

Последние данные мониторинга поверхностных водотоков в пределах Ак-Сутского медно-молибденового месторождения, северо-восточная Тува. <i>О.И. Кальная, О.Д. Аюнова, С.Г. Прудников, Т.П. Арчимаева</i>	103
Особенности рыбного промысла в р. Жайык (Урал). <i>Ю.А. Ким, А.М. Мухсанов, С.В. Кузьменко, Е.Б. Бокова</i>	110
Водохозяйственная система трансграничного бассейна р. Иртыш. <i>Б.А. Краснояррова, Н.В. Стояцева, С.Н. Шарабарина</i>	114
Воднобиологические ресурсы оз. Сарысу и их трансформация антропогенным воздействием. <i>В.А. Мамедов, С.И. Алиев</i>	121
Короткоциклические виды в ихтиофауне озера Бийликоль (Центральная Азия). <i>Н.Ш. Машилов, Ф.Т. Амирбекова, Д.К. Беккожаева, Э.Б. Кожобаева</i>	128
Запасы и ареал распространения промысловых видов рыб Жайык-Каспийского бассейна. <i>А.М. Мухсанов, Ю.А. Ким, Т.Н. Камиева, Г.Г. Джунусова</i>	134
Оценка экологического стока рек Кулундинской провинции для целей орошения. <i>И.В. Орлова, Э.Г. Онищенко</i>	138
Многолетняя изменчивость речного стока (на примере р. Ховд). <i>Д. Отгонбаяр</i>	143
Обзор водных ресурсов Монгольского Алтая. <i>Д. Отгонбаяр</i>	146
Характерные особенности питания хищных рыб Жайык-Каспийского бассейна. <i>А. Панина</i>	149
Трансграничное взаимодействие в бассейне Иртыша (эколого-геоморфологические аспекты). <i>С.Г. Платонова, В.В. Скрипко</i>	157
Ранжирование регионов Западной Сибири по степени водохозяйственной безопасности: методический подход и предварительные результаты. <i>И.Д. Рыбкина, М.С. Губарев</i>	163
Водные ресурсы Азиатской России: информационная обеспеченность региональных исследований. <i>В.В. Рыкова</i>	169
Исследование вечной мерзлоты в горах Монгольского Алтая (на примере Цагааннуурского бассейна). <i>Ц. Сэр-Од, Я. Гансүх, Ч. Аюурзана, Б. Гурвандаваа, А. Отгонзориг</i>	173
Химические исследования лечебных минеральных вод некоторых сомонов Аймака Увс. <i>И. Улзийхишиг, Т. Баттумур, И. Сухбаатар</i>	178
Түргэн голын усны химийн найрлагын судалгаа <i>Хураангуй. И. Өлзийхишиг, Т. Баттөмөр, И. Сухбаатар</i>	184
О значении изучения временных изменений ритмов весеннего сезона года как показателя динамики условий формирования весеннего стока (на примере лесостепной зоны Омской области). <i>Л.Б. Филандышева, Л.С. Косова, Л.П. Льготина</i>	189

**О ЗНАЧЕНИИ ИЗУЧЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ РИТМОВ
ВЕСЕННЕГО СЕЗОНА ГОДА КАК ПОКАЗАТЕЛЯ ДИНАМИКИ УСЛОВИЙ
ФОРМИРОВАНИЯ ВЕСЕННЕГО СТОКА (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОСТЕПНОЙ
ЗОНЫ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Л.Б. Филандышева, Л.С. Косова, Л.П. Лыготина

Томск, Россия

В работе затрагивается вопрос об изменении временных границы весеннего сезона года и его структурных единиц (фаз) в лесостепной зоне юго-запада Западно-Сибирской равнины (ЗСР) в условиях глобальной перестройки климата. Как известно, от характера данного сезона (сроков начала, конца, продолжительности, гидротермических показателей) в значительной степени зависит и формирование весеннего половодья, и особенности развития русловых, и поверхностных эрозионных процессов. Следует отметить, что реки исследуемой территории относятся к типу равнинных, имеющих преимущественно снеговое питание, по характеру внутригодового стока – к типу рек с выраженным весенним половодьем.

