,7	60,0	14,0	2,8
1971–2006	0	20,0	65,7	14,3	2,8
2001–2012	0	0	58,3	41,7	0
<i>Ст. Омск (лесостепь)</i>					
1936–1970	5,7	22,9	65,7	5,7	0
1971–2006	0	5,7	51,4	42,8	0
2001–2012	0	0	50,0	50,0	0

Примечание. Типы термического режима: О/Х — очень холодный, Х — холодный, Н — нормальный, Т — теплый, О/Т — очень теплый.

термического режима в первом и втором периодах практически одинаковые, тогда как в последнее десятилетие доля теплых лет выросла в три раза. На ст. Омск в первом периоде преобладали нормальные по термическому режиму годы; холодные повторялись почти в пять раз чаще, чем теплые. Во втором периоде картина поменялась на обратную: количество теплых лет увеличилось в 7,5 раза по сравнению с холодными. В период 2001–2012 гг. с одинаковой частотой (50 %) наблюдались только нормальные и теплые по термическому режиму годы (см. табл. 2).

Следует отметить, что одновременно на севере и юге Западно-Сибирской равнины за период с 1936 по 2012 г. холодные по термическому режиму годы отмечались в 7,8 % случаев (1941, 1960, 1966, 1968, 1969 — все относятся к первому периоду), теплые — в 6,5 % случаев (1948, 1981, 1995, 2005, 2007). Общее число совпадений составило всего 14,3 % из 77 рассмотренных лет. На слабую связь термических режимов лесотундры и лесостепи указывает также малая величина коэффициента корреляции ( $r = +0,338 \pm 0,1$ ) между временными рядами среднегодовых температур воздуха станций Салехард и Омск. Это является результатом расположения станций в разных географических широтах и разных климатических областях, которые чаще всего оказываются под воздействием неодинаковых циркуляционных процессов, обуславливающих различия в их температурных условиях и режиме осадков.

Отличительные особенности термических режимов исследуемых периодов иллюстрирует рис. 1. На рассматриваемых станциях тренды среднегодовых температур воздуха имеют разный знак только в первом периоде (см. рис. 1, б): на ст. Омск он положительный (+0,17 °C/10 лет), на ст. Салехард — отрицательный (–0,68 °C/10 лет). Темпы понижения температуры за 1936–1970 гг. на севере Западно-Сибирской равнины были в три раза выше темпов их роста на юге.

В промежутке с 1971 по 2006 г. на обеих станциях тренды среднегодовых температур воздуха положительные и сопоставимы по величине (см. рис. 1, в): +0,41 °C/10 лет на ст. Омск и +0,4 °C/10 лет на ст. Салехард. Разность температур от начала к концу тренда составила 0,44 °C (от +1,0 до +1,44 °C для ст. Омск) и 1,4 °C (от –6,8 до –5,4 °C для ст. Салехард). Таким образом, с 1970-х гг. на территории равнины отмечается потепление климата, причем увеличение температур на севере оказалось примерно в три раза большим, чем на юге.

Региональные особенности внутригодовых изменений климатических режимов — средний многолетний ход среднесуточных температур воздуха за сравниваемые периоды по станциям Салехард и Омск — представлены на рис. 2.

На ст. Омск в течение всего года многолетние значения среднесуточных температур воздуха второго периода выше значений температур первого, особенно в холодное время года (температуры ниже 0 °C). Так, если в первом периоде средняя многолетняя среднесуточная температура воздуха за указанный отрезок времени составила –13,4 °C, то во втором она повысилась до –11,4 °C (на 2 °C), что согласуется с оценочными данными об уровне роста зимних температур в целом по Западной Сибири [13, 14]. Различия в средних многолетних среднесуточных температурах за теплую часть года (температуры устойчиво выше 0 °C) оказались незначительными. Во втором периоде они в среднем на 0,5 °C выше (+12,6 °C) по сравнению с первым (+12,1 °C).

