

УДК 913.1/913.8

DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-3-293-301

Реконструкция экологических обстановок центральной части Кавказа (по материалам болота Тарское)

Трубицына Э.Д.

Тюменский научный центр СО РАН,
Россия, 625008, г. Тюмень, ул. Червишеский тракт 13,
E-mail: el.yuzh@gmail.com

Аннотация. Представлена реконструкция изменений растительности центральной части Северного Кавказа по материалам торфяника Тарское. Был проведен спорово-пыльцевой анализ и анализ микрочастиц древесного угля для отложений возрастом 4600 лет. По полученным данным установлено, что в начале образования болота окружающие ландшафты включали преимущественно лугово-степную растительность, однако 4400 лет назад стали доминировать широколиственные леса, в составе которых господствующее положение занял бук. Усиленная пожарная активность наблюдалась только в период между 4400–3300 и с 2200 лет назад по настоящее время. В эти же интервалы увеличивается доля синантропной растительности, что указывает на усиление антропогенной нагрузки. Пыльца культурных злаков, обнаруженная в отложениях возрастом 4300 лет назад, подтверждает сельскохозяйственную направленность хозяйства в этих предгорных районах центральной части Северного Кавказа. В целом показано, что периоды неоднократного расширения открытых пространств (4500–4300; 4100–3800; 1900–400 лет назад) были детерминированы усилением хозяйственной активности и, в частности, возможным сведением лесов для пастбищ и пашни.

Ключевые слова: спорово-пыльцевой анализ, Северный Кавказ, микроуголь, палеоэкология, голоцен

Благодарности: работа выполнена Институтом проблем освоения Севера ТюмНЦ СО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FWRZ-2021-0006).

Для цитирования: Трубицына Э.Д. 2024. Реконструкция экологических обстановок центральной части Кавказа (по материалам болота Тарское). Региональные геосистемы, 48(3): 293–301. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-3-293-301

Ecological Reconstruction of Central Caucasus: Tarskoe Swamp Study

Eleonora D. Trubitsyna

Tyumen Scientific Centre SB RAS,
13 Chervishevsky tract St, Tyumen 625008, Russia
E-mail: el.yuzh@gmail.com

Abstract. The paper presents a reconstruction of vegetation changes in the central part of the North Caucasus based on materials from the Tarskoye swamp. Pollen and microcharcoal analyses were carried out on 4,6 cal ka BP deposits. The data obtained show that at the beginning of the formation of the bog the surrounding landscape was covered mainly covered by meadow-steppe vegetation, but after 4.4 cal ka BP deciduous forests began to dominate, with beech occupying a dominant position. Increased fire activity is only observed in the intervals between 4.4 and 3.3 cal ka BP and from 2.2 cal ka BP to the present. In the same intervals, the proportion of synanthropic vegetation increases, indicating an increase in anthropogenic pollution. Cultivated cereal pollen found in deposits from 4.3 cal ka BP confirms the



agricultural orientation of the economy in this foothill region of the Central Caucasus. In general, it has been shown that the repeated expansion of open areas (4.5–4.3; 4.1–3.8 and 1.9–0.4 cal ka BP) occurred in connection with increased economic activity and probably with the clearing of forests for pastures and fields.

Keywords: pollen analysis, North Caucasus, microcharcoal, paleoecology, Holocene

Acknowledgements: The research was carried by the Institute of the Problems Development of North of the Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. FWRZ-2021-0006).

For citation: Trubitsyna E.D. 2024. Ecological Reconstruction of Central Caucasus: Tarskoe Swamp Study. *Regional Geosystems*, 48(3): 293–301 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-3-293-301

Введение

Впервые палеорекострукция для низкогорной части Северного Кавказа (Северная Осетия) была проведена в середине XX века М.И. Нейштадтом [1955, 1957] и И.И. Тумаджиновым [1955] по материалам самого крупного из открытых болот – Тарского, однако в то время радиоуглеродные датировки были недоступны, и поэтому сопоставление полученных данных с временной шкалой оказалось проблематичным. Повторное изучение данного торфяника было проведено А.В. Князевым, А.Б. Савинецким, Н.А. Гейем [1992], материалы были датированы, но верхняя пачка отложений разреза болота Тарское, охватывающая примерно 2000 лет, не была отобрана исследователями в результате нарушения напластований торфопроизводками.

