

ОТКЛИК ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ОЗЕРА ХАНКА НА ПОХОЛОДАНИЕ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА

Базарова В.Б., Лящевская М.С., Макарова Т.Р.,

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. При исследовании отложений озерной террасы на западном побережье озера Ханка реконструированы четыре периода развития растительности: I –23.8-22.8 тыс. л.н.; II - 22.8-20.6 тыс. л. н.; III - 20.6-20.1 тыс. л. н. и IV - 20.1-19.0 тыс. л. н. В течение 24.0-19.0 тыс. л. н. выделены две фазы развития озера: 1 – в умеренно заболоченный мелководный водоем с нестабильным уровнем, 2 – относительно глубокое озеро. Около 19.6 тыс. л. н. уровень озера был выше современного на 1.5-2.0 м. Зафиксировано два похолодания около 24.0 тыс. л. н. (максимум похолодания) и 20.6 тыс. л. н.; одно потепление около 22.8 тыс. л. н.; сухие периоды отмечены в течение 21.7-21.2 тыс. л. н. Восстановлены количественные характеристики климатических событий по современным аналогам растительности.

Ключевые слова: озерные отложения, палинологический и диатомовый анализы, радиоуглеродное датирование, палеоландшафты, трансгрессия озера Ханка, поздний плейстоцен, Приханкайская низменность

THE RESPONSE OF THE ENVIRONMENT AND KHANKA LAKE ON THE COLLING OF LAST GLACIAL

Bazarova V.B., Lyashevskaya M.S., Makarova T.R.

Pacific Geographical Institute of FEB RAS, Vladivostok

Abstract. During the study of deposits from outcrop on the western coast of Khanka Lake, four periods of vegetation development were reconstructed: I –23.8-22.8 ka yrs ago; II - 22.8-20.6 ka yrs ago; III - 20.6-20.1 ka yrs ago and IV - 20.1-19.0 ka yrs ago. There are two phases of the lake's development during 24.0-19.0 ka yrs ago: 1 – into a moderately swampy shallow reservoir with an unstable level, 2 – a relatively deep lake. About 19.6 ka yrs ago the lake level was higher than the modern one by 1.5-2.0 m. Two cold spells were recorded about 24.0 ka yrs ago (maximum cooling) and 20.6 t ka yrs ago; one warming was about 22.8 ka yrs ago; dry periods were noted during 21.7-21.2 ka yrs ago. Quantitative characteristics of climatic events according to modern analogues of vegetation were restored.

Key words: lake sediments, palynological and diatom analyses, radiocarbon dating, paleolandscapes, transgression of Lake Khanka, late Pleistocene, Khanka lowland

Введение. В палеогеографических исследованиях позднего плейстоцена юга Дальнего Востока важное место занимает реконструкция максимума последнего ледниковья на рубеже около 24.0-22.0 тыс. кал. л.н., отражающего критическую ситуацию в развитии природной среды. В данной работе приводятся новые данные, расширяющие представление об эволюции оз. Ханка и реакции ландшафтов Приханкайской равнины на похолодание позднего плейстоцена. Эволюция озера и окружающих его ландшафтов издавна привлекали внимание исследователей [5, 6, 7, 8]. Плейстоценовая история оз. Ханка насчитывает целый ряд трансгрессивных и регрессивных фаз, запечатленных в озерных осадках и рыхлых отложениях равнины [5, 8]. В ландшафтном отношении западная часть Приханкайской низменности представляет собой лесостепь, занятую мозаичными остепненными лугами и кустарниками. Невысокие холмы покрыты куртинами дубово-березовых лесов с липой,

боярышником, кленом и другими широколиственными. Склоны окружающих хребтов заняты хвойно-широколиственными лесами.

Материалы и методы. На западном побережье оз. Ханка, на окраине с. Новокачалинск, вскрыты отложения озерной террасы высотой 71 м над уровнем моря и 1.2 м над урезом воды (координаты: 45°05'60''с.ш., 132°00'77''в.д.). Мощность изученных отложений составляет 0.7 м. Ниже приводится литологическое описание разреза (сверху вниз).

	Интервал, см
Песок среднезернистый, сухой с редкими корнями трав	0-20
Песок мелкозернистый, влажный с редкими корнями трав	20-24
Дресва	24-25
Песок крупнозернистый, влажный	25-32
Дресва с крупнозернистым песком, влажная	32-33
Средне- и мелкозернистый песок, влажный	33-38
Дресва	38-39
Дресва с крупнозернистым песком, влажная	39-49
Алеврит темно-коричневого цвета, гумусированный, пластичный	49-70

Отбор проб был произведен в интервале 43-70 см с шагом 3 см. Отложения были изучены спорово-пыльцевым, диатомовым и радиоуглеродным методами.

