

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВЕРХНЕГО ПРИКАМЬЯ В КАМЕННОМ ВЕКЕ В ПРЕДЕЛАХ ЧАШКИНСКОГО ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНА

© 2025 г. Е.Г. Лаптева^{1,2,*}, Е.Л. Лычагина^{1,3,**}

¹Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь, Россия

²Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия

³Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

*E-mail: lapteva@ipae.uran.ru

**E-mail: LychaginaE@mail.ru

Поступила в редакцию 28.10.2024 г.

После доработки 26.03.2025 г.

Принята к публикации 22.04.2025 г.

В статье представлены первые результаты анализа палинологических данных о наличии индикаторов антропогенного воздействия в болотных палеоархивах и отложениях археологических памятников Верхнего Прикамья в пределах Чашкинского геоархеологического района. Соотношение пыльцы основных лесобразующих пород позволяет проследить сукцессионные изменения состава древостоя лесов, в том числе вызванные разной интенсивностью хозяйственной деятельности в каменном веке. В мезолите и неолите/энеолите антропогенное влияние на леса Верхнего Прикамья было локальным и сопряжено лишь с местами обитания человеческих обществ, где формировались вторичные лесные формации и распространялись травянистые растения рудеральной группы.

Ключевые слова: динамика растительности, антропогенный фактор, спорово-пыльцевой анализ, болотные отложения, археологические памятники, Пермский край, каменный век.

DOI: 10.31857/S0869606325030038

Интерес к изучению палеоэкологических аспектов на территории Верхнего Прикамья определен следующими факторами: во-первых, уникальностью природы, которая обусловлена соприкосновением равнинных южно- и средне-таежных сообществ с горными лесами западного склона Уральских гор и пересечением ареалов европейских и сибирских видов (Овеснов, 1997. С. 16–19); во-вторых, транзитным значением территории при расселении древнего человека между Волго-Камским районом и крайним северо-востоком Европы в течение голоцена. Миграционный путь преимущественно проходил вдоль р. Камы – основной водной артерии региона. Следовательно, длительное присутствие людей на территории Верхнего Прикамья тем или иным образом должно было отразиться на природных сообществах региона. Поэтому при восстановлении истории развития растительности региона важно учитывать вклад антропогенного фактора.

Цель данной работы – восстановить историю развития зональной растительности и проследить антропогенное воздействие на природные сообщества долины р. Камы в мезолите, неолите и энеолите на основе анализа и обобщения палинологических данных из отложений естественных палеоархивов голоцена и археологических памятников в пределах Чашкинского геоархеологического комплекса.

Район исследования. Чашкинский геоархеологический комплекс (далее ЧГК) в районе оз. Чашкинского расположен между крупными городами на севере Пермского края – Соликамском и Березниками (рис. 1). Озеро представляет собой систему проточных старичных озер с расположенными между ними и основным руслом р. Камы Дедюхинским и Соликамским пойменными болотными массивами. На берегу самого озера обнаружено 20 археологических памятников от эпохи камня (мезолит, VIII–VII тыс. до н.э.) до эпохи средневековья (VIII–XIV вв.) (Крыласова и др., 2014. С. 6).

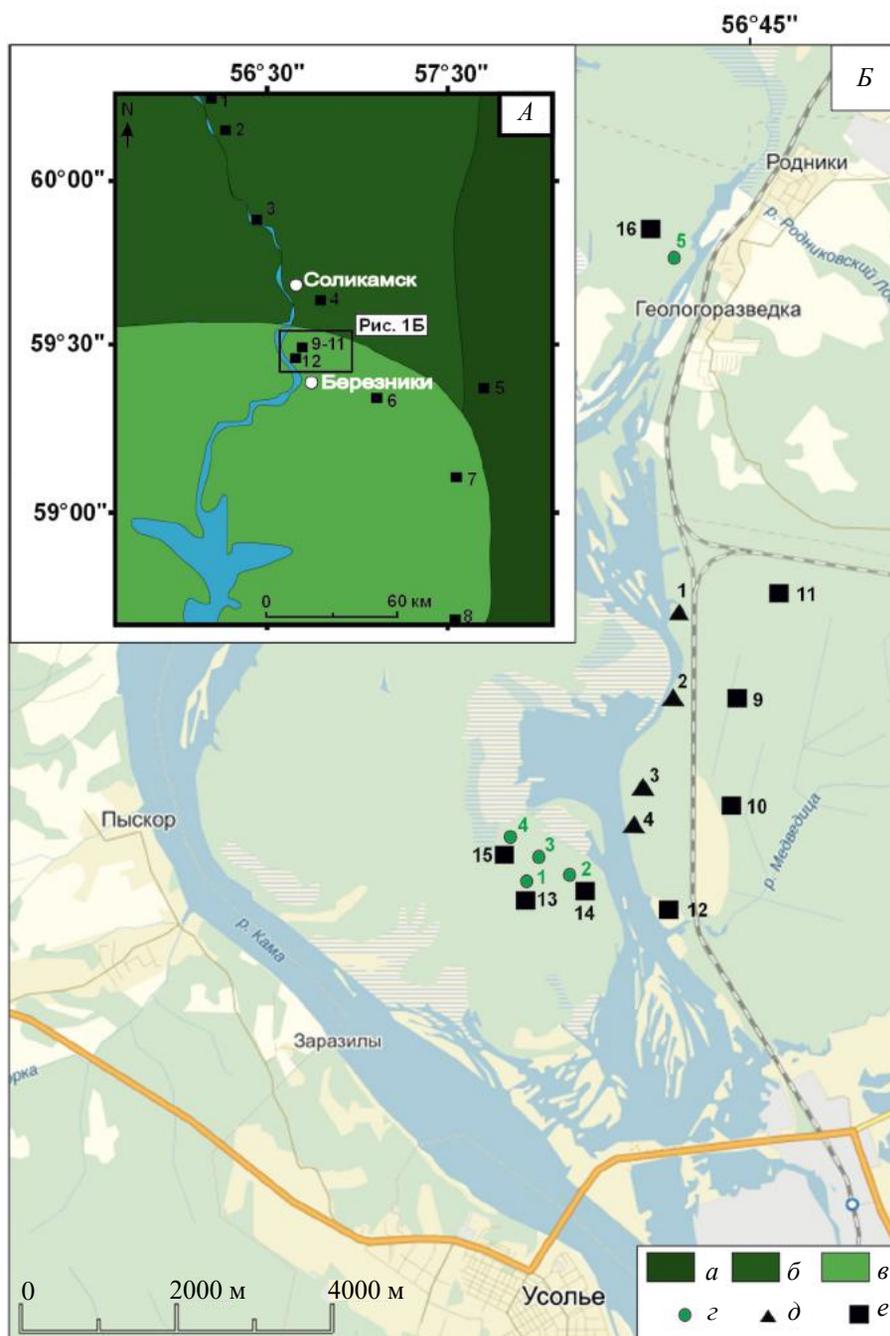


Рис. 1. Карта-схема современных растительных зон, мест отбора поверхностных проб (А), расположения скважин болотных отложений и археологических памятников (Б). Условные обозначения: а–в – современные растительные подзоны: а – горно-таежные пихтово-еловые леса с примесью мелколиственных пород, б – среднетаежные пихтово-еловые леса с примесью мелколиственных пород, в – южно-таежные пихтово-еловые леса с примесью мелколиственных пород и липой в древесном ярусе; z – скважины: 1 – ДЕД-3, 2 – ДЕД-4, 3 – ДЕД-8, 4 – ДЕД-7, 5 – Андреевская; d – археологические памятники: 1 – стоянка Чашкинское Озеро X, 2 – стоянка Чашкинское Озеро IV, 3 – стоянка Чашкинское Озеро XI, 4 – стоянка Чашкинское Озеро II; e – поверхностные пробы № 1–16.

Fig. 1. A schematic map of the study area. А – vegetation map and the locations of surface samples, Б – map of the location of boreholes in peat bog deposits and archaeological sites in the Chashkinskoye geoarchaeological area. Legend: а–в – modern vegetation zones: а – fir-spruce forest with small-leaved species of mountain taiga, б – fir-spruce forest with small-leaved species of middle taiga, в – fir-spruce forest with small-leaved species and linden of southern taiga; z – boreholes: 1 – DED-3, 2 – DED-4, 3 – DED-8, 4 – DED-7, 5 – Andreevskaya; d – archaeological sites: 1 – Chashkinskoye Lake X, 2 – Chashkinskoye Lake IV, 3 – Chashkinskoye Lake XI, 4 – Chashkinskoye Lake II; e – surface samples of № 1–16

Район исследования находится на территории соприкосновения средне- и южно-таежных пихтово-еловых лесов. Древостой формируют пихта (*Abies sibirica* Ledeb.) и ель (*Picea obovata* Ledeb.) с участием сосен (*Pinus sylvestris* L. и *P. sibirica* Du Tour), берез (*Betula pendula* Roth. и *B. pubescens* Ehrh.), осины (*Populus tremula* L.) и ольхи (*Alnus incana* (L.) Moench.). Изредка встречаются широколиственные породы: липа (*Tilia cordata* Mill.) и вязы (*Ulmus laevis* Pall. и *U. glabra* Huds.) (Овеснов, 1997. С. 16–17). В настоящее время в районе озера широко распространены вторичные сосново- и елово-березовые, осиновые и березовые леса, как следствие масштабных вырубок, проводившихся вплоть до недавнего времени. Климат умеренно-континентальный, с теплым летом и продолжительной холодной и снежной зимой. Вблизи г. Березники проходят изотермы января -16°C и июля $+17.5^{\circ}\text{C}$. В год выпадает около 600–700 мм осадков (Атлас..., 2012. С. 29–31).

Материал и методы. На территории ЧГК были проведены разноплановые палинологические исследования.

