

**РАЗВИТИЕ ОЗЕРНО-БОЛОТНЫХ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ДРЕВНЕЙ
КАЛЬДЕРЫ ОСТРОВА РАСШУА (ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КУРИЛЫ) В ГОЛОЦЕНЕ**

**Н.Г. Разжигаева¹, Л.А. Ганзей¹, Т.А. Гребенникова¹, Л.М. Мохова¹, Х.А. Арсланов²,
Т.А. Копотева³, А.В. Рыбин⁴**

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

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

³Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000

⁴Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, ул. Науки 1Б, г. Южно-Сахалинск, 693022

Поступила в редакцию 14 июня 2011 г.

На основе изучения стратиграфии (ботанический, спорово-пыльцевой, диатомовый анализы, тифро-стратиграфия) и радиоуглеродного датирования торфяников о. Расшуа восстановлены стадии развития озерно-болотных обстановок осадконакопления и проанализировано соотношение влияния климатического и вулканогенного факторов в среднем-позднем голоцене. Выделены этапы развития ландшафтов и определены рубежи их перестройки.

Ключевые слова: торфяники, голоцен, стратиграфия, климатические изменения, палеоландшафты, Центральные Курилы.

ВВЕДЕНИЕ

Озерно-болотные отложения являются одними из наиболее информативных континентальных фаций при реконструкции развития природной среды в голоцене. Эти отложения, как правило, включают наиболее детальную непрерывную летопись геологических событий, изучение которых важно для понимания хода развития обстановок осадконакопления и динамики ландшафтов при воздействии климатических изменений и различных катастрофических процессов. В последние годы проведено бурение озерных водоемов и изучена био-стратиграфия ряда разрезов озерных отложений на Южных и Северных Курилах [11]. Большую актуальность имеет реконструкция климатических изменений в голоцене для плохо изученного района Центральные Курилы, где подобные работы только начаты [14, 15]. Здесь широко распространены озерные водоемы разного типа, но они труднодоступны, и их изучение связано с большими трудностями. Во время комплексных экспедиций по проекту КВР 2006–2008 гг. [8–10] удалось изучить озерно-болотные отложения в центральной части о. Расшуа в пределах древней кальдеры, в которой расположены мелководные озера Белое и Ти-

хое, окруженные болотным массивом с многочисленными озерами. Целью работы является анализ эволюции озерно-болотных обстановок при климатических изменениях в голоцене и под воздействием вулканических извержений, восстановление этапов развития палеоландшафтов, определение рубежей их перестройки и анализ причин, вызывавших палеоландшафтные смены.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На о. Расшуа изучено 5 разрезов озерно-болотных отложений (рис. 1, 2, 3). Два из них расположены в кальдере: береговой уступ около оз. Белое (разрез 5508) и расчистка на левом борту ручья, впадающего в оз. Тихое, вскрывающего отложения палеоозера (7406). В долине низкопорядкового водотока, вытекающего из кальдеры и прорывающего ее стенку, изучен торфяник (5908), покрывающий нижнюю часть склона, выработанного в лавовом потоке. В юго-западной части острова изучены торфяники (5608, 7108), перекрывающие террасовидные поверхности (высотой 30 м и 100 м). В качестве опорного выбран разрез 7406. Отбор проб проводился с интервалом 5 см. Выполнены ботанический, спорово-

