

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ СТРУКТУРЫ ЗИМНЕГО СЕЗОНА ГОДА И ИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ЮГО-ЗАПАДЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Для южной тайги и лесостепной зоны юго-запада Западно-Сибирской равнины рассмотрены типы структуры зимнего сезона года и их климатические характеристики (временные показатели и гидротермического режима) за два равных по продолжительности периода – с 1936 по 1970 г. и с 1971 по 2006 г. Это позволило установить разнообразие типов структуры данного сезона, показать климатические особенности каждого из них, определить вероятностные комбинации и выявить тенденции развития.

Ключевые слова: ритм; сезон; структура; модель; тенденция.

Данная работа посвящена исследованию динамики типов структуры зимнего сезона года и их климатических характеристик (временных показателей: дат начала, конца и продолжительности; показателей гидротермического режима: сумм температур, средних среднесуточных температур воздуха, сумм осадков) за период с 1936 по 2006 г. по ст. Леуши (южная тайга) и ст. Омск (лесостепная зона). Такой анализ позволяет комплексно оценить региональные особенности современных тенденций естественных климатических ритмов в условиях меняющегося на глобальном уровне климата.

Под сезонной структурой годового цикла понимается количество сезонов, из которых состоит год, а под структурой сезона – количество фаз, входящих в него. Отклонения в их структуре в конкретные годы от зональной модели, обусловленные аномалиями в развитии циркуляционных процессов, приводят к разрушению ритма природно-территориального комплекса. Как правило, в таких случаях наблюдаются значительные отклонения от нормы погодных условий, учет и изучение которых важны при решении как теоретических, так и практических задач, например, связанных с вопросами динамики развития и функционирования ландшафтов.

Зональные структурные модели естественных сезонных ритмов годового цикла для природных зон юго-запада Западно-Сибирской равнины (ЗСР) нами были установлены и обоснованы ранее с использованием комплексно-генетического метода [1]. Средняя многолетняя структура зимы в природных зонах исследуемого региона трехфазная. Она включает в себя следующие структурные единицы: умеренно-морозную фазу (УМ), значительно-морозную фазу (ЗМ) и предвесенье (ПВ). Для определения границ зимнего сезона за каждый год длительного периода принимаются даты образования устойчивого снежного покрова и начала устойчивых морозов в начале сезона и дата конца устойчивых морозов в его конце. Центральная фаза зимы (ЗМ) с обеих сторон ограничивается устойчивым переходом средней суточной температуры воздуха через -16°C [1, 2].

Накопленные данные о ежегодной структуре зимнего сезона за 70 лет позволили нам проанализировать динамические изменения в повторяемости типов его структуры за два равных по продолжительности периода – 1936–1970 гг. (первый период) и 1971–2006 гг. (второй период). За границу между ними 1971 г. взят не случайно, так как в ряде работ указывается, что именно с начала семидесятых годов глобальные изменения климата стали наиболее заметными [3–6].

За период с 1936 по 2008 г. в пределах юго-запада ЗСР отмечались различные по структуре типы зимнего сезона: трехфазные (Зф), двухфазные без УМ (2фб1), двухфазные без ПВ (2фб3), безъядерные (Б/Я), с неустойчивым термическим режимом (НТР), двухъядерные. Повторяемость типов структуры зимнего сезона по рассматриваемым периодам представлена в табл. 1.

Для выявления особенностей типов зимнего сезона и их динамических составляющих для каждого из них нами были рассчитаны основные климатические характеристики (табл. 2, 3).

С этой же целью в зависимости от степени аномальности была проведена типизация временных показателей и характеристик гидротермического режима. Аномальность устанавливалась путем сопоставления величины отклонения рассматриваемого показателя в конкретный год от его средней многолетней нормы (норма рассчитывалась для каждого периода без учета типа структуры сезона) со значением среднего квадратического отклонения (σ). За нормальный случай принимался такой, когда полученное отклонение не превосходило среднее квадратическое отклонение, в другом варианте тип рассматривался как аномальный. В соответствии с вышесказанным зимние сезоны года нами были разделены на следующие типы: по датам начала и конца сезона – на нормальные, поздние, ранние, очень поздние, очень ранние; по продолжительности – на нормальные, короткие, длинные, очень короткие, очень длинные; по термическому режиму – на нормальные, теплые, холодные, очень теплые и очень холодные; по сумме осадков – на нормальные, с большой суммой осадков, с недостаточной суммой осадков, очень большим и очень малым количеством осадков; по степени снежности – на малоснежные, среднеснежные, многоснежные. При характеристике каждого типа структуры зимнего сезона в работе были рассмотрены все возможные сочетания указанных типов климатических режимов, что, в свою очередь, позволило установить их разнообразие, выявить своеобразные черты и определить вероятностные комбинации между ними; последнее может иметь прогностическое значение.

Как следует из табл. 1, по повторяемости в пределах юго-запада ЗСР преобладают зимы с трехфазной структурой. Зимы данного типа в первом периоде отмечались в южной тайге в 63% случаев, во втором периоде – в 50%. В лесостепной зоне их частота оказалась равной 62 и 49% соответственно, т.е. число зим с трехфазной структурой в период с 1971 по 2006 г. заметно уменьшилось.

