

УДК 551.89:551.794 (571.63)

ГОЛОЦЕН ПОБЕРЕЖЬЯ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИМОРЬЯ

Микишин Ю.А.¹, Петренко Т.И.¹, Гвоздева И.Г.¹, Попов А.Н.², Кузьмин Я.В.³,
Раков В.А.⁴, Горбаренко С.А.⁴

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток (yurimikishin@fegi.ru)

²Дальневосточный государственный университет, Владивосток

³Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск

⁴Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток

Комплексное изучение отложений с широким применением радиоуглеродного датирования (79 дат) позволило подробно рассмотреть эволюцию природы морского побережья юго-западного Приморья в среднем-позднем голоцене. 7350–7150 календарных лет назад: относительное похолодание, близкое к параметрам современного климата. Распространение дубовых и кедрово-широколиственных лесов. 7100–6600 л.н.: интенсивное потепление климата. Развитие дубовых лесов с большим участием граба, ореха, ильма. 6600–6450 л.н.: похолодание, близкое к современным условиям. Снижение роли дубовых и распространение ольхово-берёзовых лесов. 6450–6000 л.н.: значительное потепление – термический максимум голоцена. Появление дубово-грабовых лесов. Кульминация послеледниковой трансгрессии Японского моря. 6000–5500 л.н.: относительное похолодание. Распространение дубовых и ольховых лесов. 5500–5000 л.н.: потепление заключительных моментов поздней фазы атлантического периода (прохладнее и влажнее, чем в оптимальные отрезки). Появление на побережье настоящих полидоминантных широколиственных лесов (*Quercus*, *Juglans*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Syringa*, *Tilia*). В горных хвойно-широколиственных лесах – значительное возрастание роли корейского кедра. 5000–4700 л.н.: сильное похолодание раннего суббореала. Распространение берёзовых лесов. Регрессия Японского моря. 4700–4100 л.н.: умеренное потепление климата. Восстановление на побережье многопородных широколиственных лесов с преобладанием дуба, близких к современным, в горах – хвойно-широколиственной формации. 4100–3700 л.н.: интенсивное потепление, обеспечившее формирование дубовых лесов с широким участием граба. 3700–3600 л.н.: относительное похолодание климата, обусловившее формирование многопородных широколиственных лесов. 3400–3200 л.н.: климат холоднее современного, вызвавший распространение мелколиственных и хвойных лесов. 3000–2700 л.н.: восстановление климата и ландшафтов, близких к современным. 2700–2600 л.н.: климат намного холоднее нынешнего. Распространение ольхово-берёзовых лесов и луговой растительности. 2600–2300 л.н.: становление климатические условия немного прохладнее современных. Развитие ольховых и распространение дубовых лесов. 2300–1800 л.н.: климат теплее и, вероятно, суше современного, определивший сокращение лесопокрываемых территорий. Распространение многопородных широколиственных лесов с преобладанием дуба. 1800–1700 л.н.: потепление и увеличение влажности климата. Настоящие полидоминантные широколиственные и ольховые леса. 1700–1300 л.н.: сильное похолодание и иссушение климата. Снижение лесистости побережья, распространение разнотравных лугов и ольховых лесов. 1300–800 л.н.: значительное улучшение климатических условий. Восстановление многопородных широколиственных лесов современного облика. 800–500 л.н.: климат немного прохладнее и влажнее нынешнего. Развитие дубовых и берёзовых лесов. 500–150 л.н.: климат холоднее и суше современного – последняя фаза малого ледникового периода. Снижение роли широколиственных деревьев, распространение ольхово-берёзовых лесов и луговых ландшафтов.

Ключевые слова: стратиграфия, ландшафтно-климатические изменения, спорово-пыльцевые комплексы, диатомы, радиоуглеродное датирование, палеорастительность, палеоклимат.

HOLOCENE OF THE COAST OF SOUTH WESTERN PRIMORYE

Mikishin Yu.A.¹, Petrenko T.I.¹, Gvozdeva I.G.¹, Popov A.N.², Kuzmin Ya.V.³,
Rakov V.A.⁴ and Gorbarenko S.A.⁴

¹Far East Geological Institute Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch, Vladivostok, Russia (yurimikishin@fegi.ru)

²Far Eastern State University, Vladivostok, Russia

³Institute of Geology and Mineralogy Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk, Russia

⁴Pacific Oceanological Institute Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch, Vladivostok, Russia

A comprehensive study of sediments with extensive use of radiocarbon dating (79 dates) made it possible to examine in detail the evolution of the nature of the sea coast of southwestern Primorye in the Middle to Late Holocene. 7350–7150 Cal.yr.BP: relative cooling, close to the parameters of the modern climate. Distribution of oak and cedar-deciduous forests. 7100–6600 Cal.yr.BP: intense climate warming. Development of oak forests with a large participation of hornbeam, walnut, elm. 6600–6450 Cal.yr.BP: cooling close to modern conditions. Decrease in the role of oak and the spread of alder-birch forests. 6450–6000 Cal.yr.BP: significant warming – thermal maximum of the Holocene. The emergence of oak and hornbeam forests. The culmination of the postglacial transgression of the Sea of Japan. 6000–5500 Cal.yr.BP: relative cooling. Distribution of oak and alder forests. 5500–5000 Cal.yr.BP: warming of the final moments of the Late Atlantic Period (cooler and wetter than in the optimal phases). The emergence of true polydominant broad-leaved forests on the coast (*Quercus*, *Juglans*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Syringa*, *Tilia*). In the mountainous coniferous/broad-leaved deciduous forests, the role of the Korean pine has significantly increased. 5000–4700 Cal.yr.BP: Strong cooling of the Early Subboreal Period. Distribution of birch forests. Regression of the Sea of Japan. 4700–4100 Cal.yr.BP: moderate climate warming. Restoration of multi-species broad-leaved forests with oak predominance on the coast, close to modern ones, in the mountains – coniferous/broad-leaved formation. 4100–3700 Cal.yr.BP: intense warming, which provided the formation of oak forests with a wide participation of hornbeam. 3700–3600 Cal.yr.BP: relative cooling, which led to the formation of multi-species broad-leaved forests with oak predominance appearance. 3400–3200 Cal.yr.BP: the climate is colder than modern, which caused the spread of small-leaved and coniferous forests. 3000–2700 Cal.yr.BP: restoration of climate and landscapes close to modern ones. 2700–2600 Cal.yr.BP: the climate is much colder than the present one. Distribution of alder-birch forests and meadow vegetation. 2600–2300 Cal.yr.BP: the formation of climatic conditions is slightly cooler than modern ones. Development of alder and distribution of oak forests. 2300–1800 years ago: the climate is warmer and, probably, drier than modern, which determined the reduction of forested areas. Distribution of multi-species broad-leaved forests with oak predominance. 1800–1700 Cal.yr.BP: warming and increasing climate humidity. True polydominant broadleaved and alder forests. 1700–1300? Cal.yr.BP: Severe cooling and drying of the climate. Decrease in forest cover on the coast, spread of forbs meadows and alder forests. 1300–800? Cal.yr.BP: significant improvement in climatic conditions. Restoration of multi-species broad-leaved forests of modern appearance. 800–500 Cal.yr.BP: the climate is slightly cooler and more humid than the present one. Development of oak and birch forests. 500–150 Cal.yr.BP: the climate is colder and drier than modern – the last phase of the Little Ice Age. Decrease in the role of broad-leaved trees, distribution of alder-birch forests and meadow landscapes.

Key words: stratigraphy, landscape-climatic change, pollen assemblage, diatoms, radiocarbon dating, paleovegetation, paleoclimate.

За длительный, около 40 лет, период исследования побережья Японского моря были освещены различные вопросы стратиграфии четвертичных отложений, палеогеографии, литологии (Караулова и др., 1973; Короткий, Караулова, 1975; Алексеев, 1978; Троицкая и др., 1978; Короткий и др., 1980; Марков, 1983; Пушкарь, 1979; Павлюткин и др., 1984; Развитие..., 1988; Короткий, Худяков, 1990; Короткий, 1994; Кузьмин, 1995; Гвоздева и др., 1997; Дальний Восток..., 1999; Павлюткин, Белянина, 2002; Mikishin et al., 2001; Микишин и др., 2002 а). При этом стратиграфия голоценовых отложений побережья и история его формирования в голоцене до сих пор оставалась недостаточно изученной, не отвечающей современным требованиям. В данной работе, на основе комплексного изучения отложений побережья юго-западного Приморья, с широким применением радиоуглеродного датирования, делается попытка поправить существующее в этой области положение.

Побережье юго-западного Приморья образовано аккумулятивными террасами голоценового возраста, примыкающими к низкогорным массивам и увалам (рис. 1). Ширина террасового пояса изменяется, в основном, от 300–400 м до 3–5 км – в долинах рек. В районах активной аккумуляции наносов, приуроченных к устьевым зонам крупных рек Туманной и Раздольной, его ширина возрастает до 20–40 км. Высота террас постепенно повышается от 1–2 м у берега моря, до 7–10 м вблизи тыловых окраин. Генезис террас изменяется от морского и аллювиально-морского до озёрного и аллювиально-болотного.

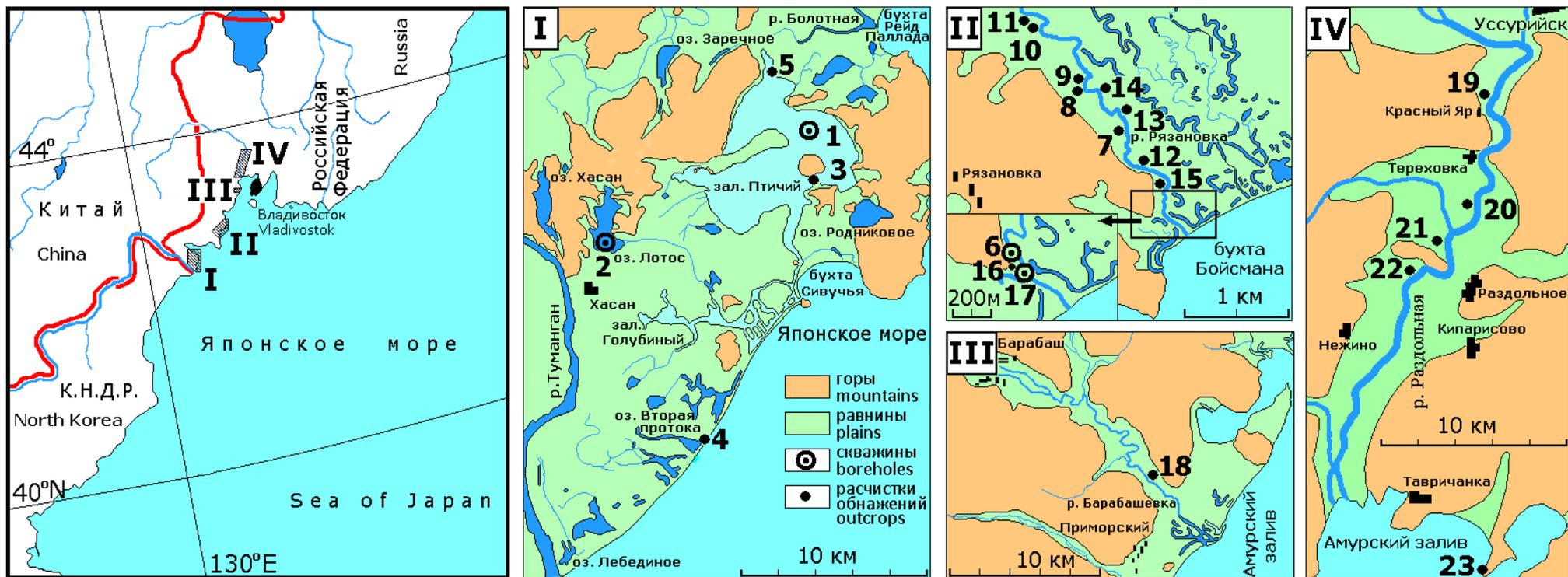


Рис. 1. Расположение изученных разрезов голоценовых отложений побережья юго-западного Приморья

Fig. 1. Location of the studied sections of Holocene sediments on the coast of Southwestern Primorye

I – Хасанское взморье: 1 – «Скв. Тальми», 2 – «Скв. Дорицине», 3 – «Лагерный», 4 – «Приметный холм», 5 – «5-метровая терраса оз. Тальми». II – Побережье бухты Бойсмана: 6 – «Скв. 3», 7 – «Пб-3», 8 – «Правый берег», 9 – «Правый берег-99», 10 – «Правый берег-036», 11 – «Дорога-98», «Дорога-2», 12 – «Левый берег-028», 13 – «Левый берег», 14 – «Лб-4», 15 – «Устричник-2», 16 – «Памятник-2», 17 – «Скв. 4». III – Побережье Амурского залива, долина р. Барабашевки: 18 – «Мангугай». IV – Побережье Амурского залива, долина р. Раздольной: 19 – «Раздольная-5», 20 – «Раздольная-13», 21 – «Раздольная-14», 22 – «Раздольная-19». 23 – «Тихий».

