

ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.48:577.4

РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТА И ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ НА ОСНОВЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ПОДКУРГАННЫХ ПОЧВ И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ АЛТАЯ

© 2020 г. М. В. Михаревич^а, В. С. Мыглан^б, В. Е. Приходько^{с, *}

^аСибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,
Красный пр-т, 67, Новосибирск, 630091 Россия

^бСибирский федеральный университет, Свободный пр., 79, Красноярск, 660041 Россия

^сФИЦ ПНЦБИ РАН — обособленное подразделение Институт физико-химических и биологических проблем
почвоведения РАН, ул. Институтская, 2, Пушкино, Московской области, 142290 Россия

*e-mail: valprikhodko@rambler.ru

Поступила в редакцию 20.06.2019 г.

После доработки 03.09.2019 г.

Принята к публикации 27.12.2019 г.

Изучен чернозем обыкновенный фоновый и погребенный под двумя курганами некрополя Сростки-1, созданного в 890–975 гг. (калибровка по 1δ) в Бийском районе Алтайского края. Педогенные данные и использование 20 индексов выветривания, биологической активности, выноса солей показали, что палеопочвы средневековья в фазу, предшествовавшую сооружению курганов, формировались в более засушливом климате по сравнению с современными условиями. Затем началась его гумидизация, об этом свидетельствуют палинологические данные, согласно которым в то время происходило сокращение площади боров, очевидно, в результате более холодных зим. Ареалы березовых и приречных ивовых лесов уменьшились сравнительно с современностью за счет вырубки сросткинским этносом. В средневековье мезофитное разнотравье богатого состава занимало большие площади и преобладало над сухостепным. Отмечалось разрастание осоковых локусов на расширившихся болотах, возникших при высыхании мелких водоемов, при сокращении водоохранной роли лесов. Выявлено небольшое увеличение количества пыльцы маревых и диких злаков, среди которых много степных видов и ксерофитов рода полыней. Это может свидетельствовать об антропогенном воздействии, поскольку происходило нарушение поверхности при создании 61 сросткинского кургана. С использованием дендрохронологического метода определена ежегодная динамика среднелетней температуры за последние 2000 лет. Установлено, что летняя теплообеспеченность в сросткинский период в VIII–XII вв. и при строительстве некрополя Сростки-1 преимущественно соответствовала среднему значению. Отмечались летние похолодания: 850–870 и 930–950 гг. и термические экстремумы: 876–882 и 982 гг. с температурой на 1.5°C, отличающейся от эталонных значений 1961–1990 гг. Изменчивость климата средневековья разных регионов юга Западной Сибири свидетельствует о метахронности его динамики, обусловленной локальными условиями, и о направленности его изменений, соответствующей Центральной Азии.

Ключевые слова: реконструкция природных условий, палеопочва, палинология, дендрохронология, курганы

DOI: 10.31857/S0032180X20050093

ВВЕДЕНИЕ

Благоприятные условия переходных ландшафтов от равнинной к предгорной части Алтая в значительной степени обусловлены сравнительно мягким климатом в результате воздействия барьерного эффекта. Люди селились здесь с древних времен. Об этом свидетельствуют многочисленные археологические памятники, возраст которых начинается с раннего палеолита. В регионе находится древнейшая в России раннепалеолитическая стоянка Карама [3] и извест-

ный в мире памятник — Денисова пещера, где люди жили 300 тыс. л. н. и были особой ветвью эволюции рода Номо [55]. В регионе исследования располагаются сросткинская палеолитическая стоянка [17] и крупный раннесредневековый курганный могильник Сростки-1 [10, 32].

На юге Западной Сибири и в горах Алтая археологами исследованы сотни памятников разных хроносрезов второй половины голоцена, а в ходе разведок выявлены тысячи курганов. Только немногие из них изучены естественно-научными

методами. Данных о климате средневековья для региона немного. Хотя это важно для прогнозирования климата будущего. В последнее время появились обобщающие исследования о климате средневековья для ряда регионов [9, 16, 18, 19, 24, 27, 31, 34–36, 40, 41, 47, 49, 50, 54, 61]. Для Алтайского края ранее проведена реконструкция окружающей среды на основе исследования подкурганных почв [4, 5, 11–13, 23–25, 44, 45], выполненная с применением подходов, описанных в [8].

Климатические и палеогеографические исследования эволюции окружающей среды позволили охарактеризовать голоценовую историю региона, в основном горного Алтая. Проведена реконструкция изменений климата голоцена на основе комплексного исследования: динамики границ ледников, озер, сейсмичности, свойств подкурганных палеопочв и дендрохронологии для падин горного Алтая [5, 6, 14, 20, 26, 37, 38, 53]. Чаще для изучения динамики климата голоцена разных территорий Алтая использовали палинологические данные [2, 3, 21, 22, 33, 41, 42, 66–69, 71, 79–81]. На основании обобщения пыльцевых спектров озерных и болотных отложений Алтая и сопредельных территорий показана динамика климата за последние 12 тыс. лет [2, 22, 66–69, 79–81], за 6 тыс. лет – [41, 71], для оз. Манжерок – в течение 1350 лет [42].

Проведено палинологическое изучение проб палеопочв курганов крупного раннесредневекового некрополя Сростки-1, насчитывающего 61 курган – одного из крупнейших некрополей Алтайского края. Для индикации палеоклимата привлечены дендрохронологические данные, полученные для лесов Алтае-Саянских гор.

Дендрохронологический метод – единственный, позволяющий получить информацию о ежегодном изменении климата для разных временных интервалов. Он особенно информативен для континентальных и горных районов Евразии, поскольку древесная растительность этих экосистем на верхнем ареале произрастания, содержит интенсивный климатический сигнал, записанный в радиальном приросте колец и обусловленный кратковременностью вегетационного сезона и сильной зависимостью от температуры [18–20, 38, 47, 48, 57, 58]. В отличие от Субарктики, для которой выполнено значительное число длительных дендроклиматических реконструкций, для Алтае-Саянского региона их количество невелико. В последние годы для горного Алтая создано шесть непрерывных дендроклиматических хронологий длительностью от 1400 до 2500 лет в основном по исследованию лиственницы сибирской [цит. по 19], а мире – 13 [цит. по 48].

Цель работы – реконструкция климата средневековья на основе педологических и палинологических исследований подкурганных почв круп-

ного некрополя Сростки-1 лесостепной Предгорной части Алтайского края юга Западной Сибири и дендрохронологических данных, полученных для горного Алтая, и сравнение с палеоклиматом сопредельных регионов.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты культурного наследия сросткинского этноса, создавшего более 20 поселений и 130 некрополей, располагаются в пределах Алтайского края и сопредельных территорий. Его радиоуглеродная датировка определяется второй половиной VIII–XII вв. Хозяйство сросткинского населения носило комплексный характер, но доминировало полукочевое скотоводство, важными занятиями были земледелие и различные ремесла, в том числе кузнечное и бронзолитейное производство, ювелирное дело [10, 32].

Курганный памятник Сростки-1 – один из крупнейших раннесредневековых некрополей Алтайского края, состоящий из 61 кургана. По данным радиоуглеродного анализа образцов костей и древесины, извлеченных из курганов, он датируется $(890–975) \pm 100$ гг. (калибровка по 1δ). Насыпи курганов – земляные, округлой или овальной формы, диаметром от 4 до 14.5 м, высотой от 0.3 до 1 м [10, 32].

Он расположен в 25 км к юго-востоку-востоку от г. Бийска, на восточной окраине с. Сростки Бийского района, на правом берегу р. Катунь на склоне горы Пикет, в пределах предгорной зоны Бийско-Катунского междуречья: координаты $85^{\circ}42.876' \text{ E}$, $52^{\circ}24.337' \text{ N}$, 255 м над ур. м. (рис. 1). Благоприятные условия ландшафтов переходной зоны от равнинной части к предгорьям Алтая в значительной степени обусловлены сравнительно мягким климатом и проявляются в сокращении годовых амплитуд температур, увеличении количества осадков за счет действия барьерного эффекта и преобразовании циркуляционных процессов. Зональные границы сгущены и приобретают субмеридиональное направление, повторяя конфигурацию горных массивов.

Климат. В регионе средняя температура января составляет -13.9°C , июля $+20^{\circ}\text{C}$, годовая $+3.2^{\circ}\text{C}$, сумма активных температур $2000–2100^{\circ}\text{C}$. Среднее годовое количество осадков достигает 548 мм, более половины из них выпадает в июле–августе, изменение осадков между засушливыми и увлажненными годами не превышает 40 мм. Устойчивый снежный покров высотой 30–60 см залегает в течение 165–175 дней. Используются данные метеостанции г. Бийск, ближайшей к с. Сростки.

Растительный покров. Растительный покров территории охарактеризован с использованием

литературных материалов [29, 30]. На целине в сложении биоценозов участвуют злаки: тимopheвка степная (*Phleum phleoides* (L.) Karst.), тонконог монгольский (*Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) и разнотравье: володушка многожилчатая (*Buplerum multinerve* DC), земляника зеленая (*Fragaria viridis* L.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), подорожник Урвиллея (*Plantago urvillei* Opiz.), лапчатка золотистоцветковая (*Potentilla chrysantha* Trevir), различные виды клеверов и горошка; встречаются также кустарники: спирея трехлопастная (*Spiraea trilobata* L.), разные караганы.

Остепненные луга в основном сформировались после сведения лесов, в их биогеоценозах много мезоксерофитов. Среди злаков, кроме вышеотмеченных видов, выявлены овсец пушистый (*Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.). Среди разнотравья лугов много видов, растущих на водоразделах, распространены герань луговая (*Geranium pratense* L.), лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris* Moench), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), зопник клубеносный (*Phlomis tuberosa* (L.) Moench), шлемник скордиелистный (*Scutellaria scordifolia* Fisch. ex Schrank), полынь шелковистая (*Artemisia sericea* Weber ex Stechm.) и др. Крутые южные склоны занимают настоящие крупнодерновинные степи. Низинные луга локализуются в днищах неглубоких ручьев и характеризуются преобладанием гигромезофитов и гигрофитов: калужница болотная (*Caltha palustris* L.), лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), гравилат речной (*Geum rivale* L.), подмаренник топяной (*Galium uliginosum* L.), разные виды осок.