На ст. Салехард таких заметных изменений в уровне температур от первого периода ко второму не наблюдается (см. рис. 2, а). Различия в их ходе выразились в повышении температуры воздуха во второй период в теплую и холодную части года только на 0,3 °C: с +8,9 до +9,1 °C и с –15,3 до –15 °C соответственно. Следует отметить, что хотя в последние десятилетия на ст. Салехард изменения многолетних температур воздуха за крупные структурные единицы годового цикла невелики, тем не менее на кривой годового хода среднесуточной температуры второго периода выделяются отрезки времени с ростом температуры, сопоставимым с потеплением климата в России и Западной Сибири. Это отмечается в следующие календарные сроки: с 19.01 по 1.02 (на +1,9 °C); с 14.02 по 31.03 (на +2,3 °C); с 29.04 по 16.05 (на +0,8 °C); с 16.07 по 29.07 (на +0,9 °C); с 16.07 по 29.07 (на +0,5 °C); с 14.12 по 26.12 (на +1,2 °C) (см. рис. 2, а). Однако рост температуры воздуха в указанные временные отрезки практически не повысил многолетнюю среднюю годовую температуру второго периода, что объясняется наличием в годовом суточном ходе временных промежутков, уровень значений температуры которых оказался не выше, а ниже первого (особенно на ветви спада температур от –15 до –26 °C) (см. рис. 2, а) [22].

Проведенное исследование межгодовых и внутригодовых изменений температурных условий показало, что в пределах рассматриваемых природных зон Западно-Сибирской равнины наблюдается современное потепление климата. Наиболее быстрыми темпами этот процесс развивается в умеренных широтах, где повышение среднесуточных температур установлено на протяжении большей части года.

