

УДК 561:551.79(575.651)(571.651)

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА СЕВЕРНОЙ ЧУКОТКИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 350 тыс. лет (по палинологическим данным осадков оз. Эльгыгытгын)

Т. В. Матросова

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан
E-mail: palynolog@neisri.ru

Комплексное исследование осадков оз. Эльгыгытгын (керны скв. PG-1351 и LZ-1024), которое образовалось в результате падения метеорита 3,4 млн лет, позволило проследить изменения растительности и климата Северной Чукотки за последние 350 тыс. лет. Выделено 9 крупных перестроек растительного покрова, которые отвечают 5 потеплениям и 4 похолоданиям климата. В периоды потеплений климата широко распространялись представители кустарниковых сообществ. Во время похолоданий климата растительность характеризуется развитием арктических тундр с ксерофитными сообществами (*Artemisia*, Caryophyllaceae, Papaveraceae, *Selaginella rupestris*). Выделенные потепления и похолодания климата сопоставляются с морскими изотопными стадиями (1–10) и соответствующими палеогеографическими событиями на территории Сибири и Аляски.

Ключевые слова: климат, растительность, озерные осадки, неоплейстоцен, голоцен.

ВВЕДЕНИЕ

Арктические области являются тонкими индикаторами климатических изменений. Для континентальной Арктики климатические построения были выполнены по разрозненным разрезам и в основном охватывают позднеледниковые и голоценовые ледниковые стадии и голоцен. Непрерывная палинологическая летопись осадков оз. Эльгыгытгын впервые позволила проследить изменения растительности и климата за последние 350 тыс. лет.

Озеро Эльгыгытгын (67° 30' с. ш., 172° 05' в. д.) (рис. 1) находится на севере Анадырского плоскогорья. Диаметр озера 11,5 м, глубина 175 м. Дно центральной части озера сравнительно ровное. В 1998 г. здесь была пройдена скв. PG-1351 глубиной 1283 см (Минюк и др., 2003). В рамках продолжения исследований осадков оз. Эльгыгытгын в 2003 г. международной экспедицией (Германия – Россия – США) была пройдена скв. LZ-1024 глубиной

16,7 м, вскрывшая сравнительно монотонную толщу алевроитов (The Expedition..., 2005). Палинологический анализ осадков, вскрытых этими скважинами, убедительно показывает правильность палеогеографических построений.



Рис. 1. Географическое положение оз. Эльгыгытгын

Fig. 1. The geographic position of Elgygytgyn Lake

Район оз. Эльгыгытгын характеризуется климатом с часто меняющимися погодными условиями. Растительность относится к гипоарктическим тундрам (Юрцев, 1974). Кустарниковая растительность ограничена защищенными участками в долинах ручьев и представлена низкими ивняками и кустарничковой березой.

Дальняя конвенция воздушных масс преобладает над местной (Кожевников, 1993). Изучение современных спорово-пыльцевых спектров осадков озера показало, что спектры не отражают малопродуктивные растительные сообщества вокруг него, а дают более широкие сведения о региональной растительности Анадырского плоскогорья (Матросова, 2006). Условия формирования спорово-пыльцевых спектров озера свидетельствуют, таким образом, о реакции растительности на изменения климата в целом для Анадырского плоскогорья.

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Пробы для палинологического анализа из кернов озерных осадков отбирались через 5–10 см. Для статистического анализа в каждой подсчитывалось не менее 300 пыльцевых зерен, хотя для холодных ледниковых спектров некоторых арктических озер допустима пыльцевая сумма в 150 зерен, поскольку в некоторых пробах отмечается

весьма низкая концентрация пыльцы. Данные палинологического анализа представлены в виде диаграмм (рис. 2). Спорово-пыльцевые диаграммы построены с помощью компьютерных программ TILIA и TILIAgraph. Участие каждого пыльцевого таксона дается в процентах от суммы всех пыльцевых зерен, принимаемой за 100%. Процентное соотношение спор рассчитывается как относительная величина от общего количества пыльцевых зерен для каждого вида спор. По вертикали располагаются номера проб, по горизонтали – процентное соотношение таксонов (см. рис. 2).

Детальный анализ спорово-пыльцевых спектров керна скв. LZ-1024 (см. рис. 2) позволил выделить 23 пыльцевые зоны и объединить их в три группы.

Первая группа представлена в спорово-пыльцевых спектрах керна скв. LZ-1024 зонами E23, E19, E12, E8, E6, E5. Спектры этих зон отличаются высоким содержанием группы травянистых растений. Доминирует пыльца Poaceae (до 90%), *Artemisia* (до 38%), Papaveraceae (до 18%), спор *Selaginella rupestris* (до 80%), и отмечается крайне низкое (0,2–10%) содержание или отсутствие пыльцы кустарников.