Значительно меньшие площади занимают леса и кустарники. Поверхности I–IV надпойменных террас р. Катунь в основном распаханы. В понижениях и на склонах террас локально встречаются березовые и сосново-березовые кустарниково-травяные леса, развивающиеся на месте сосновых лесов, сохранились участки остепненных суходольных лугов. Березовые колки северных склонов – вторичны.

Современная ландшафтная структура поймы представляет собой чередование ивовых лесов, переувлажненных лугов в старичных понижениях и фрагментов зрелой поймы с разнотравными лугами. Днища пойменных долин малых рек заняты травяными болотами в сочетании с древесно-кустарниковыми зарослями.

Вблизи некрополя на пастбищном участке при умеренном выпасе состав биоценозов близок целинным. Но появляются пятна бобовых, лапчатки, встречается пастбищустойчивое разнотравье: тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), звездчатка злаковидная (*Stel-*

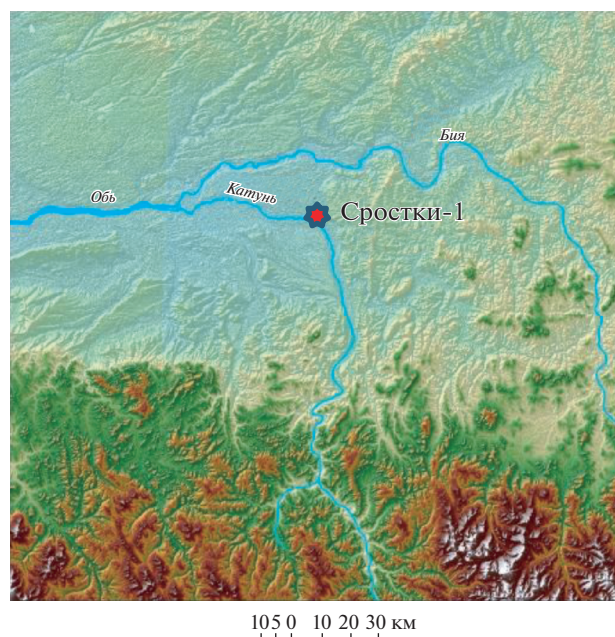


Рис. 1. Расположение некрополя Сростки-1.

laria graminea L.), лютик многоцветковый (*Ranunculus polyanthemos* L.), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.). В сорно-рудеральных сообществах, развивающихся на нарушенных местобитаниях в окрестностях с. Сростки доминируют представители семейств Asteraceae и Poaceae.

Экологическая структура растительности исследуемого участка аналогична составу флоры северных предгорий Алтая. Среди этих биоценозов

мезофиты достигают 42%, ксерофиты — 17%, ксеромезофиты — 21%, мезогигрофиты 10% и гигрофиты — 6% [29].

МЕТОДЫ

Для палинологических исследований взяты образцы из двух близкорасположенных курганов 14 и 15: три пробы — с поверхности подкурганных почв, а также 5 проб — из грунтов на дне погребений. Отобран поверхностный образец современной почвы. Для извлечения палиноморф пробы обработаны по методике, принятой в лаборатории СНИИГГиМС, г. Новосибирск. Карбонаты растворяли 10%-ной HCl; для удаления глинистых частиц осадок заливали пиротрифосфатом натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), затем отмывали горячей водой в течение 1–2 недель; палиноморфы выделяли центрифугированием с кадмиевой жидкостью ($\text{CdI}_2 + \text{KI}$) с удельным весом 2.25. Высушенный мацерат хранили в пробирках с глицерином. Для дальнейшего анализа применяли биологический световой микроскоп Zeiss Primo Star при увеличении 400 раз. Подсчет зерен и миоспор в препаратах производили до 250–300 шт. Пыльцу рассчитывали в процентах от суммы палиноморф за вычетом спор, споры — от суммы палиноморф.

Датирование сооружения курганов выполняли радиоуглеродным анализом костных останков и древесины в Радиоуглеродной лаборатории ИМКЭС г. Томска (руководитель к. б. н. Г.В. Симонова).

Для дендрохронологического анализа отбирали древесину лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb) на верхней границе леса (2.2–2.3 км над ур. м.) в пяти участках Алтае-Саянской горной территории. Из 152 живых деревьев брали керны, из 508 реликтовых — спилы. Ширину годичных колец измеряли на установке LINTAB VI. Длительные колебания в анализируемых древесно-кольцевых хронологиях выделяли путем сглаживания низкочастотным 22-летним фильтром в программе PsiPlot. Подробное описание дендрохронологического метода приведено ранее [19, 48, 63]. Для сопоставления индексов погодичного прироста древесных колец с климатическими данными привлекали материалы инструментальных наблюдений за приземной температурой воздуха и количеством осадков ближайших метеорологических станций горного Алтая: Ак-Кем, Актру, Кош-Агач, Уйги, Улангом, Эрзин.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика почв. Более подробно результаты педологического и геохимического исследования этих почв приведены ранее [24, 25]. Исследованные фоновая и подкурганные почвы представлены черноземом типичным маломощным

легкосуглинистым (Haplic Chernozem (Loamic)). По морфологии обе погребенные почвы мало различаются друг от друга и от современного аналога. Гумусовый горизонт A1 имеет мощность 20 см, гумусовый профиль, включающий гор. A1 и AB — 31–32 см. Материал фоновой почвы вскипал от HCl с глубины 42–48 см и до дна — 250 см, в двух подкурганных почвах — с 20–28 и 33–35 см. Горизонт с максимальным содержанием карбонатов в палеопочвах находится несколько выше, чем в фоновом аналоге, карбонатные новообразования представлены редкой белоглазкой, пятнами и пропиткой. На глубине 30–50 см палеопочвы содержат немного больше карбонатов, а слой 60–80 см обеднен ими по сравнению с фоновым аналогом, поэтому в слое 0–100 см изученных почв величины накопления карбонатов близки. В поверхностном слое фоновой почвы концентрируется 5.7% $\text{C}_{\text{орг}}$ и до глубины 60 см его количество превышает 1%. Реконструированное содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ до глубины 50 см подкурганных почв приблизительно равно его количеству в фоновой почве, с учетом того, что за 1000 лет минерализовалось ~50% гумуса [15].

В подкурганных почвах средневековья более слабая выщелоченность от карбонатов в средней части профиля, менее интенсивное накопление в поверхностных слоях элементов-биофилов (P, S, Co, а также Cr) и меньшая величина индекса выветривания $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ по сравнению с фоновым аналогом свидетельствуют, что палеопочва в фазу, предшествовавшую сооружению курганов, формировалась в несколько более засушливом климате по сравнению с современными условиями. Однако сходство в древних и фоновых почвах морфологических свойств, реконструированного содержания гумуса и усредненных величин коэффициентов выветривания материала слоя 0–30 см относительно почвообразующей породы $\text{CIA} = \text{Al}_2\text{O}_3 \times 100/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ и Rb/Sr, а также индексов Mn/Sr, Mn/Al, Mn/Fe, указывающих на степень биологической активности, свидетельствуют о начавшейся гумидизации палеоклимата [24, 25].

Палинологические исследования. Состав палиноморф современной пробы. В субрецентном спектре доминирует пыльца трав и кустарничков (61%), меньше содержится палиноморф деревьев и кустарников — 32%, на группу спор приходится 7%. В составе деревьев превалирует пыльца сосен сибирской (*Pinus sibirica*) и обыкновенной (*P. sylvestris*), выявлено меньшее количество высокоствольной березы (*Betula sect. Albae*), которая часто сопутствует соснам, и встречается немного пыльники облепихи (*Hippophae*) (рис. 2). Пыльца ивы (*Salix*), растущей в пойме, составляет 7%. В группе трав преобладает пыльца семейств осоковых (Cyperaceae) — 8%, маревых и дикорастущих

