

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ оз. ХАНКА (ПРИМОРЬЕ) В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

В.Б. Базарова¹, Л.М. Мохова¹, Л.А. Орлова², П.С. Белянин¹

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

²Объединенный институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

Поступила в редакцию 6 июня 2006 г.

В статье приведены новые данные о динамике развития оз. Ханка и формировании береговых валов на его западном побережье в позднем голоцене. Определен поздне субатлантический возраст валов, реконструированы климатические условия, в которых они формировались. Установлено, что в середине субатлантического периода голоцена (SA II) озеро находилось в трансгрессивной фазе, его уровень был выше современного на 0,8–1 м. В конце субатлантика (SA III) началась регрессия озера, которая продолжается в настоящее время. Для более достоверной интерпретации палеоклиматических событий были изучены рецентные спорово-пыльцевые пробы различного генезиса, отобранные рядом с изученным разрезом.

Ключевые слова: уровень озера, береговой вал, трансгрессия, регрессия, спорово-пыльцевые комплексы, поздний голоцен, палеоклимат, оз. Ханка, Дальний Восток России.

ВВЕДЕНИЕ

Озеро Ханка является крупнейшим пресноводным водоемом юга Дальнего Востока. До сих пор вопрос о времени возникновения озера остается дискуссионным. По мнению одних исследователей [3, 9], оз. Ханка и прилегающая низменная равнина существуют с миоцена, других [6, 7] – озеро существует с конца позднего плейстоцена. Анализ новых палинологических и радиоуглеродных данных, полученных из отложений, слагающих береговые формы, позволил предположить среднеголоценовый возраст озера с его характерными морфологическими элементами: валами, лагунами, косами и т.д. [4, 10].

По литературным данным, имеется две точки зрения о возрасте береговых валов на восточном и западном побережьях озера, сложенных хорошо сортированными средне- и мелкозернистыми песками от светло-желтого до желто-серого цвета. Согласно первой [5], формирование эоловых и озерно-эоловых аккумулятивных форм сопоставляется с ранне-среднеголоценовой, второй – позднеголоценовой регрессией оз. Ханка [2, 8, 10]. На южном побережье озера валы начали формироваться, скорее всего, не более 50–70 лет назад, во время подъема уровня озера в 1930–1950 гг. [3].

Новые данные, полученные при исследовании береговых валов на западном побережье оз. Ханка с

применением радиоуглеродного датирования и спорово-пыльцевого анализа, позволили авторам данной работы существенно дополнить представления о миграции береговой линии озера в позднем голоцене и реконструировать палеоклиматические условия.

На западном побережье оз. Ханка отчетливо наблюдается система из двух береговых валов, прослеживающаяся на протяжении около 1.5 км. Высота первого вала, удаленного от береговой линии на расстояние 55–60 м, – до 1.5 м над урезом воды, второго, удаленного от береговой линии на расстояние 25–30 м и находящегося в настоящее время в стадии формирования, – до 0,5 м над урезом воды. Между валами – увлажненное и заполненное растительным детритом понижение с отмирающими старицами, образовавшимися при миграции русла р. Комиссаровки. На некоторых участках понижения встречается гигрофитная травянистая растительность.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор проб проводился из зачищенной стенки разреза. На спорово-пыльцевой анализ было отобрано 8 проб в интервале 7–47 см (каждые 5 см) и 1 проба в интервале 70–75 см. Для извлечения пыльцы и спор была применена стандартная методика [11]. При построении диаграмм относительное содержание каждого таксона в спектре определялось в про-

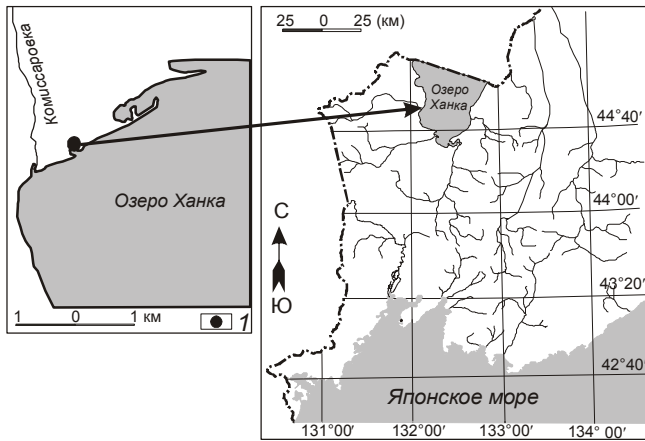


Рис. 1. Схема расположения почвенного профиля на западном побережье оз. Ханка.

