

УДК 581.526.45:911.52 (571.645)

Н. Г. РАЗЖИГАЕВА*, Н. И. БЕЛЯНИНА*, Л. А. ГАНЗЕЙ*, Х. А. АРСЛАНОВ**, С. Б. ЧЕРНОВ**

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

**Санкт-Петербургский государственный университет

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ РЕЛИКТОВЫХ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ ОСТРОВА ШИКОТАН (МАЛАЯ КУРИЛЬСКАЯ ГРЯДА) В ГОЛОЦЕНЕ

На основе палинологических и геохронологических данных установлен ход развития уникального природно-территориального комплекса — реликтовых лиственничников, сохранившихся на юго-востоке о. Шикотан с позднего плейстоцена. Выявлены стадии развития ландшафтов, обсуждаются факторы, способствующие сохранению растительности рефугиума.

Ключевые слова: лиственничник, климатические изменения, голоцен, Курильские острова.

Palynological and geochronological data have been used to ascertain the time history of a unique natural-territorial complex — the relict larch stands that have persisted in the southeastern part of Shikotan Island since the Late Pleistocene. The study revealed the development stages of landscapes. Factors favoring vegetation conservation in the refugium are discussed.

Keywords: larch stand, climatic changes, Holocene, Kuril Islands.

ВВЕДЕНИЕ

Происхождение реликтовых растительных сообществ, занимающих узколокализованные участки, и их развитие среди фоновой зональной растительности представляют большой интерес как для современных биогеографических исследований [1], так и для палеогеографических и ландшафтных целей. Рефугиумы играют важную роль в смещении границ растительных зон и смене ландшафтов, вызванных климатическими изменениями в плейстоцене—голоцене [1–5], однако работ по их развитию в течение длительного времени и адаптации реликтовых комплексов к новым условиям среды, основанных на комплексном изучении стратиграфии разрезов и прежде всего данных спорово-пыльцевого анализа, крайне мало.

Одним из таких объектов являются лиственничники, сохранившиеся на юго-восточной стороне о. Шикотан. Лиственница курильская (*Larix kurilensis*) здесь образует редкостойные рощи, а также присутствует в виде отдельных деревьев среди луговой растительности. Данное сообщество на юге Курильских островов уникально, на соседних островах Кунашире и юга Малой Курильской гряды лиственница не растет. Лиственница является одной из лесообразующих пород в центральной части о. Итуруп [4, 6]. В последнюю ледниковую эпоху лиственничники были широко распространены на территории обширного сухопутного моста, связывающего Южные Курилы и о. Хоккайдо, где лиственница исчезла в период потепления около 6–8 тыс. л. н. [7, 8].

Цель настоящего исследования — на примере развития уникального сообщества лиственничников рассмотреть роль рефугиумов в развитии биотических компонентов ландшафтов при латеральной изменчивости ландшафтных зон и их миграции при изоляции островов во время климатических изменений позднего плейстоцена—голоцена и связанных с ними колебаниях уровня моря.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучено два разреза торфяника, вскрытых скважиной ручного бурения в пределах верхового болота, окруженного лиственничниками на юго-востоке о. Шикотан (рис. 1). Мощность торфа достигает 1,5 м, под ним вскрывается голубовато-серая слабо оторфованная глина. Временная привязка палеоландшафтных смен проведена на основе данных радиоуглеродного датирования¹ (см. таблицу)

¹ Радиоуглеродное датирование выполнено в СПбГУ.