Вторая группа – пыльцевые зоны E18, E17, E16, E15, E13, E7 – характеризуется более высоким

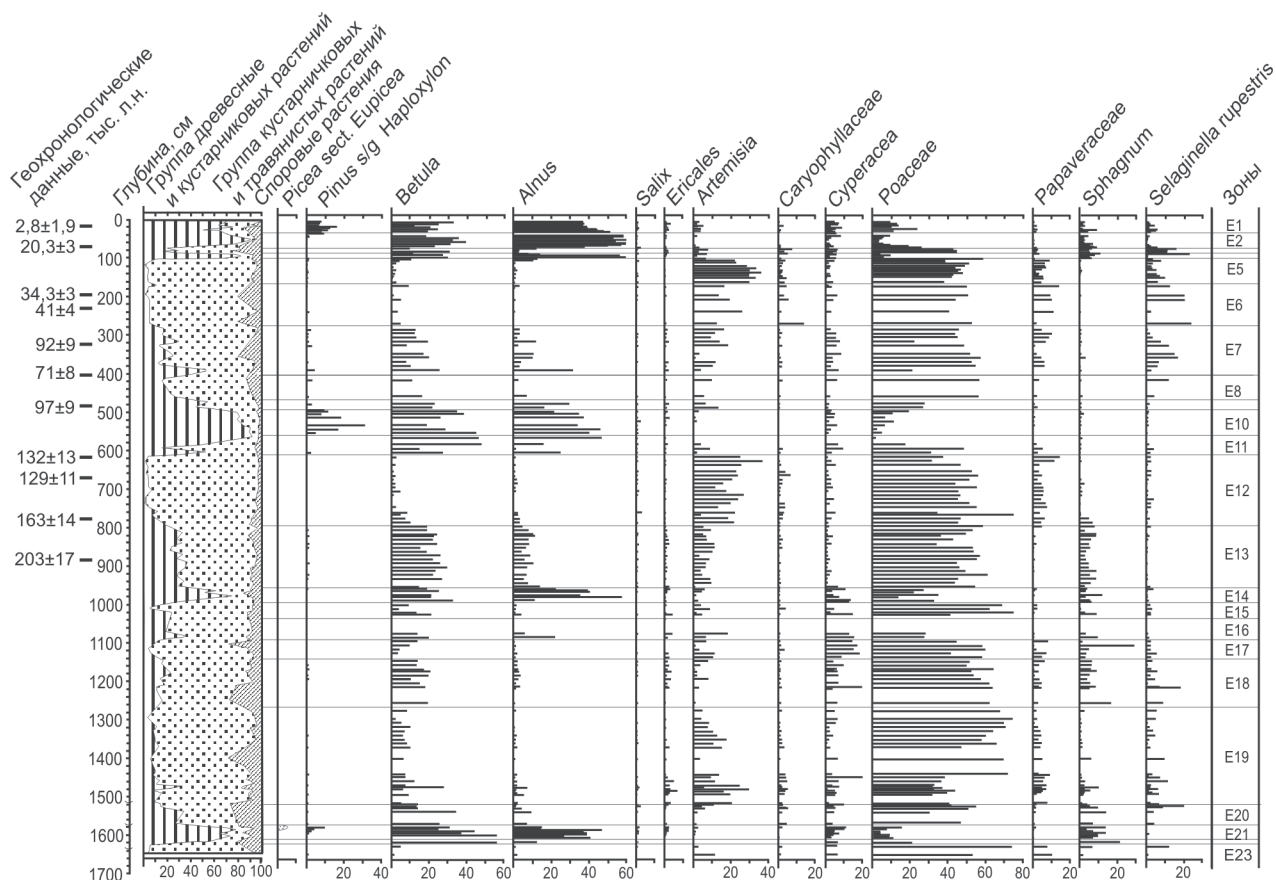


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма осадков оз. Эльгыгытгын (кern скв. LZ-1024)

Fig. 2. A spore-pollen diagram of Elgygytgy Lake (borehole core LZ-1024)

содержанием пыльцы кустарников *Pinus s/g* *Parloxylon* (до 5%), *Betula* (до 25%), *Alnus* (до 15%). В группе травянистых растений появилась пыльца *Ericales* (до 10%) и продолжает доминировать пыльца *Poaceae* (до 60%), *Artemisia* (до 10%); возрастает роль пыльцы *Syringaceae* (8–20%). Увеличилось количество спор *Sphagnum* (до 15%).

Третья группа пыльцевых зон – E22, E21, E20, E14, E11, E10, E9, E4, E2, E1 – отражает резкое увеличение количества пыльцы кустарников *Pinus s/g* *Parloxylon* (до 60%), *Betula* (до 50%), *Alnus* (до 50%).

Пыльцевые зоны и полученные датировки осадков скв. LZ-1024 хорошо коррелируются с ранее исследованной керном скв. PG-1351 (Матросова и др., 2004) (рис. 3). Отложения пыльцевых зон скважин образовались в одинаковых условиях, что позволяет рассматривать разрезы скважин как единый разрез и восстановить этапы изменения растительности Анадырского плоскогорья за последние 350 тыс. лет.