Во-первых, была изучена серия образцов из разрезов отложений четырех археологических памятников каменного века, расположенных на восточном берегу Чашкинского озера (рис. 1, Б). Следует отметить, что на всех изученных стоянках выявлена сходная стратиграфия разрезов (рис. 2). Отложения основного культурного слоя (далее – к.с.) с находками каменных изделий и керамики представлены темно-коричневыми супесями, которые не способствуют сохранению органического материала.

Стоянка Чашкинское Озеро X занимает мыс, образовавшийся в результате впадения в озеро безымянного ручья. В ходе исследований 2016–2017 гг. была получена представительная коллекция изделий из камня (более 7000 изделий), относящаяся к огурдинскому этапу камской мезолитической культуры. Радиоуглеродное датирование углей из к.с. памятника позволило отнести время его существования к рубежу VIII–VII тыс. до н.э. (Лычагина, Митрошин, 2016. С. 93–95). В профиле восточной стенки квадрата Ф/4 были отобраны 14 образцов для

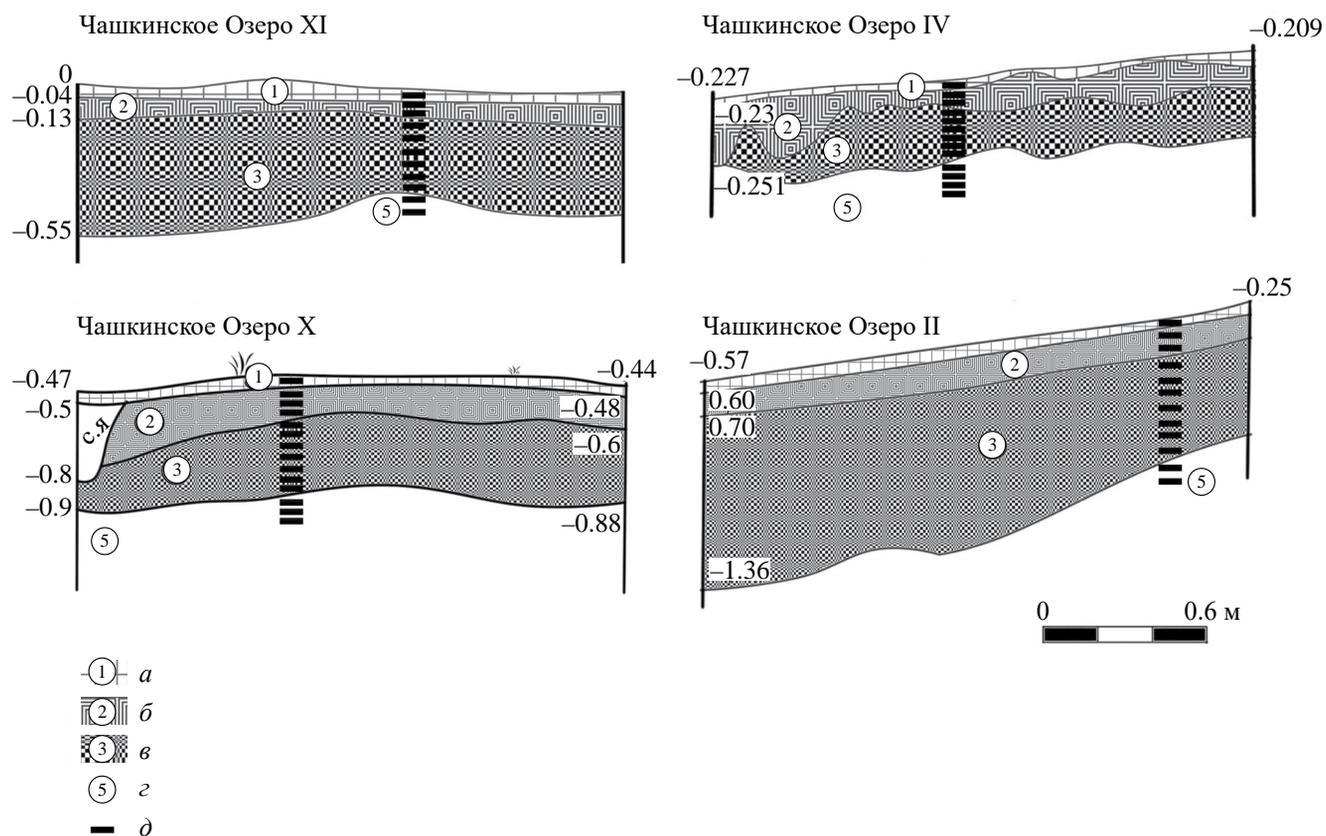


Рис. 2. Стратиграфические разрезы отложений археологических памятников каменного века ЧГК. Условные обозначения: а – слой дерна, б – слой светло-серого подзола, в – слой темно-коричневой увлажненной супесяи, г – материковый слой, д – образцы для спорово-пыльцевого анализа.

Fig. 2. Stratigraphy of deposits of the Stone Age archaeological sites in the Chashkinskoye geoarchaeological area

спорово-пыльцевого анализа (рис. 2), из которых в материковом слое были отмечены лишь единичные пыльцевые зерна (далее — п.з.), что делает невозможным их статистический анализ.

Стоянка Чашкинское Озеро XI находится на надпойменной террасе высотой 11 м в лесном массиве в отдалении от современного берега озера. В ходе исследований 2015–2017 гг. была изучена кратковременная стоянка мезолитических охотников, которая может быть отнесена к огурдинскому этапу камской мезолитической культуры. Предварительно памятник может быть датирован VIII тыс. до н.э. (Митрошин, Лычагина, 2018. С. 51–53). В профиле стенки шурфа № 3 были отобраны 11 образцов (рис. 2), для которых получены репрезентативные спорово-пыльцевые спектры (далее СПС).

Стоянка Чашкинское Озеро IV расположена на надпойменной террасе высотой до 8 м. В ходе исследований 2002 и 2012 гг. была получена коллекция из 767 изделий из камня и 303 фрагментов керамики, предположительно, от 13 сосудов. Памятник относится к волго-камской неолитической культуре и датируется концом VI — началом V тыс. до н.э. (Лычагина, 2020. С. 356, 357). Из западной стенки раскопа III были отобраны 15 образцов (рис. 2), для которых получены репрезентативные палинологические данные.

Стоянка Чашкинское Озеро II расположена на низкой (1–2 м), частично разрушенной Камским водохранилищем, пойменной гриве. В ходе археологических раскопок, проведенных в 2021–2022 гг., на памятнике было изучено два углубленных жилища, относящиеся к гаринской энеолитической культуре. По углю из заполнения жилищ и нагару на керамике было получено пять дат, которые позволяют отнести время существования памятника к последней четверти III тыс. до н.э. (Карманов и др., 2024. С. 103. Табл. 1). Из профиля жилища № 2 на уч. Н/16 были отобраны 12 образцов (рис. 2), для которых получены репрезентативные СПС.

Во-вторых, были проведены работы по выявлению перспективных для палинологических исследований объектов, которые можно использовать для восстановления естественной динамики природных комплексов. В 2012–2015 гг. в окрестностях ЧГК было проведено бурение скважин в понижениях рельефа, ложбинах и низкой пойме. Перспективные для исследования отложения обнаружены на Дедюхинском и Соликамском пойменных массивах, которые расположены на низком левом берегу р. Камы и отделяются друг от друга и от 1-ой надпойменной

террасы с памятниками ЧГА системой узких пойменных протоков, слагающих основу Чашкинского озера (рис. 1, Б). С помощью бурового оборудования Eijelkamp было проведено ручное бурение скважин с целью отбора образцов на радиоуглеродный, спорово-пыльцевой и палеокарпологический анализы; палинологические образцы отобраны с интервалом 5 см из пяти кернов. Всего изучено 204 образца.

В-третьих, с целью выяснения степени адекватности состава субрецентных СПС окружающей растительности ЧГК было проведено изучение поверхностных проб лесов окрестностей озера в радиусе около 100 км (рис. 1). Для анализа отбирали верхние 1–2 см почвы, дерн, часть лесной подстилки или моховой подушки методом конверта на пробных площадках размером 10 × 10 м, на которых проводили детальное геоботаническое описание (Полевая геоботаника, 1959).

Лабораторная обработка всех образцов для спорово-пыльцевого анализа проведена по общепринятой методике (Пыльцевой анализ, 1950). Статистическая обработка полученных данных и построение диаграмм выполнены с применением программы Tilia v. 3.0.1. (Grimm, 1991–2020). Доля всех таксонов рассчитана от суммы пыльцы древесных и травянистых групп. Интерпретация ископаемых СПС базировалась на выявленных закономерностях и особенностях отражения состава окружающей растительности в субрецентном палинологическом материале. Полученные СПС были проанализированы на наличие в них индикаторов антропогенного воздействия (Носова и др., 2014; Behre, 1981; Li et al., 2008 и др.). При этом акцентировали внимание на изменении соотношения пыльцы древесных пород и травянистых растений, сопряженную динамику обилия п.з. хвойных и лиственных пород и наличие пыльцы потенциальных сорняков (апофитов). Учитывалась информация о видах современной флоры района исследования (Овеснов, 1997): экологическая приуроченность и принадлежность к синантропной (сорной) флоре.

Подробная информация о методике радиоуглеродного анализа и полученных радиоуглеродных датах по болотным отложениям и углю из памятников приведена в ряде работ (Зарецкая, Лычагина, 2014; Лаптева и др., 2017; Зарецкая и др., 2020; Лычагина, 2020; Карманов и др., 2024; Lychagina et al., 2013). Серия радиоуглеродных дат позволила провести корреляцию палинологических записей, установить возрастные рубежи пыльцевых зон и фаз изменения растительности и подтвердить археологическую

периодизацию культур и эпох ЧГА. В данной работе приводится калиброванный возраст (2σ), полученный на основе калибровки радиоуглеродных дат с использованием калибровочной шкалы INTCAL20 (Reimer et al., 2020), а оригинальные результаты многократно были опубликованы в упомянутых выше работах.