центрах от суммы всех пыльцевых зерен в соответствующей группе.

Возраст отложений контролируется двумя радиоуглеродными датировками. Определение остаточной активности ¹⁴C выполнено на установке “Квантулус” (ИГМ СО РАН).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Описание разреза

Исследования проводились близ устья р. Комиссаровки (рис. 1) на первом валу, поверхность которого покрыта густым древесным и кустарниковым ивняком. Здесь был описан следующий разрез (сверху вниз, м):

1. Песок светло-серого цвета, сухой, мелкозернистый, гумусированный, с начальной стадией почвообразования, гумусово-аккумулятивный горизонт [A1]..... 0.00–0.07
2. Песок светло-желтого цвета, сухой, мелкозернистый, промежуточный горизонт 0.07–0.12
3. Почва песчанистая коричневого цвета, сухая, гумусово-аккумулятивный горизонт [A_{погр.} 1] 0.12–0.32
4. Песок светло-серый, сухой, слабо гумусированный, горизонт [АС] 0.32–0.42
5. Песок светло-желтого цвета, сухой, мелко- и среднезернистый, горизонт [С] 0.42–0.70
6. Песок желтого цвета, влажный, средне- и крупнозернистый, горизонт [Д] 0.70–1.00

Граница между промежуточным горизонтом и горизонтом [A_{погр.} 1] хорошо выражена. Светло-серый однородно окрашенный цвет песка в горизонте [АС] связан с просачиванием гумуса из вышележащего гумусово-аккумулятивного горизонта [A_{погр.} 1]. Переход между горизонтами [A_{погр.} 1] и [АС] постепенный, граница нечеткая и размытая. Переход между горизонтами [АС] и [С] постепенный, граница размытая, а между [С] и [Д] – граница ровная, хорошо выра-