Таблица 1

Повторяемость типов структуры зимнего сезона года, %

Период, годы	Типы структуры зимнего сезона					
	3ф	2ф без:		Б/Я	НТР	2яд.
		1	3			
ст. Леуши (южная тайга)						
1936–1970	63	6	–	20	8	3
1971–2006	50	3	3	26	18	–
ст. Омск (лесостепная зона)						
1936–1970	6	9	9	11	9	–
1971–2006	49	6	–	34	11	–

Условные обозначения: 3ф – трехфазная по структуре зима, 2фб1 – двухфазная без первой фазы (без умеренно-морозной зимы), 2фб3 – двухфазная без третьей фазы (без предвесенья), Б/Я – безъядерная зима, НТР – зима с неустойчивым термическим режимом, 2яд – двухъядерная по структуре зима.

Таблица 2

Климатические характеристики разных типов по структуре зимних сезонов года за период с 1936 по 1970 г.

Тип структуры	Тн	Тк	Δl, дни	ΣТ, °С	tcp, °С	Σос, мм
ст. Леуши (южная тайга)						
3ф	01.11	23.03	144	–2170,4	–15,1	–
2фб1	14.11	31.03	139	–2208,1	–15,8	–
Б/Я	02.11	19.03	139	–1482,7	–10,6	–
НТР	07.11	18.03	132	–1787,8	–13,5	–
2яд	04.11	22.03	139	–2558,4	–18,5	–
ст. Омск (лесостепная зона)						
3ф	06.11	21.03	134	–2210,78	–16,1	40,8
2фб1	15.11	26.03	132	–2369,7	–17,9	22,2
2фб3	13.11	15.03	122	–2047,5	–15,7	53
Б/Я	06.11	22.03	140	–1908,83	–13,9	40,9
НТР	11.11	15.03	126	–1788,2	–14,2	59,8

Условные обозначения: 3ф – трехфазная по структуре зима, 2фб1 – двухфазная без первой фазы (без умеренно-морозной зимы), 2фб3 – двухфазная без третьей фазы (без предвесенья), Б/Я – безъядерная зима, НТР – зима с неустойчивым термическим режимом, 2яд – двухъядерная по структуре зима; Тн – дата начала, Тк – дата конца, Δl – продолжительность, ΣТ, °С – сумма средних суточных температур воздуха за сезон, tcp, °С – средняя суточная температура воздуха за сезон, Σос, мм – сумма осадков, «–» – нет данных.

Таблица 3

Климатические характеристики разных типов по структуре зимних сезонов года за период с 1971 по 2006 г.

Типы структуры	Тн	Тк	Δl, дни	ΣТ, °С	tcp, °С	Σос, мм
ст. Леуши (южная тайга)						
3ф	09.11	14.03	126	–1934	–15,4	94
2фб1	26.11	04.03	99	–1922,4	–19,4	105,4
2фб3	28.10	14.03	138	–2442,5	–17,6	95,2
Б/Я	14.11	07.03	116	–1407,6	–12,2	86
НТР	21.11	09.03	109	–1682,1	–15,4	101,1
ст. Омск (лесостепная зона)						
3ф	09.11	20.03	132	–1981,2	–15,0	92,1
2фб1	15.11	22.03	129	–2183,3	–16,8	78,2
Б/Я	21.11	09.03	108	–1385,2	–12,3	85,2
НТР	07.11	19.03	134	–1654,3	–12,3	87,3

Условные обозначения к табл. 3 см. в табл. 2.

Среди трехфазных зим в течение всего семидесятилетнего периода исследования преобладали зимы с нормальными типами дат начала и конца сезона. Так, на ст. Леуши в первом периоде их повторяемость составила 54,5% случаев (это зимы 1938/39, 1939/40, 1941/42, 1944/45, 1945/46, 1946/47, 1950/51, 1955/56, 1956/57, 1957/58, 1965/66, 1970/71 гг.). По продолжительности (как и по термическому режиму и увлажнению) среди них также преобладали нормальные типы зим (92%), за исключением зимнего сезона 1944/45 г., который был на 14 дней длиннее обычного (155 дней против 141 дня по норме при $\sigma \pm 13$ дней). Тем не менее по уровню средней суточной температуры воздуха зима этого года была близка к нормальному типу. Во втором периоде частота трехфазных зим с нормальным началом и концом сезона на ст. Леуши уменьшилась на 13,5% (см. табл. 1). В указанный временной отрезок

они отмечались в следующие годы: 1972/73, 1973/74, 1985/86, 1986/87, 1991/92, 1995/96, 2000/01. По продолжительности эти зимы были нормальными, по средней суточной температуре воздуха за зиму и сумме осадков только зима 2000/01 г. отклонялась от нормы и была холодной (–16,9°С при норме –14,8°С) и многоснежной (144 мм при норме 93 мм).