Особенности субрецентных СПС современной растительности. Анализ полученных данных показал, что в субрецентных СПС лесных сообществ юга Верхнего Прикамья доминирует пыльца древесных пород, преимущественно ели (*Picea*), сосны (*Pinus sylvestris*-type) и березы (*Betula* sect. *Betula*) при участии сопутствующих видов – пихты (*Abies sibirica*), сосны сибирской (*Pinus sibirica*-type), липы (*Tilia*) и ольхи (*Alnus*) (рис. 3). Для ряда точек выявлены некоторые

особенности. Субрецентные СПС лесов средней тайги с доминированием пихты при участии ели, сосны и березы в древостое (№ 1–3) показывают искаженное соотношение древесных пород за счет заниженного содержания пыльцы пихты и завышенного обилия п.з. сосны обыкновенной. Спектры зональных пихтово-еловых лесов средней и южной тайги отражают состав древостоя пробных площадей (№ 4–8), хотя обилие ели, как доминанта, занижено, а сопутствующей породы березы завышено. Пыльца липы и вяза присутствует в этих СПС, отражая участие широколиственных пород в лесах южной тайги. Следует отметить, что обилие п.з. сосны обыкновенной не превышает 20% при отсутствии данной породы в составе древостоя пробных площадей. В СПС лесов зонального типа непосредственно в районе ЧГК (№ 9–12) также

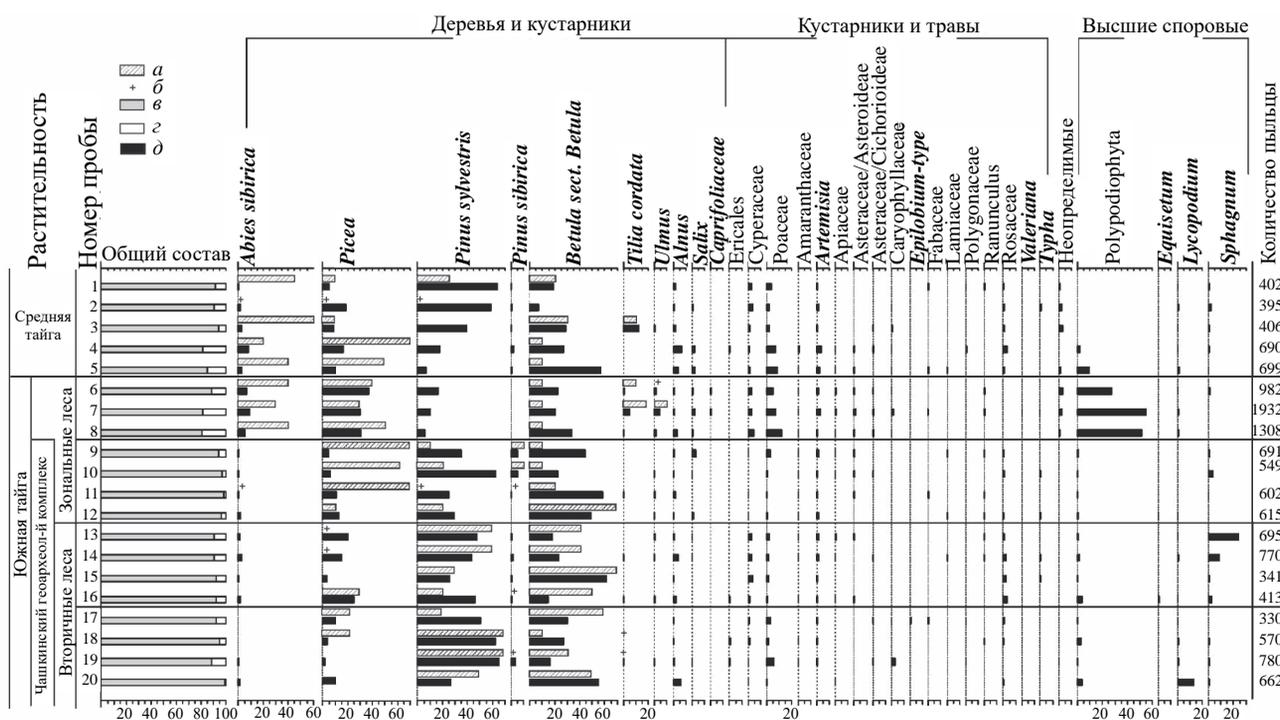


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма поверхностных проб Верхнего Прикамья. Условные обозначения: *a* – доля древесной породы в древостое; *b* – присутствие древесной породы; *v* – суммарная доля пыльцы древесной группы; *z* – суммарная доля пыльцы травянистой группы; *d* – доля п.з. таксонов. Номера поверхностных проб: средняя тайга: 1–2 – елово-сосново-березово-пихтовый лес, 3 – елово-березово-пихтовый лес с липой, 4–5 – березово-пихтово-еловый лес; южная тайга: 6–8 – березово-елово-пихтовый с липой лес, 9–11 – березово-сосново-еловый лес, 12–16 – березовый и сосново-березовый лес, 17 – березовый лес с сосной и елью (Чашкинское Озеро X), 18 – сосново-березовый лес (Чашкинское Озеро XI), 19 – луг в окружении соснового леса с березой, липой и сосной сибирской (Чашкинское Озеро IV), 20 – сосновый лес с елью и березой (Чашкинское Озеро II).

Fig. 3. Pollen diagram of surface samples of the Upper Kama region. Legend: *a* – the proportion of tree species in the forest stand; *b* – presence of wood species; *v* – total proportion of arboreal pollen; *z* – total proportion of non-arboreal pollen; *d* – proportion of pollen taxa. Numbers of surface samples: middle taiga: 1–2 – spruce-pine-birch-fir forest, 3 – spruce-birch-fir forest with linden, 4–5 – birch-fir-spruce forest; southern taiga: 6–8 – birch-spruce-fir forest with linden, 9–11 – birch-pine-spruce forest, 12–16 – birch and pine-birch forest, 17 – birch forest with pine and spruce (Chashkinskoye Lake X), 18 – pine-birch forest (Chashkinskoye Lake XI), 19 – meadow surrounded by a pine forest with birch, linden and Siberian pine (Chashkinskoye Lake IV), 20 – pine forest with spruce and birch (Chashkinskoye Lake II)

отмечено заниженное содержание пыльцы ели при повышенной доле пыльцы сосны обыкновенной, которая в данном случае входит в состав древостоя. На формирование этих спектров оказывает сильное влияние ближайшее нахождение массивов вторичных лесов. В СПС вторичных сосново-березовых лесов ЧГК (№ 13–16) преобладает пыльца березы и сосны обыкновенной. Участие пыльцы ели в этих спектрах преимущественно заниженное, а порода присутствует единично или в подлеске. Данное соотношение пыльцы основных лесобразующих таксонов ЧГК не соответствует субрецентным СПС зональных лесов южной тайги, но отражает таксономический состав древостоя вторичных лесов.

Пыльца ольхи (*Alnus*) и кустарников (*Salix*, *Carrifoliaceae*) содержится в небольшом количестве. Группа травянистых растений немногочисленная, среди которой фон создают п.з. осок (*Cyperaceae*), злаков (*Poaceae*) и розоцветных (*Rosaceae*) при единичном участии некоторых других широко распространенных семейств разнотравья. Содержание спор высших споровых растений в большинстве спектров единичное, за редким исключением. Наблюдается обилие спор папоротников (*Polypodiophyta* – до 60% от общей суммы пыльцы) в пробах № 6–8 зональных лесов южной тайги, отражая высокую долю участия их видов в травяном покрове. Повышенное содержание спор сфагновых мхов (*Sphagnum*) выявлено в пробах заболоченных лесов Дедюхинского острова (№ 13–14), а плауны (*Lycopodium*) обильны в пробе № 20, отобранной в дернине соснового леса с напочвенным покровом из плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum* L.) в месте расположения стоянки Чашкинское Озеро II.

Особенности СПС болотных отложений. Согласно представленным разновозрастным палинологическим записям болотных отложений ЧГК (рис. 4), пыльца древесных растений преобладает во всех СПС (75–90%). Выявленные флуктуации обилия пыльцы в древесной группе отражают изменения состава основных лесобразующих пород в древостое лесов. Видимые на диаграммах пики максимума и минимума ели, березы и сосны (*Pinus sylvestris*-type) проявляются часто сходным образом в палеозаписях и отражают временной сукцессионный ряд смены еловых и пихтово-еловых лесов березовыми, березово-сосновыми и сосновыми формациями, под пологом которых вновь восстанавливались темнохвойные формации. Практически синхронное появление и изменение обилия п.з.

широколиственных пород (вяза, липы, дуба), ольхи и пихты на диаграммах маркируют кардинальные изменения в составе лесов района исследования (рис. 4). Детальный анализ СПС болотных отложений представлен в ряде работ (Лаптева, 2022; Лаптева и др., 2024).

Особенности СПС из отложений археологических памятников. Как уже отмечалось выше, песчаный тип отложений в разрезах изученных археологических памятников не способствует сохранению органических остатков, пригодных для установления возраста отложений с помощью методов абсолютного датирования. Основное внимание акцентируется на СПС из к.с., имеющих хронологическую привязку на основе радиоуглеродных дат и/или археологической периодизации по типизации артефактов, поскольку для отложений материка и подзола отсутствуют данные о возрасте. Отметим лишь, что в репрезентативных СПС материка встречается пыльца основных лесобразующих пород (рис. 5).