Исследования болота Тарское дали неоднозначные результаты, не согласующиеся друг с другом [Нейштадт, 1955, 1957; Князев и др., 1992]. Спорово-пыльцевые данные, полученные М.И. Нейштадтом и И.И. Тумаджиновым [1955, 1957], показали преобладание древесной пыльцы в диапазоне от 60 до 86 %, что, по мнению авторов, свидетельствовало о постоянном господстве лесной растительности около Тарской долины. Присутствие пыльцы бука, граба, вяза, дуба указывает на местное произрастание этих пород, так как пыльца этих таксонов не переносится на значительное расстояние. По итогам исследования А.В. Князева, А.Б. Савинецкого, Н.А. Гейя [1992] напротив в пыльцевых спектрах разреза Тарское преобладает пыльца травянистых растений до 80 %, монодоминирующее положение занимает осока. Древостой формируют бук, граб, вяз, дуб, липа, береза, лещина, ольха, сосна. В палинологической структуре преобладает пыльца бука, на втором месте – пыльца сосны.

В связи с неполнотой данных по низкогорной части Центрального Кавказа автором повторно отобран материал из болота Тарское для уточнения реконструкции экологических обстановок прошлого.

Объекты и методы исследования

Торфяник Тарское (42°57'46"N, 44°43'32"E) расположен между Лесистым и Пастбищным хребтами на высоте около 830 м над у. м. (рис. 1), это одно из наиболее крупных болот в Северной Осетии. Болото расположено в нижнем горном поясе широколиственных лесов, образованных буком, грабом, дубом с примесью ольхи, лещины, вяза и груши. Часть болота была осушена под пастбища и сенокосы в середине XX века.

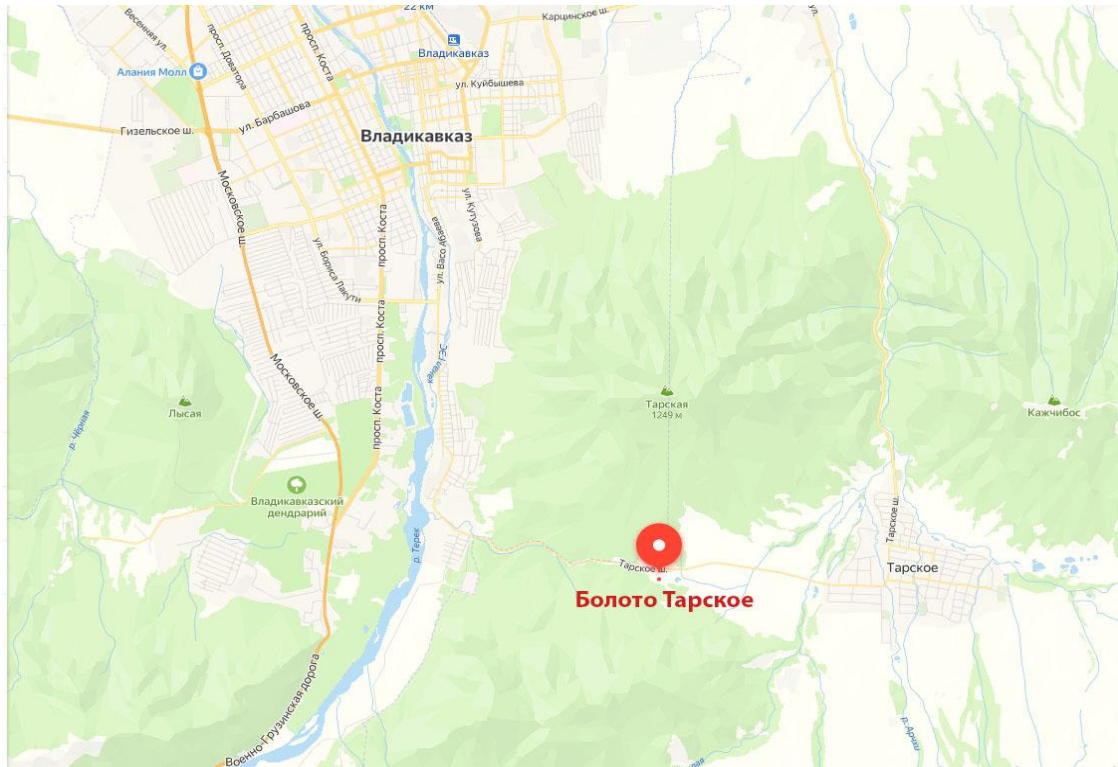


Рис. 1. Месторасположение болота Тарское
Fig. 1. Location of the Tarskoe swamp

Новое бурение болота Тарское проведено в 2019 году во время совместной экспедиции ТюмНЦ СО РАН и ИФХиБПП РАН. Выбранный для бурения участок содержал полный непрерывный профиль мощностью 3,27 м. Все дальнейшие аналитические исследования выполнены в ТюмНЦ СО РАН. На палинологический анализ [Faegri, Iversen, 1989] отобраны пробы с интервалом 10 см, отложения эпохи бронзы и рубежа эр были изучены с интервалом 1 см. Из этой же колонки было отобрано двенадцать проб на радиоуглеродное датирование.