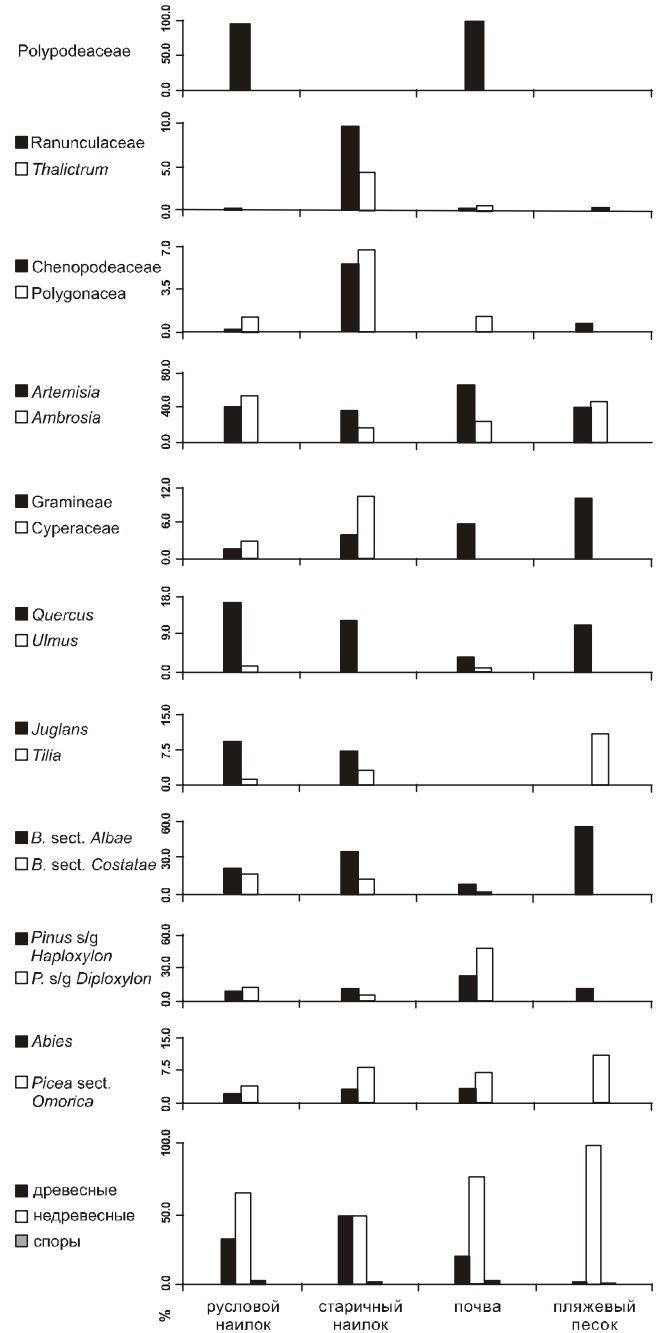


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма рецентных проб западного побережья оз. Ханка.

женная. Предположительно, горизонт [С] сформирован песком озерно-эолового происхождения.

Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры

Для более достоверной интерпретации спорово-пыльцевых спектров почвенного разреза с целью реконструкции палеоклимата и палеоландшафтов были отобраны и проанализированы субфоссильные пробы из осадков различного генезиса. Профиль отбора

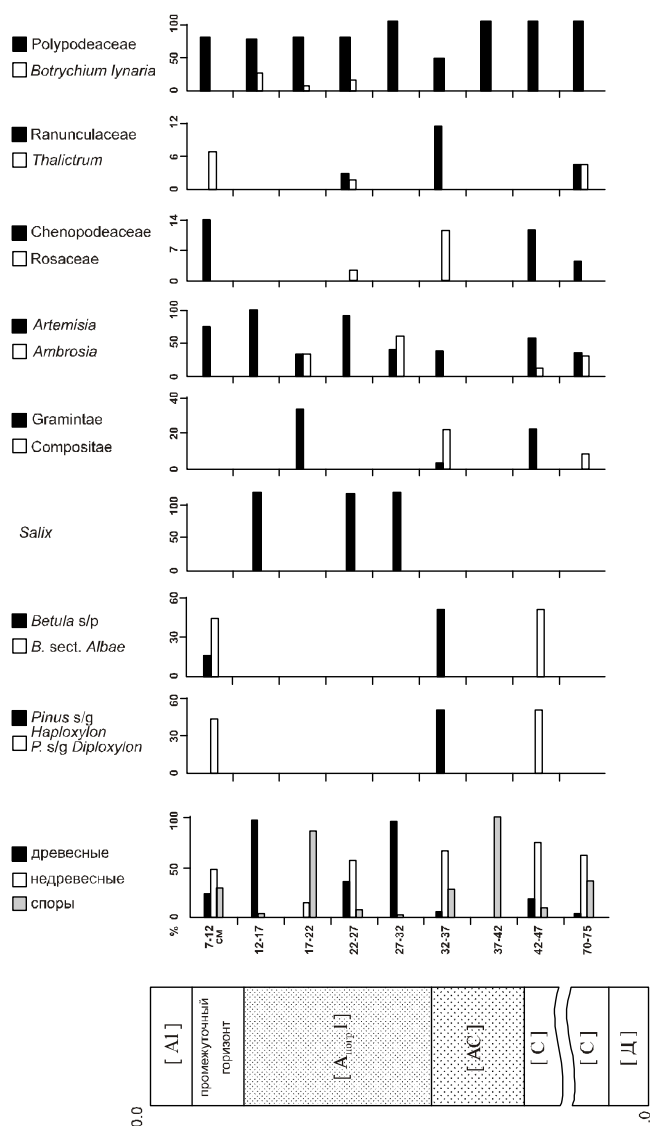


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма почвенного профиля.