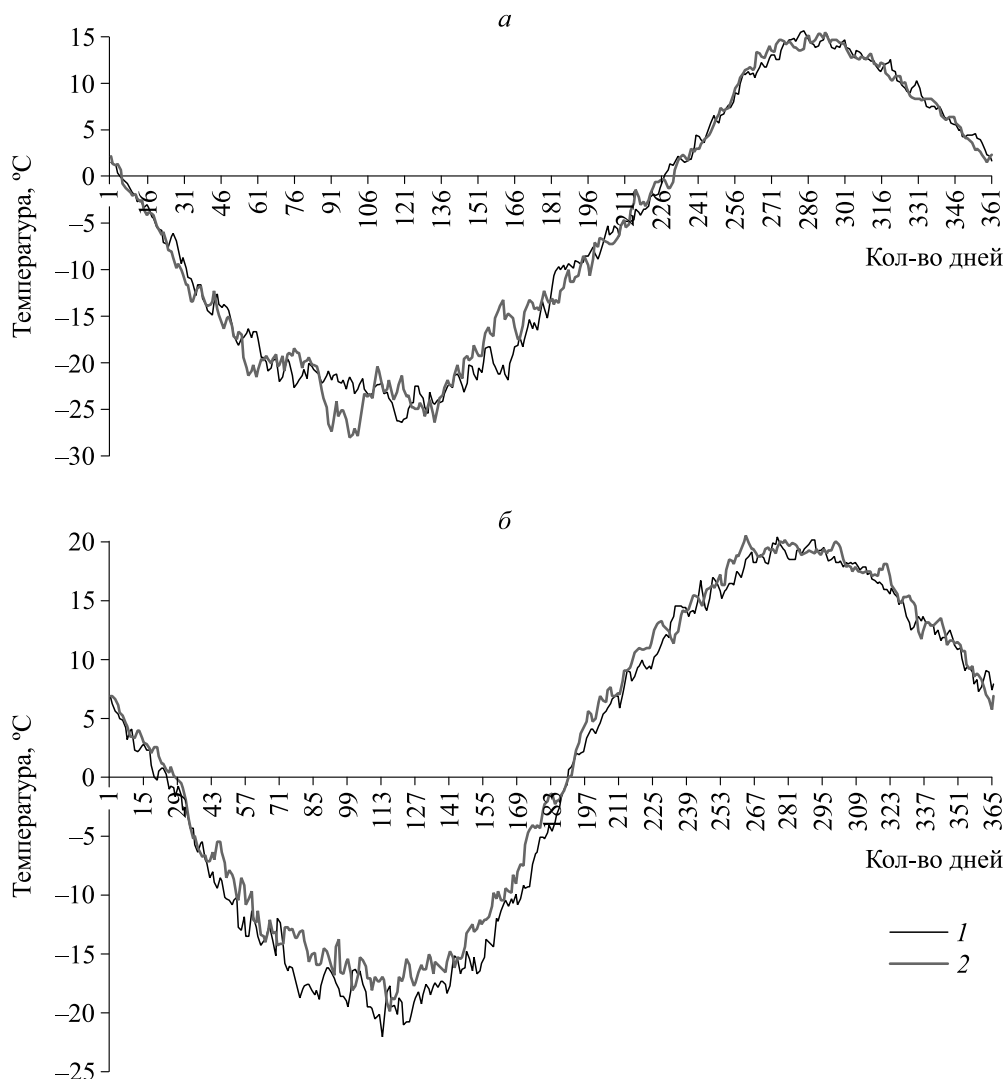


Рис. 2. Хронологический ход средней многолетней среднесуточной температуры воздуха (с 1 октября) на станциях Салехард (а) и Омск (б) [22] за периоды с 1936 по 1970 г. (1) и с 1971 по 2006 г. (2).

Таблица 3

**Основные параметры годовых сумм осадков и повторяемость (%) разных типов лет по режиму увлажнения**

Период, годы	Средняя сумма осадков за год, мм	Среднее квадратическое отклонение, мм	Тип увлажнения, % (годы)				
			очень избыточное	избыточное	нормальное	недостаточное	очень недостаточное
<i>Ст. Салехард (лесотундра)</i>							
1936–1970	420,1	±100,0	3 (1937, 1958)	14,2 (1939, 1951, 1956, 1966, 1968)	65,7	17,7 (1936, 1946, 1947, 1960, 1970)	0
1971–2006	446,7	±71,0	3 (1995)	11,4 (1975, 1982, 1983, 1998)	68,5	17,1 (1974, 1976, 1984, 1987, 1989, 2004)	0
<i>Ст. Омск (лесостепь)</i>							
1936–1970	331,0	±75,8	3 (1938)	17,1 (1946, 1950, 1960, 1966, 1968, 1970)	65,6	14,3 (1936, 1948, 1951, 1952, 1955)	0
1971–2006	406,0	±75,2	11,4 (1975, 1979, 1993, 2002)	8,6 (1982, 1986, 1987)	68,6	11,4 (1974, 1981, 1988, 1999)	0

В высоких широтах оно имеет более сложный характер, что согласуется с данными работ по европейскому Северу России [23].

Анализ годовых сумм осадков показал увеличение их количества как на севере, так и на юге равнины за период с 1971 по 2006 г.: на ст. Салехард — на 26 мм, на ст. Омск — на 75 мм. Таким образом, в лесостепной зоне величина прироста годовой суммы осадков оказалась почти в три раза больше, чем в лесотундре. По количеству выпавших за год сумм осадков были выделены типы лет, отличающиеся по режиму увлажнения (табл. 3). Из таблицы видно, что в лесостепной зоне во втором периоде увеличилась доля очень избыточно влажных лет — с 3 до 11,4 %.

