

**РОЛЬ КЛИМАТИЧЕСКОГО И ВУЛКАНОГЕННОГО ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ
ОРГАНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И РАЗВИТИИ ЛАНДШАФТОВ О. СИМУШИР
(ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КУРИЛЫ) В СРЕДНЕМ-ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ**

**Н.Г. Разжигаева¹, Л.А. Ганзей¹, Н.И. Белянина¹, Т.А. Гребенникова¹,
Х.А. Арсланов², Н.Ф. Пшеничникова¹, А.В. Рыбин³**

¹ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, ул. Радио 7, г. Владивосток, 690041;
e-mail: nadyar@tig.dvo.ru

²Санкт-Петербургский университет, Университетская наб. 7-9, г. Санкт-Петербург, 199034

³ФГБУН Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, ул. Науки 1Б, г. Южно-Сахалинск, 693022

Поступила в редакцию 18 января 2012 г.

Выделены этапы развития ландшафтов о. Симушир в среднем-позднем голоцене, определены рубежи их перестройки и выяснена роль климатических изменений и вулканических извержений в развитии природных компонентов. В основу палеорекопструкций положено изучение стратиграфии разрезов почвенно-пирокластических чехлов в разных частях острова, а также изучен разрез торфяника на побережье бух. Душной. Выполнен спорово-пыльцевой анализ погребенных, современных почв и торфяника, в котором также изучена диатомовая флора. Возрастная привязка событий проведена на основе радиоуглеродного датирования и данных тефростратиграфии.

Ключевые слова: голоцен, климатические изменения, вулканические извержения, палеоландшафты, Центральные Курилы, Дальний Восток.

ВВЕДЕНИЕ

На развитие ландшафтов островных дуг помимо климатических изменений большое влияние оказывают вулканические извержения. Выяснение соотношения этих факторов во времени и их роли в динамике различных компонентов ландшафта является важной задачей палеогеографии зоны перехода континент–океан. Одним из информативных объектов для изучения взаимодействия этих факторов являются Центральные Курилы, где вулканическая активность в голоцене и историческое время была очень высока [5, 12]. Острова, входящие в эту группу, являются длительно изолированными территориями, в последнюю ледниковую эпоху они не соединялись мостами с континентом [1], что во многом определило особенности развития их природной среды. Для этого района проведены детальные палеогеографические исследования, охватившие группу небольших о. Матуа, Расшуа и Кетой [13–15]. Целью настоящей работы является анализ развития и становления ландшафтов о. Симушир, наиболее крупного из этой группы.

О. Симушир простирается с северо-востока на юго-запад на 56 км при ширине до 15 км и имеет площадь 344.9 км². Он образован несколькими разновозрастными вулканическими постройками разного типа, к позднеплейстоценовым-голоценовым относятся вулканический массив и кальдера Броутона, вулканы Уратман, Пик Прево, Заварицкого, включающий три хорошо выраженные кальдеры, и сложно устроенный влк. Мильна с действующим влк. Горячая Сопка [5, 12]. Самые старые вулканические постройки сильно разрушены, подрезаны морскими террасами предположительно средне-позднеплейстоценового возраста, влк. Мильна отделен от влк. Заварицкого низменным перешейком Косточко (высотой до 20 м над у. м. при ширине 2.5 км), также представляющим собой морскую террасу, перекрытую валунно-галечным материалом.

По данным метеостанции, размещавшейся на перешейке Косточко, среднегодовая температура составляет 2.5°C, средняя температура зимнего периода – -5.8°C, летнего – +11°C, сумма активных температур (>10°C) – 518°C. Среднегодовое количество

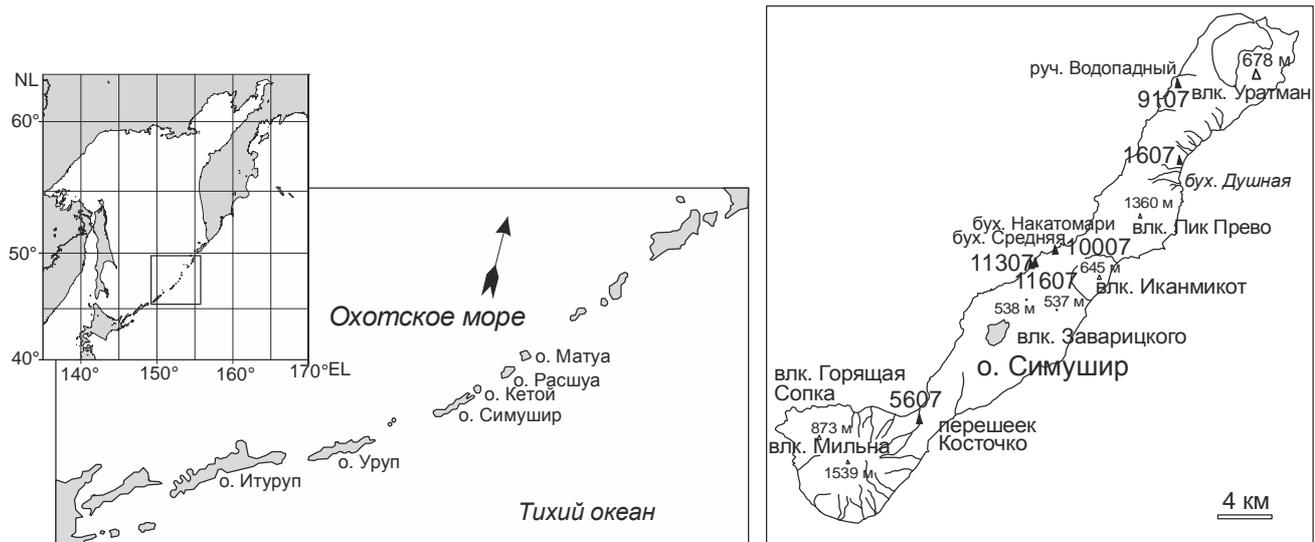


Рис. 1. Схема района работ.

атмосферных осадков – 1610 мм, максимум выпадения – апрель–октябрь (1080 мм). Высота снежного покрова – до 110 см. Характерны туманы, сильные ветры (до 185 дней в году со скоростью ветра > 15 м/сек), преобладающее направление ветров в зимний период – северо-западное, в летний – юго-восточное [16].

О. Симушир входит в Среднекурильский флористический район, для которого установлено низкое таксономическое разнообразие флоры, число видов сосудистых растений здесь достигает 337, что несколько выше, чем на других островах этой группы [2]. В составе растительности преобладают стланики. Заросли кедрового стланика распространены в северо-восточной части острова и почти отсутствуют в центральной и юго-западной части, где господствует ольховник. На севере острова в защищенных местах растут редкостойные каменноберезняки, приуроченные к нижним частям склонов, встречается тис остроконечный. На уплощенных поверхностях и вершинах холмов развиты верещатники. Широко распространены луговые сообщества разного флористического состава [2, 3, 6]. Болота не имеют широкого распространения, небольшие заболоченные участки встречаются на побережье за штормовыми валами. Ландшафтная структура о. Симушир довольно сложная, доминирующее положение занимают вулканогенные ландшафты крутых и средней крутизны склонов (62.9 %). Особой сложностью отличается ландшафтная структура влк. Заварицкого с многоуровневой системой кальдер [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во время экспедиционных работ в 2007 г., организованных ИМГиГ ДВО РАН и в рамках Курильско-

го Биокомплексного Проекта (КВП) [11], на о. Симушир изучено строение 4 разрезов почвенно-пирокластического чехла на перешейке Косточко (разрез 5607), на побережье бух. Средней (11607, 10007), около устья руч. Водопадного (9107) и разрез торфяника на побережье бух. Душной (1607), а также был изучен разрез террасовидной поверхности (11307), сложенной вулканогенно-осадочными отложениями в южной части бух. Средней (рис. 1, 2). Отбор проб в органогенных отложениях проводился с интервалом 5 см, из других генетических типов отложений – в зависимости от литологического строения разрезов. Выполнен спорово-пыльцевой анализ погребенных и современных вулканических почв и торфяника, в котором также изучена диатомовая флора. На спорово-пыльцевых диаграммах показано распределение основных таксонов.