Зональная структурная модель естественных сезонных ритмов годового цикла нами ранее была установлена и обоснована с использованием комплексно-генетического метода [1]. Под сезонной структурой годового цикла понимается количество сезонов, из которых состоит год, а под структурой сезона – количество фаз (еще более однородные по ходу климатических показателей отрезки времени), входящих в него [2].

Средняя многолетняя структура весеннего сезона в лесостепной зоне юго-запада ЗСР трехфазная. Она включает в себя следующие структурные единицы: «снеготаяние» (СТ), «послезимье» (ПЗ) и «предлетье» (ПЛ). Началу весны (началу фазы «снеготаяния») соответствует прекращение устойчивых морозов и достижение максимальных запасов воды в снежном покрове, а концу (или началу фазы «послезимья») – дата разрушения устойчивого снежного покрова. Вторая фаза весны («послезимье») от третьей – («предлетье») – отделяется по дате окончательного схода снежного покрова, а весна от лета (конец фазы «предлетье») – по дате устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ [1, 3, 4].

Структурные единицы весеннего сезона года существенно отличаются по характеру гидротермических показателей и определяют условия формирования стока в этих временных интервалах. Так, к началу первой фазы весны – фазы «снеготаяния» – максимальных значений достигают высота снежного покрова (19 см – 25 см) и запасы воды в нем (55 мм – 70 мм), от величин которых в значительной степени зависит размер весеннего половодья и увлажнение почвогрунтов. Для СТ характерен устойчивый, но постепенный рост температур, что связано с большими затратами тепла на таяние снежного покрова. В результате таяния снега уменьшается его высота, примерно на 5-10 см от декады к декаде [5]. В это время довольно часто наблюдаются дневные оттепели, выпадают жидкие осадки, снег подтаивает и

уплотняется. Тем не менее, длительных по времени и значительных по величине периодов падения среднесуточных температур воздуха, свойственных последней фазе зимы – «предвесенью» (ПВ) не наблюдается. Абсолютная величина межсуточной изменчивости по сравнению с ПВ понижается до 0,5 °С, становится наименьшей повторяемость случаев с ее отрицательными значениями за всю холодно-снежную часть годового цикла, уменьшается и суточная амплитуда температуры [1].

В конце марта (в середине фазы «снеготаяния») среднесуточные величины радиационного баланса становятся положительными. Происходит радиационный прогрев снежной толщи, который ведет за собой разрушение снежного покрова. Начинается сток талых снеговых вод. Фаза «снеготаяния» является «наиболее динамичным периодом в жизни неорганической природы. Талые воды геоморфологически активны, стекая, они вызывают процессы эрозии, оползни, солефлюкцию, суффозию» [6, стр. 43]. С этого времени ландшафт становится пестрым, появляются первые признаки вегетации древесных растений и прилет птиц [3].

Начало фазы «послезимья» практически совпадает с датой разрушения устойчивого снежного покрова, то есть со временем, когда степень покрытия снегом, становится меньше половины видимой поверхности. После схода снежного покрова уменьшается величина отражательной способности подстилающей поверхности и, следовательно, увеличивается величина радиационного баланса. С этого времени более выраженным становится рост температур ото дня ко дню. Средняя суточная температура воздуха начала фазы «послезимья» на юге ЗСР устойчиво переходит через +3 °С. За несколько дней до окончания этой фазы, как правило, наблюдается весенний ледоход.

Переход средней суточной температуры воздуха выше +5 °С и абсолютной влажности через 6 мб, знаменуют начало последней фазы весны – «предлетья», после чего происходят существенные количественные и качественные изменения климатических показателей и состояния ландшафта в целом. С началом «предлетья» наблюдается устойчивый рост температур ото дня ко дню. Повторяемость случаев с положительным знаком междусуточной изменчивости температуры составляет 65-67 % от длительности фазы, отсутствуют периоды снижения температуры воздуха по несколько дней подряд, тогда как в фазу «послезимья» они еще отмечаются (например, в дни с временным снежным покровом) [1, 3]. Из-за преобладания антициклональной погоды, максимальные температуры растут быстрее, чем минимальные и амплитуда колебания в среднем становится на 4 - 5 °С больше, чем в предшествующий период (в фазу «послезимья»). Средняя продолжительность солнечного сияния за фазу составляет около 7,5 часов, но из-за неустойчивости атмосферных процессов она сильно варьирует ото дня ко дню (от 6 до 10 часов).

