

УДК 551.89:551.794 (571.642)

РАННИЙ СУББОРЕАЛ САХАЛИНА

Ю. А. Микишин, И. Г. Гвоздева

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток
E-mail: yurimikishin@fegi.ru*

Новые палинологические и радиоуглеродные данные позволили уточнить хронологию и ландшафтно-климатическую характеристику в начале суббореального периода голоцена на о. Сахалин. Палеоклиматическая оценка показала наступление около 4500–4200 л. н. / 5200–4700 календарных л. н. более суровых и сухих климатических условий, чем в оптимуме голоцена и в современную эпоху. На севере острова они вызвали смену лиственных и темнохвойных лесов с лиственницей, березами, широколиственными породами, произраставших в конце атлантического периода, зарослями кустарниковых берез, кедрового и ольхового стлаников с участием лиственницы. Лесотундра занимала не только морские побережья, как в настоящее время, но и, возможно, большую часть Северо-Сахалинской равнины, наряду с редкостойными лиственничниками. На юге Сахалина широколиственные леса, преобладавшие в конце атлантического периода, уступили местообитания елово-пихтовой тайге, развитой ныне на севере средней части острова. Похолодание было одним из наиболее серьезных ухудшений климатических условий Сахалина в голоцене, уступавшим лишь более холодным и сухим минимумам второй половины предбореального и конца бореального периодов. Снижение средних годовых температур воздуха, по сравнению с современным уровнем, составило не менее 0,8–1,8°C на севере и 3–4°C – на юге острова. Средняя годовая сумма выпадавших осадков была на 40–140 мм меньше их современного количества. Часто возникали лесные пожары, что подтверждается большим содержанием древесных угольков в палеопочвах. На морских побережьях, после осушения песчаных мелководий, вызванного регрессией Охотского моря, сформировались протяженные дюнные пояса.

Ключевые слова: голоцен, спорово-пыльцевой комплекс, спорово-пыльцевой спектр, радиоуглеродное датирование, палеоландшафт, палеоклимат, палеопочва.

ВВЕДЕНИЕ

Глобальное похолодание, охватившее северную Евразию, как и другие районы Земли, в начале суббореального периода голоцена, рассматривается как важный палеогеографический рубеж, отметивший переход от теплой середины послеледниковой эпохи к более прохладной, в целом, ее второй половине (Хотинский, 1977, 1987). Хронологические рамки события датируются в 4600–4200 радиоуглеродных лет (далее – л. н.). Приведение к астрономическому возрасту (Weninger et al., 2007) определяет их в 5300–4700 календарных лет (далее – к. л. н.). Палеогеографические исследования последних десятилетий существенно дополнили информацию о рубежном похолодании голоцена и позволили количественно оценить его климатические параметры в ряде районов Евразии.

Так, на северо-западе Восточно-Европейской равнины начало суббореального периода голоцена отмечилось резким похолоданием и уменьшением влажности климата. Снижение средних годовых температур воздуха по отношению к оптимуму голоцена оценивается в 3,5°C, что на 1°C меньше, чем в настоящее время (Arslanov et al., 1999, 2001). На северо-востоке европейской части России (Республика Коми) в начале суббореального периода значительное похолодание климата вызвало резкое понижение температур воздуха, составившее в июле 2,5–4,5°C и в среднем за год 4–5°C (Голубева, 2008). Оно привело к смене среднетаежных еловых и сосновых лесов с участием широколиственных пород северотаежной растительностью. В Западной Сибири раннесуббореальное похолодание определило появление березово-лиственничных лесов с кустарниками на месте березово-ольховых ассоциаций, распространившихся в южном направлении на

200–300 км (Волкова, 2002). В горах юга Сибири похолодание и аридизация климата после 4,5 тыс. л. н. вызвали деградацию кедрово-лиственничных лесов и лиственничной лесо-степи, существовавших в бореале – атлантике, распространение степной, а также высокогорной растительности (Бляхарчук, 2010).

Снижение роли сосновых лесов, получивших максимальное распространение в оптимуме голоцена, и возрастание значения таежной растительности происходило в Байкальском регионе во время похолодания около 5500–4500 к. л. н. (Demske et al., 2005). В Северном Прибайкалье кедровники с пихтой, господствовавшие в конце атлантического периода, после 4400 л. н. сменились лесами с преобладанием сосны и лиственницы, во время развития которых зафиксировано усиление роли елово-лиственничных ассоциаций, связанное, предположительно, с раннесуббореальным похолоданием (Белов и др., 2006). В среднегорье Прибайкалья похолодание, определившее развитие светлохвойной тайги на месте темнохвойных лесов, происходило около 4600–4400 л. н. / 5300–5000 к. л. н. (Данько и др., 2009). Для центральной Якутии в начале суббореального периода установлено сокращение еловых древостоев, получивших, наряду с сосновыми лесами, наибольшее развитие в теплой поздней фазе атлантического периода голоцена. Снижение средних годовых температур воздуха могло составлять около 3°C, что на 2°C ниже современного уровня, и годовой суммы осадков – почти 50 мм (Андреев и др., 1992).

На сопредельной с Сахалином материковой территории российского Дальнего Востока, раннесуббореальное похолодание климата вызвало сокращение термофильных элементов в составе растительности (Развитие..., 1988; Короткий, 2002). На крайнем юге, в Приморье, широколиственные леса около 4500 л. н. были вытеснены березовыми лесами с участием фригидных кустарников (Павлюткин и др., 1984). На его восточном побережье, в районе пос. Ольга, широколиственная растительность уступила место березово-лиственничной формации с кустарниковыми березами. Снижение средних годовых температур воздуха во время климатического минимума, сопоставляемого с раннесуббореальным рубежом, оценивается в 5°C, по сравнению с современным уровнем (Микишин, Гвоздева, 2012). На северо-западе края, в отложениях террасы р. Бикин, установлена смена хвойно-широколиственных лесов ольхово-березовыми ассоциациями с ольховником и кустарниковыми березами, которая связывается с похолоданием раннего суббореала (Белянин,

2013). Не исключено, однако, что она была обусловлена другим климатическим минимумом голоцена, так как отмеченное событие не имеет определений абсолютного возраста. Раннесуббореальное похолодание обнаружено и в нижнем Приамурье, лежащем в одном широтном поясе с Сахалином. На северной окраине Средне-Амурской впадины к его проявлению относится развитие темнохвойных и березовых лесов с участием ерников около 4600 л. н. (Bazarova et al., 2003). В них резко снизилось участие широколиственных деревьев, доминировавших в конце атлантического периода. В приустьевой зоне Амура к началу суббореального периода можно отнести лишь формирование маломощного горизонта (260–265 см) торфа в разрезе «Тяпка», с абсолютным возрастом около 4300 л. н. Его спорово-пыльцевой спектр, по сравнению с нижележащим слоем, отмечает господство пыльцы берез, почти наполовину представленной кустарниковыми формами, резкое сокращение участия темнохвойных (с 20–30 до 4%) и исчезновение широколиственных деревьев. В Удиль-Кизинской впадине с этим же похолоданием климата связывается палинозона IV (интервал 95–110 см) в разрезе «Дуди», фиксирующая падение участия пыльцы широколиственных пород, особенно дуба, на фоне возрастания роли темнохвойных деревьев и фригидных кустарников (Bazarova et al., 2011). Намного вероятнее, что палинозона сформировалась раньше, во время одного из похолоданий атлантического периода голоцена, учитывая абсолютный возраст около 6500 л. н.

На сопредельном с Сахалином Курильском архипелаге следы раннесуббореального похолодания зафиксированы, по-видимому, только в пределах центрального звена (Разжигаева и др., 2009; Razjigaeva et al., 2013). На о. Кетой, кроме березовых и темнохвойных лесов, а также зарослей кедрового стланика, около 5200–4200 л. н. существенное значение получили ассоциации кустарниковых берез и ольховника. На о. Расшуа происходило сокращение территорий, покрытых березовыми лесами и распространение пустошей и зарослей кедрового стланика. На юге гряды, на западном побережье о. Итуруп, к первой половине суббореального периода, предположительно, отнесено развитие ольхово-березовых лесов с небольшим участием широколиственных пород, сменивших березово-широколиственную формацию (Лящевская, Ганзей, 2011).

Сведения о ландшафтно-климатической обстановке и геохронологии раннесуббореального минимума голоцена на Сахалине до сих пор оставались неоднозначными. В северо-восточной части острова с ним связывалось появление лесо-

тундровой кустарниковой формации на месте темнохвойных лесов, зафиксированное спорово-пыльцевыми спектрами в отложениях низкой морской террасы вблизи зал. Набиль (Александрова, Бровко, 1979). Однако отсутствие абсолютных датировок не позволяет с уверенностью относить обнаруженное похолодание к началу суббореального периода голоцена. Севернее, в районе г. Оха, обнаружена, вероятно, начальная фаза ранне-суббореального похолодания, происходившая около 4500 л. н. / 5200 к. л. н. Она вызвала появление редкостойных лиственничников с широким участием фригидных кустарников, пришедших на смену темнохвойным лесам с большой ролью лиственницы, берез и примесью широколиственных пород (Микишин, Гвоздева, 2013).