Для спорово-пыльцевых спектров скв. PG-1351 с помощью компьютерной программы «Программа аналогов» были установлены современные аналоги ископаемых спорово-пыльцевых спектров (Андерсон, Ложкин, 2004). Почти для всех образцов определены статистические коэффициенты SCD (аналоги современным спорово-пыльцевым спектрам). Все ископаемые спектры, за исключением уровней 84; 199; 21,5; 221,4 и 228,9 см, имеют аналоги среди современных спорово-пыльцевых спектров ($SCD < 0,4$). Хотя возможные аналоги современной растительности были найдены практически для всей летописи оз. Эльгыгытгын, но наиболее близкие аналоги имеют спорово-пыльцевые спектры, отражающие потепление (Матросова и др., 2004). Используя «климатическую» компьютерную программу, мы получили палеоклиматические характеристики пыльцевых зон керна скв. PG-1351 (Матросова и др., 2004).

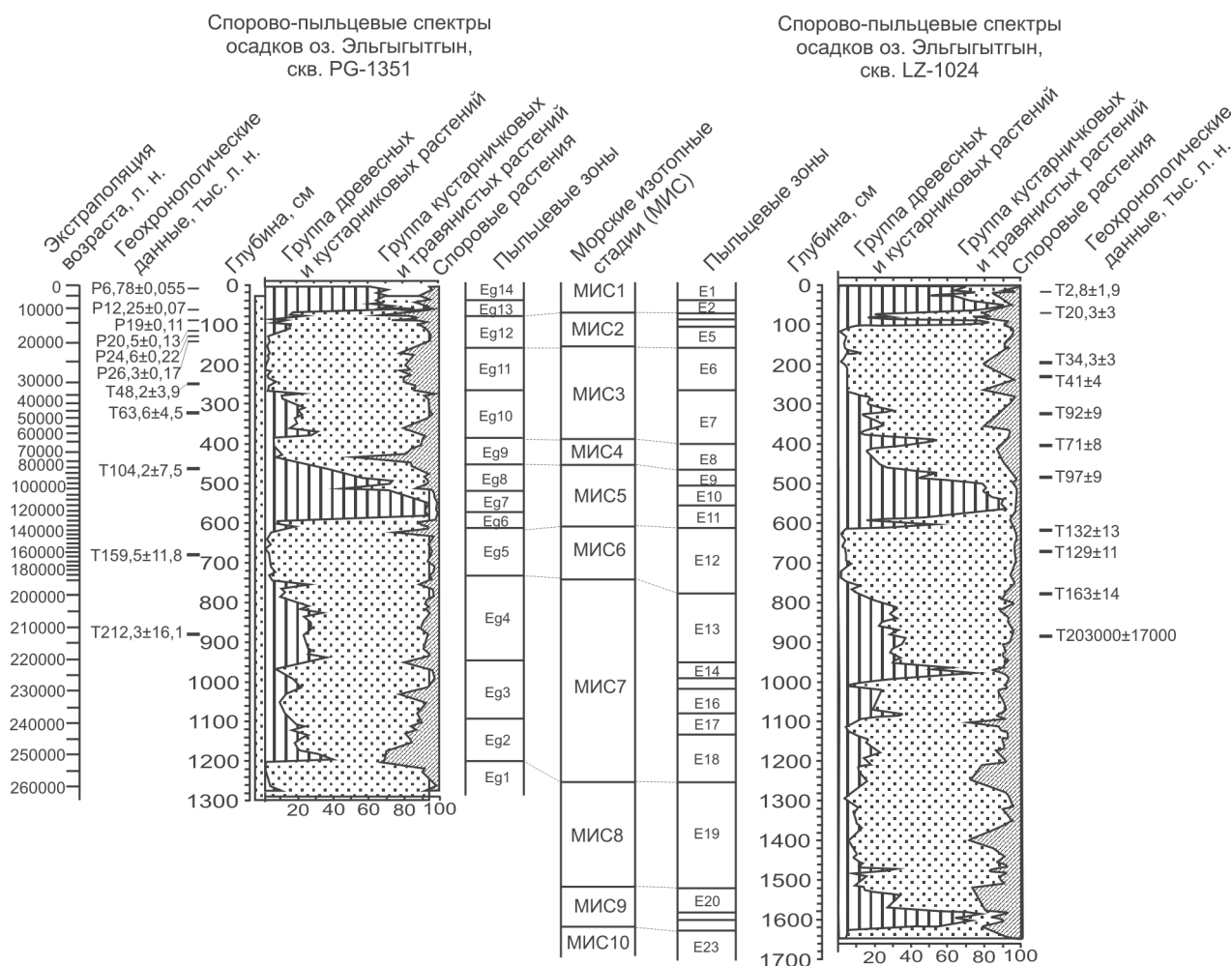


Рис. 3. Корреляция пыльцевых зон кернов скв. PG-1351 и LZ-1024 осадков оз. Эльгыгытгын с морскими изотопными стадиями: P – радиоуглеродные данные (Forman et al., 2007), T – термолуминесцентные (Juschus et al., 2007)