Выделение генетических горизонтов в почвенных профилях выполнено на основе классификации вулканических почв Камчатки, разработанной коллективом авторов [8] и адаптированной к классификации и диагностике почв России [9].

Радиоуглеродное датирование выполнено в СПбГУ по общей горячей щелочной вытяжке гуминовых кислот. Калибровка радиоуглеродных дат в календарные сделана с помощью программы “CalPal”. При определении возраста палеоландшафтных смен и сопоставлении полученных результатов с ранее опубликованными данными по этому региону использованы некалиброванные ^{14}C -даты (табл.). Для возрастной привязки частных разрезов использовались также данные тефростратиграфии, полученные авторами и японскими исследователями, которые работали на тех же разрезах [19]. Микророндовый ана-

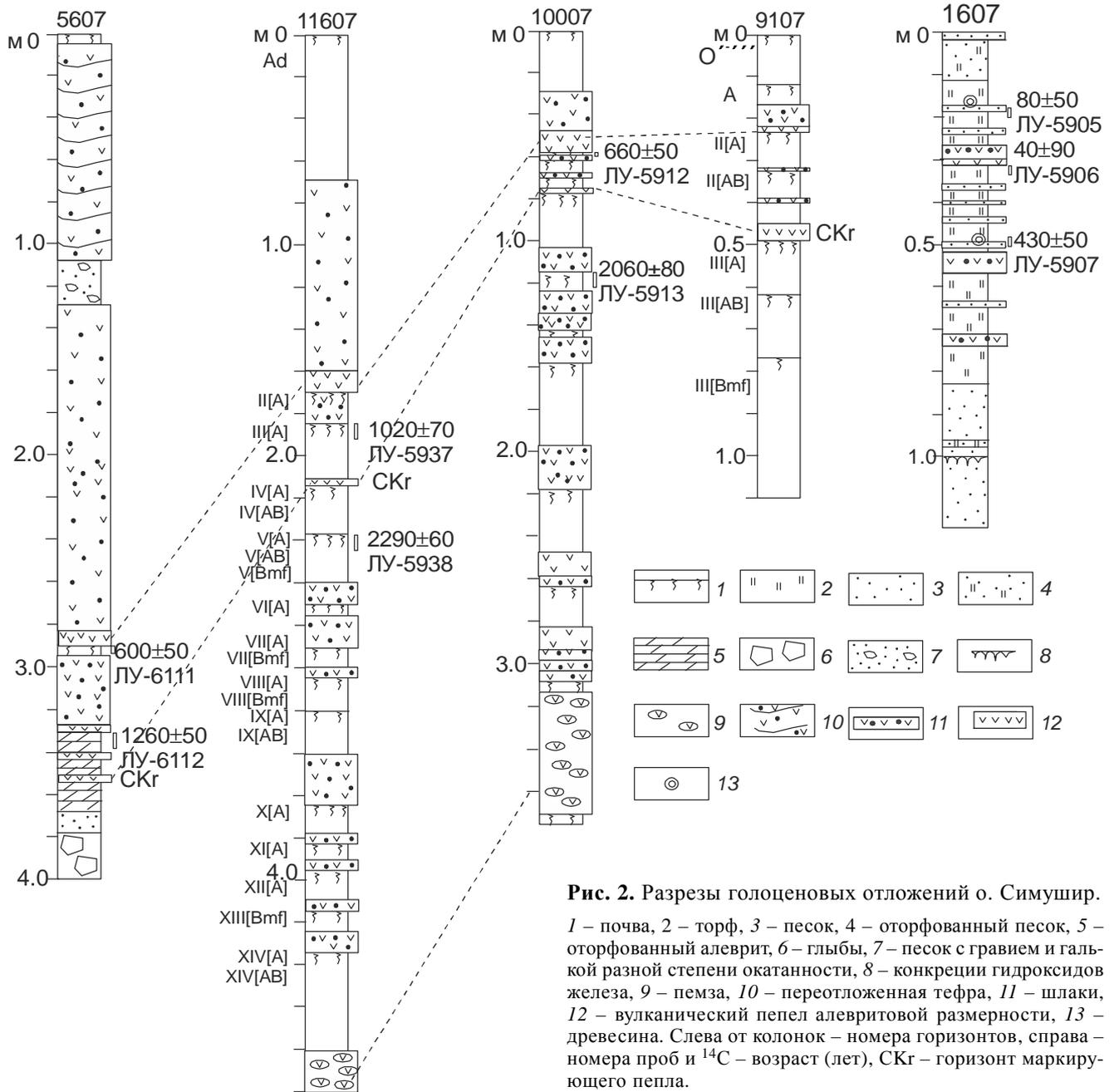


Рис. 2. Разрезы голоценовых отложений о. Симушир.

1 – почва, 2 – торф, 3 – песок, 4 – оторфованный песок, 5 – оторфованный алеврит, 6 – глыбы, 7 – песок с гравием и галькой разной степени окатанности, 8 – конкреции гидроксидов железа, 9 – пемза, 10 – переотложенная тефра, 11 – шлаки, 12 – вулканический пепел алевритовой размерности, 13 – древесина. Слева от колонок – номера горизонтов, справа – номера проб и ¹⁴C – возраст (лет), СКр – горизонт маркирующего пепла.

лиз вулканического стекла выполнен в Радиевом институте им. В.Г. Хлопина, г. Санкт-Петербург.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На перешейке Косточко изучен разрез голоценовых отложений, вскрытых ручьем в 0.25 км от береговой линии зал. Мильна (разрез 5607, 46°50.974' с.ш., 151°51.952' в.д.). Под мощным слоем тефры залегает погребенная почва, ниже которой выходит слой грубой тефры и оторфованные алевриты с двумя прослоями вулканических пеплов, представленных светло-желтым алевритом (рис. 2). Состав вул-

канического стекла позволяет отнести один из них к маркирующему пеплу СКр (возраст 2.1 ¹⁴C тыс. л.), источник которого находился на севере о. Итуруп [19]. В основании разреза вскрыт разнозернистый песок, лежащий на неокатанных глыбах. Для песка и органогенных прослоев выделено 4 палинозоны (рис. 3).

Палинозона Sm-K1 (инт. 3.40–3.78 м) выделена для отложений из основания разреза, которые формировались предположительно в конце среднего–начале позднего голоцена. Палиноспектры отвечают развитию кустарниковых группировок, пыльца оль-

Таблица. Список радиоуглеродных дат из разрезов голоценовых отложений о. Симушир.

Номер разреза	Номер образца	Интервал, м	Материал	¹⁴ C дата	Калиброванный возраст	№ лаборат.
5607	1/5607	2.90–2.93	почва	600±50	610±40	ЛУ-6111
5607	2/5607	3.30–3.35	почва	1260±50	1200±70	ЛУ-6112
5607	3/5607	3.58–3.68	почва	δ ¹⁴ C=0.54±1.46 %	≤200	ЛУ-6113
11307	1/11307	0.2–0.25	древесина	370±80	420±80	ЛУ-5909
11307	2/11307	1.05–1.10	древесина	380±50	430±70	ЛУ-5910
11307	3/11307	1.65–1.70	уголь	35±50	≤200	ЛУ-5911
11607	2/11607	1.85–1.90	почва	1020±70	940±90	ЛУ-5937
11607	3/11607	2.37–2.42	почва	2290±60	2280±80	ЛУ-5938
10007	1/10007	0.57–0.59	почва	660±50	630±50	ЛУ-5912
10007	2/10007	1.13–1.16	почва	2060±80	2040±100	ЛУ-5913
1607	1/1607	0.17–0.20	древесина	80±50	≤200	ЛУ-5905
1607	1a/1607	0.31–0.36	торф	40±90	≤200	ЛУ-5906
1607	2/1607	0.43–0.53	торф	430±50	460±70	ЛУ-5907
1607	3/1607	0.58–0.63		δ ¹⁴ C=1.04±1.54 %	≤200	ЛУ-5908

Примечание. Значения календарного возраста приведены на основании программы “CalPal” Кельнского университета 2006 г., авторы В. Weninger, О. Joris, U. Danzeglocke (сайт www.calpal.de).

