

133. Stewart R.E., Tiu D.T., Chung K.K., Hudak D.R., Lozowski E.P., Oleskiw M., Shepard B.E., Szeto K.K. Weather conditions associated with the passage of precipitation type transition regions over eastern Newfoundland // Atmos.-Ocean. 1995. Vol. 33. P. 25–53.

134. Tastula Esa-Matti, Timo Vihma. WRF Model Experiments on the Antarctic Atmosphere in Winter // Monthly Weather Review. 2011. Vol. 139. P. 1279–1291.

135. Terzago S., Fratianni S., Cremonini R. Winter precipitation in Western Italian Alps (1926–2010) // Meteorology and Atmospheric Physics. 2013. Vol. 119. P. 125–136.

136. Wenshi Lin, Jinping Meng, Sui C.-H., Weiguang Meng, Jiangnan Li. A study of the microphysical processes in a numerically simulated heavy snowfall event in North China: the sensitivity of different snow intercept parameters // Meteorology and Atmospheric Physics. 2009. Vol. 104, P. 1–11.

137. Klaić Zvezdana B., Kvakić Marko. Modeling the impacts of a man-made lake on the meteorological conditions of the surrounding areas // Journal of Applied Meteorology and Climatology. 2014. e-View.

E.V. Pischnikova

**THE ANALYTICAL REVIEW OF CURRENT STATE OF ISSUE OF THE CYCLONIC ACTIVITY
INFLUENCE ON THE CONDITIONS OF FORMATION INTENSITY PRECIPITATION
IN THE COLD SEASON**

This article provides an overview of the current state of knowledge about the conditions of formation of precipitation, the influence of cyclonic activity on the formation of different intensity precipitation in the cold season, the methods of forecasting and simulation results corresponding to the precipitation types.

Key words: atmospheric circulation; atmospheric front; precipitation; snowfall; numerical forecast; model WRF.

Evgeniya V. Pischnikova, postgraduate, Department of Meteorology and Atmosphere Protection; Perm State University; 15 Bukireva, Perm, Russia 614990; evapopova@rambler.ru

УДК 551

Л.С. Чернышева, В.А. Платонова, Е.В. Примачев

**ДИНАМИКА ТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗНЫХ ПОЛУГОДИЙ
В УМЕРЕННЫХ ШИРОТАХ АЗИИ**

Исследуется структура рядов различных термических и фенологических характеристик холодного и теплого полугодий на шести станциях умеренной зоны евроазиатского континента с 1918 по 2010 гг. Приоритет отдан наиболее востребованным в задачах адаптации микроэкономики интегральным характеристикам термических условий – суммам отрицательных и положительных температур. Показаны присутствующие в рядах периодичности и вековые тенденции. Обсуждается развитие современного потепления в последние десятилетия. Отмечено его различие в холодном и теплом полугодиях. Показано, что экстраполяция линейного тренда на периоды, близкие к продолжительности фаз 18-20-летних циклов, может привести к ошибочной оценке возможного развития климата в ближайшее десятилетие. Рассмотрены закономерности чередования типов смежных полугодий на разных фазах их среднепериодных колебаний.

Ключевые слова: полугодия; термические условия; структура; процесс; динамика; типы; повторяемости.

© Чернышева Л.С., Платонова В.А., Примачев Е.В., 2014

Чернышева Лариса Степановна, кандидат географических наук, профессор кафедры океанологии и гидрометеорологии Дальневосточного государственного университета; ДВФУ, Россия, 690000, г. Владивосток, ул. Суханова, 8; larastepana@mail.ru

Платонова Виктория Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры океанологии и гидрометеорологии Дальневосточного государственного университета; ДВФУ, Россия, 690000, г. Владивосток, ул. Суханова, 8; viktause@gmail.com

Примачев Евгений Викторович, заместитель начальника центра наблюдения и предупреждения о цунами федерального государственного бюджетного учреждения Приморского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; Россия, 690990, г. Владивосток, ул. Мордовцева, 3; jekaprim@mail.ru

Изменение климата – одна из важнейших проблем XXI в. Это комплексная междисциплинарная проблема, охватывающая экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития человеческого общества. Чтобы были возможны оценки будущих климатических тенденций, необходимы детальные знания закономерностей временных изменений различных характеристик климата.

Множество и зарубежных [19-23], и отечественных [1-4; 6; 7; 11-17] работ этого направления посвящены изучению динамики средних за различные интервалы времени температур и сумм осадков, разработке и использованию математических моделей для прогноза климатических сценариев, как правило, охватывающих значительные территории и временные интервалы, соизмеримые с десятилетиями [1; 5; 9; 19-22]. По результатам работ [1-4; 6; 7; 10-17], в двадцатом столетии потепление на территории восточной Евразии было практически повсеместным, но его проявления имели свои особенности в разных регионах. Весьма неоднородна и внутригодовая структура потепления. Например, на восточных окраинах Евразии, по данным исследований [2; 3; 11-13; 16; 23], выделяются, по крайней мере, три разных по этому показателю зоны: на северо-востоке потепление происходит в теплом периоде, а в холодном – наоборот – похолодание; примерно от 65 до 35° с.ш. отмечается преобладающий рост зимних температур; южнее – тренды температур положительны в течение всего года.

В развитии исследований климатических изменений на востоке Евразии [3; 11-17] авторы данной статьи ориентировались на основное направление государственной политики РФ в области климата [8] – разработку мер адаптации экономики и социальной сферы различных регионов к возможным климатическим изменениям. Региональная экономика – это микроэкономический уровень, для которого «решение задач по адаптации в значительной мере осуществляется за счет повышения эффективности потребления тепловой и электрической энергии; рационального использования сельскохозяйственных земель» [8]. В свою очередь региональная энергетическая нагрузка в наибольшей степени определяется термической напряженностью холодного полугодия, эффективность сельскохозяйственного производства – термическими ресурсами теплого полугодия. Поэтому в качестве основных объектов данного исследования были взяты в первую очередь интегральные характеристики термических условий холодного и теплого полугодий: суммы отрицательных и меньше -10°C, положительных и больше 10°C температур. Кроме того, рассматривались продолжительности самого холодного отрезка («ядра») зимы и периодов с температурами выше 0 и +10°C, ниже 0 и -10°C. Для использования долгосрочных оценок возможных климатических изменений в управлении различными сферами экономики такие оценки должны иметь достаточно дифференцированную пространственную и временную привязку. Отсюда актуальность поставленной авторами данной работы цели: исследование региональных и локальных особенностей в динамике временных рядов на части территории восточной Евразии для использования в перспективе этих знаний в оценках термических условий метеорологических сезонов.

Методика исследования

Исследование выполнено по данным ВНИИГМИ – МЦД о средних суточных температурах за 1918 – 2010 гг. на станциях Енисейск, Иркутск, Благовещенск, Николаевск-на-Амуре, Поронайск и Владивосток (рис. 1). Использование данных отдельных станций мотивировано отмеченной выше необходимостью учета в управлении микроэкономикой не только региональных, но и локальных изменений климата, возможных в различных временных интервалах.