Показатели влажности воздуха (дефицит и абсолютная влажность) уже не колеблются, как в фазу «послезимье» около одного уровня, а от начала

периода к его концу увеличиваются в среднем на 1 мб, дефицит влажности возрастает с 5 до 6 мб, абсолютная влажность - с 6 до 7 мб. В течение фазы «предлетья» аспект ландшафта изменяется от бурого тона в её начале до светло-зеленого в конце. Это связано с постепенным распусканием листвы у деревьев и кустарников. Конец фазы знаменуется еще более быстрым, по сравнению с предшествующим периодом, ростом температуры и, соответственно, пиком на кривой хода ее междусуточной изменчивости. Этому подъему соответствует переход средней суточной температуры воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$, минимальной через $+3^{\circ}$ - $+5^{\circ}\text{C}$, максимальной - $+15^{\circ}$ - $+16^{\circ}\text{C}$ и абсолютной влажности через 7 - 8 мб и начало летнего сезона года. В течение этой фазы отмечается ледоход и очищение рек ото льда, наивысший уровень половодья наблюдается, как правило, в середине или конце «предлетья».

Таким образом, каждая из выделенных структурных единиц весеннего сезона характеризуется определенным уровнем колебания показателей термического режима и режима увлажнения, а, следовательно, и условиями, для формирования весеннего половодья.

Материалом для исследования изменений временных границ весеннего сезона в условиях глобального потепления климата послужили данные о климатических режимах естественных сезонов года по ст. Омск за каждый год двух периодов: первого – с 1936 по 1970 гг. и второго – с 1971 по 2006 гг.

Средние многолетние показатели дат начала, конца, продолжительности структурных единиц весеннего сезона представлены в таблице 1.

Как следует из таблицы 1, в первом периоде весенние процессы начинались 21 марта и заканчивались 12 мая. Во втором периоде эти даты сместились на более ранние сроки - начало на 18 марта, конец на 7 мая, хотя в целом продолжительность весеннего сезона заметно не изменилась (в первом случае составила в среднем многолетнем 53 дня или 14,5 % от длительности года, во втором – 51 день или 13,9 % от длительности года).

Таблица 1 - Временные характеристики структурных единиц весеннего сезона года, ст. Омск

Периоды осреднения	Структурные единицы (фазы) весеннего сезона года						
	Снеготаяние		Послетийе			Предлетье	
	Дата начала	Δt в днях	Дата начала	Дата конца	Δt в днях	Дата конца	Δt в днях
1.1936-1970 гг.	21.03	13	3.04	23.04	19	12.05	19
2.1971-2006 гг.	18.03	23	10.04	19.04	10	7.05	18

Условные обозначения к табл. 1: Δt – продолжительность структурных единиц

Показатели изменчивости рядов временных характеристик весеннего сезона данных периодов существенно не отличаются, тем не менее, во втором периоде их варьирование несколько выше. Например, среднее квадратическое отклонение (σ) продолжительности весны в первом периоде составила ± 11 дней (коэффициент вариации равен 20 %), во втором – ± 17 дней (коэффициент вариации – 33 %).

Как было сказано выше, внутри весеннего сезона выделяется три фазы: «снеготаяние» (1 фаза), «послезимье» (2 фаза), «предлетье» (3 фаза). В изменение их временных границ (дат начала, конца, продолжительности) за рассматриваемые периоды выявились следующие особенности.

Дата начала первой фазы весны – «снеготаяния» – во втором периоде сдвинулась на более ранние сроки (на 18.03 по сравнению с 21.03), а ее окончание на более поздние – 9 апреля (таблица 1). В связи, с чем ее продолжительность увеличилась до 23 дней и стала составлять 45 % от длительности сезона, тогда как в первом периоде эти показатели оставляли 15 дней и 28 %, соответственно Коэффициент вариации продолжительности этой фазы во втором периоде также несколько увеличился – с 0,47 до 0,53.