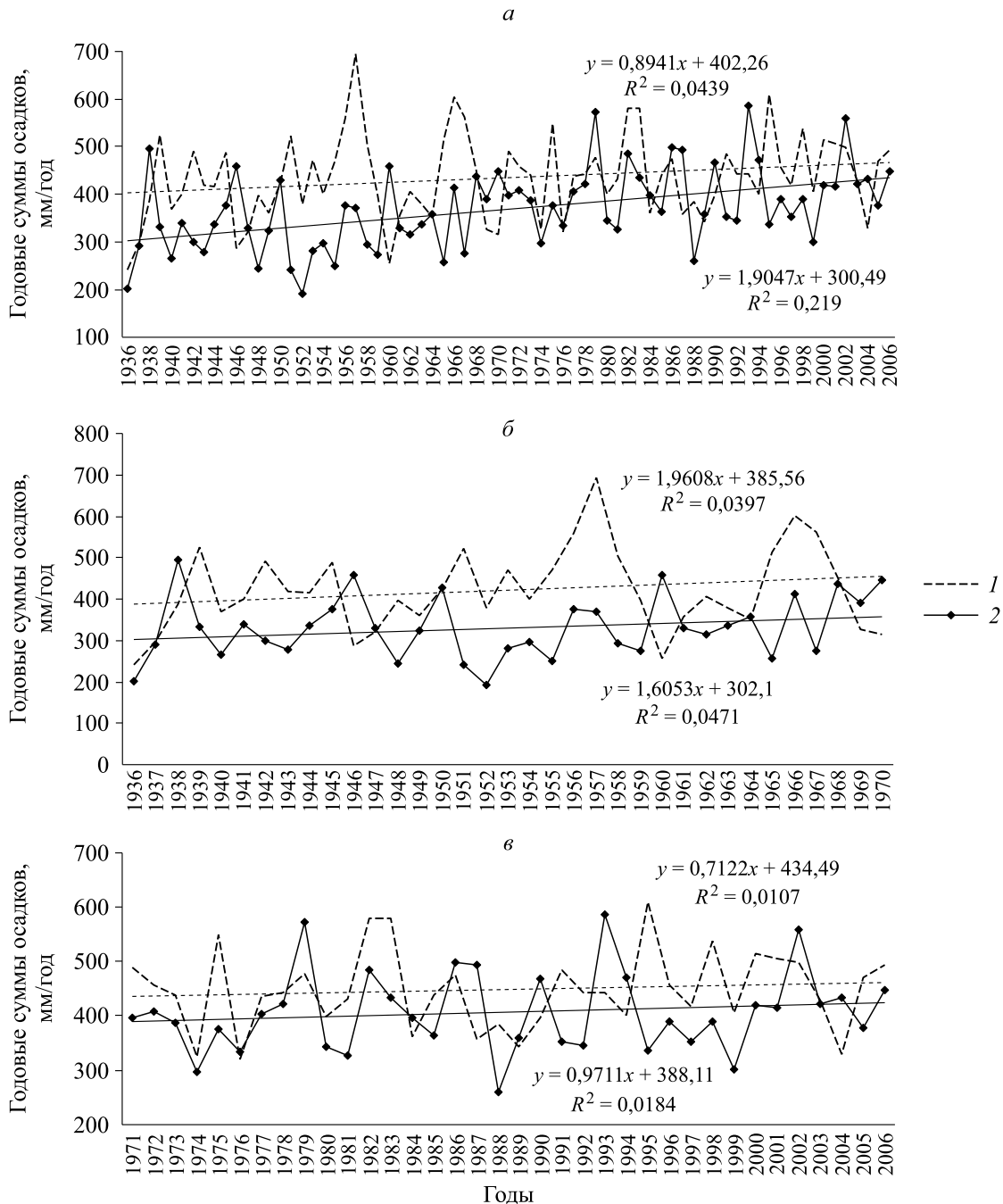


Рис. 3. Изменение среднегодовых сумм осадков на станциях Салехард (1) и Омск (2).

Периоды: а — с 1936 по 2006 г., б — с 1936 по 1970 г., в — с 1971 по 2006 г.

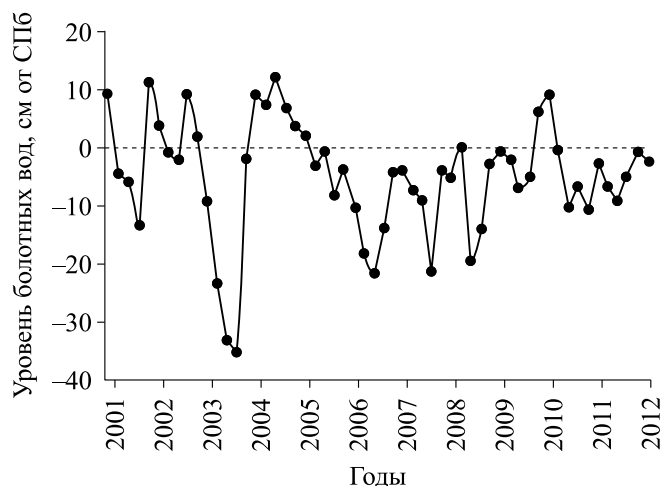


Рис. 4. Многолетняя динамика уровней болотных вод низинного болота Самара.

