

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2021-3-80-98>

УДК 551.583

Изменения климатических условий Юго-Восточного Забайкалья за период вегетации по метеорологическим и дендрохронологическим данным

И.Л. Вахнина^{1,2}, Е.В. Носкова¹

*¹Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Чита, Россия;*

*²Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия
elena-noskova-2011@mail.ru, vahnina_il@mail.ru*

Анализируются климатические характеристики Юго-Восточного Забайкалья с мая по сентябрь (период вегетации), которые определяют накопление биомассы растений и, как следствие, агрометеорологические характеристики территории. Установлено, что за период с 1959 по 2018 год наблюдалось достоверное увеличение приземной температуры в среднем за год и за период вегетации. По значениям аномалий атмосферных осадков для последней завершившейся сухой фазы цикла (1999–2011 гг.) отмечается их увеличение по сравнению с предшествующей (1963–1982 гг.). С 2012 г. по настоящее время фиксируется фаза повышенного увлажнения. Древесно-кольцевые хронологии, построенные по деревьям, произрастающим в Юго-Восточном Забайкалье, могут быть использованы для реконструкции параметров тепло- и влагообеспеченности территории и анализа климатических изменений за период, значительно превышающий ряды метеонаблюдений (до 500 лет).

Ключевые слова: температура воздуха, атмосферные осадки, индексы засухливости и увлажнения, дендрохронология, радиальный прирост

Changes in climatic conditions in southeastern Transbaikalia during the growing season according to meteorological and dendrochronological data

I.L. Vakhnina^{1,2}, E.V. Noskova¹

*¹Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia;*

*²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
elena-noskova-2011@mail.ru, vahnina_il@mail.ru*

Climatic characteristics of southeastern Transbaikalia from May to September (the growing season), that determine the accumulation of plant biomass and, hence, agro-meteorological characteristics of the territory, are analyzed. The study showed that from 1959 to 2018, there was a significant increase in air temperature values on average for the year and for the growing season. According to the values of precipitation anomalies for the last completed dry phase of the cycle (1999–2011), their increase in comparison

with the previous one (1963–1982) is noted. From 2012 till now, a phase of increased moisture has been recorded. The tree-ring chronologies constructed from trees growing in southeastern Transbaikalia can be used to reconstruct the parameters of heat and moisture supply of the territory and to analyze climatic changes over a period significantly exceeding the series of meteorological observations (up to 500 years).

Keywords: air temperature, precipitation, drought and moisture indices, dendrochronology, radial growth

Введение

Оценка и прогнозирование климата возможны на основе знаний о долгопериодных колебаниях метеопараметров и детальном анализе их современных тенденций. В условиях текущих климатических изменений [24, 32 и др.] это приобретает особую актуальность. Учитывая, что в большинстве случаев ряды наблюдений метеостанций позволяют оценить климат не более чем за последние 100 лет, для продления данных необходимо привлечение дополнительных источников информации. В качестве надежных косвенных источников, отражающих динамику параметров среды за продолжительные периоды времени (до нескольких тысяч лет), применяются древесно-кольцевые хронологии [2, 8, 11, 13–16, 21, 31].

Территория исследования – Юго-Восточное Забайкалье – представлена степной и лесостепной природными зонами, наиболее населена и освоена в хозяйственном отношении [28]. Перепад высот над уровнем моря здесь колеблется в пределах 600–900 м. Климат резко континентальный с выраженной цикличностью в чередовании гумидных и аридных фаз, основная часть годовой суммы атмосферных осадков выпадает в теплое время года [22]. Период вегетации продолжается с мая по сентябрь [25]. Преобладающим фактором, лимитирующим развитие растительности Юго-Восточного Забайкалья, является режим увлажнения [8].

Исследуемая территория характеризуется увеличением приземной температуры воздуха [23–25, 30]. Данная тенденция проявляется во всех регионах Российской Федерации. Это приводит к ряду социально-эколого-экономических проблем [1, 12, 19, 29, 33]. В Восточном Забайкалье до конца 1980-х гг. рост среднегодовых температур был по большей части обусловлен потеплением в зимний период года, а с 1990-х годов – в теплый [25].

Большинство работ, посвященных климатическому отклику в рядах радиальных приростов и реконструкции климата с помощью древесно-кольцевых хронологий, выполнены для территорий, где рост растительности лимитируется приземной температурой воздуха (таежные и лесотундровые зоны, верхняя граница леса и т. п.) [14–16, 21, 31 и др.]. Для степной и лесостепной зон дендроклиматический анализ затруднен в связи с тем, что здесь на размеры годичных колец совместное влияние оказывает ряд параметров, характеризующих гидротермический режим

территории, и выделение одного из них представляется достаточно трудоемким. К тому же для аридных и семиаридных условий на территории России древесно-кольцевые хронологии более 200–300 лет практически отсутствуют, что связано как с возрастными особенностями деревьев, продолжительность жизни которых здесь не превышает 200–250 лет, так и отсутствием исторических деревянных построек ранее 1700 года и плохой сохранностью древесины в археологических раскопках.

В связи с этим создание длительных хронологий, чувствительных к флуктуациям параметров, характеризующих гидротермические условия степного и лесостепного поясов, имеет особенно важное значение.

Целью данной работы является анализ климатических условий и оценка возможности использования динамики радиального прироста деревьев для выявления долговременных климатических изменений на территории Юго-Восточного Забайкалья.

В рамках данной цели были поставлены следующие задачи:

– выполнить оценку метеорологических показателей тепло- и влагообеспеченности территории (приземная температура воздуха, атмосферные осадки, индексы засушливости и увлажнения, продолжительность периода вегетации, сумма активных температур воздуха);

– проанализировать отклик радиального прироста на климатические параметры с помощью корреляционных зависимостей Пирсона и возможность проведения реконструкции метеопараметров и индексов засушливости и увлажнения.

Материалы и методы исследования

Анализ климатических характеристик и расчет индекса засушливости Д.А. Педя (SI) и гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (ГТК) [10, 27] выполнены на основе использования суточных и среднемесячных данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных [3–5] по шести опорным метеорологическим станциям Юго-Восточного Забайкалья за 60-летний период (1959–2018 гг.). Три из этих метеостанций (Мангут, Кыра и Борзя) расположены в степной природной зоне и три (Чита, Агинское, Нерчинский-Завод) – в лесостепной (рис. 1). Индекс SI был определен по формуле: $SI = \Delta T / \sigma T - \Delta R / \sigma R$, где ΔT (ΔR) – отклонения от нормы средней месячной температуры воздуха (месячной суммы осадков); σT (σR) – их среднеквадратичные отклонения. ГТК рассчитан по уравнению $ГТК = 10R / \sum t$, где R – сумма осадков (мм) за период со средней суточной температурой воздуха выше 10°C и $\sum t$ – сумма среднесуточных температур за тот же период.