Fig. 3. Correlation of pollen zones (borehole cores PG-1351 and LZ-1024) of Elgygytgyng Lake and sea isotopic stages: P – ^{14}C ages data (Forman et al., 2007), T – infrared stimulated luminescence ages data (Juschus et al., 2007)

Полученные датировки абсолютного возраста (Forman et al., 2007; Juschus et al., 2007) позволили выполнить компьютерную экстраполяцию и сопоставить выделенные пыльцевые зоны с морскими изотопными стадиями (Bradly, 1985). Палеоклиматическая летопись, отраженная в осадках оз. Эльгыгытгын, соответствует изотопным стадиям с 1 по 10 (см. рис. 3).

Средний плейстоцен (зоны Eg5 – E12, Eg4 – E13 – E14, Eg3 – E15 – E16 – E17, Eg2 – E18, Eg1 – E19, E20, E21, E22)

Выделенные зоны Eg5 – E12, Eg4 – E13 – E14, Eg3 – E15 – E16 – E17, Eg2 – E18, Eg1 – E19, E20, E21, E22 на основании комплексного анализа имеющегося материала мы отнесли к среднему неоплейстоцену (Борисов, 2007). Этот интервал включает 4 кислородно-изотопные стадии, характеризующие 2 похолодания и 2 потепления.

Пыльцевые зоны E22, E21, E20 относятся к 9-й морской изотопной стадии (МИС9) (рис. 3). Их можно сопоставить с тобольским межледниковьем в Сибири (Стратиграфия..., 1982). Древесные растительные формы *Betula*, *Alnus*, *Salix* не могут быть выделены по морфологии пыльцы, но вполне возможно, что климатические условия этих зон были благоприятны для развития лиственнично-березовых лесов, обширных галерейных лесов. Пыльца *Picea* sect. *Eurpicea* и *Pinus* s/g *Diploxylon* встречается в единично. По данным Н. Б. Верховской (1986, 1987), А. В. Ложкина и др. (2002), пыльца *Picea* sect. *Eurpicea* и *Pinus* s/g *Diploxylon* довольно часто встречается в субфоссильных спектрах на Чукотке. По их мнению, она занесена с территории Аляски. Возможно, что *Picea* sect. *Eurpicea* и *Pinus* s/g *Diploxylon* росли близко к их современному распространению. Во время накопления осадков пыльцевой зоны E21 древесная растительность достигала района оз. Эльгыгытгын и значительно расширяла свои ареалы. Климат был теплее современного.

К морской изотопной стадии 8 (МИС8) относятся пыльцевые зоны Eg1 – E19 (см. рис. 3) и сопоставляются с самаровским оледенением (Стратиграфия..., 1982). Похолодание климата привело к значительному сокращению древесной и кустарниковой растительности. Зоны арктической и субарктических тундр значительно расширились. Широко распространяются представители ксерофитных сообществ (*Artemisia*, *Сагуорфyllaceae*, *Rapaceae*, *Selaginella rupestris*). Климат был холодным и сухим, но более влажным, чем последующие позднеплейстоценовые похолодания. К югу от Анадырского плоскогорья были развиты типичные тундры с кустарниковой березой и ольховником. В районе озера господствовала тундра с несомкнутым покровом и стелющимися формами ивы.

Пыльцевые зоны Eg4 – E13 – E14, Eg3 – E15 – E16 – E17, Eg2 – E18 характеризуют потепление климата (скорее всего, спорово-пыльцевые спектры отражают растительность интерстадиала?). Компьютерная экстраполяция определяет возраст пыльцевых зон 195 000–250 000 л. н., что позволяет сопоставить потепление с 7-й морской изотопной стадией (МИС7) (см. рис. 3) и ширтинским межледниковьем в Сибири (Стратиграфия..., 1982). Климат был холоднее современного. Июльские температуры в течение МИС7 (+2,3...+2,5°C) близки температурам лета на о. Врангеля в настоящее время (Матросова и др., 2004). Январские температуры МИС7 обычно изменяются между -23,7 и -24,8°C (Матросова и др., 2004). В начале МИС7 широкое распространение получили осоково-сфагновые болота. Снижение летних температур в середине МИС7 привело к увеличению площади произрастания ксерофитных сообществ. Кустарниковая береза была основным компонентом растительности. Граница распространения ольховника неоднократно менялась. Спорово-пыльцевые спектры зоны E14 (середина МИС7) отличаются максимальным значением пыльцы *Alnus*. В аналогах зоны E14 доминирует кустарниковая тундра западной Аляски. Возможно, что древесная растительность (*Larix*) в это время достигала берегов оз. Эльгыгытгын.