Для исследования был выполнен отбор образцов объемом 6 см³ из вертикальной колонки озерно-торфяных отложений. Выделение пыльцы и спор выполнено по сепарационному методу Гричука [1973]. Микроскопирование проведено для 78 образцов при помощи микроскопа «Motic» на увеличении от $\times 400$ до $\times 1000$ для таксономической идентификации микрофоссилий и их подсчета. В каждом образце подсчитано не менее 500 пыльцевых зерен группы *terrestrial* (без околводных трав и споровых растений). Нижний образец имел нерепрезентативное количество пыльцы. Статистический анализ данных, построение пыльцевых диаграмм и кластерный анализ выполнены в *Tilia-TiliaGraph* [Grimm, 1987, 1990, 1991].

Также на палинологических слайдах в образцах были подсчитаны частицы древесного угля размером менее 50 μm [Finsinger, Tinner, 2005; Mooney, Tinner, 2011], изменения доли этих частиц в образце подсчитано относительно добавленных маркеров-спор *Lycopodium* [Stockmarr, 1971, 1973] с концентрацией 15853 спор.

На основе полученных дат в пакете *Bchron* [Haslett, Parnell, 2008] в среде R^1 построена возрастная модель профиля, в дальнейшем расчетный медианный возраст отложений между точками датирования использовали для хронологических построений. Все возрастные диапазоны в работе приведены в калиброванных значениях.

¹ The R Project for Statistical Computing. 2024. Electronic resource. URL: <https://www.r-project.org/> (date of access 12.03.2024).

Результаты и их обсуждение

Возраст отложений и стратиграфия

Было получено 12 радиоуглеродных дат из основного кернового материала (*bulk*), возраст торфяных отложений болота Тарское – 4600 лет (рис. 2).

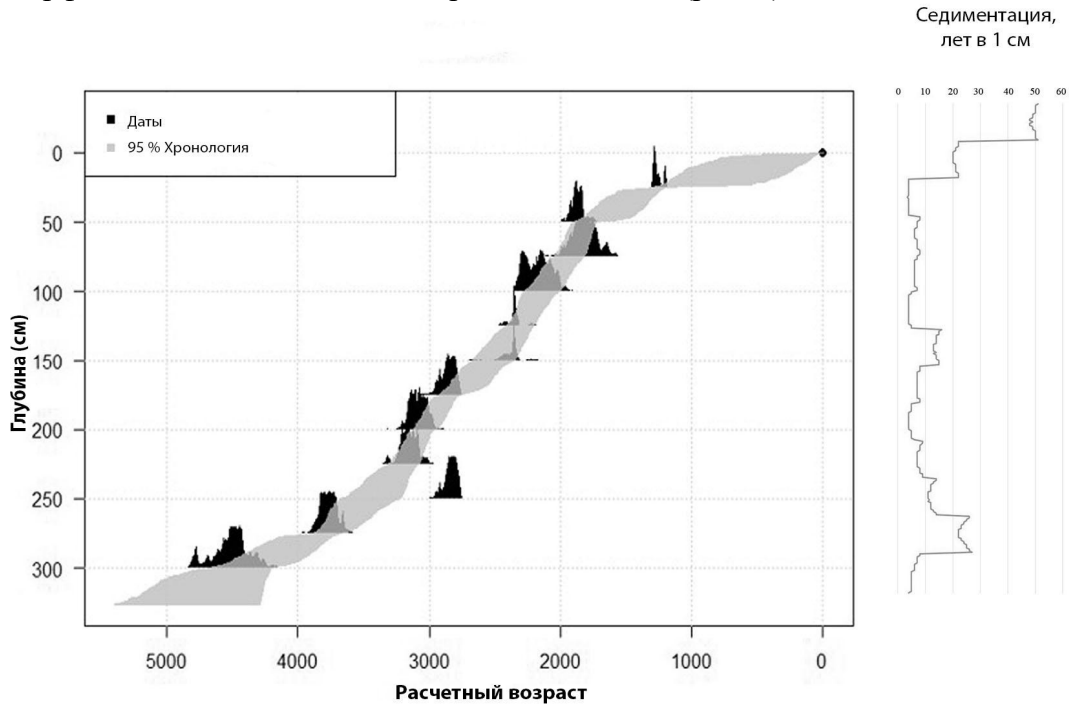


Рис. 2. Возрастная модель, скорость седиментации отложений в болоте Тарское (лет в 1 см)
 Fig. 2. Age model, sedimentation rate of the Tarskoe swamp (years in 1 centimetre)

В стратиграфии отложений выделяется пять слоев (рис. 3): суглинок (327–315 см), разложившийся осоковый торф (315–300 см), суглинок с травянистым детритом (300–290 см), разложившийся травянистый торф (276–290 см), мохово-разнотравный торф (276–0 см), включающий в себя прослойку сфагнового торфа (153–140 см).