хового и кедрового стланика присутствует в близких пропорциях. В основании разреза в песках высока доля спор *Polypodiaceae*. После выпадения вулканического пепла СКг произошло резкое снижение содержания пыльцы древесных и кустарников. Относительно высокое содержание пыльцы *Betula* говорит о более широком распространении редкостойных березовых лесов в конце среднего голоцена. Состав пыльцы трав и кустарничков свидетельствует о развитии разнотравных лугов, небольшие участки были заняты верещатниками, в отложениях над пепловыми прослоями резко увеличивается содержание пыльцы *Ariaseae*.

Палинозона Sm-K2 (инт. 3.28–3.4 м) из кровли оторфованных алевритов характеризуется преобладанием пыльцы трав и кустарничков. Палиноспектры отвечают более широкому распространению ольховника после серии сильных пеплопадов, сокращению площади, занятой березой в условиях похолодания климата. В первой половине позднего голоцена (¹⁴C-дата 1260±50 л. н., ЛУ-6112) на перешейке были распространены разнотравные луга.

Палинозона Sm-K3 (инт. 2.9–3.05 м), выделенная из темно-коричневой погребенной почвы, лежащей на шлаках, отличается увеличением содержания пыльцы *Pinus s/g Haploxyton*. В южной части острова в середине позднего голоцена (¹⁴C-дата 600±50 л. н., ЛУ-6111) были распространены заросли кедрового стланика, ольховник имел подчиненное значение. Среди пыльцы трав увеличилось содержание *Geranium*. Среди пионерной растительности на шлаках было много плаунов.

Палинозона Sm-K4 (инт. 0–0.05 м) из поверхностной почвы отражает современную растительность на юге острова – среди кустарников преобладает ольховник, широко распространены луговые сообщества. Отмечено большое количество спор папоротников.

На побережье бух. Средней был обнаружен разрез вулканогенно-осадочных отложений (разрез 11307, 46°58.526' с.ш., 152°00.164' в.д.), слагающих террасовидную поверхность (высотой 5–6 м), приуроченную к долине низкопорядкового водотока (рис. 4). Разрез сложен переотложенной тефрой одного из крупных извержений влк. Заварицкого, произошедшего в историческое время. По древесине из нижней части разреза получены ¹⁴C-даты 370±80 л. н., ЛУ-5909; 380±50 л.н., ЛУ-5910. В разрезе встречается сторевшая древесина, ¹⁴C-дата по углю ЛУ-5911 рассматривается как омоложенная (табл.). Вероятно, эта же тефра покрывает террасовидную поверхность перешейка Косточко и террасу высотой около 50–60 м в районе бух. Средней.

Разрезы почвенно-пирокластического чехла (11607, 10007) на террасовидной поверхности (высотой 50–60 м) на побережье бух. Средней включают до 13 погребенных почв, относящихся к вулканическим охристым. Прослой тефры, изученные в этих же разрезах японскими исследователями, имеют два источника [19]. Большинство из них относятся к влк. Заварицкого, расположенному в 4–7 км к юго-западу от изученных разрезов. В основании разрезов вскрывается мощный слой пемзы одного из кальдерообразующих извержений этого вулкана, произошедшего в

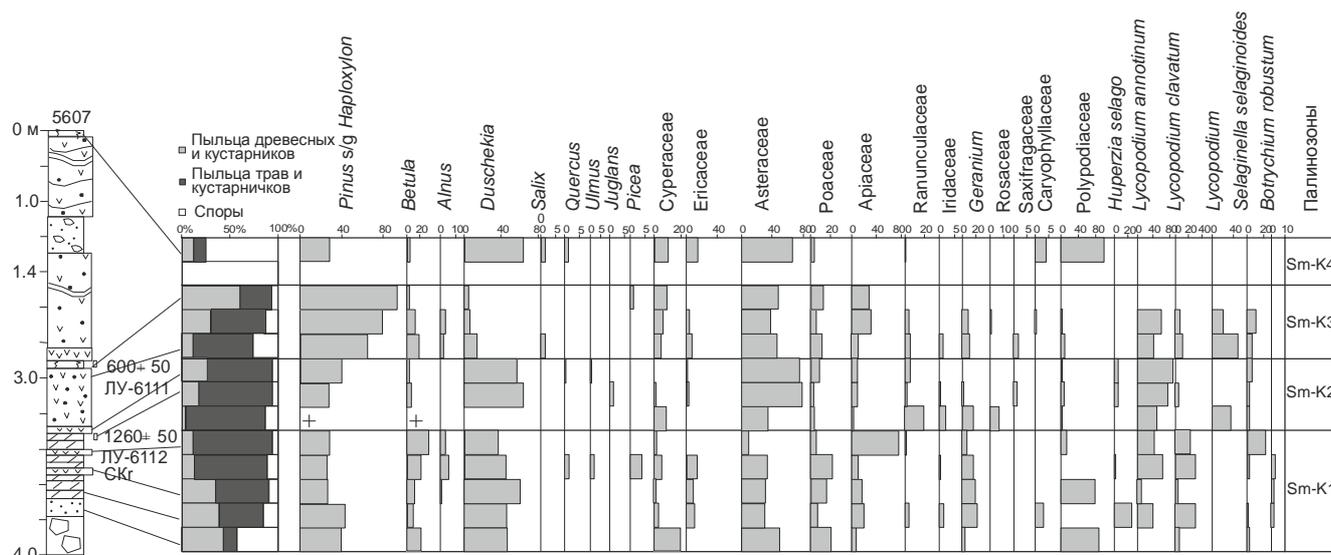


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза 5607, перешеек Косточко, о. Симушир.

среднем голоцене [19]. Источником некоторых прослоев шлаков является влк. Пик Прево, расположенный в 8–10 км к северо-востоку от изученных разрезов. Извержения этого вулкана происходили как в среднем, так и в первой половине позднего голоцена. Из транзитных маркирующих пеплов обнаружен СКг. Современный почвенный профиль под луговой растительностью сформировался на тefре последнего извержения влк. Заварицкого. Для почвенных горизонтов выделено 8 палинозон (рис. 5).

Палинозона Sm-S1 (инт. 4.35–4.47 м) выделена для почвенного горизонта XIV[A], представленного темно-серым суглинком, сформированным на пемзе кальдерообразующего извержения влк. Заварицкого. Палиноспектр отражает пионерную растительность, встречены исключительно споры, в основном, *Botrychium robustum*, характерный для лугов [2].

Палинозона Sm-S2 (инт. 2.90–4.10 м) установлена для горизонтов VII–XII[A], переслаивающихся с прослоями тefры влк. Заварицкого. Почвы представлены темно-серыми, черно-бурыми и черными супесями и суглинками. Здесь также преобладают споры, среди которых помимо папоротников появляются различные виды плаунов, в небольшом количестве встречена пыльца *Asteraceae*, *Ranunculaceae* и стлаников. Палиноспектры характеризуют неоднократное восстановление растительности по обрамлению вулкана, которая была представлена разреженными луговинами.