Результаты и обсуждение. Получены две радиоуглеродные даты, откалиброванные с помощью программы OxCal [12]. Возраст отложений рассчитан по скоростям осадконакопления. (табл. 1).

Таблица 1

Радиоуглеродные даты

Глубина (см)	Тип отложений	Возраст			Лабораторный № образца
		радиоуглеродный (л.н.)	калиброванный (кал. л.н.), 2σ	медиана (кал. л.н.)	
50	Алеврит гумусированный	16750±450	21452-19112	20258	ИМКЭС-14С2782
70	Алеврит гумусированный	19750±500	25150-22736	23816	ИМКЭС-14С2785

По результатам палинологических исследований отложений выделено 4 палинокомплекса (ПК) (рис. 1).

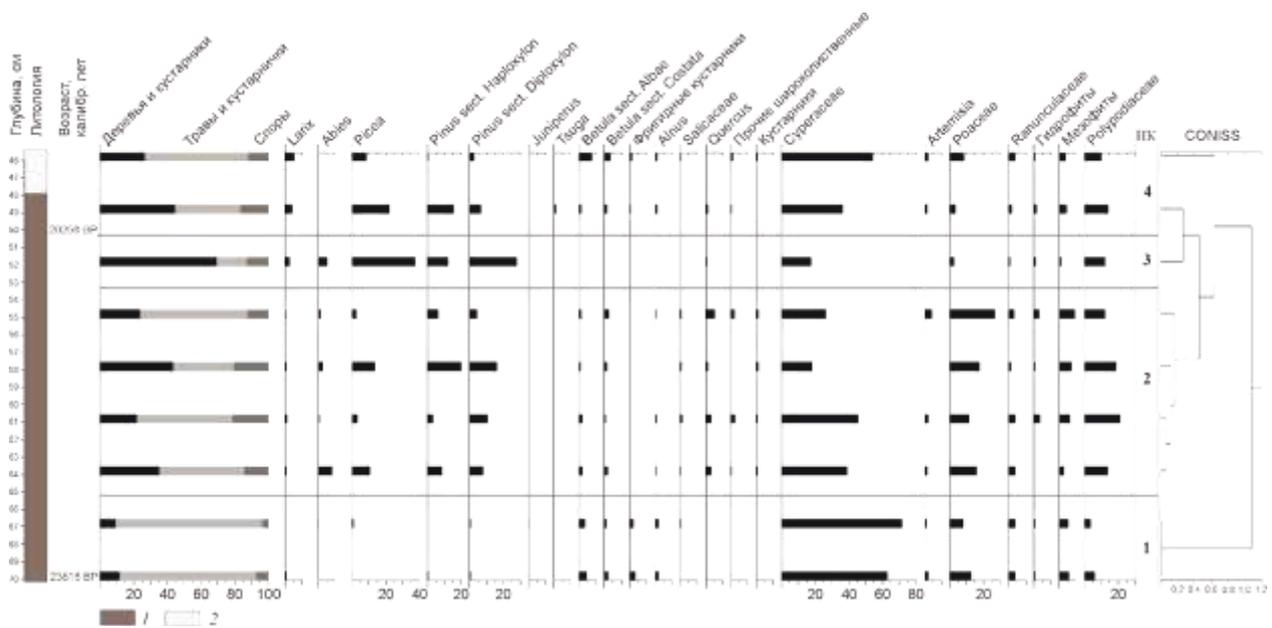


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений террасы оз. Ханка. Условные обозначения: 1 – алеврит, 2 – дресва.

По материалам диатомового анализа выделено 2 диатомовых комплекса (ДК) (рис. 2).