субфоссильных проб был выбран перпендикулярно береговым валам. Отобрано четыре пробы: из пляжевого песка, илистых отложений русловой и старичной фаций и почвы с поверхности, находящейся на расстоянии 4–5 м от края абразионного уступа, расположенного на высоте 15–17 м над уровнем озера.

Во всех спектрах, кроме старичной фации (49.5 %), доминирует пыльца трав и кустарничков (65.2–98.4 %), среди которых преобладают *Artemisia* (36–67 %) и *Ambrosia* (18–52 %) (рис. 2).

Наиболее насыщенный спектр получен из пробы русловой фации, в котором найдено 1703 пыльцевых зерен и спор. Среди древесной пыльцы преобладает береза (*Betula sect. Albae* и *B. sect. Costatae* – в сумме 36.4 %). Из хвойных присутствуют *Pinus s/g*

Diploxyton (11 %), *P. s/g Haploxyton* (7.6 %), *Picea sect. Omorica* (4 %), *Abies* (2 %). Из широколиственных много пыльцы *Quercus* (16.2 %), встречается *Juglans* (9 %), единично – *Ulmus*, *Corylus*, *Phellodendron*, *Acer* и *Tilia*. Травы в основном представлены пыльцой *Ambrosia* (52.3 %) и *Artemisia* (40.3 %), а также присутствует незначительное количество пыльцевых зерен *Cyperaceae* (2.8 %) и единично – *Gramineae*, *Lamiaceae*, *Cruciferae*, *Ranunculaceae*, *Typha* и др. В группе спор (0.2–2.7 %) явным доминантом является *Polypodeaceae* (34 споры, 94,4 %). Считается, что наличие значительного количества спор папоротников в пробах русловых фаций связано с прочностью их оболочки и, соответственно, хорошей сохраняемостью в водном потоке [12].

В пробе из старичной фации найдено 377 зерен пыльцы и спор. По разнообразию и количеству она уступает русловой фации. Соотношение пыльцы древесной и травянистой составляющих одинаковое (по 49.5 %), споры представлены только *Polypodeaceae* (4 споры). В древесной группе преобладает пыльца берез – в сумме 46.7 %, хвойные представлены *Pinus s/g Haploxyton* (10 %), *P. s/g Diploxyton* (5.6 %), *Picea sect. Omorica* (8.3 %), единично *P. sect. Eupiceae* (0.6 %) и *Abies* (3.3 %). Из широколиственных присутствует пыльца *Quercus* (12,2), *Juglans* (7.2 %) и *Tilia* (3.3 %). В травянистой группе много пыльцы *Artemisia* (36.1 %) и *Ambrosia* (17 %), а также встречена *Gramineae*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Thalictrum* и *Typha* (от 2.2 до 11 %).

В современной почвенной пробе найдено 415 зерен пыльцы и спор. По разнообразию она уступает русловой и старичной фациям. В палиноспектре доминирует пыльца трав (77.3 %), древесная пыльца составляет 20 %, споры – 2,7 %. Среди древесных пород преобладает *Pinus s/g Diploxyton* (48 %), присутствует пыльца *Pinus s/g Haploxyton* (23 %), *Picea sect. Omorica* (7.2 %) и *Abies* (3.6 %). Мелколиственные представлены пыльцой берез (в сумме 10.8 %), а широколиственные – *Quercus* (3.6) и *Ulmus* (1.2 %). Из травянистых доминирует пыльца *Compositae* (*Artemisia* – 66 %, *Ambrosia* – 24,3 %), отмечается *Gramineae* (6 %) и единично *Polygonaceae* и *Ranunculaceae*. Споровые представлены *Polypodeaceae* (11 спор).