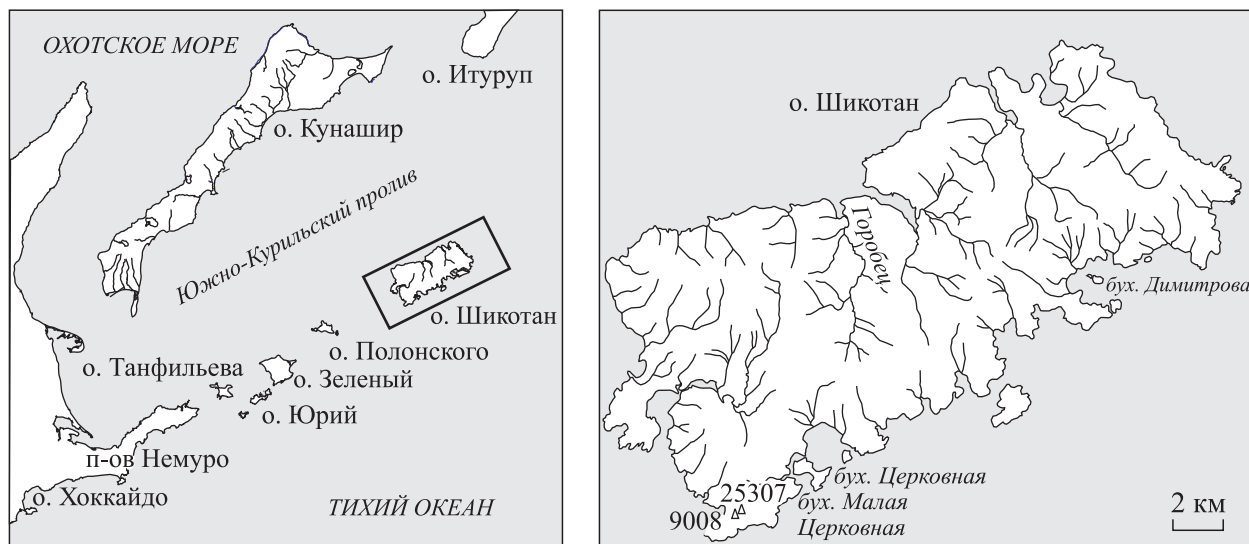


Рис. 1. Схема района работ.

Список радиоуглеродных дат из разрезов торфяников на юго-востоке о. Шикотан

Лабораторный номер	Номер образца	Интервал, м	Скважина	Радиоуглеродный возраст, лет	Календарный возраст cal BP, лет
ЛУ-5919	1/25307	0,50–0,55	25307	1250 ± 270	1190 ± 260
ЛУ-5920	2/25307	0,95–1,00		3470 ± 30	3760 ± 60
ЛУ-5921	3/25307	1,35–1,40		7070 ± 130	7890 ± 130
ЛУ-6102	1/9008	1,05–1,10	9008	4700 ± 80	5450 ± 100
ЛУ-6103	2/9008	1,26–1,30		7610 ± 60	8430 ± 50
ЛУ-6104	3/9008	1,35–1,40		8940 ± 90	10040 ± 140
ЛУ-6098	4/9008	1,40–1,45		8380 ± 110	9350 ± 130

Примечание. Значения календарного возраста приведены на основании калибровочной программы «CalPal» Кёльнского университета 2006 г., авторы В. Weninger, О. Joris, U. Danzeglocke (www.calpal.de).

и данных тейфростратиграфии, основанных на микрозондовом анализе химического состава вулканического стекла².

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Шикотан является самым крупным островом Малой Курильской гряды (площадь 252,8 км²), имеет низкогорный, денудационно-тектонический сильно расчлененный рельеф (максимальная высота 412 м), к побережью приурочены разновысотные террасовидные поверхности, имеющие ограниченное распространение. Климат океанический с небольшой разницей между летними и зимними температурами, отличается от соседних крупных островов более высокой теплообеспеченностью (среднегодовая температура 5,0 °С, средняя температура февраля –5,9 °С, августа 16,3 °С, сумма активных температур >10 °С – 1562°), большим количеством дней с сильным ветром (в среднем 101 день с ветром >15 м/с) и незначительной высотой снежного покрова (35 см). Количество атмосферных осадков 1240 мм/год [9].

Лиственничники (площадь 2 × 1,2 км) имеют ограниченное распространение на о. Шикотан и встречаются только в пределах террасовидной поверхности (высота около 60 м) между бухтами Малая Церковная и Дельфин. Лиственница курильская образует редкостойные рощи, а также присутствует

² Анализ состава вулканического стекла выполнен в Радиовом институте им. В. Г. Хлопина, г. Санкт-Петербург.