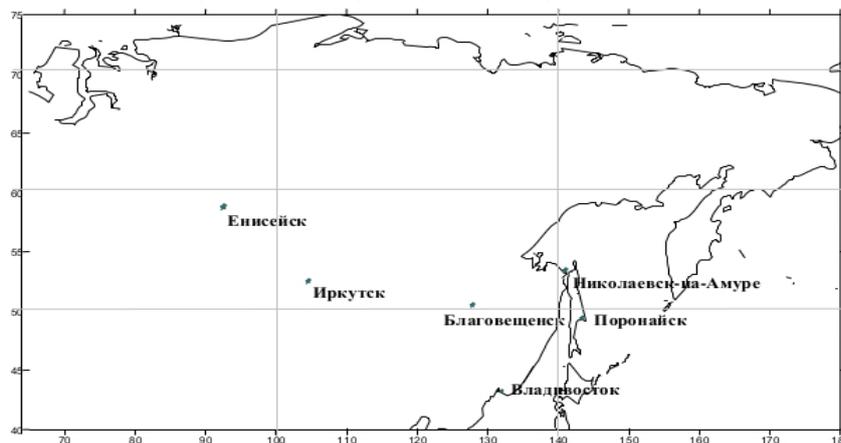


Рис.1 Схема расположения метеорологических станций

Недостаточность современных представлений о взаимосвязях в климатической системе (зачастую качественных) дает повод и для позитивистского подхода к исследованиям климатических изменений. Суть его в данном конкретном случае может быть сформулирована так: закономерности самого метеорологического процесса, проэкстраполированные в будущее, могут дать оценки различных климатических и метеорологических ситуаций с разной заблаговременностью. Перспективность такого подхода для оценки климатических тенденций на ближайшие годы показана в работах [1; 14; 18].

В данной статье исследовалась динамика наиболее востребованных при решении прикладных задач интегральных термических характеристик разных полугодий. При обсуждении результатов по мере необходимости использовались дополнительно и другие данные: границы, продолжительности и средние температуры холодного и теплого полугодий, периодов с температурами ниже -10 и выше 10°C , а также «ядра» зимы. В соответствии с критериями для выделения естественных климатических сезонов Главной геофизической обсерватории период с температурами ниже -10°C – это зима, выше 10°C – лето; между датами устойчивого перехода температуры воздуха через 0 и 10°C в сторону повышения – весна, в сторону понижения – осень. Понятие «ядро» зимы введено авторами работы [12], под ним понимался период с самыми низкими кратными 5°C температурами. Для разных станций этот температурный предел различался в зависимости от ее климатических условий. Так, для Владивостока это период, ограниченный датами перехода средней суточной температуры воздуха через -15°C в сторону понижения и повышения, для Енисейска и Николаевска-на-Амуре этот предел составил -25°C , для остальных станций – -20°C .

Продолжительности периодов и даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через заданные пределы можно объединить понятием «фенологические характеристики».

Система обработки данных кроме элементарного статистического и корреляционного анализа, включала различные способы исследования структуры временных рядов: последовательное осреднение, суммирование аномалий, спектральный анализ, расчет вероятностей метеорологического процесса.

Динамика термических и фенологических характеристик полугодий

В табл. 1 приводятся результаты анализа структуры рядов рассматриваемых характеристик методами сглаживания (последовательное осреднение, интегральные разности). Выделялись циклы: элементарные, просматривающиеся на хронологических графиках; 1-го ранга, полученные в результате 1-го осреднения метеорологического процесса; 2-го ранга – результат 2-го осреднения процесса. Периоды циклов 2-го ранга зачастую определялись ориентировочно – либо по одному завершённому циклу и незавершённым фазам незавершённых циклов, либо только с учетом продолжительности фаз.

В табл. 1 приведены средние продолжительности циклов разных рангов, объединенные для каждой характеристики по территории – показаны их крайние значения по выбранным станциям. Видно, что в рассматриваемых рядах присутствуют колебания со средними периодами 3–4, 8–18, 30–40, около 50 лет и близкие к вековым. Конечно, продолжительности отдельных циклов могут существенно отличаться от средних соответствующего ранга. Например, элементарные циклы могут иметь период от 2 до 5 лет, циклы 1-го ранга – 10-20 лет. Это вполне соответствует периодичностям, присутствующим, по данным работы [18], в температурных рядах на всем Северном полушарии.

Таблица 1

Пределы осредненных по станциям продолжительностей циклов разного ранга

Характеристики*	Циклы		
	Элементарные	1-го ранга	2-го ранга
$\Sigma_{t < 0}$	3,2-3,8	8-18	30-80
$\Sigma_{t < -10}$	3,6	8-18	50-100
$\Sigma_{t \geq 0}$	3,2-3,8	9-12	35-80
$\Sigma_{t \geq 10}$	3,2-4,1	10-19	30-50
N_x	3,6-3,9	10-14	30-60
N_3	3,8	8-14	40-50
$N_я$	3,2-3,6	8-12	50-100
$N_т$	3,5-4,2	11-18	30-40
$N_л$	3,2-4,1	11-18	40-50

*Примечание: $\Sigma_{t < 0}$, $\Sigma_{t < -10}$, $\Sigma_{t \geq 0}$, $\Sigma_{t \geq 10}$ – суммы температур ниже или выше указанных в индексе пределов; N_x , N_3 , $N_я$, $N_т$, $N_л$ – продолжительности холодного полугодия, зимы, «ядра» зимы, теплого полугодия и лета.

Для оценки значимости разных периодичностей в колебаниях представленных в табл. 1 характеристик, а также дат начала и окончания выделенных периодов проводился их спектральный анализ. Он показал, что изменчивость сумм температур ниже или выше заданных пределов и продолжительностей соответствующих периодов в большей степени связана с короткопериодными и среднепериодными колебаниями. Длиннопериодные колебания преобладают в рядах сумм положительных и выше 10°C температур во внутриконтинентальной части рассматриваемой территории (Енисейск, Иркутск, Благовещенск), а в рядах продолжительностей теплого полугодия и лета – на востоке (Поронайск, Николаевск-на-Амуре). В настоящий момент весьма затруднительно высказать какие-либо предположения о причинах разной структуры колебаний в исследуемых рядах. Дополнительная информация о спектрах дат начала и окончания различных климатических сезонов подтверждает только одну из отмеченных выше особенностей – длинным волнам в колебаниях продолжительностей лета на востоке территории соответствует большая значимость длиннопериодных колебаний в рядах начала и окончания этого сезона. Но чаще структура колебаний границ периодов, сумм температур и продолжительностей различна. В рядах дат, особенно в датах перехода через 0°C , разграничивающих холодное и теплое полугодия, наибольшая доля дисперсии связана с длительными циклами (20-40 лет).

Наиболее общие особенности колебательного процесса в рядах различных характеристик проявляются в длиннопериодных колебаниях, которые более четко представляются с помощью интегральных разностей. В холодном полугодии с начала периода наблюдений в изменениях сумм среднесуточных температур преобладали отрицательные тенденции, а в рядах продолжительностей холодного полугодия, зимы и «ядра» зимы – соответственно положительные. Эти фазы длительных циклов по-разному развивались в разных регионах. На востоке (Благовещенск, Поронайск, Владивосток) похолодание отмечалось с начала XX в. до 50-60 гг., в центре Сибири (Иркутск, Енисейск) – до середины 70-х гг. (рис. 2). Характер кривых свидетельствует о большем вкладе короткопериодных колебаний в изменчивость сумм отрицательных температур в Поронайске.

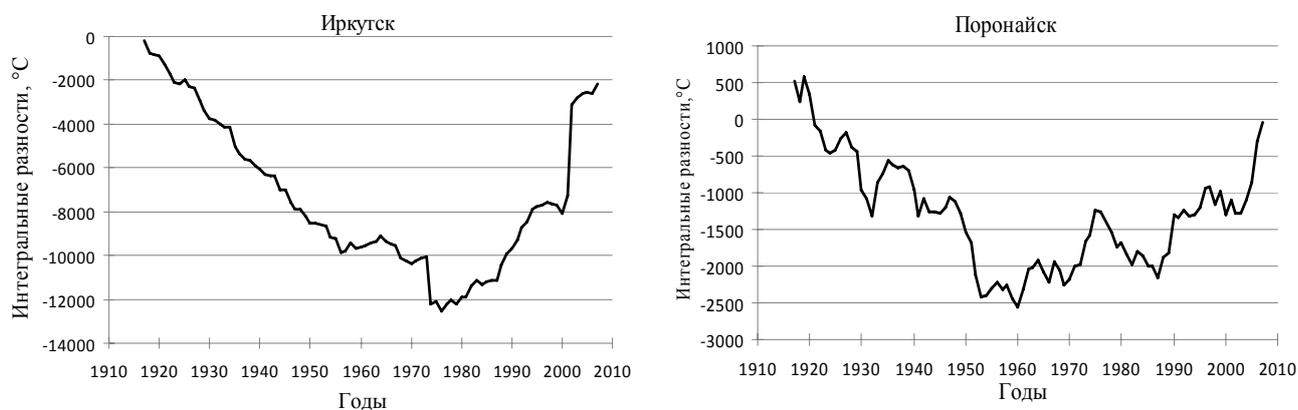


Рис. 2. Интегрально-разностные кривые сумм отрицательных температур

Общей для всей территории является тенденция уменьшения абсолютных значений сумм отрицательных температур и продолжительностей указанных периодов в последние десятилетия XX в.