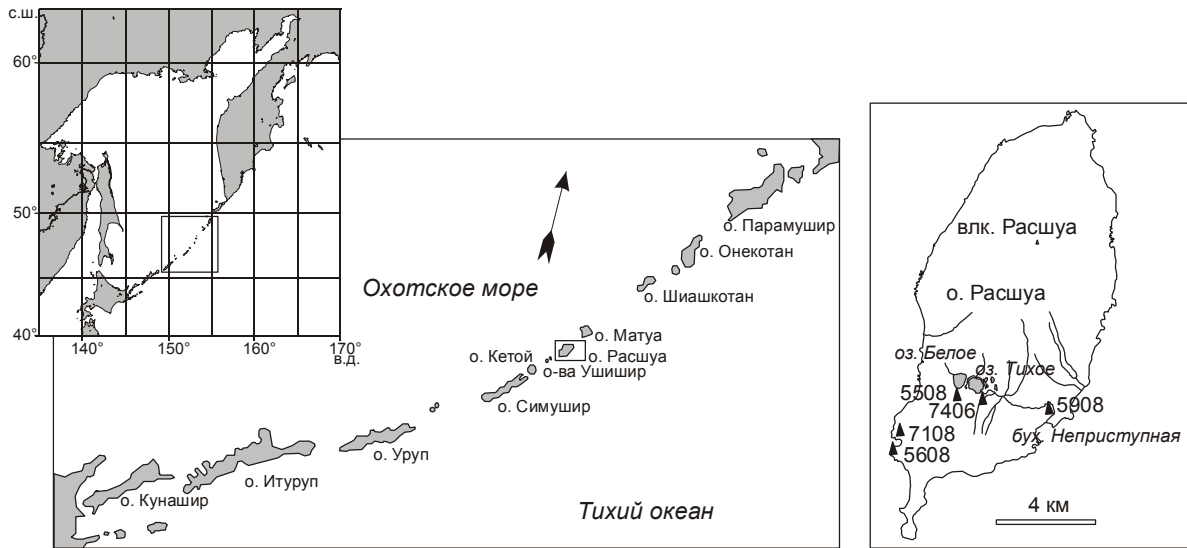


Рис. 1. Схема района работ и положение изученных разрезов.



Рис. 2. Древняя кальдера о. Расшуа и опорный разрез озерно-болотных отложений (7406).

пыльцевой, диатомовый анализы. При интерпретации данных спорово-пыльцевого анализа учитывались результаты изучения субфоссильных спорово-пыльцевых спектров [12]. Подсчет таксонов проводился по группам растительности. Радиоуглеродное датирование выполнено в ГИН РАН (г. Москва, лабораторный индекс ГИН) и СПбГУ (индекс ЛУ) по общей горячей щелочной вытяжке гуминовых кислот. Калибровка радиоуглеродных дат в календарные сделана с помощью программы “CalPal”. Для определения возраста палеоландшафтных смен использованы некалиброванные ^{14}C -даты для сопоставления с ранее опубликованными данными по этому региону. Для возрастной

привязки частных разрезов использовались также данные тefростратиграфии. Микрозондовый анализ вулканического стекла выполнен в Радиевом институте им. В.Г. Хлопина, г. Санкт-Петербург.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Остров Расшуа расположен к северу от о-вов Ушишир, отделен от них проливом Средним (ширина 16.7 км, глубина 40–100 м), от о-ва Матуа – проливом Надежды (ширина 29.6 км, глубина 60–200 м) [17]. Остров имеет удлиненную форму (длина 13 км, ширина 6 км, площадь 62 км²). В центральной части расположен влк. Расшуа (высота 956 м), имеющий сложное строение типа Сомма-Везувий и представ-