Суммы активных температур воздуха выражены суммами средних суточных температур воздуха выше 10°C . Даты устойчивых переходов температуры воздуха через 5 и 10°C определены в соответствии с Методическими указаниями [20]. Аномалии атмосферных осадков

и температуры воздуха рассчитаны как отклонения от среднего значения за базовый период 1981–2010 гг. [9]. Линейные тренды многолетних изменений определены методом наименьших квадратов, их статистическая значимость оценивалась при помощи t-статистики Стьюдента.

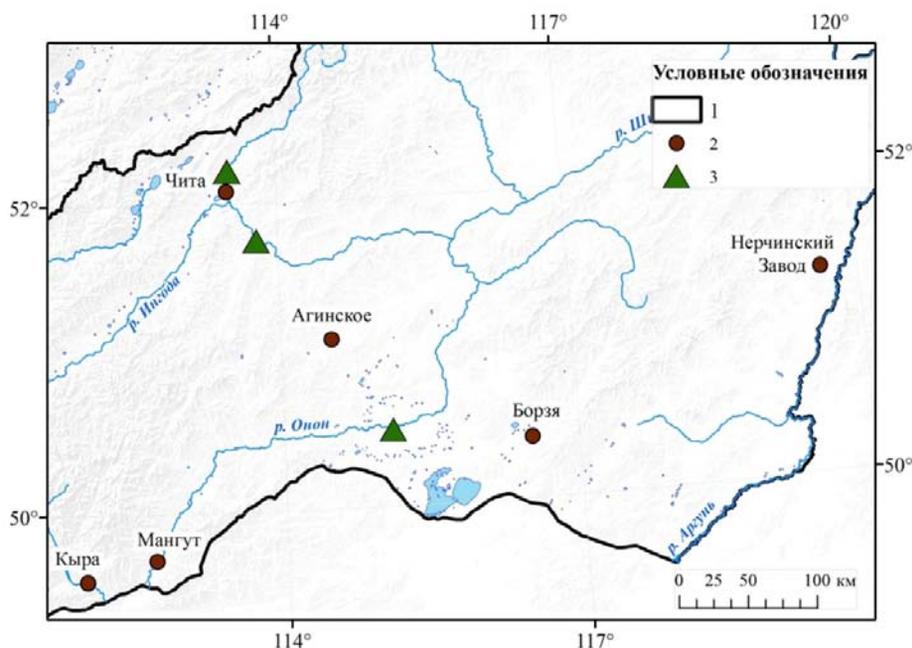


Рис. 1. Месторасположение метеорологических станций и участков отбора дендрохронологического материала на территории Юго-Восточного Забайкалья (1 – граница Забайкальского края; 2 – метеорологические станции; 3 – участки отбора древесных кернов с произрастающих деревьев и построек).

Fig. 1. Location of meteorological stations and sampling sites for dendrochronological material on the territory of South-Eastern Transbaikalia (1 – the border of the Trans-Baikal Territory; 2 – meteorological stations; 3 – sites for sampling wood cores from growing trees and buildings).

Для оценки отклика радиального прироста на метеопараметры использована обобщенная стандартная 571-летняя древесно-кольцевая хронология по ширине годичных колец, охватывающая период с 1447 по 2017 год. (рис. 2) [34]. В основу построения хронологии легли 122 буровых керна ствола деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающие на двух участках в степной и лесостепной зонах Юго-Восточного Забайкалья, а также керны с деревянных сооружений XVIII–XX вв., материал для которых заготавливался в пределах исследуемой территории. Статистические показатели хронологии свидетельствуют о ее пригодности для выполнения дендроклиматического отклика и целей

реконструкции с 1550 г. Дендроклиматический анализ выполнен с использованием коэффициентов корреляции Пирсона между стандартизированной древесно-кольцевой хронологией и метеопараметрами и расчетными индексами засушливости и увлажнения, усредненными по территории Юго-Восточного Забайкалья.

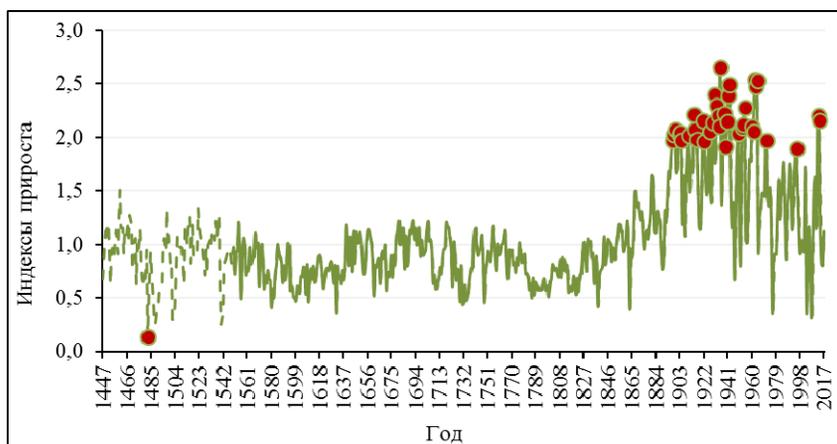


Рис. 2. Обобщенная стандартная древесно-кольцевая хронология по ширине годичных колец сосны обыкновенной для территории Юго-Восточного Забайкалья (жирной линией обозначен период, на котором хронология может использоваться для целей реконструкции климатических условий; красными точками выделены годы с экстремальными значениями индексов ширины годичных колец, выходящими за два стандартных отклонения).

Fig. 2. Generalized standard tree-ring chronology according to the width of the annual rings of Scots pine for the territory of Southeastern Transbaikalia (the bold line indicates the period in which the chronology can be used for the reconstruction of climatic conditions; the red dots mark the years with extreme values of the indexes of the width of annual rings emerging for two standard deviations).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты работы показали, что среднегодовая температура воздуха на территории Юго-Восточного Забайкалья по данным исследуемых метеостанций отрицательная (табл. 1). За 60 лет ее амплитуда составляет от 3,6 °С в Кыре до 4,5 °С в Чите. При этом самым холодным на большинстве метеостанций был 1969 г. и только в Агинском – 1974 г., самыми теплыми по разным метеостанциям – 2006, 2007 и 2015 гг. В среднем на исследуемой территории выпадает около 350 мм атмосферных осадков в год. За 1959–2018 гг. годовые суммы атмосферных осадков в среднем по метеостанциям колебались от 209 мм (2004 г.) до 516 мм (1988 г.).

В соответствии со значениями ГТК в среднем на территории исследования за период исследования отмечается повышенная влагообеспеченность (ГТК=1,42), при этом на двух станциях (Кыра и Нерчинский

Завод) она избыточная ($1,51 \leq \text{ГТК} < 2,00$), на остальных – достаточная ($1,11 \leq \text{ГТК} < 1,40$). Значения SI здесь говорят о нормальных условиях увлажнения ($\text{SI} = 0,00$). Стоит отметить, что за 60-летний период только с начала 2000-х отмечались годы, когда средние значения SI соответствовали слабой ($1 < \text{SI} \leq 2$) (2000, 2001, 2002, 2004, 2010, 2015 и 2016 гг.) и средней ($3 > \text{SI} > 2$) (2007 г.) засухе. В этот же период по значениям ГТК 2004 и 2007 гг. характеризовались как годы со средней засухой ($0,41 \leq \text{ГТК} < 0,60$), а 2000, 2001, 2002, 2006, 2010, 2015 и 2016 гг. – с недостаточными условиями увлажнения ($0,76 \leq \text{ГТК} < 1,10$). За предшествующие годы только в 1972 и 1992 гг. по значениям ГТК увлажнение было недостаточным.