Более детально структура колебаний исследуемых характеристик выявилась при последовательном осреднении процесса их изменений. Пространственные различия в их динамике проявились не только в сроках начала, но также в устойчивости и интенсивности фаз спада и подъема циклов разного ранга. Так, потепление второй половины XX в. позже всего (с начала 80-х гг.) началось в центре Сибири, но развивалось здесь наиболее интенсивно. На востоке территории сокращение периода с отрицательными температурами, а также зимы и «ядра» зимы началось в 60-х гг. XX в. Наиболее неустойчиво оно происходило в Поронайске, где общая тенденция уменьшения прерывалась фазами роста продолжительностей холодного полугодия и зимы. Устойчиво уменьшалась только продолжительность самого холодного отрезка зимы. В суммах отрицательных температур положительные тенденции сформировались с начала 50-х гг., но в конце XX в. наметилась их смена на противоположные. Тенденции увеличения продолжительностей холодного полугодия отмечаются в этот период только на внутриконтинентальных станциях. На рис. 3 для примера показана динамика сумм отрицательных температур: хронологические графики, результаты

последовательного осреднения процесса и линейный тренд по двум станциям. Видно, что наметившаяся фаза спада 20-30-летних циклов прерывается экстремально теплым 2007 г.

В теплом полугодии по интегрально-разностным кривым сумм температур на внутриконтинентальных станциях выявляются две фазы длиннопериодных колебаний: с начала наблюдений примерно до начала 80-х гг. прошлого столетия отмечается уменьшение термических ресурсов всего теплого полугодия и лета, а далее до конца исследуемого периода – интенсивный рост. На прибрежных станциях до 50-х гг. в обеих характеристиках наблюдалась фаза подъема, с 50-х по 80-е гг. – фаза спада и с начала 80-х гг – снова увеличение сумм температур теплого полугодия и лета (рис. 4). Так как суммы положительных и выше 10°C температур изменялись в течение всего периода наблюдений сходно, на рис. 3 показаны только интегральные разности сумм положительных температур.