На юго-восточном побережье острова, в долине р. Невзрачный, с раннесуббореальным похолоданием была связана фаза более влажного климата, чем современный, но с близкими к нему термическими условиями, вызвавшая максимальное распространение пихтово-еловых лесов с примесью широколиственных пород (Микишин, Гвоздева, 1996). Они сменили более термофильную темнохвойную и разнообразную широколиственную растительность, развитую до этого. Из полученных абсолютных датировок этого события (4750 л. н., 4400 и 4350 л. н.) предпочтительнее выглядит первая, указывающая на позднеатлантический, а не раннесуббореальный возраст, что подкрепляется лагунным генезисом осадков и их геоморфологическим положением, превышающим уровень Охотского моря на 1–3 м. Там же, на побережье зал. Анива у пос. Новиково, широколиственная растительность из ильма и дуба, преобладавшая в конце атлантического периода около 4900–4800 л. н., была вытеснена темнохвойными и мелколиственными лесами с участием фригидных кустарников (Микишин, Гвоздева, 1996). Отмеченное событие не получило определений абсолютного возраста и было отнесено к раннему суббореалу по положению между слоями с абсолютными датами около 5100 и 4100 л. н.

Примечательно, что отложения начала суббореального периода не были обнаружены в большинстве голоценовых разрезов Сахалина, в том числе и торфяников, изученных к настоящему времени (Кулаков и др., 1973; Александрова, 1982; Морские..., 1997; Разжигаева и др., 2005; Микишин, Гвоздева, 2006; Гвоздева, Микишин, 2008; Igarashi et al., 2000; Igarashi, Zharov, 2011). Основной причиной этого, скорее всего, были климатические условия, неблагоприятные для торфонакопления. Для получения более полной характеристики ландшафтно-климатической обстановки ранней фазы суббореального периода потребовалось обнаружить и изучить разрезы, в которых она зафиксирована погребенными почвенными горизонтами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследованы два разреза голоценовых отложений, лежащих в разных ландшафтных областях о. Сахалин (рис. 1). Северный разрез, «Чайво-6», расположен в подзоне лиственничных лесов, в Северо-Сахалинском флористическом районе, южный – «Подлесная-III» – в подзоне темнохвойных лесов с преобладанием пихты, в Южно-Сахалинском флористическом районе (Толмачев, 1955; Крестов и др., 2004). Для изучения отложений разрезов были применены спорово-пыльцевой и радиоуглеродный анализы.

Спорово-пыльцевым анализом изучено 19 образцов, из них 4 – из разреза «Чайво-6» и 15 – из разреза «Подлесная-III», среди которых 8 оказались хорошо насыщенными пылью и спорами, 1 (глубина 150 см) – слабо насыщенным и 6 – пустыми (интервалы 160–180 и 210–290 см). Подготовку проб для спорово-пыльцевого анализа выполняли по стандартным методикам (Палеопалинология, 1966). При установлении участия групп (пыльца деревьев и кустарников, пыльца фригидных кустарников – *Pinus pumila*, *Alnaster*, *Betula* sect. *Nanae* et *Fruticosae*, пыльца трав и кустарничков, споры) в общем составе спорово-пыльцевых спектров за 100% принималось все количество обнаруженных микрофоссилий. Процентное содержание компонентов спектра определяли отдельно в каждой из трех групп (пыльца древесных пород, в том числе и фригидных кустарников, пыльца трав и кустарничков, споры). Участие таксонов среди древесных пород подсчитывали без пыльцы низкорослого болотного кустарника восковника (*Myrica tomentosa* (DC.) Aschers. et Graebn.), имеющей почти исключительно локальное значение. В каждом образце обычно насчитывалось 300–500 зерен пыльцы и спор, причем в группе деревьев и кустарников – не менее 250. Реконструкцию палеорастительности осуществляли на основе соответствия состава субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов современному растительному покрову Сахалина (Микишин, Гвоздева, 2009).

Абсолютный возраст отложений определяли в лаборатории палеоклиматологии кайнозоя Института геологии и минералогии СО РАН, где было получено 6 радиоуглеродных датировок (табл. 1). Калибровку радиоуглеродных дат выполняли в программе CALPAL2007 HULU, <http://www.calpal.de> (Weninger et al., 2007).

Стратиграфическое расчленение отложений проведено в соответствии со схемой периодизации голоцена Блитта – Сернандера, модифицированной для Северной Евразии (Хотинский, 1977, 1987).

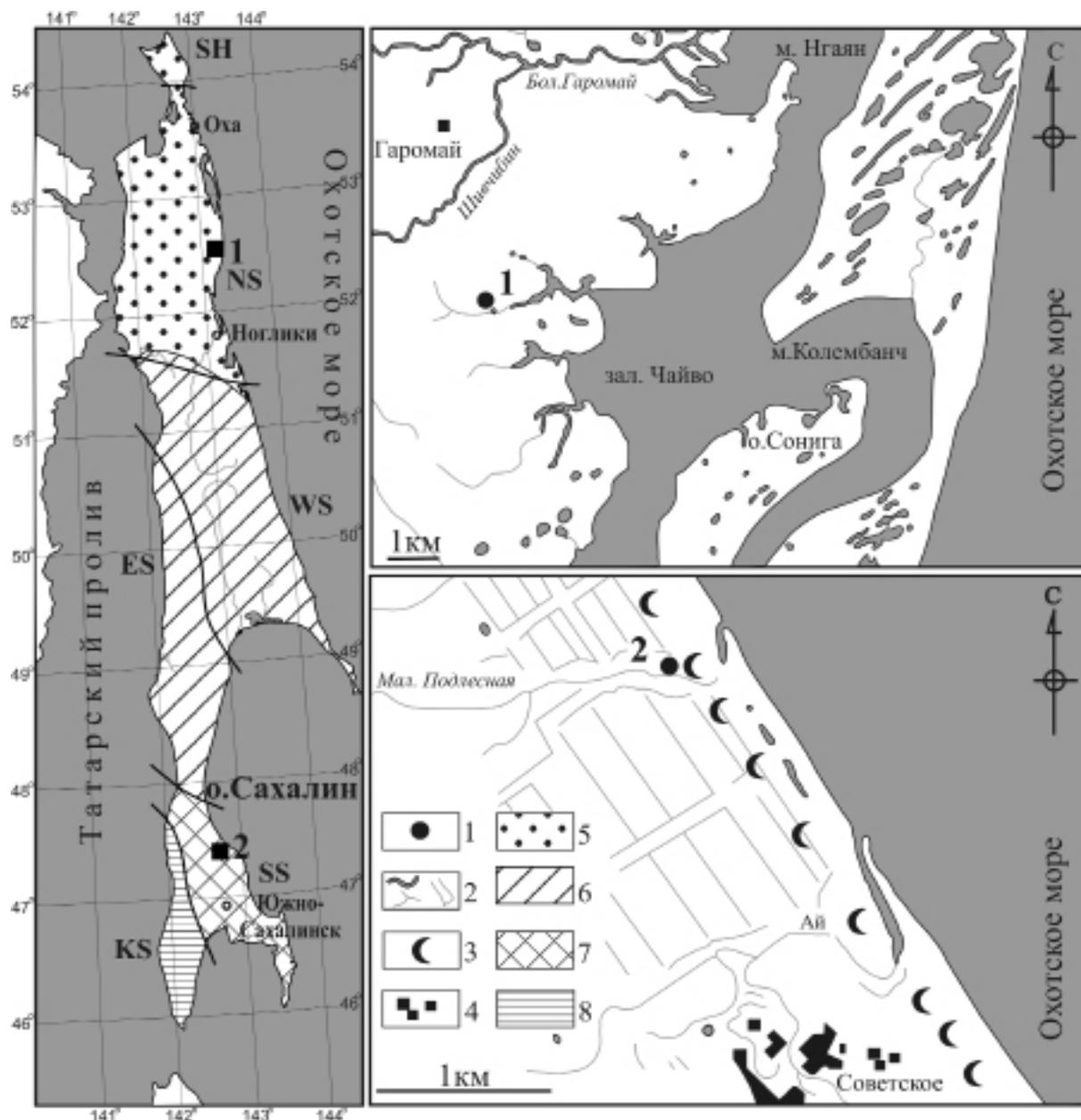


Рис. 1. Расположение изученных разрезов с отложениями раннесуббореального возраста «Чайво-6» (1) и «Подлесная-III» (2): 1 – точки разрезов; 2 – реки, осушительные каналы; 3 – палеодюны; 4 – населенные пункты. **Ботанико-географическое районирование Сахалина (Толмачев, 1955):** 5 – подзона лиственничных лесов; 6 – подзона зеленомошных темнохвойных лесов с преобладанием ели; 7 – подзона темнохвойных лесов с преобладанием пихты; 8 – подзона темнохвойных лесов с примесью широколиственных пород. **Флористические районы Сахалина (Крестов и др., 2004):** SH – Шмидтовский, NS – Северо-Сахалинский, WS – Западно-Сахалинский, ES – Восточно-Сахалинский, SS – Южно-Сахалинский, KS – Крильонский

Fig. 1. Location of the studied Chaivo-6 (1) and Podlesnaya-III (2) sections with Early Subboreal sediments : 1 – section points; 2 – rivers, drainage canals; 3 – paleodunes; 4 – residential areas. **Botanic and geographic zoning of Sakhalin (Толмачев, 1955):** 5 – larch forest subzone; 6 – subzone of green-moss dark coniferous forests with spruce dominance; 7 – subzone of dark coniferous forests with fir dominance; 8 – subzone of dark coniferous forests with broad-leaved species presence. **Floristic districts of Sakhalin (Крестов и др., 2004):** SH – Schmidt, NS – North Sakhalin, WS – West Sakhalin, ES – East Sakhalin, SS – South Sakhalin, KS – Krilion

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Северная часть о. Сахалин

Изучен разрез «Чайво-6», расположенный вблизи западного побережья одноименного залива Охотского моря (52°29'23.8"с. ш., 143°09'32.7"

в. д.), на левом борту долины небольшого ручья, в 1,1 км от устья (см. рис. 1).