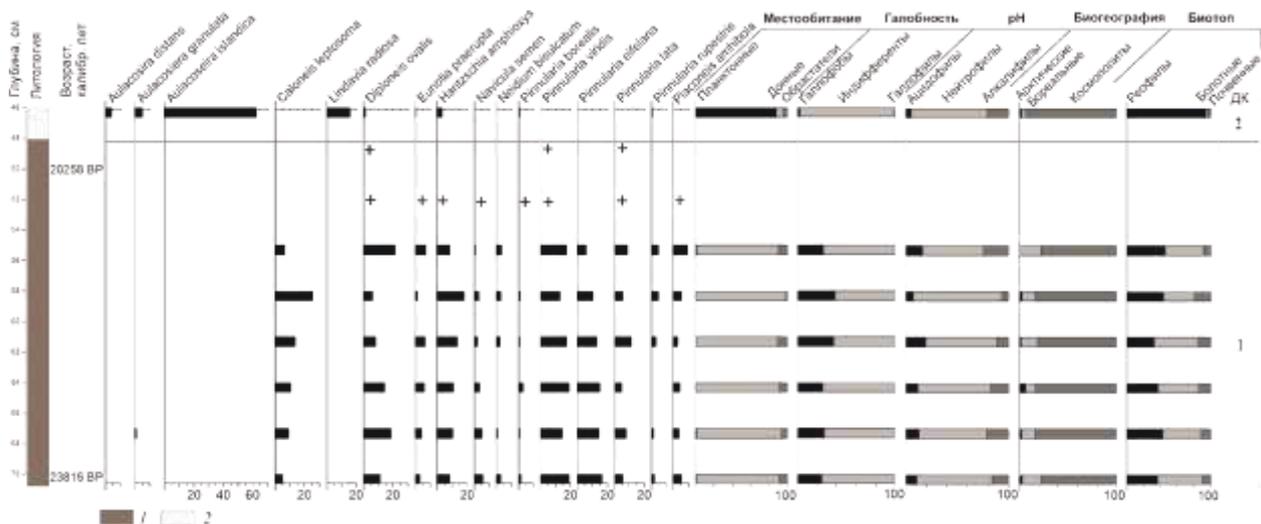


Рис. 2. Результаты диатомового анализа отложений террасы оз. Ханка. Условные обозначения: 1 – алеврит, 2 – дресва, + - единично.

Во время максимума похолодания МИС 2 климат Северной Азии был экстремально холодным и сухим, среднегодовая температура была на 8-11° С ниже современной. Многолетняя мерзлота распространялась на юг вплоть до 40° с. ш., способствуя формированию тундр и лесотундр [3].

Результаты, полученные авторами, свидетельствует о неоднородности климатической обстановки в период от 24.0 до 19.0 тыс. л. н. Около 24.0 тыс. л. н., уровень оз. Ханка был выше современного на ~0,5 м. В трансгрессивной фазе озеро находилось в период 28.1-18.3

тыс. л. н.) [42]. В это время в оз. Ханка впадали р. Белая на востоке и р. Мулинхе на западе [1, 6].

Около 24.0 тыс. л. н. открытые участки в западном секторе Приханкайской равнины были заняты лугово-болотной растительностью с кустарниковыми формами берез, ольхи, ивы и с редкой примесью лиственницы. Залесенность территории была очень низкой, значительно меньше современной. В долинах встречались березово-ольховые редколесья. На склонах окружающих хребтов встречались островки редкостойных темнохвойных лесов с доминированием ели аянской (*Picea jezoensis*), участием кедрового стланика (*Pinus pumila*) и пихты белокорой (*Abies nephrolepis*). На сухих склонах встречалась сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) (ПК-1, рис.2). В прибрежной зоне озера накапливались отложения, представленные коричневыми алевритами. Комплекс диатомей свидетельствует о существовании олиготрофно-мезотрофного, умеренно заболоченного мелководного водоема с нестабильным уровнем. Значительная доля арктобореальных диатомей указывает на холодные условия (ДК-1, рис. 2). Широкое распространение низменных болот по всей территории Уссури-Ханкайской равнины, вероятно, определялось трансгрессией оз. Ханка [7, 8, 11]. Современным аналогом реконструированной растительности является растительность среднетаежной зоны Среднего Приохотья, где находится северный предел распространения ели (55-56° с.ш.) [4]. Современный климат этого района характеризуется среднегодовой температурой -5.1 °С, января около -27.0 °С, июля около +15.4 °С, среднегодовым количеством осадков около 436 мм/год [10]. Климат Приханкайской низменности в холодные климатические фазы позднего неоплейстоцена был резко континентальный со среднегодовой температурой примерно на 8 °С ниже современной, со средней январской на 9 °С и средней июльской на 6 °С ниже современной, была распространена многолетняя мерзлота. Среднегодовое количество осадков было примерно на 100 мм меньше, чем в настоящее время. Границы растительных зон смещались на юг почти на 10° или более чем на 1000 км.

Около 22.8 тыс. л. н. на Приханкайской низменности началось улучшение климатических условий. Увеличилась облесенность территории до уровня современной. На склонах хребтов в составе темнохвойной тайги возросло участие кедрового стланика, в небольшом количестве появились дуб монгольский, лещина, орех маньчжурский и ильм. На прибрежно-озерной равнине доминировали ландшафты влажных лугов и болот, фригидные кустарники исчезли из состава растительного покрова (ПК-2, рис. 1). В период 21.7-21.2 тыс. л. н. климат стал более сухим. Значительно сократилась заболоченность побережья, распространились ценозы злаково-разнотравных лугов.