I – Khasanskye seaside: 1 – "Skv. Talmy", 2 – "Skv. Doritsine", 3 – "Lagernyi", 4 – "Prymetyi kholm", 5 – "5-metrovaya terrasa of the Talmy lake". II – Coast of Boisman Bay: 6 "Skv 3", 7 – "Pb-3", 8 – "Pravyy bereg", 9 – "Pravyy bereg-99", 10 – "Pravyy bereg-036", 11 – "Doroga-98", "Doroga-2", 12 – "Levyi bereg-028", 13 – "Levyi bereg", 14 – "Lb-4", 15 – "Ustrichnik-2", 16 – "Pamyatnik-2", 17 – "Skv. 4". III - Coast of the Amur Bay, valley of the Barabashevka river: 18 – "Mangugai". IV – Coast of the Amur Bay, valley of the Razdolnaya river: 19 – "Razdolnaya-5", 20 – "Razdolnaya-13", 21 – "Razdolnaya-14", 22 – "Razdolnaya-19". 23 – "Tikhiy".

Климат юго-западного Приморья умеренный муссонный, с холодным сухим зимним, и тёплым влажным летним периодами. Средняя температура января – самого холодного месяца колеблется от -10.2 – -10.6°C на побережье до -16.7° – вдали от берега моря. Средняя температура самого тёплого месяца (августа) составляет 19.9 – 21.0° . Средняя годовая температура изменяется от 5.2 – 5.7° на побережье, до 3.1° – в 10 – 20 км от берега моря. За год выпадает в среднем от 670 до 1050 мм осадков (Справочник..., 1966, 1968; Научно-прикладной..., 1988).

Растительный покров слагается из низкорослых дубняков, кустарниковых зарослей, вейниково-осоковых и разнотравно-злаковых лугов и болот. Преобладающий здесь лесной тип растительности занимает 65% территории (Валова, 1967). Многопородные широколиственные леса, сформированные на месте хвойно-широколиственных лесов, встречаются в Черных горах. Наиболее высокие (600 – 900 м), водораздельные участки гор заняты кедрово-широколиственными лесами с пихтой и елью.

Восстановление голоценовой истории побережья осуществлялось на основе комплексного изучения отложений, вскрытых скважинами и расчистками обнажений по берегам рек (рис. 1). Радиоуглеродный возраст отложений (79 дат) определялся в Дальневосточном госуниверситете (индекс «ДВГУ»), институте Геологии и минералогии СО РАН (индекс «СОАН»), Геологическом институте РАН (индекс «ГИН»), Ливерморской национальной лаборатории (индекс «СAMS»), университете штата Аризона (индекс «AA»), Океанографическом институте Вудс-Хол (индекс «OS»), США, а также Токийском университете (индекс «ТКа»). Стратиграфическое расчленение отложений проведено в соответствии с хронологическим эталоном периодизации голоцена – схемы Блитта-Сернандера-Нильсона, с уточнениями для северной Евразии (Хотинский, 1977, 1989; Хотинский и др., 1991).

Атлантический период.

Формирование современного облика побережья юго-западного Приморья началось в атлантическом периоде голоцена, когда уровень Японского моря приблизился к его современному положению. В более ранние отрезки времени, в пребореальном и бореальном периодах голоцена, уровень моря находился на 30 – 40 м ниже, что подтверждается отложениями, вскрытыми в основании разреза морского голоцена зал. Петра Великого (Караулова и др., 1973; Троицкая и др., 1978; Короткий и др., 1980; Kuzmin et al., 2004).

1. Наиболее древние отложения морского генезиса атлантического возраста на побережье юго-западного Приморья были обнаружены на западе бухты Бойсмана и в пределах Хасанского взморья (Mikishin et al., 2001; Микишин и др., 2002 а). Они трансгрессивно залегают на элювиально-делювиальных отложениях на абсолютных отметках -6.5 – -6.7 м в разрезе «Скв. 4» и верхнеплейстоценовых песках на отметках -4 – 7 м в разрезе «Скв. Дорицине» (рис. 1). Представлены тонкослоистыми алевритами и песками синевато-серого цвета, алеврито-пелитовыми илами, обогащёнными органическим веществом, с включением мелких обломков древесины, раковин моллюсков, остатками морских трав рода *Zostera*. Спорово-пыльцевые спектры отложений (комплекс I-1) характеризуются преобладанием древесной пыльцы, среди которой доминируют широколиственные породы: дуб (36 – 40%), ильм (7 – 8%), орех (5 – 7%), граб (2 – 4%), реже отмечаются лещина, липа и сирень (рис. 2). Пыльца мелколиственных деревьев представлена, в основном, березами (10 – 11%), хвойных – кедром корейским (19 – 21%), в меньшей степени сосной (3 – 7%), елью и пихтой. Спектры соответствуют распространению растительности, близкой к современной: дубовые леса на морском побережье и кедрово-широколиственные – на прилегающих горах. Лесистость территории была выше нынешней. Климатические условия эпизода были близки к современным. На

побережье происходило повышение уровня моря, что доказывается трансгрессивным залеганием лагунно-морских осадков. Состав комплекса близок к спорово-пыльцевым спектрам, характеризующим относительное похолодание климата середины атлантического периода голоцена в прилегающих районах побережья и шельфа Японского моря (Гвоздева и др., 1997; Кузьмина, Талденкова, 2000). Абсолютный возраст лагунно-морских осадков составляет около 7100–7350 л.н. (здесь и далее указан календарный возраст) (таблица). Время их накопления соответствует середине атлантического периода голоцена (подфаза АТ-2 а).

2. Более молодые атлантические отложения обнаружены на побережьях бухты Бойсмана (Mikishin et al., 2001) и Амурского залива (рис. 1, 2). В разрезе «Скв. 4» они представлены алеврито-пелитовыми илами синевато-серого цвета с гнездами среднезернистого песка (абсолютные отметки -1.1–6.5 м), «Скв. 3» – аналогичными илами с примесью остроугольного щебня и дресвы, обломков раковин моллюсков с преобладанием тихоокеанской устрицы, остатками морских трав рода *Zostera*, орехов, шипов и коры деревьев (интервал 2.0–3.0 м, абсолютные отметки -0.9–2.4 м). Они также трансгрессивно залегают на элювиально-делювиальных отложениях низкого увала. На побережье Амурского залива отложения этого возраста образованы алеврито-пелитовыми глинами черновато-синего цвета, с запахом сероводорода, с включением мелких веток и обломков древесины, кровля которых лежит на абсолютной высоте 0.3 м (разрез «Раздольная-13»). В составе спорово-пыльцевых спектров (комплекс I-2) преобладает пыльца широколиственных деревьев (60–74 %), в основном дуба, занимающего 30–52 % спектра (рис. 2). Содержание пыльцы других широколиственных деревьев ниже: ореха – 2–9 %, ильма и граба – 5–14 %, что в среднем в 1.5–3 раза, а последнего из них, наиболее термофильного, в 8.5 раз больше, нежели в современных спектрах морских осадков (Микишин и др., 2002 б). Спектры отвечают развитию на морском побережье дубовых лесов с большим участием граба, ореха, ильма. В горах снизилось значение хвойно-широколиственных лесов. Лесистость территории уменьшилась, приблизившись к современной. Климат стал намного теплее и влажнее современного. Обнаруженное потепление климата можно отнести к концу среднего атлантика, 6600–7100 л.н. (подфаза АТ-2b), что подтверждается радиоуглеродным датированием органических остатков (таблица).

Развитие послеледниковой трансгрессии привело к формированию многочисленных лагун в приустьевых участках рек. Повышение уровня Японского моря произошло примерно на 1 м выше современного, что подтверждается обнаружением погребённого пляжа у подножия увала на побережье бухты Бойсмана. Узкий гравийный пляж, перекрытый неолитическими культурными и средне-позднеголоценовыми склоновыми отложениями, лежит на высоте около 0.8–1.2 м над уровнем моря. Возраст пляжа, скорее всего, близок к возрасту перекрывающей его в тыловой части неолитической раковинной кучи Бойсманской культуры, нижний слой которой имеет радиоуглеродную дату около 6700 л.н. (Попов и др., 2002, таблица). На риасовом побережье Амурского залива образовался крупный залив-эстуарий, занявший долину нижнего течения р. Раздольной на расстояние до 30 км выше современного устья.