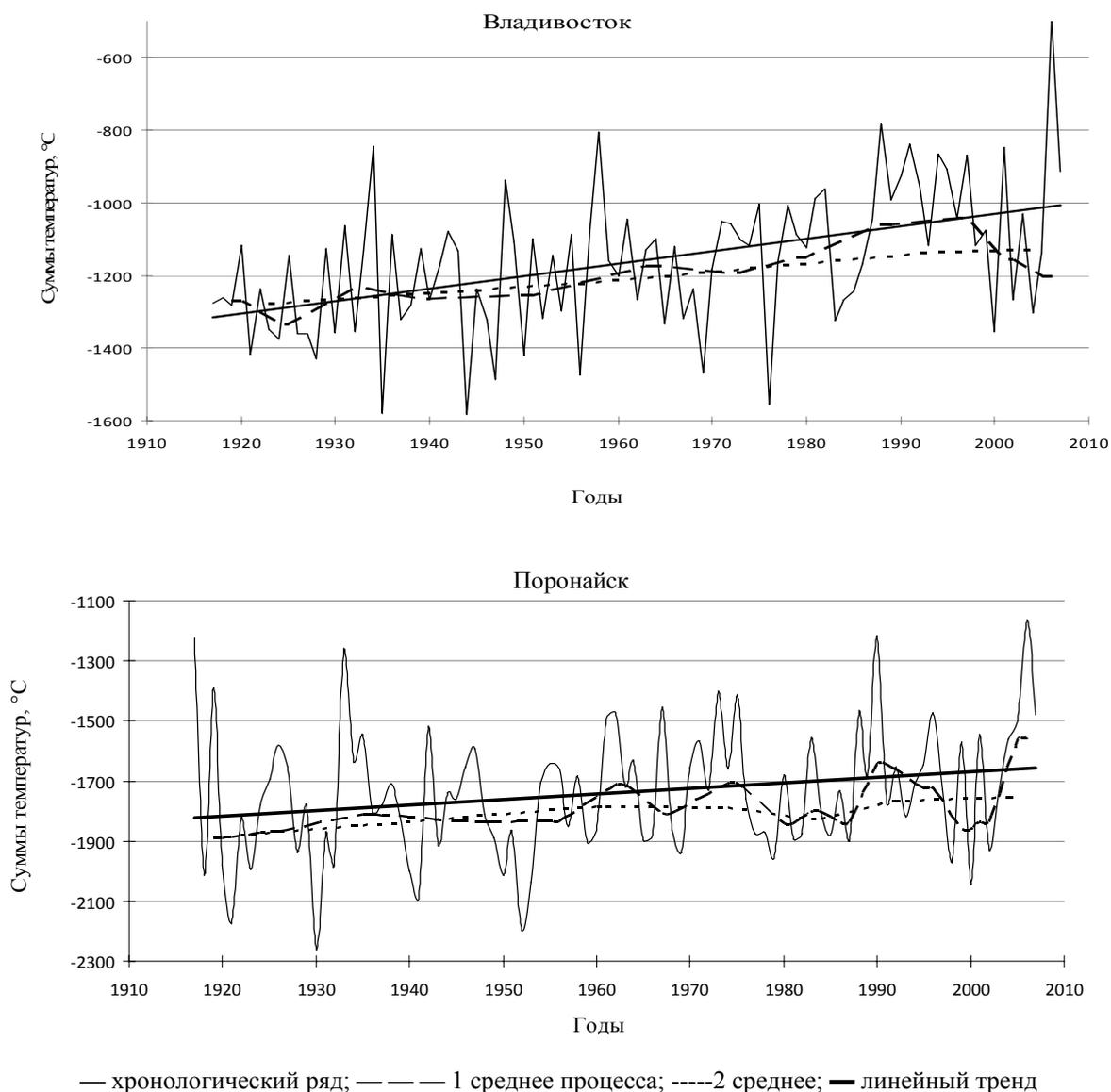


Рис. 3. Динамика сумм отрицательных температур

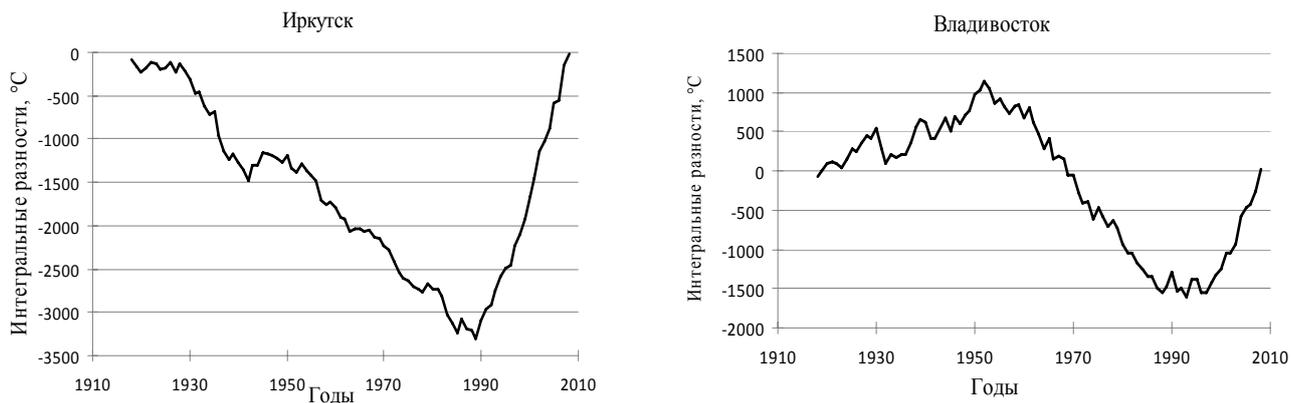
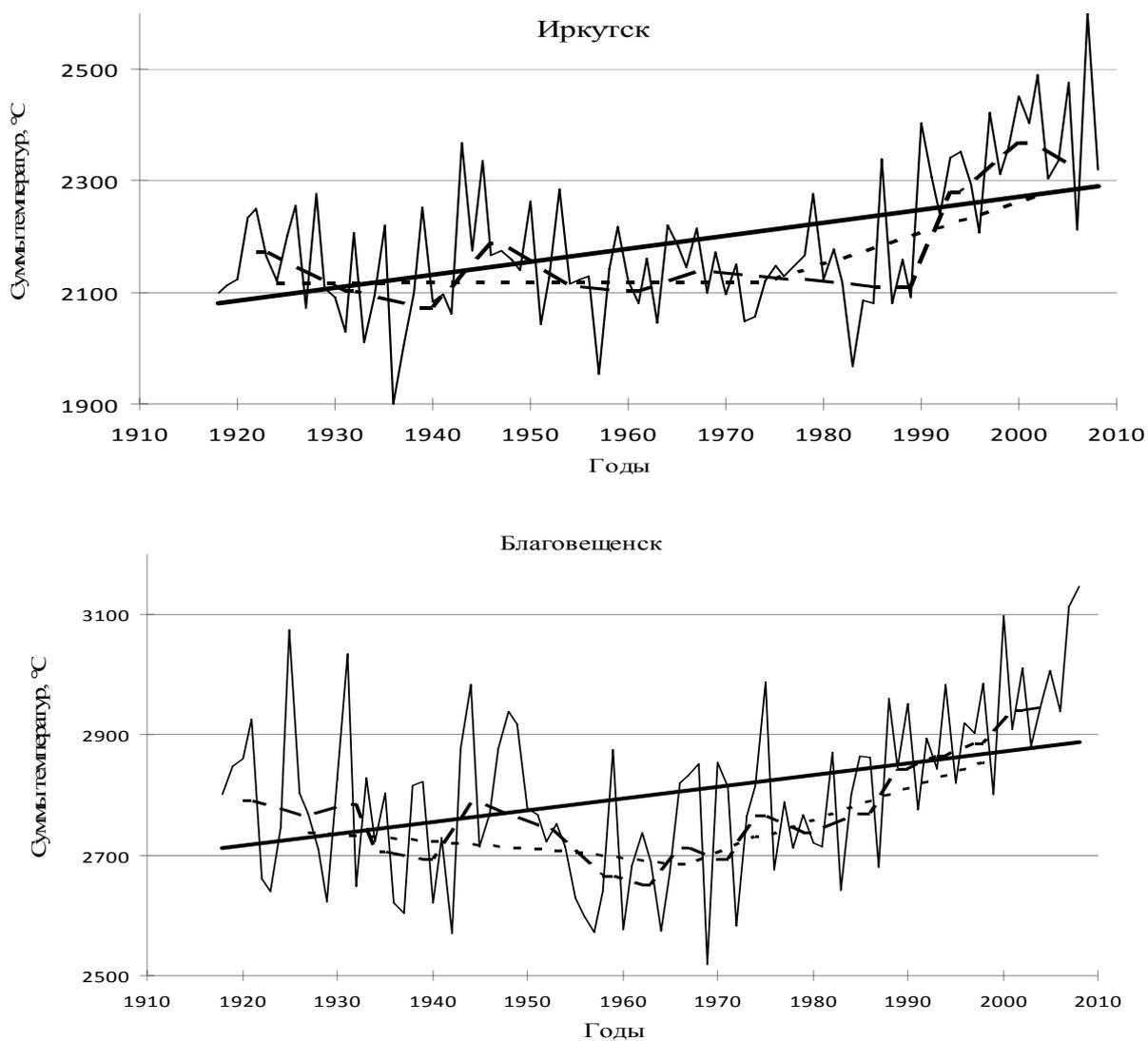


Рис. 4. Интегрально-разностные кривые сумм положительных температур



— хронологический ряд; — — — 1 среднее; ----2 среднее; — линейный тренд

Рис. 5. Динамика сумм положительных температур

В отличие от холодного полугодия потепление, которое началось в 80-х гг., в теплом сезоне, продолжается и в последние десятилетия (кроме Николаевска-на-Амуре и Поронайска). Этот период характеризуется самыми большими положительными экстремумами термических ресурсов теплого полугодия в целом и периода активной вегетации (рис. 5).

В табл. 2 представлены оценки вековых линейных трендов сумм отрицательных и положительных температур, продолжительностей полугодий в целом, зимы, лета, самого холодного отрезка зимы, а также границ этих сезонов (D) и средних температур (\bar{t}) некоторых периодов. Тренды оценивались коэффициентами корреляции (r) погодичных значений каждой величины с их расстоянием от начала исследуемого периода. Значимость коэффициентов корреляции и соответственно трендов определялась по критерию t-Стюдента. Видно, что в холодном полугодии вековые тенденции продолжительностей и сумм температур оказались различными. В частности, по всему ряду наблюдений значимые (с вероятностью 95 % при $r \geq 0,20$) отрицательные тренды продолжительностей полугодия в целом наблюдаются только в Иркутске, Владивостоке и Поронайске, а суммы отрицательных температур всюду, кроме Николаевска-на-Амуре, устойчиво увеличиваются. Эти тенденции изменений в наибольшей степени соответствуют трендам продолжительностей зимы и средних температур всего холодного полугодия и зимы. Особенно тесная связь значений сумм температур, средних температур и продолжительностей зимы, а также всего холодного полугодия с их положением во временном ряду отмечается в наиболее континентальных районах (Енисейск, Иркутск, Благовещенск). Иркутск представляется уникальным центром потепления. Здесь оно проявляется и в динамике большинства температурных характеристик, и в динамике продолжительностей, особенно зимы и «ядра» зимы, – они устойчиво уменьшаются. Ни в одном другом пункте такой согласованности тенденций изменений разных характеристик холодного полугодия не отмечается.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции погодичных значений различных характеристик с расстоянием от начала наблюдений за период 1917 – 2010 гг.*