Спорово-пыльцевые спектры зоны Eg5 – E12 свидетельствуют о похолодании климата. Компьютерная экстраполяция дает возраст 130 000–195 000 л.н., который подтвержден люминесцентными датировками 132 000±13 000 л.н. (618–628 см) и 159 500±11 800 (678–693 см). Датировки и палинологические данные позволяют соотносить похолодание климата зоны Eg5 – E12 с 6-й морской изотопной стадией (МИС6) (см. рис. 3), тазовским оледенением в Сибири (Стратиграфия..., 1982), иллинойсом (Северная Америка) (Боуэн, 1981).

Средние январские температуры от -24 до -25°C, июльские от +2 до +3°C, январские осадки около 17–19 мм, т. е. климатические характеристики подобны позднеплейстоценовым похолоданиям (Матросова и др., 2004).

Наиболее близкие аналоги ископаемых спектров сосредоточены на о. Врангеля. Климат был холодным и сухим. Широкое распространение получили тундростепи, которые выделяются многими исследователями для позднеплейстоценовых похолоданий (Новейшие..., 1980; Верховская, 1986, 1987; Муратова, 1973). Кустарниковая растительность отступила к югу. Скорее всего, она была приурочена к долинам рек и сохранялась в рефугиумах. В окрестностях озера была развита арктическая тундра.

Поздний плейстоцен (зоны Eg12 – E5, Eg10 – E7, Eg9 – E8, E9, Eg8 – E10, Eg7 – E10, Eg6 – E11)

Поздний неоплейстоцен характеризуется значительными колебаниями июльских температур и сезонных осадков, отражающими потепления и похолодания климата. Поздний неоплейстоцен включает 4 изотопные стадии, характеризующие 2 похолодания и 2 потепления климата.

Морская изотопная стадия 5 (МИС5). Спорово-пыльцевые спектры зон E9, Eg8 – E10, Eg7 – E10, Eg6 – E11 свидетельствуют о значительном потеплении климата. Согласно компьютерной экстраполяции датировок, возраст потепления 71 000–127 000 л. н. Возраст подтвержден люминесцентными датировками 97 000±9 000 л. н. (477–487 см) и 104 200±7 500 (459–474 см). Пыльцевые зоны E9, Eg8 – E10, Eg7 – E10, Eg6 – E11 сопоставляются с МИС5 (см. рис. 3), казанцевским межледниковьем в Сибири (Стратиграфия..., 1982), сангамом в Северной Америке (Боуэн, 1981).

Климат начала МИС5 отличается высокими температурами июля (+12...+13°C), средняя температура января составляет -15°C (Матросова и др., 2004). Температура была выше современной на 2–4°C в июле. Открытые березовые лесотундры и лиственничные леса распространялись на северо-восточной Чукотке (Матросова и др., 2004). Растительные реконструкции свидетельствуют, что границы *Larix dahurica* и древовидных *Betula* располагались севернее соответственно на 300 км. В аналогах доминирует кустарниковая тундра западной Аляски (особенно на юго-западе Аляски) (Матросова и др., 2004). Вполне возможно, что древесная растительность достигала берегов оз. Эльгыгытгын.

В середине МИС5 отмечается высокое значение пыльцы *Pinus s/g* *Parloxylopon*. Скорее всего, основным его представителем выступал *Pinus pumila*. Хвойные растения не были широко развиты на территории Чукотки в среднем плейстоцене (Матросова, 2007), что, возможно, было связано с более высокой влажностью (заболоченностью). Похолодание климата МИС6, которое предшествовало потеплению МИС5, было сухим и холодным, что привело к выхолаживанию территории. Дальнейшее потепление климата создало благоприятные условия для широкого распространения *Pinus pumila*.

Климатические условия в заключительные стадии МИС5 были близки современным. Растительность вокруг озера представлена типичными горными тундрами. Граница распространения кедрового стланика по сравнению с современным положением находилась севернее.

Пыльцевые зоны Eg9, E8 отнесены к 4-й морской изотопной стадии (МИС4) (см. рис. 3). Спорово-пыльцевые спектры зон характеризуют по-

холодание климата. Согласно компьютерной экстраполяции оно наступило 62 000–72 000 л. н., что позволяет его сопоставить с МИС4, ермаковским оледенением в Сибири (Стратиграфия..., 1982), нижним висконсином (Северная Америка) (Боуэн, 1981). Аналоги ископаемых спектров установлены на о. Врангеля. Климат МИС4 был холодным и более сухим, поскольку тундростепные сообщества с плауном сибирским занимают наиболее иссушаемые местоположения. Большее участие в спектрах кустарниковых растений показывает, что южнее существовали небольшие участки с типичными тундрами. В районе озера были развиты арктические тундры. Полученные данные согласуются с результатами палинологических исследований континентальных отложений Чукотки Н. Б. Верховской (1986). Сходные изменения растительности отмечаются для Северного Приохотья (Ложкин и др., 2008) и Индигиро-Колымского района (Гричук и др., 1975).