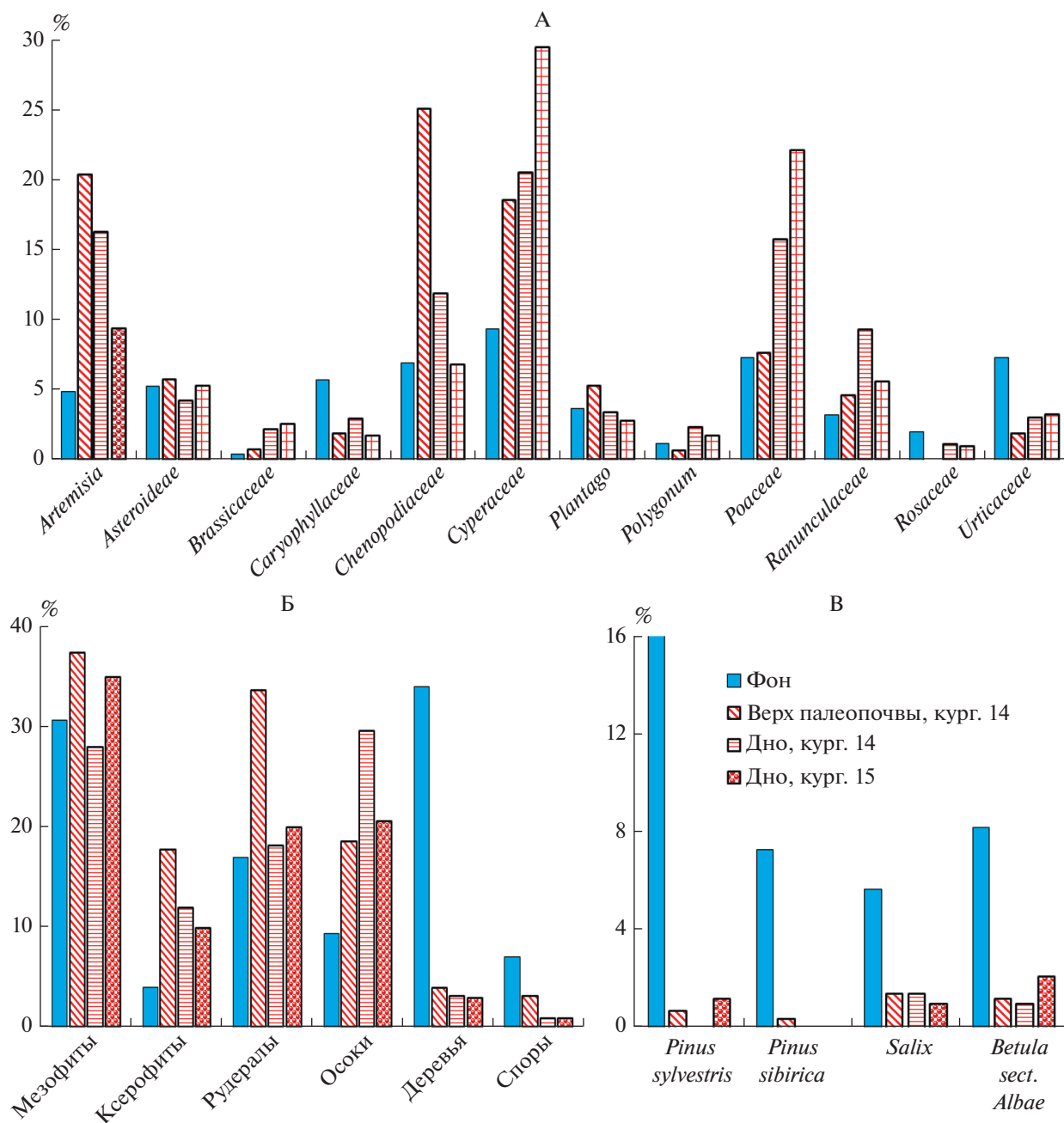


Рис. 2. Палинологические спектры исследуемых проб, состав палиноморфа: трав и кустарничков (А), экологических групп и спор (Б), деревьев и кустарников (В), $n = 2-3$.

злаков (Poaceae) — по ~7%. Палиноморфы семейств разнотравья представлены гвоздичными — 5%, подорожниковыми и лютиковыми по 3%, розоцветными, колокольчиковыми и коноплевыми по 1–2%. Пыльца культурных злаков не встречается, так как она тяжелая и слабо подвержена ветровой транспортировке с окрестных сельскохозяйственных полей.

Выявлено много спор растений, сопутствующих лесному сообществу умеренного пояса: гроздовник полулунный (*Botrychium lunaria*), па-

поротники семейства Polypodiaceae, дифазиаструм сплюснутый (*Diphrasiastrum complanatum*) и ужовник обыкновенный (*Ophioglossum vulgatum*). Обнаружена пыльца видов-индикаторов нарушенных местообитаний — 17%: маревые (Chenopodiaceae) — 6%, крапивные (Urticaceae), полынь (*Artemisia*) и астровые (Asteroideae) — по 4%, подорожник (*Plantago*) — 3%.

Разнообразие пыльцы 20-и выявленных семейств в субрентной пробе в достаточной степени характеризует биоценозы исследованного

региона и может сравниваться с фоссильными пробами.

Во всех *средневековых палеообразцах*, взятых с поверхности палеопочвы кургана 14, уменьшается доля пыльцы всех отмеченных древесных пород и соответственно увеличивается доля палиноморф трав по сравнению с современной пробой. Два фоссильных палинокомплекса, выделенных с поверхности подкурганной почвы, по сравнению с современным спектром содержат больше пыльцы ксерофита — полыни (16–23%), а также представителей семейств осоковых (13–27%) и маревых (12–35%). В одной поверхностной палеопrobe отмечается пыльца эфедры (*Ephedra*). Однако такие виды-индикаторы нарушенных местообитаний, как компоненты семейства крапивные (*Urticaceae*) и подорожниковые (*Plantago*), найдены в тех же количествах, что и в современном фоновом образце.

Палинологические спектры средневековых образцов, отобранных со дна погребальной ямы и с поверхности палеопочвы кургана 14, почти не различаются по составу и количеству пыльцы древесных пород (2–7%). Эти пробы также близки по общему количеству спор (4 и 1%) и пыльцы трав и кустарничков (96%), но между ними есть различия по составу и содержанию пыльцы некоторых таксонов травостоя. Среди пыльцы придонных материалов по сравнению с поверхностными пробами палеопочвы содержится больше представителей в основном из семейств осоковых и дикорастущих злаков и меньше — полыни и маревых. Вышеуказанные таксоны доминируют среди пыльцы и спор фоссильных образцов.

В палиносpectрах придонных проб кургана 14 по сравнению с курганом 15 мало различий, можно отметить сокращение доли пыльцы полыни и при этом увеличение доли пыльцы осок и диких злаков.

Субрецентный спорово-пыльцевой спектр соответствует лесостепной зоне этой территории, луговые степи и остепненные луга в сочетании с березовыми и сосновыми сообществами реконструируются согласно составу палиноморф. Плакорное местоположение памятника определяет формирование палинологического комплекса ветровым переносом, фактор текучих вод исключается. Количество пыльцы сосен в субрецентном спектре указывает на расположение участка на некотором расстоянии от бора. Об этом может свидетельствовать небольшое содержание спор папоротников: дифразиаструма сплюснутого (*Diphrastrum complanatum*), представителей семейства многоножковых (*Polypodiaceae*), плауна годичного (*Lycopodium annotinum*), наличие гроздовника полудунного (*Botrychium lunaria*), сопутствующих боровым и пойменным лесам и не типичных для степных сообществ.

Палинокомплексы проб, отобранных с поверхности погребенной почвы кургана 14, характеризуют ландшафты, развивавшиеся до сооружения некрополя. В тот период отмечалось обезлесивание за счет сокращения всех типов лесных массивов. Палинологические данные можно объяснить следующим образом. Сокращение площади сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) и сосны обыкновенной (*P. sylvestris* L.) средневековья по сравнению с современностью могло произойти за счет более суровых зим. Известно, что данные деревья погибают при температуре ниже -60°C [65], что возможно для региона. За 100 лет наблюдений минимальная температура -55°C зафиксирована в 1938 г., -51.5°C — в 1931 г. [<http://www.amic.ru/news/406189>]. Дендрологическими данными реконструируются короткие периоды снижения теплообеспеченности в Саяно-Алтайских горах в интервале создания некрополя Сrostки-1. Ранее при изучении этим методом была установлена синхронность динамики температур за последние 2000 лет в горных и равнинных территориях [48]. Большую площадь современных сосновых лесов можно объяснить их искусственным насаждением.

Сокращение ареала ивовых прибрежных и березовых лесов в средневековье может быть результатом антропогенного их сведения для нужд популяции. Например, при расчистке людьми подходов к постоянным водотокам и вырубке ив вдоль рек. При палинологическом изучении ряда многослойных средневековых поселений Восточной Европы часто фиксировалось сокращение ивовых лесов в начале освоения территории вокруг поселения, и быстрое восстановление ив при их забрасывании [31].

В средневековье существенного уменьшения летних осадков не происходило, что подтверждает богатый состав разнотравья, близкое количество выявленных семейств (13) в сравниваемых пробах, большее количество мезофитов в составе травостоя, чем сейчас. Хотя при этом увеличивается и доля ксерофита (полыни), однако она не превышает 20%. В средневековье, наряду с общим расширением ареалов, занятых травяными сообществами, среди них возросла доля экотонных семейства осоковых, в основном распространявшихся в поймах. Возможно, что мелкие водоемы пересыхали в результате снижения защитной водоохранной роли лесов, а на их месте образовывались осоковые болота.

По сравнению с субрецентным комплексом в подкурганных палеосpectрах несколько возрастает роль злаков (среди которых много засухоустойчивых видов) и ксерофитов рода полыней и рудеральных видов — маревых, и спорадически отмечается ксерофит эфедра. В то же время такие виды-индикаторы нарушенных местообитаний,

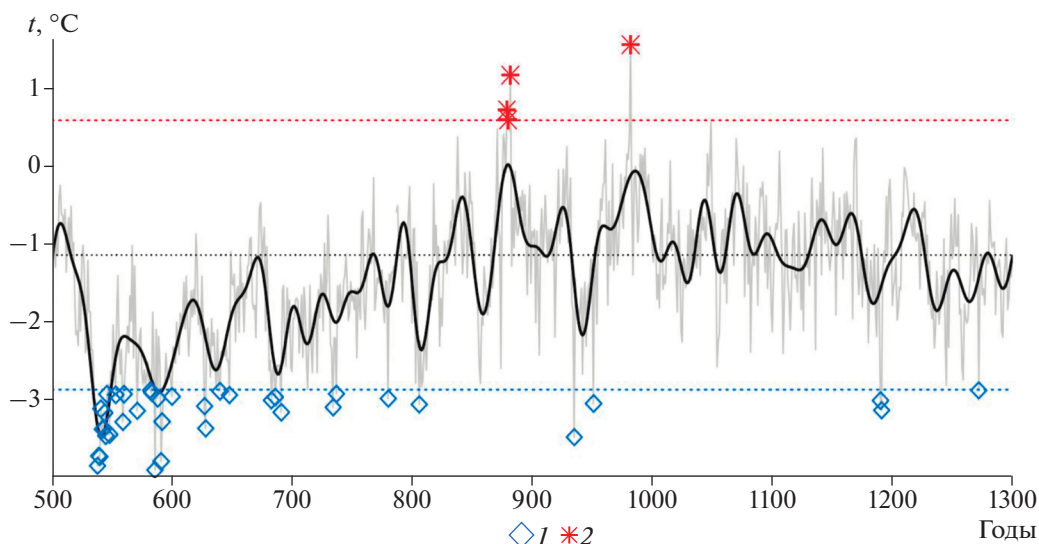


Рис. 3. Ход изменчивости температуры за июнь–июль–август с VI по XIV вв. по данным дендрохронологии Алтае-Саянского региона: 1 — отрицательные экстремумы, 2 — положительные экстремумы (показаны синим и красным пунктиром) больше двух стандартных отклонений относительно средней (серый пунктир).