Палинозона Sm-S3 (инт. 2.7–2.75 м) выделена для горизонта VI[A], представленного черно-бурым суглинком. Характерно резкое увеличение содержания пыльцы трав и кустарничков, палиноспектры от-

ражают развитие сырых осоково-разнотравных лугов с плаунами. В составе растительности появляются вересковые кустарнички, возможно, начали возобновляться ольховый и кедровый стланики.

Палинозона Sm-S4 (инт. 2.37–2.6 м) выделена для погребенной почвы V с хорошо сохранившимся почвенным профилем, включающим три горизонта от охристо-бурой супеси до черного суглинка. Спорово-пыльцевые спектры отличаются резким увеличением содержания пыльцы *Ericaceae* и появлением спор *Selaginella selaginoides*, вида, характерного для влажных местообитаний по обрамлениям снежников и погребенных шлаками болотистых участков [2]. Появилась аллохтонная пыльца *Picea*, занесенная с южных островов. В центральной части острова в более прохладных условиях к началу позднего голоцена (^{14}C -дата 2290 ± 60 л.н., ЛУ-5938) широкое распространение получают верещатники. Представители стлаников присутствуют единично.

Палинозона Sm-S5 (инт. 2.12–2.37 м) установлена для погребенной почвы IV черно-бурого и черного цвета, суглинистого состава, которая сформировалась в конце среднего–начале позднего голоцена – эту почву перекрывает прослой маркирующего вулканического пепла СКг. Палиноспектры характеризуются резким увеличением количества пыльцы древесных пород и кустарничков. В условиях снижения вулканической активности в центральной части острова появились заросли кедрового стланика с ольховником, возможно, при участии берез. Среди спор большое значение приобретает *Selaginella selaginoides*, что может свидетельствовать об увеличении мощности снежного покрова. Среди пыльцы трав в



Рис. 4. Разрез вулканогенно-осадочных отложений 11307 на побережье бух. Средней.

почвенном горизонте IV[AB], включающем примесь вулканического шлака влк. Прево [19], преобладает пыльца разнотравья. После извержения постепенно происходило восстановление верещатников – в горизонте IV[A] доминирует пыльца Ericaceae.

Палинозона Sm-S6 (инт. 1.9–2.1 м) выделена для нижней части погребенной почвы III[A], представленной черным суглинком. Характеризуется некоторым снижением количества пыльцы древесных и кустарников и спор *Selaginella selaginoides* и отвечает тенденции снижения роли верещатников, более широкому развитию разнотравных лугов с обилием гераниевых и *Botrychium lunaria*, *B. robustum*.

Палинозона Sm-S7 (инт. 1.7–1.9 м) установлена для верхней части погребенной почвы III[A] и погребенной почвы III[A], образование которых началось около 1020±70 л. н., ЛУ-5937, и продолжалось около 300–400 лет. Почвы представлены черными суглинками. Палиноспектры отражают развитие березовых лесов в центральной части острова в более теплых климатических условиях. После извержения влк. Прево, шлаки которого залегают в основании погребенной почвы III[A], в составе растительности несколько увеличивается роль ольховника. Из разреза 10007 из этого почвенного горизонта получена ¹⁴C-дата 660±50 л.н., ЛУ-5912.

Палинозона Sm-S8 (инт. 0–0.7 м) выделена для современного почвенного профиля Ad, сформированного на тефре последнего сильного извержения влк. Заварицкого, произошедшего в историческое

время. Почва представлена темно-серой с коричневым оттенком супесью. Из разреза 11307, расположенного рядом, получены ¹⁴C-даты около 420–430 кал. л. н. (табл.). В палиноспектрах сокращается доля пыльцы древесных и кустарников и растет количество спор. Уменьшается содержание пыльцы *Betula*. Палиноспектры отражают развитие осоково-разнотравных и разнотравных лугов, постепенное восстановление верещатников.

В северо-западной части острова в районе руч. Водопадного на 30-метровой террасовидной поверхности изучен почвенный профиль, включающий неполноразвитый современный и два погребенных элементарных почвенных профиля, перекрытых прослоями вулканических пеплов и шлаков (разрез 9107). Вулканический пепел, представленный желтым алевритом, сопоставляется с маркирующим пеплом СКр. Выше выходят два прослоя шлаков предположительно влк. Прево, голубовато-серый пепел и шлак влк. Заварицкого. В основании вскрыты слабо гумусированные бурые суглинки, вероятно, эолового происхождения. Современная растительность – шейниково-разнотравный луг, встречается кедровый стланик, у подножья склонов – пятна бамбучника, близлежащие склоны покрыты кедровым стлаником и ольховником. Распределение пыльцы и спор по разрезу позволило выделить 4 палинозоны (рис. 6):

Палинозона Sm-Vd1 (0.85–1.10 м) выделена из охристо-бурых суглинков. Преобладают споры (до 65 %). Среди пыльцы древесных пород и кустарни-

ков доминирует *Pinus s/g Haploxylon*. Были распространены разнотравные луга богатого видового состава (Asteraceae, Poaceae, Apiaceae, Liliaceae, Caryophyllaceae, *Thalictrum*, Saxifragaceae, Cruciferae). Присутствие Сурегaceae, Iridaceae, Ranunculaceae указывает на влажные условия. Широко были распространены вересковые кустарнички. Среди спор преобладают споры *Botrychium robustum*, *B. lunaria*, Polypodiaceae, встречаются разные виды плаунов. В верхней части появляются споры *Selaginella selaginoides*. Палиноспектры отражают состав пионерной растительности на эоловых отложениях.

Палинозона Sm-Vd2 (0.62–0.85 м) выделена из почвенного горизонта III[AB] – коричнево-бурого суглинка. Характеризуется увеличением содержания пыльцы трав. Появляется единичная пыльца широколиственных (*Quercus*, *Juglans*) и темнохвойных (*Picea*), перенесенная ветром с южных островов. Среди пыльцы местных растений обнаружена редкая пыльца *Ilex*. Существенно возрастает содержание пыльцы Ericaceae, что указывает на увеличение площади, занятой вересчатниками. В составе спор преобладает *Selaginella selaginoides*. Присутствие редких спор *Osmunda*, который в настоящее время произрастает на Южных Курилах [2], свидетельствует о довольно теплых условиях. Почва формировалась под разнотравным лугом с зарослями кедрового стланика и вересчатниками.

Палинозона Sm-Vd3 (0.23–0.62 м) выделена для горизонтов III[A], II[AB], II[A], представленных коричнево-бурыми и черными суглинками. Повышается содержание пыльцы древесных пород и кустарников. Несколько снижается доля *Pinus s/g Haploxylon*, особенно в почве, которая формировалась после выпадения шлаков. Растет содержание пыльцы *Betula*, образующей на диаграмме два пика, и *Duschekia*, появляются *Alnus*, *Rubus*, *Myrica*. Увеличивается количество и разнообразие пыльцы, занесенной ветром. Разнообразна пыльца трав и кустарничков, появляется Rosaceae, Rubiaceae, Polygonaceae, *Sanguisorba*, *Viola*, *Campanula*, увеличивается содержание пыльцы Poaceae. Количество пыльцы Ericaceae резко уменьшается после выпадения шлаков. Прослой вулканического пепла СКг позволяет предположить, что почвы формировались в конце среднего–первой половине позднего голоцена. На побережье были развиты разнотравные луга богатого видового состава с группировками кедрового стланика и ольховника. Возможно, в палиноспектрах фиксируются два потепления, разделенные небольшим похолоданием, во время которых в северной части острова увеличивались площади, занятые березовым лесами, на опушках которых росла малина.