Центральная фаза весны – «послезимье» – во втором периоде уменьшилась по продолжительности до 10 дней и стала составлять 19 % от длительности сезона, вместо 35,8 % (или 19 дней) в первом периоде. Такое заметное временное сжатие фазы произошло как за счет более поздних сроков начала «послезимья» (10 апреля вместо 5 апреля), так и более ранним его окончанием (19 апреля против 23 апреля) в сравнении с первым периодом.

Последняя фаза весны – «предлетье» (время между датой окончательного схода снежного покрова и переходом среднесуточной температуры воздуха через +5 °С в начале и переходом среднесуточной температуры воздуха через +10 °С в конце фазы) по продолжительности в рассматриваемые периоды практически не отличается (таблица 1), хотя сроки начала и конца ее сместились на более ранние даты (начало с 24 апреля в первом периоде на 20 апреля во втором, а конец – с 12 мая на 7 мая, соответственно).

Приведенный выше анализ свидетельствует о том, что во втором периоде весенние процессы стали начинаться в среднем многолетнем на 4 дня раньше, и, примерно, настолько же дней (5 дней) раньше заканчиваться, поэтому заметных различий в продолжительности весеннего сезона в целом не отмечается. Более существенные изменения произошли во временных характеристиках структурных единиц внутри сезона, а именно, стала длиннее на 8 дней фаза «снеготаяния». Это время от залегания сплошного снежного покрова с отдельными проталинами, занимающими не более 2,5 % площади до пестрого ландшафта с проталинами, занимающими от 50 % площади. Почти в два раза уменьшилась фаза «послезимья» (время от разрушения снежного покрова до его окончательного схода).

Имеющиеся в нашем распоряжении данные о ежегодной структуре весеннего сезона за период с 1936 по 2006 гг. позволили сравнить между собой первый период (с 1936 по 1970 гг.) и второй (с 1971 по 2006 гг.) по повторяемости типов структур весенних сезонов (таблица 2). Как выяснилось, в конкретные годы структура сезона года может отличаться от его средней многолетней зональной структурной модели. Это происходит в тех случаях, когда из-за особенностей циркуляционных процессов отмечается одновременный (или с перерывом в 2-3 дня) переход через два (иногда три)

критерия, которые приняты за начало (конец) структурных единиц. В результате было установлено, что в течение семидесяти лет в лесостепной зоне были весенние сезоны по структуре следующих типов: трехфазные (3 ф), двухфазные без фазы «послезимья» (2 Ф б 2), двухфазные без «предлетья» (2 ф б 3) и однофазные без «послезимья» и «предлетья» одновременно (1 ф б 2 и 3). Их повторяемость представлена в таблице 2.

Следует отметить, что, как правило, при трехфазной структуре сезона развитие весенних процессов протекает в основном в погодных условиях близких к средним многолетним значениям, тогда как при других типах наблюдаются существенные отклонения от нормы в их режимах, что естественно сказывается на режиме стока рек в таких случаях. Рассмотрим отличительные особенности в повторяемости типов весенних сезонов года за сравниваемые периоды.

Таблица 2 - Повторяемость (%) типов структуры весеннего сезона на ст. Омск

Типы структуры весеннего сезона года				
Периоды	3 ф	2 ф без:		1 ф б 2 и 3
		2	3	
1937-1970	76	6	18	-
1971-2006	53	22	17	8

Как следует из таблицы 2, и в первом, и во втором временных отрезках в лесостепной зоне Омской области господствовали типы весен с трехфазной структурой. Однако во втором случае их повторяемость по сравнению с первым уменьшилась почти на 23 %. Одновременно увеличилась доля двухфазных типов (с 24% до 39%), в основном за счет случаев, когда фаза «послезимье» выпадала.

Центральная фаза весны не получала выражения за исследуемое семидесятилетие в следующие годы: 1943, 1960 гг. (в первом периоде); 1974, 1975, 1977, 1981, 1982, 1986, 1995, 2001 гг. (во втором периоде). Во всех случаях во втором периоде это было связано с аномально ранним (на 10 дней и более) началом фазы «предлетья». Следует отметить, что временные характеристики фазы «снеготаяния» в указанные годы мало отличались от средних многолетних показателей, тогда как в первом - это было обусловлено поздним окончанием снеготаяния.