как представители семейств крапивных, подорожниковых и астровых из подсемейства цикориевых, встречаются в том же количестве, что и в современном образце.

Грунт непосредственно из самих погребений: дна ям, заполнений около скелетов — редко используют для палинологического анализа [28]. Спорово-пыльцевой спектр этих проб синхронен времени сооружения погребального комплекса. Палинологические спектры придонного материала погребения и поверхности палеопочвы кургана 14 выявили небольшое различие в составе пыльцевых зерен. В придонных образцах, которые характеризуют климат на этапе строительства кургана по сравнению с пыльцевым комплексом до возведения кургана (пробы с поверхности палеопочвы) отмечается одинаковое разнообразие таксонов разнотравья, несколько большее количество пыльцы семейства злаков и осоковых, среди последних много мезофитных видов, кроме того выявлено меньшее число пыльцы ксерофита — полыни и рудералов (особенно маревых).

Палиноспектры придонных проб из двух курганов мало различаются по количеству и составу пыльцы и спор. Таким образом, для палинологического анализа наряду с пробами с поверхности подкурганных почв, можно использовать придонный материал погребальной ямы, когда верхний слой палеопочвы разрушен или плохо выявляется.

В целом, в сrostкинское время доминировали луговые степи и суходольные луга, хотя содержание пыльцы сухостепных группировок оставалось значительным; березово-сосновые и ивовые леса занимали подчиненное положение.

Педолого-геохимическое исследование подкурганных почв некрополя Сrostки-1 выявило, что палеопочва в фазу, предшествующую сооружению курганов, формировалась в несколько более засушливом климате по сравнению с современными условиями, а затем началось увеличение увлажненности [24, 25].

Результаты дендрохронологического исследования. Дендрохронологический метод использовали для реконструкции климата средневековья с годичным разрешением. Для этого применяли региональную древесно-кольцевую хронологию, созданную на основе прироста колец лиственницы (*Larix sibirica* Ldb.), отобранной на пяти удаленных друг от друга участках Алтае-Саянской горной страны. Показано, что ее прирост наилучшим образом коррелирует с летними температурами воздуха и почти не зависит от количества атмосферных осадков. Это позволило выполнить реконструкцию хода ежегодной среднелетней температуры за последние 2000 лет (рис. 3). Минимальное количество — 10 репликаций (серий прироста деревьев) — было в 98 г. н. э. и максимальное — 240 серий — в 1279 г. н. э. Средний возраст деревьев составлял 355 лет, а среднегодовые темпы роста — 0.44 мм. Причем отмечалось большее сходство между живыми и реликтовыми деревьями в величине прироста ширины колец [48].

Из рис. 3 видно, что в период бытования Сrostкинского этноса в VIII–XII вв. имеются холодные и теплые периоды продолжительностью несколько лет, когда среднелетняя температура отклонялась на 1–1.5°C и более по сравнению с эталонной отметкой в 1961–1990 гг. (средняя величина любого параметра климата, взятая за этот

период, считается климатической нормой, предложенной Всемирной метеорологической организацией). Так, выделены более короткие периоды похолоданий со снижением июнь–августовской температуры на 1.5°C и более: 530–550, 575–600, 625–650, 680–700, 800–820, 850–870, 930–950 1175–1195 и 1230–1275 гг. Наиболее сильное и длительное снижение летней термообеспеченности отмечено в VI–VIII и XVII–XIX вв. (малый ледниковый период). Зафиксировано количество лет с экстремумами температуры ниже средней на 1.5°C по векам: 22 г. в VI в., 8 – VII в., 3 – VIII в., по 2 – X и XII вв., по 1 – IX, XIII и XIV вв.

Положительные аномалии летней температуры наблюдались в середине VII в., вторых половинах IX и X вв., первой половине XV в., середине XVI в. По количеству самых теплых летних температур выделены: VII–IX, XV и XX вв. В масштабе десятилетий отмечены следующие экстремумы повышения летней теплообеспеченности: 652–676, 969–991, 1405–1432 гг. На основе анализа погодичной изменчивости летних температур выделены периоды из теплых лет: 665 и 666; 673–676; 730 и 731; 876, 877, 879–882; 1168–1170. Наибольшее число теплых летних сезонов отмечалось в XX столетии: 19 из 85 тепловых аномалий за 2000 лет.

На основе дендрохронологического исследования, выполненного для горного Алтае-Саянского региона, установлено, что среднелетние температуры в период 800–1200 гг. н. э. соответствовали “средневековому потеплению”. Следовательно, именно на этот благоприятный период пришлось возникновение и развитие Сросткинской культуры и создание курганов изученного некрополя. Только в интервалах 850–870 и 930–950 гг. отмечались короткие периоды похолоданий со снижением летних температур на 1.5°C и более относительно эталонной отметки 1961–1990 гг. Можно предположить, что и зимних термических аномалий было мало в указанный период. В целом по летней температуре наиболее экстремально холодными для региона были VI и XVII–XIX вв. На это же указывает увеличение числа погибших деревьев в данные столетия. Эти похолодания могли быть вызваны несколькими причинами, в том числе крупными извержениями вулканов в VI в. и выбросами в атмосферу вулканической пыли, приведшей к сокращению поступления солнечного тепла [73].

В течение раннего средневековья отмечены положительные экстремумы температур – на 1.5°C выше средних: 876, 877, 879–882 и 982 гг.

Летние термальные аномалии, согласно вышеуказанной дендрохронологии, отмечены в 873–878 гг. с отклонением летних температур выше климатической нормы на $1\text{--}1.5^{\circ}\text{C}$. В целом средневековый оптимум в горах Алтая продолжался с конца

IX по XIII вв. Прослеживается однотипность изменения климата за последние 2000 лет в горах Алтая и на равнинах [48].

Для используемой региональной дендрохроношкалы установлена синхронность ежегодной изменчивости прироста колец лиственницы для серий деревьев, отобранных на верхней границе леса в пяти участках Алтае-Саянского горного региона, удаленных друг от друга в широтном направлении более 1000 км [75]. Выявлена значимая погодичная корреляция древесно-кольцевых хронологий протяженностью 2000 лет, созданных для горного Алтая и австрийских Альп, находящихся на расстоянии 7600 км друг от друга [48].

На основе дендрохронологических исследований и изучения границ ледников показано, что в период с II по VI вв. н. э. в горах Алтая было тепло, в VI в. началось наступление ледников на лес, с XI и до начала XIII в. отмечалось потепление и верхняя граница леса располагалась на высоте не менее 2450 м, сейчас она на 2220–2330 м [20].

Анализ литературных сведений показал, что, согласно дендрохроношкале динамики климата, за последние 1112 лет в интервалы летних похолоданий 930–950, 1175–1195, 1230–1275 гг. происходило сокращение количества летних осадков (увеличение засушливости) для горного массива северной Монголии, близлежащего к региону исследования. Установлено, что засушливыми были периоды 900–964, 1115–1139 и 1180–1190 гг. н. э., затем следовали два этапа гумидизации климата 1210–1219 и 1220–1229 гг. н. э. Это могло привести к увеличению продуктивности монгольских степей в начале XIII в. и благоприятствовать территориальному распространению империи Чингиз Хана [64]. Реконструкция климата на основе суммирования древесно-кольцевых данных 54-х хроношкал, созданных для северного полушария, показала, что в период ~900–1170 гг. н. э. летние наземные температуры воздуха были теплее, чем ранее считалось для средневекового оптимума [39, 79].

Применение нескольких параметров древесных колец: величины прироста, плотности, ^{14}C -даты, содержания $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, аДНК, а также использование составляющих клеточной структуры колец (размера трахеид или сосудов и величины клеточной стенки) расширило возможности дендроклиматического метода [46, 52, 72, 75]. Но таких исследований пока немного. В дендрохронологическом изучении нужно учитывать многие факторы внешней среды, в том числе почвенные. Например, в зоне многолетней мерзлоты Сибири радиальный прирост лиственницы замедляется, и структура годичных колец изменяется при неблагоприятных условиях для роста корней: при низкой температуре и переувлажнении корнеобитаемого слоя почв, при техногенной загрязнении

почв, в зависимости от количества и срока таяния снега весной [15, 76]. Установлено, что деревья из длительномерзлых почв поглощают воду в основном из слоя 0–15 см, а в засушливые периоды используют влагозапасы из более глубоких горизонтов, что ведет к облегчению изотопного состава кислорода в древесных кольцах. Выявлены различия ежегодных параметров структуры и состава годовичных колец в зависимости от разных ландшафтов: водораздел, приречная зона, ареал ручья [57]. Кроме того, обнаружено уменьшение отклика роста колец на возрастание температуры в последние десятилетия, а также выявлено сохранение низкого радиального прироста деревьев после экстрахолодного года в течение последующих нескольких лет с обычными параметрами климата [43, 51].

Все эти факторы влияют на темпы радиального прироста деревьев, и это нужно учитывать при продолжении дендрохронологических исследований и их более широком использовании для моделирования динамики климата.