Климат на Приханкайской равнине в период 22.8-20.6 тыс. л. н. был теплее предыдущего, но холоднее современного. Современным аналогом являются ландшафты южно-таежной зоны в Нижнем Приамурье [4], где среднегодовая температура составляет -2.8 °С, средняя январская около -28.3 °С, средняя июльская +17.8 °С, среднегодовое количество осадков - около 444 мм [10]. В период 22.8-20.6 тыс. л. н. среднегодовая температура была ниже современной на 5 °С, зимние – ниже на 7 °С, а летние – на 3.5 °С. Среднегодовое количество осадков было близко к современному. Границы растительных зон смещались к югу приблизительно на 7°. Во время этой теплой фазы среднегодовая температура выросла на 3°С по сравнению с предшествующим похолоданием.

С наступлением следующей фазы похолодания около 20.6 тыс. л. н. в западном секторе Приханкайской равнины увеличилась роль лесных формаций и уменьшилась заболоченность прибрежно-озерной равнины. На горных склонах расширились еловые леса с кедровым стлаником, пихтой, лиственницей, на увалах произрастали сосняки с редкой примесью дуба (рис. 2, ПК-3). В отложениях, сформированных во время этого похолодания, зафиксировано малое содержание диатомей, низкое родовое и видовое разнообразие, что указывает на неблагоприятные условия для их развития или сохранности.

Около 20.1 тыс. л. н. похолодание усиливается. В западном секторе Приханкайской равнины постепенно уменьшается залесенность территории до уровня меньше современного. В предгорьях сокращается площадь еловых лесов, из их состава исчезает пихта, кедровый стланик и немногочисленные широколиственные. На побережье сокращаются сосновые леса. На прибрежно-озерной низменности несколько увеличиваются площади березовых редколесий с ольхой и лиственничных марей с фригидными кустарниками и лугово-степной растительностью (ПК-4, рис. 2). Это похолодание было менее суровым, чем термический минимум 24.0-22.8 тыс. л. н. Предположительно среднегодовая температура была на 6-7° С ниже современной. В южном Приморье и на сопредельных территориях были распространены представители верхнепалеолитической териофауны (мамонт, шерстистый носорог, бизон и др.), о чем свидетельствуют радиоуглеродные датировки для «хорольского мамонта» около 19.1 тыс. л. н. и около 20.7 тыс. л. н. [11].

Примерно 19.6 тыс. л. н. начинается подъем уровня озера. Из пачки песчаных осадков с дресвой (ДК-2, рис. 3) в диатомовом комплексе преобладают планктонные виды *Aulacoseira islandica*, *A. granulata*, *A. distans*, *Cyclotella radiosia*. Накопление песков происходило в пределах участков прибрежных мелководий, глубиной до 1.5 м, куда обломочный материал приносился реками. В рельефе низкой озерной террасы сохранились древние песчаные береговые валы, частично переработанные ветром, которые тоже могли выступать источником материала. Аккумуляция песчаной пачки сопровождалась переработкой обломочного материала в волноприбойной зоне и развитием вдольбереговых потоков наносов [6].

Во время максимума трансгрессии уровень оз. Ханка превышал современный на 1.5-2.0 м. Повышение уровня озера было связано с увеличением стока рек. Другой причиной могло быть затруднение стока из древнего озера за счет усиления «плотинного эффекта» на слиянии рек Мулинхэ и Уссури. Кроме этого, из-за снижения летних температур уменьшался слой испарения [6]. По мнению китайских ученых [13], трансгрессии и регрессии оз. Ханка были обусловлены изменениями интенсивности аллювиальной аккумуляции в долине р. Уссури, а также колебаниями региональной температуры и влажности в результате климатических изменений. Около 18.3 тыс. л. н. уровень озера начал падать, о чем свидетельствует аккумуляция крупнозернистого песка, наполненного щебнистым (дресва) материалом, в пляжевой фации. В результате этой регрессии произошло отделение оз. Малая Ханка от основного озера [13].

Выводы. На Приханкайской низменности в период 24.0-19.0 тыс. л. н. выделено две фазы похолодания, начавшиеся 24.0 и 20.6 тыс. л. н., которые разделяются потеплением, наступившим около 22.8 тыс. л. н.