в виде отдельных деревьев среди луговой растительности. Деревья низкорослые, имеют характерную крону, свидетельствующую о сильных ветрах. Здесь же распространены такие неморальные элементы, как гортензия метельчатая (*Hydrangea paniculata*), виноград Конье (*Vitis coignetiae*), актинидия коломикта (*Actinidia kolomikta*) и др. В распадках и долинах ручьев лиственница замещается темнохвойными, на склонах распространены бамбучниково-разнотравные луга и встречаются рощицы каменной березы (*Betula ermanii*).

В центре массива лиственничников находится единственное на острове верховое болото (протяженностью около 0,5 км) с обилием кустарничков, моховой подушкой и лишайниками (*Cladina stellaris* (Opiz.) Brodo, *Thamnoia vermicularis*, *Cetraria cucullata*, *Bryocaulon devergense*), характерными для тундровых ландшафтов³. Из сфагновых мхов определены *Sphagnum palustre* L., *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr., из печеночных встречается арктобореальный *Macrodiplophyllum plicatum* (Lindb.) H. Perss. Под лиственницей по кромке болота найдены сфагновые мхи (*Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr., *Dicranum majus* Turner). На болоте широко распространен можжевельник сибирский (*Juniperus sibirica*), в западной части болота растет ель Глена (*Picea glehnii*), редкое растение для о. Шикотан.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В разрезах торфяника встречены маркирующие вулканические пеплы о. Кунашир — вулкана Тятя (около 1500 кал. л. н.) и о. Хоккайдо [10] — Ко-с2 (1694 г.) вулкана Комагатаке, высококалийный пепел (предполагаемый источник — один из вулканов п-ова Сиретоко, возраст около 2000 кал. л. н.), Та-с вулкан Тарумаи (2300 кал. л. н.), Ма-d (3600 кал. л. н.), Ма-f-j (7600 кал. л. н.). Вулканический пепел из основания торфяника сопоставляется с тефрой кальдерообразующего извержения вулкана Львиная Пасть, о. Итуруп (9400 ¹⁴C л. н. [11]) или пеплом Ма-1 (9700–10 900 кал. л. н.) вулкана Масю, о. Хоккайдо, состав которых очень похож и извержения произошли в близкие временные интервалы. Из торфа под пеплом Ма-1 на о. Танфильева получена ¹⁴C-дата 10 350 ± 100 л. н., ГИН-13455 [12]. Присутствие этого пеплового прослоя в разрезе торфяника о. Шикотан свидетельствует о том, что торф начал накапливаться с конца позднего плейстоцена.

Для разреза 25307 в восточной части болота выделено 11 спорово-пыльцевых зон, в том числе три из подстилающей глины (рис. 2). В основании разреза в спорово-пыльцевых спектрах (палинозона 1) преобладает пыльца кустарников и древесных пород (до 57 %): *Betula* sect. *Nanae*, *Duschekia*, *Pinus* s/g *Haploxylon*, в небольших количествах присутствует пыльца темнохвойных, древесных берез и единично переотложенная пыльца *Quercus*, *Tsuga*. Среди трав доминирует Сурегасеае, в группе спор — *Sphagnum*. Встречена пыльца *Larix* (до 3,4 %), что указывает на произрастание лиственницы в холодных условиях конца позднего плейстоцена. Палиноспектры отвечают развитию в пределах сухопутного моста, существовавшего на месте Малой Курильской гряды, лиственничных редколесий с обширными участками, занятыми тундровыми ландшафтами.

В палинозоне 2 увеличивается количество пыльцы древесных берез (*Betula* sect. *Costatae* — до 15 %), *Pinus* s/g *Haploxylon*, появляется пыльца широколиственных (*Quercus*, *Ulmus*), в группе трав и кустарничков растет содержание пыльцы Ericaceae (до 52 %), Poaceae (до 21 %), среди спор — Polypodiaceae (до 21 %). Количество пыльцы *Larix* достигает 5,6 %. Палиноспектры отвечают менее холодным и более сухим условиям.

Палинозона 3 выделена из оторфованной глины, снижается доля пыльцы кустарниковых берез, появляется пыльца *Salix*, *Alnus*, увеличивается содержание пыльцы трав и кустарничков, преобладает пыльца Сурегасеае, появляется элемент океанических марей *Myrica* (до 4 %), единично встречается пыльца Сурегасеае, вероятно, можжевельника. Доля пыльцы *Larix* составляет 4,7–5,5 %. Комплекс отражает более теплые и влажные условия.