Таблица 1. Климатическая характеристика Юго-Восточного Забайкалья по данным опорных метеорологических станций с 1959 по 2018 г.

Table 1. Climatic characteristics of South-Eastern Transbaikalia according to the data of reference meteorological stations from 1959 to 2018

Станция	Температура воздуха, °С	Атмосферные осадки, мм	ГТК	SI	Сумма активных температур воздуха, °С	Продолжительность устойчивого периода с различной температурой воздуха, дни	
						5 °С	10 °С
Агинское	$\frac{-1,2}{13,7}$	$\frac{345}{303}$	1,40	0	1852	152	116
Борзя	$\frac{-1,9}{14,4}$	$\frac{298}{263}$	1,14	0	1975	156	121
Кыра	$\frac{-0,7}{13,4}$	$\frac{368}{331}$	1,58	0	1825	156	118
Мангут	$\frac{-0,2}{14,1}$	$\frac{338}{305}$	1,39	0	1920	159	121
Нерчинский Завод	$\frac{-2,4}{13,8}$	$\frac{428}{362}$	1,64	0	1871	155	118
Чита	$\frac{-1,8}{13,7}$	$\frac{343}{304}$	1,38	0	1845	150	115
Среднее	$\frac{-1,4}{13,9}$	$\frac{354}{304}$	1,42	0	1881	155	118

Примечание. В числителе указано годовое значение, в знаменателе – за период вегетации.

Оценка внутригодового хода температуры воздуха (рис. 3) показывает, что самыми холодными месяцами в году являются январь и декабрь, когда она опускается до $-24,1$ °С и $-21,4$ °С соответственно, а самым теплым – июль. Средняя температура июля за 1959–2018 гг. составила $18,5$ °С.

Средняя температура воздуха по всем метеостанциям за вегетационный период колеблется около 14 °С. Суммы активных температур воздуха

находятся в пределах 2000 °С. Устойчивый переход температуры воздуха весной через 5 °С и 10 °С в среднем происходит в третьей декаде апреля на большинстве метеостанций и второй декаде мая соответственно. Осенью переход через 5 °С в Борзе, Кыре и Мангуте отмечается в первой декаде октября, на остальных станциях – в третьей декаде сентября; через 10 °С – во второй декаде сентября. Таким образом, продолжительность устойчивого периода с температурой воздуха выше 5 °С в Юго-Восточном Забайкалье в среднем за исследуемый период составляет 155 дней, выше 10 °С – около 120 дней. За период вегетации атмосферных осадков на территории выпадает около 300 мм (см. табл. 1), что составляет около 90 % от их годовой суммы. При этом более 50 % их количества приходится на июль-август (см. рис. 3).

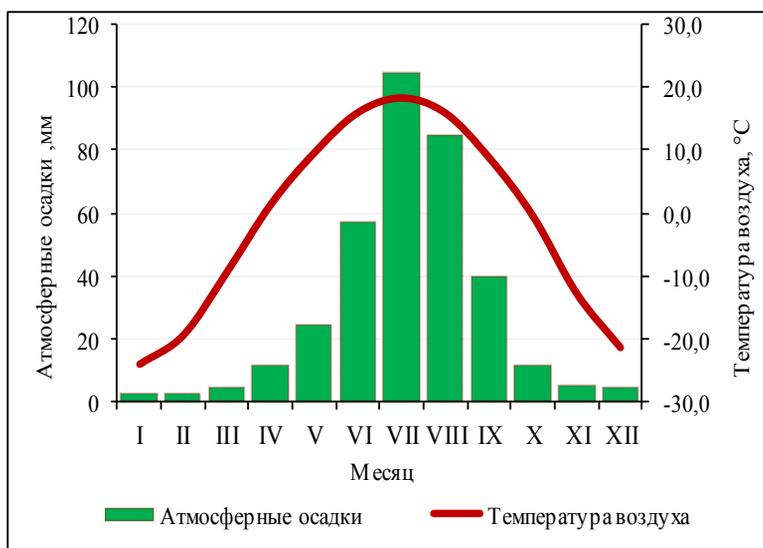


Рис. 3. Годовой ход месячных значений температуры воздуха и атмосферных осадков, усредненных по территории Юго-Восточного Забайкалья, за 1959–2018 гг.

Fig. 3. Annual variation of monthly values of air temperature and atmospheric precipitation, averaged over the territory of South-Eastern Transbaikalia, for 1959–2018.

Межгодовые изменения температуры воздуха за последние 60 лет (1959–2018 гг.) между метеостанциями происходят с высокой степенью согласованности: коэффициенты корреляции между рядами данных варьируются в пределах достоверных значений от 0,79 до 0,96 ($|r_{\text{крит}}| = 0,25$ при $p < 0,05$). Значения коэффициентов между усредненными температурами воздуха за май–сентябрь по разным станциям близки к годовым (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции температуры воздуха и атмосферных осадков за период вегетации между опорными метеорологическими станциями на территории Юго-Восточного Забайкалья с 1959 по 2018 г.

Table 2. Coefficients of correlation between air temperatures and precipitation during the growing season of reference meteorological stations in the territory of South-Eastern Transbaikalia from 1959 to 2018

Станции	Агинское	Борзя	Кыра	Мангут	Нерчинский Завод
Борзя	$\frac{0,96}{0,38}$				
Кыра	$\frac{0,93}{0,58}$	$\frac{0,93}{0,54}$			
Мангут	$\frac{0,94}{0,57}$	$\frac{0,95}{0,49}$	$\frac{0,98}{0,79}$		
Нерчинский Завод	$\frac{0,91}{0,46}$	$\frac{0,91}{0,54}$	$\frac{0,86}{0,39}$	$\frac{0,87}{0,39}$	
Чита	$\frac{0,94}{0,68}$	$\frac{0,92}{0,32}$	$\frac{0,92}{0,53}$	$\frac{0,94}{0,42}$	$\frac{0,87}{0,29}$

Примечание. В числителе указан коэффициент корреляции между температурами воздуха, в знаменателе – между атмосферными осадками.

Колебания атмосферных осадков менее согласованы между собой, чем температуры воздуха. Тем не менее значения коэффициентов корреляции между суммами атмосферных осадков разных метеостанций за период вегетации достоверны и варьируют от 0,29 до 0,79.

Достоверные значения коэффициентов корреляции рассматриваемых характеристик между исследуемыми станциями свидетельствуют об однородном климатическом поле, что позволяет усреднить данные по территории Юго-Восточного Забайкалья.