На ст. Омск с 1936 по 1970 г. подобные зимы встречались в 41% случаев (1937/1938, 1938/1939, 1945/46, 1949/50, 1952/53, 1955/56, 1956/57, 1959/60, 1965/66 гг.). Все они (100% случаев) по продолжительности, температурному режиму и суммам осадков, так же как и на ст. Леуши, были отнесены к нормальному типу. В период с 1971 по 2006 г. трехфазные зимы с нормальным началом и концом на ст. Омск повторялись в 9 случаях из 17 трехфазных по структуре зим (или в 52% случаев). По продолжительности среди них преобладали

зимы нормального типа (89%). Исключение из данного ряда составила зима 1981/82 г., которая оказалась на 10 дней длиннее обычной (145 дней против 133), хотя по уровню средних температур она была в пределах нормы. Среди зим данного типа по температурным условиям отличалась от нормального уровня в сторону большей суровости только зима 1993/94 г. ($-16,8^{\circ}\text{C}$ при норме $-14,4^{\circ}\text{C}$). По количеству осадков, выпавших больше нормы, выделились зимы 1985/86, 1997/98, 2000/01 гг.

Следующие по повторяемости – трехфазные зимы с ранним началом и нормальным концом. На ст. Леуши зимы данного типа встречались в первом периоде в 18% случаев (1940/41, 1952/53, 1959/60, 1968/69 гг.). Из-за аномально низких температур третьей декады октября начало зим этих лет сместилось на ранние сроки – 21–23 октября (при норме 3 ноября), что определило большую их продолжительность (159–164 дня при норме 141 день), за исключением зимы 1940/41 года, длина которой составила 152 дня (нормальная). По уровню средней суточной температуры воздуха все рассмотренные зимы были нормальными, кроме зимы 1968/69 г., которая была очень холодной ($-19,9^{\circ}\text{C}$ против $-14,3^{\circ}\text{C}$ по норме). Во втором периоде данный тип зимы на ст. Леуши встречался практически столько же раз, как и в первом периоде (17%) (см. табл. 1). Это зимы следующих лет: 1975/76, 1976/77, 1979/80, 1993/94, по продолжительности длинные (148–153 дня при норме 122 дня), а по уровню температур воздуха и суммам выпавших осадков нормальные.

На ст. Омск в первый период трехфазные зимы с ранним началом и нормальным концом отмечались в два раза реже, чем на ст. Леуши (все в двух случаях – в 1946/47 и 1953/54 гг.). По продолжительности эти зимы были нормальными, а по температурным условиям своей суровостью выделялась зима 1953/54 г., когда средняя суточная температура воздуха за сезон оказалась почти на 5°C ниже нормы ($-19,4^{\circ}\text{C}$ против $-14,3^{\circ}\text{C}$). Во втором периоде трехфазные зимы с ранним началом и нормальным концом в лесостепной зоне также отмечались в двух случаях – в 1973/74 и 1979/80 гг. По продолжительности зима 1973/74 г. была нормальной, а зима 1979/80 г. – длинной (144 дня против 133 дней по норме), хотя по уровню средней суточной температуры воздуха за сезон обе зимы были обычными, как и по количеству осадков за сезон.

Трехфазный тип зимы с поздним началом и нормальным концом на ст. Леуши в период с 1936 по 1970 г. встречался в 14% случаев (1936/37, 1947/48, 1949/50, 1966/67 гг.). Среди них зима 1936/37 г. по продолжительности и температурным условиям отнесена к нормальному типу, а зимы 1947/48 и 1949/50 – к короткому (121–124 дня). По средней суточной температуре воздуха первая оказалась нормальной, вторая – холодной ($-17,5^{\circ}\text{C}$ при $-14,3^{\circ}\text{C}$ по норме). С 1971 по 2006 г. зима с такой структурой отмечалась только в 1971/72 г. и была нормальной по продолжительности, по уровню средней суточной температуры воздуха – холодной ($-17,3^{\circ}\text{C}$ при норме $-14,6^{\circ}\text{C}$), но многоснежной.

На ст. Омск в первый период трехфазная зима аналогичного типа отмечалась только в 1969/70 г., ее про-

должительность составила всего 115 дней (короткая), при этом величина средней суточной температуры воздуха и сумма осадков за зиму оказались в пределах нормы. Во втором периоде к зиме данного типа отнесены зимы 1971/72 и 2004/05 гг., по продолжительности и сумме осадков они были нормальными; по величине средней суточной температуры воздуха они существенно различались, и первая из них была холодной ($-17,5^{\circ}\text{C}$), вторая – нормальной.

Следующий тип трехфазной зимы имеет нормальное начало сезона и поздний конец. На ст. Леуши в первом периоде он отмечался один раз – в 1963/64 г. и был по продолжительности длиннее обычного (157 дней при норме 131 день), при средней суточной температуре воздуха в пределах нормы, но с большим количеством осадков (около 100 мм). Во втором периоде к данному типу на ст. Леуши отнесены зимы 1981/82 и 1990/91 гг., продолжительность и средняя температура их были в пределах нормы. На ст. Омск с 1936 по 1970 г. подобные зимы отмечались в 1942/43, 1951/52 и 1963/64 гг. Зима 1942/43 года по продолжительности была нормальной, а зимы 1951/52 и 1963/64 гг. – длинными (153–156 дней). Средний уровень температуры воздуха их был в пределах нормы, кроме теплой зимы 1963/64 года (-13°C при норме $-15,2^{\circ}\text{C}$). В период 1971–2006 гг. на ст. Омск к такому типу относятся зимы 1986/87 и 1995/96 гг. с климатическими показателями в пределах нормы.