СПС отложений к.с. мезолитических стоянок Чашкинское Озеро X и XI очень близки по составу и содержанию (рис. 5). Преобладание пыльцы древесных растений свидетельствует о лесном типе растительности. Доминирует пыльца сосны (около 60%) при участии ели (более 15%) и березы (более 20%). П.з. травянистых растений единичные: в небольшом количестве присутствуют дикорастущие злаки (*Poaceae*), полыни (*Artemisia*), горцы (*Polygonum aviculare*-type) и другое разнотравье. Следует отметить, что в одном из спектров к.с. стоянки Чашкинское Озеро XI фиксируется максимум содержания пыльцы полыни и горца при сокращении обилия п.з. ели и березы.

В СПС из к.с. неолитической стоянки Чашкинское Озеро IV также преобладает пыльца древесных пород, но основной фон составляет липа (*Tilia* – около 80% от общего количества пыльцы), а п.з. сосны, ели и березы – единичные. Из группы травянистых растений в небольшом количестве присутствуют п.з. дикорастущих злаков, полыни, горцев и другого разнотравья. Наблюдается обилие пыльцы цикориевых (*Cichorioideae* – 20%) в верхнем образце к.с. (рис. 5).

СПС из к.с. археологического памятника эпохи энеолита Чашкинское Озеро II характеризуются высоким содержанием пыльцы березы (около 60%) при участии хвойных пород (рис. 5). Встречаются единичные п.з. широколиственных пород. Суммарная доля пыльцы трав около 5%.

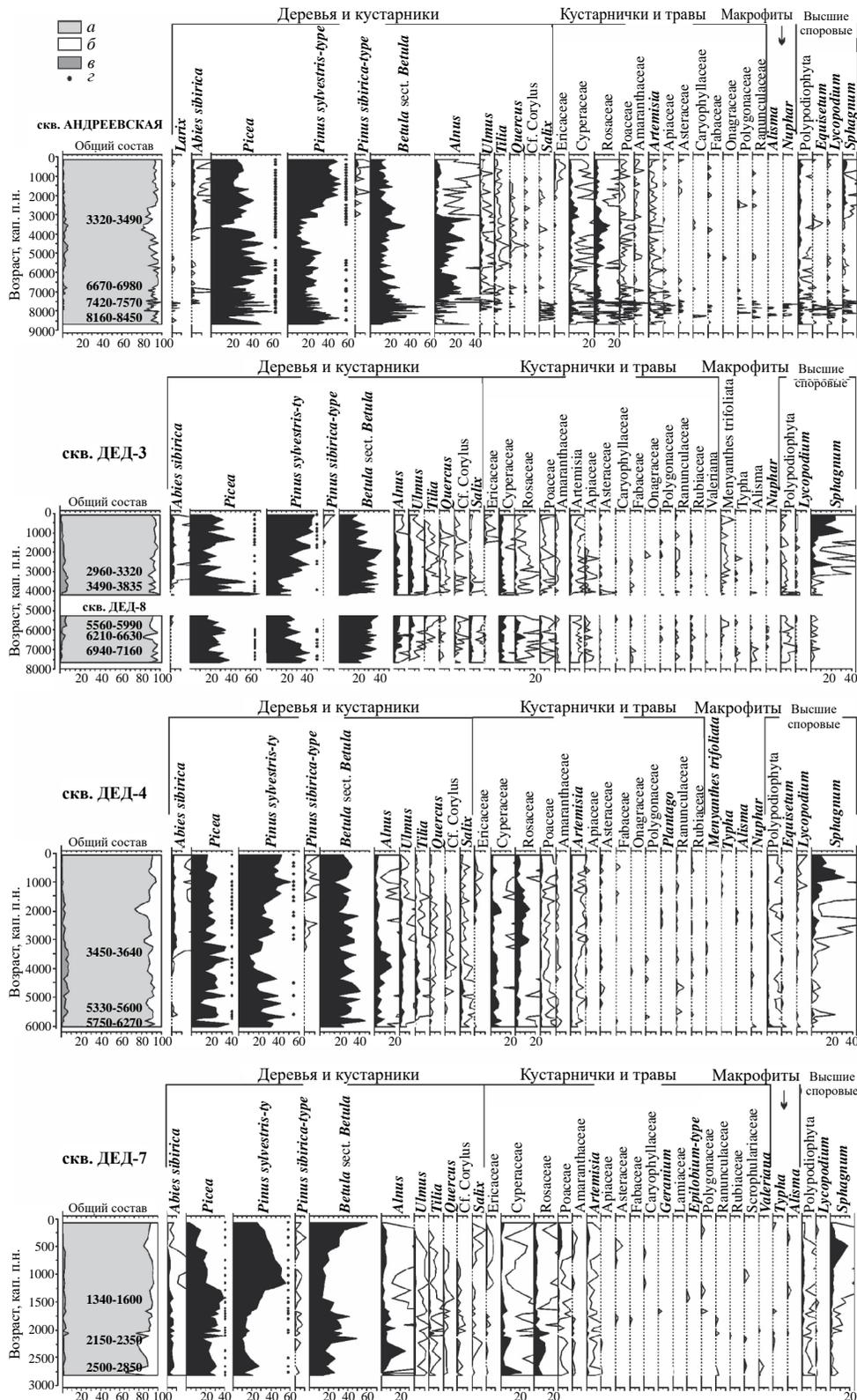


Рис. 4. Спорово-пыльцевые диаграммы болотных отложений ЧГК. Условные обозначения: *a* – суммарная доля пыльцы древесной группы; *b* – суммарная доля пыльцы травянистой группы; *v* – суммарная доля пыльцы широколиственных пород; *z* – устьица. Дублирующая кривая таксонов соответствует увеличению в 10 раз.

Fig. 4. Pollen diagrams of peat bog deposits in the Chashkinskoye geoarchaeological area. Legend: *a* – total proportion of arboreal pollen; *b* – total proportion of non-arboreal pollen; *v* – total proportion of pollen of broad-leaved species; *z* – stomata. The duplicate taxon curve corresponds to a 10-fold increase

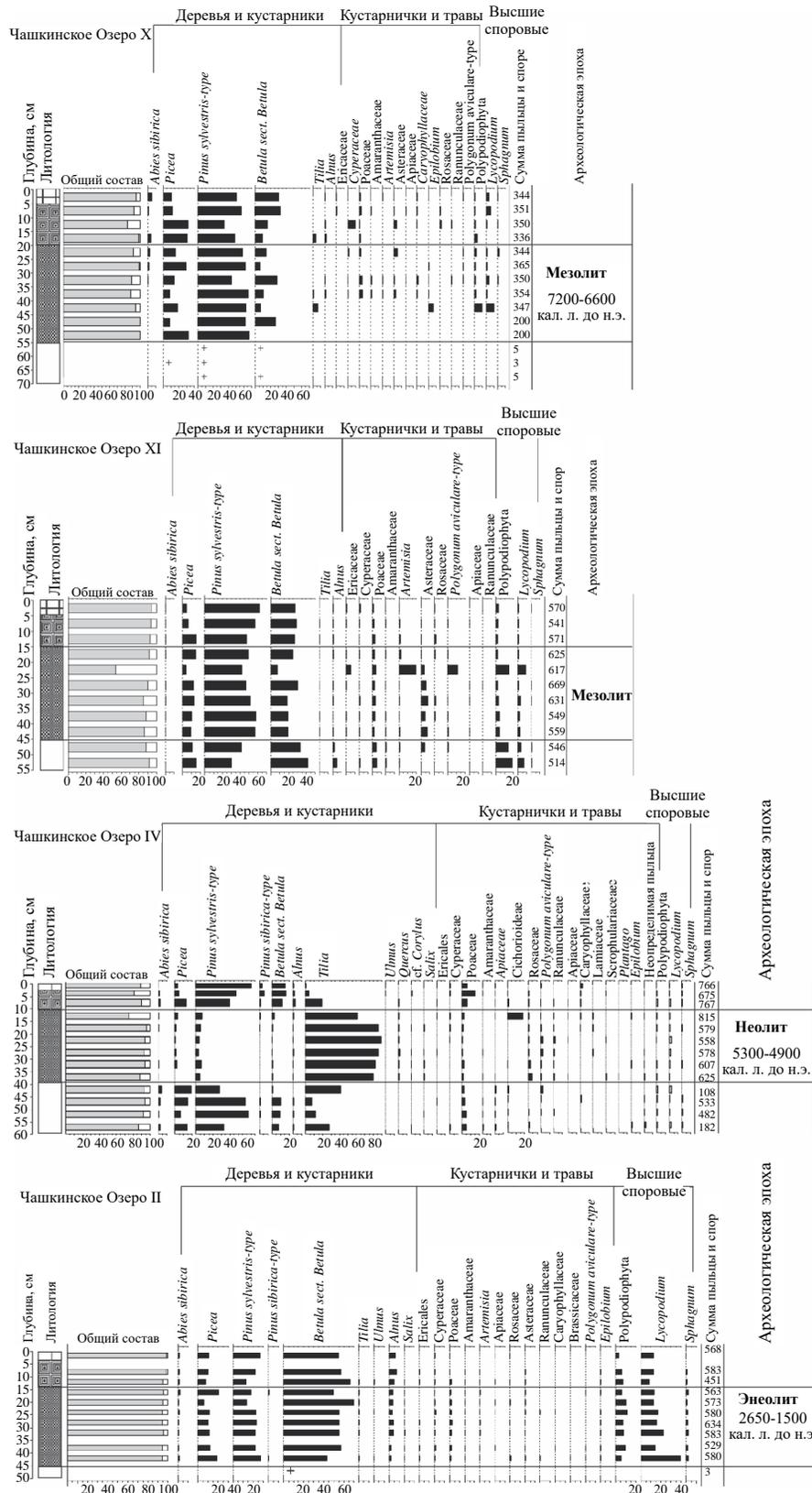


Рис. 5. Спорово-пыльцевые диаграммы отложений археологических памятников каменного века ЧГК. Условные обозначения см. на рис. 2 и 4.