Анализ отклонений приземной температуры воздуха от климатической нормы (рис. 4) показывает, что за последние 30 лет значительно увеличилось число их положительных значений.

В среднем за 1959–2018 гг. рост среднегодовой температуры воздуха, который характерен для всех исследуемых метеостанций [24], составляет 0,29 °C/10 лет. Наименьший рост температуры воздуха зафиксирован в Агинском (0,20 °C/10 лет), наибольший – в Чите (0,47 °C/10 лет). За период вегетации изменения аналогичны. Соответственно отмечается и увеличение сумм активных температур воздуха [23], которое за 60 лет составило 25 % от их среднего значения. Рост длительности устойчивых периодов с температурами воздуха выше 5 и 10 °C составил 11 и 19 % от среднего значения за 60 лет, при этом весной их наступление стало происходить раньше, осенью – позже.

Современное увеличение среднегодовой температуры воздуха на исследуемой территории началось в 70-х гг. прошлого столетия (рис. 5). Однако в последнее десятилетие отмечается замедление ее роста, как и

в целом по территории Сибири [18], что связывают с климатическими изменениями в Северной Атлантике и Тихом океане, вариациями солнечной активности и пр. [17].

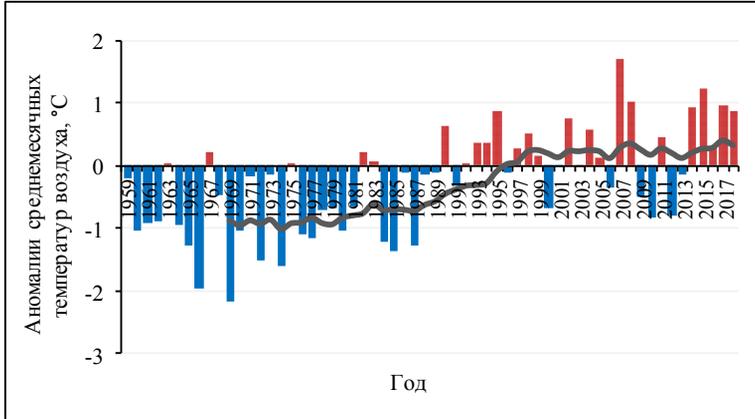


Рис. 4. Среднегодовые аномалии приземной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$), усредненные по территории Юго-Восточного Забайкалья, за 1959-2018 гг. (линией показана сглаженная кривая, полученная 11-летним скользящим усреднением).

Fig. 4. Average annual anomalies of surface air temperature ($^{\circ}\text{C}$), averaged over the territory of South-Eastern Transbaikalia, for 1959-2018 (the line shows the smoothed curve obtained by the 11-year moving average).

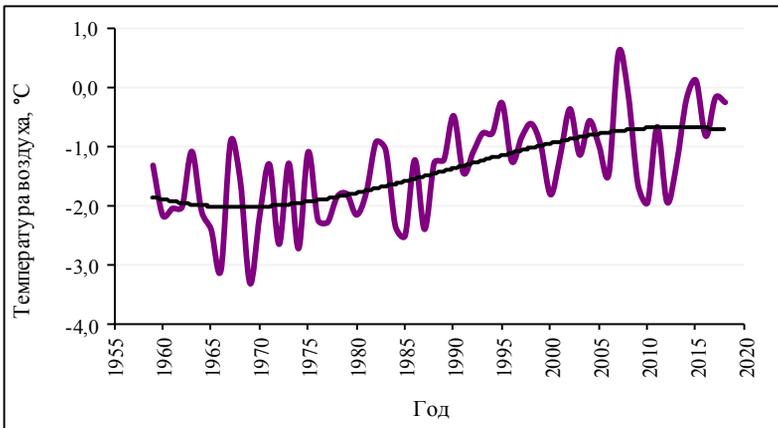


Рис. 5. Межгодовые изменения среднегодовой температуры воздуха, усредненной по территории Юго-Восточного Забайкалья, за 1959-2018 гг. (черной линией показан полиномиальный тренд 3-й степени).

Fig. 5. Interannual changes in the mean annual air temperature, averaged over the territory of Southeastern Transbaikalia, for 1959-2018 (the black line shows the polynomial trend of the 3rd degree).

В режиме выпадения атмосферных осадков на территории исследования отмечается цикличность: за 1959–2018 гг. выделяется две полных аридных фазы (1963–1982, 1999–2011 гг.) и одна гумидная (1983–1998 гг.). При этом для последней завершившейся сухой фазы по сравнению с предшествующей характерно увеличение значений отрицательных аномалий атмосферных осадков (рис. 6). В настоящее время отмечается фаза повышенного увлажнения. В условиях проявляющейся цикличности выделение трендов в режиме выпадения атмосферных осадков представляется некорректным.

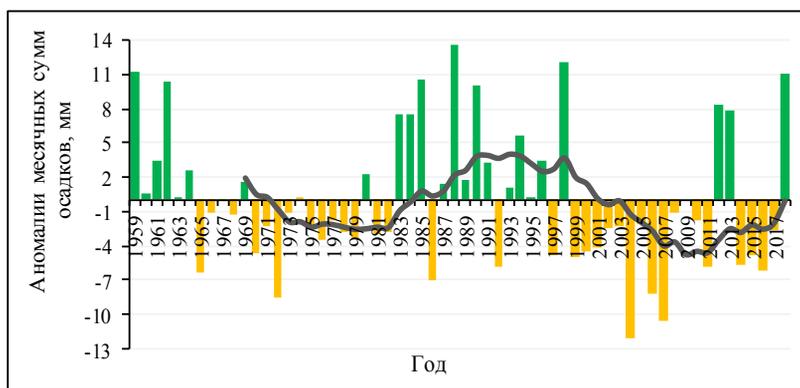


Рис. 6. Среднегодовые аномалии атмосферных осадков, усредненных по территории Юго-Восточного Забайкалья, за 1959–2018 гг. (линией показана сглаженная кривая, полученная 11-летним скользящим усреднением).
Fig. 6. Average annual anomalies of atmospheric precipitation, averaged over the territory of South-Eastern Transbaikalia, for 1959–2018 (the line shows the smoothed curve obtained by the 11-year moving average).

Дендроклиматический анализ дает возможность оценить вклад различных климатических характеристик в формирование годичных колец и на основе этой информации проследить динамику климата на исследуемой территории за период, значительно превышающий инструментальные ряды метеорологических наблюдений.