Разрез представлен торфяником, залегающим на абсолютной высоте около 4 м, вблизи склона 10–15-метровой верхнеплейстоценовой террасы.

Таблица 1. Радиоуглеродные датировки голоценовых отложений изученных разрезов о. Сахалин
Table 1. Radiocarbon dating of Holocene sediments in the studied sections of Sakhalin Island

№ п/п	Разрез, географические координаты	Лаб. №	Глубина отбора, см	Материал	Возраст образца	
					радиоуглеродный, л. н.	календарный, к. л. н.
1	«Чайво-6» 52°29'23.8"с. ш., 143°09'32.7"в. д.	СОАН-6096	250	Торф	4895±85	5637±99
2		СОАН-7664	250	Торф	5040±110	5788±112
3		СОАН-7663	200	Погребенная почва	4230±80	4747±109
4		СОАН-7665	100	Торф	3760±65	4131±106
5		СОАН-7666	50	Торф	1465±40	1358±32
6	«Оха» 53°36'03.7"с. ш., 142°58'04.5"в. д. (Микишин, Гвоздева, 2013)	СОАН-5509	105–115	Торф	4445±85	5093±149
7		СОАН-4683	100–105	Торф	4505±55	5165±102
8	«Подлесная-III» 47°31'28.3"с. ш., 142°39'39.6"в. д.	СОАН-6153	196–198	Погребенная почва	4365±85	5031±150

Торфяник имеет мощность 250 см и сложен, преимущественно, осоково-сфагновым торфом средней и слабой степени разложения, залегающим на песках, которые не содержат пыльцы и спор. Придонный горизонт торфяника, образованный сильно разложившимся торфом буровато-черного цвета с примесью разнозернистого песка, включением обломков древесины и древесных угольков, содержит спорово-пыльцевой спектр Ch-1 (рис. 2).

В общем составе спектра наблюдаются близкие значения пыльцы фригидных кустарников (33%), деревьев и кустарников, а также спор (по 28%). Слабее представлена пыльца трав и кустарничков (10%). Среди пыльцы древесных пород доминируют фригидные кустарники с преобладанием кедрового стланика (почти 40%), далее следуют кустарниковая береза (12%) и ольховник (9%). Меньшая роль у пыльцы мелколиственных пород, образованной, в основном, высокоствольными березами (18%) с подчиненным значением ольхи и ивы (в сумме < 4%). Темнохвойные породы представлены пыльцой ели (около 12%) и пихты (< 1%). Из пыльцы светлохвойных деревьев встречается лиственница (< 2%) и, единично, сосна (*Pinus* subgen. *Diploxylon*). Пыльца широколиственных деревьев (дуб, ильм) содержится в малом количестве, в сумме не более 2%. Довольно часто (12%) встречается пыльца кустарника восковника, произрастающего на торфяных болотах. Среди трав и кустарничков преобладает пыльца вересковых (65%), обычно принадлежащая болотному багульнику (*Ledum palustre* L.). Реже отмечается пыльца трав семейства осоковых (18%), полыни и разнотравья (по 7%). Среди спор доминируют сфагновые мхи (87%), также встречаются плауны (8%) и папоротники (Polypodiaceae – около 5%, *Osmunda* – единич-

но). Спектр имеет черты, характерные для субфоссильного комплекса лиственничных лесов северного Сахалина (Микишин, Гвоздева, 2009), отражающие растительность и климатические условия, близкие к современным. Полученные из придонного горизонта абсолютные даты около 5000–4900 л. н. / 5800–5600 к. л. н. (см. табл. 1) позволяют отнести время формирования спектра к концу поздней фазы атлантического периода голоцена.

Погребенная почва залегает в торфянике на глубине около 200 см, в виде прослоя мощностью 5–10 см, представленного гумусированным мелкозернистым песком коричневого и серого (в кровле) цветов, с включением многочисленных древесных угольков размером до 2 мм. Она содержит спорово-пыльцевой спектр Ch-2, в общем составе которого преобладают фригидные кустарники (47%), а участие пыльцы деревьев и кустарников снижается почти в 2 раза (15%) по сравнению с придонным горизонтом торфяника (рис. 2).

Пыльца древесных пород почти на 77% принадлежит фригидным кустарникам. Среди нее доминируют кустарниковые березы, занимающие половину спектра, в меньшей степени кедровый стланик (21%) и ольховник (11%). Реже встречается пыльца мелколиственных деревьев, чаще высокоствольных берез (7,5%), чем ольхи и ивы (в сумме 3%). Еще реже – пыльца темнохвойных пород, преимущественно ели (около 5%), нежели пихты (< 1%). Содержание пыльцы лиственницы не выше 1%. Единичные находки пыльцы широколиственных деревьев (*Quercus*, *Ulmus*, *Juglans*) обеспечены ветровым заносом и не свидетельствуют об их присутствии в растительности, как это установлено для субфоссильных отложений (Микишин, Гвоздева, 2009).

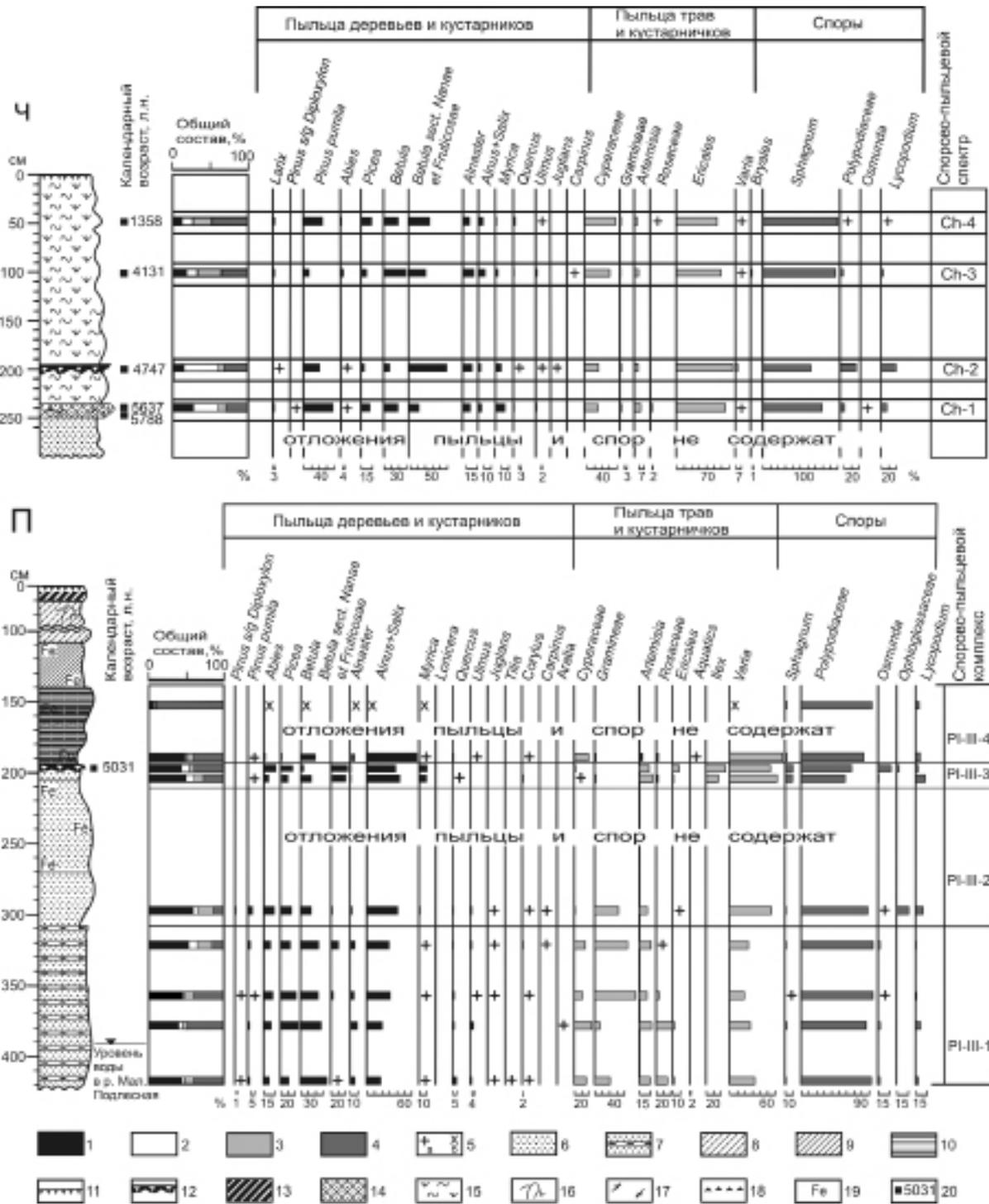


Рис. 2. Спорово-пыльцевые диаграммы отложений разрезов «Чайво-6» (Ч) и «Подлесная-III» (П). Пыльца и споры: 1 – пыльца деревьев и кустарников; 2 – пыльца фригидных кустарников; 3 – пыльца трав и кустарничков; 4 – споры; 5 – содержание пыльцы и спор: а – < 1%; б – % не подсчитан из-за малого числа обнаруженных зерен пыльцы. **Литолия:** 6 – пески мелкие и средние; 7 – пески мелкие, переслаивающиеся с алевролитами; 8 – супеси; 9 – суглинки; 10 – глины; 11 – современные почвы; 12 – погребенные почвенные горизонты; 13 – супеси гумусированные; 14 – торф сильно разложившийся, песчаный; 15 – торф осоково-сфагновый; 16 – корни трав; 17 – мелкие обломки древесины; 18 – древесные угольки; 19 – ожелезнение; 20 – радиоуглеродные датировки, к. л. н.