3-й морской изотопной стадии (МИС3) (см. рис. 3) соответствуют пыльцевые зоны Eg10 – E6 и Eg11 – E5. Компьютерная экстраполяция датировок зон Eg10 – E6 и Eg11 – E5 дает возраст 24 000–62 000 л. н., который подтвержден люминесцентными датировками 48 200±3 900 л. н. (244–247 см), 63 500±4 500 л. н. (321–327 см), что позволяет сопоставить эти зоны с МИС3, каргинским потеплением в Сибири (Стратиграфия..., 1982), средним висконсином (Северная Америка) (Боуэн, 1981).

Первая половина МИС3 характеризуется неустойчивыми климатическими параметрами. Июльские температуры колеблются от +3 до +12°C, количество осадков января изменяется от 18 до 30 мм, количество осадков июля – от 40 до 53 мм (Матросова и др., 2004). Потепление климата в начале МИС3 вызвало расширение границ распространения кустарниковой березы и ольховника. Но в районе озера была развита травянистая тундра со стелющимися формами ивы. Дальнейшее похолодание привело к распространению арктических тундр. Аналоги находятся на о. Врангеля. Во второй половине МИС3 широкое развитие получили участки сухих, лишенных растительности (или со скудной растительностью) каменистых склонов. Поверхности, покрытые растительностью, вероятно, ограничивались защищенными небольшими возвышенностями. Климат был континентальный с холодной зимой и сухим непродолжительным летом.

Палинологические данные показывают, что потепление климата, связанное с МИС3, в районах континентальной Чукотки было незначительным. Такого же мнения придерживаются Н. Б. Верховская (1986, 1987) и А. В. Ложкин (2000). Небольшое повышение температуры отмечается в начале МИС3, все остальное время характеризуется суровыми климатическими условиями.

К морской изотопной стадии 2 (МИС2) отнесены пыльцевые зоны Eg10 – E7 (см. рис. 3). Согласно компьютерной экстраполяции осадки зон сформировались 15 000–23 500 л. н., что подтверждается радиоуглеродными датировками $19\,000 \pm 110$ (88–90 см), $20\,500 \pm 130$ (118–120 см), $24\,600 \pm 220$ (134–136 см), $26\,300 \pm 170$ (142–144 см). Спорово-пыльцевые спектры зон Eg12 – E5 свидетельствуют о похолодании климата и сопоставляются с МИС2, сартанским оледенением в Сибири (Стратиграфия..., 1982), верхним висконсином (Северная Америка) (Боуэн, 1981). Палеоклиматические реконструкции показали, что январские температуры от -24 до -25°C незначительно отличаются от современных (Матросова и др., 2004). Ископаемые спектры имеют аналоги на о. Врангеля. Скорее всего, климат был континентальный с низкими январскими температурами и небольшим количеством осадков. Доминирует арктическая тундра с элементами тундростепи. Вегетативный период ксерофитных сообществ (*Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Papaveraceae*, *Selaginella rupestris*) требует определенных условий, и сильное снижение июльских температур препятствует их развитию (Боярская, 1989), поэтому можно предположить, что лето было достаточно теплым, но коротким и сухим. Развитие своеобразных тундростепей является характерной чертой растительности второго позднеплейстоценового оледенения и выделяется почти по всей территории России (Муратова, 1973; Кинд, 1974; Гричук и др., 1975; Бискэ, 1978; Новейшие..., 1980; Верховская, 1986, 1987; Боярская, 1989; Ложкин и др., 1998, 2008).

Голоцен и позднее ледниковье (зоны Eg14 – E1, Eg13 – E2 – E3, E4)

Зоны Eg14 – E1 и Eg13 – E2 – E3 относятся к голоцену и сопоставляются с 1-й морской изотопной стадией (МИС1) (см. рис. 3). Зоны E3 и E4 относятся к постгляциальному периоду.

Спорово-пыльцевые спектры пыльцевой зоны E4 сопоставляются со спектрами начала МИС1, но отличаются более высоким значением спор *Sphagnum*. Скорее всего, климат был теплее современного. Потепление согласно компьютерной экстраполяции датируется 15 000–16 000 л. н. и сопоставляется с интерстадиалом в Сибири (Кинд, 1974).

Южная кустарниковая растительность вследствие похолодания климата отступила к югу. Растительность озера была представлена травянистой тундрой с кустарниковой березой. Компьютерная экстраполяция датировок показывает, что похолодание произошло 13 000–14 000 л. н. и сопоставляется с ранним дриасом (Кинд, 1974).

Наиболее теплые условия с температурами июля $+11...+12,4^\circ\text{C}$ и января $-12...-18^\circ\text{C}$ существовали в начале МИС1 между 8 600 и 10 300 л. н.