Трехфазная зима с нормальным началом и ранним концом на ст. Леуши в течение первого периода отмечалась только один раз в 1966/67 г. и имела нормальные показатели гидротермического режима. Во втором периоде к данному типу отнесены зимы 1988/89 и 1997/98 гг. с продолжительностью в пределах нормы, по средней температуре зима 1997/98 г. была холодной ($-18,6^{\circ}\text{C}$ при норме $-14,6^{\circ}\text{C}$), а 1988/89 г. – нормальной. На ст. Омск в этот временной отрезок отмечалось три зимы с подобной структурой (1939/40, 1943/44 и 1950/51 гг.). По продолжительности первые две зимы были нормальными, последняя – короткой (112 дней при норме 133 дня). Средний уровень температур и осадков этих зим соответствовал норме. С 1971 по 2006 г. подобный тип структуры зимы на ст. Омск не наблюдался.

Трехфазная зима с ранним началом и ранним концом встречалась только на ст. Леуши в 1969/70 г. При нормальных продолжительности и уровне среднесуточных температур осадков в этот год выпало намного больше нормы (около 150 мм при норме 93 мм).

Следующие четыре типа трехфазных зим, отличающиеся сочетанием типов дат по началу и концу сезона, так же как и предыдущий вариант, выделены были не повсеместно и чаще всего в единичных случаях. Например, трехфазная зима с поздним началом и ранним концом наблюдалась на ст. Леуши в 1996/97 г. (во второй период), по продолжительности она была очень короткой (81 день), по средней температуре – холодной ($-18,8^{\circ}\text{C}$ при норме $-14,6^{\circ}\text{C}$), по сумме осадков – нормальной.

На ст. Омск подобный тип зимнего сезона отмечался в первом периоде в 1964/65 г., по продолжительности зима была также очень короткой (102 дня при нор-

ме 133 дня), а по средней суточной температуре воздуха – нормальной. Трехфазная зима с очень ранним началом и нормальным концом на ст. Леуши и ст. Омск была в 1976/77 г. (во втором периоде). Из-за низких температур второй половины октября зима в указанный год наступила почти на месяц раньше обычного (8 октября на ст. Леуши, 15 октября на ст. Омск). По этой причине продолжительность ее оказалась длинной (158–159 дней при норме 122–124 дня), при этом уровни средних суточных температур воздуха и выпавших осадков были в пределах нормы.

Вариант трехфазной зимы с ранним началом и поздним концом был выявлен только на ст. Омск в первом периоде (1940/41 и 1968/69 гг.). В обоих случаях зимы были длиннее обычного более чем на 20 дней, и если зима 1940/41 г. по климатическим характеристикам не отличалась от обычных зим, то зима 1968/69 г. была очень холодной ($-20,9^{\circ}\text{C}$ при норме $-15,6^{\circ}\text{C}$) и многоснежной. Последние два вида трехфазных зим отмечались тоже только на ст. Омск. Это трехфазная зима 1947/48 г. с очень поздним началом и нормальным концом, короткая по продолжительности, нормальная по термическому режиму и режиму увлажнения. И это трехфазная зима 1978/79 г. с нормальным началом сезона и очень поздним концом (11 апреля при норме 17 марта) и с продолжительностью длиннее обычного на 36 дней. Она имела термический режим в пределах нормы и была многоснежной.

Анализ динамических вариантов трехфазных типов зим и их климатических характеристик за сравниваемые периоды показал, что во втором периоде на юго-западе ЗСР их число уменьшилось примерно на 13–14% (см. табл. 1). Изменились и их временные границы. Зимы с трехфазной структурой стали начинаться во втором периоде позднее, а заканчиваться раньше. Так, если средняя многолетняя дата начала трехфазной зимы на ст. Леуши в первом периоде приходилась на 1 ноября, а на ст. Омск – 6 ноября, то во втором на обеих станциях она сместилась на 9 ноября (см. табл. 2, 3). Для окончания сезона характерны следующие временные сдвиги. Для ст. Леуши – с 23 марта в первом периоде на 14 марта во втором, для ст. Омск – с 21 марта на 20 марта соответственно. В результате средняя многолетняя продолжительность трехфазного типа зимнего сезона во втором периоде уменьшилась, и особенно заметно – в южной тайге (со 144 дней до 126 дней), менее – в лесостепной зоне (со 134 дней в первом периоде до 132 дней во втором). Следует также отметить, что несмотря на то, что во втором периоде трехфазные зимы стали начинаться позднее, самая ранняя дата начала сезона за 70 лет была зафиксирована именно в этот период – 8 октября на ст. Леуши и 15 октября на ст. Омск в 1976/77 г.

В повторяемости трехфазных зим различных типов по продолжительности сезона выявились следующие пространственно-временные особенности. При сохраняющемся преобладании и в первом и во втором периодах зим с нормальной продолжительностью (в 60% случаев и более) в южной тайге во втором периоде на 6% уменьшилась доля длинных зим и примерно на столько же увеличилась – коротких. В лесостепной зоне во втором периоде на 7% возросла повторяемость

нормальных по продолжительности зим и уменьшилась – длинных (на 6%). В повторяемости трехфазных зим различных типов по гидротермическим показателям в сравниваемые временные отрезки заметных различий нами не было отмечено.