Fig. 2. Pollen diagrams of the Chaivo-6 (Ч) and Podlesnaya-III (П) sections. Pollen and spores: 1 – tree and shrub pollen; 2 – frigid shrub pollen; 3 – herb and sub-shrub pollen; 4 – spores; 5 – content of pollen and spores: a – less than 1%; b – not estimated due to small pollen grain concentrations. **Lithology:** 6 – fine and medium sands; 7 – fine sands interbedded with aleurites; 8 – sandy loams; 9 – loams; 10 – clays; 11 – modern soils; 12 – buried soil horizons; 13 – humous sandy loams; 14 – strongly decomposed peat with sand; 15 – sedge-sphagnum peat; 16 – roots of herbs; 17 – small pieces of wood; 18 – charcoal; 19 – ferrugination; 20 – radiocarbon dating, Cal. yrs. BP

Немногочисленная пыльца трав и кустарничков образована вересками (73%) и, реже, осоками (18%). Пыльца других травянистых растений (полынь, злаковые, разнотравье) встречена в небольшом количестве. Споры представлены сфагновыми мхами (62%), папоротниками (только Polypodiaceae – 20%) и плаунами (18%).

Спорово-пыльцевой спектр палеопочвы отражает растительность зарослей фригидных кустарников, с преобладанием кустарниковых берез, в меньшей степени кедрового и ольхового стлаников и небольшим участием лиственницы. Ель и пихта отсутствовали в растительности, находясь от места разреза на расстоянии многих десятков – первых сотен километров. Состав спектра соответствует характеристике субфоссильного спорово-пыльцевого комплекса приморской лесотундры северного Сахалина (Микишин, Гвоздева, 2009). Радиоуглеродная дата, полученная по отложениям погребенной почвы, указывает на ранний суббореал – около 4200 л. н. / 4750 к. л. н. (см. табл. 1). Климат времени ее формирования можно представить по современным условиям существования лесотундровой растительности на севере острова. Здесь, в пределах узкой, до 4 км шириной, полоске низменных морских побережий, самые низкие на Сахалине средние годовые температуры воздуха и, вследствие влияния студеного Охотского моря, наиболее холодное лето, со средними месячными температурами не выше 12°C (табл. 2).

Также для этой зоны характерны ветры с высокой скоростью, почти постоянно дующие с моря в теплый период года и оказывающие крайне неблагоприятное воздействие на развитие древесной растительности. Невелика и годовая сумма осадков – 500–600 мм. Несмотря на сравнительно небольшой период метеорологических наблюдений, проводимых в лесотундровой полосе побережья, они достаточно точно характеризуют ее климат. Разница в оценке средних месячных и годовых температур по ряду метеостан-

ций северной части Сахалина за 22- и 50-летний периоды показывает, что она не превышает первых десятых долей градуса (Справочник..., 1970; Научно-прикладной..., 1990). Сравнение данных метеонаблюдений в современной лесотундре и на территории расположения разреза, занятой лиственничной тайгой, свидетельствует, что в начальную фазу суббореального периода голоцена средние годовые температуры воздуха в районе разреза «Чайво-6» не превышали -3...-3,6°C, что ниже современных показаний на 0,8–1,8°C. Средние температуры августа были ниже на 1,7–2,7°C, января – на 0,6–1,4°C. Уменьшение средней годовой суммы осадков могло составлять от 40 до 140 мм.

Болотные отложения, перекрывающие палеопочву, на глубине 100 см образованы средне-разложившимся осоково-сфагновым торфом с включением стеблей кустарничков, имеющим спорово-пыльцевой спектр Ch-3 (см. рис. 2). В его общем составе преобладают споры (35%). Лишь немного уступает им пыльца трав и кустарничков (32%). Меньшее присутствие имеет пыльца деревьев и кустарников (19%), а также фригидных кустарников (14%). Пыльца древесных пород на 80% образована фригидными кустарниками и мелколиственными деревьями, имеющими почти равное представительство. Среди пыльцы первых, по сравнению со спектром палеопочвенных отложений, в 2–3 раза снижается участие кустарниковых берез (22%) и кедрового стланика (7%); почти не меняется – ольховника (14%). Вторая в основном представлена высокоствольными березами (29%), нежели ольхой и ивами (в сумме 9%). Небольшой остается роль пыльцы темнохвойных пород, несмотря на более чем 2-кратный рост ее содержания, составляющего у ели 8%, у пихты – 4%.

Заметным становится присутствие пыльцы широколиственных деревьев (почти до 4%), среди которой ильм отмечается в 2 раза чаще, чем дуб, и появляется граб. Вересковые, преобладающие в группе пыльцы трав и кустарничков, сни-

Таблица 2. Климатические характеристики территорий, занимаемых подзоной лиственничных лесов в районе разреза «Чайво-6»* и приморской лесотундрой** (Справочник..., 1968, 1970; Научно-прикладной..., 1990)

Table 2. Climatic parameters for areas covered by larch forests subzone around the Chaivo-6 section* and maritime forest-tundra** (Справочник..., 1968, 1970; Научно-прикладной..., 1990)

Метеостанция	Период наблюдений	Средние температуры воздуха, °C			Период наблюдений	Сумма осадков, мм		
		Январь	Август	Год		Холодный период (ноябрь – март)	Теплый период (апрель – октябрь)	Год
Ноглики*	1929–1980	-19,7	14,2	-1,8	1930–1980	149	481	629
Оха*	1932–1980	-19,7	13,9	-2,2	1932–1980	192	426	619
Чайво**	1938–1960	-20,3	12,2	-3,0	1939–1964	149	428	577
Кайган**	1938–1960	-21,1	11,5	-3,6	1939–1964	163	322	485

жают участие; осоковые, напротив, испытывают рост. Среди спор сфагновые мхи повышают роль до 90%, папоротники *Polypodiaceae* и плауны – снижают присутствие. Спектр имеет черты, сближающие его с субфосильным комплексом елово-пихтовых лесов с большим участием лиственницы и березы, развитым на п-ове Шмидта (Микишин, Гвоздева, 2009). Радиоуглеродная дата около 3800 л. н. / 4100 к. л. н. относит время формирования спектра к середине суббореального периода (см. табл. 1). Она не противоречит его составу, свидетельствующему о растительности, развивавшейся в более теплом и влажном климате, чем в раннем суббореале.

Осоково-сфагновый торф на глубине 50 см характеризуется спорово-пыльцевым спектром Ch-4 (см. рис. 2). В общем составе спектра, как и предыдущего, преобладают споры (47%). Меньшее значение принадлежит пыльце трав и кустарничков (25%), а также деревьев и фригидных кустарников (около 15% каждая). Среди пыльцы древесных пород, по сравнению со среднесуббореальной пробой, почти на 20% произошло возрастание доли фригидных кустарников, почти в равном количестве (25–27%) образованных кустарниковыми березами и кедровым стлаником. Роль темнохвойных пород увеличилась незначительно, преимущественно за счет большей встречаемости ели (до 14%). Пыльца пихты стала отмечаться реже (не более 1%), а лиственницы чаще (до 3%). Участие пыльцы мелколиственных деревьев, в большей степени принадлежащей высокоствольным березам, снизилось до 25%. Присутствие пыльцы широколиственных деревьев, представленных только дубом и ильмом, почти не изменилось (3,6%). Пыльца травянистых растений образована, в основном, вересковыми (53%) и осоковыми (42%), споры – сфагновыми мхами. Спорово-пыльцевой спектр соответствует субфосильному комплексу лиственничных лесов северного Сахалина (Микишин, Гвоздева, 2009). Радиоуглеродная дата около 1500 л. н. / 1400 к. л. н. (см. табл. 1) определяет его формирование средней фазой субатлантического периода голоцена.

На северо-восточной окраине Северо-Сахалинской равнины, в районе г. Оха, следы ранне-суббореального похолодания отражены болотными отложениями одноименного разреза (Микишин, Гвоздева, 2013). Осоково-сфагновый торф, в интервале 110–150 см, накапливался в более теплых, нежели современные, климатических условиях поздней фазы атлантического периода голоцена, после 4900 л. н. / 5600 к. л. н. (СОАН-5508). Он содержит спорово-пыльцевой комплекс Ok-6, отражающий растительность темнохвойных лесов с большим участием лиственницы, берез и примесью широколиствен-

ных пород. В общем составе комплекса доминирует пыльца деревьев и кустарников (31–72%). Среди пыльцы древесных пород преобладают фригидные кустарники (20–57%), в большей степени кедровый стланик, а также мелколиственные породы (13–70%), преимущественно высокоствольные березы. Содержание пыльцы темнохвойных пород, в основном принадлежащей ели, составляет 6–26%. Присутствие пыльцы широколиственных деревьев (2–6%), в первую очередь дуба, сопоставимо с их содержанием в субфосильных спектрах средней и даже южной частей Сахалина.