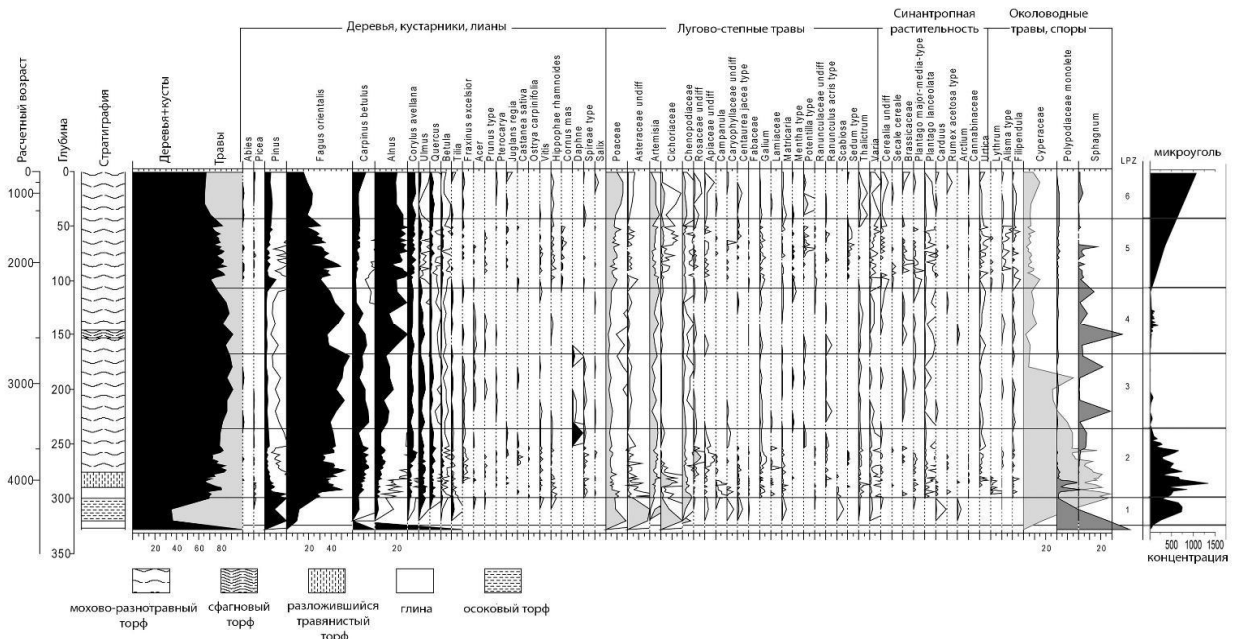


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма озерно-болотных отложений торфяника Тарское
 Fig. 3. Pollen diagram of of lake-bog deposits of the Tarskoe swamp

Согласно возрастной модели, осадконакопление было непрерывным на протяжении 5 тыс. лет (см. рис. 2), наибольший прирост приходится на 1800–1900, 2300 и 3000–3100 лет назад. График седиментации показывает, что нижняя часть керн – суглинок и разложившийся осоковый торф образуется быстро около 5–7 лет/см; суглинок с травянистым детритом и разложившийся травянистый торф накапливаются медленнее 27–22 лет/см. Темп седиментации увеличивается до 14–11 лет/см на стадии мохово-разнотравного торфа, а в прослойке сфагнового торфа становится еще выше 9–4 лет/см, однако на 176 см седиментация замедляется и до 151 см находится в диапазоне 16–13 лет/см. Наиболее медленное осадконакопление приходится на верхнюю часть керн, где один см осадка формируется лишь за 51 год.

Состав пыльцы, спор и микроуглей

Во всех образцах преобладает древесная пыльца (60–89 %) за исключением одного нижнего спектра возрастом 4600 лет назад, в котором доля древесных таксонов составляет только 33 % (см. рис. 3). К основным лесообразующим породам относятся бук, граб, ольха, дуб, лещина. В составе пыльцевых спектров присутствует сосна, ее среднее значение составляет 4 %, за исключением двух образцов, где ее процент поднимается до 20, это дает возможность предполагать заносной характер пыльцы сосны. Следов синантропной растительности в пыльцевых данных немного, доля этой пыльцы не превышает 13,6 % на протяжении всего разреза.

LPZ1 (4600–4400 лет назад) отражает начало заболачивания; лиственные леса чередовались с лугами. Преобладание *Pinus* (до 27 %) отражает увеличение открытости и дальний ветровой перенос пыльцы, а не реальное участие сосны в местном лесу. Лес состоял из *Fagus* с *Carpinus*, *Corylus*, *Tilia*, в небольшом количестве присутствовали *Acer*, *Prunus* и *Vitis*. Обширные открытые пространства идентифицируются по обилию *Asteraceae*, *Cichoriaceae*, *Roaceae*, *Caryophyllaceae*, *Ariaceae*, *Scabiosa*, *Centaurea jacea* L. и *Hippophae rhamnoides* L. и были окаймлены лесом. Слабое антропогенное воздействие предполагается по присутствию *Arctium* и *Carduus*.