Fig. 5. Pollen diagrams of cultural deposits of archaeological sites in the Chashkinskoye geoarchaeological area. For legend, see Figs. 2 and 4

Отметим довольно высокое содержание спор папоротников (*Polypodiophyta*) и плаунов (*Lycopodium clavatum*-type).

СПС слоя подзола со всех памятников также отражают лесной тип, причем наблюдается сначала небольшое увеличение доли пыльцы ели, а затем п.з. сосны (*Pinus sylvestris*-type). Исключением составляют СПС подзола стоянки Чашкинское Озеро II, в которых не отмечены какие-либо существенные изменения.

Сопоставление полученных СПС из болотных отложений и к.с. археологических памятников позволяют восстановить следующие изменения лесной растительности в пределах ЧГК (рис. 6).

Среднетаежные березово-сосновые леса с участием ели господствовали во второй половине раннего и начале среднего голоцена в интервале 9.3–7.5 кал. тыс. л.н. (ЛПЗ 1; рис. 6). Ранний этап существования подобных лесов в интервале 9.3–8.4 тыс. кал. л.н. характеризуют СПС из к.с. стоянок Чашкинское Озеро X и XI, которые относятся к развитому и позднему мезолиту (вторая половина VIII – VII тыс. до н.э.) (Митрошин, Лычагина, 2018; Зарецкая и др., 2020. С. 49; Демаков и др., 2023. С. 81). Одновозрастные им болотные отложения в пределах ЧГК не найдены, но имеются данные из ряда естественных разрезов долины р. Камы в северной

части Верхнего Прикамья (Назаров и др., 2020; Lapteva et al., 2023. С. 377). Поздний этап в интервале 8.5–7.5 тыс. кал. л.н. характеризуют СПС из болотных отложений скв. Андреевской (рис. 5).

В СПС этой фазы доминирует пыльца сосны при участии березы и ели. Подобный состав лесообразующих пород выявлен в одновозрастных комплексах макроостатков растений из болотных отложений (Трофимова и др., 2019; Lapteva et al., 2023). Также сходные по составу раннеголоценовые СПС получены из разрезов прилегающих территориях (Прокашев и др., 2003; Андреева и др., 2015). Сходство СПС болотных отложений окрестных территорий и к.с. стоянок Чашкинское Озеро X и XI свидетельствует об отсутствии какого-либо заметного влияния на окружающие лесные сообщества хозяйственной деятельности древнего населения, основным занятием которого была охота.

Следующая фаза связана с проникновением широколиственных пород на территорию Верхнего Прикамья в интервале 7.5–5.5 тыс. кал. л.н., что отражено в СПС болотных отложений скв. Андреевской и ДЕД-8 (ЛПЗ 2; рис. 5, 6). Экспансия широколиственных пород началась с вяза, а затем появилась липа, стали формироваться южно-таежные леса, близкие современным. Одновременно с широколиственными

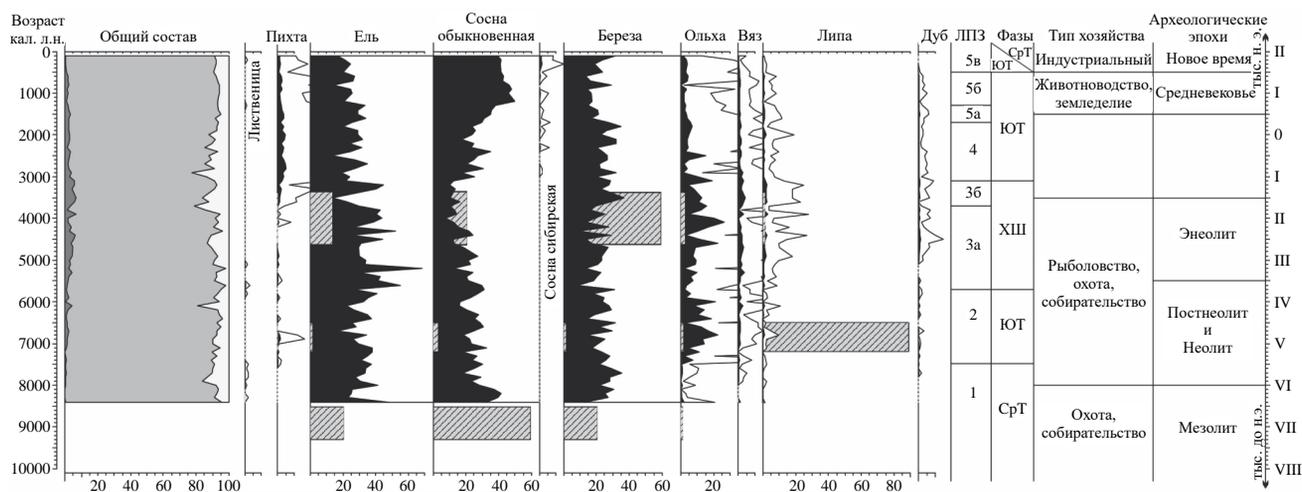


Рис. 6. Изменение содержания пыльцы основных лесообразующих пород в пределах ЧГК. Условные обозначения см. на рис. 4. Линейный график со сплошной заливкой – кумулятивная спорово-пыльцевая диаграмма болотных отложений; столбчатая линейная диаграмма – средние СПС к.с. стоянок каменного века. ЛПЗ – локальные пыльцевые зоны. Фазы изменения растительности: СрТ – средняя тайга, ЮТ – южная тайга, XIII – хвойно-широколиственные леса.

Fig. 6. Pollen changes of the main forest-forming species within the Chashkinskoye geoarchaeological area. For legends, see Fig. 4. Line graph with solid fill – cumulative pollen diagram of peat bog deposits; bar graph – average pollen spectra of cultural layers of the Stone Age sites. ЛПЗ – local pollen zones. Phases of vegetation change: СрТ – middle taiga, ЮТ – southern taiga, XIII – coniferous-deciduous forests

породами распространилась ольха, чаще — как примесь пойменных еловых и березовых лесов, иногда формируя черноольшаники. Об этом свидетельствует также обилие макроостатков ольхи черной (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) в комплексах болотных отложений (Трофимова и др., 2019. С. 440. Рис. 2).

Следует отметить, что в интервале 8.0–5.7 тыс. кал. л.н. в центральных районах Восточно-Европейской равнины уже были распространены неморальные леса из дуба, вяза, липы с подлеском из лещины (Новенко, 2020. С. 65), а в восточных районах широколиственные породы только стали внедряться в хвойные леса (Прокашев и др., 2003; Shumilovskikh et al., 2020). Вероятно, распространение неморальных элементов по восточной окраине равнины, включая Верхнее Прикамье, является реакцией на глобальное повышение теплообеспеченности в этом временном интервале (Величко и др., 2009; Новенко, 2021. С. 30–32).

С фазой развития южно-таежных лесов соотносится появление и распространение неолитических стоянок на территории ЧГК (вторая половина VI–V тыс. до н.э.). В СПС к.с. стоянки Чашкинское Озеро IV обнаружено обилие пыльцы липы, которое превышает в десятки раз ее содержание как в одновозрастных СПС болотных отложений, так и поверхностных пробах (рис. 3–6). Высокое содержание п.з. липы в силу разных причин отмечено в ряде работ (Keatinge, 1982; Wałaga, Chodorowski, 2006; Лычагина и др., 2023; Алешинская и др., 2024 и др.).

Прежде всего, выявленное обилие пыльцы липы свидетельствует о произрастании дерева в пределах ЧГК или на территории самой стоянки. Липа обладает быстрым вегетативным (порослевым) размножением и заполняет «свободные окна» в древесном ярусе при исчезновении хвойных (Мурахтанов, 1981. С. 6–25). Это могло способствовать распространению породы вокруг стоянки вследствие вырубki хвойных пород для хозяйственных нужд: строительства кратковременных и/или долговременных сооружений, обогрева жилищ и приготовления пищи. Свидетельством использования хвойных пород при строительстве могут служить остатки жилищ-полуземлянок на неолитической стоянке Хуторская (Лычагина, 2020. С. 181–183), расположенной поблизости. В то же время обилие пыльцы липы, возможно, связано с оседанием большей части пыльцевого дождя в период цветения породы в непосредственной близости от деревьев (Keatinge, 1982), устойчивостью

экзины п.з. липы к коррозии, что способствует накоплению ее в отложениях, и продвижением п.з. вниз по почвенному профилю (Wałaga, Chodorowski, 2006).

С другой стороны, нельзя исключать специальное привнесение веток липы с цветоносами, складированные на территории стоянки для дальнейшего использования. Возможно, ветки липы или содранная с них или стволов кора (луб) использовались при изготовлении снасти для рыбной ловли или в других хозяйственных делах. Древесина липы мягкая, легко режется ножом, не растрескивается, что делает ее пригодной для широкого использования в деревообработке. Из коры могли делать мочала, которые затем использовали как веревку при плетении сетей и т.д. В то же время цветоносы липы могли использоваться для заваривания чая или получения мёдоподобных продуктов. Липа является хорошим медоносом и содержит большое количество нектара (Мурахтанов, 1981), а аромат цветущего дерева мог привлечь людей.

СПС болотных отложений первой половины среднего голоцена скв. Андреевская и ДЕД-8 и к.с. неолитической стоянки Чашкинское Озеро IV имеют существенные различия. Искаженное отражение зонального фона в СПС отложений стоянки может указывать на увеличение воздействия хозяйственной деятельности древнего населения на состав древостоя окружающих лесов, но при отсутствии палинологических данных из к.с. других стоянок эпохи неолита ЧГК это заключение является предварительным.