3. Интенсивное потепление климата конца среднего атлантика было прервано кратковременным похолоданием. Оно запечатлено на побережье бухты Бойсмана в верхнем слое лагунно-морских илов и перекрывающих их аллювиально-лагунных суглинков со щебнем, дресвой и гравием («Скв. 3» – интервал 1.70–2.0 м, абс. отметка кровли -0.5 м). Спорово-пыльцевые спектры отложений (комплекс I-3) фиксируют падение содержания пыльцы многих широколиственных деревьев и рост пыльцы мелколиственных и хвойных пород (рис. 2). Они отражают снижение роли дубовых формаций, распространение ольхово-берёзовых лесов на морском побережье и кедрово-

Радиоуглеродные датировки голоценовых отложений побережья юго-западного Приморья
Radiocarbon dating of Holocene sediments from the coast of Southwestern Primorye

№ п/п	Разрез, координаты	Географическое положение, геоморфологическая позиция	Глубина отбора, м	Материал	Лабораторный номер	¹⁴ C-дата, л.н.	Календарный возраст
I – Хасанское взморье I – Khasankoe seaside							
1	«Скв. Дорицине» N 42°26'50.8" E 130°38'48.0"	Юго-западная часть оз. «Лотос»	9.3	Раковина моллюска <i>Crassostrea gigas</i>	AA-36901	6760±40	7341±54
2		Там же	9.3	Древесина	AA-36956	6140±60	7048±89
3		Там же	6.1	Древесина	AA-36455	6250±40	7170±69
4		Там же	4.6	Растительный детрит	AA-37476	2145±35	2177±98
5	«Скв. Тальми» N 42°31'21.9" E 130°45'01.1"	Северо-западная часть зал. Птичий, траверз п-ова Лагерный	11.9	Раковина моллюска	CAMS-33129	4870±50	5164±99
6		Там же	11.75–11.80	Раковина <i>Anadara inaequalvis</i>	OS-2319	4760±30	4958±61
7		Там же	10.45	Раковина моллюска	CAMS-33130	5330±50	5699±58
8		Там же	3.25–3.30	Раковина <i>Anadara inaequalvis</i>	OS-2320	4770±30	4966±61
9		Там же	2.15	Раковина моллюска	CAMS-33131	4060±60	4035±88
10	«Лагерный» N 42°30'27.8" E 130°45'51.2"	Пересыпь перешейка п-ова Лагерный, зал. Птичий	0.6–0.7	Раковина <i>Crassostrea gigas</i>	AA-36382	3220±35	2969±58
11	«Приметный холм» N 42°22'30.9" E 130°45'07.5"	Аккумулятивная терраса абсолютной высотой 4 м на северном берегу оз. Вторая протока – берег Японского моря, в 10.6 км к юго-востоку от пос. Хасан.	3.7	Растительный детрит	CAMS-33395	1260±60	1184±74
12			2.61–2.71	Древесина	ГИН-8735	1120±40	1029±44
13			2.50–2.61	Органический ил	CAMS-37984	480±50	523±24
14			2.50–2.61	Органический ил	CAMS-37984	660±90	627±59

15			1.12–1.14	Раковины <i>Spisula sachalinensis</i>	ГИН-8736	280±70	316±121
16	«5-метровая терраса оз. Тальми» N 42°32'47.2" E 130°43'02.4"	Древний береговой вал абс. выс. 4 м на северном берегу зал. Птичий (Алексеев, 1978).	0.4–0.8	Раковины моллюсков	ГИН-739 а	5630±110	6056±124
17			0.4–0.8	Раковины моллюсков	ГИН-739 б	6000±130	6452±135
18		Там же (Кузьмин, 1995).	0.5	Раковина <i>Anadara subcrenata</i>	OS-3026	5320±45	5682±49
19			1.5	Раковина <i>A. subcrenata</i>	OS-3028	5360±35	5755±80
20	«Чурхад» N 42°37'52.0" E 130°47'40.8"	Коса Назимова, абс. выс. до 4 м, отчленяющая бухту Экспедиции от бухты Рейд Паллада. Северо- восточная часть, вблизи м. Астафьева.	0.5–0.6	Раковины <i>Spisula sachalinensis</i>	ДВГУ-190	1320±270	924±239
21	«Новгородская» N 42°37'59.0" E 130°56'51.5"	Древний береговой вал абс. выс. 2 м на западном берегу бухты Новгородская в 2.5 км к юго-западу от с. Кубанское.	0.35–0.39	Раковины моллюсков	СОАН-3788	2755±110	2491±161
II – Побережье бухт Бойсмана и Баклан II – Coast of Boisman and Baklan Bay							
1	«Скв. 3» N 42°47'25.3" E 131°16'35.7"	Аккумулятивная морская терраса абс. выс. 1.2 м в 400 м от берега моря.	0.65–0.80	Суглинок с растительным детритом	СОАН-3943	2510±45	2603±96
2			2.95–3.00	Древесная кора	АА-32673	5860±65	6670±83
3			3.05–3.10	Раковина <i>Crassostrea gigas</i>	АА-36383	6170±40	6601±52
4			3.15–3.20	Раковина моллюска	АА-32674	6600±55	7137±90
5			3.15–3.20	Орех (<i>Juglans</i>)	АА-32675	6195±60	7101±83
6	«Пб-3» N 42°47'51.1" E 131°16'21.9"	Аккумулятивная терраса абс. выс. 4 м на правом берегу р. Рязановка, в 1.28 км от берега моря.	2.70	Древесина	СОАН-4992	2995±60	3188±98
7			2.22–2.30	Торф	СОАН-4993	4900±70	5659±62
8	«Правый берег»	Аккумулятивная терраса	0.25–0.30	Торф	СОАН-3934	640±40	613±41

9	N 42°47'56.9"	абс. выс. 4.9 м на правом берегу р. Рязановка, в 1.6 км от берега моря.	0.60–0.65	Торф	СОАН-3935	2275±45	2266±69
10	E 131°16'12.2"		1.00–1.15	Торф	СОАН-5054	3715±60	4068±83
11			1.35–1.39	Торф	СОАН-3937	4225±50	4752±86
12			1.90–2.00	Торф	СОАН-3938	5125±45	5851±70
13	«Правый берег-99»	Аккумулятивная терраса абс. выс. 4.9 м на правом берегу р. Рязановка, в 1.6 км от берега моря.	0.92–0.97	Торф	СОАН-4148	2425±75	2529±133
14	N 42°47'57.6"		1.02–1.07	Торф	СОАН-4147	3345±70	3587±87
15	E 131°16'12.2"		1.10–1.15	Торф	СОАН-4146	3395±60	3650±77
16			2.15–2.20	Торф	СОАН-4144	4550±55	5198±107
17			2.45–2.50	Торф	СОАН-4145	5625±160	6446±167
18	«Дорога», «Дорога-2» N 42°48'22.4" E 131°15'44.1"	Аккумулятивная терраса абс. выс. 9.5 м на правом берегу р. Рязановка, в 2.55 км от берега моря.	0.93–0.96	Торф	СОАН-4996	875±30	816±62
19			1.07–1.10	Торф	СОАН-4997	2480±45	2570±107
20			1.39–1.42	Торф	СОАН-4998	3145±45	3377±46
21			1.51–1.54	Торф	СОАН-4999	3425±35	3691±48
22			2.20	Древесина	СОАН-4995	4560±35	5205±104
23			2.24–2.31	Торф	СОАН-5000	5150±50	5881±85
24	«Правый берег 036» N 42°48'21.9" E 131°15'49.4"	Аккумулятивная терраса абс. выс. 9.5 м на правом берегу р. Рязановка, в 2.5 км от берега моря.	3.50	Древесина	СОАН-6171	4740±90	5462±105
25	«Левый берег 028» N 42°47'39.2" E 131°16'25.9"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. выс. 2.5–3.0 м на левом берегу р. Рязановка, в 0.97 км от моря.	0.92–0.95	Торф	СОАН-6259	2530±75	2596±118
26			2.0–2.1	Древесина	СОАН-6173	3165±60	3393±57
27	«Левый берег» N 42°47'55.4" E 131°16'22.3"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. выс. 4.2 м на левом берегу р. Рязановка, в 1.5 км от берега моря.	2.78–2.83	Торф	СОАН-3939	1800±35	1739±56
28			2.95–3.00	Торф	СОАН-3940	2115±40	2092±55
29			2.95–3.00	Древесина	СОАН-3941	2200±35	2232±64
31			3.06–3.15	Растительный детрит	ТКа-13011	4810±70	5533±72
32		Та же терраса, в 20 м ниже по течению р. Рязановка.	2.30–2.33	Торф	СОАН-3942	1870±50	1808±60
33	«Лб-4» N 42°48'06.0" E 131°16'08.3"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. выс. 6.5 м на левом берегу р. Рязановка, в 1.84 км от берега моря.	3.20–3.25	Торф	СОАН-5004	2935±45	3100±79

34	«Обн. 39»	Аллювиально-лагунная терраса выс. 4 м в устье р. Рязановка, на правом берегу (Короткий и др., 1989; Голубева, Караулова, 1983).	0.80	Торф с древесными остатками	СОАН-285	1310±20	1245±38
35			2.10	Древесина	СОАН-286	2595±120	2653±161
36	Погребённый устричник-I N 42°47'23.3" E 131°16'37.3"	Старица р. Рязановка в 460 м от берега моря вблизи памятника «Бойсмана-2» (Кузьмин, 1995).	0.0–0.10	Раковины <i>Crassostrea gigas</i>	СОАН-3265	6100±55	6539±73
37	Погребённый устричник-II N 42°47'33.0" E 131°16'40.1"	Русло р. Рязановка, у правого берега, в 570 м от берега моря.	0.0–0.30	Раковины <i>Crassostrea gigas</i>	СОАН-4127	5575±80	6006±107
38			0.0–0.30	Раковина <i>Crassostrea gigas</i>	АА-36904	5080±40	5454±99
39	«Устричник-2» N 42°47'33.0" E 131°16'40.1"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. выс. 2.2 м, правый берег р. Рязановка, в 570 м от берега моря.	2.35–2.50	Раковины <i>Crassostrea gigas</i>	СОАН-5005	5835±115	6235±141
40	«Памятник-2» N 42°47'21.8" E 131°16'33.5"	Подножие увала абс. выс. 2–4 м, в 400 м от берега моря. Нижний слой раковинной кучи неолитической стоянки «Бойсмана-2» (Попов и др., 2002).	0.95–1.00	То же	СОАН-4143	6215±130	6671±156
41	«Адими» N 42°50'44.5" E 131°19'58.3"	Аллювиально-морская терраса отн. высотой 3 м на левом берегу р. Пойма, в 3.5 км от берега моря и в 4.8 км к юго-востоку от пос. Славянка.	2.6	Древесина	СОАН-4124	2000±50	1963±57
42		Там же, в 40 м выше по течению реки.	3.0	Древесина	СОАН-4125	2130±60	2151±113
43			1.9	Орех (<i>Juglans</i>)	АА-36915	1860±35	1799±51
<p>III – Побережье Амурского залива, долина р. Барабашевки III – Coast of the Amur Bay, valley of the Barabashvka river</p>							
1	«Мангугай» N 43°08'07.6" E 131°36'17.4"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. выс. 5 м на левом берегу р. Барабашевка, в 4.5 км от берега моря.	4.1	Древесина	СОАН-4128	5245±85	6050±108
2			4.1	Древесина	СОАН-4130	5490±75	6297±78
3			4.1	Древесина	АА-36446	5210±40	5968±33
4			4.5	Древесина	СОАН-4129	5380±65	6157±100

IV – Побережье Амурского залива, долина р. Раздольной
IV – Coast of the Amur Bay, valley of the Razdolnaya river

1	«Раздольная-5» N 43°42'24.5" E 131°56'15.3"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. выс. 10–12 м на правом берегу р. Раздольной, в 2 км к северо-востоку от с. Красный Яр, в 43.2 км от моря.	4.0	Древесный уголь	СОАН-5723	2830±35	2941±47
2			6.0	Древесина	СОАН-5724	5520±90	6318±87
3			6.05	Древесина	СОАН-5725	4030±85	4565±139
4	«Раздольная-13» N 43°27'23.3" E 131°50'38.0"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. выс. 6 м на правом берегу р. Раздольной, в 6 км выше моста у пос. Раздольное, в 30.8 км от моря.	6.1	Древесина	СОАН-5730	6135±90	7029±119
5	«Раздольная-14» N 43°35'03.3" E 131°53'45.1"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. выс. 5 м на правом берегу р. Раздольной, в 3.9 км выше моста у пос. Раздольное, в 29 км от моря.	4.2	Древесина	СОАН-5732	5070±80	5810±88
6			5.4	Древесина	СОАН-5731	5990±80	6841±97
7	«Раздольная-19» N 43°32'49.1" E 131°51'42.9"	Аккумулятивная аллювиально-морская терраса абс. Выс. 3.5 м на правом берегу р. Раздольной, в 2 км ниже моста у пос. Раздольное, в 24.2 км от моря.	1.95–1.98	Торф	СОАН-5736	3280±80	3523±90
8			2.30–2.33	Торф	СОАН-5734	3375±50	3619±63
9			3.4–3.7	Древесина и кора деревьев	СОАН-5733	4965±90	5740±107
10	«Тихий» N 43°15'45.8" E 131°58'17.1"	Аккумулятивная морская терраса на берегу Амурского залива абс. выс. 1.5 м севернее м. Тихий, пов. Де-Фриза.	0.8	Раковины <i>Crassostrea gigas</i>	ДВГУ-196	940±175	542±150
11			1.35–1.40	Раковины <i>Crassostrea gigas</i>	ДВГУ-197	1200±204	803±172

*Величина поправки на эффект резервуара для образцов морского генезиса принята в 370±26 лет (Kuzmin et al., 2001)
 The magnitude of the correction for the reservoir effect for samples of marine genesis was taken at 370±26 years.