Палинозона 4 выделена для основания торфяника. Характерно резкое увеличение доли пыльцы *Pinus* s/g *Haploxylon* (до 83 %), растет содержание пыльцы *Larix* (до 17 %). В составе болотной растительности преобладали вересковые кустарнички (Ericaceae — до 82 %). Резкое увеличение количества пыльцы широколиственных пород в сочетании с Asteraceae (до 14 %), Polypodiaceae (36 %), *Osmunda* (до 42 %) в верхней части выделенного интервала свидетельствует о прогрессирующем потеплении и

³ Определение мхов и лишайников выполнено В. А. Бакалиным, В. Я. Черданцевой (БПИ ДВО РАН), Т. И. Коротаевой (ИМГИГ ДВО РАН) и И. Ф. Скириной (ТИГ ДВО РАН).

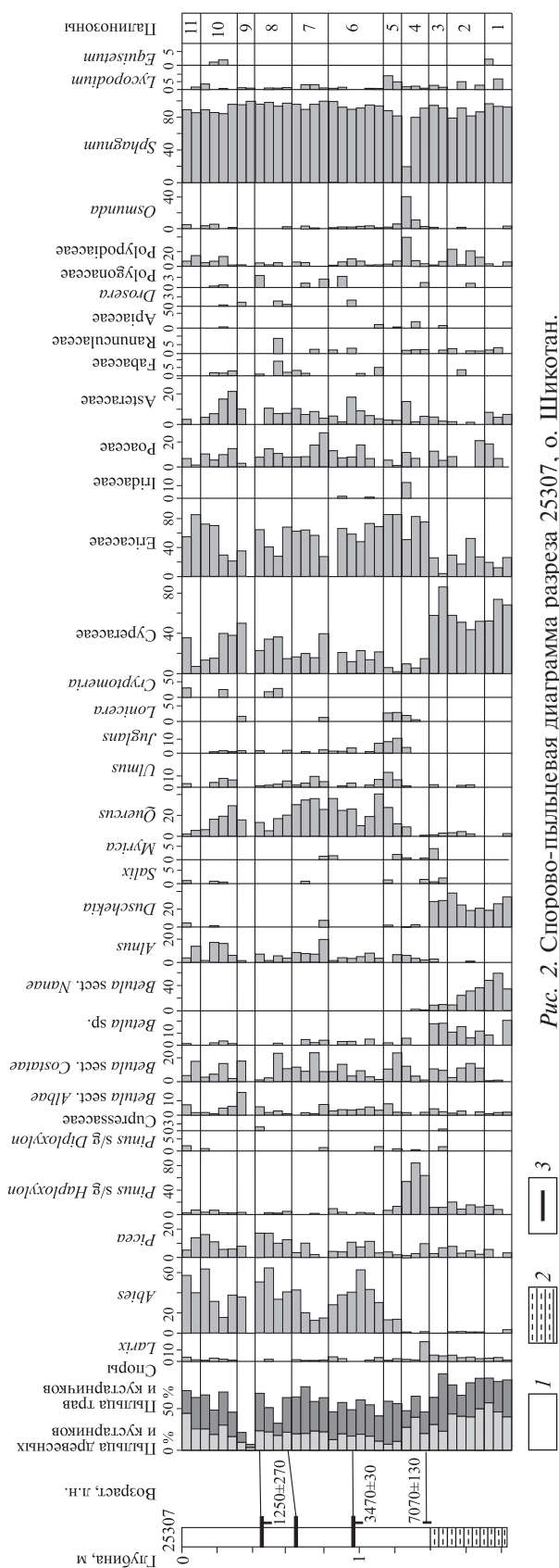


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза 25307, о. Шикотан.

1 — торф; 2 — глина; 3 — вулканический пелел.