В следующую фазу южно-таежные леса трансформировались в хвойно-широколиственные леса, господствовавшие во второй половине среднего и начале позднего голоцена. Данную фазу характеризуют СПС болотных отложений скв. Андреевской, ДЕД-8, ДЕД-4 и ДЕД-3 (рис. 4). Расцвет липово-вязово-еловых (ЛПЗ 3а) и липово-вязово-пихтово-еловых (ЛПЗ 3б) лесов соответствует интервалу 5.5–3.0 тыс. кал. л.н. (рис. 6). В подлеске лесов встречались калина (*Viburnum opulus* L.), черемуха (*Prunus padus* L. = *Padus racemosa* L.), рябина (*Sorbus aucuparia* L.), о чем свидетельствуют находки их макроостатков (Трофимова и др., 2019. С. 441). В СПС болотных отложений п.з. пихты появляются в интервале 3.8–3.7 кал. л.н., формируя непрерывную кривую к 3.4 тыс. л.н. (рис. 4, 6).

Максимум распространения хвойно-широколиственных лесов в Верхнем Прикамье в интервале 5.5–3.0 тыс. кал. л.н. сопоставляется с

палинологическими данными из болотных отложений восточного сектора Восточно-Европейской равнины. Появление пихты в лесах Верхнего Прикамья также коррелирует со временем появления ее в южных и западных прилегающих районах (Прокашев и др., 2003; Shumilovskikh et al., 2020). Следует отметить, что около 4.2 тыс. кал. л.н. в пыльцевых записях скв. Андреевская и ДЕД-4 фиксируется минимум пыльцы широколиственных пород (рис. 4), который условно можно соотнести с похолоданием, так называемым «событием 4.2 тыс. кал. л.н.» (Борисова, 2014. С. 14). Но для оценки проявления и амплитуды этого события в Верхнем Прикамье данных пока недостаточно.

Вероятно, в интервале 5.5–3.0 тыс. кал. л.н. теплообеспеченность в Верхнем Прикамье была оптимальной для произрастания термофильных пород, включая дуб (*Quercus robur* L.), нижний температурный предел возможного распространения которого соответствует среднегодовой температуре воздуха не ниже 2°C (Лосицкий, 1981. С. 16). На распространение пихты и внедрение ее в состав хвойно-широколиственных лесов Верхнего Прикамья, возможно, благоприятно сказались увеличение влажности климата после 5.7 тыс. кал. л.н. (Новенко, 2020. С. 69), поскольку она является требовательной к атмосферному увлажнению породой (Крылов и др., 1986. С. 28).

В теплых условиях хвойно-широколиственных лесов на территории ЧГК распространились стоянки энеолита (конец IV – начало II тыс. до н.э.), ведущую роль в хозяйстве которых играло рыболовство (Крыласова и др., 2014. С. 73–114; Лычагина, Сарапулов, 2018. С. 179). В то же время существование поселения гаринской энеолитической культуры Чашкинское Озеро II (последняя четверть III тыс. до н.э.) соотносится с кратковременным похолоданием в интервале 4.4–3.8 тыс. кал. л.н. Возможной реакцией населения на это климатическое событие могло быть строительство долговременных жилищ-полуземлянок с крытыми переходами из одного в другое (Зарецкая и др., 2020. С. 55; Карманов и др., 2024). СПС к.с. энеолитического поселения и одновозрастных болотных отложений характеризуются минимальным содержанием пыльцы сосны (*Pinus sylvestris*-type – около 20%) (рис. 4), что указывает на единичное ее участие в лесах ЧГК.

Распространение зональных хвойно-широколиственных лесов отражено в СПС болотных отложений, для которых характерно

доминирование пыльцы ели и наибольшее суммарное обилие широколиственных пород (ЛПЗ 3; рис. 6). В то же время высокое содержание п.з. березы (около 60%) в СПС к.с. Чашкинское Озеро II может отражать распространение вторичных березовых формаций в результате вырубки хвойных пород для строительства жилищ. Они также имеют сходство с субрецентными СПС ныне распространенных вторичных лесов ЧГК, появившихся в результате длительных крупномасштабных вырубок (рис. 3). При этом к финалу существования энеолитических поселений на территории ЧГК в СПС болотных отложений доля пыльцы березы возрастает, а ели уменьшается, что, вероятно, отражает распространение вторичных лесов.

Сокращение неморальных элементов и возращение роли пихты в интервале 3.0–1.7 тыс. кал. л.н. способствовали возврату к южно-таежному характеру лесов. Пыльца ели преобладает в СПС болотных отложений (ЛПЗ 4; рис. 6). Доля пыльцы широколиственных пород заметно снизилась, а увеличение п.з. пихты синхронно появлению ее макроостатков в болотных отложениях (Трофимова и др., 2019. С. 443). Распространились южно-таежные пихтово-еловые леса с участием липы и вяза в климатических условиях, близких к современным.

Заключительная фаза фиксируется по сокращению темнохвойных формаций и распространению березово-сосновых лесов после 1.7 тыс. кал. л.н., на что указывает синхронное увеличение доли пыльцы сосны обыкновенной в палеоархивах изученных скважин. Наиболее детальные изменения отражены в СПС скв. ДЕД-7, что позволило выделить три подфазы изменения растительности, существенно отличающиеся друг от друга (ЛПЗ 5; рис. 4, 6). Смена темнохвойных лесов сосновыми в интервале 1.3–0.5 тыс. кал. л.н. и последующее распространение березовых лесов после 0.5 тыс. кал. л.н. в окрестностях ЧГК, вероятно, связаны с хозяйственной деятельностью человека в средневековье (V–XV вв. н.э.) и новое время (с XV вв. н.э.). Детальное рассмотрение антропогенного воздействия на леса ЧГК в эти поздние периоды выходит за рамки данной статьи.

Анализ пыльцы травянистых растений, прежде всего в СПС к.с. стоянок каменного века, позволил выделить группу растений-апофитов, косвенно свидетельствующих о трансформации травяного покрова в результате антропогенной нагрузки. В эту группу включены таксоны

пыльцы маревых, полыни, горцев, кипрея и подорожника, которые в небольшом количестве встречены в СПС памятников каменного века, а единичные п.з. присутствуют в спектрах болотных отложений (рис. 3 и 4).

Для лесной зоны виды маревых и полыни не являются типичными растениями естественных угодий. Например, марь белая (*Chenopodium album* L.), полыни горькая (*Artemisia absintium* L.) и обыкновенная (*A. vulgaris* L.) являются пионерными растениями трансформированных сообществ, в том числе на сорных местах в населенных пунктах. Горец птичий (*Polygonum aviculare* L.) также является типичным рудеральным растением, и его п.з. встречены в СПС культурного слоя памятников (рис. 5). В СПС болотных отложений большая часть пыльцы, скорее всего, принадлежат горцу змеиную (*Persicaria bistorta* L.), который произрастает на сырых пойменных и водораздельных лугах, по берегам водоемов и встречается на лесных полянах. Единичные п.з. подорожника (*Plantago*) встречены в СПС неолитической стоянки Чашкинское Озеро IV (см. рис. 5), а подорожник большой (*Plantago major* L.) является рудеральным растением (Овеснов, 1997. С. 89–224).

Группа разнотравья включает п.з. семейств, виды которых произрастают в разнообразных типах луговых сообществ. Существенных всплесков обилия пыльцы разнотравья не наблюдается, за исключением неолитической стоянки Чашкинское Озеро IV. В СПС верхней части к.с. этого памятника фиксируется высокое содержание пыльцы Cichorioideae (рис. 5). Большинство представителей этого семейства являются типичными луговыми растениями, а, например, виды одуванчика (*Taraxacum*), осота (*Sonchus*) и цикорий (*Cichorium intybus* L.) произрастают не только по опушкам лесов и в луговых сообществах, но и у жилья, по сорным местам, обочинам троп и дорог. Единичные п.з. кипрея (*Epilobium*), обнаруженные в СПС культурных слоев и болотных отложений, могут являться косвенным индикатором вырубок и гарей, на которых часто произрастает кипрей узколистный (*Epilobium angustifolium* L.) (Овеснов, 1997. С. 171, 216–241).

Детальные палинологические исследования в районе ЧГК позволяют сделать следующие выводы. Субрецентные СПС в разной степени отражают состав как зональных пихтово-еловых лесов Верхнего Прикамья, так и вторичных сосново-березовых лесов в районе ЧГК. При этом преобладание породы в древостое не всегда отражено в спектрах, и наоборот, высокое обилие

пыльцы одного из таксонов, не участвующих в древостое лесов пробной площади, может искажать реальную картину.

Палинологические исследования болотных отложений и к.с. памятников ЧГК позволили реконструировать основные этапы динамики зональных лесов в голоцене. Анализ соотношения пыльцы основных лесообразующих пород позволяет проследить сукцессионные изменения состава древостоя лесов, в том числе вызванные разной интенсивностью хозяйственной деятельности в каменном веке.