СПб — средняя поверхность болота [27].

Перечень аномальных по увлажнению лет показывает, что в один и тот же год режимы увлажнения на севере и юге равнины значительно отличались. Так, только в четырех случаях из 70 лет наблюдений знак и величина аномальности совпадали (избыточно влажные годы — 1962 и 1982, недостаточно увлажненные — 1936 и 1971).

Многолетний ход сумм годовых осадков представлен на рис. 3. Четко видна тенденция к

их увеличению на протяжении 1936–2006 гг., особенно в период с 1936 по 1970 г.

Выявленные региональные особенности в изменениях гидротермических условий Западно-Сибирской равнины оказывают большое влияние на развитие природных процессов, в частности на ледовый режим рек и уровень озер лесостепной зоны. Рассмотрим ряд примеров.

**Ледовый режим рек.** Возникновение, развитие и разрушение ледяных образований на реках в основном зависят от температуры воздуха, поэтому сведения о ледовом режиме рек могут быть использованы для реконструкции сроков сезонов года и их динамики [24].

Анализ материалов по датам начала ледостава и ледохода на р. Иртыше у г. Омска и на р. Оби у г. Салехарда за период с 1940 по 1985 г. показал, что средние даты первого и второго явлений приходятся у Иртыша на 10 ноября и на 25 апреля, у Оби — на 29 октября и 28 мая [25].

В холодные по термическому режиму годы ледостав начинается в более ранние сроки: например, на ст. Салехард в 1966 г. на 17 дней раньше обычного, а в 1985 г. — на 10 дней. На ст. Омск ранний ледостав отмечался в 1976 г. (на 13 дней раньше), в 1940, 1943, 1950 и 1966 гг. (на 6–8 дней). В холодные годы позднее начинается и ледоход, особенно на севере: в 1969 г. — на 14 дней, в 1958 г. — на 9, в 1970 г. — на 8 дней позже обычного.

В теплые по термическому режиму годы наступление ледостава происходит позже средних многолетних сроков, а ледохода — раньше. Так, на обеих станциях одновременно ледостав начинался позднее обычного в 1941, 1942 и 1954 гг.; ранний ледоход отмечен в 1942, 1943 и 1967 гг. Теплый период 1977–1980 гг. наиболее ярко проявился в сроках ледостава на Иртыше у Омска. Так, в 1978 г. ледостав запоздал на 10 дней, в 1979 г. — почти на месяц, а в 1980 г. его там вообще не наблюдалось. В эти же годы был и ранний (на 12 дней) ледоход. Ранний ледостав р. Оби у г. Салехарда отмечался в 1984 г. (на 8 дней), 1986 (на 16 дней) и 1987 г. (на 10 дней).

**Уровень озер лесостепной зоны.** Режим выпадения атмосферных осадков, как и термические условия, оказывает существенное влияние на колебания уровней озер юга Западно-Сибирской равнины. В годы с большим количеством осадков этот показатель, как правило, выше обычного. Так, наиболее высокие уровни на малых озерах отмечались в увлажненные годы (1932, 1934–1935, 1941–1942, 1947–1948, 1961–1962, 1977, 1985–1987), наиболее низкие — в недостаточно увлажненные годы (1940, 1945, 1967, 1975–1976, 1982) [26].

Наблюдения за годовым ходом уровня вод низинного болота Самара (ст. Бакчар, южная тайга) в течение 2001–2012 гг. (рис. 4) показали, что наиболее высоким он был во влажные 2001–2005 и 2010 гг.

Устойчивая тенденция к потеплению климата приводит к изменению климатических режимов естественных сезонных ритмов [20] и сроков фенологических явлений [28], а также влияет на развитие экзогенных процессов рельефообразования — плоскостной и овражной эрозии, дефляции, оползней и др. [29].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что в пределах рассматриваемых природных зон Западно-Сибирской равнины наблюдается современное потепление климата. При этом в лесотундре повышение



среднегодовой температуры воздуха наиболее заметно проявилось в период с 2001 по 2012 г. и вызвало интенсивное таяние многолетней мерзлоты, сопровождающееся развитием термокарста. В лесостепи оно началось раньше, в 1936–1970 гг., и сопровождалось изменением уровней озер.