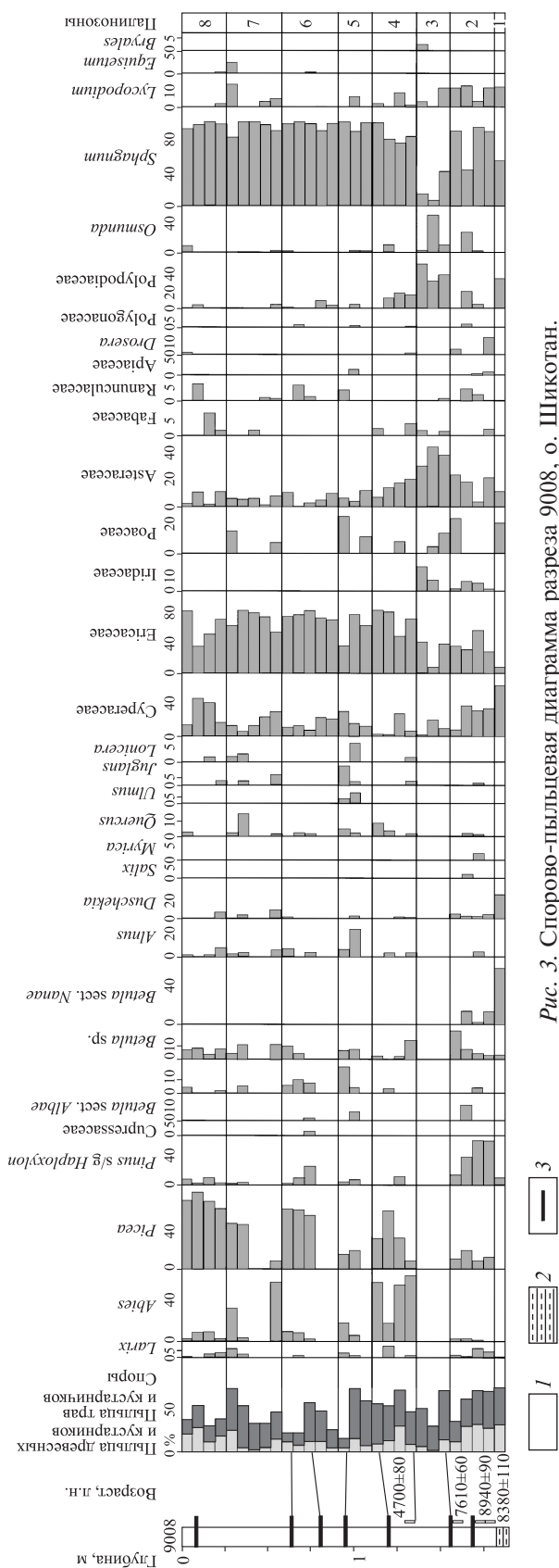


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза 9008, о. Шикотан.

1 — торф; 2 — глина; 3 — вулканический пелел.

снижении увлажнения. Палиноспектры отвечают широкому развитию зарослей кедрового стланика в раннем—начале среднего голоцена, в настоящее время он не произрастает на острове. ^{14}C -дата из основания торфяника 7070 ± 130 л. н., по-видимому, является омоложенной. В разрезе 9008 из основания торфяника, для которого выделены палиноспектры аналогичного состава (палинозона 2), получены ^{14}C -даты 8380 ± 110 л. н., 8940 ± 90 , 7610 ± 60 (рис. 3). В кровле интервала выходит вулканический пепел Ma-f-j вулкана Масю.

Палинозона 5 выделена из среднеголоценовой части разреза. Увеличивается количество пыльцы широколиственных — *Quercus* (до 27 %), *Ulmus* (до 13 %), *Juglans* (до 11 %), появляются *Tilia* и, вероятно, аллохтонная пыльца *Fagus*. Растет содержание пыльцы древесных берез (до 24 %). В составе локальной болотной растительности широко представлена *Lonicera* (до 2,7 %). Среди пыльцы трав уменьшается доля Сурегасеае, среди спор растет содержание *Lycopodium*. Палиноспектры отражают широкое развитие неморальной растительности в теплых и относительно сухих условиях во второй половине среднего голоцена. Сокращение пыльцы *Pinus s/g Haploxylon* (до 13 %) говорит, что площади, занятые кедровым стлаником, резко сократились. Он еще сохранялся на юго-востоке острова, в то время как в центральной части на этом рубеже он исчез [13]. Присутствие пыльцы *Larix* (до 2,7 %) свидетельствует, что в среднем голоцене лиственница была более широко представлена в растительном покрове о. Шикотан.