Косвенные палинологические индикаторы антропогенной нагрузки на травяной покров указывают лишь на локальное воздействие в ближайших окрестностях стоянок каменного века: существование троп, сорных мест, нарушение почвенного покрова при строительстве жилищ и т.д. Присваиваемый тип хозяйства (охота, рыболовство, собирательство) не оказывал существенного влияния на леса, хотя зависимость от природных ресурсов была велика.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект № 23-68-10023 (<https://rscf.ru/project/23-68-10023/>).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алешинская А.С., Андреев К.М., Трошина А.А. Археологические и палинологические исследования группы стоянок Сокольный в лесном Среднем Поволжье // Уральский исторический вестник. 2024. № 4 (85). С. 113–124.
- Андреичева Л.Н., Марченко-Ваганова Т.И., Буравская М.Н., Голубева Ю.В. Природная среда неоплейстоцена и голоцена на Европейском Северо-Востоке России. М.: ГЕОС, 2015. 224 с.
- Атлас Пермского края / Под общ. ред. А.М. Тартаковского. Пермь: Пермский гос. нац. исслед. ун-т, 2012. 124 с.
- Борисова О.К. Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Известия РАН. Сер. географическая. 2014. № 2. С. 5–20.
- Величко А.А., Климанов В.А., Борзенкова И.И. Климатические характеристики голоцена (интервал 6000–5500 л.н.) // Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен / Под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 2009. С. 20–24.
- Демаков Д.А., Лычагина Е.Л., Зарецкая Н.Е. и др. Косинские мезолитические стоянки в контексте истории природной среды верхнего Прикамья в позднеледниковье и раннем голоцене // Геоморфология и палеогеография. 2023. Т. 54, № 1. С. 74–89.
- Зарецкая Н.Е., Лычагина Е.Л. Радиоуглеродная хронология археологических памятников Чашкинского микрорегиона // Крыласова Н.Б., Лычагина Е.Л.,

- Белавин А.М., Скорнякова С.В. Археологические памятники Чашкинского озера. Пермь: Пермский гос. гуманитар.-пед. ун-т, 2014. С. 497–501.
- Зарецкая Н.Е., Лычагина Е.Л., Лаптева Е.Г., Трофимова С.С., Чернов А.В.* Пойма Камы: реконструкция среды обитания древних и средневековых сообществ Среднего Предуралья // Российская археология. 2020. № 1. С. 44–58.
- Карманов В.Н., Лычагина Е.Л., Зарецкая Н.Е.* Энеолит и эпоха бронзы лесной зоны Восточной Европы: дисгармония археологической периодизации // Поволжская археология. 2024. № 3. С. 94–113.
- Крыласова Н.Б., Лычагина Е.Л., Белавин А.М., Скорнякова С.В.* Археологические памятники Чашкинского озера. Пермь: Пермский гос. гуманитар.-пед. ун-т, 2014. 565 с.
- Крылов Г.В., Марадудин И.И., Михеев Н.И., Козакова Н.Ф.* Пихта. М.: Агропромиздат, 1986. 239 с.
- Лаптева Е.Г.* Динамика лесной растительности Верхнего Прикамья в голоцене // Труды Камской археолого-этнографической экспедиции. Вып. XX. Неолит Евразии. Пермь, 2022. С. 41–48.
- Лаптева Е.Г., Зарецкая Н.Е., Косинцев П.А., Лычагина Е.Л., Чернов А.В.* Первые данные о динамике растительности Верхнего Прикамья в среднем и позднем голоцене // Экология. 2017. № 4. С. 267–276.
- Лаптева Е.Г., Трофимова С.С., Зарецкая Н.Е., Лычагина Е.Л.* Динамика природной среды Верхнего Прикамья в голоцене по материалам изучения болот // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 3. С. 5–19.
- Лосицкий К.Б.* Дуб. М.: Лесная промышленность, 1981. 101 с.
- Лычагина Е.Л.* Неолит Верхнего и Среднего Прикамья. Пермь: Пермский гос. гуманитар.-пед. ун-т, 2020. 364 с.
- Лычагина Е.Л., Демаков Д.А., Батуева Н.С., Лаптева Е.Г.* Косинские мезолитические стоянки Верхнего Прикамья. Пермь: Пермский гос. гуманитар.-пед. ун-т, 2023. 161 с.
- Лычагина Е.Л., Митрошин Е.Н.* Предварительные итоги исследований мезолитических памятников на восточном берегу Чашкинского озера // Вестник Пермского научного центра. 2016. № 3. С. 92–99.
- Лычагина Е.Л., Саранулов А.Н.* Орудия рыболовного промысла на археологических памятниках Чашкинского микрорегиона // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7, № 4. С. 177–182.
- Митрошин Е.Н., Лычагина Е.Л.* Характеристика хозяйственных занятий населения Верхнего Прикамья в эпоху мезолита (по результатам трасологического анализа) // XXI Уральское археологическое совещание: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Самара: Самарский гос. соц.-пед. ун-т: Порто-Принт, 2018. С. 51–53.
- Мурахтанов Е.С.* Липа. М.: Лесная пром-сть, 1981. 80 с.
- Назаров Н.Н., Копытов С.В., Жуйкова И.А., Чернов А.В.* Плейстоценовые каналы стока в южной части Кельтминской ложбины (Камско-Вычегодское междуречье) // Геоморфология. 2020. № 4. С. 74–88.
- Новенко Е.Ю.* Ландшафтно-климатические изменения в лесной зоне Центральной и Восточной Европы в голоцене: ретроспективный анализ и сценарии эволюции природной среды // Экосистемы: экология и динамика. 2020. № 4. С. 57–80.
- Новенко Е.Ю.* Динамика ландшафтов и климата в Центральной и Восточной Европе в голоцене – прогнозные оценки изменения природной среды // Геоморфология. 2021. Т. 52, № 3. С. 24–47.
- Носова М.Б., Новенко Е.Ю., Зерницкая В.П., Дюжова К.В.* Палинологическая индикация антропогенных изменений растительности восточно-европейских хвойно-широколиственных лесов в позднем голоцене // Известия РАН. Сер. географическая. 2014. № 4. С. 72–84.
- Овеснов С.А.* Конспект флоры Пермской области. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1997. 252 с.
- Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. 444 с.
- Прокашев А.М., Жуйкова И.А., Пахомов М.М.* История почвенно-растительного покрова Вятско-Камского края в послеледниковье. Киров: Изд-во Вятского гос. гуманитар. ун-та, 2003. 143 с.
- Пыльцевой анализ / Под общ. ред. А.Н. Криштафовича. М.: Госгеолиздат, 1950. 572 с.
- Трофимова С.С., Зарецкая Н.Е., Лаптева Е.Г., Лычагина Е.Л., Чернов А.В.* Опыт использования методов палеоэкологических исследований для реконструкции природной среды голоцена // Экология. 2019. № 6. С. 438–445.
- Bałaga K., Chodorowski J.* Pollen analysis from fossil podzol soils within a dune at Kaczorki (Middle Roztocze, Poland) // Acta palaeobotanica. 2006. Vol. 46, № 2. P. 245–254.
- Behre K.-E.* The interpretation of antropogenic indicators in pollen diagrams // Pollen et Spores. 1981. Vol. 23. P. 225–245.
- Grimm E.C.* Tilia. Springfield, MO: Springfield Illinois State Museum, Research and Collection Center, 1991–2020.
- Keatinge T.H.* Influence of stemflow on the representation of pollen of tilia in soils // Grana. 1982. Vol. 21, 3. P. 171–174.
- Lapteva E.G., Zaretskaya N.E., Lychagina E.L., Trofimova S.S., Demakov D.A., Kopytov S.V., Chernov A.V.* Holocene vegetation dynamics, river valley evolution and human settlement of the upper Kama valley, Ural region, Russia // Vegetation History and Archaeobotany. 2023. Vol. 32. P. 361–385.
- Li Y., Zhou L., Cu H.* Pollen indicators of human activity // Chinese Science Bulletin. 2008. Vol. 53. P. 1281–1293.
- Lychagina E., Zaretskaya N., Chernov A., Lapteva E.* Interdisciplinary studies of the Cis-Ural Neolithic (Upper Kama basin, Lake Chashkinskoe) palaeoecological aspects // Documenta Praehistorica. 2013. Vol. XL. P. 209–218.

- Reimer P.J., Austin W.E.N., Bard E. et al. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP) // *Radiocarbon*. 2020. Vol. 62. P. 725–757.
- Shumilovskikh L.S., Schmidt M., Pereskokov M., San-nikov P. Postglacial history of East European boreal forests in the mid-Kama region, pre-Urals, Russia // *Boreas*. 2020. Vol. 49. P. 526–543.

POLLEN INDICATORS OF HUMAN IMPACT ON VEGETATION OF THE UPPER KAMA VALLEY AREA (RUSSIA) IN THE STONE AGE WITHIN THE CHASHKINSKOYE GEOARCHEOLOGICAL AREA

Elena G. Lapteva^{1,2,*} and Evgenia L. Lychagina^{1,3,**}

¹Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

²Institute of Plant and Animal Ecology UB RAS, Yekaterinburg, Russia

³Perm State University, Perm, Russia

*E-mail: lapteva@ipae.uran.ru

**E-mail: LychaginaE@mail.ru

This paper outlines the first results of the pollen analysis conducted within the Chashkinskoye geoa-rcheological (the upper Kama valley, Russia). The analysis aims to identify human impact indicators in the peat bog and cultural deposits. The authors traced several palynological criteria across different archae-ological epochs. The study revealed that only indirect pollen indicators of human activities associated with the weed-ruderals were typical of the Mesolithic and Neolithic/Chalcolithic periods. During the Stone Age, human influence on the upper Kama forests was local and related only to the environment of the ancient population.

Keywords: vegetation dynamics, human impact, pollen analysis, peat bog deposits, archaeological sites, Perm region, the Stone Age.