В LPZ2 (4400–3200 лет назад) доля *Pinus* уменьшается, а *Fagus* увеличивается (30–52 %), что указывает на начало лесовосстановления. *Tilia* уменьшается, *Carpinus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Betula* и *Fraxinus excelsior* L. увеличиваются; *Prunus*, *Pterocarya* и *Juglans* встречаются эпизодично. Открытый лес и опушки леса идентифицируются по таксонам *Hippophae* и *Spiraea*; также *Daphne* указывает на осветление лесного полога. *Artemisia* увеличивается; *Roaceae*, *Chenopodioideae* постоянно присутствуют; *Cichoriaceae*, *Rosaceae* и *Ariaceae* имеют несколько пиков. На увеличение пастбищного давления указывают максимальные значения *Plantago lanceolata* L., *Rumex acetosa* L., *Urtica* и *Cannabis*; часто фиксируется пыльца *Cerealia*.

Начиная с LPZ3 (3200–2700 лет назад) стадия минеротрофного болота заканчивается и появляются сфагновые мхи. По периферии болота условия становятся более благоприятными для *Alnus*. Лес становится более сомкнутым: *Fagus* достигает 57 %, *Carpinus* – 15 %, *Ulmus*, *Corylus* и *Vitis* увеличиваются, однако *Quercus* уменьшается; встречается *Picea*, *Prunus*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Castanea*. В составе травянистой растительности доминанты те же, что и прежде, но разнообразие уменьшается. В антропогенной группе присутствуют *Plantago lanceolata*, *Urtica*, *Brassicaceae*, эпизодично *Cerealia*.

В LPZ4 (2700–2100 лет назад) преобладает *Fagus* (37–52 %), *Alnus* достигает 30 %, особенно в прослойке с преобладанием *Sphagnum*, *Carpinus* постепенно уменьшается, темнохвойные исчезают, а разнообразие широколиственных деревьев снижается. Состав травянистой пыльцы претерпевает незначительные изменения, увеличиваются только *Artemisia* и *Thalictrum*. Присутствуют *Plantago media-type*, *P. lanceolata-type* и *Urtica*, редко *Cerealia*, *Brassicaceae*, *Arctium* и *Rumex acetosa* – связаны с деятельностью человека.



LPZ5 (2100–1600 лет назад) отражает начальное постепенное увеличение открытых площадей. *Fagus* и *Carpinus* уменьшаются, но увеличиваются доли *Pinus*, *Betula*, темнохвойных, кустарников и лиан. Разнообразие луговых трав увеличивается, появляется кривая *Secale*.

В LPZ6 (1600 лет назад – настоящее время) площадь лесов продолжает сокращаться или становится более изреженной. *Fagus* заметно уменьшается до 15 %, *Alnus* до 18 %, при небольшом увеличении *Carpinus*, *Corylus* и *Quercus*. Кроме того, увеличивается принос пыльцы ветрозаносной растительности (*Pinus*, *Picea* и *Abies*). Увеличиваются открытые площади, о чем свидетельствует максимум *Poaceae*, *Cichoriaceae* и *Asteraceae*. К пастбищным показателям относятся *Plantago lanceolata-type*, *Rumex acetosa* и *Carduus*, а сельскохозяйственным – *Cerealia* и *Secale*.

Максимальная концентрация микроугля в разрезе отмечена в LPZ2 – она равна 1500, следующее наибольшее значение наблюдается в LPZ6 – чуть больше 1000 единиц. LPZ3 и LPZ4 микроуголь имеет очень низкую концентрацию.

По результатам анализа спорово-пыльцевого состава и микрочастиц древесного угля установлено, что 4600 лет назад в окружающих ландшафтах преобладали луговые открытые ландшафты с обилием группы астровых в сопровождении со злаками, маревыми и полынью. Присутствовали светлые широколиственные леса, сформированные бук, грабом, лещиной, ольхой, дубом и вязом, пропорция которых в соотношении с луговой растительностью менялась.

Довольно большой вклад в структуре лесов наблюдался у сосны, но встречалась и ель, что вероятней всего, говорит о том, что в это время климат был более влажный и холодный, чем в настоящее время. На соотношение доли лесных и открытых участков ландшафта влияет антропогенный фактор [Южанина и др., 2021], в частности, сведение лесов для освоения территории под пастбища, а также, возможно, и под земледелие. По-видимому, еще до 4500–4300 лет назад леса в этом районе были сведены и были реконструированы уже последствия, когда всего 20 % территории оставалось покрыто лесами. Земледельческий сигнал хоть и отмечен, но выражен слабо, археологических материалов, связанных с уборкой урожая и переработкой зерна не обнаружено [Любин, 1966; Rostunov et al., 2009]. Луговые участки в основном использовались под пастбища.