**Калибровка радиоуглеродных датировок выполнена в программе *quickcal2007 ver.1.5* (<http://www.calpal-online.de>)
 Calibration of radiocarbon dating is performed in the program *quickcal2007 ver.1.5* (<http://www.calpal-online.de>)

широколиственных – в горах. Климатические условия приблизились к современным. Время относительного похолодания климата можно отнести к началу позднего атлантика (подфаза АТ-3 а). Абсолютный возраст события, скорее всего, укладывается в интервал между 6600 и 6450 л.н., что следует из результатов датирования как предшествовавшего, так и сменившего его потеплений.

4. Похолодание климата сменилось значительным потеплением, превышавшим параметры потепления конца среднего атлантика. На побережье бухты Бойсмана оно обнаружено в суглинках со щебнем и глинистых гравелистых песках серого цвета («Скв. 3» – 0.9–1.7 м, абс. отметка кровли 0.3 м), в слое низинного торфяника с включениями плохо окатанного гравия и мелкой уплощенной гальки алевролитов («Правый берег-99» – 2.4–2.5 м, абс. высота 2.4 м) и устричниках, погребённых в глинистых осадках низкой морской террасы. Первые из них накапливались в мелководной лагуне, сохранявшей постоянный водообмен с морем. Среди диатомовых водорослей преобладают солоноватоводно-морские (34–48 %) и солоноватоводные (13–37 %) формы (Mikishin et al., 2001). Слой низинного торфяника накапливался на низменном побережье той же лагуны, доступном для приливных вод. Последнее подтверждается составом диатомей, среди которых, кроме преобладающих пресноводных видов, в небольшом количестве присутствуют солоноватоводные таксоны: *Diploneis smithii* (2 %), *D. interrupta* (0.2 %), *Caloneis formosa* (0.2 %), *Achnanthes brevipes var. intermedia* (0.2 %), *Navicula peregrina* (0.2 %). На бухтовом побережье Амурского залива эта фаза потепления климата запечатлена в лагунных отложениях, залегающих в разрезе «Мангугай» на левом берегу р. Барабашевки, в 4.5 км от устья (рис. 1, таблица). Они представлены алевритовыми песками и алевритами тёмно-синего цвета с включением многочисленных стволов ореха (*Juglans*) и ясеня (определения древесины С.А. Снежковой, ДВГУ), веток, коры и листьев деревьев, залегающих в разрезе 5-метровой террасы на глубине 3.2–4.6 м (абс. отметка кровли 1.8 м). На риасовом побережье Амурского залива эстуарно-лагунные отложения, накапливавшиеся во время этой же фазы потепления климата, обнаружены в разрезе террас в долине нижнего течения р. Раздольной, в 43 км от устья (рис. 1). Представлены синевато-чёрными глинами, алевритами и алевритовыми песками с большим содержанием стволов и веток деревьев, кровля которых лежит на абсолютных отметках 5–7 м (разрез «Раздольная-5», таблица). Эстуарно-лагунные осадки имеют небольшую мощность (0.8–1.5 м), залегая в уступе 5–6-метровой террасы под пойменными отложениями мощностью 4–4.8 м.

Спорово-пыльцевые спектры отложений (комплекс I-4) характеризуются возрастанием роли пыльцы дуба (23–35 %, реже 42–48 %), ореха (3–12 %) и, особенно, тепло- и влаголюбивого граба, содержание которого повысилось до 6–16 % (рис. 2, 3). Количество пыльцы мелколиственных пород несколько уменьшилось: ольхи – 2–15 %, берёзы – от 2–8 до 16–21 %. Содержание пыльцы кедра (8–22 %) существенно не меняется. Спектры отвечают развитию на морском побережье лесов с преобладанием дуба и большим участием других широколиственных пород, в первую очередь граба, ореха и ясеня. В наиболее оптимальное время, около 6450 л.н., произрастали дубово-грабовые леса. В горах распространялись кедрово-широколиственные леса. Климатические условия стали теплее и влажнее как современных, так и предыдущих, существовавших в конце среднего-первой половине позднего атлантика – термический максимум голоцена. Абсолютный возраст оптимума укладывается в период 6000–6450 л.н. (подфаза АТ-3 б).

Аналогичные по составу комплексу I-4 спорово-пыльцевые спектры, описанные ранее в основании 3–5-метровой лагунной террасы в нижнем течении р. Барабашевки («барабашевские слои» стратиграфической схемы голоцена Приморья) были отнесены к первой половине атлантического периода голоцена (Короткий, Караулова, 1975; Короткий и др., 1980; Голубева, Караулова, 1983). Повторное радиоуглеродное датирование лагунных отложений этой террасы, убедительно доказывает позднеатлантическое время их формирова-

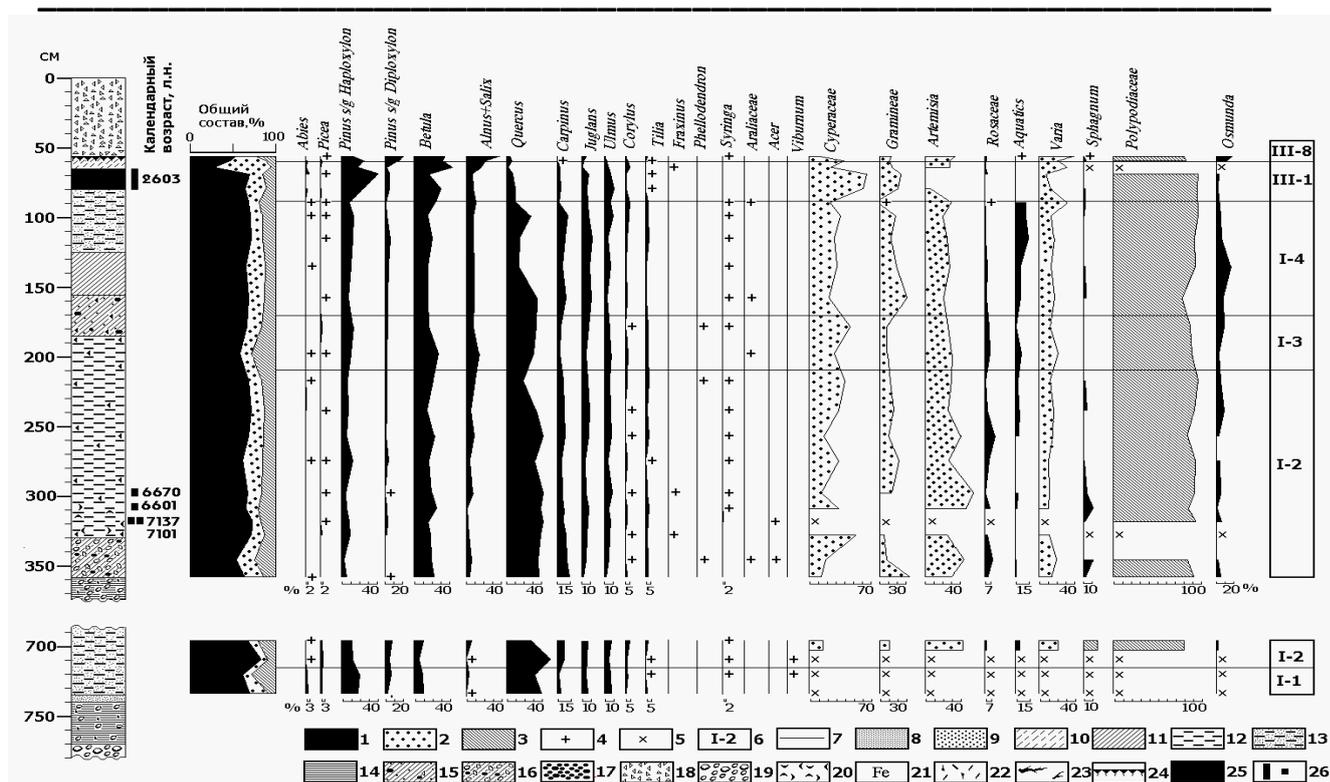


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разрезов «Скв. 3» (вверху) и «Скв. 4» (внизу)

Fig. 2. Pollen diagram of sediments of the sections drilling "Well 3" (above) and "Well. 4" (below)

Пыльца и споры: 1 – пыльца деревьев и кустарников, 2 – пыльца трав и кустарничков, 3 – споры, 4 – содержание пыльцы менее 1%, 5 – % пыльцы и спор не подсчитывался, 6 – спорово-пыльцевой комплекс и его номер, 7 – границы спорово-пыльцевых комплексов. **Литология:** 8 – пески мелкие и средние, 9 – пески крупные, 10 – супесь, 11 – суглинок, 12 – алеврито-пелитовые илы, 13 – алевритовые пески, 14 – глины, 15 – суглинки песчаные с гравием и щебнем, 16 – щебень и гравий с суглинистым заполнителем, 17 – гравийники; 18 – дресва и щебень дорожной насыпи, 19 – щебень алевролитов – элювий, 20 – раковины морских моллюсков и их обломки, 21 – ожелезнение; 22 – остатки трав, водорослей, мелких обломков древесины; 23 – ветки и стволы деревьев; 24 – дерновый горизонт современной почвы, 25 – торф и суглинки чёрного цвета с большим содержанием органического вещества, 26 – интервал отбора образцов для радиоуглеродного датирования.

Pollen and spores: 1 – pollen of trees and bushes, 2 – pollen of grasses and shrubs, 3 – spores, 4 – pollen content less than 1%, 5 – % pollen and spores were not counted, 6 – pollen complex and its number, 7 – boundaries of pollen complexes. **Lithology:** 8 – fine and medium sands, 9 – large sands, 10 – sandy loam, 11 – loam, 12 – silty/pelitic sediment, 13 – silty sands, 14 – clays, 15 – sandy loams with gravel and crushed stone, 16 – crushed stone and gravel with loamy aggregate, 17 – gravel; 18 – gruss and crushed stone of the road embankment, 19 – crushed siltstone – eluvium, 20 – shells of marine mollusks and their fragments, 21 – ferruginization; 22 – remains of grasses, algae, small fragments of wood; 23 – branches and trunks of trees; 24 – soddy horizon of modern soil, 25 – black peat and loams with a high content of organic matter, 26 – sampling interval for radiocarbon dating.

ния – 6000–6300 л.н. (таблица). В этот отрезок времени трансгрессия Японского моря достигла своего наивысшего подъема в послеледниковое время, возможно на 5–7 м выше современного, учитывая абсолютные отметки кровли эстуарно-лагунных осадков на риасовом побережье Амурского залива. Здесь сформировался залив-эстуарий, вдававшийся в сушу по долине р. Раздольной более чем на 40 км от современного устья.