Климат средневековья для близлежащих и отдаленных территорий. Для региона можно назвать несколько исследований палеоархивов, которые служат основой для реконструкции ландшафтно-климатических изменений в последние 10 тыс. л. Однако для средневековья данных мало. Древние почвы, погребенные различными наносами или археологическими памятниками, служат летописью, сохраняющей информацию о геоэкологических обстановках прошлого. Для равнинного Алтая мало детальных реконструкций эволюции окружающей среды в голоцене, в основном такие исследования выполнены для горного Алтая. Например, морфолого-субстантивное генетическое изучение погребенных голоценовых почв из нескольких профилей в горах юго-восточного Алтая, развивающиеся в настоящее время в обстановке аридного климата, показало, что условия почвообразования за последние 1–2 тыс. л. были наиболее экстремальными за весь голоцен [4, 45].

Для соседних равнинной и горной территорий республики Тыва на основе гумусового [12] и палинологического [21] исследований палеопочв и отложений установлено, что на протяжении голоцена общий климатический тренд направлен на усиление похолодания и аридизации с динамикой температур и увлажненности в разные хроносрезы. На этапах увеличения теплообеспеченности формировались степи, в интервалы похолодания — лесостепные (и таежные) ландшафты. В субатлантический период гумидные условия были в его начале, а засушливые — в середине и в конце, теплые — субатлантике-1 и 3, прохладные — в субатлантике-2. Для территории горной части Тывы при изучении кутанного комплекса почв и его радиоуглеродном датировании фиксирова-

лись близкие климатические условия средневековья [5]. Выполнено комплексное исследование нескольких палеопочв в аллювиальных отложениях, формировавшихся в течение последних 13 тыс. лет и находящихся в межгорном аридном бассейне вблизи оз. Тере-Холь, Саяно-Тувинской возвышенности. Установлено, что последнее 2000 лет климат был наиболее континентальным и засушливым за исследуемый период [60]. На основании палинологического изучения осадков оз. Терехоль (с ^{14}C AMS-датированием) зафиксировано, что в течение интервала 530–810 гг. климат был криоаридный, а 1000–1850 гг. (даты некалиброванные) происходило уменьшение увлажненности и термообеспеченности [2].

В сопредельном регионе — в лесостепи Новосибирской области — изучение подкуранных почв выявило, что в период XI–XIII вв. климат был благоприятен для проживания людей [23].

Спорово-пыльцевые данные, полученные по колонкам отложений озер, рек и болот являются наиболее изучаемой летописью климата голоцена и часто сопровождаются комплексом других анализов. Например, осадки небольшого оз. Манжерок (лесостепь предгорий Алтая), развивающегося в течение 1350 лет, изучены палинологическим (с высоким разрешением, с интервалом взятия образцов 1 см), а также диатомовым, элементарным химическим и радиоуглеродным (21 AMS ^{14}C дат) методами. Показано, что климат от теплого и сухого в период 650–800 гг. изменялся до холодного и влажного в интервале 900–1300 гг., с сухим этапом в IX в. [42]. Спорово-пыльцевые спектры и изучение диатомей из донных отложений Телецкого озера (северо-восточные предгорья Алтая, таежная зона), напротив, выявили теплые и влажные климатические условия на основании максимальной площади таежных лесов с 3 в. до н. э. до 13 в. н. э. и увеличения средней температуры июля примерно на 1°C в интервале с 3.5 тыс. л. н. до 9 в. по сравнению с современной. Отмечалось также наличие кратковременного в 6–7 вв. и более длительного похолодания, начавшегося ~1100–1150 гг. и достигшего максимума в 1450–1800 гг. Также проведено обобщение данных о климате голоцена, выявленных на основе палинологического изучения отложений 14 озер Горного Алтая и сопредельных территорий: Северного Казахстана и Новосибирской области [69].

Результаты двух палинологических диаграмм и геоморфологических архивов, полученных в бассейне р. Чуя на Курайском хребте в горах Алтая свидетельствуют о более длительном периоде с высокой теплообеспеченностью с 580 по 1100 гг. и ее снижении и увеличении засушливости климата в 1100–1380 гг. Также регистрировалось три климатических похолодания: ~5 в. (влажно), на-

чало 13 в. (сухо) и после ~1600 г. (малый ледниковый период) [71].

Палинологическое изучение межгорных котловин Алтая выявило периоды некоторого иссушения климата, на основании малоомощного накопления прослоев торфа, датированных 860 ± 50 (СОАН-1757) и 1170 ± 30 гг. (СОАН-1758). Также заключительная фаза субатлантического периода (дата 1010 ± 40 гг.) в долине р. Кочурлы этого региона характеризовалась развитием разреженных кедрово-лиственничных лесов с мезофильным разнотравьем. В Катон-Карагайской внутригорной впадине Алтая период 1300–1890 гг. отличался максимальной влажностью климата, главной лесообразующей породой в то время был кедр сибирский, годовое количество осадков было больше современного на 100–200 мм [14].

Выполненная реконструкция природных условий голоцена на основе исследования границ и размеров ледников, уровня озер, дендрохронологии, свойств палеопочв на территории высокогорного Алтая позволила утверждать, что в IX–XII вв. здесь росли леса на высотах современного расположения ледников; температуры воздуха летних месяцев были выше современных на 0.4°C (54^{14}C дат получены по остаткам древних деревьев, найденных в зоне современного оледенения на высоте 2.4 км над ур. м.) [38, 39].

Обобщение палинологических данных для отложений 30 озер Алтае-Саянского и четырех сопредельных регионов показало значительный разброс реконструированных параметров климата голоцена; для равнинных районов установлена зависимость динамики температуры голоцена от общего солнечного излучения; для горных территорий зафиксирована замедленная реакция на инсоляцию в период от ~10000 до ~6500 кал. л. н., что, возможно, связано с оттаиванием ледников. Установлен тренд постепенного потепления в период с ~2 до ~9 кал. тыс. л. н. и последующая тенденция похолодания с ~9 кал. тыс. л. н., а тренд возрастания увлажнения климата в этих регионах в течение голоцена является результатом комбинированного снижения температуры и увеличения осадков, что, вероятно, обусловлено голоценовыми климатическими событиями в Северной Атлантике [79].

Реконструкция климата разных периодов голоцена регионов Алтая выполнена по данным палинологических и ландшафтных исследований [21, 33, 35, 40, 41].

Для оценки параметров климата голоцена целесообразно привлечь данные сопредельных регионов, например Новосибирской области. Так, в лесостепных ландшафтах Барабинской низменности, согласно палинологическим данным для отложений р. Обь, озер, болот и археологических стоянок в период 350–400 гг., климат с холодного

и влажного сменился на близкий современному. В 500–550 гг. отмечалось новое похолодание и развитие лесостепных биомов со злаково-полынными ассоциациями и березой, сосной, елью и пихтой по долинам рек и берегам водоемов. В интервале 700–1200 гг. наступило потепление с максимумом около 900–1000 гг. и сформировались полынно-злаковые степи с эфедрой и большим количеством осок, затем в 1220–1350 гг. последовало похолодание [23].

В этом же регионе по палинологическим спектрам отложений оз. Большие Тороки реконструируется низкая июльская температура воздуха в интервале 100–1000 гг., после 1000 г. н. э. она была близка современной [81]. Палинологическое изучение отложений оз. Большое Яровое в степной зоне Новосибирской области показало, что в интервале 500–1200 гг. отмечалось сокращение степных ареалов и максимальное распространение лесов и позднее в 1200–1700 гг. климат оставался относительно влажным [66]. Комплексное (данные по пыльце, диатомеям и остракодам) исследование отложений оз. Белое, находящегося в 50 км на юг от г. Новосибирска и ряда близлежащих объектов, выявило, что 2.6–1.5 кал. тыс. л. н. были более прохладные и засушливые климатические условия, а потом в VII–XVIII вв. они сменились на более теплые и влажные, чем сейчас [33, 60].

В центральной части Западной Сибири периодам 600–800 и 1200–1400 гг. соответствуют холодные условия с температурой июля и января ниже современной на 1.5°C и количеством осадков, близким современным; в интервале 900–1000 гг. среднегодовая температура была выше на $1\text{--}1.5^{\circ}\text{C}$ и количество осадков близко современным (по палинологическим данным) [1].

В других пограничных территориях, например, в степной зоне Западного Казахстана, в интервале 600–1300 гг. фиксировалось развевание песков, осушение и обмеление озер, регрессия Арала (на 14 м) [23]. Во время средневекового оптимума (1050–1350 гг.) на севере и северо-востоке Китая климат был более влажный, а на северо-западе Китая и в Центральной Азии – более сухим и теплым, чем в Малом ледниковом периоде (1400–1900 гг.). Рубеж между ними примерно соответствует современной летней границе муссонов. Составлены картосхемы увлажненности климата для этих периодов на базе комплексных данных для 71 объекта [49, 50].

Выполнено обобщение обширных данных о палеоклимате голоцена Монголии, полученных на основе комплексных исследований различных георхивов. Сделан вывод, что динамика регионального палеоклимата в пределах 100 км, а также в масштабах нескольких столетий все еще неоднозначны в Монголии [59]. Это характерно и для Алтайского региона.

Следует отметить, что северо-восток Тибетское плато считается ключевой территорией для установления климата голоцена Центральной Азии. Выявлено 6 фаз усиленного накопления эоловых отложений продолжительностью 80–200 лет в течение последних 2000 лет. Эоловая активность была невелика во время средневекового климатического оптимума, а в периоды 750–950 и 1250–1350 гг. н. э. отмечалось ее усиление, вероятно за счет сокращения азиатского летнего муссона и более прохладного и сухого климата [74].