Вышележащая кровля осоково-сфагнового торфа (100–110 см) и перекрывающий его сильно разложившийся торф (90–100 см) имеют спорово-пыльцевой комплекс Ok-7, отражающий ухудшение климатических условий, происходившее, вероятно, в начальную фазу раннесуббореального минимума. Этому не противоречат радиоуглеродные даты около 4500–4400 л.н. / 5200–5100 к. л. н., полученные из нижней части слоя (см. табл. 1). В общем составе комплекса первенствуют травы и кустарнички (33–42%). Среди пыльцы древесных пород в нем, по сравнению с предыдущим комплексом, в среднем почти в 2 раза падает роль мелколиственных деревьев, как и прежде, в основном принадлежащая высокоствольным березам (9–20%). Почти в 1,5 раза увеличивается содержание фригидных кустарников (57–74%), преимущественно кедрового стланика. Значение темнохвойных пород почти не меняется (10–29%). Состав спорово-пыльцевых спектров имеет общие черты с субфосильными комплексами как приморской лесотундры, так и лиственничных лесов (Микишин, Гвоздева, 2009). Он отражает растительность редкостойных лиственничных лесов с большим участием фригидных кустарников, в основном кедрового стланика, растущих на бедных песчаных почвах в ряде мест северо-востока Сахалина и больше напоминающих лесотундру. Лесотундровая растительность в раннюю фазу суббореального периода занимала не только морские побережья севера Сахалина, как в настоящее время, но и Северо-Сахалинскую равнину, распространившись, возможно, на большей ее части, наряду с редкостойными лиственничниками с широким участием зарослей фригидных кустарников.

Южная часть о. Сахалин. Изучен разрез «Подлесная-III», расположенный на левом берегу р. Малая Подлесная, в 470 м от берега Охотского моря (47°31'28.3" с. ш., 142°39'39.6" в. д.), в 2,6 км северо-западнее с. Советское (см. рис. 1). Разрез представлен отложениями аккумулятивной террасы, поверхность которой лежит на абсолютной отметке около 4 м (рис. 3).

В основании разреза (глубина 309–400 см) вскрываются мелкозернистые пески, переслаивающиеся с алевроитами синевато-черного цвета. Они содержат спорово-пыльцевой комплекс P1-III-1 с характерными чертами субфоссильных спектров долинных лесов, растущих в подзоне темнохвойных лесов с преобладанием пихты южного Сахалина (Микишин, Гвоздева, 2009). В нем отмечается преобладание пыльцы мелколиственных (46–53%), в меньшей степени темнохвойных пород (22–35%), реже фригидных кустарников (9–18%) и широколиственных деревьев, имеющих содержание 3–9% (см. рис. 2). Состав комплекса близок к палинологической характеристике верхнеатлантических отложений террас юго-восточного Сахалина с абсолютным возрастом около 5100 л. н. (Микишин, Гвоздева, 1996). Это позволяет отнести формирование цоколя террасы ко времени относительного похолодания климата в позднюю фазу атлантического периода.

Перекрывающие цоколь террасы эоловые отложения (интервал 205–309 см) представлены плотными мелко-среднезернистыми песками, имеющими желтовато-бурый и, в верхней части, ржаво-бурый цвет вследствие окрашива-

ния гидроксидами железа. Они почти не содержат пыльцы и спор, за исключением нижнего горизонта (глубина 300 см), где обнаружен спектр P1-III-2. Его состав, с максимумом пыльцы мелколиственных деревьев, преимущественно ольхи, и меньшим значением темнохвойных пород, в целом близок к составу спектров более древних нижележащих осадков (см. рис. 2). Накопление песков, скорее всего, началось с развитием регрессии Охотского моря, которую вызвало похолодание климата в начале суббореального периода голоцена (Микишин, Гвоздева, 1996; Hirai, 1989). Снижение уровня моря привело к осушению прибрежной части подводного склона, на которой активизировались эоловые процессы, как и на южном побережье о. Кунашир, где с этим же временем связывается образование дюнного массива (Короткий и др., 1996). Недостатка материала для ветрового перемещения на осушенной территории не было, поскольку охотоморское побережье Сахалина в районе разреза образовано аккумулятивными берегами с широкими (60–100 м) пляжами, сложенными, как и прилегающее к ним мелководье, мелкими песками (Микишин, 1991; Рыбаков, 1991).

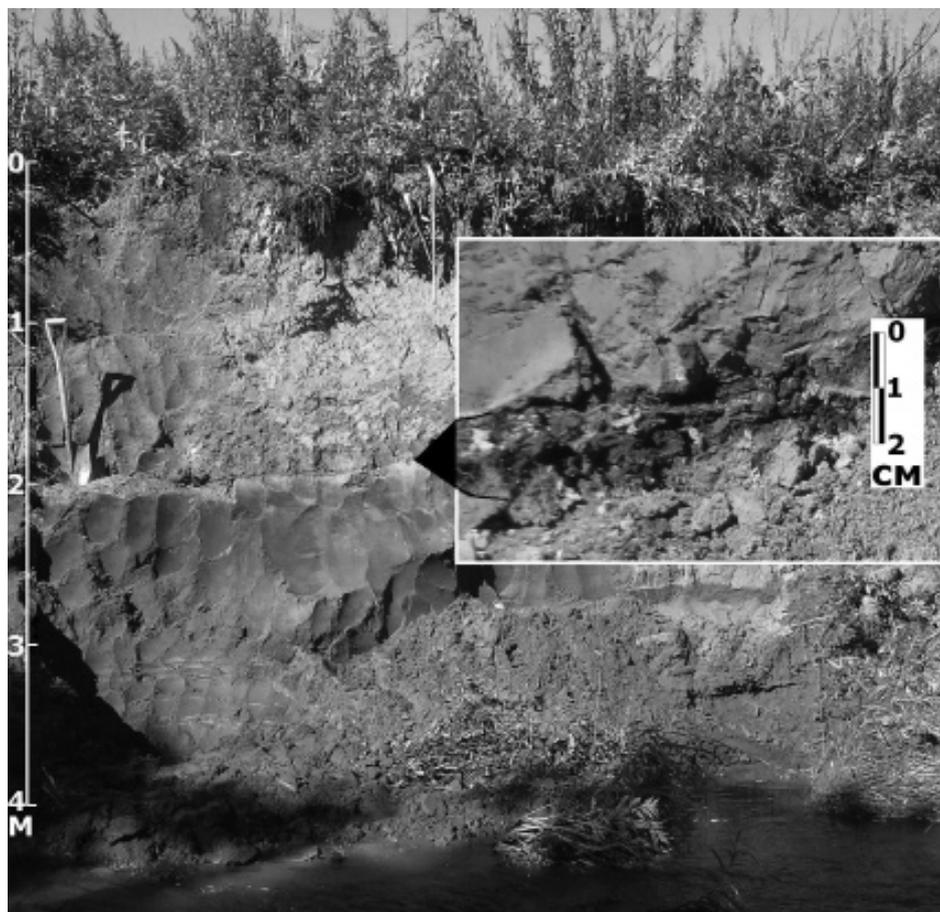


Рис. 3. Разрез голоценовых отложений «Подлесная-III». В правой части – погребенная почва крупным планом
 Fig. 3. Podlesnaya-III section of Holocene deposits. Right: buried soil close-up

Таблица 3. Климатические характеристики территорий, занимаемых подзоной темнохвойных лесов с преобладанием пихты в районе разреза «Подлесная-III»* и северной частью подзоны темнохвойных лесов с преобладанием ели** (Научно-прикладной..., 1990)

Table 3. Climatic parameters for areas occupied by dark coniferous forests with fir dominance around the Podlesnaya-III section* and by the northern part of the sub-zone of dark coniferous forests with spruce dominance** (Научно-прикладной..., 1990)

Метеостанция	Период наблюдений	Средние температуры воздуха, °С			Период наблюдений	Сумма осадков, мм		
		Январь	Август	Год		Холодный период (ноябрь – март)	Теплый период (апрель – октябрь)	Год
Стародубское*	1949–1980	-13,2	16,0	2,0	1949–1980	215	555	770
Тымовское**	1933–1980	-23,6	15,5	-2,0	1891–1980	172	472	645
Пограничное**	1935–1980	-17,5	12,4	-1,8	1935–1980	193	520	713
Опор**	1933–1980	-19,8	15,5	-0,9	1896–1980	147	480	627

В результате эоловой аккумуляции на побережье, от устья р. Найба на юге и почти до устья р. Кирпичная на севере, сформировался дюнный пояс протяженностью около 18 км (см. рис. 1). В современном рельефе он сохранился в прибрежной полосе аккумулятивной террасы шириной до 250 м к западу от автомобильной дороги. Палеодюны представлены небольшими, высотой до нескольких метров, холмами, поросшими древесной растительностью, частично, а местами почти полностью разрушенными после прокладки осушительных каналов в середине 70-х гг. прошлого века.