Современный пляжевый песок является наиболее интересным в палинологическом отношении вследствие его фациального сходства с песком из горизонта [C] в разрезе первого берегового вала. Палиноспектр отличается наименьшим разнообразием пыльцы и спор, хотя по количеству (632 зерна) пре-

восходит спектры проб отложений старицы и почвы. Здесь явным доминантом является пыльца трав (622 зерна, 98,4 %), среди которых преобладают *Ambrosia* (47 %) и *Artemisia* (41 %), пыльца древесных представлена единичными зернами *Pinus s/g Haploxyton*, *Betula sect. Albae* и *Tilia*. Сходное распределение пыльцы и спор получено в спектрах песчаных проб из слоев, подстилающих (горизонт [AC]) и перекрывающих (промежуточный слой сухого светло-желтого песка) погребенный почвенный горизонт [A_{погр.} 1].

Спорово-пыльцевые спектры почвенного профиля

В пробе горизонта [Д] песок сильно увлажнен, и обнаружено большое количество спикул губок, одноклеточных водорослей. Эти характеристики дают возможность сделать предположение об озерном генезисе осадков этого горизонта. Найдено всего 39 зерен и спор, из них 1 зерно *Ulmus*, 24 зерна трав и 14 спор Polypodeaceae (рис. 3).

В песчаной пробе из вышележащего горизонта [С] найдено по 1 зерну *Pinus s/g Haploxyton* и *Betula sp.*, 9 зерен трав (Chenopodeaceae, *Artemisia*, Gramineae, *Ambrosia*) и 1 спора (Polypodeaceae).

В пробе песка, отобранной из подошвы горизонта [AC] в интервале 0.37–0.42 м, найдена одна спора Polypodeaceae. В пробе из кровли этого горизонта найдено по 1 пыльцевому зерну *Pinus s/g Haploxyton* и *Betula sp.*, 27 зерен пыльцы трав: *Artemisia* – 10, Compositae – 9, Rosaceae и Ranunculaceae – по 3, Gramineae и *Urtica* – по 1. Этот горизонт сформирован как штормовыми наносами, так и песком, перемещаемым ветром на поверхность вала с обнажающейся части озерной литорали и пляжа.

В пробе, отобранной в подошве гумусово-аккумулятивного горизонта [A_{погр.} 1] (инт. 0.27–0.32 м), найдено 200 пыльцевых зерен *Salix*, 3 зерна *Ambrosia* и 2 – *Artemisia*, а также 4 споры Polypodeaceae. В этом интервале получена радиоуглеродная дата 545±50 лет (СОАН-5892), свидетельствующая о начале формирования этого горизонта во второй половине SA III. По существующим представлениям [8], климат в это время был прохладным и сухим. Уровень озера продолжал понижаться. На поверхности вала появились заросли ивняка.

В отобранной выше по разрезу пробе (инт. 0.22–0.27 м) найдено 1009 пыльцевых зерен и спор. Из них 350 зерен принадлежат *Salix* и 5 – *Betula sp.* В спорово-пыльцевом спектре доминирует травянистая составляющая (58,3 %). Кроме *Artemisia* (92 %, 540 зерен) присутствует пыльца Rosaceae и Ranunculaceae (по 2,6 %) и незначительно – Gramineae, Compo-

sitae, Caryophyllaceae, *Polemonium* и *Sanquisorba*. Также найдено 50 спор Polypodeaceae и 10 – *Botrychium lunaria*. По всей видимости, этот слой песчанистой почвы формировался в условиях продолжающейся регрессии озера, волновые заплески уже не достигали вала, что способствовало распространению на его поверхности ивняковых и травянистых зарослей. Климат оставался прохладным.

В пробе гумусово-аккумулятивного горизонта [A_{погр.} 1], отобранной в интервале 0.17–0.22 м, отсутствует пыльца деревьев и кустарников. Найдено по одному зерну Gramineae, *Artemisia* и *Ambrosia*, а также 14 спор Polypodeaceae и по 1 споре *Lycopodium*, *Osmunda* и *Botrychium lunaria*. Отсутствие пыльцы древесных пород дает возможность предположить исчезновение ивняковых зарослей на поверхности вала. По сравнению с нижележащим слоем формирование песчанистой почвы в этом интервале произошло при прохладных и более влажных условиях.

