ИСТОРИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА ОКИНСКОГО ПЛАТО (ВОСТОЧНЫЙ САЯН) В ГОЛОЦЕНЕ

Е.В. Волчатова¹, Е.В. Безрукова¹⁻³, А.А. Амосова², Маартен ван Харденброк⁴, Н.В. Кулагина¹⁻²

¹*Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, Иркутск, Россия. volchatova@igc.irk.ru*

²*Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия.*

³*Иркутский научный центр СО РАН, Иркутск, Россия.*

⁴*Университет Ньюкасла, Великобритания.*

Оценка реакции ландшафтных компонентов на глобальные изменения климата, проявляющиеся, прежде всего, в повышении температуры воздуха и изменении среднегодовых сумм и режима выпадения атмосферных осадков, является одной из актуальнейших фундаментальных научных проблем современности, которая требует всестороннего изучения.

В горах Восточного Саяна располагается большое количество озер, образовавшихся в голоцене и хранящих ценнейшие архивы эволюции растительности и климата региона, однако результаты изучения динамики экосистем в данной горной стране остаются малочисленными. Для выявления закономерностей развития растительного покрова Восточно-Саянской горной области проведен палинологический анализ датированных отложений современных озер и болот региона в среднем-позднем голоцене, результаты которого представлены в данной работе. В ходе анализа были изучены донные отложения озер Ильчир и Номто-Нур, а также торфяные отложения из долины реки Сенца. Все эти объекты расположены на Окинском плато, что повышает точность выводов об изменении климата в локальной зоне.

Проведенная корреляция выделенных этапов изменения растительности и климата в изученных районах юга Восточной Сибири, расположенных в пределах Окинского плато, позволяет утверждать, что в среднем-позднем голоцене на этой территории преобладала северо-таежная лесная растительность с господством лиственных лесов. Локальные гипсометрические, топографические, климато-гидрологические условия котловин озер Ильчир и Номто-Нур и средней части долины р. Сенца приводили к развитию разных местных растительных группировок, главным образом, кустарниковых и травянистых.

Состав спорово-пыльцевых спектров с озера Ильчир, повышенные значения AP/NAP и пониженные – SFI свидетельствует о значительном участии лесной растительности в бассейне озера Ильчир в финале гренландской стадии и в первой половине северо-гриппианской стадии ок. 8490 - 6000 л.н. (рис. 1) [2].

Широкое распространение сосен в горах, ниже озера Ильчир, ок. 8490 - 6000 л.н. хорошо согласуется с их распространением в это время в горах Восточного Саяна, Алтая [3, 5, 6]. Повышенное содержание пыльцы сосны обыкновенной в СПС зоны Илч-2b (40 %), сосны сибирской (в среднем 20 %), пихты (5,5 %) по сравнению с их содержанием в поверхностных СПС (35 %, 9 и 0,3 %, соответственно) предполагает более высокое, чем сегодня, положение верхней границы леса и ее приближение к бассейну озера Ильчир. Однако, к настоящему моменту роль лесов на данной территории постепенно начала снижаться. Палинологические индексы свидетельствуют о постепенном сокращении лесной растительности параллельно снижению летней инсоляции, расширению степной растительности, причем, этот локальный тренд соответствует ранее реконструированному расширению степной растительности на южных склонах котловины озера ESM-1, расположенного в нескольких км выше озера Ильчир [5].

Анализ полученных результатов исследования торфяника из долины реки Сенца позволил сделать ряд важных выводов о динамике природных условий на данной территории. В частности, была выявлена смена литологического состава отложений в разрезе Сенца, что свидетельствует о стадийности процессов увлажнения торфяно-глинистой толщи за последние 4700 лет. Время начала формирования торфяных отложений совпало с разрушением в долине реки конечной морены около 4700 тыс. лет назад [1], которая служила природной дамбой.

Изменения в составе растительности района в последние примерно 800 лет могли быть следствием потепления климата, на которое в последние 200 лет накладывались результаты хозяйственной (главным образом, скотоводческой) деятельности местных народностей. Со-

гласно нашим исследованиям, в интервале времени 4700 л.н. - древнее 1070 л.н. на месте торфяника существовал мелкий озерный водоем или старица, в котором накапливались серовато-коричневые глины, с низким содержанием ООВ. Состав СПС данного периода времени предполагает, что в долине реки преобладала лесная растительность преимущественно из лиственнично-кедровых лесов с участием пихты. Позже, несколько древнее 1070 л.н. - около 800 л.н., в составе лесов значительно снизилось участие ели, а одновременное расширение ивы и сфагново-осоковых ассоциаций предполагает развитие заболачивания в долине реки. В последние 150-200 лет состав СПС торфяника долины реки Сенца показывает широкое развитие злаковых сообществ в долине, скорее всего, из-за смены режима увлажнения.