За трехфазными зимами на юго-западе ЗСР по повторяемости следуют так называемые безъядерные зимы (Б/Я). Б/Я – это зимы, когда фаза ЗМ выпадает из-за сравнительно теплой погоды центральных месяцев сезона [2]. Безъядерные зимы в период с 1936 по 1970 г. наблюдались в южной тайге в 20% случаев, а в период с 1971 по 2006 г. – в 26% случаев, в лесостепной зоне – в 11 и в 34% соответственно (см. табл. 1). Зимы данного типа, так же как и трехфазные, имеют свои климатические особенности и по временным, и по гидротермическим показателям, а также их сочетаниям. Остановимся на сравнительном анализе зим данного типа.

В южной тайге в первом периоде к Б/Я зимам со сроками начала и конца сезона, близкими к средним многолетним, отнесены зимы 1958/59, 1961/62, 1962/63 гг. Первая и третья из них по продолжительности сезона нормальные, зима 1961/62 г. короткая (126 дней против нормы 141 день). По температурным условиям зимы этих лет оказались очень теплыми, со средними среднесуточными температурами воздуха около $-6,8^{\circ}\text{C}$; $-8,6^{\circ}\text{C}$ (при норме в $-14,3^{\circ}\text{C}$), по сумме осадков – нормальными. Во втором периоде к Б/Я зимам данного типа отнесены зимы 1974/75, 1980/81 и 1992/93 гг. По продолжительности от нормального типа отличалась только зима 1992/93 г., которая оказалась длиннее обычного на 23 дня. По величине выпавших осадков все три зимы были нормального типа, а по уровню средних суточных температур воздуха две из них были теплыми (1980/81 и 1992/93 гг.) со средними температурами $-10,4^{\circ}\text{C}$ и $-11,8^{\circ}\text{C}$ соответственно и одна (1974/75 г.) – нормальной.

В лесостепной зоне, по данным ст. Омск, только одна зима из четырех Б/Я в первом периоде имела начало и конец сезона, близкие к средним многолетним датам – в 1958/59 г. По продолжительности она была нормального типа, а по температурным условиям – теплее обычного. Величина средней суточной температуры воздуха за эту зиму на $2,5^{\circ}\text{C}$ превысила норму. По количеству выпавших осадков за сезон она оказалась среднеснежной. Во втором исследуемом периоде число Б/Я зим с нормальным началом и концом сезона увеличилось на 5 случаев и составило 52% от общего числа безъядерных зим. Это зимы 1980/81, 1988/89, 1992/93, 1999/00 и 2003/04 гг., продолжительность большинства из них была нормальной, кроме короткой зимы 1999/00 г. (104 против 124 дней по норме). По средней суточной температуре воздуха за сезон зимы 1980/81 и 2003/04 гг. были теплыми ($-12,1$ против нормы $-14,5^{\circ}\text{C}$), остальные – нормальными.

Следующий тип Б/Я зимы – это зимы с нормальным началом и поздним концом сезона. Он отмечался в первом периоде в южной тайге в 1951/52 г., продолжительность зимы и средняя суточная температура воздуха за зиму были нормальными. Во втором периоде такая зима на ст. Леуши наблюдалась в 2004/05 г. и была короткой (97 дней), с нормальным уровнем средних температур и осадков за сезон. В лесостепи за период с

1936 по 1970 г. к Б/Я зиме подобного типа отнесена зима 1948/49 г., по продолжительности длинная (150 против 133 дней по норме), по средней температуре – теплая ($-13,3^{\circ}\text{C}$ против $-15,6^{\circ}\text{C}$), с нормальным увлажнением. В период с 1971 по 2006 г. Б/Я зимы с нормальным началом и поздним концом на ст. Омск не наблюдались.

Третий тип безъядерных зим отличается от предыдущих типов поздним началом и ранним концом сезона. На ст. Леуши в первом периоде он отмечался в 1967/68 г., по продолжительности зима была короткой (117 дней), по средней суточной температуре воздуха и по количеству выпавших осадков – в пределах нормы. Во втором периоде на ст. Леуши таких зим не наблюдалось. На ст. Омск в первом периоде подобная зима была в 1961/62 г. – короткая по продолжительности (117 дней) и теплая ($-11,5^{\circ}\text{C}$), среднеснежная, а во втором периоде – в 1982/83 и 1989/90 гг. Зима 1982/83 г. была короткая (95 дней) и очень теплая ($-8,7^{\circ}\text{C}$ против $-14,5^{\circ}\text{C}$ по норме), с аномально большим количеством осадков (127,7 мм при норме 84,9 мм), а зима 1989/90 г. была очень короткая (85 дней) со средним уровнем температуры и суммы осадков.

Оставшиеся четыре типа Б/Я зим, отличающихся по сочетанию типов временных показателей, отмечались не в каждом периоде. Так, Б/Я зима с ранним началом и нормальным концом была обозначена только в первом периоде. На ст. Леуши такой оказалась зима 1960/61 г. с климатическими показателями, близкими к норме.