Характеристики	Станции					
	Енисейск	Иркутск	Благовещенск	Николаевск-на-Амуре	Поронайск	Владивосток
$\Sigma_{t < 0}$	0,28	0,59	0,46	0,15	0,22	0,45
$\Sigma_{t \leq -10}$	0,18	0,32	0,28	0,12	0,20	0,31
\bar{t}_x	0,30	0,40	0,46	0,06	0,09	0,35
\bar{t}_z	0,26	0,56	0,56	0,30	0,19	0,16
N_x	-0,01	-0,29	-0,01	-0,11	-0,23	-0,28
N_z	-0,23	-0,48	-0,34	-0,05	0,04	-0,28
$N_{я}$	0,08	-0,4	-0,15	-0,24	-0,28	-0,18
$D_{нх}$	-0,11	-0,29	0,09	0,07	0,15	0,31
$D_{нз}$	0,17	0,34	0,18	-0,21	-0,01	0,11
$D_{ня}$	-0,10	-0,01	-0,06	0,11	0,18	0,06
$D_{оя}$	-0,07	-0,17	-0,16	-0,10	-0,02	-0,06
$D_{оз}$	-0,07	-0,36	0,40	-0,09	-0,04	-0,21
$D_{ох}$	-0,08	-0,25	-0,23	-0,09	-0,14	-0,30
$\Sigma_{t \geq 0}$	0,22	0,48	0,37	-0,03	-0,08	0,03
$\Sigma_{t \geq 10}$	0,27	0,50	0,27	0,003	0,03	0,10
\bar{t}_r	0,14	0,16	0,27	-0,11	-0,20	-0,18
$\bar{t}_л$	0,12	-0,11	0,09	-0,09	-0,02	-0,30
N_T	0,01	0,29	0,01	0,11	0,23	0,28
N_L	0,23	0,51	0,19	0,2	-0,01	0,23
$D_{нл}$	-0,27	0,04	-0,20	-0,2	-0,1	0,05
$D_{ол}$	0,15	0,29	0,07	-0,2	-0,2	0,10

*Примечание: индексы «н» и «о» означают начало и конец обозначенного второй буквой в индексе периода; жирным шрифтом выделены значимые коэффициенты корреляции.

В теплом полугодии по динамике сумм положительных и выше 10°C температур внутриконтинентальные и прибрежные станции различаются еще больше. Тенденция увеличения термических ресурсов отчетливо проявляется в первом случае и отсутствует во втором.

Положительные тенденции сумм температур чаще поддерживаются положительными трендами в рядах продолжительностей лета. В динамике других характеристик теплого полугодия не отмечается схождения в пространственной локализации вековых тенденций.

Условия формирования линейных трендов

Как правило (но не без исключений), вековая тенденция потепления в исследуемых рядах сформировалась благодаря интенсивному росту значений разных характеристик с начала 70–80-х гг. прошлого века. Но, как уже отмечалось, в холодном полугодии с начала или середины 90-х гг. практически по всей территории в динамике разных характеристик термических условий появились противоположные вековой тенденции фазы среднепериодных колебаний. Чтобы составить представление о том, как повлияли на вековую тенденцию эти колебания, авторы рассчитали оценки линейных трендов за периоды различной длительности, в которых новые противоположные фазы среднепериодных колебаний занимали от 10 до 50% времени: 1917-2000, 1980-2010 (преобладала тенденция потепления), 1990-2010 гг. (в начале 90-х гг. фазы подъема 20–40-летних циклов сменились фазами спада). Чтобы оценки « g » были статистически обеспеченными, объемы выборок не могли быть менее 20 лет. При объемах выборок 30 и 20 лет значимыми являются соответственно $|g| \geq 0,36$ и $|g| \geq 0,44$. В табл. 3 оценки трендов приведены только для тех характеристик и периодов, которые с точки зрения авторов наиболее интересны. Чтобы расшифровать содержание тех или иных тенденций, интегральные характеристики термических условий были дополнены средними температурами разных сезонов внутри полугодия. Кроме того, были дифференцированы фенологические данные: выделены предзимье – период между датами устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 и -10°C в сторону понижения – и предвесенье – период между датами перехода через -10 и 0°C в сторону повышения.

Динамика различных характеристик термической структуры холодного полугодия соответствовала глобальной тенденции потепления в XX столетии (1917-2000). Положительные тренды проявились в изменениях сумм отрицательных температур, средних температур января и периода с температурами ниже -10°C . Продолжительности холодного полугодия имели заметную тенденцию сокращения только в Иркутске и Владивостоке, а зимы – на большей части территории. Согласно большинству характеристик, потепление в холодном полугодии не проявилось в Николаевске-на-Амуре и Поронайске, т.е. в приохотоморском регионе.

С 1980 по 2010 г. тенденции потепления практически не обнаруживаются там, где для всего периода наблюдений, тем более для 1980-2000 гг. [15], они оказались наиболее заметными (табл. 3). В Иркутске и Владивостоке в этом периоде значимые положительные тренды не выстраиваются ни по одной характеристике. К тому же во Владивостоке отмечается явное понижение средних температур различных сезонов холодного полугодия. В Николаевске-на-Амуре, напротив, отмечаются положительные тенденции в динамике средних температур зимы и сокращение ее продолжительности. Каких-либо устойчивых тенденций изменений продолжительности всего холодного полугодия здесь не сформировалось, т.к. сокращение длительности периода с температурами ниже -10°C сопровождалось увеличением продолжительности предвесенья. В Благовещенске при положительном тренде в ходе продолжительностей холодного полугодия суммы отрицательных температур практически не увеличивались по абсолютной величине. Появилась тенденция уменьшения напряженности всего холодного периода в Поронайске за счет роста январских температур. Количественная оценка значимости трендов и интенсивности трендовых составляющих в рядах разных метеорологических величин показывает, что все отклонения от вековых тенденций, отмеченные для периода 1980-2010 гг., в 1990-2010 гг. зачастую существенно (до 3 раз) усилились. В течение последних двадцати лет в центральной Сибири и во Владивостоке суммы отрицательных температур увеличиваются по абсолютной величине при уменьшении средних температур зимы. На преобладающей части территории, кроме юго-восточной (Владивосток), в динамике продолжительностей холодного полугодия либо присутствуют значимые положительные тренды, либо устойчивые тенденции изменений отсутствуют. При этом в ходе основных характеристик термического режима холодного полугодия (сумм отрицательных температур, средних температур зимы и января, продолжительностей всего холодного полугодия и зимы) можно отметить противофазность среднепериодных колебаний на большей части рассматриваемой зоны и ее восточной окраине (Благовещенск, Николаевск-на-Амуре, реже Поронайск и Владивосток). В свою очередь на юге Дальнего Востока противоположны тенденции изменений средних температур переходных сезонов – во Владивостоке интенсивно уменьшается температура предзимья и предвесенья, а в Благовещенске тенденция их изменений обратная.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции погодичных значений отдельных характеристик холодного полугодия с их расстоянием от начала наблюдений

Хар-ки	Годы	Станции					
		Енисейск	Иркутск	Благовещенск	Николаевск-на-Амуре	Поронайск	Владивосток
$\Sigma_{t < 0}$	1980-2010	0,18	0,20	0,27	0,21	0,35	0,18
	1990-2010	-0,09	0,09	0,10	-0,14	0,15	-0,09
$\Sigma_{t \leq 10}$	1980-2010	-0,09	-0,08	0,30	0,32	0,10	-0,29
	1990-2010	-0,22	-0,26	0,24	0,20	-0,05	-0,24
$-t_{предз}$	1980-2010	0,06	-0,22	0,22	0,12	0,15	-0,68
	1990-2010	0,12	-0,42	0,33	-0,02	-0,22	-0,10
$-t_{янь}$	1980-2010	-0,06	-0,02	0,30	0,26	0,35	0,12
	1990-2010	-0,16	-0,09	0,36	0,0	0,16	-0,06
$-t_{зима}$	1980-2010	-0,06	-0,06	0,50	0,45	0,12	-0,49
	1990-2010	-0,28	-0,26	0,63	0,29	-0,03	-0,74
$-t_{предв}$	1980-2010	0,17	-0,20	0,47	-0,26	0,24	-0,58
	1990-2010	-0,13	-0,32	0,62	-0,43	0,07	-0,84
N_x	1980-2010	0,09	-0,17	0,48	-0,09	-0,28	-0,28
	1990-2010	0,51	0,20	0,45	0,25	-0,01	-0,1
$N_{предз}$	1980-2010	-0,17	-0,14	-0,06	0,08	-0,19	-0,11
	1990-2010	0,35	-0,01	-0,23	0,20	-0,28	-0,19
N_3	1980-2010	0,01	0,10	0,13	-0,49	0,09	-0,02
	1990-2010	-0,11	-0,08	0,15	-0,54	0,37	0,22
$N_я$	1980-2010	-0,43	0,35	0,16	0,17	0,06	0,24
	1990-2010	0,29	0,47	0,34	0,49	-0,01	0,60
$N_{предв}$	1980-2010	0,21	-0,06	-0,31	0,45	-0,05	0,08
	1990-2010	0,08	0,08	-0,29	0,50	-0,27	-0,16