В интервале 4400–3600 лет назад начинается облесение территории за счет расширения доли лесов из широколиственных пород, ведущую роль занимали бук, граб и вяз, присутствует в спектре заносная пыльца сосны, древесная растительность увеличивается до 60 % в спектрах этого времени, а восстановление лесов связано со снижением антропогенного прессинга на ландшафт. В возрасте 4400 лет назад появляются первые культурные злаки, хотя остальная синантропная растительность не имеет ярко выраженного характера (единично присутствуют зонтичные, лопух и подорожник ланцетный). Признаки земледелия в предгорной зоне Центрального Кавказа впервые, по-видимому, связаны с поздним этапом куро-аракской культуры [Гаджиев, 1983].

Около 4000 лет назад вновь происходит расширение доли луговой растительности, ее максимальное значение может достигать 30 % ландшафтного покрытия. Сменяются основные доминанты: теперь это злаки и полынь, а также возрастает доля цикориевых, вероятно, в это время климат становится суше.

Начиная с 3900 лет назад происходит восстановление лесов, доминанты остаются прежними, однако уменьшается участие хвойных пород, что, вероятно, говорит о гумидизации и потеплении климата.

В интервале 4100–3800 лет назад леса вновь сводят для освобождения земель преимущественно под пастбища с соответствующими изменениями в составе луговой растительности. Судя по полученным данным, лишь небольшая доля земель была занята под выращивание культурных злаков.

В период 3600–2200 лет назад максимального развития достигают светлые широколиственные буково-грабовые леса, в которых росли ольха, лещина, вяз, дуб, береза, клен, липа, ясень. Встречаются теплолюбивые виды: лапина и каштан, однако они присутствуют в небольшом количестве. О гумидных климатических условиях, вероятно, свидетельствует присутствие волчегодника в подлеске. В травянистом ярусе наблюдается сочетание преобладающих злаков и полыни, стабильно присутствуют маревые, а также луговые виды: подмаренник, лабазник, василистник, лютик едкий, розовоцветные. Около 2400 лет назад сокращается доля граба и повышается роль полыни, по-видимому, климат становится суше.

На этапе 2200–1900 лет назад доля широколиственных лесов начинает снижаться, это связано с развитием земледелия, однако леса все еще занимают более 50 % растительного покрова. В лесах доминируют бук и ольха. Увеличивается количество заносной пыльцы сосны, присутствует в спектрах пыльца ели и пихты, однако, вероятно, это не связано с похолоданием, а может указывать на увеличение влажности, так как зафиксированы теплолюбивые виды: каштан и грецкий орех, которые и дальше продолжают участвовать в растительности. Доля открытых пространств увеличивается, в их составе сохраняются полынно-злаковые сообщества с примесью луговых трав. Стабильно фиксируется наличие пыльцы культурных злаков, в том числе ржи. Увеличение доли синантропной растительности ассоциируется с большей вовлеченностью территории в сельское хозяйство и более плотным заселением, начиная примерно с рубежа эр.

В период 1900–400 лет назад продолжается сокращение доли широколиственных лесов, доля открытых пространств достигает 70 %, изменений в составе травянистой растительности не наблюдается, в группе синантропных видов увеличивается количество цикориевых. Это связано с нарастанием антропогенного давления на ландшафт за счет земледелия и интенсивного выпаса [Коробов, 2019], на что также указывает увеличение микрочастиц угля. В составе древостоя происходит сокращение доли бука, который замещается ольхой в сопровождении граба и лещины. Вероятно, климат становится суше и теплее.

В последние 400 лет наблюдается похолодание, появляется ель и стабильно присутствует сосна, роль хвойных пород увеличивается, однако леса остаются светлыми с доминированием в составе граба и ольхи. Также, вероятно, климат стал суше и доля аридных таксонов, представленных полынью и маревыми, увеличилась. Облик растительности формируют светлые широколиственные леса со значительной долей березы и участием хвойных пород, с присутствием незначительной доли открытых пространств, покрытых луговой растительностью

Заключение

Ландшафты низкогорной части Центрального Кавказа на протяжении 4600 лет преимущественно были покрыты широколиственными лесами, однако пропорция лесов и лугов значительно менялась в связи с усилением хозяйственной деятельности. Выявленные изменения показывают значительное расширение открытых пространств около 4500–4300; 4100–3800 и 1900–400 лет назад, которые заменили буково-грабово-ольховые леса. Сведение лесов происходило на фоне усиления пастбищной и земледельческой нагрузки и особенно ярко проявилось после 2200 лет назад. Восстановление доминирующей роли широколиственных лесов приходилось на периоды 4400–4100 и 3600–2200 лет назад и в последние 500 лет, и, вероятно, происходило естественным образом при снижении антропогенной нагрузки, так как эта территория имеет благоприятные условия для их развития.