На ст. Омск – это зима 1962/63 г., по продолжительности длинная (151 день при норме 133), по средней суточной температуре воздуха – теплая ($-12,4^{\circ}\text{C}$ против $-15,6^{\circ}\text{C}$), но малоснежная. К другому типу Б/Я зим относятся зимние сезоны, имеющие нормальное начало и очень ранний конец. Данный тип Б/Я зим отмечался в южной тайге и в первом (1943/44 гг.) и во втором (2001/02 г.) периодах, тогда как в лесостепной зоне – только во втором периоде (2001/02 г.). Б/Я зима 1943/44 г. по продолжительности оказалась нормальной, по температурным условиям – теплой. Зима 2001/02 г. отличается от других своей непродолжительностью – всего 80 дней при норме 122–124 дня (началась 20 ноября и закончилась уже 7 февраля при норме 15–18 марта).

Следующие два типа безъядерной зимы имели место только во втором периоде. Так, Б/Я зима с поздним началом и нормальным концом отмечалась на ст. Леуши в 1982/83 и 1983/84 гг., эти зимы были короткими (97–99 дней) и теплыми ($-11,7$ против $-14,6^{\circ}\text{C}$). На ст. Омск подобного типа зима наблюдалась в 1983/84 и 1994/95 гг. Зима 1983/84 г. оказалась короткой (105 дней), а зима 1994/95 г. – нормальной. Средняя суточная температура воздуха в эти годы была нормальной. Тип Б/Я зимы с нормальным началом и ранним концом на ст. Леуши отмечался в 1994/95 и 2003/04 гг. Зимы указанных лет при нормальной продолжительности были теплее обычного ($-11,6$; -12°C). На ст. Омск подобная зима отмечалась в 1996/97 г., она была короткой (105 против нормы 124 дня) и с нормальной средней суточной температурой воздуха за сезон.

Обобщая климатический анализ безъядерных зим, можно сказать, что с 1971 г. они стали повторяться ча-

ще, чем до этого года, особенно в лесостепной зоне. На ст. Леуши повторяемость Б/Я зим увеличилась с 20 до 26%, на ст. Омск – с 11 до 34%. Тенденции в изменении временных границ у зим данного типа от первого периода ко второму сохранились такие же, как и у трехфазных зим, а именно: даты начала сместились на более поздние сроки (со 2 ноября на 14 ноября на ст. Леуши; с 6 ноября на 21 ноября на ст. Омск), даты конца – на более ранние сроки (с 19 марта на 7 марта на ст. Леуши; с 22 марта на 9 марта на ст. Омск). В результате уменьшилась средняя продолжительность безъядерных зим – со 139 до 116 дней на ст. Леуши и со 140 до 108 дней на ст. Омск (см. табл. 2, 3).

В повторяемости типов безъядерных зим по продолжительности и гидротермическому режиму сравниваемые периоды также имеют некоторые различия. Так, на ст. Леуши в первом периоде по продолжительности преобладали зимы нормального типа (62%), короткие наблюдались в единичных случаях. Во втором периоде нормальные и короткие стали отмечаться с одинаковой частотой (по 44%). На ст. Омск в период с 1936 по 1970 г. в 50% наблюдались длинные по продолжительности зимы и с одинаковой частотой (по 25%) короткие и нормальные, а в период с 1971 по 2006 г. Б/Я зимы были либо нормальные (58%), либо короткие (42%). По уровню средних суточных температур воздуха среди безъядерных зим на ст. Леуши в первом периоде преобладали теплые или нормальные типы зим (по 43%), а на ст. Омск – теплые (100%), во втором периоде на ст. Леуши – теплые зимы (66,7%), а на ст. Омск – нормальные (75%).

К числу зим, внутри которых, так же как и у безъядерных зим, не выделяются структурные единицы (фазы), относятся зимние сезоны с неустойчивым термическим режимом (НТР). Зимы с НТР – это зимы, в течение которых неоднократно сменяются волны тепла волнами холода продолжительностью меньше месяца [2]. Их повторяемость во втором периоде, как и у безъядерных зим, увеличилась. На ст. Леуши их доля от первого периода ко второму возросла с 8% случаев до 18%, а на ст. Омск – с 8,6% до 11% случаев, соответственно (табл. 1).

Зимы с НТР, имеющие даты начала и конца сезона, близкие к средним многолетним срокам, в первом периоде на ст. Леуши отмечались в 1942/43 и 1948/49 гг., по продолжительности и уровню средней температуры воздуха они были нормального типа. Во втором периоде зимы с такой структурой были в 1987/88, 1998/99 и 2002/03 гг., также по продолжительности и средней температуре в пределах нормы. На ст. Омск в период 1936–1970 гг. такого типа зима наблюдалась в 1957/58 г., в период 1971–2006 гг. – в 1974/75, 1977/78 и 1998/99 гг.; климатические характеристики были близки к нормальным показателям.

Следующие типы зимы с неустойчивым термическим режимом, отличающиеся по срокам начала и конца сезона, встречались только в южной тайге. Это зима с НТР с нормальным началом и очень ранним концом 1964/65 г., по продолжительности короткая (117 дней) и нормальная по температурным условиям. Другой вариант НТР отличается поздней датой начала и нормальной датой конца. Он отмечался на ст. Леуши зи-

мой 1977/78 г., короткой по продолжительности (96 дней против 122 дня по норме) и нормальной по значению средней суточной температуры воздуха за сезон и величине выпавших осадков. Зима с НТР с нормальным началом и ранним концом сезона в южной тайге отмечалась в 1989/90 г., короткая (94 дня) по продолжительности, нормальная по средней температуре воздуха и осадкам. В 1999/00 г. в южной тайге зима также имела неустойчивый термический режим, начало сезона было очень поздним, а конец ранним, поэтому продолжительность ее составила всего 78 дней при норме 122 дня (очень короткая), тем не менее по другим климатическим показателям она не отличалась от обычных зим.