Однако развитие новых фаз среднепериодных колебаний различных характеристик холодного полугодия существенно не изменило климатических тенденций XX - начала XI в. В период 1917-2010 гг. они либо заметно не изменились, либо ослабли, либо, несмотря на изменения последних десятилетий, значимость трендов и интенсивность трендовых изменений, характерных для прошлого столетия, увеличилась. Чтобы выявить причины разных соответствий в изменениях вековых тенденций после 2000 г. в динамике последних десятилетий, были проанализированы две группы наиболее показательных случаев: 1-я, когда тенденция похолодания или потепления последних десятилетий привела соответственно к ослаблению либо усилению векового тренда потепления (группа соответствия); 2-я, когда вопреки тенденции похолодания последних лет вековая тенденция потепления усилилась (группа несоответствия).

Естественно было предположить, что упомянутые выше соответствия или несоответствия предопределены положением экстремумов в хронологическом ряду. Какие их распределения приводят к тому или иному проявлению в вековых тенденциях, можно оценить по данным табл. 4. В ней по выделенным группам зафиксированы годы с положительными и отрицательными аномалиями (Δ) различных характеристик термического режима холодного полугодия. Рассматривались только $|\Delta| \geq 2\sigma$ (σ – стандартное отклонение исследуемой величины).

Видно, что больше чем в 40 % случаев экстремальные значения различных характеристик холодного полугодия, как максимальные, так и минимальные, наблюдались в течение последних тридцати лет. Соответствие климатической тенденции до 2000 г. и после динамике последних десятилетий наблюдается в случаях, когда после 1980 г. отмечались экстремальные аномалии ($|\Delta| \geq 2\sigma$) знака, соответствующего фазе среднепериодного колебания. И наоборот, несоответствие в развитии вековой тенденции потепления похолоданию последних десятилетий имеет место тогда, когда на последние десятилетия приходились наибольшие за весь период наблюдений аномалии, противоположные по знаку тенденциям последних десятилетий. Иначе, линейный тренд возможен даже в близких к случайным процессам при благоприятном распределении экстремумов в исследуемом периоде. Его экстраполяция, в первую очередь на ближайшие годы, может привести к ошибочным результатам. В то же время экстраполяция фаз известных циклов может быть полезной при оценке климатических тенденций на период, зависящий от возможной продолжительности этих фаз. Кстати, авторы исследований [13; 14] при разработке оценок развития климата на предстоящее

десятилетие лучшие результаты получили в экспериментах, когда из модели ритмов был исключен прогноз линейного тренда.

Таблица 4

Распределение по годам значительных аномалий ($\Delta \geq 2\sigma$) при различных соответствиях вековых тенденций разных характеристик их динамике в последние десятилетия

Станция, величина	Изменения вековой тенденции	Знак аномалии	Δ ср	Δ абс (годы)	$ \Delta \geq 2\sigma$, годы
СООТВЕТСТВИЕ					
Поронайск, $\sum t < 0$	Усиление	+	167	522(1990)	1917,1933,1990
		-	1100	524 (1930)	1921, 1930,1952
Благовещенск, $\bar{t}_{\text{январь}}$	Усиление	+	2.3	6.3 (2007)	1949, 2007
		-	2.3	6.8 (1936)	1922,1931,1936
Благовещенск, \bar{t}_3	Усиление	+	2.0	4.5 (2009)	1989,2007,2009
		-	1.6	4.7 (1931)	1931,1952
Николаевск-на-Амуре, \bar{t}_3	Усиление	+	1.5	3.8 (2001)	1991,2001
		-	1.3	5.2 (1931)	1931
Владивосток, \bar{t}_3	Ослабление	+	1.3	4.0 (1989)	1989
		-	1.3	4.5 (2007)	1936,2000,2007,2009
Владивосток, N_x	Усиление	+	6.9	20 (1918)	1918,1935
		-	6.8	30 (1989)	1989,2001,2007
Николаевск-на-Амуре, N_3	На противоположную	+	7.4	30 (1928)	1928,1939,1962
		-	9.9	24 (1995)	1995
НЕСООТВЕТСТВИЕ					
Енисейск, $\sum t < 0$	Усиление	+	320	910 (2001)	1988,2001
		-	342	10100 (1968)	1965,1968
Владивосток, $\sum t < 0$	Без изменений	+	130	392 (2001)	2001,2006
		-	180	420 (1944)	1935, 1944, 1976
Иркутск, $\bar{t}_{\text{январь}}$	Без изменений	+	2,7	9,0 (2002)	2002
		-	3,2	10,0 (1960)	1919,1960,1969
Иркутск, \bar{t}_3	Без изменений	+	1,8	5,4 (1989)	1989,2006
		-	2,0	5,4 (1969)	1945,1969
Благовещенск, N_x	Без изменений	+	7,5	27 (1999)	1923,1930,1979,1999
		-	6,9	24 (1958)	1937,1951,1958

О сочетаниях смежных полугодий

Знание наиболее вероятных продолжительностей и амплитуд, присутствующих в рядах периодичностей, основных характеристик фаз подъема и спада циклов, безусловно, может быть полезным в заблаговременных оценках возможных сценариев естественных климатических изменений. Однако имеющиеся ряды наблюдений не только не позволяют получить вероятностные значения характеристик циклов, но и достоверно выявить все присутствующие периодичности. Дополнить представления о закономерностях временных изменений исследуемых величин можно по вероятностям чередования их различных значений. Л.С. Чернышевой и В.А. Платоновой ранее был получен положительный опыт оценок характера предстоящих холодных сезонов по вероятностям наступления их разных типов от исходных ситуаций различной заблаговременности [13]. Дискретность выборки составляла 1 год. При типизации сезонов были учтены только характеристики самого холодного отрезка зимы.

Авторы представленной статьи поставили своей целью выявление закономерностей чередования разных типов холодных и теплых полугодий. Для начала это было сделано только по трем станциям: Иркутск, Благовещенск и Владивосток. Типы сезонов в данном случае выделялись по интегральным термическим характеристикам – суммам отрицательных и положительных температур. Прежде всего из двух выборок сумм температур нужно было составить одну с дискретностью данных 0,5 года. Для этого рассчитанные суммы температур в каждом полугодии были выражены в процентах от соответствующих средних многолетних значений. Критерии для типизации выбирались из следующих соображений. Поскольку выборка весьма ограничена (90 лет), число типов должно быть минимальным. Их было задано три. Если к среднему классу отнести все случаи в интервале $\sum t \pm \sigma$, то в него попадает не менее 70 % случаев. Чтобы сделать интервалы более равноправными по числу случаев, в качестве обычных были приняты сезоны, когда сумма температур (%) была в интервале

$\sum t \pm 0,5\sigma$. При $\sum t < (\sum t - 0,5\sigma)$ холодные полугодия относились к теплым, или к III типу, а теплые полугодия – к холодным, или к I типу. При $\sum t > (\sum t + 0,5\sigma)$, наоборот, теплые полугодия относились к теплым, или к III типу, а холодные – к холодным, или к I типу.