В целом для Северного полушария в последнее тысячелетие установлены климатический оптимум Средневековья (950–1250 гг.) и Малая ледниковая фаза (1400–1700 гг.), согласно исследованию ледяных кернов, прироста древесных колец, палинологических диаграмм отложений озер и болот [62]. Применение модели CCSM4 в оценке изменения климата Китая по комплексным данным для периода 850–1850 гг. выявило, что в динамике осадков преобладает непредсказуемая внутrideкадная изменчивость, а вариабельность температуры зависит от медленно изменяющейся междекадной динамики факторов [78]. Исследования в ходе проекта PAGES позволили оценить динамику температур и осадков за последние 2000 лет в ряде регионов Евразии, Австралии, Южной Америки и Арктики (www.pages-igbp.org/init/wg/2k-network/intro).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании палинологического исследования проб с поверхности палеопочвы и придонного материала погребальных ям двух курганов некрополя Сростки-1, созданного в $(890–975) \pm 100$ гг. (калибровка по 1δ) и располагающегося на террасе р. Катунь на границе Предалтайской равнины и прилегающих к ней низкогорий Северного Алтая юга Западной Сибири, установлены следующие климато-фитоценоотические особенности.

Отмечено сокращение распространения сосновых лесов в тот период по сравнению с современными ландшафтами. Возможно, причиной этого были экстрахолодные зимы, приведшие к гибели боров. Также уменьшились ареалы приречных березовых и ивовых лесов в средневековье по сравнению с современностью. К обезлесиванию могла привести вырубка сросткинским этносом деревьев для своих нужд, а также большая засушливость климата, чем в настоящее время.

Выявлены разнонаправленные тенденции в изменении состава травянистой палеорастительности. С одной стороны, отмечено небольшое увеличение ареалов ксерофита полыни, а также маревых и диких злаков, среди представителей которых много засухоустойчивых видов. Эти признаки сви-

детельствуют о некотором уменьшении увлажненности климата средневековья по сравнению настоящим временем. Расширение вышеотмеченных растительных ареалов также могло происходить за счет антропогенного воздействия, поскольку постоянно нарушалась поверхность на небольшой площади некрополя при создании 61 сросткинского кургана.

С другой стороны, ареалы мезофитного разнотравья богатого состава были больше в средневековье и преобладали над сухостепными биотомами; локусы осок расширились. Это можно объяснить увеличением ареалов болот, возникших при высыхании мелких водоемов, при сокращении водоохранной роли лесов. Данные признаки указывают на тренд гумидизации климата по сравнению с современностью.

Различия в составе и количестве палиноморф между двумя курганами, располагающимися рядом в некрополе Сростки-1, невелики, и тренд изменения климата в период между их созданием не выявлен.

Использование дендрохронологического метода позволило определить ежегодную динамику среднелетней температуры средневековья, которая реконструирована на базе кривой погодичного прироста колец лиственницы сибирской (обследовано 660 образцов), растущей на верхней границе распространения в Алтае-Саянских горах. Показано, что ее погодичный прирост хорошо коррелирует со среднелетней температурой. Дендрохронологическим методом установлено, что июнь–августовские температуры в период развития сросткинской культуры в VIII–XII вв. и на этапе строительства некрополя Сростки-1 преимущественно были благоприятны. Отмечалось летнее похолодание в декады 850–870 и 930–950 гг. и термические экстремумы 876, 877, 879–882 и 982 гг. с изменением летних температур на 1,5°C относительно эталонных значений 1961–1990 гг.

Таким образом, с использованием палинологического и дендрохронологического методов установлено, что климат средневековья был благоприятен для проживания сросткинского этноса в регионе. Несмотря на наличие коротких декад похолодания климата, способных привести к гибели сосновых лесов, существенных изменений состава расширившихся травяных биоценозов, например, трансформации луговой степи в злаковую или полынно-злаковую, не происходило. Развитию сросткинской культуры способствовала возросшая демографическая емкость пастбищ, обусловленная расширением разнотравных урочищ, занявших пространства сократившихся лесных локусов. В целом луговые ареалы и остепненные луга средневековья были высокопродук-

тивны, что способствовало процветанию сросткинского этноса на территории Южной Сибири.

Исследованиями последних лет выявлено, что в большинстве регионов Алтая и пограничных территорий в период средневекового оптимума климат был благоприятен для проживания людей и началось последующее похолодание в Малую ледниковую фазу. Также выявлены различия показателей тепло- и влагообеспеченности и расхождения в определении их хроноинтервалов для этих регионов, обусловленные локальными условиями. Изменчивость климата средневековья разных регионов юга Западной Сибири свидетельствует о метасинхронности его динамики, обусловленной локальными условиями, и о направленности изменений климата в этот период, соответствующей тренду климатических изменений районов Центральной Азии.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена по теме Государственного задания № 0191-2019-0046 “Развитие почв в условиях меняющегося климата и антропогенных воздействий” и проекта РФФИ 17-05-01151 и 20-05-00284.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болиховская Н.С., Панин А.В. Динамика растительного покрова Терехольской котловины (юго-восточная Тува) во второй половине голоцена // Палинология: стратиграфия и геоэкология. Сб. научн. тр. XII Всерос. палинологической конф. 29.09–4.10. 2008 г. СПб.: ВНИГРИ, 2008. Т. 2. С. 69–75.
2. Болиховская Н.С., Шуньков М.В. Климатостратиграфическое расчленение древнейших отложений раннепалеолитической стоянки Карама // Археология, этнография и антропология Евразии. 2005. Вып. 3. С. 34–51.
3. Бронникова М.А., Агатова А.Р., Лебедева М.П., Непоп Р.К., Коноплиникова Ю.В., Турова И.В. Запись голоценовых изменений ландшафтов высокогорий юго-восточного Алтая в почвенно-литологической серии долины р. Богуты // Почвоведение. 2018. № 12. С. 1413–1430. <https://doi.org/10.1134/S0032180X18120031>
4. Бронникова М.А., Коноплиникова Ю.В., Агатова А.Р., Зазовская Э.П., Лебедева М.П., Турова И.В., Непоп Р.К., Шоркунов И.Г., Черкинский А.Е. Кутаны криоаридных почв и другие летописи ландшафтно-климатических изменений в котловине озера Ак-Холь (Тува) // Почвоведение. 2017. № 2. С. 158–175. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17020010>
5. Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая. Событийно-катастрофическая модель. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1993. 253 с.
6. Галахов В.П., Назаров А.Н., Ловицкая О.В., Агатова А.Р. Хронология теплого периода второй половины голоцена юго-восточного Алтая (по датированию ледниковых отложений). Барнаул, 2010. 68 с.
7. Геннадиев А.Н., Иванов И.В. Эволюция почв и палеопочвоведение: проблемы, концепции, методы изучения // Почвоведение. 1989. № 10. С. 34–43.
8. Гнездовский археологический комплекс. Материалы и исследования // Тр. ГИМ. Вып. 2010. 2018. 55 с.
9. Горбунов В.В., Тишкин А.А. Курганный могильник Сростки-I: история изучения и современные исследования // Известия Алтайского гос. ун-та. 2014. № 4/2(84). С. 54–67. [https://doi.org/10.14258/izvasu\(2014\)4.2-07](https://doi.org/10.14258/izvasu(2014)4.2-07)
10. Дергачева М.И., Деревянко А.П., Феденева И.Н. Эволюция природной среды Горного Алтая в позднем плейстоцене и голоцене (реконструкция по признакам педогенеза). Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2006. 144 с.
11. Дергачева М.И., Очур К.О. Реконструкция изменений природной среды в течение голоцена на территории Центрально-Тувинской котловины // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. 2012. № 1. С. 5–17.
12. Дергачева М.И., Феденева И.Н., Гончарова Н.В. Эволюция природной среды Северо-Западного и Центрального Алтая в позднем плейстоцене–голоцене // География и природ. ресурсы. 2003. № 1. С. 76–83.
13. Ивановский Л.Н., Панычев В.А., Орлова Л.А. Возраст конечных морен стадий “Актру” и “Исторической” ледников Алтая // Поздний плейстоцен и голоцен юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. С. 57–64.
14. Кирдянов А.В., Мыглан В.С., Пименов А.В., Кнорре А.А., Экарт А.К., Ваганов Е.А. Динамика усыхания лиственницы сибирской в зоне техногенных эмиссий предприятий Норильского промышленного района // Сибирский эколог. журн. 2014. № 6. С. 945–952.
15. Клименко В.В., Слепцов А.М. Комплексная реконструкция климата Восточной Европы в течение последних 2000 лет // Известия Русского географического общества. 2003. Т. 135. № 6. С. 45–54.
16. Кунгуров А.Л., Цыро А.Г. История открытия и изучения палеолита Алтая. Барнаул: Азбука, 2006. 144 с.
17. Лисецкий Ф.Н., Маринина О.А., Бурак Ж.А. Геоархеологические исследования исторических ландшафтов Крыма. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. 432. <https://www.researchgate.net/publication/322936359>
18. Мыглан В.С., Ойдунаа О.Ч., Ваганов Е.А. Построение 2367-летней древесно-кольцевой хронологии для Алтае-Саянского региона (горный массив Монгун-Тайга) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2012. № 3 С. 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.aeae.2012.11.009>
19. Назаров А.Н., Соломина О.Н., Мыглан В.С. Динамика верхней границы леса и ледников Центрального и Восточного Алтая в голоцене // Доклады Акад.