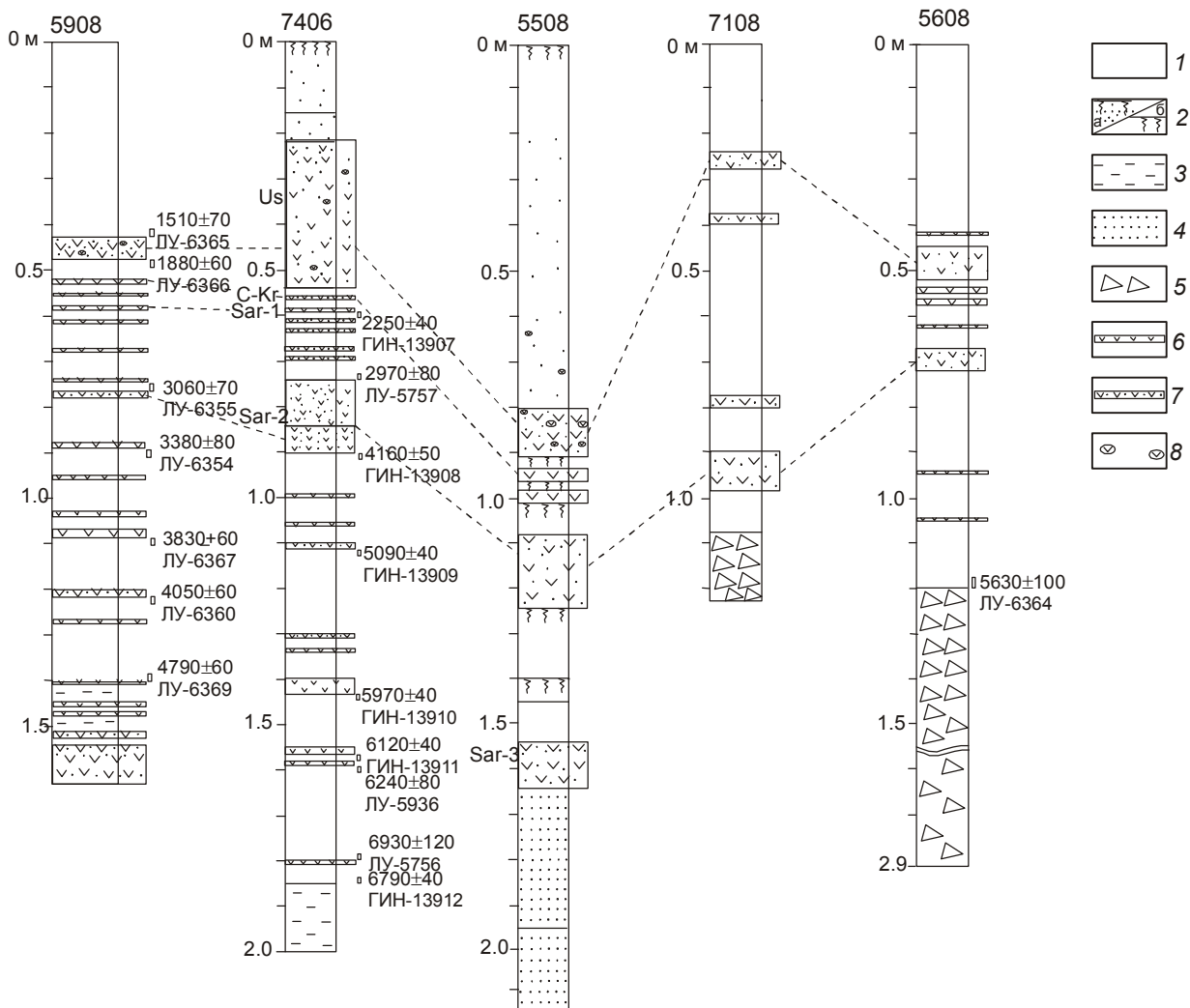


Рис. 3. Разрезы озерно-болотных отложений о. Расшуа.

1 – торф, 2а – дерново-торфянистый сильно минерализованный слой, 2б – лугово-дерновые почвы; 3 – глина, 4 – песок, 5 – щебень, 6 – вулканический пепел алевритовой размерности, 7 – вулканический пепел песчаной размерности, 8 – пемза.

ляющий собой три сросшихся конуса с сильно разрушенными кратерами, почти полностью заполняющими древнюю кальдеру [5]. Возраст построек – от позднего плейстоцена до голоцена. В историческое время вулкан Расшуа извергался в 1846 г. В 1946 и 1957 гг. отмечена активизация фумарольной деятельности [13]. В южной части острова сохранился участок плоского аэрио шириной до 2 км, на дне которого расположены два мелководных пресноводных озера Белое и Тихое. Глубина оз. Белого не превышает 1.5–1.7 м. Озеро Тихое более мелководное и сильно изменило свои контуры за последние 50 лет, контуры береговой линии стали более изрезанными, площадь водного зеркала уменьшилась. Терригенный снос в озера незначителен, впадающие небольшие ручьи обломочного материала, практически, не привносятся.