Коэффициенты корреляции между обобщенной стандартной древесно-кольцевой хронологией по Юго-Восточному Забайкалью и усредненными по шести исследуемым станциям метеопараметрами и расчетными индексами за текущий период вегетации за 1959–2017 гг. (табл. 3) свидетельствуют о значимом влиянии условий тепло- и влагообеспеченности территории на формирование годичных колец деревьев. При этом наибольшее воздействие на радиальный прирост деревьев на исследуемой территории оказывают атмосферные осадки. Ранее [8] было показано, что периодичность в полосе частот, выявленная в динамике ширины годичных колец деревьев на исследуемой территории и близкая к 30-летним

ритмам, согласуется с цикличностью в режиме выпадения атмосферных осадков по Юго-Восточному Забайкалью.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между обобщенной стандартной древесно-кольцевой хронологией и усредненными метеопараметрами и расчетными индексами по территории Юго-Восточного Забайкалья за 1959–2017 гг.

Table 3. Correlation coefficients between the generalized standardized tree-ring chronology and averaged meteorological parameters and calculated indices for the territory of South-Eastern Transbaikalia for 1959-2017

Период	Атмосферные осадки	Температура воздуха	ГТК	SI
V	0,30	-0,02	0,05	-0,22
VI	0,31	-0,22	0,22	-0,32
VII	0,30	-0,37	0,31	-0,41
VIII	0,29	-0,14	0,23	-0,24
IX	0,22	-0,30	0,03	-0,34
V-VI	0,41	-0,17	0,22	-0,39
V-VII	0,48	-0,28	0,36	-0,46
V-VIII	0,49	-0,27	0,40	-0,45
V-IX	0,52	-0,32	0,32	-0,49
VI-VII	0,39	-0,34	0,35	-0,43
VI-VIII	0,43	-0,31	0,40	-0,42
VI-IX	0,46	-0,35	0,37	-0,46
VII-VIII	0,38	-0,31	0,38	-0,39
VII-IX	0,42	-0,35	0,33	-0,44
VIII-IX	0,37	-0,26	0,23	-0,35

Примечание. Полу жирным начертанием выделены коэффициенты, статистически значимые при $p < 0,05$ ($|r_{крит}| = 0,25$).

Значимые положительные корреляционные связи получены между индексами прироста и суммами осадков за каждый месяц периода вегетации, кроме сентября (от $r = 0,29$ в августе до $r = 0,31$ в июне), а также их накопительными суммами с максимальными значениями коэффициентов корреляции за май–сентябрь ($r = 0,52$). Наиболее тесные связи получены со средней температурой в июле ($r = -0,37$). Температура воздуха оказывает негативное воздействие на ширину годичного кольца, что в большей степени проявляется для второй половины сезона вегетации. Совместное влияние атмосферных осадков и температуры воздуха определяет режим засушливости и увлажнения территории, который сказывается на процессах формирования годичных колец на исследуемой территории. Это и проявляется в значимых связях приростов с ГТК и SI. Наибольшие значения коэффициентов корреляции получены между индексами стандартной хронологии и значениями индекса засушливости Д.А. Педя, несколько меньшие – значениями гидротермического коэффициента

Г.Т. Селянинова. Учитывая достоверные коэффициенты между приростом с атмосферными осадками и температурой воздуха в июле, логично, что для этого месяца выявлены значимые связи для обоих расчетных параметров. Для всех накопительных периодов выявлены статистически значимые коэффициенты. Наибольшие их величины получены для ГТК ($r = 0,40$) за май–август и июнь–август, для SI – за период вегетации ($r = -0,49$). Таким образом, динамика ширины годичных колец в целом более чувствительна к засушливости территории, описываемой индексом Д.А. Педя, чем к ее увлажнению, характеризуемому гидротермическим коэффициентом Г.Т. Селянинова. Данные результаты согласуются с выводами, полученными ранее для более коротких хронологий, построенных по деревьям, произрастающим на территории Юго-Восточного Забайкалья [6–8].

Оценка динамики ширины годичных колец за 571-летний период, охваченный древесно-кольцевой хронологией, показала, что в последние 100–150 лет отмечается увеличение амплитуды колебаний их значений. В этот период выявляется значительное количество лет, когда приросты выходят за пределы двух стандартных отклонений (см. рис. 2). Данные экстремумы являются следствием влияния погодных условий. Годы, в которые фиксируется максимальное количество годичных колец, выпадающих у разных деревьев, соответствуют наиболее засушливым по SI и ГТК (2003, 2007 и 2016 гг.).

Полученные результаты свидетельствует о потенциале территории Юго-Восточного Забайкалья для проведения дендрохронологических исследований и возможности построения на их основе высокоточных палеоклиматических реконструкций.

Таким образом, используемые в работе метеорологические параметры и расчетные индексы могут быть реконструированы по обобщенной стандартной древесно-кольцевой хронологии по ширине годичных колец сосны обыкновенной для территории Юго-Восточного Забайкалья за период с 1550 года. Анализ погодных условий в годы, когда формировались экстремальные радиальные приросты, позволит исследовать механизмы формирования засух.

Заключение

Анализ климатических условий на территории Юго-Восточного Забайкалья за 1959–2018 гг. свидетельствует о достоверном увеличении значений температуры воздуха в среднем за год и за период вегетации. Тенденции, отмечаемые в их межгодовом ходе в последние десятилетия, сохраняются. По значениям аномалий атмосферных осадков для последней завершившейся сухой фазы цикла (1999–2011 гг.) отмечается их увеличение по сравнению с предшествующей (1963–1982 гг.). С 2012 г. по настоящее время на территории исследования отмечается фаза повышенного увлажнения.

Проведенные исследования показывают, что тенденция роста приземной температуры воздуха сохранится, а количество атмосферных осадков будет повышенным еще на протяжении нескольких лет.

Впервые для исследуемой территории выполнен анализ взаимосвязей длительной древесно-кольцевой хронологии с метеопараметрами и расчетными индексами, который говорит о потенциале Юго-Восточного Забайкалья для проведения дендрохронологических исследований и возможности построения на их основе высокоточных палеоклиматических реконструкций. Значимые связи индексов прироста годичных колец с условиями тепло- и влагообеспеченности территории свидетельствуют о возможности использования динамики радиального прироста для реконструкции климатических характеристик с 1550 года.

Климатические показатели по территории Юго-Восточного Забайкалья рассчитывались в рамках государственного задания по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов Востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов 21 в.» (№ гос. регистрации 121032200126-6), дендроклиматический анализ осуществлен при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-14-00028).

Climatic indicators for the territory of the steppe and forest-steppe zones of Eastern Transbaikalia were calculated within the framework of the state assignment on the topic "Mechanisms for ensuring economic sustainability and environmental security in a new model of development of regions of the East of the Russian Federation in the context of cross-border relations and global challenges of the 21st century" (State registration No. 121032200126-6)., Dendroclimatic analysis was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (project no 19-14-00028).

Список литературы

1. Балыбина А.С., Трофимова И.Е. Динамика температуры почвы на территории Забайкалья в условиях изменения климата // Метеорология и гидрология. 2019. № 10. С. 109-116.

2. Баринов В.В., Мыглан В.С., Назаров А.Н., Ваганов Е.А., Агатова А.Р., Непон Р.К. Экстремальные климатические события в Республике Алтай по дендрохронологическим данным // Известия Российской Академии наук. Серия биологическая. 2016. № 2. С. 188-198.

3. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТТ): Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620942. <http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#описание-массива-данных>.

4. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Коришнова Н.Н., Швец Н.В. Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России. Свидетельство

о государственной регистрации базы данных № 2015620394. <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#описание-массива-данных>.

5. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485. <http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных>.

6. Вахнина И.Л. Анализ динамики ширины годичных колец сосны обыкновенной в условиях Восточного Забайкалья // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2011. Т. 4, № 3. С. 13-17.

7. Вахнина И.Л. Радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в зеленой зоне города Читы во второй половине прошлого столетия // География и природные ресурсы. 2011. № 1. С. 180-182.

8. Вахнина И.Л., Обязов В.А., Замана Л.В. Динамика увлажнения в степной зоне Юго-Восточного Забайкалья с начала XIX столетия по кернам сосны обыкновенной // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 2. С. 28-33.

9. ВМО-№ 1203. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. 2017. 32 с.

10. Галимова Р.Г., Переведенцев Ю.П., Яманаев Г.А. Агроклиматические ресурсы республики Башкортостан // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2019. № 3. С. 29-39.

11. Глызин А.В., Размахнина Т.Б., Корсунов В.М. Дендрохронологические исследования в контактной зоне «лес-степь» как источник информации о ее динамике // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12, № 1. С. 79-83.

12. Голятина М.А., Вахнина И.Л., Носкова Е.В. Оценка динамики площадей, пройденных пожарами, на территории Забайкальского края в условиях изменения климата по данным ДЗЗ // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. № 3 (46). С. 126-135. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-3-126-135.

13. Даценко Н.М. Особенности воспроизведения крупномасштабных климатических колебаний дендрохронологическими рядами // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2005. № 4. С. 27-34.

14. Даценко Н.М., Сонечкин Д.М. Реконструкция синхронных вековых колебаний на Западе и Востоке Северного полушария за последние 2000 лет и их связь с солнечной активностью // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2009. № 4. С. 40-48.

15. Даценко Н.М., Иващенко Н.Н., Кин Ч., Лиу Дж., Сонечкин Д.М., Янг Б. Сравнение средневекового и современного потеплений климата по данным о годичном приросте можжевельника Пржевальского // Метеорология и гидрология. 2014. № 1. С. 31-37.

16. Долгова Е.А., Мацковский В.В., Соломина О.Н., Рототаева О.В., Носенко Г.А., Хмелевской И.Ф. Реконструкция баланса массы ледника Гарабаша (1800-2005 гг.) по дендрохронологическим данным // Лед и снег. 2013. Т. 53, № 1. С. 34-42.

17. Ипполитов И.И., Логинов С.В., Харюткина Е.В., Морару Е.И. Изменчивость климата Азиатской территории России в 1975-2012 годах // География и природные ресурсы. 2014. № 4. С. 13-21.

18. Комаров В.С., Ломакина Н.Я., Лавриненко А.В., Ильин С.Н. Изменения климатов пограничного слоя атмосферы Сибири в период глобального потепления. Часть 1. Аномалии и тренды температуры воздуха // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23. № 11. С. 942-950.

19. *Медведков А.А.* Адаптация к климатическим изменениям: глобальный эколого-экономический тренд и его значение для России // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 4. С. 11-19. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-4-11-19.

20. Методические указания по составлению «Научно-прикладного справочника по агроклиматическим ресурсам СССР». Л.: Гидрометеиздат, 1986. 148 с.

21. *Мыглан В.С., Ойдунаа О.Ч., Ваганов Е.А.* Построение 2367-летней древесно-кольцевой хронологии для Алтае-Саянского региона (горный массив Мон-гун-Тайга) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2012. № 3(51). С. 76-83.

22. *Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Курганович К.А.* Характеристика условий увлажненности территории бессточных озер Торейской равнины с использованием метеорологических данных // Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25, № 3. С. 22-30.

23. *Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Рахманова Н.В.* Суммы активных температур воздуха (выше 10 °С) на территории Забайкальского края // Успехи современного естествознания. 2019. № 11. С. 148-153. DOI: 10.17513/use.

24. *Носкова Е.В., Обязов В.А., Вахнина И.Л.* Изменения приземной температуры воздуха на юге Сибири и их взаимосвязь с крупномасштабными циркуляционными процессами в атмосфере // Географический вестник = Geographical bulletin. 2021. № 2 (57). С. 75-84. DOI: 10.17072/2079-7877-2021-2-75-84.

25. *Обязов В.А.* Адаптация к изменениям климата: региональный подход // География и природные ресурсы. 2010. № 2. С. 34-39.

26. *Обязов В.А.* Региональный отклик приземной температуры воздуха на глобальные изменения (на примере Забайкалья) // Доклады академии наук. 2015. Том 461, № 4. С. 459-462.

27. *Обязов В.А., Носкова Е.В.* Многолетние изменения агроклиматических ресурсов Забайкалья // Вестник Забайкальского государственного университета. 2015. № 8 (123). С. 20-29.

28. *Помазкова Н.В., Фалейчик Л.М.* Динамика структуры землепользования в Забайкальском крае // Вестник ИрГСХА. 2020. № 101. С. 59-69. DOI 10.51215/1999-3765-2020-101-59-69.

29. *Редникова Т.В.* Меры адаптации к климатическим изменениям: совершенствование экологического законодательства Российской Федерации в свете присоединения к Парижскому соглашению по климату // Союз криминалистов и кримиологов. 2020. № 4. С. 122-127. DOI: 10.31085/2310-8681-2020-4-208-122-127.

30. *Смахтин В.К.* Оценка изменений температуры воздуха и осадков на территории Забайкалья // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 2 (380). С. 138-146. DOI: 10.37162/2618-9631-2021-2-138-146.

31. *Соломина О., Джакоби Г., Дарриго Р., Браунинг А., Еременко Н., Муравьев Я.* Реконструкции летних температур на Камчатке и на острове Кунашир по дендрохронологическим данным за последние 400 лет // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2005. Т. 20. С. 37-58.

32. *Хан В.М., Вильфанд Р.М., Тищенко В.А., Каверина Е.С., Сумерова К.А., Куликова И.А., Круглова Е.Н.* О результатах восемнадцатой сессии Северо-Евразийского климатического форума (СЕАКОФ-18) // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2020. № 2 (376). С. 141-152. DOI: 10.37162/2618-9631-2020-2-141-152.

33. Чугункова А.В., Пыжжев А.И., Пыжжева Ю.И. Влияние глобального изменения климата на экономику лесного и сельского хозяйства: риски и возможности // Актуальные проблемы экономики и права. 2018. Т. 12, № 3. С. 523-537. DOI: 10.21202/1993-047X.12.2018.3.523-537.

34. Vakhnina I.L., Taynik F.B., Sidorova M.O., Noskova E.V. Construction of a long (571-year) precepitation sensitive tree-ring chronology for the steppe zone of Transbaikalia // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2019. Vol. 19, is. 3.2. P. 739-744. DOI: 10.5593/sgem2019/3.2/S14.095/.