Анализ данных типов лет по термическому режиму свидетельствует о том, что в последнее десятилетие стали преобладать нормальные и теплые годы. В то же время имеют место как очень холодные и холодные, так и очень теплые годы, хотя их повторяемость заметно уменьшилась.

При сопоставлении годовых сумм осадков за выбранные временные периоды установлено, что их средняя многолетняя величина за последние 35 лет увеличилась по сравнению с предшествующим периодом (особенно в лесостепной зоне), хотя в пределах последнего периода и отмечается тенденция к снижению годовой суммы осадков [30, 31].

Увеличение количества осадков на юге Западно-Сибирской равнины происходит неравномерно как в пространстве, так и во времени. Например, Е. Д. Лапшина [32] отмечает уменьшение водности болот на юге лесной зоны, что выражается в залесении ранее открытых торфяников. Многие современные болотные фации с хорошо выраженным древесным ярусом не успели еще отложить собственного пласта торфа, либо он маломощен (10–12 см), и развиваются на торфах более гидрофильных предшествующих фаций. Кроме того, наблюдаются колебания уровней и площадей озер юга равнины.

Дальнейшее потепление может привести к смещению границ природных зон. Происходящие изменения и колебания климата на территории Западно-Сибирской равнины оказывают влияние на фенологические явления, структуру сезонных ритмов и условия функционирования ландшафтов.

Проанализировав полученные материалы, данные палеогеографических исследований четвертичного периода, авторы в целом поддерживают мнение В. М. Котлякова [6] о том, что современные изменения климата не являются чем-то новым в истории Земли. В. М. Котляков отмечает, что три предыдущих межледниковья, предшествовавшие голоцену, были более теплыми по сравнению с ним, т. е. глобальная температура воздуха в современную эпоху все еще на 1,5–2 °С ниже, чем в то время. Таким образом, несмотря на возможность антропогенного воздействия, колебания температуры на Земле не выходят за рамки естественных изменений, характерных для всей последней геологической эпохи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бudyko М. И., Борзенкова И. И., Менжулин Г. В., Селякова К. И. Предстоящие изменения климата // Изв. РАН. Сер. геогр. — 1992. — № 4. — С. 36–52.
2. Израэль Ю. А. Изменения глобального климата, их причины и последствия // Глобальные экологические проблемы на пороге XXI века. — М.: Наука, 1998. — С. 49–68.
3. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Оценка предстоящих изменений климата на территории Российской Федерации // Метеорология и гидрология. — 2009. — № 11. — С. 15–29.
4. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. — Обнинск: ВНИИГМИ–МЦД, 2008. — 247 с.
5. Мелешко В. П., Катцков В. М., Кароль И. Л. К вопросу о предотвращении глобального потепления посредством рассеивания сульфатного аэрозоля в атмосфере // Труды Гл. геофиз. обсерватории им. А. И. Воейкова. — СПб., 2010. — С. 7–27.
6. Котляков В. М. О причинах и следствиях современных изменений климата // Солнечно-земная физика. — 2012. — Вып. 21. — С. 110–114.
7. Jones P. D., New M., Parker D. E., Martin S., Rigor I. G. Surface air temperature and its changes over the past 150 years // Rev. Geophys. — 1999. — Vol. 37, N 2. — P. 173–199.
8. Parker D. E., Jones P. D., Peterson T. C., Kennedy J. Comment on «Unresolved issues with the assessment of multi-decadal global land surface temperature trends» by Roger A., Pielke Sr. et al. // Journ. Geophys. Res. — 2009. — 114 [Электронный ресурс]. — <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.182.8328&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения 04.04.2014).
9. Outten S. D., Esau I. A link between Arctic sea ice and recent cooling trends over Eurasia // Climatic Change. — 2012. — 110. — P. 1069–1075.
10. Монин А. С., Сонечкин Д. М. Колебания климата по данным наблюдений: тройной солнечный и другие циклы. — М.: Наука, 2005. — 191 с.
11. Попова В. В., Полякова И. А. Изменение сроков разрушения устойчивого снежного покрова на севере Евразии в 1936–2008 гг., влияние глобального потепления и роль крупномасштабной атмосферной циркуляции // Лед и снег. — 2013. — № 2. — С. 29–38.