- наук. 2012. Т. 444. № 6. С. 671–675.
<https://doi.org/10.1134/S1028334X12060244>
20. *Ненашева Г.И.* Растительность и климат голоцена межгорных котловин Центрального Алтая. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2013. 168 с.
 21. *Орлова Л.А.* Голоцен Барабы. Стратиграфия и радиоуглеродная хронология. Новосибирск: Наука, 1990. 128 с.
 22. *Подгорная А.А., Дергачева М.И., Захарова Е.Г.* Гумус палеопочв курганного могильника Санаторный-1 (Западная Сибирь) и реконструкция условий педогенеза на его основе // Вестник Томского гос. ун-та. Сер. Биология. 2008. № 328. С. 198–201.
 23. *Приходько В.Е., Азаренко Ю.А., Шаяхметов М.Р., Горбунов В.В., Тишкин А.А., Пивоварова Е.Г.* Реконструкция климата средневековья на основе почвенных и геохимических исследований курганов сrostкинской культуры и ее локализация на юге Западной Сибири // Почвоведение. 2020. № 3. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20030053>
 24. *Приходько В.Е., Михаревич М.В., Азаренко Ю.А., Шаяхметов М.Р., Горбунов В.В., Тишкин А.А., Пивоварова Е.Г.* Междисциплинарное исследование курганов некрополя Сrostки-1 и реконструкция климата средневековья Алтая // Современные решения актуальных проблем евразийской археологии. 2018. Вып. 2. С. 119–123. http://konf.asu.ru/sovremennye_resheniya2018/?page=science_pr
 25. *Русанов Г.Г.* Озера и палеогеография Северного Алтая в позднем неоплейстоцене и голоцене. Бийск, 2007. 164 с.
 26. *Рябогина Н.Е., Борисов А.В., Иванов С.И., Занина О.Г., Савицкий Н.М.* Природные условия на юге Среднерусской возвышенности в хазарское время (IX–X вв.) // ВААЭ. 2013. № 3(22). С. 182–194.
 27. *Рябогина Н.Е., Якимов А.С.* Палинологические и палеопочвенные исследования на археологических памятниках: анализ возможностей и методика работ // ВААЭ. 2010. № 2(13). С. 186–200.
 28. *Силантьева М.М.* Анализ распространения жизненных форм растений на территории Алтайского края // Сибирский экологический журн. 2008. Т. 15. № 2. С. 229–241.
 29. *Соколова Г.Г.* Растительность степной и лесостепной зон Алтайского края. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2002. 210 с.
 30. *Спиридонова Е.А., Алешинская А.С., Кочанова М.Д.* Естественные и антропогенные изменения природных комплексов лесной зоны Русской равнины в средневековье. М.: Воентехиниздат, 2008. 248 с.
 31. *Тишкин А.А., Горбунов В.В., Горбунова Т.Г.* Алтай в эпоху средневековья: иллюстрированный исторический атлас. Барнаул, 2011. 136 с.
 32. *Хазина И.В.* Реконструкция природно-климатических обстановок среднего-позднего голоцена Новосибирского Приобья (по палинологическим исследованиям озера Белое) // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. С. 965–972.
 33. *Чендев Ю.Г., Александровский А.Л., Хохлова О.С., Дергачева М.И., Петин А.Н., Голотвин А.Н., Сарпулкин В.А., Земцов Г.Л., Уваркин С.В.* Эволюция лесного почвообразования на юге лесостепи Среднерусской возвышенности в позднем голоцене // Почвоведение. 2017. № 1. С. 3–16. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17010038>
 34. *Швецова Л.В.* Некоторые аспекты эволюции природных ландшафтов в нижнем течении Бии и Катунь в доисторическом и историческом времени // Известия Алтайского Отд. РГО РАН. 2001. Вып. 20. С. 33–44.
 35. *Якимов А.С., Кайдалов А.И., Сечко Е.А., Пустовойтов К.Е., Кузяков Я.В.* Почвы раннесредневекового (IV–VI вв. н. э.) городища Среднего Притоболья и их палеогеографическое значение // Археология, этнография и антропология Евразии. 2012. № 4(52). С. 134–143.
 36. *Agatova A.R., Nazarov A.N., Nepop R.K., Rodnigh H.* Holocene glacier fluctuations and climate changes in the southeastern part of the Russian Altai (South Siberia) based on a radiocarbon chronology // Quat. Sci. Rev. 2012. V. 43. P. 74–93. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.04.012>
 37. *Agatova A.R., Nepop R.K., Bronnikova M.A., Slyusarenko I.Yu., Orlova L.A.* Human occupation of South Eastern Altai highlands (Russia) in the context of environmental changes // Archaeol Anthropol Sci. 2016. № 8. P. 419–440. <https://doi.org/10.1007/s12520-014-0202-7>
 38. *Anchukaitis K.J., Wilson R., Briffa K., Büntgen U., Cook E.R., D'Arrigo R.D., Davi N. et al.* Last millennium Northern hemisphere summer temperatures from tree rings: Part II, spatially resolved reconstructions // Quat. Sc. Rev. 2017. V. 163. P. 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.02.020>
 39. *Blyakharchuk T.A., Prikhodko V., Kilunovskaya M., Li H.-C.* Vegetation and climate reconstruction based on pollen records derived from burial mounds soil in Tyva Republic, Cenral Asia // Quat. Int. 2019. V. 507. P. 108–123. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.09.028>
 40. *Blyakharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S., van der Knaap W.O., Ammann B.* Late Glacial and Holocene vegetational changes on the Ulagan highmountain plateau, Altai Mountains, southern Siberia // Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecology. 2004. V. 209(1–4). P. 259–79.
 41. *Blyakharchuk T., Eirikh A., Mitrofanova E., Li H., Kang S.* High resolution palaeoecological records for climatic and environmental changes during the last 1350 years from Manzherok Lake, western foothills of the Altai Mountains, Russia // Quat. Int. 2017. P. 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.06.014>
 42. *Briffa K.R., Schweingruber F.H., Jones P.D., Osborn T.J., Shiyatov S.G., Vaganov E.A.* Reduced sensitivity of recent tree-growth to temperature at high northern latitudes // Nature. 1998. V. 391. P. 678–682.
 43. *Bronnikova M., Panin A., Uspenskaya O., Fuzeina Yu., Turova I.* Late Pleistocene-Holocene environmental changes in ultra-continental subarid permafrost affected landscapes of the Terkhof Basin, South Siberia // Catena. 2014. V. 112. P. 99–111. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.08.020>
 44. *Bronnikova M.A., Konoplyanikova Yu.V., Agatova A.R., Lebedeva M.P., Nepop R.K.* Holocene environmental change in south-east altai evidenced by soil record // Geography, Environment, Sustainability, 2018. V. 11.

- № 4. P. 100–111.
<https://doi.org/10.24057/2071-9388-2018-11-4-100-111>
45. Bryukhanova M.V., Fonti P., Kirdyanov A.V., Siegwolf R.T.W., Saurer M., Pochebyt N.P., Churakova O.V. (Sidorova), Prokushkin A.S. The response of $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ and cell anatomy of *Larix gmelinii* tree rings to differing soil active layer depths // *Dendrochronologia*. 2015. V. 34. P. 51–59.
 46. Büntgen U., Tegel W., Nicolussi K., McCormick M., Frank D., Trouet V., Kaplan J.O., Herzog F., Heussner K.-U., Wanner H., Luterbacher J., Esper J. 2500 Years of European climate variability and human susceptibility // *Science*. 2011. V. 331. № 6017. P. 578–582.
<https://doi.org/10.1126/science.1197175>
 47. Büntgen U., Myglan V.S., Ljungqvist F.C., McCormick M., Cosmo N.D., Sigl M., Jungclaus J., Wagner S., Krusic P.J., Esper J., Kaplan J.O., de Vaan M., Luterbacher J., Wacker L., Tegel W., Kirdyanov A.V. Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 CE // *Nature Geosci.* 2016. V. 9. www.nature.com/naturegeoscience
 48. Chen J.H., Chen F.H., Feng S., Huang W., Liu J.B., Zhou A.F. Hydroclimatic changes in China and surroundings during the Medieval climate anomaly and Little ice age: spatial patterns and possible mechanisms // *Quat. Sci. Rev.* 2015. V. 107. P. 98–111.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.10.012>
 49. Chen F.H., Chen J.H., Holmes J., Boomer I., Austin P., Gates J.B., Wang N.L., Brooks S.J., Zhang J.W. Moisture changes over the last millennium in arid central Asia: a review, synthesis and comparison with monsoon region // *Quat. Sci. Rev.* 2010. V. 29. P. 1055–1068.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.01.005>
 50. Esper J., Cook E.R., Schweingruber F.H. Low-frequency signals in long tree-ring chronologies and the reconstruction of past temperature variability // *Science*. 2002. V. 295. P. 2250–2253.
 51. Edwards T.W.D., Graf W., Trimborn P., Sticher W., Lipp J., Payer H.D. $\delta^{13}\text{C}$ response surface resolves humidity and temperature signals in trees // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 2000. V. 64. P. 161–167.
 52. Ganyushkin D., Chistyakov K., Volkov I., Bantsev D., Kunaeva E., Brandov D., Raab G., Christl M., Egli M. Palaeoclimate, glacier and treeline reconstruction based on geomorphic evidences in the Mongun-Taiga massif (southeastern Russian Altai) during the Late Pleistocene and Holocene // *Quat. Int.* 2018. V. 470. P. 26–37.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.031>
 53. Glebova A., Sergeev I. Human settlement, landscapes and environmental change in the Russian Altai Mountains during the Holocene // *Quat. Int.* 2018. V. 470. P. 176–193.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.01.002>
 54. Herold H. Fortified Settlements of the 9th and 10th Centuries ad in Central Europe: Structure, Function and Symbolism // *Medieval Archaeology*. 2012. V. 56. P. 60–84.
<https://doi.org/10.1179/0076609712Z.0000000003>
 55. Jacobs Z., Li B., Shunkov M.V., Kozlikin M.B., Bolikhovskaya N.S., Agadjanian A.K., Uliyanov V.A., Vasiliev S.K., O'Gorman K., Derevianko A.P., Roberts R.G. Timing of archaic hominin occupation of Denisova Cave in southern Siberia // *Nature*. 2019. V. 565. P. 594–599.
<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0843-2>
 56. Kirdyanov A.V., Prokushkin A.S., Tabakova M.A. Tree-ring growth of Gmelin larch under contrasting local conditions in the north of Central Siberia // *Dendrochronologia*. 2013. V. 31. № 2. P. 114–119.
<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2012.10.003>
 57. Kirdyanov A.V., Solomina O.N., Vaganov E.A., Büntgen U. Russian Tree-Ring Research // *Dendrochronologia*. 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2016.03.004>
 58. Klinge M., Sauer D. Spatial pattern of Late Glacial and Holocene climatic and environmental development in Western Mongolia – A critical review and synthesis // *Quat. Sci. Rev.* 2019. V. 210. P. 26–50.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.02.020>
 59. Krivonogov S.K., Takahara H., Yamamuro M., Preis Y.I., Khazina I.V., Khazin L.B., Kuzmin Y.V., Safonova I.Y., Ignatova N.V. Regional to local environmental changes in southern Western Siberia: Evidence from biotic records of mid to late Holocene sediments of Lake Beloye // *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 2012. V. 331–332. P. 194–206.
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.09.013>
 60. Lisetskii F.N., Stolba V.F., Pichura V.I. Late-Holocene palaeoenvironments of Southern Crimea: Soils, soil-climate relationship and human impact // *The Holocene*. 2017. V. 27. № 12. P. 1859–1875.
<https://doi.org/10.1177/0959683617708448>
 61. Mann M.E., Zhang Z., Rutherford S., Bradley R.S., Hughes M.K., Shindell D., Ammann C., Faluvegi G., Ni F. Global signatures and dynamical origins of the little ice age and medieval climate anomaly // *Science*. 2009. V. 326. P. 1256–1260.
<https://doi.org/10.1126/Science.1177303>
 62. Methods of Dendrochronology: Applications in Environmental Sciences / Eds.: Cook E.R. et al. Boston: Kluwer Acad. Publ., 1990. 394 p.
 63. Pederson N., Hessel A.E., Baatarbileg N., Anchukaitis K.J., Di Cosmo N. Pluvials, droughts, the Mongol Empire, and modern Mongolia // *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2014. V. 111. № 12. P. 4375–4379.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1318677111>
 64. Prentice I.C., Cramer W., Harrison S.P., Leemans R., Monserud R.A., Solomon A.M. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate // *J. Biogeogr.* 1992. V. 19. P. 117–134.
 65. Rudaya N., Li H.-C. A new approach for reconstruction of the Holocene climate in the Mongolian Altai: The high-resolution $\delta^{13}\text{C}$ records of TOC and pollen complexes in Hoton-Nur Lake sediments // *J. Asian Earth Sci.* 2013. V. 69. P. 185–195.
<https://doi.org/10.1016/j.jseas.2012.12.002>
 66. Rudaya N., Tarasov P., Dorofeyuk N., Solovieva N., Kalugin I., Andrew A., Dryin A., Diekmann B., Riedel F., Tserendash N., Wagnere M. Holocene environments and climate in the Mongolian Altai reconstructed from the Hoton-Nur pollen and diatom records, a step towards better understanding climate dynamics in Central Asia. // *Quat. Sci. Rev.* 2009. V. 28. P. 540–554.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2008.10.013>