В пределах бухтового побережья образовались многочисленные лагуны. В них распространились устричники, что подтверждается их возрастом (таблица) и однотипным составом спорово-пыльцевых спектров лагунных глин внутри датированных створок моллюсков. Для них характерен состав пыльцы, соответствующий комплексу I-4: доминирование широколиственных пород (69–71 %) с высоким содержанием теплолюбивого граба (9–10 %) и малым участием (5–8 %) кедра (*Pinus koraiensis*). Близкие, в целом, по

составу древесной пыли спектры ранее обнаружены в устричнике побережья бухты Бойсмана, в 400 м от берега Японского моря, рядом с неолитическим памятником «Бойсмана-2» (Верховская, Кундышев, 1993; Попов и др., 1997).

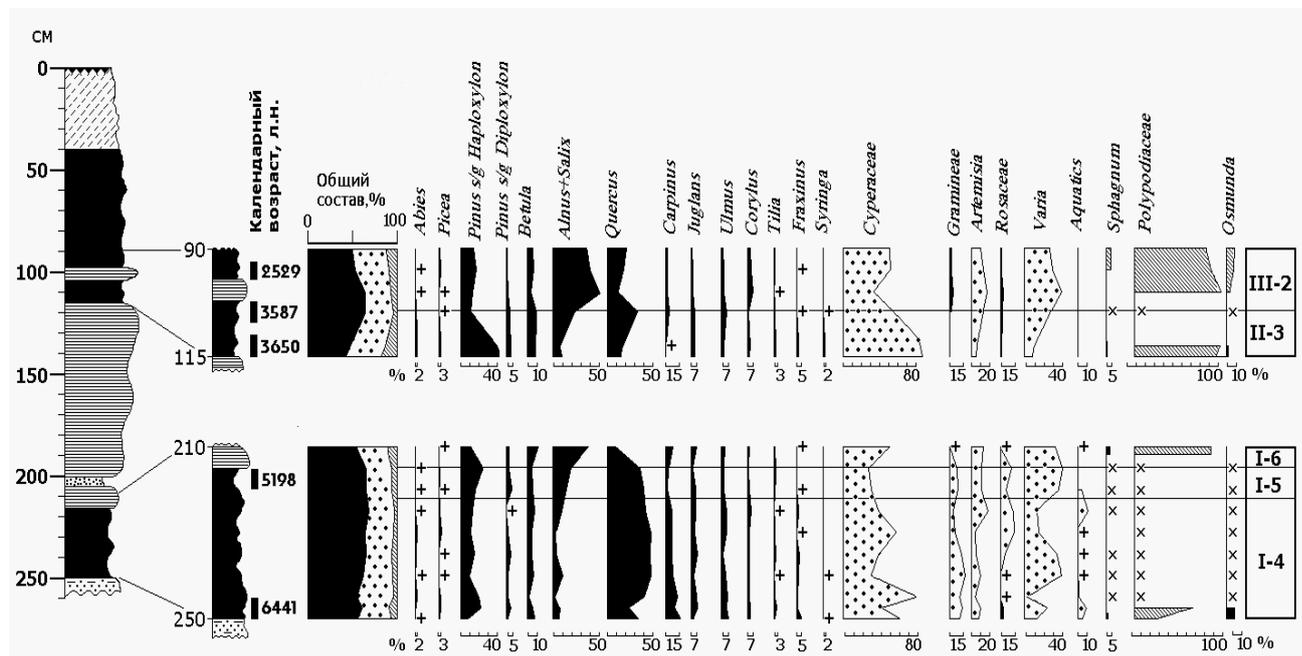


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза «Правый берег-99»

Условные обозначения см на рис. 2

Fig. 3. Pollen diagram of sediments of the section "Pravyyi bereg-99"

See the legend in Fig. 2

5. Похолодание, при котором климатические условия приблизились к современным, зафиксировано в болотных отложениях побережья бухты Бойсмана («Правый берег» – 1,90–2,0 м, абс. отметка 3 м; «Правый берег-99» – 2,15–2,20 м, абс. отметка 2,7 м; «Пб-3» – 2,2–2,3 м; «Дорога» – 2,2–2,3 м, абс. отм. 7,3 м) и лагунно-морских осадках побережья Амурского залива («Раздольная-19» – 3–4 м, абс. отметка 0,5 м). Снижение уровня моря в первых из них фиксируется в диатомовых комплексах уменьшением разнообразия и меньшей встречаемостью мезогалобов (*Thalassiosira bramaputrae*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Navicula peregrina*, в сумме до 1 %), а также резким сокращением числа створок планктонных диатомей рода *Aulacoseira* (до 29 %), возрастанием количества бентических и эпифитных форм, преимущественно бореального и северного распространения. Спорово-пыльцевые спектры (комплекс I-5), свидетельствуют о похолодании, климатические условия при котором приблизились к современным (рис. 3, 4). Это подтверждается резким, в среднем почти в пять раз, падением содержания пылицы такого термофила, как граб (0–2 %), в меньшей степени – ильма (1–3 %), ореха (1–6 %). Намного возросло значение пылицы ольхи, в среднем почти в три раза (15–21 %), и хвойных пород: кедра (16–24 %) и сосны (3–8 %). Спектры отвечают развитию на побережье дубовых и ольховых лесов, в горах – кедрово-широколиственных лесов. Радиоуглеродные датировки события укладываются в, основном, в интервал 5500–6000 л.н. (таблица), что позволяет отнести его к позднему атлантику, подфазе АТ-3 с. Одна дата, выпадающая из этого интервала – 5198 л.н., полученная по торфяным отложениям разреза «Правый берег-99», явно омоложена и противоречит составу спорово-пыльцевых спектров. На побережье Хасанского взморья к этой позднеатлантической подфазе голоцена относится завершение формирования береговых валов на северных берегах зал. Птичий (Кузьмин, 1995; таблица).

6. Относительное похолодание климата в самом конце атлантического периода голоцена сменилось потеплением, запечатлённом в лагунно-морских («Левый берег» – 3,0–3,3 м, абс. отметка 0,9 м; «Скв. Тальми», глубина -2,3–12 м) и озёрно-лагунных осадках (разрезы «Правый берег» – 1,4–1,9 м, абс. отметка 3,5 м; «Правый берег-99» – 1,26–2,15 м, абс. отметка 3,6 м; «Дорога» и «Дорога-2» – 2,0–2,4 м, абс. отметка 7,5 м; «ПБ-036» – 3,25–4,5 м, абс. отметка 6 м) побережья (рис. 1). Первые представлены голубовато-серыми глинами, перекрытыми буровато-серыми ожелезненными суглинками. Они накапливались в озере, в которое периодически проникали солёные воды. Это подтверждается составом диатомовой флоры, в которой, наряду с преобладающими пресноводными, преимущественно

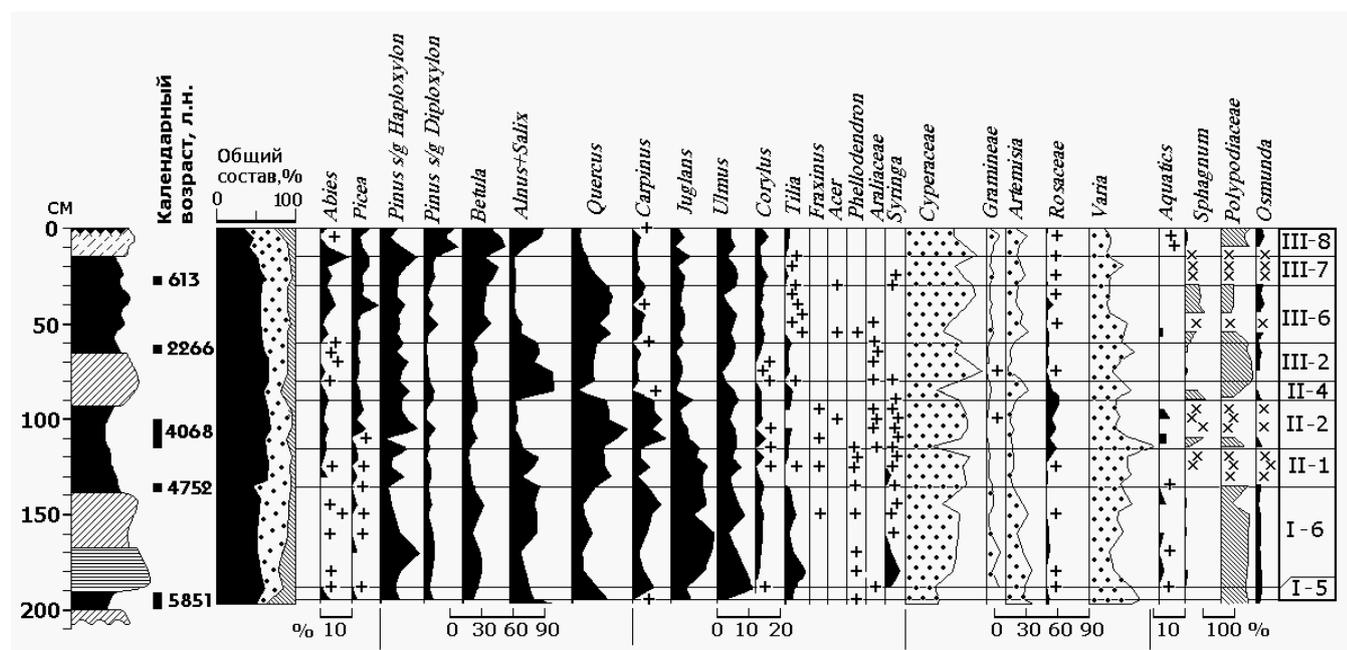


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза «Правый берег»

Условные обозначения см на рис. 2

Fig. 4. Pollen diagram of sediments of the section "Pravij bereg"

See the legend in Fig. 2

бентическими и эпифитными, реже планктонными формами *Pinnularia viridis* (11–36 %), *Eunotia praerupta* (4–40 %), *Cymbella cistula* (до 16 %), *Actinella brasiliensis* (до 0,5 %), в небольшом количестве (до 3 %) встречаются и мезогалобы, обитатели типичных лагун: *Thalassiosira bramaputrae*, *Diploneis smithii*, *D. interrupta*, *Caloneis formosa*, *C. liber*, *Navicula peregrina*, *Campylodiscus echeneis*. Вторые образованы синевато-серыми илистыми песками с маломощными прослоями глин и включением остатков трав. Они накапливались в типичной лагуне, что доказывается составом диатомовых водорослей. Преобладают (60–80 %) типичные мезогалобы: *Navicula jarrensis*, *N. humerosa*, *N. peregrina*, *Diploneis interrupta*, *D. smithii*, *Caloneis formosa*, *Nitzschia cocconeiformis*, *Campylodiscus echeneis* и *C. daemelianus*. Реже встречаются типично морские и солоноватоводно-морские формы: *Navicula glacialis*, *N. granulata*, *Nitzschia granulata*, *Cocconeis scutellum*. Спорово-пыльцевые спектры отложений (комплекс I-6) относятся к лесному типу: пыльца деревьев и кустарников группы составляет 51–62 % (рис. 3–5). Для пыльцы широколиственных деревьев, преобладающей в спектрах (33–54 %), характерно снижение участия дуба (4–28 %), на возросшем фоне роста других пород: ореха (3–14 %), ильма (4–16 %), граба (2–9 %), сирени (до 10 %), липы (до 7 %). Увеличилось содержание пыльцы хвойных деревьев: кедра (11–44 %), сосны (2–16 %), ели (до 6 %), пихты (до 2 %). Спорово-пыльцевые спектры отразили произрастание настоящих полидоминантных широколиственных лесов (в отличие от многопородных широколиственных с преобладанием дуба, относимых к ним большинством геоботаников и

палеогеографов), ольшаников и осоковых лугов на морском побережье и кедрово-широколиственных лесов на склонах прилегающих гор. Климат был прохладнее, чем в наиболее оптимальные отрезки конца среднего и позднего атлантика, но теплее и влажнее современного. Радиоуглеродные датировки события сосредоточены в хронологическом интервале 5000–5500 л.н. (таблица), что даёт возможность отнести его к заключительной фазе позднего атлантика, подфазе АТ-3 d.