Из озера Тихого вытекает ручей, образующий водопад (высотой 25 м) в бух. Неприметной с тихоокеанской стороны острова.

Климат Центральных Курил океанический, характеризуется небольшой разницей между зимними и летними температурами. По данным метеостанции, существовавшей на близлежащем о. Матуа, T ср. августа 10.9°C , T ср. января -6.3°C [16]. Сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) 406°C . В этой части Курильских островов отмечено высокое количество среднегодовых осадков – 1223 мм в год с максимумом выпадения с апреля по октябрь. Годовая относительная влажность воздуха 85.2% . Высота снежного покрова варьирует от 16 до 136 см. Характерны сильные ветры (>15 м/с – до 152 дней в год) и туманы (205 дней в год).

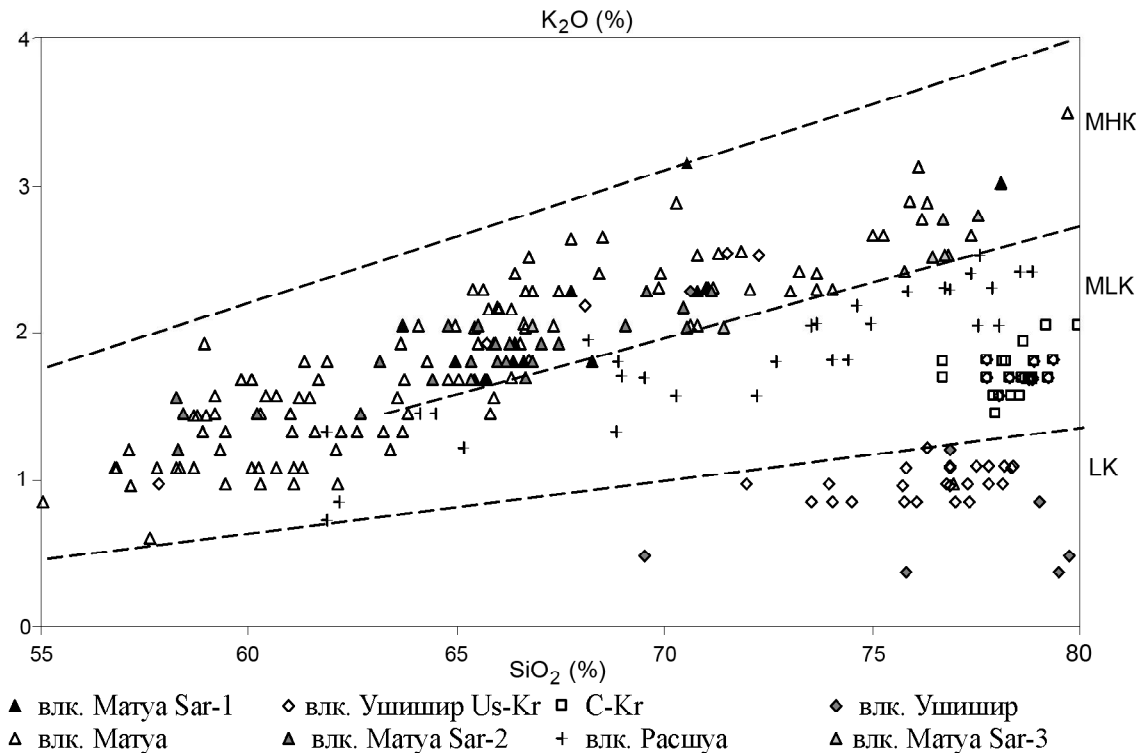


Рис. 4. Соотношение SiO_2 и K_2O в вулканическом стекле из прослоев тefры в разрезах озерно-болотных отложений о. Расшуа. Группы и подгруппы с разным содержанием K_2O по [19].