References

Balybina A.S., Trofimova I.Ye. Dinamika temperatury pochvy na territorii Zabaykal'ya v usloviyakh izmeneniya klimata [Dynamics of soil temperature on the territory of Transbaikalia under conditions of climate change]. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2019, vol. 44, no. 10, pp. 712-717. DOI: 10.3103/S1068373919100108 [in Russ.].

2. Barinov V.V., Myglan V.S., Nazarov A.N., Vaganov Ye.A., Agatova A.R., Nepop R.K. Extreme climatic events in the Altai Republic according to dendrochronological data. *Biology Bulletin*, 2016, vol. 43, no. 2, pp. 152-161. DOI: 10.1134/S1062359016020023.

3. Bulygina O.N., Razuvayev V.N., Aleksandrova T.M. Opisaniye massiva dannykh sutochnoy temperatury vozdukha i kolichestva osadkov na meteorologicheskikh stantsiyakh Rossii i byvshego SSSR (TTTR) [Description of the data set of monthly precipitation totals at Russian stations. Certificate of state registration of the database No. 2015620394]. <http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#opisaniye-massiva-dannykh> [in Russ.].

4. Bulygina O.N., Razuvayev V.N., Korshunova N.N., Shvets N.V. Opisaniye massiva dannykh mesyachnykh summ osadkov na stantsiyakh Rossii [Description of the data array of average monthly air temperature at Russian stations. Certificate of state registration of the database No. 2015620394]. <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation#opisaniye-massiva-dannykh> [in Russ.].

5. Bulygina O.N., Razuvayev V.N., Trofimenko L.T., Shvets N.V. Opisaniye massiva dannykh srednemesyachnoy temperatury vozdukha na stantsiyakh Rossii [Description of the data array of the average monthly air temperature at Russian stations. Certificate of state registration of the database no 2014621485]. <http://meteo.ru/data/156-temperature#opisaniye-massiva-dannykh> [in Russ.].

6. Vakhnina I.L. Analiz dinamiki shiriny godichnykh kolets sosny obyknovnoy v usloviyakh Vostochnogo Zabaykal'ya [Analysis of the dynamics of the width of the annual rings of Scots pine in the conditions of Eastern Transbaikalia]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ekologiya*, 2011, vol. 4, no. 3, pp. 13-17 [in Russ.].

7. Vakhnina I.L. Radial'nyy prirost sosny obyknovnoy (*Pinus sylvestris* L.) v zelenoy zone goroda Chity vo vtoroy polovine proshlogo stoletiya [radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the green zone of the city of Chita in the second half of the last century]. *Geografiya i prirodnyye resursy* [Geography and Natural Resources], 2011, no. 1, pp. 180-182 [in Russ.].

8. Vakhnina I.L., Obyazov V.A., Zamana L.V. Dinamika uvlazhneniya v stepnoy zone Yugo-Vostochnogo Zabaykal'ya s nachala XIX stoletiya po kernam sosny obyknovnoy [Dynamics of humlification in the steppe zone of southeastern

Transbaikalia since the beginning of the 19th century evidenced by the cores of scots pine]. *Steel in translation*, 2018, no. 2, pp. 28-33 [in Russ.].

9. *WMO-No. 1203*. WMO Guidelines for the Calculation of Climate Norms. Geneva, 2017, 32 p.

10. *Galimova R.G., Perevedentsev YU.P., Yamanayev G.A.* Agroklimaticheskiye resursy respubliki Bashkortostan [Agroclimatic resources of the Republic of Bashkortostan]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geokologiya*, 2019, no. 3, pp. 29-39 [in Russ.].

11. *Glyzin A.V., Razmakhnina T.B., Korsunov V.M.* Dendrokronologicheskiye issledovaniya v kontaktnoy zone «les-step'» kak istochnik informatsii o yeye dinamike [Dendrochronological studies in the contact zone "forest-steppe" as a source of information about its dynamics]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*, 2005, vol. 12, no. 1, pp. 79-83 [in Russ.].

12. *Golyatina M.A., Vakhnina I.L., Noskova Ye.V.* Otsenka dinamiki ploshchadey, proydennykh pozharami, na territorii Zabaykal'skogo kraya v usloviyakh izmeneniya klimata po dannym DZZ [Assessment of the dynamics of areas covered by fires on the territory of the Trans-Baikal Territory under conditions of climate change according to remote sensing data]. *Geograficheskiy vestnik [Geographical bulletin]*, 2018, vol. 46, no. 3, pp. 126-135. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-3-126-135 [in Russ.].

13. *Datsenko N.M.* Osobennosti vosproizvedeniya krupnomasshtabnykh klimaticheskikh kolebaniy dendrokronologicheskimi ryadami [Features of reproduction of large-scale climatic fluctuations by dendrochronological series]. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya. [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geography]*, 2005, no. 4, pp. 27-34 [in Russ.].

14. *Datsenko N.M., Sonechkin D.M.* Rekonstruktsiya sinkhronnykh vekovykh kolebaniy na Zapade i Vostoke Severnogo polushariya za posledniye 2000 let i ikh svyaz's solnechnoy aktivnost'yu [Reconstruction of synchronous secular oscillations in the West and East of the Northern Hemisphere over the past 2000 years and their relationship with solar activity]. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya. [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geography]*, 2009, no. 4, pp. 40-48 [in Russ.].

15. *Datsenko N.M., Ivashchenko N.N., Kin CH., Liu Dzh., Sonechkin D.M., Yang B.* Comparison of medieval and modern climate warming according to the data on the annual growth of Przhhevsky juniper. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2014, vol. 39, no. 1, pp. 17-21. DOI: 10.3103/S1068373914010038.

16. *Dolgoval Ye.A., Matskovskiy V.V., Solomina O.N., Rototayeva O.V., Nosenko G.A., Khmelevskoy I.F.* Rekonstruktsiya balansa massy lednika Garabashi (1800-2005 gg.) po dendrokronologicheskim dannym [Reconstruction of the mass balance of the Garabashi glacier (1800-2005) based on dendrochronological data]. *Led i sneg*, 2013, vol. 53, no. 1, pp. 34-42 [in Russ.].

17. *Ippolitov I.I., Loginov S.V., Kharyutkina E.V., Moraru E.I.* Izmenchivost' klimata Aziatskoy territorii Rossii v 1975-2012 godakh [Climate variability of the Asian territory of Russia in 1975-2012]. *Geografiya i prirodnyye resursy [Geography and Natural Resources]*, 2014, no. 4, pp. 13-21 [in Russ.].

18. *Komarov V.S., Lomakina N.YA., Lavrinenko A.V., Il'in S.N.* Izmeneniya klimatov pogranichnogo sloya atmosfery Sibiri v period global'nogo potepleniya. Chast' 1. Anomalii i trendy temperatury vozdukh [Changes in climates of the boundary layer of the atmosphere of Siberia during the period of global warming. Part 1. Anomalies and trends in air temperature]. *Atmospheric and Oceanic Optics*, 2010, vol. 23, no. 11, pp. 942-950 [in Russ.].