(Матросова и др., 2004). Осадки в июле достигли максимума – 49–60 мм (Матросова и др., 2004). Процентные соотношения пыльцы *Alnus* и *Betula* свидетельствуют, что эта южная кустарниковая растительность значительно расширила границы и была основным компонентом растительности района оз. Эльгыгытгын. Более теплые, чем современные, климатические условия позволяли древесным породам, таким как лиственница и береза, продвигаться на плакорные пространства современной тундры, образуя ландшафты лесотундры (Боярская, 1989; Lozhkin, Anderson, 1995; Edwards et al., 2004). Возможно, что древесная растительность достигала берегов оз. Эльгыгытгын.

Согласно компьютерной экстраполяции датировок кедровый стланик как важнейший компонент современных региональных сообществ получил развитие около 8000 л. н. Увеличение количества зимних осадков до 30 мм привело к формированию пояса кедрового стланика (Матросова и др., 2004). Небольшое содержание пыльцы кедрового стланика показывает, что он не произрастал в районе оз. Эльгыгытгын. Растительность окрестностей озера была представлена типичными горными тундрами. Современные климатические условия устанавливаются около 6 000–7 000 л. н.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе комплексного исследования осадков оз. Эльгыгытгын были пройдены и палинологически изучены две скважины – PG-1351 и LZ-1024. Полученные результаты хорошо коррелируются, что подтверждает установленную последовательность смены пыльцевых зон, а следовательно, развитие растительности. Скважина LZ-1024 вскрыла 16,7 м осадков (скв. PG-1351 – около 13 м) и характеризует более полно 8-ю изотопную стадию, показывает 9-ю изотопную стадию и конец 10-й. В целом непрерывная пыльцевая летопись осадков оз. Эльгыгытгын позволила установить 9 крупных перестроек растительного покрова Северной Чукотки за последние 350 тыс. лет, которые отвечают 5 потеплениям и 4 похолоданиям климата. В периоды потеплений климата широко распространялись представители кустарниковых сообществ. В наиболее теплое время древесная растительность продвигалась на север как минимум на 300 км. Растительность во время похолоданий климата характеризуется развитием арктических тундр с ксерофитными сообществами (*Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Papaveraceae*, *Selaginella rupestris*). Выделенные пыльцевые зоны сопоставляются с морскими изотопными стадиями (1–10) и соответствующими палеогеографическими событиями на территории Сибири и Аляски. Пыльцевая летопись осадков оз. Эльгыгытгын может служить надежной основой для стратиграфических построений.

Исследования поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований (проекты 06-05-64129, 07-05-00610) и Дальневосточным отделением РАН (проект 09-1-ОН3-11).

ЛИТЕРАТУРА

Андерсон П. М., Ложкин А. В. Предисловие к пыльцевым летописям озерных отложений Берингии // Климатические летописи в четвертичных осадках Берингии. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2004. – С. 4–26.

Бискэ С. Ф. Четвертичные отложения Крайнего Северо-Востока СССР. – Новосибирск : Наука, 1978. – 110 с.

Борисов Б. А. Дальнейшее совершенствование общей стратиграфической шкалы четвертичной системы // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований : Материалы V Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода (Москва, 7–9 нояб. 2007 г.). – М. : ГЕОС, 2007. – С. 49–51.

Боуэн Д. Четвертичная геология. – М. : Мир, 1981. – 272 с.

Боярская Т. Д. Сопоставление амплитуды изменчивости палеоклиматов позднего плейстоцена и голоцена различных районов СССР // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. – М. : Наука, 1989. – С. 85–90.

Верховская Н. Б. Плейстоцен Чукотки. – Владивосток : БПИ ДВЦ АН СССР, 1986. – 111 с.

Верховская Н. Б. Четвертичные отложения западного побережья Берингова пролива. – Владивосток : БПИ ДВЦ АН СССР, 1987. – 128 с.

Гричук М. П., Каревская И. А., Полосухина З. М., Тер-Григорян Е. В. Палеоботаническое обоснование возрастной корреляции познекайнозойских отложений в Индигиро-Колымском горном районе. – М. : МГУ, 1975. – 181 с.

Кинд Н. В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. – М. : Наука, 1974. – 255 с. – (Тр. ГИН АН СССР ; вып. 257).

Кожевников Ю. П. Сосудистые растения окрестностей озера Эльгыгытгын // Природа впадины озера Эльгыгытгын (проблемы изучения и охраны). – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1993. – С. 62–82.

Ложкин А. В., Андерсон П. М., Белая Б. В., Стеценко (Матросова) Т. В. Отражение современного пыльцевого дождя Чукотки в донных осадках озер // Четвертичная палеогеография Берингии. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2002. – С. 40–51.

Ложкин А. В., Андерсон П. М., Брубейкер Л. Б. и др. Травянистая зона в осадках ледниковых озер Чукотки // Изменение природной среды Берингии в четвертичный период. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1998. – С. 96–112.