Автор благодарит к. г.-м. н. Рябогину Н.Е. за помощь в подготовке статьи и к.б.н. Борисова А.В. за предоставление материала для исследования.



Список литературы

- Гаджиев М.Г. 1983. Поселения горного Дагестана эпохи ранней бронзы. В кн.: Древние и средневековые поселения Дагестана. Махачкала, Дагестанский филиал АН СССР: 6–42.
- Гричук В.П. 1973. Новый метод обработки осадочных пород для целей пыльцевого анализа. Труды советской секции Международной ассоциации по изучению четвертичного периода, 3: 47–53.
- Князев А.В., Савинецкий А.Б., Гей Н.А. 1992. История растительного покрова Северной Осетии в голоцене. В кн.: Историческая экология диких и домашних копытных: История пастбищных экосистем. Москва, Наука: 84–108.
- Коробов Д.С. 2019. Аланы Северного Кавказа: этнос, археология, палеогенетика. СПб., Нестор-История, 156 с.
- Любин В.П. 1966. Неолитическая стоянка на р. Овечке (Карачаево-Черкесия). В кн.: Труды Карачаево-Черкесского НИИ истории, языка и литературы. Вып. V (серия историческая): 261–264.
- Нейштадт М.И. 1955. К истории лесов северного склона Большого Кавказа в голоцене. Доклады Академии Наук СССР, 102(3): 617–619.
- Нейштадт М.И. 1957. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М., Изд. АН СССР, 404 с.
- Тумаджинов И.И. 1955. Постплиоценовая история растительности Северного Кавказа. Труды Тбилисского ботанического института, 17: 161–219.
- Южанина Э.Д., Трошина А.А., Рябогина Н.Е., Борисов А.В. 2021. Пыльцевые земледельческие маркеры в палеоэкологических архивах Северного Кавказа. В кн.: Новые материалы и методы археологического исследования. Материалы VI конференции молодых ученых, Москва, 16–19 марта 2021. Москва, Институт археологии РАН: 170–172.
- Faegri K., Iversen J. 1989. Textbook of Pollen Analysis. London, Alden Press, 328 p.
- Finsinger W., Tinner W. 2005. Minimum Count Sums for Charcoal Concentration Estimates in Pollen Slides: Accuracy and Potential Errors. Holocene, 15(2): 293–297. <https://doi.org/10.1191/0959683605hl808rr>.
- Grimm E. 1987. CONISS: a FORTRAN 77 Program for Stratigraphically Constrained Cluster Analysis by the Methods of Incremental Sum of Squares. Computers & Geoscience, 13(1): 13–35. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(87\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0098-3004(87)90022-7)
- Grimm E.C. 1990. TILIA and TILIA GRAPH. PC Spreadsheet and Graphics Software for Pollen Data. INQUA, Working Group on Data-Handling Methods. Newsletter, 4: 5–7.
- Grimm E. 1991. TILIA and TILIAGRAPH. Springfield, Illinois State Museum, 56 p.
- Haslett J., Parnell A.A. 2008. Simple Monotone Process with Application to Radiocarbon-Dated Depth Chronologies. Journal of the Royal Statistical Society. Series C: Applied Statistics, 57(4): 399–418. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9876.2008.00623.x>
- Mooney S., Tinner W. 2011. The Analysis of Charcoal in Peat and Organic Sediments. Mires and Peat, 7: 1–18.
- Rostunov V.L., Ljachov S., Reinhold S. 2009. Cmi – Eine Freilandfundstelle des Spätmesolithikums und Frühneolithikums in Nordossetien (Nordkaukasus). Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan, 41: 47–74.
- Stockmarr J. 1971. Tablets with Spores Used in Absolute Pollen Analysis. Pollen et Spores, 13: 615–621.
- Stockmarr J. 1973. Determination of Spore Concentration with an Electronic Particle Counter. Danmarks Geologiske Undersogelse Arbog, 87–89.