12. МГЭИК (IPCC): Изменения климата: Третий оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). — 2001 [Электронный ресурс]. — [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/vol4/russian/index.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/vol4/russian/index.htm) (дата обращения 06.04.2014).
13. **Оценочный доклад об изменении климата и его последствий на территории Российской Федерации. Общее резюме.** — М.: Росгидромет, 2008. — 29 с.
14. **Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 гг. и их влияние на отрасли экономики России.** — М.: Росгидромет, 2005. — 18 с.
15. **Коломыц Э. Г.** Ландшафтные исследования в переходных зонах. — М.: Наука, 1987. — 120 с.
16. **Шиятов С. Г., Мазепа В. С.** Климатическая динамика лесотундровой растительности на Полярном Урале // Лесоведение. — 2007. — № 6. — С. 11–22.
17. **Нейштадт М. И.** Мировой природный феномен — заболоченность Западно-Сибирской равнины // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1971. — № 1. — С. 21–34.
18. **Анисимов О. А., Белолуцкая М. А.** Оценка влияния изменения климата и деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России // Метеорология и гидрология. — 2006. — № 6. — С. 15–22.
19. **Шерстюков А. Б.** Изменения климата и их последствия в зоне многолетней мерзлоты России. — Обнинск: ВНИИГМИ–МЦД, 2009. — 127 с.
20. **Филандышева Л. Б., Сорока А. С.** Изучение ритмов зимнего сезона на юго-западе Западно-Сибирской равнины в свете глобальных изменений климата // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер. естеств. и техн. науки. — 2013. — Т. 18, вып. 2. — С. 710–714.
21. **Новороцкий П. В.** Изменение климата в бассейне Амура // Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур. — М.: WWF России, 2006. — С. 22–42.
22. **Сапьян Е. С., Филандышева Л. Б.** Особенности внутригодовой динамики термического режима природных зон Западно-Сибирской равнины // Междунар. конф. и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для окружающей среды — Enviromis 2014. — Томск, 2014. — С. 31–34.
23. **Филатов Н. Н.** Изменения и изменчивость климата европейского Севера России и их влияние на водные объекты // Арктика: экология и экономика. — 2012. — № 2 (6). — С. 80–93.
24. **Жилина Т. Н.** Малый ледниковый период как одно из колебаний климата в голоцене и его последствия в Западной Сибири // Вестн. Том. ун-та. Сер. Науки о Земле. — 2010. — № 340. — С. 206–211.
25. **Гидрологический ежегодник. Бассейн Карского моря (западная часть). Бассейны рек Иртыша, Оби ниже устья р. Иртыша и рек Обской губы к западу до границы с Баренцевым морем.** — Л.: Гидрометеоиздат, 1940–1983. — Т. 6, вып. 4–6, 8, 9.
26. **Савченко В. Н.** Озера южных равнин Западной Сибири. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. — 300 с.
27. **Ландшафты болот Томской области / Под ред. Н. С. Евсеевой.** — Томск: Изд-во НТЛ, 2012. — 400 с.
28. **Гребенюк Г. Н., Кузнецова В. П.** Современная динамика и фенологическая изменчивость северных территорий // Фундам. исследования. — 2012. — № 11. — С. 1063–1077.
29. **Евсеева Н. С.** Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. — Томск: Изд-во НТЛ, 2009. — 484 с.
30. **Ипполитов Н. Н., Кабанов М. В., Логинов С. В., Харюткина Е. В.** Структура и динамика метеорологических полей на азиатской территории России в период интенсивного глобального потепления 1975–2005 гг. // Журн. Сиб. федер. ун-та. Биология (спец. вып. «Изменение климата и экосистемы»). — 2008. — 1 (4). — С. 323–344.
31. **Ипполитов И. И., Кабанов М. В., Логинов С. В., Харюткина Е. В.** Структура метеорологических полей по данным наблюдений и реанализов // Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. — Вып. 38. — С. 41–60.
32. **Лапшина Е. Д.** Флора болот юго-востока Западной Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. — 296 с.

*Поступила в редакцию 28 августа 2014 г.*