Палинозона Sm-Vd4 (0–0.23 м) выделена для современного почвенного профиля, сформированного на прослое тефры влк. Заварицкого. Почва представлена черно-коричневой супесью, перекрытой подстилкой из растительных остатков разной степени разложения. Увеличивается количество пыльцы древесных и кустарников, растет содержание *Pinus s/g Haploxylon*. Количество аллохтонной пыльцы снижается. Наибольшие изменения наблюдаются в группе пыльцы трав и кустарничков. После выпадения слоя тефры резко снизилось содержание пыльцы Ericaceae, повышается доля Asteraceae, в прослое шлаков – Poaceae, отмечено большое количество пыльцевых зерен *Pinus s/g Haploxylon* «уродливой» формы. Споры единичны, представлены папоротниками и плаунами, практически исчезает *Selaginella selaginoides*. После извержения расширились площади разнотравных лугов, на склонах развивались группировки кедрового стланика с участием ольховника.

Для сравнения особенностей развития ландшафтов на тихоокеанской стороне острова проведено изучение разреза торфяника (1607) на побережье бух. Душной, расположенного в понижении между береговыми валами в 135 м от берега на высоте 7.1 м. Эта зона затоплялась во время Симуширского цунами 2006 г. [18]. Торфяник включает несколько прослоев тефры и темно-серых мелкозернистых, хорошо сортированных цунамигенных песков. Верхние прослой шлаков предположительно относятся к извержениям влк. Прево 1420, 1765 гг. [18]. В основании выходит песок, в кровле которого обнаружены пластовые конкреции Fe. Распределение пыльцы и спор по разрезу позволило выделить четыре палинозоны (рис. 7).

Палинозона Sm-Du1 (1.02–1.35 м) из основания разреза характеризуется преобладанием пыльцы древесных, кустарников и трав. Палиноспектры отражают развитие группировок кедрового стланика с участием ольховника и березовых лесов. Широко были развиты разнотравные луга (Asteraceae, Poaceae, Apiaceae, *Geranium*, *Sanguisorba*, Caryophyllaceae). О начале заболачивания межваловых понижений свидетельствует присутствие пыльцы Сурегaceae, Ranunculaceae, Iridaceae.

Палинозона Sm-Du2 (0.78–1.02 м) из слоя песка, подстилающего торфяник, отличается увеличением содержания пыльцы травянистых растений и кустарничков. Палиноспектры отражают развитие злаковых группировок на побережье бухты и заболачивание межваловых понижений. В группе пыльцы древесных и кустарников возрастает доля ольховника. Увеличивается количество аллохтонной пыльцы (*Quercus*, *Ulmus*, *Juglans*). Единично встречена пыльца *Myrica*.

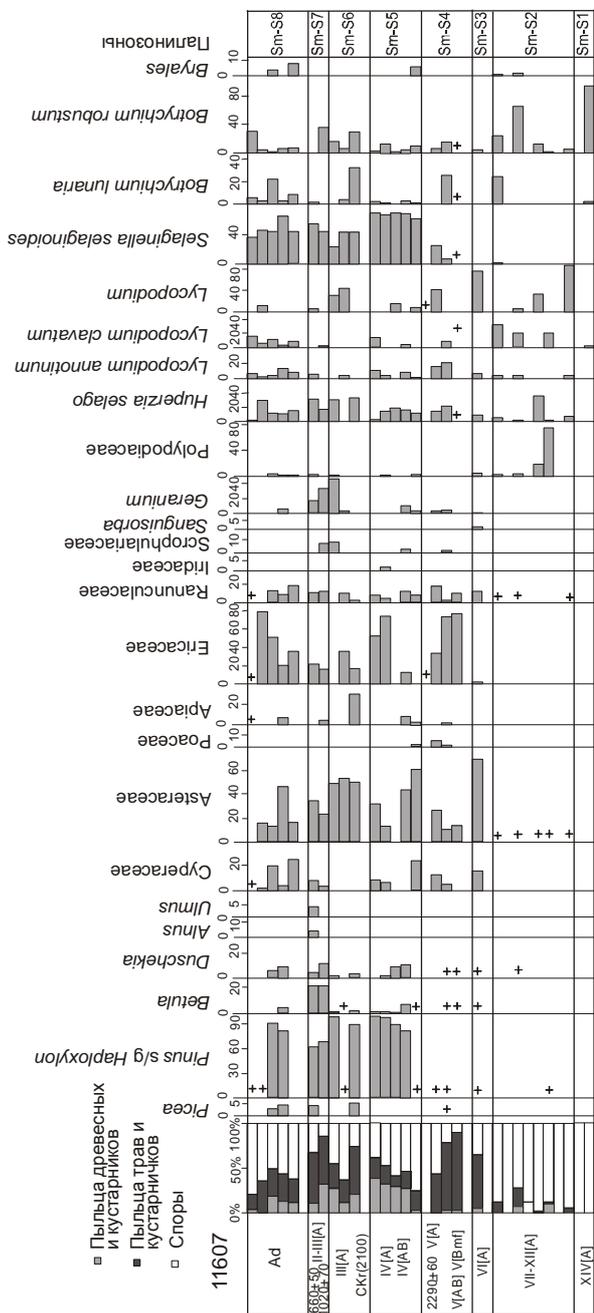


Рис. 5. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза 11607, побережье бух. Средней, о. Симушир.

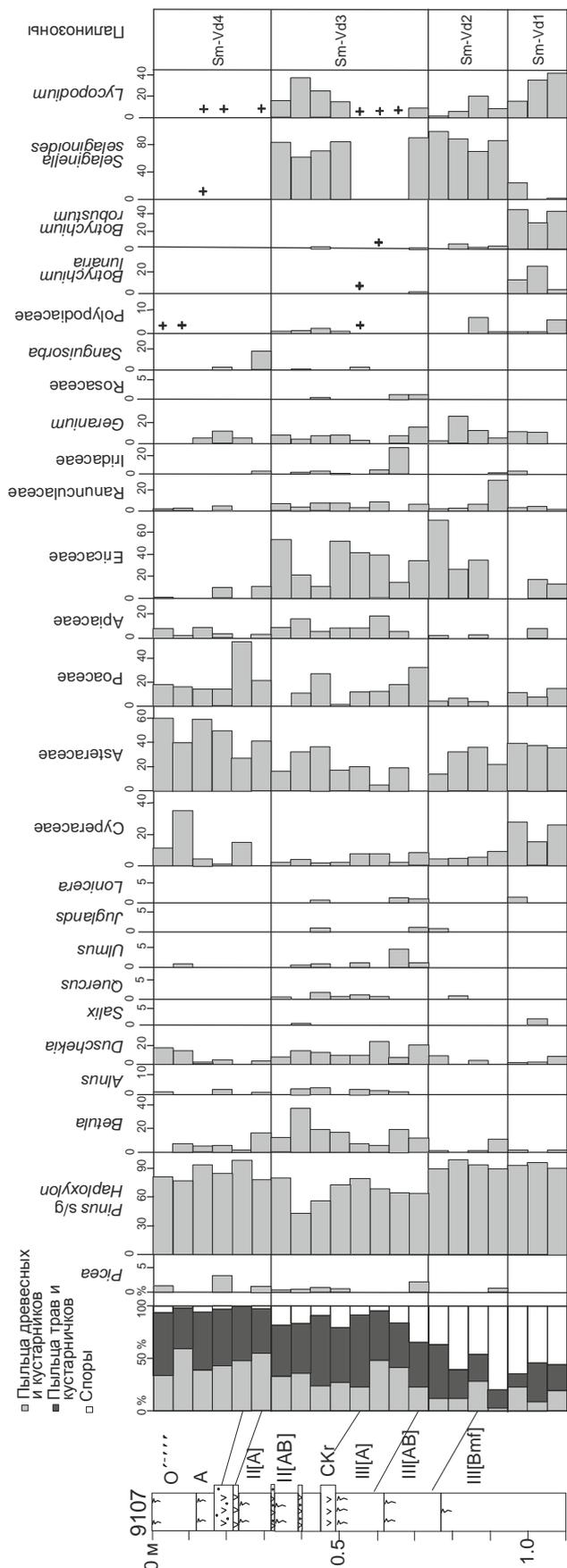


Рис. 6. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза 9107, северная часть о. Симушир.