Ложкин А. В., Андерсон П. М., Матросова Т. В., Соломаткина Т. Б. Опыт изучения озерных пыльцевых летописей для реконструкции природной среды Берингии в четвертичный период // Вестник ДВО РАН. – 2008. – № 1(137). – С. 24–32.

Ложкин А. В., Котов А. Н., Рябчун В. К. Особенности палеоботанической характеристики и радиоуглеродное датирование осадков Ледового Обрыва (юго-восток Чукотки) // Берингия в четвертичный период. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2000. – С. 118–132.

Матросова Т. В. Современные спорово-пыльцевые спектры Анадырского плоскогорья (оз. Эльгыгытгын) // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России : Материалы Дальневост. регион. конф., посвящ. памяти А. П. Васильковского и в честь его 95-летия (Магадан, 28–30 нояб. 2006 г.) / отв. ред. И. А. Черешнев. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2006. – С. 159–162.

Матросова Т. В. Климат и растительность среднего плейстоцена Чукотки (по палинологическим данным осадков оз. Эльгыгытгын) // Чтения памяти академика К. В. Симакова : тез. докл. Всерос. науч. конф. (Магадан, 27–29 нояб. 2007 г.) / отв. ред. И. А. Черешнев. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2007. – С. 126–127.

Матросова Т. В., Андерсон П. М., Ложкин А. В., Минюк П. С. Климатическая история Чукотки за последние 300 тыс. лет по данным пыльцевой летописи оз. Эльгыгытгын // Климатические летописи в четвертичных осадках Берингии. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2004. – С. 26–42.

Минюк П. С., Новачек Н. Р., Глушкова О. Ю. и др. Палеоклиматические данные оз. Эльгыгытгын, Северо-Восток России (комплексные исследования) // Процессы постседиментационного намагничивания и характерные изменения магнитного поля и климата Земли в прошлом. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – С. 91–136.

Муратова М. В. История развития растительности и климата Юго-Восточной Чукотки в неоген-плейстоцене. – М. : Наука, 1973. – 136 с.

Новейшие отложения и палеогеография плейстоцена Чукотки / под ред. П. А. Каплина. – М. : Наука, 1980. – 29 с.

Стратиграфия СССР. Четвертичная система. – М. : Недра, 1982. – Полутом 1. – 443 с.

Юрцев Б. А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. – Л. : Наука, 1974. – 159 с.

Bradly R. S. Quaternary Paleoclimatology. – Boston : ALLEN & UNWIN, 1985. – 172 p.

Edwards, M.E., Brubaker L. B., Lozhkin A. V., Anderson P. M. Structurally novel biomes: a response to past warming in Beringia // Ecology. – 2004. – No. 86. – P. 1696–1703.

Forman S., Pierson J., Gomez J. et al. Luminiscence geochronology for sediment from Lake El'gygytyn, northeast Siberia, Russia: constraining the timing of paleoenvironmental events for the past 200 ka // J. of Paleolimnology. – 2007. – No. 1. – P. 77–88.

Juschus O., Preusser F., Melles M., Radtke U. Applying SAR-IRSL methodology for dating fine-grained sediments from Lake El'gygytyn, north-eastern Siberia // Quaternary Geochronology. – 2007. – No. 2. – P. 187–194.

Lozhkin A.V., Anderson P. M. The last interglaciation in northeast Siberia // Quaternary Research. – 1995. – Vol. 43. – P. 147–158.

The Expedition El'gygytgyn Lake 2003 (Siberian Arctic) / ed. M. Melles, P. Minyuk, J. Brigham-Grette, O. Juschus // Berichte. – 2005. – No. 509. – 140 p.

Поступила в редакцию 25.06.2008 г.

**RECONSTRUCTION OF VEGETATION AND CLIMATES
IN NORTHERN CHUKOTKA DURING THE LAST 350 THOUSAND YEARS
(According to Palynologic Evidences of Elgygytgyn Lake)**

T. V. Matrosova

Elgygytgyn Lake in Chukotka formed 3,4 million years ago due to a meteorite impact event there. All-round studies of its bottom sediments were conducted by a team of specialists (borehole cores PG-1351 and LZ-1024), and, as a result of these studies, changes proceeding in vegetation and climates in northern Chukotka were identified and reported for the past 350,000 years there. The nine major alterations in plant kingdom are established to have corresponded to five warming and four cooling events. During warmer periods, shrub communities became wide-spread, and, in cooling time, there were arctic tundra areas characterized by xerophyte communities (*Artemisia*, Caryophyllaceae, Papaveraceae and *Selaginella rupestris*). Established warming and cooling periods are correlated with sea isotopic stages (1–10) and corresponding paleogeographic events in Siberia and Alaska.

Key words: climate, vegetation, lacustrine sediments, Neopleistocene, Holocene.