Палинозона 6 характеризуется резким увеличением пыльцы темнохвойных, в первую очередь *Abies* (до 62 %), довольно большим содержанием пыльцы широколиственных (*Quercus* — до 40 %, *Ulmus*, *Juglans*, *Carpinus*, *Fraxinus*) и дальнейшим сокращением доли пыльцы *Pinus s/g Haploxylon* (до 2,6 %). Возможно, одной из причин исчезновения кедрового стланика наряду с климатическими причинами [13] была значительная облесенность острова и невозможность его развития под пологом темнохвойных и хвойно-широколиственных лесов. Лиственница (*Larix* — до 3,3 %) сохранялась по обрамлению верхового болота. В группе трав и кустарничков преобладает Ericaceae, возрастает доля пыльцы Сурегасеае, появляется *Dracera*, среди спор по-прежнему доминирует *Sphagnum*. Время образования отложений сопоставляется с первой половиной суббореала. Из торфа получена ^{14}C -дата 3470 ± 80 л. н., выше залегает вулканический пепел Ma-d. Климат был теплый и влажный, возрастают скорости торфонакопления, что характерно и для других торфяников этого возраста [13].

Палинозона 7 отличается снижением содержания пыльцы темнохвойных, увеличением доли пыльцы древесных берез (до 27 %) и широколиственных (*Quercus* — до 36 %, *Ulmus* — 9,1 %), пыльца *Larix* присутствует постоянно (до 4,2 %). Среди трав увеличивается доля Poaceae (до 27 %). Отложения формировались во второй половине суббореала в теплых и более сухих условиях.

Палинозона 8 отражает новую экспансию темнохвойных лесов в начале позднего голоцена, причем увеличивается доля пыльцы *Abies* (до 64 %), *Picea* (до 17 %), сокращается содержание пыльцы широколиственных. Пыльца *Larix* встречается спорадически (до 1,7 %). Появляется аллохтонная пыльца *Cryptomeria* (до 2,8 %), занесенная с Японских островов, что свидетельствует об усилении циклонической деятельности в весенние периоды. Среди трав увеличивается доля пыльцы влаголюбивых растений (Сурегасеае, Ranunculaceae), вновь появляется пыльца *Dracera*. Время накопления отложений — поздний голоцен: в основании интервала в разрезе торфяника обнаружен высококалийный пепел, в кровле — пепел вулкана Тятя, под которым получена ^{14}C -дата 1250 ± 270 л. н.

Палинозона 9 выделена из слоя торфа, лежащего на пепле вулкана Тятя. В спектре резко увеличивается количество спор. В группе древесных и кустарничков сокращается доля пыльцы темнохвойных, растет содержание пыльцы древесных берез (до 34 %), среди трав — Сурегасеае, уменьшается доля пыльцы Ericaceae. Кратковременное изменение в растительности, по-видимому, было вызвано пеплопадом.

Палинозона 10 отличается повышением содержания пыльцы темнохвойных и ольхи. Высокое содержание пыльцы *Quercus* (до 29 %) говорит о том, что дуб, отсутствующий в настоящее время на острове, сохранялся в растительном покрове и во вторую половину позднего голоцена.

Палинозона 11 отражает изменение ландшафтов в историческое время. Количество пыльцы *Larix* в кровле разреза растет (до 4 %). На фоне преобладания пыльцы темнохвойных, среди которых большую роль стала играть ель, повышается доля пыльцы берез и практически исчезают широколиственные. Пыльца *Quercus* присутствует в виде единичных зерен и, вероятно, заносилась с соседних островов. В кровле разреза 9008 обнаружен вулканический пепел Ko-c2, позволяющий предположить, что такие изменения растительности острова претерпела в малый ледниковый период.