Палинозона Sm-Du3 (0.32–0.78 м) из нижней части торфяника характеризуется преобладанием пыльцы трав и кустарничков и отражает локальную растительность небольшого болота в понижении между валами, покрытыми травянистой растительностью. На склонах были заросли кедрового стланика, причем в торфе, залегающем выше мощного прослоя шлаков извержения 1420 г, обнаружено много “уродливой” пыльцы *Pinus s/g Haploxyton*. Торфяник начал формироваться в конце позднего голоцена.

Палинозона Sm-Du4 (0–0.32 м) отличается увеличением содержания пыльцы древесных пород и кустарничков, доминирует *Duschekia*. Возрастание содержания пыльцы *Ericaceae* указывает на увеличение площади, занятой верещатниками. Содержание спор увеличивается в торфе, залегающем выше прослоев тefры влк. Пик Прево 1765 г. и цунамигенного песка. Преобладают *Polypodiaceae*, *Sphagnum*, выше шлаков в составе растительности появляются *Bryales*, *Equisetum*. Палиноспектры отражают перестройку ландшафтов в последние 250 лет, связанную, скорее всего, с крупным извержением влк. Пик Прево на фоне похолодания малого ледникового периода.

Изучение диатомовой флоры в разрезе торфяника позволило установить изменение экологической ситуации на побережье. Выделено три комплекса диатомей:

Комплекс 1 (0.73–1.04 м) из подстилающего песка и основания торфяника характеризуется низким видовым разнообразием (13 таксонов). Доминируют бентосные виды (*Pinnularia borealis* – до 34 %, *P. intermedia* – до 67 %, *P. aff. schimanski* – до 29 %, *Diademsis contenta* – до 24 %). По отношению к pH господствуют циркумнейтральные, а по отношению к минерализации – индифферентные виды. Комплекс отвечает слабо обводненным условиям. Обнаружены фрагменты морских океанических *Coscinodiscus* sp., *Thalassiothrix longissima* и сублиторального *Cocconeis stauroneiformis*.

Комплекс 2 (0.12–0.72 м) отличается значительным увеличением численности видов (78) и количественным содержанием створок. Ведущими остаются бентосные виды (*Pinnularia appendiculata* – до 14 %, *P. viridis* – до 20 %, *P. divergentissima* – до 12 %, *P. subcapitata* – до 15 %, *P. ignobilis* – до 10 %, *P. brevicostata* – до 6 %, *Cavinula variostrata* – до 15 %), но появляются виды обрастаний (до 40 %). Разнообразны виды рода *Eunotia* (до 20 %): *E. paludosa*, *E. bilunaris*, *E. implicata*, *E. exigua*, *E. praerupta*. Встречаются *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *Cymbella gracilis*, *Cymboplectra naviculiformis*, *Achnanthidium minutissimum*, *Achnanthes nodosa* и др. Состав диатомей отвечает болотной обстановке. По

отношению к pH господствуют ацидофилы (до 60 %), а по отношению к минерализации – галофобы (до 57 %). В интервале 0.12–0.22 м появляются виды, характерные для сильноокислых условий (*Navicula festiva* – 4 %, *N. soehrensii* var. *hassiacae* – 8 %), и наблюдается значительное повышение содержания *Eunotia exigua* (до 13 %). В прослоях песков встречаются фрагменты морских *Thalassiosira* sp., *T. gravida*, *Thalassiothrix* sp., *Coscinodiscus* sp., *Neodenticula seminae*, *Cocconeis stauroneiformis*, привнесенных цунами. Вероятно, наиболее сильное цунами оставило слой песка с древесиной (инт. 0.50–0.53), где обнаружен наиболее богатый набор морских видов, а в составе пресноводных присутствуют не характерные для общего облика комплекса алкалофильные эпифитные *Fragilaria construens* var. *venter* (35 %), *Fragilaria construens* var. *subsalina* (4 %), *Fragilaria nitzschoides* (12 %), свидетельствующие об изменении геохимических условий в болотных обстановках после затопления их морской водой. Найдены также планктонные *Aulacoseira granulata*, *A. italica*, которые могли быть переотложены волной цунами из небольших озерков на побережье. Из древесины получена ¹⁴C-дата 430±50 л., ЛУ-5907.

Комплекс 3 (0–0.12 м) характеризуется сокращением видового богатства диатомовых (38 форм), исчезают многие виды рода *Eunotia*, повышается содержание *Pinnularia borealis* (до 20 %), *P. obscura* (до 6 %), *Diademsis contenta* (до 3 %), появляются *Nitzschia palustris* (до 16 %), *Diademsis laevissima* и *D. perpusilla*, что свидетельствует о снижении увлажнения болота. В осадках цунами 2006 г. найдены морские неритические и сублиторальные виды диатомей (*Thalassionema nitzschoides*, *Diploneis subcincta*, *Cocconeis dirupta*, *C. stauroneiformis*) и фрагменты океанических *Coscinodiscus* sp.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученный материал позволяет восстановить историю развития природной среды о. Симушир после кальдерообразующего извержения влк. Заварицкого, произошедшего в среднем голоцене около 8 тыс. кал. л. н. [19]. Развитие островных ландшафтов, их динамика и перестройка контролировались как климатическими изменениями, так и воздействием вулканических пеплопадов. Сложное сочетание этих двух факторов и определило облик современной ландшафтной структуры острова. Формирование среднеголоценовых почв, изученных в почвенно-пирокластических чехлах, происходило в периоды относительного снижения вулканической активности. Почвы отличаются слабой гумусированностью и разной сохранностью. Как правило, морфологическое строе-