Заданные интервалы позволили получить распределение типов по грациям, близкое к равномерному, только для холодных полугодий в Благовещенске и Владивостоке. В других вариантах (станция, полугодие) число случаев в средней градации было до двух раз большим, чем в крайних. Естественно от исходного полугодия любого типа в такой ситуации более вероятным был переход к среднему типу. Чтобы выйти из этого затруднения, оценка предстоящего полугодия выполнялась в альтернативном варианте: «норма и ниже нормы», «норма и выше нормы». Вероятности перехода от разных типов холодных полугодий к разным типам теплых и наоборот оценивались с помощью условных повторяемостей метеорологического процесса. Преимущество той или другой ситуации определялось разностью числа случаев экстремальных типов – I и III.

Оценки вероятностей перехода от разных типов холодных и теплых полугодий к одной из альтернативных ситуаций оказались относительно убедительными только для исходных типов – I и III (табл. 5).

Таблица 5

Условные повторяемости сочетаний типов смежных полугодий по станциям, %

Типы полугодий Последующее теплое Исходное холодное	Иркутск		Благовещенск		Владивосток	
	Норма и ниже нормы	Норма и выше нормы	Норма и ниже нормы	Норма и выше нормы	Норма и ниже нормы	Норма и выше нормы
I	87	61	92	62	64	78
III	57	81	75	81	84	76
Исходное теплое	Последующее холодное					
I	-	-	83	52	68	82
III	100	80	29	93	72	52

Примечание: символ «-» в таблице означает, что полученные вероятности мало значимы.

По территории закономерности возможных смен сезонов неодинаковы. Так во Владивостоке I тип холодных сезонов чаще сменяется III и II типами теплых сезонов (80 %), а в Иркутске и Благовещенске – I и II (90 %). III тип холодного полугодия во Владивостоке чаще переходит к ситуации «норма – ниже нормы» (85 %), а в Иркутске и Благовещенске – к ситуации «норма – выше нормы». В переходах от теплых полугодий к холодным заметных территориальных различий нет.

Вместе с тем визуализация последовательности типов полугодий за весь период наблюдений показывает, что распределение типов холодных и теплых сезонов и их сочетаний в течение всего периода наблюдений было неодинаковым. На рис. 6 для примера показана последовательность типов холодных и теплых полугодий в Иркутске. Видно, что примерно с 1926 по 1942 г. здесь в течение всего года отмечалось преобладание холодных типов. Теплые типы обоих полугодий преобладали с 1989 по 2012 г., средние – с 1951 по 1982 г.

Представилось целесообразным количественно оценить распределение возможных вариантов перехода разных типов смежных сезонов отдельно на фазах спада и подъема в колебаниях сумм температур. Чтобы повысить достоверность расчетных оценок, данные всех станций были объединены по одинаковым фазам колебаний (табл. 6). Видно, что на фазе спада в колебаниях $\sum t < 0$ в переходах от летнего полугодия к зимнему любой исходный тип теплого полугодия чаще сменяется средним и холодным типами зимнего полугодия, а на фазе подъема – средним и теплым. Аналогично распределены по фазам колебаний $\sum t > 0$ переходы от зимних полугодий к летним. Таким образом, по имеющимся выборкам можно предположить, что смена типов сезонов (зимних летними, а летних зимними) определяется динамикой сумм температур предстоящего сезона и практически не зависит от характера предыдущего полугодия.

Год	Тип сезона						
1919-1918	▨	1941	▨	1964-1965	▨	1988	▨
1918	▨	1941-1942	▨	1965	▨	1988-1989	▨
1918-1919	▨	1942	▨	1965-1966	▨	1989	▨
1919	▨	1942-1943	▨	1966	▨	1989-1990	▨
1919-1920	▨	1943	▨	1966-1967	▨	1990	▨
1920	▨	1943-1944	▨	1967	▨	1990-1991	▨
1920-1921	▨	1944	▨	1967-1968	▨	1991	▨
1921	▨	1944-1945	▨	1968	▨	1991-1992	▨
1921-1922	▨	1945	▨	1968-1969	▨	1992	▨
1922	▨	1945-1946	▨	1969	▨	1992-1993	▨
1922-1923	▨	1946	▨	1969-1970	▨	1993	▨
1923	▨	1946-1947	▨	1970	▨	1993-1994	▨
1923-1924	▨	1947	▨	1970-1971	▨	1994	▨
1924	▨	1947-1948	▨	1971	▨	1994-1995	▨
1924-1925	▨	1948	▨	1971-1972	▨	1995	▨
1925	▨	1948-1949	▨	1972	▨	1995-1996	▨
1925-1926	▨	1949	▨	1972-1973	▨	1996	▨
1926	▨	1949-1950	▨	1973	▨	1996-1997	▨
1926-1927	▨	1950	▨	1973-1974	▨	1997	▨
1927	▨	1950-1951	▨	1974	▨	1997-1998	▨
1927-1928	▨	1951	▨	1974-1975	▨	1998	▨
1928	▨	1951-1952	▨	1975	▨	1998-1999	▨
1928-1929	▨	1952	▨	1975-1976	▨	1999	▨
1929	▨	1952-1953	▨	1976	▨	1999-2000	▨
1929-1930	▨	1953	▨	1976-1977	▨	2000	▨
1930	▨	1953-1954	▨	1977	▨	2000-2001	▨
1930-1931	▨	1954	▨	1977-1978	▨	2001	▨
1931	▨	1954-1955	▨	1978	▨	2001-2002	▨
1931-1932	▨	1955	▨	1978-1979	▨	2002	▨
1932	▨	1955-1956	▨	1979	▨	2002-2003	▨
1932-1933	▨	1956	▨	1979-1980	▨	2003	▨
1933	▨	1956-1957	▨	1980	▨	2003-2004	▨
1933-1934	▨	1957	▨	1980-1981	▨	2004	▨
1934	▨	1957-1958	▨	1981	▨	2004-2005	▨
1934-1935	▨	1958	▨	1981-1982	▨	2005	▨
1935	▨	1958-1959	▨	1982	▨	2005-2006	▨
1935-1936	▨	1959	▨	1982-1983	▨	2006	▨
1936	▨	1959-1960	▨	1983	▨	2006-2007	▨
1936-1937	▨	1960	▨	1983-1984	▨	2007	▨
1937	▨	1960-1961	▨	1984	▨	2007-2008	▨
1937-1938	▨	1961	▨	1984-1985	▨	2008	▨
1938	▨	1961-1962	▨	1985	▨	2008-2009	▨
1938-1939	▨	1962	▨	1985-1986	▨	2009	▨
1939	▨	1962-1963	▨	1986	▨	2009-2010	▨
1939-1940	▨	1963	▨	1986-1987	▨	2010	▨
1940	▨	1963-1964	▨	1987	▨	2010-2011	▨
1940-1941	▨	1964	▨	1987-1988	▨	2011	▨
						2011-2012	▨

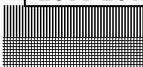
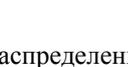
Типы холодных сезонов:  - I тип;  - II тип;  - III тип.
 Типы теплых сезонов:  - I тип;  - II тип;  - III тип.

Рис. 6. Распределение типов сезонов по годам в Иркутске

Таблица 6
Условные повторяемости сочетаний типов холодных и теплых сезонов на разных фазах колебаний сумм температур, %

<i>Последующее теплое</i> <i>Исходное холодное</i>	<i>Периоды</i>	<i>Фаза колебания Σ_t</i> <i>предстоящего сезона</i>	<i>I + II</i>	<i>II+III</i>
I (хол)	1918-1980	спад	92 (47)	59 (30)
	1980-2010	подъем	0 (0)	100 (5)
II (сред.)	1918-1980	спад	89 (48)	91 (49)
	1980-2010	подъем	48 (10)	86 (18)
III (тепл.)	1918-1980	спад	90 (19)	71 (15)
	1980-2010	подъем	52 (24)	85 (39)
Исходное теплое	Последующее холодное			
I	1918-1980	спад	93 (39)	57 (24)
	1980-2010	подъем	50 (5)	100 (10)
II	1918-1980	спад	79 (57)	58 (42)
	1980-2010	подъем	48 (11)	87 (20)
III	1918-1980	спад	44 (8)	50 (9)
	1980-2010	подъем	26 (12)	74 (35)

Примечание: в скобках приведено число случаев.