Выше сказанное свидетельствует о том, что уровень апрельских температур начиная с 70-х годов стал устойчиво повышаться и особенно заметно - с третьей декады апреля (средняя суточная температура воздуха за эту пентаду выросла с + 3,9 °С в первом периоде до + 5,1 °С во втором периоде). В годы, когда выпадает «послезимье» разрушение и сход снежного покрова происходит практически одновременно.

Повторяемость случаев двухфазных весен без третьей фазы («предлетья») в рассматриваемых периодах имеет одинаковую частоту – 18 – 17 %. Выпадение фазы «предлетья» может быть как из-за позднего окончания предшествующей фазы («послезимья»), так и раннего окончания самой фазы

«предлетья», а также при сочетании таких аномалий одновременно. Как выяснилось, по повторяемости данного типа структуры рассматриваемые периоды практически не отличаются, но по причинам, вызывающим выпадение фазы «предлетья» они заметно разнятся. В первом периоде преобладают годы, когда «предлетье» вытеснялось фазой «послезимья» из-за позднего его окончания (1946, 1968, 1969, 1970 гг.). Во втором периоде преобладают случаи, связанные с ранним завершением самой фазы «предлетья» (17 - 25 апреля против 7 мая по норме) Последнее отмечалось в 1989, 1990, 1992, 1996, 2005, 2006 гг. В указанные годы летний сезон начинался аномально рано.

Последний тип структуры весеннего сезона – однофазный без фаз «послезимья» и «предлетья» одновременно (таблица 2) встречался только во втором периоде (1991, 2003, 2004 гг.). В эти годы весна была представлена только фазой «снеготаяния». В такие годы при растянутом снеготаянии конец весны наступает рано, и весенний сезон, как правило, бывает, коротким и холодным.

Ежегодный анализ структуры сезонов показал, что она существенно изменяется во времени. Отклонения в структуре естественного сезонного ритма в конкретные годы от зональной модели приводят к нарушению условий функционирования ландшафтов и, существенно влияют на организацию хозяйственной деятельности человека.

Таким образом, проведенное нами исследование ритмов весеннего сезона года подтверждает тот факт, что с семидесятых годов в лесостепной зоне юго-запада ЗСР отмечается потепление климата, которое повлияло на изменение климатических режимов его структурных единиц [7]. Это нашло отражение в повторяемости типов структуры данного сезона года и в причинах, вызывающих его аномалии.

Многолетние данные и выявленные на их основе тенденции в развитие весеннего сезона имеют как теоретическое, так и практическое значение при изучении компонентов ландшафтных комплексов, в том числе при характеристике водных ресурсов и проблем водопользования конкретных территорий. Они позволяют оценить динамические изменения климатических условий в период весеннего половодья, установить ответные реакции на них гидрологических процессов, разработать модели формирования весеннего стока для разных типов по структуре весенних сезонов, рассмотреть для каждой из них вероятность возникновения опасных гидрологических явлений и др.

В работе использованы результаты, полученные в рамках Программы «Научный фонд им. Д.И.Менделеева Томского государственного университета» в 2015 г.

Литература

1. Филандышева Л.Б. Обоснование зональных структурных моделей сезонных ритмов годового цикла на юго-западе Западно-Сибирской равнины//Вопросы географии

- Сибири: Сборник статей.- Томск: Томский государственный университет, 2009. – Вып. 27. –С.148-156.
2. Галахов Н.Н. Изучение структуры климатических сезонов года. М.: Изд-во АН СССР, 1959.-183 с.
 3. Рутковская Н.В. Климатическая характеристика сезонов года Томской области. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1979.- 116 с.
 4. Филандышева Л.Б., Окишева Л.Н. Сезонные ритмы природы Западно - Сибирской равнины.- Томск: Изд-во «Пеленг», 2002. - 404 с.
 5. Климат Омска. Л: Гидрометеиздат, 1980. - 250 с
 6. Арманд Д.Л.. Наука о ландшафте. М., «Мысль», 1975.- 286 с.
 7. Окишева Л.Н., Филандышева Л.Б. Временная динамика и функционирование ландшафтов Западной Сибири /под ред. П.А. Окишева. – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. – 328 с.