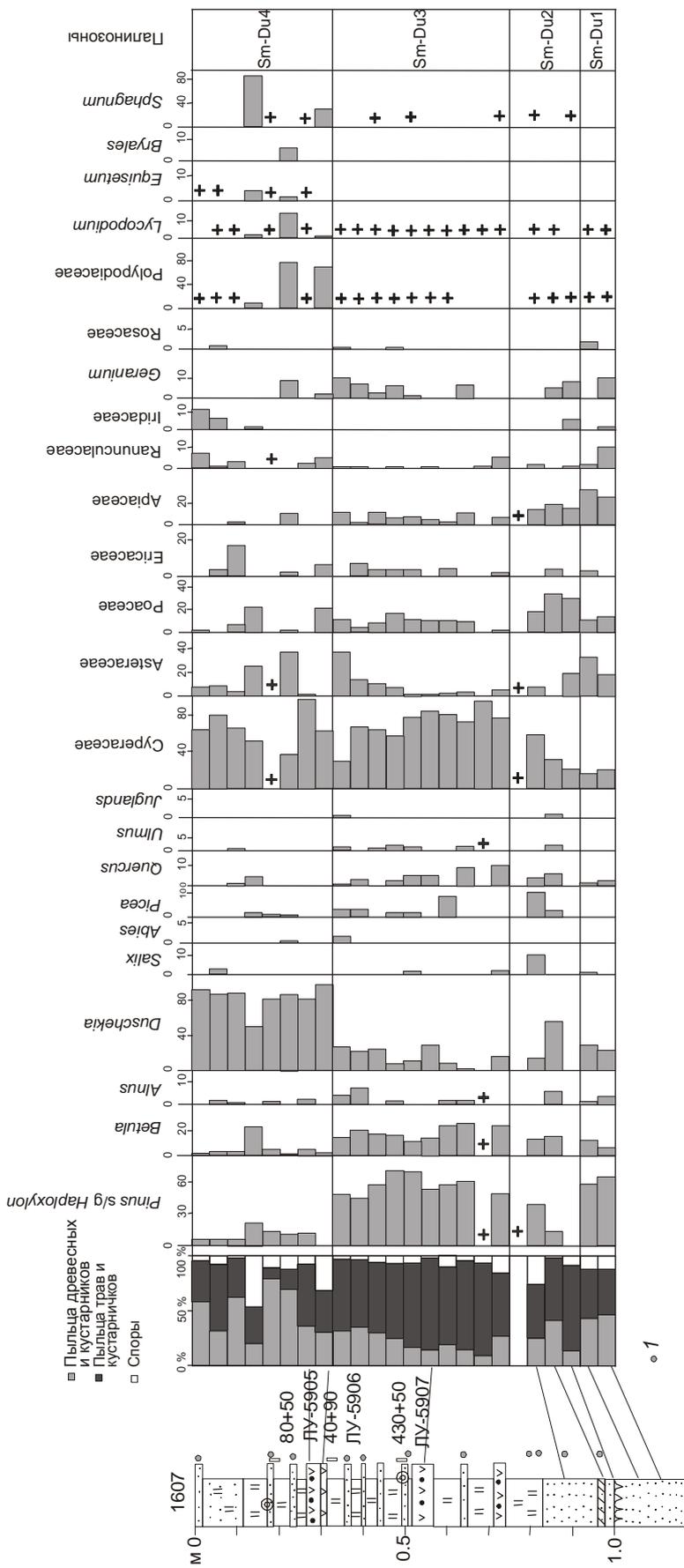


Рис. 7. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза 1607, побережье бух. Душной, о. Симушир. 1 – находки морских диатомей.

ние почвенных профилей древних почв плохо выражено, сохранились отдельные горизонты, иногда насыщенные пирокластикой более слабых извержений. В центральной части острова их развитие прерывалось частыми извержениями влк. Заварицкого (посткальдерный этап), во второй половине среднего голоцена произошла активизация влк. Прево, тефра которого встречена во многих разрезах в центральной и северной частях острова [19]. Наибольшее количество погребенных почв (до 13) встречено в разрезе на побережье бух. Средней. Их мощность составляет 7–20 см, в том числе горизонта [А] – до 15 см.

В палеопочвах обнаружены информативные палиноспектры, отражающие развитие пионерной растительности и заселение территории после полного уничтожения растительности в центральной части острова после кальдерообразующего извержения влк. Заварицкого и серии последующих крупных извержений, препятствующих возобновлению сомкнутого растительного покрова. Воздействие вулканического фактора явилось одной из причин, почему на о. Симушир не проявился эффект максимального потепления (оптимума) в голоцене, хорошо выраженного на Южных Курилах [20]. Воздействие кальдерообразующего извержения в условиях ограниченной островной суши могло иметь большее негативное воздействие на растительный покров, чем в пределах крупных массивов суши. Среди пионерной растительности была велика роль плаунов и папоротниковообразных – *Botrychium robustum*, *B. lunaria*, были найдены споры представителей семейства Polypodiaceae, распространенных сейчас на Южных Курилах [2]. Единичные находки зерен пыльцы ольховника и кедрового стланика могут свидетельствовать о сохранении отдельных представителей стлаников, сыгравших роль в их дальнейшем распространении.

Следующим этапом заселения является распространение в центральной части острова разнотравных и осоково-разнотравных лугов. Участие представителей семейства Asteraceae в качестве пионерных видов отмечено и для других вулканических районов [7]. В растительном покрове в северной части острова наряду с лугами был широко представлен кедровый стланик, в составе кустарниковых группировок активное участие принимали жимолость, возможно, рос можжевельник. Небольшие площади были заняты редкостойными каменноберезняками. Теплые, влажные условия во второй половине голоцена, в период, сопоставляемый с началом суббореала, также могли способствовать более быстрому зарастанию участков, подвергавшихся неоднократному воздействию вулканических извержений. Именно в этот период началось активное органогенное осадконакопление на соседних островах Кетой и Расшуа [13, 15].

Потепление в начале суббореала на Центральных Курилах было выражено слабее, чем на юге Курильской гряды [20] и Японских островах [21], где оно, вероятно, было усилено действием теплого течения.

Более прохладные климатические условия в конце среднего голоцена привели к расширению площадей, занятых верещатниками. О снижении теплообеспеченности и развитии снежников говорит и появление спор *Selaginella selaginoides*, массовое развитие этого вида зафиксировано и в разрезе торфяника на о. Кетой [13]. В этот период снизилась вулканическая активность на о. Симушир, что способствовало формированию более полного почвенного профиля с хорошо выраженными генетическими горизонтами.

Почвенный профиль (мощностью до 45 см), сформировавшийся в начале позднего голоцена, также имеет хорошо выраженные генетические горизонты. В его нижней части отмечено присутствие вулканического пепла. Об изменении условий после пеплопада свидетельствует обилие спор в палиноспектрах, среди которых на новом субстрате появляются зеленые мхи, среди луговой растительности увеличивается роль представителей Asteraceae. Это извержение не существенно нарушило растительный покров, в составе которого начали активно развиваться кустарниковые группировки. В северной и центральной части острова в их составе преобладал кедровый стланик. На юге острова в районе перешейка Косточко кедровый стланик и ольховник присутствовали в близких пропорциях. Расширились площади, занятые березой. Существенное увеличение в палиноспектрах количества спор *Selaginella selaginoides* наряду с высоким содержанием пыльцы кедрового стланика свидетельствует о сильных снегопадах [17]. Подобная картина для этого времени отмечена для о-вов Кетой и Расшуа [13, 15].

Выпадение вулканического пепла СКr, являющегося маркирующим для Центральных Курил, от извержения, произошедшего на севере о. Итуруп [19], оказало влияние на изменение ландшафтов о. Симушир. Толщина слоя пепла достигала 4 см, на нем начал формироваться новый почвенный профиль (мощностью до 40 см). Произошло расширение луговых ландшафтов, в составе растительности увеличилась роль представителей Asteraceae, папоротников (*Botrychium robustum*, *B. lunaria*) и плаунов, пеплопад оказал негативное влияние на развитие кустарников и кустарничков. Возможно, снизилась пылеценность. Несколько возросла роль ольховника.

В развитии ландшафтов о. Симушир в позднем голоцене более заметно, чем на других островах из группы Центральных Курил, проявилось потепление малого оптимума голоцена, которое выразилось

в расширении площадей, занятых редкостойными березовыми лесами, распространившимися по всему острову, снижении роли тундровых ландшафтов, в разнотравных лугах большое участие стали принимать гераниевые. Особенно богатые в видовом отношении луга были на севере острова. Если сравнивать температурные характеристики о-вов Симушир и Уруп [16], где в настоящее время распространены березовые леса, то можно предположить, что среднегодовая температура в малый оптимум голоцена повышалась незначительно – на десятки доли градуса, но при этом сумма активных температур могла быть выше современной на 150–180°C. Потепление было выражено слабее, чем в континентальных районах Дальнего Востока, где отклонения средней температуры от современных значений составляли около 1°C [10].

В первой половине позднего голоцена неоднократно извергался влк. Пик Прево, прослой шлаков которого встречены в разрезах почвенно-пирокластических чехлов центральной и северной части о. Симушир [19].

Существенным событием, повлиявшим на становление ландшафтов острова, являлось крупное извержение влк. Заварицкого около 600–700 л. н. Тефра этого извержения встречена во всех изученных разрезах в разных частях острова. Особенно мощный покров тефры перекрыл территорию от перешейка Косточко до бух. Накатомари. После извержения преобладающим типом ландшафтов стали луговые, широкое распространение получили осоково-разнотравные, разнотравные и злаковые ассоциации, под ними сформировался мощный почвенный профиль. Среди стлаников возросла роль ольховника, который стал преобладать в южной части острова. В северной части ольховник стал доминировать на тихоокеанской стороне после последнего исторического извержения влк. Пик Прево (1765 г.). Похолодание малого ледникового периода на о. Симушир выразилось в увеличении площадей, занятых тундровыми ландшафтами в центральной части острова и на ветробойных участках на побережье. Одним из факторов, влияющих на динамику компонентов ландшафта на побережье, являются сильные цунами, вызывающие изменение экологической ситуации в зоне затопления, интенсивную эрозию и образование маломощного покрова осадков [4, 18]. В разрезе торфяника на побережье бух. Душной выявлены изменения гидрохимических условий в болотных обстановках после затопления их цунами – повышались значения рН.