67. Rudaya N., Nazarova L., Nourgaliev D., Palagushkina O., Papin D., Frolova L. Middle-late Holocene environmental history of Kulunda, southwestern Siberia, vegetation, climate and humans. // *Quat. Sci. Rev.* 2012. V. 48. P. 32–42.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.06.002>
68. Rudaya N., Nazarova L., Novenko E., Andreev A., Kalugin I., Daryin A., Babich V., Li H.-Ch., Shilov P. Quantitative reconstructions of mid- to late Holocene climate and vegetation in the North-Eastern Altai mountains recorded in Lake Teletskoye // *Global and Planetary Change*. 2016. V. 141. P. 12–24.
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.04.002>
69. Saurer M., Kirilyanov A.V., Prokushkin A.S., Rinne K.T., Siegwolf R.T.W. The relationship between soil and needle water oxygen isotope composition of *Larix gmelinii* in Siberia // *New Phytologist*. 2016. V. 209. P. 955–964.
70. Schlütz F., Lehmkuhl F. Climatic change in the Russian Altai, southern Siberia, based on palynological and geomorphological results, with implications for climatic teleconnections and human history since the middle Holocene // *Vegetation History and Archaeobotany*. 2007. № 16. P. 101–118.
<https://doi.org/10.1007/s00334-006-0073-7>
71. Sidorova O.V., Saurer M., Myglan V.S., Eichler A., Schwikowski M., Kirilyanov A.V., Bryukhanova M.V., Gerasimova O.V., Kalugin I.A., Daryin A.V., Siegwolf R.T.W. A multi-proxy approach for revealing recent climatic changes in the Russian Altai // *Clim. Dynam.* 2012. V. 38. № 1–2. P. 175–188.
<https://doi.org/10.1007/s00382-010-0989-6>
72. Sigl M., Winstrup M., McConnell J.R., Welten K.C., Plunkett G., Ludlow F., Büntgen U., Caffee M. et al. Timing and climate forcing of volcanic eruptions for the past 2500 years // *Nature*. 2015. V. 523. P. 543–549.
<https://doi.org/10.1038/nature14565>
73. Stauch G. Multi-decadal periods of enhanced aeolian activity on the north-eastern Tibet Plateau during the last 2 ka // *Quat. Sci. Rev.* 2016. V. 149. P. 91–101.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.07.027>
74. Taynik A.V., Barinov V.V., Oidupaa O.Ch., Myglan V.S., Reinig F., Büntgen U. Growth coherency and climate sensitivity of *Larix sibirica* at the upper tree line in the Russian Altai-Sayan Mountains // *Dendrochronologia*. 2016. V. 39. P. 10–16.
<https://doi.org/10.1016/j.dendro.2015.12.003>
75. Vaganov E.A., Hughes M.K., Kirilyanov A.V., Schweingruber F.H., Silkin P.P. Influence of snowfall and melt timing on tree growth in subarctic Eurasia // *Nature*. 1999. V. 400. P. 149–151.
76. Wilson R., Anchukaitis K.J., Briffa K., Büntgen U., Cook E.R., D'Arrigo R.D., Davi N. et al. Last millennium Northern hemisphere summer temperatures from tree rings: Part I: the long term context // *Quat. Sci. Rev.* 2016. V. 134. P. 1–18.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.12.005>
77. Ying K., Frederiksen C.S., Zheng X., Zhao T. Variability and predictability of decadal mean temperature and precipitation over China in the CCSM4 last millennium simulation // *Clim. Dynam.* 2018.
<https://doi.org/10.1007/s00382-017-4060-8>
78. Zhang D., Feng Z. Holocene climate variations in the Altai Mountains and the surrounding areas: A synthesis of pollen records // *Earth-Sci. Rev.* 2018. V. 185. P. 847–869.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.08.007>
79. Zhang Y., Meyers P.A., Liu X.Y., Wang G.P., Ma X.H., Li X.Y., Yuan Y.X., Wen B.L. Holocene climate changes in the central Asia mountain region inferred from a peat sequence from the Altai Mountains, Xinjiang, north-western China // *Quat. Sci. Rev.* 2016. V. 152. P. 19–30.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.09.016>
80. Zhilich S., Rudaya N., Krivonogov S., Nazarova L., Pozdnyakov D. Environmental dynamics of the Baraba forest-steppe (Siberia) over the last 8000 years and their impact on the types of economic life of the population // *Quat. Sci. Rev.* 2017. V. 163. P. 152–161.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.03.022>

Reconstruction of Climate and Landscapes of the Medieval Ages on Basis of Paleosols Palynological Study and Dendrochronological Data of Altai (South of Western Siberia)

M. V. Mikharevich¹, V. S. Myglan², and V. E. Prikhodko³, *

¹*Siberian Research Institute of Geology, Geophysics, and Mineral Resources, Novosibirsk, 630091 Russia*

²*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041 Russia*

³*Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow oblast, 142290 Russia*

*e-mail: valprihodko@rambler.ru

Light loamy ordinary chernozems buried under two kurgans of the large Early Medieval necropolis Srostki-1 constructed in 890 ± 105...975 ± 85 AD (calibration by 1δ) were compared with the chernozem of the background territory in the Biisk district of Altai. The analysis of soil morphology and 20 geochemical indices characterizing weathering, biological activity, and salt leaching demonstrated that the paleosols of the Medieval Ages in the phase before the construction of the kurgans had been formed in a somewhat drier climate compared to the modern conditions, and then the humidization of the paleoclimate began. According to palynological data, the considered period was characterized by a decrease in area of pine stands, which could be due to colder winters. The areas of birch and riverine willow forests also decreased in comparison with the modern period because of the active cutting by humans of the Srostki ethnoses. In the Medieval Ages, meso-

phytic rich forb communities occupied larger areas and predominated over dry-steppe communities. The growth of sedges was active on expanding marshes that appeared after drying of shallow water bodies upon the decrease in the water-protective role of forest vegetation. At the same time, a slight increase in the amount of pollen of xerophytic herbs, including representatives of Chenopodiaceae and Poaceae families and *Artemisia* genus. This could be related to the increased anthropogenic load, including soil disturbance upon the construction of 61 kurgans of the Srostki culture. Dendrochronological method was applied to reconstruct average summer temperatures over the past two thousand years. It was found that the heat supply of summer seasons in the Srostki period (8th–12th centuries AD) generally corresponded to that at present. However, the years of 850–870 and 930–950 AD were marked by summer cooling, and the years of 876–882 and 982 AD were marked by summer warming with average summer temperatures 1.5°C higher than the reference values of 1961–1990. The climatic variability of the Medieval Ages in different regions of the south of Western Siberia attests to the metachronous dynamics of the climate specified by the local conditions against the background of general climatic trends typical of Central Asia.

Keywords: environmental reconstruction, paleosol, palynology, dendrochronology, kurgans