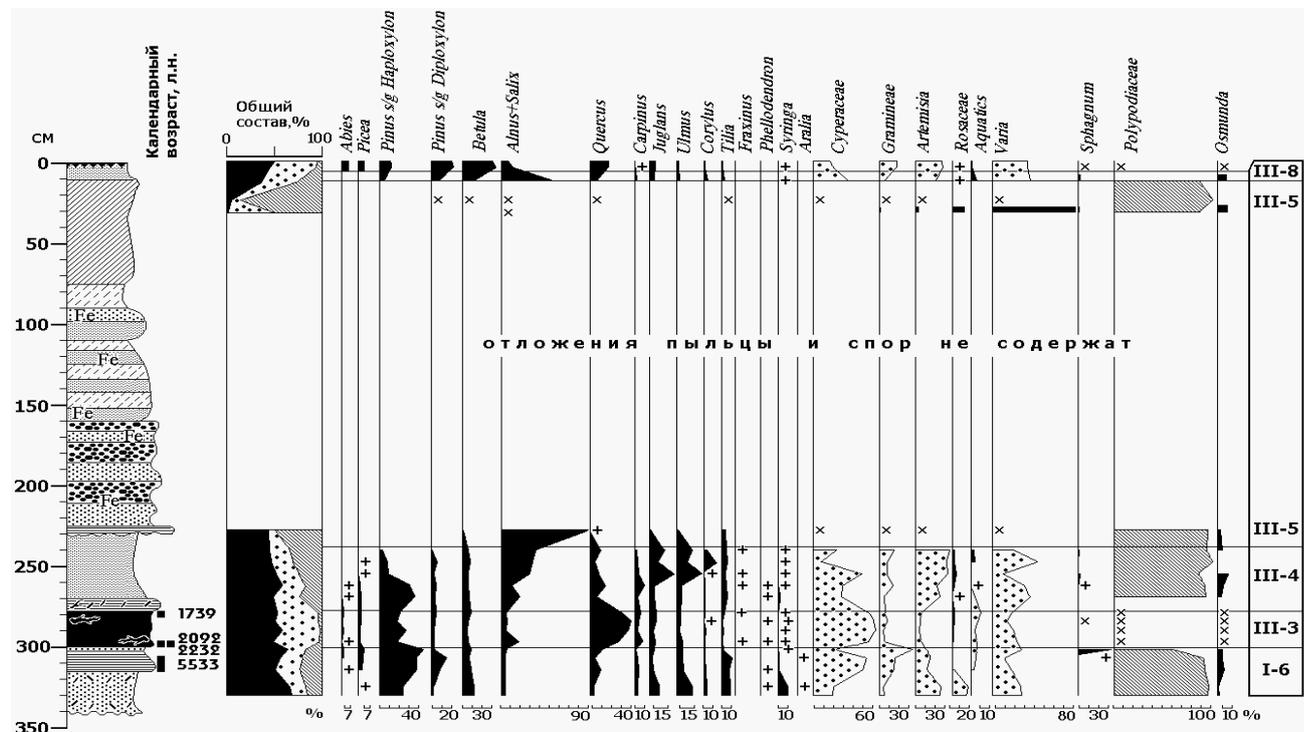


Рис. 5. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений расчистки «Левый берег»

Условные обозначения см на рис. 2

Fig. 5. Pollen diagram of sediments of the section of the clearing outcrop "Levyi bereg"

See the legend in Fig. 2

Суббореальный период.

1. Ранний суббореал характеризовался глобальным похолоданием климата (Хотинский, 1977, 1989; Развитие природной..., 1988; Дальний Восток..., 1999). На побережье юго-западного Приморья произошло осушение лагунных и озёрно-лагунных водоёмов, зафиксированное в разрезах террас перерывом в осадконакоплении. Снижение уровня Японского моря ниже современного положения в это время оценивается в несколько метров (Короткий и др., 1980; Короткий, Худяков, 1990; Короткий, 1994). Спорово-пыльцевые спектры, обнаруженные в отложениях долины р. Раздольной, имеющих возраст около 5120 л.н. (радиоуглеродная дата 4472 ± 75 л.н., ДВГУ-ТИГ-29), содержат большое количество пыльцы *Betula* (в сумме до 50%), *Alnus* (до 12%), в меньшей степени – *Pinus s/g* *Harloxylon*, *Picea* (Павлюткин и др., 1984). Растительность была представлена берёзовыми лесами и зарослями ольховника; хвойные леса из ели и кедра имели подчинённое значение.

2. Начальное потепление среднего суббореала отразилось в торфяных отложениях побережья бухты Бойсмана («Правый берег» – 1,15–1,40 м). В спорово-пыльцевых спектрах отложений (комплекс II-1) преобладает пыльца широколиственных деревьев (48–59%), среди которой много дуба (23–30%), меньше ореха (8–11%), ильма (4–8%), граба (2–5%), липы, ясеня, сирени и бархата, содержание которых менее 2% (рис. 4). Мелколиственные деревья представлены пыльцой ольхи (8–29%) и берёзы (6–11%), хвойные – кедром (9–40%) и сосной (2–6%), в меньшей степени (до 2%) пихтой и елью. Комплекс

свидетельствует о восстановлении на морском побережье многопородных широколиственных лесов с преобладанием дуба, распространении ольшаников, в прилегающих горах – кедрово-широколиственных лесов. Климатические условия приближались к современным, но были несколько теплее. Радиоуглеродная дата 4752 л.н., полученная из отложений, позволяет отнести событие к началу среднего суббореала (подфаза SB-2 а).

3. Интенсивное потепление среднего суббореала зафиксировано в болотных и аллювиальных отложениях побережья бухты Бойсмана («Правый берег» – 0,9–1,15 м; «Скв. Тальми» – 1–2,3 м) В спорово-пыльцевых спектрах (комплекс П-2) господствует пыльца широколиственных пород (53–74 %). Среди неё, по сравнению с нижележащим слоем, возрастает содержание пыльцы дуба (32–53 %) и, особенно, граба, в среднем более чем в два раза (6–10 %). Реже встречается пыльца ореха (3–7 %), в прежнем количестве участвует пыльца ильма (рис. 4). Пыльца хвойных деревьев в среднем стала встречаться немного чаще: кедр (5–36 %), сосны (2–10 %), пихты и ели (1–4 %). Спектры отразили распространение на морском побережье дубовых лесов с широким участием граба, в меньшей степени – других широколиственных пород деревьев; в прилегающих горах – кедрово-широколиственных лесов. Климатические условия приблизились к наиболее теплым отрезкам среднего-позднего атлантика, отвечая суббореальному термическому максимуму голоцена (подфаза SB-2 б). Это подтверждается радиоуглеродными датировками отложений – 4035 и 4068 л.н. (таблица). Верхняя хронологическая рамка этого потепления не поднимается выше 3700 л.н., как следует из результатов датирования сменяющей её более прохладной климатической фазы.

4. Снижение температурного фона и приближение его к современным параметрам отражено в болотных отложениях побережья бухты Бойсмана (разрезы «Правый берег-99» – 1,02–1,15 м; «Дорога-2» – 1,45–1,48 м). В пыльцевых спектрах (комплекс П-3) отложений по-прежнему преобладает пыльца широколиственных пород (32–50 %), но в ней значительно уменьшается содержание дуба (17–33 %), термофильного граба (1–4 %), ореха (до 1–4 %), ильма (2–6 %). Её состав свидетельствует о формировании многопородных широколиственных лесов, занимавших морское побережье. Возрастает содержание пыльцы хвойных деревьев, в первую очередь кедр – до 11–40 %, подтверждающее расширение пояса хвойно-широколиственных лесов в горах (рис. 3). Радиоуглеродное датирование отложений даёт возможность отнести событие к заключительной стадии среднего суббореала (подфаза SB-2 с), около 3600–3700 л.н. (таблица).

5. Резкое похолодание начала позднего суббореала зафиксировано на побережье бухты Бойсмана, в маломощных слоях пойменных суглинков и торфяников (разрез «Правый берег» – 0,85–0,90 м; «Дорога-2» – 1,39–1,42 м). Спорово-пыльцевой спектр (П-4), свидетельствует о резких изменениях в растительности, вызванных климатом с более низким температурным фоном, нежели современный (рис. 4). Спектр содержит мало пыльцы широколиственных деревьев (дуб – до 5–11 %, орех – до 1–2 %, граб – от < 1 до 3 %), но много мелколиственных (ольха до 41 %) и хвойных деревьев: кедр (не исключено и кедрового стланика – 25–28 %), сосны (4–10 %), ели и пихты (до 3–4 %). Холодные условия осадконакопления подтверждаются и комплексом пресноводных диатомовых водорослей с преобладанием северных и северо-альпийских видов: *Eunotia robusta et var. tetraodon* (32 %), *E. praerupta et var. bidens* (9 %), *Pinnularia viridis* (19 %), *P. brevicostata* (3 %), *P. episcopalis* (2,2 %). Радиоуглеродная дата, полученная для этого события – 3377 л.н. – относит его к подфазе SB-3 а. На побережье бухты Бойсмана в это время происходит интенсивное накопление грубого аллювия (гравийники, крупнозернистые пески), вызванное, скорее всего, снижением уровня моря и, вследствие этого, усилением глубинной эрозии р. Рязановка (разрезы «ПБ-3», «ЛБ-028»). Радиоуглеродное датирование события показывает его приуроченность к этому же отрезку времени – 3188–3390 л.н. (таблица).

Похожие изменения в спорово-пыльцевых спектрах отложений суббореального времени были отмечены ранее на соседнем участке морского побережья, в устье р. Амбы, в отложениях с абсолютным возрастом около 3200 л.н. (Короткий и др., 1980; Голубева, Караулова, 1983).

6. Восстановление ландшафтов, близких к современным, произошло во вторую половину позднего суббореала. Максимальное распространение получила лесная растительность, образованная дубовыми лесами с малым участием других широколиственных пород. В прилегающих горах существовали кедрово-широколиственные леса. Эта фаза была описана ранее в осадках 4-метровой террасы на правом берегу р. Рязановки (Короткий, Караулова, 1975; Короткий и др., 1989; Голубева, Караулова, 1983). Зеленовато-серые песчанистые алевриты с растительными остатками, залегающие на глубине 1,8–2,9 м от поверхности, накапливались в лагуне, свидетельствуя о поздне-суббореальной трансгрессии Японского моря. Радиоуглеродная датировка 2653 л.н. позволяет отнести событие к концу позднего суббореала (подфаза SB-3 с). К начальному отрезку фазы, около 2969 л.н., скорее всего, относится и образование береговых аккумулятивных форм, сложенных грубыми песками с большим содержанием раковин устриц на берегах зал. Птичий (рис. 1, разрез «Лагерный», таблица).