В разрезе 9008 выделено восемь палинозон (см. рис. 3). В целом результаты спорово-пыльцевого анализа сходны с данными, полученными по разрезу 25307, но есть различия, обусловленные локаль-

ной дифференциацией ландшафтов. В западной части торфяника в структуре палиноспектров второй половины среднего–позднего голоцена значительно выше содержание пыльцы *Picea*, *Betula*, меньше доля широколиственных таксонов, что отражает изменение растительности при переходе от более защищенных местообитаний к ветробойным участкам крайней юго-восточной оконечности о. Шикотан в районе мыса Волошина. Пыльца *Larix* здесь также встречается по всему разрезу.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что лиственничники о. Шикотан — природные образования и являются реликтами ландшафтов позднего плейстоцена, существовавших в суровых климатических условиях последней ледниковой эпохи на территории сухопутного моста, объединяющего Малую Курильскую гряду, Кунашир и Хоккайдо. В условиях холодного сухого климата лиственничные редколесья с фрагментами тундр и сухих лугов получили широкое распространение на участках осушенного шельфа. Лиственничные леса были распространены вдоль холодного океанического палеопобережья [4, 14]. Островные флоры были существенно обогащены засухо- и холодоустойчивыми видами [1]. Пыльца лиственницы плохо разносится ветром [16], поэтому даже незначительное ее присутствие в спорово-пыльцевых спектрах указывает на ее участие в растительном покрове.

При распаде сухопутного моста в ходе послеледниковой трансгрессии о. Шикотан отделился первым (предположительно в раннем голоцене), и дальнейшее развитие лиственничников происходило в условиях небольшой островной суши. Образование небольших островов в максимальную фазу трансгрессии (около 6 тыс. л. н.) привело к сокращению площади суши, изменению рельефа и конфигурации береговой линии. Разрыв ареалов и невозможность повторного заселения с сопредельных островов во многом определили дальнейшую эволюцию растительности и облик современных островных ландшафтов.

Климатические изменения в конце позднего плейстоцена, характеризовавшиеся резкой сменой потеплений и похолоданий, и достаточно контрастные изменения климатических условий в голоцене привели лишь к сокращению площади, занятой лиственницей, усложнению ценозов, сочетающих холодолюбивые и теплолюбивые элементы. Лиственница оказалась более устойчивым элементом растительного покрова к изменениям и температурного режима, и влагообеспеченности по сравнению с другими ландшафтообразующими видами.

В результате климатических изменений в голоцене из растительного покрова о. Шикотан исчезли кустарниковые березки, кедровый стланик, дуб и многие другие виды растений. Некоторые из этих видов, такие как кедровый стланик, не смогли пережить оптимум голоцена, что было связано с повышением среднегодовых температур (на 2–3 °С выше современной, сумма активных температур >10 °С достигала 2000 °С) и резким снижением количества зимних осадков. Дуб исчез в похолодание малого ледникового периода.

Увеличение океаничности климата и рост увлажнения привели к формированию верхового болота, развитие которого шло весь голоцен. В составе болотной растительности сохранились арктобореальные виды, оставшиеся из тундровых комплексов, существовавших на территории моста в холодных условиях позднего плейстоцена. Это сообщество в голоцене пережило экспансию теплолюбивых видов, максимальное распространение которых было около 6 тыс. л. н.

Решающим фактором, способствующим сохранению лиственничников, по-видимому, являются микроклиматические особенности юго-восточной уплощенной оконечности о. Шикотан, открытой действию ветров и туманов. На развитие ландшафтов тихоокеанской стороны острова большое влияние оказывает холодное течение Оясио, роль которого усилилась в позднем голоцене, когда ветвь теплого течения Куроисио — течение Соя несколько ослабло и сократилась зона его распространения [8, 15, 16]. Холодный климат, уплощенная открытая ветрам поверхность, покрытая слоем глины, способствующей переувлажнению, — вот главные абиотические факторы, позволившие существовать реликтовым лиственничникам в условиях небольшого острова в отрыве от основной популяции лиственницы на Курильских островах. Эти же факторы объясняют и развитие здесь с конца позднего плейстоцена океанической мари с участием арктобореальных элементов. Изученное растительное сообщество объединяет в себе черты климатического и геоморфологического рефугиумов. Климатические рефугиумы являются важнейшими при развитии растительного покрова в условиях изменяющегося климата, реликтовые сообщества во многом определяют современный облик растительности островов [1].