References

- Gadzhiyev M.G. 1983. Poseleniya gornogo Dagestana epokhi ranney bronzy [Settlements of Mountainous Dagestan of the Early Bronze Age]. In: Drevniye i srednevekovyye poseleniya Dagestana [Ancient and medieval settlements of Dagestan]. Makhachkala, Publ. Dagestanskiy filial AN SSSR: 6–42.
- Grichuk V.P. 1973. Novyy metod obrabotki osadochnykh porod dlya tseley pyl'tsevogo analiza [New Method for Processing Sedimentary Rocks for Pollen Analysis]. Trudy sovetsoy sektsii Mezhdunarodnoy assotsiatsii po izucheniyu chetvertichnogo perioda, 3: 47–53.
- Knyazev A.V., Savinetskiy A.B., Gey N.A. 1992. Istoriya rastitel'nogo pokrova Severnoy Osetii v golotsene [History of Vegetation Cover of North Ossetia in the Holocene]. In: Istoricheskaya



- ekologiya dikikh i domashnikh kopytnykh: Istoriya pastbishchnykh ekosistem [Historical Ecology of Wild and Domestic Ungulates: History of Pasture Ecosystems]. Moscow, Publ. Nauka: 84–108.
- Korobov D.S. 2019. Alans of the North Caucasus: Ethnos, Archeology, Paleogenetics. Saint Petersburg, Publ. Nestor-Istoriya, 156 p. (in Russian).
- Lyubin V.P. 1966. Neoliticheskaya stoyanka na r. Ovechke (Karachayevo-Cherkesiya) [Neolithic Site on the Ovechka River (Karachay-Cherkessia)]. In: Trudy Karachayevo-Cherkesskogo NII istorii, yazyka i literatury [Proceedings of the Karachay-Cherkess Research Institute of History, Language and Literature]. Vol. V (seriya istoricheskaya): 261–264.
- Neyshtadt M.I. 1955. K istorii lesov severnogo sklona Bol'shogo Kavkaza v golotsene [On the History of Forests of the Northern Slope of the Greater Caucasus in the Holocene]. Doklady Akademii Nauk SSSR, 102 (3): 617–619.
- Neyshtadt M.I. 1957. Istoriya lesov i paleogeografiya SSSR v golotsene [History of Forests and Paleogeography of the USSR in the Holocene]. Moscow, Publ. AN SSSR, 404 p.
- Tumadzhinov I.I. 1955. Postpliotsenovaya istoriya rastitel'nosti Severnogo Kavkaza [Post-Pliocene Vegetation History of the North Caucasus]. Trudy Tbilisskogo botanicheskogo instituta, 17:161–219.
- Yuzhanina E.D., Troshina A.A., Ryabogina N.E., Borisov A.V. 2021. Pyl'tsevyye zemledel'cheskiye markery v paleoekologicheskikh arkhivakh Severnogo Kavkaza [Pollen Agricultural Markers in Paleoecological Archives of the North Caucasus]. In: Novyye materialy i metody arkheologicheskogo issledovaniya [New Materials and Methods of Archaeological Research]. Proceedings of the VI Conference of Young Scientists, Moscow, 16–19 March 2021. Moscow, Publ. Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences: 170–172.
- Faegri K., Iversen J. 1989. Textbook of Pollen Analysis. London, Alden Press, 328 p.
- Finsinger W., Tinner W. 2005. Minimum Count Sums for Charcoal Concentration Estimates in Pollen Slides: Accuracy and Potential Errors. Holocene, 15(2): 293–297. <https://doi.org/10.1191/0959683605hl808rr>.
- Grimm E. 1987. CONISS: a FORTRAN 77 Program for Stratigraphically Constrained Cluster Analysis by the Methods of Incremental Sum of Squares. Computers & Geoscience, 13(1): 13–35. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(87\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0098-3004(87)90022-7)
- Grimm E.C. 1990. TILIA and TILIA GRAPH. PC Spreadsheet and Graphics Software for Pollen Data. INQUA, Working Group on Data-Handling Methods. Newsletter, 4: 5–7.
- Grimm E. 1991. TILIA and TILIAGRAPH. Springfield, Illinois State Museum, 56 p.
- Haslett J., Parnell A.A. 2008. Simple Monotone Process with Application to Radiocarbon-Dated Depth Chronologies. Journal of the Royal Statistical Society. Series C: Applied Statistics, 57(4): 399–418. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9876.2008.00623.x>
- Mooney S., Tinner W. 2011. The Analysis of Charcoal in Peat and Organic Sediments. Mires and Peat, 7: 1–18.
- Rostunov V.L., Ljachov S., Reinhold S. 2009. Cmi – Eine Freilandfundstelle des Spätmesolithikums und Frühneolithikums in Nordossetien (Nordkaukasus). Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan, 41: 47–74.
- Stockmarr J. 1971. Tablets with Spores Used in Absolute Pollen Analysis. Pollen et Spores, 13: 615–621.
- Stockmarr J. 1973. Determination of Spore Concentration with an Electronic Particle Counter. Danmarks Geologiske Undersogelse Arbog, 87–89.

*Поступила в редакцию 10.07.2024;
поступила после рецензирования 15.08.2024;
принята к публикации 25.08.2024*

*Received July 10, 2024;
Revised August 15, 2024;
Accepted August 25, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Трубицына Элеонора Дмитриевна, младший научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Eleonora D. Trubitsyna, Junior Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen, Russia