Рис. 1. Изменение избранных палинологических индексов природной среды бассейна озера Ильчир, рассчитанных из представленной в статье пыльцевой записи в сравнении с поступлением летнего тепла на широту Восточного Саяна согласно [4]. Пунктирные линии в шкалах AP/NAP, Темн/Светл и SFI – полиномиальная аппроксимация данных (полином 5 степени). CAO – средняя скорость аккумуляции отложений между датированными уровнями, выражена в см/год

Реконструированной особенностью растительности в долине реки Сенцы, вокруг оз. Номто-Нур является постепенное снижение доли древесной растительности за счет сокращения или изреживания лиственных древостоев. Реконструированное расширение группировок из папоротникообразных, плаунов и мхов могло быть следствием повышения «открытости ландшафта», что и привело к повышенной аккумуляции пыли и спор локальной травянистой растительности.

Полученные данные пыльцевой стратиграфии указывают на то, что растительность вокруг озера Номто-Нур развивалась равномерно, без резких изменений в составе. В бассейне озера Номто-Нур за последние 2770 лет преобладала древесно-кустарниковая растительность со значительным участием травянистых лугово-степных группировок.

Таким образом, палинологический анализ датированных отложений современных озер и болот позволил выявить основные закономерности развития растительности и климата в среднем-позднем голоцене юга Восточной Сибири в пределах Окинского плато, расположенного в Восточно-Саянской горной области:

- реконструкции растительности и климата показывают, что климат финала гренландской и первой половины нортгриппианской эпохи был самым теплым за изученный интервал времени и обеспечивал самое широкое развитие лесной растительности в горах Восточного Саяна;
- постепенное похолодание климата во второй половине нортгриппианской и первой – мегалайской стадии привело к отступлению верхней границы леса от озера, постепенное замещение в локальных древостоях пихты на лиственницу;

- повышение континентальности климата на протяжении большей части мегалайской стадии в котловине и бассейне озера привела к исчезновению пихты, расширению площадей лугово-степной и болотной растительности на склонах разной экспозиции;

- реконструкция природной среды мегалайской стадии голоцена позволила выявить события крупных наводнений в долине реки Сенцы, повысив палеоэкологический потенциал палинологических записей;

- сравнение реконструированной последовательности развития растительности и климата из высокогорной части Восточного Саяна за последние 8490 лет с поступлением в исследуемый регион летней инсоляции в этот же период времени показывает, что динамика верхней границы леса в горах Восточного Саяна контролируется, прежде всего, температурой воздуха.

Исследования выполнены при частичной поддержке грантов РФФИ № 19-05-00328, РФФИ-Лондонское Королевское Общество № 21-55-10001.

Литература

1. Алексеев С.В., Алексеева Л.П., Светлаков А.А., Козырева Е.А., Васильчук Ю.К. Литология и строение бугров пучения в долине р. Сенца (Окинское плоскогорье, Восточные Саяны) // Арктика и Антарктика. 2017. № 2. С. 136-149.
2. Волчатова Е.В., Безрукова Е.В., Кулагина Н.В., Кербер Е.В., Решетова С.А., Щетников А.А., Филинов И.А. История растительности бассейна озера Ильчир (Восточный Саян) за последние 8500 лет // Геосферные исследования. 2021. № 1. С. 49-60.
3. Bezrukova E.V., Shchetnikov A.A., Kuzmin M.I., Sharova O.G., Kulagina N.V., Letunova P.P., Ivanov E.V., Kraynov M.A., Kerber E.V., Filinov, I.A. Levina O.V. First data on the environment and climate change within the Zhom-Bolok volcanic field (Eastern Sayan Mountains) in the Middle–Late Holocene // Reports Earth Sciences. 2016. Vol. 468. P. 527-531.
4. Blyakharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S., Van der Knaap W.O., Ammann. B. Late Glacial and Holocene vegetational history of the Altai Mountains (southwestern Tuva Republic) // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2007. Vol. 245. P. 518-534.
5. Mackay A.W., Bezrukova E.V., Leng M.J., Meaney M., Nunes A., Piotrowska N., Self A., Shchetnikov A., Shilland E., Tarasov P., Luo Wang, White D. Aquatic ecosystem responses to Holocene climate change and biome development in boreal, central Asia // Quaternary Science Reviews. 2012. Vol. 41. P. 119-131.
6. Zhang D., Chen X., Li Ya., Wang W., Sun A., Yang Yu., Ran M., Feng Zh. Response of vegetation to Holocene evolution of westerlies in the Asian Central Arid Zone // Quaternary Science Reviews. 2020. Vol. 229. P. 106-138.