Субатлантический период

1. Раннесубатлантическое похолодание климата запечатлелось в маломощных лагунно-болотных осадках побережья бухты Бойсмана («Скв. 3 – 0,6–0,9 м, абс. высота 0,3–0,6 м), венчающих разрез низкой морской террасы. Они представлены чёрным суглинком, обогащённым органическим веществом. Накопление осадков происходило при снижении уровня моря, отражённым резким уменьшением встречаемости солоноватоводных и солоноватоводно-морских диатомовых водорослей (*Thalassiosira bramaputra*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Navicula alpha*, *N. glacialis*, *N. latissima*, *N. jarrensis*, *N. peregrina*, *Caloneis formosa*, *Diploneis interrupta*, *D. smithii* et var. *rhombica*, *Achnanthes brevipes* var. *intermedia*, *Campylodiscus echeneis*) снизу вверх по разрезу: с 31 % в интервале 0,75–0,8 м до 4 % на глубине 0,6 м. В спорово-пыльцевых спектрах отложений (комплекс III-1) происходит сильное уменьшение содержания пыльцы деревьев и, соответственно, увеличение роли пыльцы травянистых растений (в среднем в 2 раза), говорящих об остепнении морского побережья (рис. 2). Преобладающей древесной растительностью на морском побережье становятся ольхово-берёзовые леса, уступившие при максимуме похолодания (интервал 0,6–0,65 м) первое место осоковым и разнотравно-злаковым лугам. Большинство широколиственных деревьев встречалось редко, что подтверждается низким содержанием их пыльцы в спектрах: ильм – 5–11 %, дуб – 2–28 %, орех – 1–8 % (рис. 2). Климат был значительно холоднее современного, особенно при максимуме похолодания. Ранее оно, предположительно, связывалось с глобальным ухудшением климата начала суббореала (Микишин и др., 2002 б). Радиоуглеродная датировка события – 2603 л.н. – указывает на его приуроченность к раннесубатлантическому времени (подфаза SA-1 а).

2. Похолодание климата сменилось потеплением, зафиксированным на побережье бухты Бойсмана в слоях пойменных суглинков и придонных горизонтах перекрывающих их торфяников («Правый берег» – 0,60–0,85 м, «Правый берег-99» – 0,92–1,01 м). Спорово-пыльцевые спектры отложений (комплекс III-2) характеризуются возрастанием роли древесной пыльцы (53–66 %) в общем составе спектров, по сравнению с отложениями предыдущего этапа (рис. 3, 4). В составе древесной пыльцы доминируют мелколиственные породы: ольха (23–52 %), в меньшей степени берёзы (4–14 %), на втором месте находятся широколиственные деревья с преобладанием дуба. Встречаемость пыльцы широколиственных пород возросла с 15–30 до 30–40 %, по сравнению с предыдущим холодным эпизодом. Пыльца хвойных деревьев в целом стала отмечаться реже: кедр (13–26 %), сосна (1–4 %), пихта (до 1 %), ель (до 3 %). Спектры отразили распространение на

морском побережье ольховых, в меньшей степени дубовых лесов, осоковых и разнотравных лугов, в горах – хвойно-широколиственных лесов. Климатические условия приближались к современным, но были несколько прохладнее. Ранее это потепление было отнесено к суббореалу (Mikishin et al, 2001). Новые радиоуглеродные даты – 2266 и 2529 л.н. – полученные для него, подтверждают раннесубатлантическое время события (подфаза SA-1 b).

3. Дальнейшее улучшение климатических условий привело к очередной трансгрессии Японского моря, воды которого подтопили низменные аккумулятивные террасы побережья. На побережье бухты Бойсмана осадки трансгрессии обнаружены в слоях низинного торфяника в прибрежной полосе шириной до 2,2 км (разрез «Левый берег» – 2,78–3,0 м, абс. отметки 1,2–1,4 м). Состав диатомовых водорослей с преобладанием планктонных пресноводных таксонов (в сумме до 51 %) *Aulacoseira granulata*, *A. distans*, *A. italica* и других, а также присутствием солоноватоводных, солоноватоводно-морских и морских форм (в сумме до 9 %) *Navicula jarrensis*, *N. peregrina*, *N. elegans*, *Thalassiosira bramaputrae*, *Cyclotella striata*, *Diploneis interrupta*, *D. smithii*, *Achnanthes brevipes var. intermedia*, *Rhopalodia musculus*, *Hantzschia virgata*, *Campylodiscus echeneis*, *Nitzschia scalaris*, *N. insignis* свидетельствует о проникновении вод близлежащей лагуны в пределы заболоченной низменности, образовавшейся на побережье. Спорово-пыльцевые спектры болотных отложений (комплекс III-3) отражают снижение лесистости территории морского побережья (рис. 5). Содержание пыльцы широколиственных пород, представленной дубом (29–42 %), орехом (4–7 %), грабом (3–8 %), ильмом (3–6 %), липой (до 2 %), сиренью (до 1 %), ясенем и бархатом (до 0.3 % каждая), достигает в сумме 52–61 %. Растительность была представлена многопородными широколиственными лесами с преобладанием дуба. Климат был теплее современного. Абсолютный возраст отложений, определённый серией радиоуглеродных дат (таблица), позволяет отнести их формирование к концу раннего субатлантика – 1739–2232 л.н. (подфаза SA-1 c).

На побережье соседней бухты Баклан отложения трансгрессии обнаружены в 3.5 км от моря (разрез «Адими» – 1.45–3.3 м, абс. отметка 1.5 м), где они представлены морскими песками, глинами и алевролитами.

Подтопление Хасанского взморья трансгрессирующим морем вызвало образование в неглубоких котловинах низкой аккумулятивной равнины пресноводных озёр Лотос, Заречное и других, сохранившихся до настоящего времени. В них началось накопление растительного детрита (рис. 1; таблица).

4. Более тёплая и влажная климатическая фаза зафиксирована в озёрно-лагунных осадках побережья бухты Бойсмана («Левый берег» – 2,35–2,78 м, абс. отметка 2 м). Отложения образованы бурыми и буровато-серыми глинами и мелкозернистыми песками с включением многочисленных остатков стеблей тростника, веток деревьев и мелкозернистыми слюдистыми песками от зеленовато- до голубовато-серого цветов. Они накапливались в мелководном озере на берегу моря, в которое проникали солёные воды, что подтверждается составом диатомей, среди которых доминируют разнообразные пресноводные бентические и эпифитные виды родов *Eunotia* (*E. praerupta et var. bidens* – до 6 %, *E. valida* – до 5 %), *Pinnularia* (*P. viridis* – 8–19 %, *P. gibba* – до 4 %), *Stauroneis* (*S. phoenicenteron* 1–7 %), *Cymbella* (*C. cistula* – до 7 %), *Gomphonema* (*G. acuminatum* – до 4 %), *Synedra* (*S. ulna* – до 4 %), *Epithemia*, *Actinella brasiliensis* (<1 %). В небольшом количестве (в сумме до 4 %) встречаются солоноватоводные и солоноватоводно-морские формы: *Navicula peregrina*, *Thalassiosira bramaputrae*, *Diploneis interrupta*, *D. smithii*, *Hantzschia virgata*, *Surirella ovalis*, *Nitzschia obtusa*. Спорово-пыльцевые спектры отложений (комплекс III-4) характеризуются преобладанием пыльцы широколиственных деревьев: орех (5–26 %), дуб (5–16 %), ильм (3–16 %), липа (4–6 %), граб (2–10 %), реже отмечаются сирень (до 2 %), ясень и бархат (рис. 5). Довольно высоко и представительство пыльцы мелколиственных

деревьев, занимающей в комплексе второе место: ольха – 10–35 %, берёза – 6–8 %. Среди пыльцы хвойных пород доминирует кедр (3–36 %); другие представлены намного слабее: сосна – 1–6 %, ель – до 3 %, пихта – < 1 %. Спектры отразили произрастание на побережье настоящих полидоминантных широколиственных и ольховых лесов. В прилегающих к морскому побережью горах развивались хвойно-широколиственные леса. Климат был теплее и влажнее современного. Формирование озёрно-лагунных отложений происходило после 1800 л.н., вероятно, на завершающей стадии раннесубатлантической трансгрессии Японского моря (подфаза SA-1 d).

5. Похолодание и иссушение климата, происходившее, скорее всего в среднем субатлантике, обнаружено в кровле озёрно-лагунных осадков и в пачке перекрывающего их руслового и пойменного аллювия на побережье бухты Бойсмана («Левый берег», 0,15–2,35 м). Бедные спорово-пыльцевые спектры (комплекс III-5) свидетельствуют о небольшой роли в общем составе пыльцы древесных растений и преобладании спор (рис. 5). Среди древесной пыльцы абсолютно преобладает ольха (89 %), встречаются берёза (< 2 %), ольховник (единично); в очень малом количестве отмечаются широколиственные породы: липа (до 4 %), орех (2 %), ильм и дуб (< 1). На морском побережье распространились открытые ландшафты – разнотравные луга. Лесистость территории сильно снизилась. Развивались ольшаники; широколиственные деревья встречались очень редко. Климат был намного холоднее современного. Уровень моря располагался ниже современного, что подтверждается грубым составом аллювия р. Рязановки, более отвечающего среднему, нежели нижнему течению реки. Похолодание климата (подфаза SA-2 a), скорее всего, можно сопоставить с холодной стадией «Кофун», отмеченной в Японии около 1300–1800 л.н. (Sakaguchi, 1983).

6. Вторая половина среднего субатлантика ознаменовалась значительным улучшением климата, известным под названием «потепления VIII–X веков» или «эпохи викингов» (Монин, Шишков, 1979; Зубаков, 1986; Микишин, Гвоздева, 1996), тёплой стадии «Нара-Хейан» (Sakaguchi, 1983). Подъём уровня Японского моря для этого времени оценивается, примерно, на 1 м выше современного (Короткий, Худяков, 1990; Короткий, 1994). На побережье юго-западного Приморья в это время формировались лагунные отложения Хасанского взморья («Приметный холм» – 2,5–3,7 м, абс. отметка кровли 1,4 м), болотные отложения аккумулятивной террасы бухты Бойсмана («Правый берег» – 0,3–0,6 м). Спорово-пыльцевые спектры (комплекс III-6), отражают восстановление прежней роли лесной растительности (содержание древесной пыльцы 54–57 %) и распространение лугов (содержание травянистой пыльцы 33–38 %) на морском побережье (рис. 4). Среди пыльцы широколиственных деревьев (41–51 %) преобладают дуб (26–37 %), орех (3–5 %), ильм (2–6 %), граб (до 4 %), реже отмечаются липа (до 1 %), клён, сирень, бархат и аралиевые (< 1 %). Среди пыльцы мелколиственных пород довольно много берёз (16–27 %), значительно меньше – ольхи (3–11 %). Пыльца хвойных деревьев представлена кедром (16–23 %), сосной (3–13 %), елью (2–8 %) и пихтой (1–5 %). Близкие к этому комплексу спорово-пыльцевые спектры были описаны ранее в болотных отложениях 4-метровой террасы р. Рязановки, имеющих возраст 1245 л.н. (Короткий и др., 1980; Голубева, Караулова, 1983, таблица) и низкой морской террасы разреза «Шкотово-1» на побережье Уссурийского залива, сформировавшихся около 1037 л.н. (Гвоздева и др., 1997). Спектры соответствуют распространению на морском побережье многопородных широколиственных лесов с преобладанием дуба, в горах – хвойно-широколиственных лесов. Климат был близким к современному (подфаза SA-2 b).