Выводы

1. Изменчивость сумм температур ниже или выше заданных пределов и продолжительностей соответствующих периодов в большей степени связана с короткопериодными и среднепериодными колебаниями.

2. В холодном полугодии с начала или середины 90-х гг. практически по всей территории в динамике разных характеристик термических условий появились противоположные вековой тенденции потепления фазы среднепериодных колебаний.

3. В теплом полугодии, в отличие от холодного, потепление, которое началось в 80-х гг., за отдельными исключениями (Николаевск-на-Амуре и Поронайск), продолжается и в последние десятилетия.

4. Наиболее тесная связь значений сумм температур, средних температур и продолжительностей зимы, а также всего холодного полугодия с их положением во временном ряду отмечается в континентальной части территории (Енисейск, Иркутск, Благовещенск). По динамике сумм положительных и выше 10°C температур внутриконтинентальные и прибрежные станции разделяются еще больше. Тенденция увеличения термических ресурсов теплого периода отчетливо проявляется в первом случае и отсутствует во втором.

5. Экстраполяция вековых тенденций на периоды, соизмеримые с фазами 18-20-летних циклов, может стать причиной существенных ошибок при оценках развития климатических сценариев.

6. На фазе спада в колебаниях термических ресурсов предстоящего сезона все типы исходных сезонов чаще (около 80 %) переходят к ситуации «норма – ниже нормы», а на фазе подъема – «норма – выше нормы» (около 90 %).

Библиографический список

1. Анисимов О.А., Лобанов В.А., Ренева С.А. Анализ изменений температуры воздуха на территории России и эмпирический прогноз на первую четверть XXI века // Метеорология и гидрология. 2007. №10. С. 20-30.
2. Булыгина О.Н., Коришнова Н.Н., Разуваев В.Н. Изменчивость экстремальных климатических явлений на территории России // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. 2000. Вып. 167. С. 16-32.
3. Варламов С.М., Ким Е.С., Хан Е.Х. Современные изменения температуры в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке России // Метеорология и гидрология. 1998. № 1. С. 19-28.
4. Гаврилова М.К. Изменение температуры воздуха на территории азиатской России в XIX–XX веках // Наука и образование. 2008. № 4. С. 40-44.
5. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Аристова Л.Н., Клеценко Л.К. О неопределенности некоторых сценарных климатических прогнозов температуры воздуха и осадков на территории России // Метеорология и гидрология. 2006. № 10. С. 5-21.

6. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Бардин Ю.М. Об изменениях температуры воздуха и атмосферных осадков на территории России в XX веке. Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений. М.: Наука, 2001. 186 с.
7. Кобышева Н.В. Климат России. СПб: Гидрометеоздат, 2001. 655 с.
8. Климатическая доктрина Российской Федерации (от 17 декабря 2009 г. № 861-рп). 2009. 19 с.
9. Марчук Г.И. О некоторых проблемах моделирования климата и его изменений // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 23-29.
10. Новороцкий П.В. Климатические изменения в бассейне Амура за последние 115 лет // Метеорология и гидрология. 2007. № 2. С. 43-53.
11. Пономарев В.И., Каплуненко Д.Д., Крохин В.В. Тенденции изменений климата во второй половине 20-го века в Северо-Восточной Азии, на Аляске и северо-западе Тихого океана // Метеорология и гидрология. 2005. № 2. С. 15-26.
12. Чернышева Л.С., Платонова В.А. Закономерности временных изменений характеристик термической структуры холодного полугодия и их практическое использование. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2008. 86 с.
13. Чернышева Л.С., Платонова В.А. Использование сезонных ритмов и характеристик метеорологических процессов для определения характера предстоящего холодного полугодия в умеренных широтах азиатского континента // Метеорология и гидрология. 2010. № 11. С. 19-30.
14. Чернышева Л.С., Платонова В.А. Исследование скрытых периодичностей и климатических тенденций в характеристиках структуры холодных полугодий на юге Сибири и Дальнего Востока // Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2007. С.173-180.
15. Чернышева Л.С., Платонова В.А. Тенденции климатических изменений на восточной окраине азиатского континента// Материалы конференции «Ноосферные изменения в почвенном покрове». Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2007. С. 37-45.
16. Шатилина Т.А., Цицашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Исследование изменчивости приземной температуры воздуха над регионами Дальнего Востока методом остаточной изменчивости временного ряда // Дальневосточный регион – рыбное хозяйство. 2008. № 2. С.2-6.
17. Шерстюков Б.Г., Салугаишвили П.С. Новые тенденции в изменениях климата северного полушария Земли в последнее десятилетие // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып.175. С. 43-51.
18. Alexander L.V., Zhang X, Peterson T.C., Caesar J, Gleason B et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation // J. Geophys. Res. 2006. № 111. doi:10.1029/2005JD006290
19. *Climate Change 2007a*. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / S.D. Solomon, M. Qin, Z. Manning (eds.). Cambridge, NY, USA: Cambridge University Press, 2007. 996 p.
20. *Climate Change 2007b*. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof (eds.). Cambridge, NY, USA: Cambridge University Press, 2007. 976 p.
21. *Climate Change 2007c*. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave and L.A. Meyer (eds.). Cambridge, NY, USA: Cambridge University Press, 2007. 841 p.
22. Fan Y. and Dool H. Vanden A global monthly land surface air temperature analysis for 1948–present // J. Geophys. Res. 2008. № 113. D01103. doi:10.1029/2007JD008470
23. Manton M.J., Heath L., Salinger J. and Stevenson L.A. Climate in Asia and the Pacific: A Synthesis of APN Activities. Asia-Pacific Network for Global Change Research, 2011. 78 p.

L.S. Chernushova, V.A. Platonova, E.V. Primachev

DYNAMICS OF TEMPERATURE CONDITIONS OF DIFFERENT HALF-YEAR PERIODS IN MIDLATITUDES OF ASIA

On six stations in the temperate zone of the Eurasian continent from 1918 to 2010 were studied the structure of series of different thermal and phenological characteristics of cold and warm half-year periods. Sums of positive and negative temperatures were put the high priority like the most sought-after integral characteristics thermal conditions in the problems of adaptation microeconomics. In the studied ranks were revealed periodicity and secular trends. In the article was discussed the development of the modern warming in recent decades. Difference in cold and warm half-year periods was noted. It was shown that the extrapolation of the linear trend in the periods close to the duration of the phase 18-20-year cycles, can lead

to incorrect assessment of possible climate development in the next decade. The characteristics of the type of alternation of adjacent half-year periods at different phases of their oscillations were considered.

К е у w o r d s: half-year period; temperature conditions; structure; process; dynamics; types; frequency.

Larisa S. Chernushova, Candidate of Geography, Professor of Department of Oceanology and Hydrometeorology, Far Eastern Federal University; 8 Sukhanova st., Vladivostok, Russia 690000; larastepanna@mail.ru

Viktoriia A. Platonova, Candidate of Geography, Senior lecturer of Department of Oceanology and Hydrometeorology, Far Eastern Federal University; 8 Sukhanova st., Vladivostok, Russia 690000; viktause@gmail.com

Evgeniy V. Primachev, Deputy Head of Centre for Monitoring and Tsunami Warning of Federal state budgetary institution Primorskoe administration for hydrometeorology and environmental monitoring; 3, Mordovtceva st, Vladivostok, Russia 690990; jekaprim@mail.ru