Во время первой фазы похолодания, 24.0-22.8 тыс. л. н., в западном секторе Приханкайской равнины была распространена лугово-болотная растительность с кустарниковыми формами берез, ольхи, ив и с редкой примесью лиственницы. В предгорьях и долинах встречались березово-ольховые редколесья. На склонах окружающих хребтов были распространены островки изреженных темнохвойных лесов с доминированием ели аянской, участием кедрового стланика и пихты белокорой. На сухих склонах встречалась сосна обыкновенная. Среднегодовая температура была на 8 °С ниже современной. Границы растительных зон смещались на юг почти на 10°. Уровень оз. Ханка был выше современного на 0.5 м. Озеро представляло собой олиготрофно-мезотрофный, умеренно заболоченный мелководный водоем с нестабильным уровнем воды. Эта фаза соответствует термическому минимуму позднелейстоценового похолодания.

В теплую фазу, около 22.8-20.6 тыс. л. н., развитие получили растительные формации южнобореальной темнохвойной тайги с преобладанием ели аянской и участием пихты белокорой, кедрового стланика, небольшой примесью широколиственных. На прибрежно-озерной равнине доминировали лугово-болотные ландшафты. Среднегодовая температура

была ниже современной на 5 °С. Границы растительных зон смещались к югу приблизительно на 7°. Наиболее длительные сухие периоды были в течение 21.7-21.2 тыс. л. н.

В начале второй фазы похолодания, около 20.6 тыс. л. н., происходит экспансия еловых лесов с кедровым стлаником, пихтой белокорой, лиственницей, а также расширение сосняков. Около 20.1 тыс. л. н. похолодание усиливается, уменьшается облесенность территории, сокращаются площади хвойных лесов, на прибрежно-озерной низменности распространяются березовые редколесья и лиственничные мари с фригидными кустарниками и участками луговой и степной растительности. Это похолодание было менее суровым, чем в первую фазу (24.0-22.8 тыс. л. н.).

Около 19.6 тыс. л. н. происходит максимальный за весь поздний плейстоцен подъем уровня оз. Ханка на 1.5-2.0 м выше современного. Причинами могли быть увеличение стока рек, затруднение стока из озера в результате активизации аллювиальной аккумуляции и уменьшение слоя испарения.

Литература

1. Базарова В.Б., Макаревич Р.А., Кудрявцева Е.П., Базаров К.Ю., Бровко П.Ф., Егидарев Е.Г. Развитие и современное состояние западного побережья озера Ханка // Тихоокеанская география. 2022. № 3. С. 14-26.
2. Ивашинников Ю.К. Палеогеоморфология депрессионных морфоструктур юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1978. 131 с.
3. Изменения климата Байкальского региона в кайнозойскую эру. Новосибирск: изд-во «ГЕО», 2008. 293 с.
4. Колесников Б.П. Растительность // Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. С. 206-250.
5. Короткий А.М., Караулова Л.П., Белянина Н.И., Павлюткин Б.И. Четвертичные озерные трансгрессии в Уссури-Ханкайской впадине // Позднекайнозойская история озер в СССР. К XI Конгрессу ИНКВА в СССР. Новосибирск: Наука, 1982. С. 109-117.
6. Короткий А.М., Гребенникова Т.А., Караулова Л.П., Белянина Н.И. Озерные трансгрессии в позднекайнозойской Уссури-Ханкайской депрессии (Приморье) // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26, № 4. С. 53-56.
7. Муратова М.В., Воскресенская Т.Н., Алешинская З.В., Болиховская Н.С., Глушанкова Н.И., Евсеев А.В., Лефлат О.Н., Шумова Г.М. Палеогеография и стратиграфия плейстоцена Приханкайской депрессии. М.: МГУ, 1981. Деп. ВИНТИ. 160 с.
8. Павлюткин Б.И. Четвертичные отложения юго-восточной части Уссури-Ханкайской депрессии и признаки плейстоценовых трансгрессий озера Ханка // Развитие природной среды в плейстоцене (юг Дальнего Востока). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 40-50.
9. Павлюткин Б.И., Ханчук А.И. Новые данные о возрасте оз. Ханка, Дальний Восток России // Докл. РАН. 2002. Т. 382, № 6. С. 826-828.
10. Петров Е.С., Новороцкий П.В., Леншин В.Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток-Хабаровск: Дальнаука, 2000. 174 с.
11. Развитие природной юга Дальнего Востока (поздний плейстоцен-голоцен). М.: Наука, 1988. 240 с.
12. Bronk Ramsey C. Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal program // Radiocarbon. 1995. V. 37. P. 425-430.
13. Zhu Y., Shen J., Lei GL., Wang Y. Environmental evolution of Xingkai (Khanka) Lake since 200 ka by OSL dating of sand hills // Chinese Science Bulletin. 2011. V. 56, No 24. P. 2604-2612.