В кровле эоловых песков (интервал 196–198 см) залегает погребенная почва, фиксирующая зарастание дюнного массива лесной растительностью. Она представлена маломощным гумусовым слоем почвы – легким суглинком черновато-бурого цвета, обогащенным органическим веществом, с многочисленными древесными угольками, и подстилающим его подзолистым горизонтом (198–204 см) – мелкозернистым песком светло-серого цвета (см. рис. 3). Радиоуглеродная дата около 4400 л.н. / 5000 к. л. н., полученная по гумусовому горизонту, относит время формирования палеопочвы к ранней фазе суббореального периода голоцена (см. табл. 1). Оно хорошо согласуется с возрастной оценкой нижележащих отложений. Палеопочва содержит спорово-пыльцевой комплекс P1-III-3, относящийся к лесному типу, с преобладанием в общем составе пыльцы деревьев и кустарников (43–48%), в меньшей степени спор (26–39%), фригидных кустарников (11–12%) и травянистых растений (см. рис. 2). Среди пыльцы первых преобладают мелколиственные породы: ольха (37–43%), реже березы (4–15%). Темнохвойным породам, с почти равным участием ели (11–16%) и пихты (7–17%), принадлежит второе место и третье – фригидным кустарникам, с первенством кустарниковых берез (21–22%), незначительным присутствием ольховника и кедрового стланика.

Заметно участие пыльцы низкорослого кустарника восковника (9–11%), указывающего на непосредственную близость болота к месту разреза. Пыльца широколиственных пород (*Quercus*, *Corylus*) встречается очень редко (0–1,6%). Среди пыльцы трав и кустарничков господствует разнотравье, представленное зонтичными и сложноцветными, а также падуком, количество которого составляет 16–25%. Последняя, скорее всего, принадлежит падуку морщинистому (*Ilex rugosa* Fr. Schmidt), вечнозеленому стелющемуся кустарничку, растущему ныне на Сахалине, в том числе и на северной окраине подзоны темнохвойных лесов (Харкевич, Качура, 1981).

Пыльца других растений этой группы чаще представлена полынью (13–17%) и вересковыми кустарничками (1–8%). Почти незаметно участие таксонов семейств розоцветных, злаковых и осоковых, содержание пыльцы каждого из которых не превышает 2%. Споры, в основном, образованы папоротниками Polypodiaceae (59–67%), *Ostunda* (1–17%) и Ophioglossaceae (3–16%). Реже отмечаются споры плаунов (3–16%) и сфагновых мхов (до 10%). Наиболее близкие современные аналоги данных пыльцевых спектров содержатся в ряде проб субфоссильного комплекса долинных лесов из северной части подзоны темнохвойных лесов с преобладанием ели среднего Сахалина, между 50°51' и 50°10' с. ш. (Микишин, Гвоздева, 2009).

Сравнение метеорологических данных этой территории и разреза показывает, что в раннем суббореале средние годовые температуры воздуха были отрицательными, в пределах -1...-2°C, что меньше современных на 2,9–4,0°C (см. табл. 3). Средние температуры августа и января, скорее всего, были ближе к показателям метеостанции «Пограничное», находящейся, как и изученный разрез, на побережье Охотского моря. Они составляли, соответственно, около 12,5 и -17,5°C, что ниже современных температур на 3,5–4,3°C (другие метеостанции лежат в межгорной Тымь-

Поронайской депрессии, с более высокими летними и низкими зимними температурами воздуха). Средняя годовая сумма выпадавших осадков была меньше нынешней на 60–140 мм.

Перекрывающие палеопочву старичные глины, суглинки (глубина 109–196 см) и пойменные супеси (0–109 см) фиксируют заключительный, аллювиальный этап формирования разреза террасы, охвативший, по-видимому, суббореальный и субатлантический периоды голоцена. Они слабо насыщены пылью, кроме нижнего горизонта, где обнаружен спектр, отражающий, скорее всего, растительность долинных лесов южной подзоны темнохвойной тайги Сахалина. В нем наблюдается господство пыли мелколиственных пород (86%), в основном ольхи, малое участие темнохвойных (5%) и широколиственных (< 2%) деревьев, а также фригидных кустарников (до 7%), почти полностью представленных ольховником (см. рис. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение разрезов отложений Сахалина с погребенными почвами свидетельствует о наступлении в раннем суббореале более сурового и сухого климата, чем в оптимальную и современную эпохи голоцена. Радиоуглеродное датирование указывает на его развитие около 4500–4200 л. н. / 5200–4700 к. л. н. Количественная оценка климатических параметров в раннюю фазу суббореального периода на о. Сахалин показала разную величину снижения средних годовых температур воздуха по сравнению с современными, составившую не менее 0,8–1,8°C на севере и 3–4°C – на юге острова. Среднее годовое количество атмосферных осадков было на 40–140 мм меньше их современной суммы. Раннесуббореальное похолодание являлось одним из наиболее серьезных ухудшений климатических условий Сахалина в голоцене, уступавшим лишь более суровым и сухим минимумам второй половины предбореального и конца бореального периодов (Микишин и др., 2010). Темнохвойные леса с лиственницей, березами и широколиственными деревьями, произраставшие на севере острова в конце атлантического периода голоцена, сменились лесотундрой и редкостойными лиственничниками с широким развитием фригидных кустарников. На юге темнохвойная тайга, аналогичная современной на севере средней части острова, вытеснила широколиственные леса из ильма и дуба, преобладавшие в позднеатлантическое время голоцена. Среднюю часть острова, вероятно, занимала светлохвойная лиственничная тайга. Смещение растительных поясов Сахалина в южном направлении, как показывает расположение северной границы темнохвойной тайги в наше время (50°51' с. ш.) и в раннем суббореале (48° с. ш.,

район перешейка Поясок), составило примерно 250–300 км. В лесах часто возникали пожары, что подтверждается обилием древесных угольков в палеопочвенных горизонтах. На юго-восточных, как, вероятно, и других песчаных побережьях острова, во время морской регрессии, вызванной похолоданием климата, активизировались эоловые процессы и сформировались протяженные дюнные пояса.

Авторы выражают благодарность д. и. н. А. А. Василевскому (Сахалинский госуниверситет), выполнившему полевое описание разреза «Чайво-6» и передавшему для изучения образцы отложений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Дальневосточного отделения Российской академии наук (проект 15-1-2-063).

ЛИТЕРАТУРА

Александрова А. Н. Плейстоцен Сахалина. – М. : Наука, 1982. – 192 с.

Александрова А. Н., Бровко П. Ф. О суббореальном периоде северного Сахалина // ДАН СССР. – 1979. – Т. 246, № 6. – С. 1478–1481.

Андреев А. А., Климанов В. А., Сулержницкий Л. Д. История растительности и климата центральной Якутии за последние 11 000 лет // Геохронология четвертичного периода. – М. : Наука, 1992. – С. 112–117.

Белов А. В., Безрукова Е. В., Соколова Л. П. и др. Растительность Прибайкалья как индикатор глобальных и региональных изменений природных условий северной Азии в позднем кайнозое // География и природ. ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 5–18.

Белянин П. С. Развитие геосистем бассейна р. Бикин (Дальний Восток) в среднем и позднем голоцене // Там же. – 2013. – № 1. – С. 105–111.

Бляхарчук Т. А. Последлениковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным спорово-пыльцевого анализа болотных и озерных отложений) : автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Томск, 2010. – 43 с.

Волкова В. С. Палинологические и радиоуглеродные характеристики верхнечетвертичных отложений Западно-Сибирской равнины // Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и Дальнего Востока (палинологическая и радиоуглеродная база данных). – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2002. – С. 196–256.

Гвоздева И. Г., Микишин Ю. А. Стратиграфия и палеогеография голоцена юго-западного Сахалина // Естеств. и техн. науки. – 2008. – № 3. – С. 177–183.

Голубева Ю. В. Климат и растительность голоцена на территории Республики Коми // Литосфера. – 2008. – № 2. – С. 124–132.

Данько Л. В., Безрукова Е. В., Орлова Л. А. Реконструкция развития геосистем Приморского хребта во второй половине голоцена // География и природ. ресурсы. – 2009. – № 3. – С. 48–55.

Короткий А. М. Палинологические характеристики и радиоуглеродные датировки верхнечетвертичных отложений Российского Дальнего Востока (низовье р. Амур, Приморье, о. Сахалин, Курильские острова) // Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и Дальнего Востока (палинологическая и ра-

диоуглеродная база данных). – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2002. – С. 257–369.

Короткий А. М., Разжигаева Н. Г., Мохова Л. М. и др. Береговые дюны – индикатор глобальных похолоданий (о. Кунашир, Курильские острова) // Тихоокеан. геол. – 1996. – Т. 15, № 1. – С. 53–59.

Крестов П. В., Баркалов В. Ю., Таран А. А. Ботанико-географическое районирование острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин : Материалы междунар. Сахалин. проекта. – Владивосток : Дальнаука, 2004. – Ч. 1. – С. 67–92.

Кулаков А. П., Никольская В. В., Федорова Р. В. О развитии ландшафтов юго-западного Сахалина // Изв. ВГО. – 1973. – Т. 105, № 2. – С. 133–141.

Ляцевская М. С., Ганзей К. С. Развитие природной среды центральной части о. Итуруп в среднем – позднем голоцене (Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2011. – № 1. – Вып. 17. – С. 120–130.

Микишин Ю. А. Геоморфология берегов залива Терпения (о. Сахалин) // Береговая зона дальневосточных морей. – Л. : Изд-во ГО СССР, 1991. – С. 69–84.

Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Эволюция природы юго-восточной части острова Сахалин в голоцене. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 1996. – 130 с.

Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Стратиграфия отложений и палеогеография побережья северо-восточного Сахалина в голоцене // Науч. обозрение. – 2006. – № 3. – С. 4–15.

Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. – 162 с.

Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Палеогеография побережья зал. Ольга (Восточное Приморье) в среднем голоцене // Актуальные проблемы гуманитарных и естеств. наук. – 2012. – № 10. – С. 325–334.

Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Средний – поздний голоцен Северо-Сахалинской равнины // Russian journal of Earth Sciences. – 2013. – № 2 (14). – С. 97–108 [Электрон. ресурс].

Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г., Петренко Т. И. Ранний голоцен Сахалина // Актуальные проблемы гуманитарных и естеств. наук. – 2010. – № 12 (14). – С. 432–437.

Морские террасы и четвертичная история шельфа Сахалина / А. М. Короткий, В. С. Пушкарь, Т. А. Гребенникова, Н. Г. Разжигаева, Л. П. Караулова, Л. М. Мохова, Л. А. Ганзей, М. В. Черепанова, В. Б. Базарова, В. Г. Волков, Н. Н. Ковалюх ; Тихоокеан. ин-т географии ДВО РАН. – Владивосток : Дальнаука, 1997. – 195 с.

Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – Вып. 34. – Ч. 1–6. – Сер. 3. Многолетние данные. – 352 с.

Павлюткин Б. И., Пушкарь В. С., Белянина Н. И. и др. Голоценовые отложения бассейна р. Раздольной (юго-западное Приморье) // Палеогеографические рубежи и методы их изучения. – Владивосток : Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1984. – С. 43–53.

Палеопалинология. Методика палеопалинологических исследований и морфология некоторых ископа-

емых спор, пыльцы и других растительных микрофоссилий. – Л. : Недра, 1966. – 352 с. – (Тр. ВСЕГЕИ ; нов. сер., вып. 141).

Развитие природной среды юга Дальнего Востока (поздний плейстоцен – голоцен) / А. М. Короткий, С. П. Плетнев, В. С. Пушкарь, Гребенникова Т. А., Разжигаева Н. Г., Сахобгареева Е. Д., Мохова Л. М. – М. : Наука, 1988. – 240 с.

Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Гребенникова Т. А. и др. Торфяник о. Кетой – опорный разрез среднего – позднего голоцена Центральных Курил // Тихоокеан. геол. – 2009. – Т. 29, № 6. – С. 65–80.

Разжигаева Н. Г., Мохова Л. М., Зарецкая Н. Е. Климатическая ритмика и этапы развития ландшафтов побережья залива Терпения (остров Сахалин) в голоцене : докл. междунар. APN-START симп. по изучению глобальных изменений в Сев.-Вост. Азии. – Владивосток : Дальнаука, 2005. – С. 126–144.

Рыбаков В. Ф. Литодинамика охотоморского шельфа о. Сахалина // Береговая зона дальневосточных морей. – Л. : Изд-во ГО СССР, 1991. – С. 85–97.

Справочник по климату СССР. – Вып. 34. – Сахалинская область.

Ч. II. Температура воздуха и почвы. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 198 с.

Ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Л. : Гидрометеиздат, 1968. – 172 с.

Толмачев А. И. Геоботаническое районирование острова Сахалин. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1955. – 78 с.

Харкевич С. С., Качура Н. Н. Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана. – М. : Наука, 1981. – 234 с.

Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. – М. : Наука, 1977. – 199 с.

Хотинский Н. А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. К XII конгрессу ИНКВА (Канада, 1987 г.). – М. : Наука, 1987. – С. 39–45.

Arslanov Kh. A., Saveljeva L. A., Gey N. A. et al. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of northwestern Russia during the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. – 1999. – Vol. 41, No. 1. – P. 25–45.

Arslanov Kh. A., Saveljeva L. A., Klimanov V. A. et al. New data on chronology of landscape-paleoclimatic stages in northwestern Russia during the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. – 2001. – Vol. 43, No. 2B. – P. 581–594.

Bazarova V. B., Mokhova L. M., Klimin M. A., Gvozdeva I. G. ¹⁴C Chronology of Late Pleistocene-Holocene events in the Nizhnee Priamurye (Southeast Russia) // Radiocarbon. – 2003. – Vol. 45, No. 1. – P. 25–32.

Bazarova V. B., Mokhova L. M., Klimin M. A., Kopoteva T. A. Vegetation development and correlation of Holocene events in the Amur basin, NE Eurasia // Quaternary International. – 2011. – Vol. 237. – P. 83–92.

Demske D., Heumann G., Granoszewski W. et al. Late glacial and Holocene vegetation and regional climate variability evidenced in high-resolution pollen records from Lake Baikal // Global and Planetary Change. – 2005. – Vol. 46. – Is. 1–4. – P. 255–279.

Hirai Y. Geomorphological features and development of the maritime coastal lakes in Japan // *Geographical review of Japan*. – 1989. – Vol. 62. – A-2. – P. 145–159.

Igarashi Y., Zharov E. Climate and vegetation change during the Late Pleistocene and Early Holocene in Sakhalin and Hokkaido, Northeast Asia // *Quaternary International*. – 2011. – Vol. 237. – Is. 1–2. – P. 24–31.

Igarashi Y., Sagayama T., Higake T., Fukuda M. Late Quaternary environmental change in Central and North Sakhalin, Russia // *Journal of Geography*. – 2000. – Vol. 109 (2). – P. 165–173.

Поступила в редакцию 02.11.2017 г.

Razjigaeva N. G., Ganzey L. A., Grebennikova T. A. et al. Holocene Climatic Changes and Vegetation Development in the Kuril Islands // *Quaternary International*. – 2013. – Vol. 290–291. – P. 126–138.

Weninger B., Jöris O., Danzeglocke U. Cologne radiocarbon calibration & paleoclimate research package. CALPAL_A (Advanced) in the Ghost of Edinburgh Edition, 2002. – Universität zu Köln, Institut für Urund Frühgeschichte, Radiocarbon Laboratory. – Weyertal 125, D-50923. – Köln, 2007 [Электрон. ресурс].

EARLY SUBBOREAL OF SAKHALIN

Yu. A. Mikishin, I. G. Gvozdeva

New palynological and radiocarbon data permitted to specify chronology, and landscape-climatic characteristics in the early Subboreal period of Holocene in Sakhalin Island. Paleoclimatic evaluation showed more severe and dry climatic conditions about 4500–4200 yrs. BP / 5200–4700 Cal. yrs. BP than those in the Holocene optimum and in the modern time. In the north of the island, it caused the replacement of larch forests and dark coniferous forests with larch, birch trees, broadleaf species, growing at the end of the Atlantic period, by shrubby thickets of birch, dwarf pine, and alder with larch trees. Forest-tundra occupied not only the sea coast, as at present, but also, perhaps, a large part of the North Sakhalin plain along with sparse larch areas. In the south of Sakhalin Island, deciduous broad-leaved forests, which had prevailed in the late Atlantic period, yielded to spruce-fir forests, now abundant in the north of the middle part of the island. The temperature fall was one of the Holocene's gravest climatic deteriorations in Sakhalin, except for colder and drier minimums of the second half of the pre-Boreal and the late Boreal periods. Mean annual air temperature reduced by 0.8–1.8°C in the north and 3–4°C in the south of the island comparing with modern epoch. Mean precipitation was 40–140 mm lower than the modern one. Forest fires were frequent, which is confirmed by a high content of charcoal pieces in buried soils. Long dune belts were formed on the Sakhalin coast after dereliction caused by a regression of the Sea of Okhotsk.

Keywords: Holocene, pollen assemblage, pollen spectrum, radiocarbon dating, paleolandscape, paleoclimate, buried soil.

REFERENCES

- Alexandrova, A. N., 1982, The Pleistocene of Sakhalin, Moscow, Nauka [In Russian].
- Alexandrova, A. N., Brovko, P. F., 1979, On the Subboreal Period of Northern Sakhalin, *DAN USSR*, vol. 246, no. 6, pp. 1478–1481 [In Russian].
- Andreev, A. A., Klimanov, V. A., Sulerzhitsky, L. D., 1992, History of Vegetation and Climate of Central Yakutia for the Last 11,000 years, *Geochronology of the Quaternary*, Moscow, Science, pp. 112–117 [In Russian].
- Belov, A. V., Bezrukova, E. V., Sokolova, L. P. et al., 2006, Vegetation of the Baikal Region as an Indicator of Global and Regional Changes in Natural Conditions of North Asia in the Late Cenozoic, *Geography and Natural Resources*, no. 3, pp. 5–18 [In Russian].
- Belyanin, P. S., 2013, Development of Geosystems in the Bikin R. Area (Far East) in the Middle and Late Holocene, *Geography and Natural Resources*, no. 1, pp. 105–111 [In Russian].
- Blyakharchuk, T. A., 2010, Post-Glacial Dynamics of the Vegetation Cover of the West Siberian Plain and the Altai-Sayan Mountain Region (According to Data from the Spore-Pollen Analysis of Bog and Lake Sediments), Doct. Dis. Tomsk [In Russian].
- Volkova, V. S., 2002, Palynological and Radiocarbon Characteristics of the Upper Quaternary Sediments of the West Siberian Plain. Late Quaternary Vegetation and Climates of Siberia and the Far East (Palynological and Radiocarbon Database), Magadan, Izd-vo SVNTS DVO RAN, pp. 196–256 [In Russian].
- Gvozdeva, I. G., Mikishin, Yu. A., 2008, Stratigraphy and Paleogeography of the Holocene of Southwestern Sakhalin, *Natural and Technical Science*, no. 3, pp. 177–183 [In Russian].
- Golubeva, Yu. V., 2008, The Climate and Vegetation of the Holocene on the Territory of the Komi Republic, *Lithosphere*, no. 2, pp. 124–132 [In Russian].
- Danko, L. V., Bezrukova, E. V., Orlova, L. A., 2009, Reconstruction of the Development of the Geosystems of the Primorsky Range in the Second Half of the Holocene, *Geography and Natural Resources*, no. 3, pp. 48–55 [In Russian].
- Korotkiy, A. M., 2002, Palynological Characteristics and Radiocarbon Dating of the Upper Quaternary Sediments of the Russian Far East (Lower Reaches of the Amur River, Primorye, Sakhalin Island, Kuril Islands), Late Quaternary Vegetation and Climates of Siberia and

the Far East (Palynological and Radiocarbon Database), Magadan, Izd-vo SVNTS DVO RAN, pp. 257–369 [In Russian].