Полученные данные подтверждают предположение о том [4], что существенное снижение уровня океана (до 100–130 м) и образование обширной суши в условиях холодного климата в большей степени способствовали продвижению северных форм на юг, чем продвижение южных форм на север во время потеплений при трансгрессивном положении уровня моря и распаде сухопутных мостов на отдельные острова. По-видимому, рефугиумы, оставшиеся от холодных эпох, в условиях островной суши более устойчивы к изменениям климата (температурного режима и влагообеспеченности), чем реликты теплых эпох.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (12–05–00017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Крестов П. В., Баркалов В. Ю., Омелько А. М. и др.** Реликтовые комплексы растительности современных рефугиумов Северо-Восточной Азии // Комаровские чтения. — 2009. — Вып. 56. — С. 5–61.
2. **Величко А. А.** Основные черты ландшафтных изменений на территории Северной Евразии в позднем плейстоцене и голоцене // Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет. — М.: ГЕОС, 2002. — С. 156–163.
3. **Урусов В. М., Чипизубова М. Н.** Растительность Курил. Вопросы динамики и происхождения. — Владивосток: Дальнаука, 2000. — 302 с.
4. **Журавлёв Ю. И., Сазонова И. Ю.** Формирование видового разнообразия Курильской биоты // Растительный и животный мир Курильских островов: Материалы Международного Курильского проекта. — Владивосток: Дальнаука, 2002. — С. 144–149.
5. **Bennet K. D., Provan J.** What do we mean by 'refugia'? // Quaternary Science Reviews. — 2008. — Vol. 27. — P. 2449–2455.
6. **Баркалов В. Ю.** Флора Курильских островов. — Владивосток: Дальнаука, 2009. — 468 с.
7. **Igarashi Y., Murayama M., Igarashi T. et al.** History of *Larix* forest in Hokkaido and Sakhalin, Northeast Asia since in Last Glacial // Acta Paleontologica Sinica. — 2002. — Vol. 41, N 4. — P. 524–533.
8. **Igarashi Ya., Yamamoto M., Ikehara K.** Climate and vegetation in Hokkaido, northern Japan, since the LGM: Pollen records from core GH02-1030 off Tokachi in the northwestern Pacific // Journ. of Asian Earth Sciences. — 2011. — Vol. 40, N 6. — P. 1102–1110.
9. **Справочник по климату СССР.** — Л.: Гидрометеоздат, 1968. — Ч. 3 (ветер). — 248 с.; Ч. 5 (облачность). — 189 с.
10. **Yoshimoto M., Hasegawa T., Kishimoto H., Nakagawa M.** Field course in Hokkaido. — Sapporo: Hokkaido Univ. Press, 2006. — 70 p.
11. **Новейший и современный вулканизм на территории России / Н. П. Лаверов, Н. Л. Добрецов, О. А. Богатиков и др.** — М.: Наука, 2005. — 604 с.
12. **Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Белянина Н. И.** Первые данные о развитии ландшафтов на юге Курильских островов на рубеже плейстоцена–голоцена // Докл. Академии наук. — 2010. — Т. 430, № 1. — С. 108–113.
13. **Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Белянина Н. И., Гребенникова Т. А.** Стратиграфия торфяника долины р. Горбец и развитие природной среды о. Шикотан (Малая Курильская гряда) в голоцене // Тихоокеан. геология. — 2008. — Т. 27, № 4. — С. 82–98.
14. **Tsukada M.** A vegetation map of the Japanese Archipelago approximately 20 000 years BP // Jap. Journ. Ecol. — 1984. — Vol. 34. — P. 203–208.
15. **Koizumi I.** Spectral analysis of the diatom paleotemperature records at DSDP Sites 579 and 580 near the subarctic front in the western North Pacific // Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol. — 1994. — Vol. 108. — P. 475–485.
16. **Kawahata H., Ohshima H., Shimada S., Oba T.** Terrestrial-oceanic environmental change in the southern Okhotsk sea during the Holocene // Quaternary International. — 2003. — Vol. 108. — P. 67–76.

Поступила в редакцию 14 мая 2012 г.