Последние два типа зим с НТР оказались выделены лишь на ст. Омск. Первый из них (зима с НТР с ранним началом и нормальным концом) отмечался в 1960/61 и в 1975/76 гг. с большинством климатических показателей в пределах нормы. Другой тип зимы с НТР (с поздней датой начала и ранней – конца сезона) на ст. Омск был только в 1967/68 г. Зима этого года была короткой (109 дней против 133 дней по норме) и обычной по температурным условиям и количеству выпавших осадков.

Обобщая сравнительный анализ климатических характеристик зим с неустойчивым термическим режимом за периоды 1936–1970 гг. и 1971–2006 гг., можно отметить изменения не только в их повторяемости (о чем было сказано выше), но и в их временных границах. Так, если в первом временном отрезке в среднем многолетнем на ст. Леуши они начинались 7 ноября и на ст. Омск 11 ноября, то во втором – 21 ноября и 7 ноября соответственно. Заканчивалась в среднем многолетнем зима НТР в период 1936–1970 гг. 18 марта на ст. Леуши и 15 марта на ст. Омск, а в период 1971–2006 гг. – 9 и 19 марта соответственно. В результате средняя продолжительность зимы НТР на ст. Леуши сократилась со 132 до 107 дней, а на ст. Омск, наоборот, даже немного увеличилась: со 126 до 134 дней соответственно (см. табл. 3).

На ст. Леуши и ст. Омск в первом периоде преобладали нормальные по продолжительности зимы данного типа, в единичных случаях отмечались короткие (1964/65 г. на ст. Леуши и 1967/68 г. на ст. Омск). На ст. Леуши во втором периоде короткие и нормальные по продолжительности зимы стали встречаться с одинаковой частотой (по 50%). На ст. Омск в период с 1971 по 2006 г. зимы НТР чаще всего были по продолжительности нормального типа. По уровню средних суточных температур воздуха зимы НТР близки к обычным. По сумме выпавших осадков на ст. Омск в первом периоде преобладали годы с осадками, превышающими норму (в 67% случаев), а во втором – близкими к норме.

Значительно реже по сравнению с описанными выше типами зим отмечаются двухфазные (двухфазные без умеренно-морозной зимы и двухфазные без предвесенья) и двухядерные зимы.

Двухфазные зимы без фазы умеренно-морозная зима (2фб1) чаще встречались в первом периоде, чем во втором (см. табл. 1). Все разнообразие 2фб1 зим, отличающихся по датам начала (конца) сезона, сводится на

ст. Леуши к двум типам в первом периоде и одному типу во втором, на ст. Омск – к трем и двум соответственно. Двухфазная зима без первой фазы с нормальными сроками начала и конца сезона на ст. Леуши отмечалась в 1978/79 г., по продолжительности зима была короткой (99 дней при норме 122 дня), а по температурным условиям очень холодной ($-19,4^{\circ}\text{C}$ при норме $-14,6^{\circ}\text{C}$). На ст. Омск аналогичного типа зима была в 1941/42 г. с нормальной продолжительностью и низкими температурами ($-18,2^{\circ}\text{C}$ против $-15,6^{\circ}\text{C}$ по норме). Во втором периоде на ст. Омск такая зима отмечалась в 1984/85 и 2002/03 гг., по продолжительности – нормальные, а по величине средней суточной температуры воздуха за сезон зима 1984/85 г. оказалась холодной ($-17,6^{\circ}\text{C}$ при норме $-14,5^{\circ}\text{C}$), а зима 2002/03 г. – нормальной.

Двухфазная зима без первой фазы с нормальным началом и поздним концом сезона наблюдалась в период с 1936 по 1970 г. на ст. Леуши в 1953/54 г. и на ст. Омск в 1944/45 г. В 1953/54 г. зима была длинной (160 дней при норме 141 день), со средней суточной температурой воздуха в пределах нормы. В 1944/45 г. зима имела нормальную продолжительность и низкий уровень температур ($-18,6$ против $-15,6^{\circ}\text{C}$). Двухфазная зима с очень поздним началом (29 ноября при норме 14 ноября) и нормальным концом сезона отмечалась только на ст. Леуши в 1937/38 г., она была короткой (117 дней против 141 дня по норме) и холодной ($-17,4^{\circ}\text{C}$ против $-14,3^{\circ}\text{C}$). Двухфазная зима с поздним началом и нормальным концом отмечалась только на ст. Омск в 1954/55 г. По продолжительности, средней суточной температуре воздуха и сумме осадков она была нормальной.

Таким образом, зим с двухфазной структурой без фазы умеренно-морозная зима во втором периоде стало отмечаться меньше, чем в первом. По продолжительности среди них на ст. Леуши преобладали короткие, на ст. Омск – нормальные. По уровню средних суточных температур воздуха зимы данного типа чаще всего бывают холодными.