19. Medvedkov A.A. Adaptatsiya k klimaticheskim izmeneniyam: global'nyy ekologo-ekonomicheskiy trend i yego znachenije dlya Rossii [Adaptation to climate change: a global ecological and economic trend and its significance for Russia]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye nauki*, 2018, no. 4, pp. 11-19. DOI: 10.18384/2310-7189-2018-4-11-19 [in Russ.].

20. Metodicheskiye ukazaniya po sostavleniyu "Nauchno-prikladnogo spravochnika po agroklimaticheskim resursam SSSR" [Guidelines for the compilation of the "Scientific and applied reference book on the agroclimatic resources of the USSR"]. Leningrad, Gidrometeoizdat publ., 1986, 148 p. [in Russ.].

21. Myglan V.S., Oydupaa O.CH., Vaganov Ye.A. Postroyeniye 2 367-letney drevesno-koltsevoy khronologii dlya Altaye-Sayanskogo regiona (gornyy massiv Mongun-Tayga) [onstruction of 2 367-year tree-ring chronology for the Altai-Sayan region (Mongun-Taiga mountain range)]. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Yevrazii*, 2012, no. 3(51), pp. 76-83 [in Russ.].

22. Noskova E.V., Vakhnina I.L., Kurganovich K.A. Kharakteristika usloviy uvlazhnennosti territorii besstochnykh ozer Toreyskoy ravniny s ispol'zovaniyem meteorologicheskikh dannykh [Characteristics of the moisture conditions of the territory of the closed lakes of the Torey Plain using meteorological data]. *Vestnik Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Transbaikalian State University], 2019, vol. 25, no 3, pp. 22-30 [in Russ.].

23. Noskova Ye.V., Vakhnina I.L., Rakhmanova N.V. Summy aktivnykh temperatur vozdukh (vyshe 10 °S) na territorii Zabaykal'skogo kraya [The sums of active air temperatures (above 10 ° C) on the territory of the Trans-Baikalian Territory]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*, 2019, no. 11, pp. 148-153. DOI: 10.17513/use [in Russ.].

24. Noskova Ye.V., Obyazov V.A., Vakhnina I.L. Izmeneniya prizemnoy temperatury vozdukh na yuge Sibiri i ikh vzaimosvyaz's krupnomasshtabnymi tsirkulyatsionnymi protsessami v atmosfere [Variations in the surface air temperature in the south of Siberia and their relationship with large-scale circulation processes in the atmosphere.]. *Geograficheskiy vestnik* [Geographical bulletin], 2021, vol. 57, no. 2, pp. 75-84. DOI: 10.17072/2079-7877-2021-2-75-84 [in Russ.].

25. Obyazov V.A. Adaptatsiya k izmeneniyam klimata: regional'nyy podkhod [Adaptation to climate change: a regional approach]. *Geografiya i prirodnyye resursy* [Geography and Natural Resources], 2010, no. 2, pp. 34-39 [in Russ.].

26. Obyazov V.A. Regional'nyy otklik prizemnoy temperatury vozdukh na global'nyye izmeneniya (na primere Zabaykal'ya) [Regional response of surface air temperature to global changes (on the example of Transbaikalia)]. *Doklady akademii nauk*, 2015, vol. 461, no. 4, pp. 459-462 [in Russ.].

27. Obyazov V.A., Noskova Ye.V. Mnogoletniye izmeneniya agroklimaticheskikh resursov Zabaykal'ya [Long-term changes in the agroclimatic resources of Transbaikalia]. *Vestnik Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 8 (123), pp. 20-29 [in Russ.].

28. Pomazkova N.V., Faleychik L.M. Dinamika struktury zemlepol'zovaniya v Zabaykal'skom kraye [Dynamics of the structure of land use in the Trans-Baikalian Territory]. *Vestnik IrGSKHA*, 2020, no. 101, pp. 59-69. DOI 10.51215/1999-3765-2020-101-59-69 [in Russ.].

29. Rednikova T.V. Mery adaptatsii k klimaticheskim izmeneniyam: sovershenstvovaniye ekologicheskogo zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii v svete prisoyedineniya k Parizhskomu soglasheniyu po klimatu [Measures to adapt to climate

change: improving the environmental legislation of the Russian Federation in the light of joining the Paris Agreement on climate]. *Soyuz kriminalistov i kriminologov*, 2020, no. 4, pp. 122-127. DOI: 10.31085/2310-8681-2020-4-208-122-127 [in Russ.].

30. *Smakhtin V.K.* Assessment of changes in air temperature and precipitation in Transbaikalia. *Gidrometeorologicheskiye issledovaniya i prognozy* [Hydrometeorological Research and Forecasting], 2021, vol. 380, no 2, pp. 138-146. DOI: 10.37162/2618-9631-2021-2-138-146 [in Russ.].

31. *Solomina O., Dzhakobi G., Darrigo R., Brauning A., Yeremenko N., Murav'yev YA.* Rekonstruktsii letnikh temperatur na Kamchatke i na ostrove Kunashir po dendrokronologicheskim dannym za posledniye 400 let [econstruction of summer temperatures in Kamchatka and on Kunashir Island using dendrochronological data for the last 400 years]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem*, 2005, vol. 20, pp. 37-58 [in Russ.].

32. *Khan V.M., Vil'fand R.M., Tishchenko V.A., Kaverina Ye.S., Sumerova K.A., Kulikova I.A., Kruglova Ye.N.* On the results of the eighteenth session of the North Eurasian Climate Forum (SEACOF-18). *Gidrometeorologicheskiye issledovaniya i prognozy* [Hydrometeorological Research and Forecasting], 2020, vol. 376, no. 2, pp. 141-152. DOI: 10.37162/2618-9631-2020-2-141-152 [in Russ.].

33. *Chugunkova A.V., Pyzhev A.I., Pyzheva Yu.I.* Vliyaniye global'nogo izmeneniya klimata na ekonomiku lesnogo i sel'skogo khozyaystva: riski i vozmozhnosti [The impact of global climate change on the economy of forestry and agriculture: risks and opportunities]. *Aktual'nyye problemy ekonomiki i prava*, 2018, vol. 12, no 3, pp. 523-537. DOI: 10.21202/1993-047X.12.2018.3.523-537 [in Russ.].

34. *Vakhnina I.L., Taynik F.B., Sidorova M.O., Noskova E.V.* Construction of a long (571-year) precepitation sensitive tree-ring chronology for the steppe zone of Transbaikalia // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2019, vol. 19, no. 3.2, pp. 739-744. DOI: 10.5593/sgem2019/3.2/S14.095/.

*Поступила 25.08.2021; одобрена после рецензирования 14.09.2021;
принята в печать 28.09.2021.*

*Submitted 25.08.2021; approved after reviewing 14.09.2021;
accepted for publication 28.09.2021.*