Korotkiy, A. M., Razzhigaeva, N. G., Mokhova, L. M. et al., 1996, Coastal Dunes – an Indicator of Global Cooling (Kunashir Island, Kuril Islands), *Pacific. geol.*, vol. 15, no. 1, pp. 53–59 [In Russian].

Krestov, P. V., Barkalov, V. Yu., Taran, A. A., 2004, Botanic-geographical Regionalization of Sakhalin Island, Vegetable and Animal Life of Sakhalin Island: Materials of the Intern. Sakhalin. Project, Vladivostok : Dalnauka, part 1, pp. 67–92 [In Russian].

Kulakov, A. P., Nikolskaya, V. V., Fedorova, R. V., 1973, On the Development of Landscapes of Southwestern Sakhalin. *Izv. VGO*, vol. 105, no. 2, pp. 133–141 [In Russian].

Lyashchevskaya, M. S., Hansei, K. S., 2011, Development of the Natural Environment of the Central Part of Iturup in the Middle – Late Holocene (the Kuril Islands), *Vestnik KRAUNTS, Earth sciences*, no. 1, issue 17, pp. 120–130 [In Russian].

Mikishin, Yu. A., 1991, Geomorphology of the Shores of the Terpeniya Bay (Sakhalin Island), Coastal zone of the Far Eastern seas, L., Izd-vo GO USSR, pp. 69–84 [In Russian].

Mikishin, Yu. A., Gvozdeva, I. G., 1996, Evolution of the Nature of the Southeastern Sakhalin Island in the Holocene, Vladivostok : Publishing House of the Far East, University [In Russian].

Mikishin, Yu. A., Gvozdeva, I. G., 2006, Stratigraphy of Sediments and Paleogeography of the Coast of Northeastern Sakhalin in the Holocene, Nauchnoe Obozreniye, no. 3, pp. 4–15 [In Russian].

Mikishin, Yu. A., Gvozdeva, I. G., 2009, Subfossil Spore-Pollen Complexes of Sakhalin and Adjacent Territories, Vladivostok : Izd-vo Dal'nevost. un-ta [In Russian].

Mikishin, Yu. A., Gvozdeva, I. G., 2012, Coastal Paleogeography of Olga Bay (Eastern Primorye) in the Middle Holocene, *Aktualnyye Problemy Gumanitarnykh i Yestestv. Nauk*, no. 10, pp. 325–334 [In Russian].

Mikishin, Yu. A., Gvozdeva, I. G., 2013, Middle – Late Holocene of the North-Sakhalin Plain, *Russian Journal of Earth Sciences*, no. 2 (14), pp. 97–108 [Electron. resource] [In Russian].

Mikishin, Yu. A., Gvozdeva, I. G., Petrenko, T. I., 2010, The Early Holocene of Sakhalin // *Aktualnyye Problemy Gumanitarnykh i Yestestv. Nauk*, no. 12 (14), pp. 432–437 [In Russian].

Marine terraces and the Quaternary history of the Sakhalin shelf / A. M. Korotkii, V. S. Pushkar, T. A. Grebennikova, N. G. Razzhigaeva, L. P. Karaulova, L. M. Mokhova, L. A. Hansei, M. V. Cherepanova, V. B. Bazarova, V. G. Volkov, N. N. Kovalyukh, 1997, Pacific. Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok : Dalnauka [In Russian].

Scientific and Applied Handbook on the Climate of the USSR, L. : Gidrometeoizdat, 1990, issue. 34, part 1–6, ser. 3, Long-term Data [In Russian].

Pavlyutkin, B. I., Pushkar, V. S., Belyanina, N. I. et al., 1984, Holocene Deposits of the Razdolnaya River Basin (Southwestern Primorye) Paleogeographic Boundaries and Methods for Their Study, Vladivostok : Izd-vo DVNTS AN SSSR, pp. 43–53 [In Russian].

Paleopalinology. The Methodology of Paleopalinological Studies and the Morphology of Some Fossil Spores, Pollen and Other Plant Microfossils, L. : Nedra, 1966 (TR, VSEGEI, new ser., Issue 141) [In Russian].

Development of the Natural Environment of the South of the Far East (late Pleistocene-Holocene) / A. M. Korotkii, S. P. Pletnev, V. S. Pushkar, T. A. Grebennikova, N. G.

Razhigaeva, Sahebgareyeva E. D., L. M. Mokhova, M. : Nauka, 1988 [In Russian].

Razzhigaeva, N. G., Mokhova, L. M., Zaretskaya, N. E., 2005, Climatic Rhythms and Stages of Developing Landscapes of the Terpeniya Bay Coasts (Sakhalin Island) in the Holocene: Dokl. Intern. APN-START Simp. on the Study of Global Changes in the North-East. Asia, Vladivostok : Dalnauka, pp. 126–144 [In Russian].

Rybakov, V. F., 1991, Lithodynamics of the Okhotsk Shelf. Sakhalin. Coastal Zone of the Far Eastern seas, L. : Izd-vo GO SSSR, pp. 85–97.

Reference Book on the Climate of the USSR. Вып. 34. Sakhalin Oblast.

Part II. Air and Soil Temperature, L. : Gidrometeoizdat, 1970 [In Russian].

Part IV. Humidity, Atmospheric Precipitation, Snow Cover, L. : Gidrometeoizdat, 1968 [In Russian].

Tolmachev, A. I., 1955, Geobotanical Zoning of the Sakhalin Island, M. ; L. : Izd-vo AN SSSR [In Russian].

Kharkevich, S. S., Kachura, N. N., 1981, Rare Plant Species of the Soviet Far East and their Protection, M. : Nauka [In Russian].

Khotinsky, N. A., 1977, The Holocene of Northern Eurasia, M. : Nauka [In Russian].

Khotinskii, N. A., 1987, Radiocarbon Chronology and Correlation of Natural and Anthropogenic Boundaries of the Holocene, New Data on the Geochronology of the Quaternary Period. To the XII Congress of INQUA (Canada, 1987), M. : Nauka, pp. 39–45 [In Russian].

Arslanov, Kh. A., Saveljeva, L. A., Gey, N. A. et al., 1999, Chronology of Vegetation and Paleoclimatic Stages of Northwestern Russia During the Late Glacial Period and in the Holocene. *Radiocarbon*, vol. 41, no. 1, pp. 25–45.

Arslanov, Kh. A., Saveljeva, L. A., Klimanov, V. A. et al., 2001, New Data on Chronology of Landscape-Paleoclimatic Stages in Northwestern Russia During the Late Glacial Period and in the Holocene, *Radiocarbon*, vol. 43, no. 2B, pp. 581–594.

Bazarova, V. B., Mokhova, L. M., Klimin, M. A., Gvozdeva, I. G., 2003, ¹⁴C Chronology of the Late Pleistocene-Holocene Events in the Nizhnee Priamurye (South-east Russia). *Radiocarbon*, vol. 45, no. 1, pp. 25–32.

Bazarova, V. B., Mokhova, L. M., Klimin, M. A., Kopteva, T. A., 2011, Vegetation Development and Correlation of Holocene Events in the Amur Basin, NE Eurasia, *Quaternary International*, vol. 237, pp. 83–92.

Demske, D., Heumann, G., Granoszewski, W. et al., 2005, Late Glacial and Holocene Vegetation and Regional Climate Variability Evidenced in High-Resolution Pollen Records from Lake Baikal, *Global and Planetary Change*, vol. 46, is. 1–4, pp. 255–279.

Hirai, Y., 1989, Geomorphological Features and Development of the Maritime Coastal Lakes in Japan, *Geographical review of Japan*, vol. 62, a-2, pp. 145–159.

Igarashi, Y., Zharov, E., 2011, Climate and Vegetation Change During the Late Pleistocene and Early Holocene in Sakhalin and Hokkaido, Northeast Asia, *Quaternary International*, vol. 237, is. 1–2, pp. 24–31.

Igarashi, Y., Sagayama, T., Higake, T., Fukuda, M., 2000, Late Quaternary Environmental Change in Central and North Sakhalin, Russia, *Journal of Geography*, vol. 109 (2), pp. 165–173.

Razhigaeva, N. G., Ganzey, L. A., Grebennikova, T. A. et al., 2013, Holocene Climatic Changes and Vegetation Development in the Kuril Islands, *Quaternary International*, vol. 290–291, pp. 126–138.

Weninger, B., Jöris, O., Danzeglocke, U., 2002, Cologne Radiocarbon Calibration & Paleoclimate Research Package, CALPAL_A (Advanced) in the Ghost of Edinburgh Edition, Universitat zu Köln, Institut für