ВЫВОДЫ

Материал, полученный при изучении стратиграфии почвенно-пирокластических чехлов и торфяни-

ков, показал, что на развитие ландшафтов о. Симушир в среднем-позднем голоцене существенное влияние оказали многочисленные, разные по силе вулканические извержения, в основном местных вулканов. Из транзитных вулканических пеплов хорошо выражен маркирующий пепел СКг, вызвавший изменения в биотических компонентах ландшафта. Образование мощных и протяженных покровов тефры неоднократно вызывало нарушение растительного покрова и прерывало почвообразование. Морфологическое строение профилей среднеголоценовых почв плохо выражено, сохранились отдельные генетические горизонты, насыщенные пирокластикой более слабых извержений. После кальдерообразующего извержения влк. Заварицкого в начале среднего голоцена и серии последующих крупных извержений в центральной части острова была развита, в основном, травяная растительность, среди пионеров большое значение имели папоротники и плауны. Восстановление древесно-кустарниковой растительности произошло к концу среднего–в позднем голоцене, когда большую часть острова занимали лугово-стланиковые сообщества. Извержения позднего голоцена приводили к угнетению стлаников, более широкому развитию лугов. После сильных извержений среди стлаников начинал преобладать ольховник. На становление современных ландшафтов к северу от перешейка Косточко большое влияние оказали исторические извержения вулканов Заварицкого и Пик Прево.

Вулканические извержения проявлялись на фоне разнонаправленных климатических изменений. Потепления выражались в увеличении площадей, занятых березовыми лесами, наиболее благоприятные условия для их развития существовали в конце среднего–первой половине позднего голоцена. Среднеголоценовый оптимум так же, как и максимум суббореального потепления, хорошо выражены на южных островах и на некоторых малых островах из группы Центральных Курил (о-ва Кетой, Расшуа), на о. Симушир не проявились из-за пресса вулканогенного фактора. В отличие от других островов на о. Симушир ярко проявился малый оптимум голоцена – увеличение берез в растительном покрове наблюдалось на всей территории острова. Похолодания выражались, в первую очередь, в расширении площадей, занятых тундровыми ландшафтами. Более прохладные условия с обильными снегопадами привели к широкому распространению в конце среднего–позднем голоцене кедрового стланика в сочетании с *Selaginella selaginoides*.

Авторы выражают благодарность С.Б. Чернову, Ф.Е. Максимова, Т.В. Тертычной и А.А. Стариковой (СПбГУ) за проведение работ по радиоуглеродному

датированию, Ю.Л. Крецеру (РИ им. В.Г. Хлопина, г. Санкт-Петербург), выполнившего микрозондовый анализ вулканического стекла, Н.П. Домре (БПИ ДВО РАН) за помощь в обработке материала. Авторы благодарны проф. М. Накагава (Хоккайдский университет, г. Саппоро, Япония) и его коллегам за разрешение ссылаться на полученные ими материалы по тейфростратиграфии. Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ, грант 09-05-00003 и 09-1-ОНЗ-19. Финансирование экспедиционных исследований проводилось в рамках Курильского Биокомплексного Проекта (грант NSF ARC-0508109, руководитель Бен Фицхью), гранта РФФИ 07-05-10040 и ДВО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Курильских островов. М.- Владивосток: ДИК, 2009. 516 с.
2. Баркалов В.Ю. Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2009. 468 с.
3. Васильев В.Н. Краткий очерк растительности Курильских островов // Природа. 1946. № 6. С. 40–53.
4. Ганзей К.С. Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2010. 214 с.
5. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 288 с.
6. Гришин С.Ю. География растительного покрова Курильских островов (к карте растительности архипелага) // Изв. РГО. 2008. Т. 140. Вып. 5. С. 8–15.
7. Дирксен В.Г., Дирксен О.В. Динамика растительности после катастрофического извержения 7600 лет назад на Камчатке // Ботан. журн. 2006. Т. 91, № 5. С. 674–692.
8. Карпачевский Л.О., Алябин И.О., Захарихина Л.В. и др. Почвы Камчатки. М.: ГЕОС, 2009. 224 с.
9. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
10. Климанов В.А. Палеоклимат Северной Евразии при повышении среднеглобальной температуры на 0.6-0.8°C и менее // Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии. М.: ГЕОС, 2010. С. 70–86.
11. Левин Б.В., Фицхью Б., Бурджуа Д. и др. Комплексная экспедиция на Средние Курильские острова в 2007 г. (II этап) // Вестн. ДВО РАН. 2008. № 3. С. 111–123.
12. Новейший и современный вулканизм на территории России. М.: Наука, 2005. 604 с.
13. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А. и др. Торфяник о. Кетой – опорный разрез среднего-позднего голоцена Центральных Курил // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28, № 6. С. 65–80.
14. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А. и др. Роль климата и природных катастроф в развитии ландшафтов о. Матуа (Центральные Курилы) в позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. географ. 2012. № 2. С. 77–86.
15. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А. и др. Развитие озерно-болотных обстановок древней кальдеры о. Расшуа (Центральные Курилы) в голоцене // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 4. С. 75–87.
16. Справочник по климату СССР. Вып. 34. Сахалинская область. Л.: Гидрометеиздат, 1970. Ч. I. 272 с.
17. Heusser C.J., Igarashi Y. Quaternary migration pattern of *Selaginella selaginoides* in the North Pacific // Arctic and Alpine Res. 1994. V. 26, N 2. P. 187–192.
18. MacInnes B.T., Pinegina T.K., Bourgeois J. et al. Field survey and geological effects of the 15 November 2006 Kuril tsunami in the middle Kuril Islands // Pure and Applied Geophysics. 2009. V. 166, N 1–2. P. 3–36.
19. Nakagawa M., Ishizuka Y., Hasegawa T. et al. Preliminary report on volcanological research of KBP 2007–2008 Cruise by Japanese volcanology group // KBP Report, 2008. 54 p.
20. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Arslanov Kh.A. et al. Paleoenvironments of Kuril Islands in Late Pleistocene-Holocene: climatic changes and volcanic eruption effects // Quaternary International. 2011. V. 237. P. 4–14.
21. Sakaguchi Y. Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation // Bull. Dep. Geogr. Univ. Tokyo. 1983. V. 15 P. 1–31.

Рекомендована к печати Л.И. Попеко

N.G. Razzhigaeva, L.A. Ganzey, N.I. Belyanina, T.A. Grabennikova, Kh.A. Arslanov, N.F. Pshenichnikova, A.V. Rybin

Role of climatic and volcanogenic factors in the formation of organogenic deposits and landscape evolution of the Simushir Island, Central Kurils, during the Middle/Late Holocene

Landscape evolution stages of the Simushir Island in the Middle/Late Holocene are distinguished, boundaries of their reconstruction are defined, and the role of the climatic changes and volcanic eruptions in the development of natural components are clarified. Paleoreconstructions are based on the investigation of stratigraphic sections of soil-pyroclastic covers in different parts of the island. Besides, the section of the peat swamp on the coast of the Dushny Bay has been studied. Spores and pollen analysis of the buried, recent soils and peat swamp has been performed, and the diatom flora was examined. An age correlation of the events was made on the basis of radiocarbon dating and tephrostratigraphic data.

Key words: Holocene, climatic changes, volcanic eruptions, paleolandscapes, Central Kurils