Структура зимы, которая встречается на обеих станциях реже других, – двухфазная зима без фазы предвесенья (2фб3). Наблюдались зимы с такой структурой на ст. Омск в 9% случаев и только в первом периоде, и на ст. Леуши – в 3% случаев и только во втором периоде. Особенности двухфазной зимы без третьей фазы 1984/85 г. (ст. Леуши) следующие: началась она раньше обычного (28 октября при норме 14 ноября), а закончилась в нормальные сроки (14 марта), ее продолжительность не вышла за пределы нормального типа и составила 138 дней. Зима этого года была холодной ($-17,6^{\circ}\text{C}$ при норме $-14,6^{\circ}\text{C}$), по сумме выпавших осадков – нормальной.

На ст. Омск двухфазная зима без фазы предвесенья с поздним началом и нормальным концом была в 1936/37 г.; с нормальным началом и ранним концом – в 1966/67 г. и с нормальным началом и нормальным концом – в 1970/71 г. По продолжительности эти зимы были нормальными. По средней суточной температуре воздуха зима 1966/67 г. была холодной ($-18,6$ при норме $-15,6^{\circ}\text{C}$), зимы остальных лет – нормальными. Сумма осадков только в зиму 1970/71 г. превысила норму (78,3 мм против 38,5 мм).

Следует отметить, что двухфазные зимы без фазы предвесенья и в первом периоде и во втором встречались в единичных случаях, но все-таки чаще они повторялись в период с 1936 по 1970 г. По продолжительности зимы данного типа в основном нормальные, по средней температуре воздуха – практически равновероятны нормальные и холодного типа.

Особый тип структуры зимнего сезона – двухъядерная зима – отмечался только в южной тайге в 1954/55 г. При такой структуре в течение центральной фазы зимы (значительно-морозной зимы) выделяется два холодных периода с температурами ниже -16°C , после первого наступает сравнительно теплый промежуток (продолжительностью 30 и более дней), затем температуры снова опускаются ниже -16°C [2]. В указанном году временные границы зимнего сезона были близки к средним многолетним значениям, а величины средних суточных температур воздуха оказались ниже обычных ($-18,4^{\circ}\text{C}$ против $-14,5^{\circ}\text{C}$ по норме), что говорит о суровости зим данного типа.

Заклячая наше исследование, следует отметить, что накопленный за 70 лет банк данных о естественных климатических сезонах природных зон юго-запада Западно-Сибирской равнины позволил нам провести пространственно-временной анализ особенностей зимних ритмов, составить для установленных типов структуры сезона модели их климатических режимов, которые от типа к типу существенно меняются. Полученные материалы также дали возможность сравнить между собой климатические показатели зимнего сезона года двух равных по продолжительности периодов – с 1936 по 1970 г. и с 1971 по 2006 г. – и выявить тем самым тенденции в изменении полученных характеристик.

Как выяснилось, временные показатели разных типов структуры зимнего сезона рассматриваемых периодов существенно различаются между собой (см.

табл. 2, 3). Тем не менее общими для них являются смещение во втором периоде по сравнению с первым дат начала сезона на более поздние сроки, а дат конца – на более ранние и уменьшение продолжительности зимнего сезона года вне зависимости от типа его структуры (за исключением зимы с НТР в лесостепной зоне). Показатели термического режима, хоть и не так заметно, как временные характеристики, но тоже от первого ко второму периоду меняются, отражая своими величинами тенденцию к уменьшению суровости зим.

Сравниваемые временные отрезки заметно различаются и по повторяемости так называемых мягких зим – безъядерных зим и зим с неустойчивым термическим режимом. Как показали наши исследования, типы зим с НТР и Б/Я по термическому режиму чаще всего либо близки к среднему многолетнему уровню (58%), либо его выше (42%). Суммарная частота случаев с такими типами зим в первом периоде составляла 20–28%, а во втором – их доля выросла до 45%.

Таким образом, проведенное нами исследование динамических вариантов структуры зимнего сезона года и их климатических характеристик свидетельствует о том, что с семидесятых годов на юго-западе ЗСР наблюдается потепление климата, индикатором которого является зимний сезон (в основном за счет уменьшения его продолжительности и суровости). Следует отметить, что работы по изучению сезонной ритмики климата в реальных, а не календарных границах сезонов года и их структурных единиц проводятся редко, что, вероятно, связано с трудоемкостью необходимых расчетов. Однако именно они дают возможность более объективно составить представления о важнейших тенденциях развития естественных процессов и перспективах изменений природной обстановки, что очень важно не только с теоретической точки зрения, но и для различных сфер практической жизни человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филандышева Л.Б., Окишева Л.Н. Сезонные ритмы природы Западно-Сибирской равнины. Томск : Пеленг, 2002. 402 с.
2. Рутковская Н.В. Климатическая характеристика сезонов года Томской области. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1979. 116 с.
3. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Структура и изменчивость наблюдаемого климата. Температура воздуха Северного полушария. Л. : Гидрометеониздат, 1980. 71 с.
4. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояния, изменчивости и экстремальности климата // Труды Всемир. конф. по изменению климата, г. Москва, 29 сентября – 3 октября 2003 г. М. : Паблик принт, 2004. С. 101–110.
5. МГЭИК (IPCC): Изменения климата: Третий оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC). 2001.
6. Третье национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата. М., 2002. 123 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 15 июля 2012 г.