В пробе из кровли гумусово-аккумулятивного горизонта [A_{погр.} 1] (инт. 0.1–0.17 м) найдено 167 пыльцевых зерен и спор. Из них 160 зерен принадлежат *Salix*, 3 зерна *Artemisia* и 4 споры папоротников. Такой состав пыльцы и спор свидетельствует о возобновлении ивняковых зарослей на поверхности вала при прохладных и относительно влажных климатических условиях. В этом интервале получена радиоуглеродная датировка 290±50 лет (СОАН-5891).

Гумусово-аккумулятивный горизонт [A_{погр.} 1] перекрывается светло-желтым мелкозернистым сухим песком мощностью 0.05 м, так называемым промежуточным горизонтом. Граница между ними четкая, ровная. Вероятнее всего, песок эолового происхождения и поступил на поверхность вала с осушенной во время регрессии литорали озера. Возможно, этот промежуточный песчаный горизонт и второй штормовой вал имеют один и тот же возраст, т. е. не древнее 250–300 лет.

Лежащий в кровле разреза гумусированный светло-серый песок (гумусово-аккумулятивный горизонт [A1]) мощностью 0.07 м моложе 200 лет. В настоящее время продолжается его формирование в прохладных и умеренно влажных климатических условиях. Поверхность вала покрыта густым ивняком – древесные и кустарниковые формы. Высота отдельных деревьев достигает 5 м, а диаметры ствола – 30 см. Также присутствует травянистая растительность с преобладанием *Artemisia*, *Ambrosia*, *Carex* и др.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Анализ субфоссильных спорово-пыльцевых спектров из русловых и старичных наилок показы-

вает, что их таксономический состав наиболее соответствует современной растительности, распространенной на прилегающих к озеру территориях и в бассейне р. Комиссаровки (кедр корейский, пихта, сосна, ель, береза, дуб, орех маньчжурский, липа, клен, бархат, ильм, лещина и др.). Спектр из почвенной пробы беднее по видовому составу и количеству пыльцы и спор. Возможно, это связано с местом отбора пробы – поверхность вблизи края абразионного уступа, хорошо продуваемая ветрами. Палиноспектр пробы пляжевой фации в основном отражает растительность локальную (ива, полыни и амброзия) и ближайшего окружения (береза, дуб, липа).

В целом, общий состав спорово-пыльцевых спектров отложений разного генезиса отражает лесостепной тип растительности Ханкайской котловины. Высокое содержание пыльцы сосен и берез в пробах различного генезиса является результатом водного и воздушного переноса ее с окружающих озерную котловину лесов [1].

Спорово-пыльцевые комплексы, полученные из проб почвенного разреза, беднее, чем современные палиноспектры, как по разнообразию пыльцы и спор, так и в количественном отношении. Тем не менее, они позволили выявить потепление в середине субатлантической фазы (SA II), сменившееся похолоданием в SA III, и достоверно реконструировать эволюцию первого берегового вала.

Роль открытых остепненных ландшафтов на Приханкайской равнине в течение большей части позднего голоцена была выше, чем в настоящее время, и значительно увеличивалась в холодные и сухие периоды [8].

Анализ полученных спорово-пыльцевых спектров и радиоуглеродных дат позволяет предположить, что в середине субатлантической фазы голоцена (SA II) во время незначительного потепления климата оз. Ханка находилось в трансгрессивной фазе. Его уровень был выше современного примерно на 0.8–1 м. В это время началось образование первого берегового вала. Его возраст предположительно оценивается в 1000 лет. С наступлением прохладных климатических условий в SA III началось постепенное понижение уровня озера. Интенсивные волновые процессы, а также ветровой перенос песков с осушенных участков литорали способствовали перемещению и накоплению их на поверхности вала. Здесь начала появляться ивняковая поросль и травянистый покров с доминированием полыни. Появление растительности способствовало формированию гумусово-аккумулятивного горизонта, развитие которого совпадает с “малым ледниковым периодом” (XVI–

XIX вв.). Отсутствие пыльцы древесно-кустарниковой группы и незначительное присутствие пыльцы трав и спор с явным преобладанием *Polypodeaceae*, *Osmunda*, *Botrychium lunaria*, вероятно, принесенных водным потоком, в образце из интервала 0.17–0.22 м дает возможность предположить подрезание и частичный размыв поверхности вала с уничтожением растительности на ней во время миграции устья р. Комиссаровки. После размыва накопление эолового песка на поверхности вала продолжилось, но растительность отсутствовала. Первыми начали заселяться злаковые, полыни и амброзия, позже распространились ивы. Формирование второго берегового вала началось во время регрессивной стадии озера в конце “малого ледникового периода”, около 250–300 лет назад. В настоящее время уровень озера продолжает понижаться. На поверхности второго берегового вала появляются небольшими куртинами ивняковая поросль.