7. Более прохладная климатическая фаза запечатлена на побережье бухты Бойсмана в торфяниках, перекрывающих аккумулятивную террасу на правом берегу р. Рязановки («Правый берег» – 0,15–0,3 м), а также аллювиальных осадках Хасанского взморья, содержащих в нижних горизонтах прослойки вулканической тефры («Приметный холм» – 1,2–

2,61 м). К этому же времени, скорее всего, относится формирование отложений низких, до 1,5 м, морских террас волновой аккумуляции Амурского залива, описанных в разрезе «Тихий» (таблица). В спорово-пыльцевых спектрах (комплекс III-7) происходит снижение роли широколиственных деревьев, по сравнению с нижележащими среднесубатлантическими отложениями, до 27–40 % (рис. 4). Среди них меньше пыльцы дуба (14–23 %) и граба (< 2 %), в среднем почти в два раза. Перестаёт фиксироваться пыльца бархата и семейства аралиевых. Возрастает количество пыльцы берёз (18–34 %) и хвойных деревьев: кедра (18–36 %), пихты (3–9 %), сосны (7–10 %). Спорово-пыльцевые спектры отразили распространение на побережье дубовых лесов и березняков, осоковых и разнотравных лугов, в горах – кедрово-широколиственных лесов. Климатические условия в целом были немного прохладнее и влажнее современных. Радиоуглеродные датировки 523–803 л.н. дают возможность отнести событие к позднему субатлантику (подфаза SA-3 а).

8. Последнее историческое похолодание климата второй половины XVI–первой половины XIX веков, известного под названием «Малого ледникового периода» (Yamamoto, 1971; Аракава, 1975; Монин, Шишков, 1979; Зубаков, 1986), фиксируется в маломощных горизонтах аллювия и дерновых горизонтах почв побережья бухты Бойсмана («Правый берег» – 0–0,15 м; «Левый берег» – 0,05–0,15 м; «Скв. 3» – 0,55–0,60 м). В общем составе спорово-пыльцевых спектров (рис. 4, 5) отложений (комплекс III-8) снижается участие пыльцы деревьев (34–52 %) и возрастает значение спор (рис. 2, 3). Среди пыльцы деревьев и кустарников происходит резкое падение содержания широколиственных деревьев (14–24 %), представленных дубом (4–10 %), орехом (2–5 %), ильмом (1–5 %), грабом (до 3 %), липой (до 3 %), лещиной (1–4 %) и сиренью (до 1 %). Столь же стремительно увеличивается содержание пыльцы мелколиственных пород: берёз (11–40 %) и ольхи (14–53 %). Среди хвойных деревьев отмечается значительный рост содержания пыльцы сосны, впервые оттеснившей кедр на второе место: соответственно 7–32 % и 5–26 %. Преобладающим типом растительности на морском побережье становятся ольхово-берёзовые леса, осоковые и разнотравно-злаковые луга. Широколиственные деревья встречались реже, образуя небольшие рощи. На прилегающих к побережью горах сократились площади, занятые кедровыми лесами и намного чаще стала встречаться сосна. Климат был холоднее и суше современного (подфаза SA-3 б).

Восстановление современных климатических условий и растительности началось, следовательно, недавно, не ранее середины XIX века.

Таким образом, на основе комплексного изучения отложений выполнено детальное стратиграфическое расчленение голоцена и рассмотрена эволюция природы побережья юго-западного Приморья. Существенно уточнена схема периодизации ландшафтно-климатических изменений голоцена за последние 7350 лет. Выделено 20 фаз развития ландшафтов, формирование которых определялось глобальными изменениями климата, обусловленными ими сменами растительного покрова и колебаниями уровня Японского моря.

***Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 05-05-64486).**

Литература

- Аракава Х. Изменения климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 103 с.
 Алексеев М.Н. Антропоген Восточной Азии. М.: Наука, 1978 – 208 с.
 Алексеев М.Н., Голубева Л.В. К стратиграфии и палеогеографии верхнего плейстоцена южного Приморья // Бюлл. комиссии по изуч. четвертичного периода. № 50, 1980. – С. 96–107.
 Валова З.Г. Флора и растительность юга Хасанского района (Приморский край). Автореферат..., канд. биол. наук. – Владивосток: БПИ ДВФ СО АН СССР, 1967. – 20 с.

- Верховская Н.Б., Кундышев А.С. Природная среда южного Приморья в период неолита и раннего железного века // Вестник ДВО РАН. № 1, 1993. – С. 18–26.
- Гвоздева И.Г., Горбаренко С.А., Раков В.А., Лутаенко К.А., Шорников Е.И., Микишин Ю.А. Палеосреда Приморья в среднем и позднем голоцене по комплексным данным разреза Шкотово. – Владивосток: ДВО РАН, 1997. – 32 с.
- Голубева Л.В., Караулова Л.П. Растительность и климатостратиграфия плейстоцена и голоцена юга Дальнего Востока. – М.: Наука, 1983. – 144 с.
- Дальний Восток / А.М. Короткий, В.Г. Волков, Т.А. Гребенникова, Н.Г. Разжигаева, В.С. Пушкар, Л.А. Ганзей, Л.М. Мохова / Изменение климата и ландшафтов за последние 65 миллионов лет (кайнозой: от палеоцена до голоцена). – М.: ГЕОС. 1999. – С. 146–164.
- Зубаков В.А. Глобальные климатические события плейстоцена. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 286 с.
- Караулова Л.П., Короткий А.М., Царько Е.И. Морской голоцен Приморья/Палинология голоцена и маринопалинология. – М.: Наука, 1973. – С. 137–141.
- Короткий А.М. Колебания уровня Японского моря и ландшафты прибрежной зоны (этапы развития и тенденции) // Вестник ДВО РАН, № 3. 1994. – С. 29–42.
- Короткий А.М., Караулова Л.П. Новые данные по стратиграфии четвертичных отложений Приморья // Вопросы геоморфологии и четвертичной геологии юга Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. – С. 79–110.
- Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья: стратиграфия и палеогеография. – Новосибирск: Наука, 1980. – 234 с.
- Короткий А.М., Худяков Г.И. Экзогенные геоморфологические системы морских побережий. – М.: Наука, – 1990. – 216 с.
- Кузьмин Я.В. Палеогеография побережья залива Петра Великого в оптимум голоцена (5000–8000 л.н.) / Комплексное изучение разрезов голоценовых отложений побережья залива Петра Великого (Японское море). – М.: Багира-Пресс, 1995. – С. 44–70.
- Кузьмина Н.Н., Талденкова Е.Е. Стратиграфия и палеогеография морского голоцена (шельф Приморья) // Стратиграфия, геологическая корреляция, 2000. Т. 8, № 4. – С. 93–107.
- Марков Ю.Д. Южноприморский шельф Японского моря в позднем плейстоцене и голоцене. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. – 127 с.
- Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г. Развитие природы юго-восточной части острова Сахалин в голоцене. – Владивосток: изд-во Дальневост. ун-та, 1996. – 130 с.
- Микишин Ю.А., Попов А.Н., Петренко Т.И., Раков В.А., Царько Е.И. Биостратиграфия голоценовых отложений района памятника Бойсмана-2 / Археология и культурная антропология Дальнего Востока. – Владивосток: изд-во ДВО РАН, 2002 а. – С. 41–56.
- Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г., Петренко Т.И. Спорово-пыльцевые спектры современных отложений побережья юго-западного Приморья // «Методические аспекты палинологии» Материалы X Всероссийской палинологической конференции. – Москва: ИГиРГИ, 2002 б. – С. 154–156.
- Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 407 с.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Вып. 26, Приморский край. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 416 с.
- Павлюткин Б.И., Белянина Н.И. Четвертичные отложения Приморья: некоторые итоги систематизации и дальнейшие перспективы изучения // Тихоокеанская геология, 2002. Т. 21, № 3. – С. 80–93.
- Павлюткин Б.И., Пушкар В.С., Белянина Н.И. Оковитая Н.А., Лобанова Л.А. Голоценовые отложения бассейна р. Раздольной (юго-западное Приморье) // Палеогеографические рубежи и методы их изучения. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. – С. 43–53.
- Попов А.Н., Орлова Л.А., Кузьмин Я.В. Относительная хронология слоев неолитической раковинной кучи на памятнике «Бойсмана-2» в южном Приморье // Человек в прибрежной зоне: опыт веков. Материалы Международной междисциплинарной конференции 18–20 сентября 2001 г. – Петропавловск-Камчатский. – Владивосток: ТИПРО-центр, 2002. – С. 138–141.
- Попов А.Н., Чикишева Т.А., Шпакова Е.Г. Бойсманская археологическая культура Южного Приморья (по материалам многослойного памятника Бойсмана-2). – Новосибирск: Институт археологии и этнографии СО РАН, 1997. – 96 с.
- Пушкар В.С. Биостратиграфия осадков позднего антропогена юга Дальнего Востока. – М.: Наука, 1979. – 139 с.

-
- Развитие природной среды юга Дальнего Востока (поздний плейстоцен–голоцен) / Короткий А.М., Плетнев С.П., Пушкарь В.С. и др. – М.: Наука, 1988. – 240 с.
- Справочник по климату СССР. Вып. 26, Приморский край. Ч. II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1966. – 220 с.
- Справочник по климату СССР. Вып. 26. Приморский край. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1968. – 240 с.
- Троицкая Т.С., Караулова Л.П., Царько Е.И. Первый опыт детального расчленения морского голоцена южного Приморья по комплексу палеонтологических данных // Бюлл. комиссии по изуч. четвертичного периода. № 48. – М.: Наука, 1978. – С. 66–78.
- Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 198 с.
- Хотинский Н.А. Дискуссионные проблемы реконструкции и корреляции палеоклиматов голоцена // Палеоклиматы позднеледникового и голоцена. – М.: Наука, 1989. – С. 12–17.
- Хотинский Н.А., Алешинская З.В., Гуман М.А., Климанов В.А., Черкинский А.Е. Новая схема периодизации ландшафтно-климатических изменений в голоцене // Изв. АН СССР, сер. географ., № 3, 1991. – С. 30–42.
- Kuzmin Y.V., Levchuk L.K., Burr G.S., Jull A.J.T. AMS ^{14}C dating of marine Holocene key section in Peter the Great Gulf, Sea of Japan // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. B 223–224, 2004. – P. 451–454.
- Mikishin Yu.A., Popov A.N., Petrenko T.I., Rakov V.A., Orlova L.A., Jull A.J.T. Development of coastal environments of Boisman bay (Peter the Great bay, southern Primorye) during the Holocene // Reports of the International Workshop on the Global Change Studies in the Far East, Vladivostok, Sept. 7–9, 1999. – Vladivostok: Dalnauka, 2001. Vol. 1. – P. 58–71.
- Sakaguchi Y. Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation – especially on climatic impacts to the global sea level changes and ancient Japanese history // Bull. of the depart. geography University of Tokyo, 1983, № 15. – P. 1–31.
- Yamamoto T. On the nature of Japanese climatic in the so-called «Little Ice Age» between 1550 and 1850 // Geophys. Mag., 1971-b. Vol. 35. – P. 165–185.
- Weninger B., Jöris O., Danzeglocke U. Cologne radiocarbon calibration & paleoclimate research package. CALPAL_A (Advanced) in the Ghost of Edinburgh Edition, 2002. Universitat zu Köln, Institut für Urund Frühgeschichte, Radiocarbon Laboratory. Weyertal 125, D–50923. – Köln., 2005, 2007. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.calpal-online.de>.