REFERENCES

- Aleshinskaya A.S., Andreev K.M., Troshina A.A., 2024. Archaeological and palynological studies of the Sokolny sites in the middle Volga forest region. *Ural'skiy istoricheskii vestnik [Ural Historical Journal]*, 4 (85), pp. 113–124. (In Russ.)
- Andreicheva L.N., Marchenko-Vagapova T.I., Buravskaya M.N., Golubeva Yu.V., 2015. Prirodnaya sreda neopleystotsena i golotsena na Evropeyskom Severo-Vostoke Rossii [Neopleistocene and Holocene natural environment of European North-East of Russia]. Moscow: GEOS. 224 p.
- Atlas Permskogo kraja [Atlas of Perm Territory]. A.M. Tartakovskiy, ed. Perm': Permskiy gosudarstvennyy natsional'nyy issledovatel'skiy universitet, 2012. 124 p.
- Bałaga K., Chodorowski J., 2006. Pollen analysis from fossil podzol soils within a dune at Kaczorki (Middle Roztocze, Poland). *Acta palaeobotanica*, 46, 2, pp. 245–254.
- Behre K.-E., 1981. The interpretation of antropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23, pp. 225–245.
- Borisova O.K., 2014. Landscape and climate change in Holocene. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya [Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya]*, 2, pp. 5–20. (In Russ.)
- Demakov D.A., Lychagina E.L., Zaretskaya N.E., Kopytov S.V., Chernov A.V., Lapteva E.G., Trofimova S.S., Kosintsev P.A., 2023. Kosa Mesolithic sites in the context of the history of the natural environment of the upper Kama region in the Late Glacial and early Holocene. *Geomorfologiya i paleogeografiya [Geomorphology and paleogeography]*, 54, 1, pp. 74–89. (In Russ.)
- Grimm E.C., 1991–2020. Tilia. Springfield, MO: Springfield Illinois State Museum, Research and Collection Center.
- Karmanov V.N., Lychagina E.L., Zaretskaya N.E., 2024. Eneolithic and Bronze Age of the Forest Zone of Eastern Europe: disharmony of archaeological periodization. *Povolzhskaya arkheologiya [The Volga River region archaeology]*, 3, pp. 94–113. (In Russ.)
- Keatinge T.H., 1982. Influence of stemflow on the representation of pollen of tilia in soils. *Grana*, 21, 3, pp. 171–174.
- Krylasova N.B., Lychagina E.L., Belavin A.M., Skornyakova S.V., 2014. Arkheologicheskie pamyatniki Chashkinskogo ozera [Archaeological sites on Lake Chashkinskoye]. Perm': Permskiy gosudarstvennyy gumanitarno-pedagogicheskii universitet. 565 p.
- Krylov G.V., Maradudin I.I., Mikheev N.I., Kozakova N.F., 1986. Pikhta [Silver fir]. Moscow: Agropromizdat. 239 p.
- Lapteva E.G., 2022. Holocene forest vegetation dynamics of the Upper Kama Region. *Trudy Kamskoy arkheologo-etnograficheskoy ekspeditsii [Transactions of the Kama archaeological and ethnographic expedition]*, XX. Neolit Evrazii. Perm', pp. 41–48. (In Russ.)
- Lapteva E.G., Trofimova S.S., Zaretskaya N.E., Lychagina E.L., 2024. Holocene palaeoenvironmental dynamics

- of the Upper Kama Region (peat bogs case study). *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk [Transactions of the Karelian Research Centre RAS]*, 3, pp. 5–19. (In Russ.)
- Lapteva E.G., Zaretskaya N.E., Kosintsev P.A., Lychagina E.L., Chernov A.V., 2017. First data on the Middle to Late Holocene dynamics of vegetation in the Upper Kama region. *Ekologiya [Russian Journal of Ecology]*, 4, pp. 267–276. (In Russ.)
- Lapteva E.G., Zaretskaya N.E., Lychagina E.L., Trofimova S.S., Demakov D.A., Kopytov S.V., Chernov A.V., 2023. Holocene vegetation dynamics, river valley evolution and human settlement of the upper Kama valley, Ural region, Russia. *Vegetation History and Archaeobotany*, 32, pp. 361–385.
- Li Y., Zhou L., Cu H., 2008. Pollen indicators of human activity. *Chinese Science Bulletin*, 53, pp. 1281–1293.
- Lositskiy K.B., 1981. Dub [Oak tree]. Moscow: Lesnaya promyshlennost'. 101 p.
- Lychagina E., Zaretskaya N., Chernov A., Lapteva E., 2013. Interdisciplinary studies of the Cis-Ural Neolithic (Upper Kama basin, Lake Chashkinskoye) palaeoecological aspects. *Documenta Praehistorica*, XL, pp. 209–218.
- Lychagina E.L., 2020. Neolit Verkhnego i Srednego Prikam'ya [Neolithic of the Upper and Middle Kama region]. Perm': Permskiy gosudarstvennyy gumanitarno-pedagogicheskiy universitet. 364 p.
- Lychagina E.L., Demakov D.A., Batueva N.S., Lapteva E.G., 2023. Kosinskies mezoliticheskie stoyanki Verkhnego Prikam'ya [Kosa Mesolithic sites of the Upper Kama region]. Perm': Permskiy gosudarstvennyy gumanitarno-pedagogicheskiy universitet. 161 p.
- Lychagina E.L., Mitroshin E.N., 2016. Preliminary results of the study of the mesolithic sites located on the eastern shore of Lake Chashkinskoye. *Vestnik Permskogo nauchnogo tsentra [Perm Federal Research Centre Journal]*, 3, pp. 92–99. (In Russ.)
- Lychagina E.L., Sarapulov A.N., 2018. Fishing tools from Chashkinskoye micro-region archaeological sites. *Samarskiy nauchnyy vestnik [Samara Journal of Science]*, 7, 4, pp. 177–182. (In Russ.)
- Mitroshin E.N., Lychagina E.L., 2018. Characteristics of economic activities of the Upper Kama population during the Mesolithic (based on use-wear analysis). *XXI Ural'skoe arkhеologicheskoe soveshchanie: materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [XXI Ural archaeological session: Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation]*. Samara: Samarskiy gosudarstvennyy sotsial'no-pedagogicheskiy universitet: Porto-Print, pp. 51–53. (In Russ.)
- Murakhtanov E.S., 1981. Lipa [Linden tree]. Moscow: Lesnaya promyshlennost'. 80 p.
- Nazarov N.N., Kopytov S.V., Zhuykova I.A., Chernov A.V., 2020. Pleistocene runoff channels in the southern part of the Keltma Hollow (Kama-Vychegda interfluvium). *Geomorfologiya [Geomorphology]*, 4, pp. 74–88. (In Russ.)
- Nosova M.B., Novenko E.Yu., Zernitskaya V.P., Dyuzhova K.V., 2014. Palynological indication of anthropogenic plant cover changes in the East European coniferous-broadleaf forests in the Late Holocene. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya], 4, pp. 72–84. (In Russ.)
- Novenko E.Yu., 2020. Landscape and climate changes in the forest zone of Central and Eastern Europe in the Holocene: retrospective analysis and scenarios for the evolution of the natural environment. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika [Ecosystems: ecology and dynamics]*, 4, pp. 57–80. (In Russ.)
- Novenko E.Yu., 2021. Landscape and climate dynamics in Central and Eastern Europe during the Holocene – assessment of future environmental changes. *Geomorfologiya [Geomorphology]*, 52, 3, pp. 24–47. (In Russ.)
- Ovesnov S.A., 1997. Konspekt flory Permskoy oblasti [An outline of the flora of Perm region]. Perm': Izdatel'stvo Permskogo universiteta. 252 p.
- Polevaya geobotanika [Field geobotany]. E.M. Lavrenko, A.A. Korchagin, eds. Moscow; Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR, 1959. 444 p.
- Prokashev A.M., Zhuykova I.A., Pakhomov M.M., 2003. Istoriya pochvenno-rastitel'nogo pokrova Vyatsko-Kamskogo kraya v poslednykh vekakh [History of the soil and vegetation cover of the Vyatka-Kama region in the postglacial period]. Kirov: Izdatel'stvo Vyatskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta. 143 p.
- Pyl'tsevoy analiz [Pollen analysis]. A.N. Krishtafovich, ed. Moscow: Gosgeolizdat, 1950. 572 p.
- Reimer P.J., Austin W.E.N., Bard E. et al., 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62, pp. 725–757.
- Shumilovskikh L.S., Schmidt M., Pereskokov M., Sanin P., 2020. Postglacial history of East European boreal forests in the mid-Kama region, pre-Urals, Russia. *Boreas*, 49, pp. 526–543.
- Trofimova S.S., Zaretskaya N.E., Lapteva E.G., Lychagina E.L., Chernov A.V., 2019. Methods of paleoecological investigations: a case study of the Holocene environmental reconstruction. *Ekologiya [Russian Journal of Ecology]*, 6, pp. 438–445. (In Russ.)
- Velichko A.A., Klimanov V.A., Borzenkova I.I., 2009. Climatic characteristics of the Holocene (the interval of 6000–5500 ya). *Paleoklimaty i paleolandshafty vnetropicheskogo prostranstva Severnogo polushariya. Pozdniy pleystotsen – golotsen [Paleoclimates and paleoenvironments of extra-tropical regions of the Northern Hemisphere. Late Pleistocene – Holocene]*. A.A. Velichko, ed. Moscow: GEOS, pp. 20–24. (In Russ.)
- Zaretskaya N.E., Lychagina E.L., 2014. Radiocarbon chronology of archaeological sites of the Chashkinskoye microregion. Krylasova N.B., Lychagina E.L., Belavin A.M., Skorniyakova S.V. *Arkheologicheskie pamyatniki Chashkinskogo ozera [Archaeological sites of Lake Chashkinskoye]*. Perm': Permskiy gosudarstvennyy gumanitarno-pedagogicheskiy universitet, pp. 497–501. (In Russ.)
- Zaretskaya N.E., Lychagina E.L., Lapteva E.G., Trofimova S.S., Chernov A.V., 2020. The Kama flood plain: reconstruction of the natural habitat of ancient and medieval communities in the middle Cis-Urals. *Rossiyskaya arkheologiya [Russian archaeology]*, 1, pp. 44–58. (In Russ.)