По существующим представлениям [8], на протяжении последних 1,5–2 тысяч лет оз. Ханка испытывало не менее трех кратковременных снижений уровня, совпадавших с периодами похолоданий климата. Стадии повышения уровня озера, сменявшие регрессии, происходили, в основном, при потеплении климата.

Полученные результаты согласуются с ранее опубликованными данными о трансгрессии озера в середине субатлантика, а также регрессии его и формирования береговых валов во второй половине субатлантического периода голоцена [8, 10].

Авторы признательны к.г.н. Н.Ф. Пшеничниковой (ТИГ ДВО РАН) за помощь в описании почвенного разреза.

Исследование поддержано грантами РФФИ-JSPS (05-05066942- ЯФ-а) и ДВО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешинская З.В., Шумова Г.М. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры Приханкайской равнины // Палинологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 60–66.
2. Белянин П.С. Озерно-болотные отложения восточной части Приханкайской равнины // Дальний Восток России: География. Гидрометеорология. Геоэкология. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2005. С. 12–16.
3. Берсенева И.И., Морозова В.Ф., Салун С.А. Новые данные по стратиграфии аллювиальных, озерно-аллювиальных и озерных четвертичных отложений Приморья и Среднего Приамурья // Сов. геология. 1962. № 9. С. 78–86.
4. Васьковский М.Г. Гидрологический режим озера Ханка. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 176 с.
5. Ивашинников Ю.К. Палеогеоморфология депрессионных

- морфоструктур юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1978. 132 с.
6. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья // Стратиграфия и палеогеография / Под ред. В.И. Гудиной. Новосибирск: Наука, 1980. 216 с.
 7. Литология и геохимия современных озерных отложений гумидной зоны (на примере оз. Ханка) / Под ред. В.Ф. Игнатовой. М.: Наука, 1979. 124 с.
 8. Микишин Ю.А., Попов А.Н., Петренко Т.И., Орлова Л.А. Палеогеография озера Ханка в позднем голоцене и развитие лесостепных ландшафтов Приханкайской равнины // "Квартер-2005". Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 265–266.
 9. Никольская В.В. Некоторые данные о палеогеографии озера Ханка // Труды Института географии АН СССР. 1952. Вып. 51 (6). С. 215–225.
 10. Павлюткин, Б.И., Ханчук А.И. Новые данные о возрасте озера Ханка, Дальний Восток России // Докл. РАН. 2002. Т. 328, № 6. С. 826–828.
 11. Сладков А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М.: Наука, 1967. 270 с.
 12. Федорова Р.В. Распределение пыльцы и спор текучими водами // Труды Института географии АН СССР. 1952. Вып. 52 (7). С. 46–72.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

V.B. Bazarova, L.M. Mokhova, L.A. Orlova, P.S. Belyanin

Dynamics of the Khanka Lake (Primorye) level change in the Late Holocene

New data on the dynamic and coastal formation of the Khanka Lake in the Late Holocene are discussed in the paper. In the Middle Holocene (SA II) the climate was warm, and the Khanka Lake was in the transgressive phase. Its level was 0.8-1m higher than the modern one. In the SA III when the climatic conditions were cooler, regression of the lake began to continue up to date. The spore-and-pollen samples of different genesis taken near the studied section were examined for the more reliable interpretation of paleoclimatic events.

Key words: level of the lake, offshore bar, transgression, spore-and-pollen assemblages, Late Holocene, paleoclimate, Khanka Lake, Russian Far East.