На острове преобладают вулканогенные ландшафты, занимающие 67 % территории, в южной части развиты денудационно-вулканогенные ландшафты, отмечены высокие показатели ландшафтного разнообразия [4]. Остров относится к Средне-Курильскому флористическому району [2]. Склоны кальдеры практически полностью задернованы, растительность представлена луговым разнотравьем и разреженными зарослями кедрового стланика и ольховника. По обрамлению озер расположены осоковые и пушицево-осоковые болота с участием сфагновых мхов, более возвышенные участки заняты луговой растительностью, к берегам ручьев приурочено высокотравье. На южной оконечности острова развиты каменистые тундры. На склонах влк. Расшуа встречается каменная береза, здесь проходит северный предел ее распространения на Курильских островах [2, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В основании разрезов озерно-болотных отложений древней кальдеры о. Расшуа выходят тонкослойные пески, в кровле которых залегает прослой вулканического пепла, перекрытый около оз. Белое (разрез 5508) почвенно-пирокластическим чехлом (рис. 3). В разрезе более высокой (на 2 м выше уровня озера) поверхности (7406) выше песков выходит

голубовато-серая плотная неслоистая глина, перекрытая торфяником (мощностью 1.85 м), включающим 17 прослоев вулканических пеплов (рис. 2). Из торфа получено 9 радиоуглеродных датировок, показывающих, что торфонакопление началось в среднем голоцене около 6.9 тыс. л.н. (^{14}C -дата, полученная из основания торфяника, 6790 ± 40 л.н. ГИН-13942 возможно несколько занижена).

Тefростратиграфия. Разрезы озерно-болотных отложений о. Расшуа включают большое количество (до 17) прослоев вулканических пеплов, большинство из которых характеризуются хорошей сортировкой материала и, вероятно, являлись транзитными. Мощность их меняется от нескольких миллиметров до 32 см. Большая часть прослоев вулканических пеплов, вероятно, образовалась при извержениях вулкана, расположенного на о. Матуа (рис. 4). Здесь в среднем-позднем голоцене происходила неоднократная активизация посткальдерной деятельности влк. Матуа, на месте которого около 460–470 л.н. возник влк. Пик Сарычева [1, 10]. Вулканическое стекло из прослоев пеплов вулканов о. Матуа характеризуется средним содержанием K_2O и относится к подгруппе с более высокими значениями этого показателя [19]. Мощный прослой пеплов влк. Матуа, сложенный мелкозернистым, хорошо сортированным

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

Номер образца	Интервал, м	Материал для датирования	^{14}C -возраст, лет	^{14}C -калиброванный возраст, cal BP	Лабораторный индекс
1/7406	0.58–0.59	торф	2250±40	2250±70	ГИН-13907
2/7406	0.73–0.74	торф	2970±80	3150±120	ЛУ-5757
3/7406	0.90–0.91	торф	4160±50	4700±90	ГИН-13908
4/7406	1.11–1.15	торф	5090±40	5830±60	ГИН-13909
5/7406	1.43–1.44	торф	5970±40	6810±60	ГИН-13910
6/7406	1.56–1.57	торф	6120±40	7040±90	ГИН-13911
7/7406	1.59–1.60	торф	6240±80	7140±110	ЛУ-5936
8/7406	1.77–1.79	торф	6930±120	7780±110	ЛУ-5756
9/7406	1.81–1.85	торф	6790±40	7640±30	ГИН-13912
1/5608	1.17–1.20	торф	5630±100	6440±110	ЛУ-6364
1/5908	0.39–0.40	торф	1510±70	1430±80	ЛУ-6365
2/5908	0.48–0.49	торф	1880±60	1830±70	ЛУ-6366
3/5908	0.74–0.75	торф	3060±70	3260±90	ЛУ-6355
3а/5908	0.89–0.90	торф	3340±80	3580±100	ЛУ-6354
4/5908	1.09–1.10	торф	3830±60	4250±100	ЛУ-6367
5/5908	1.21–1.22	торф	4050±60	4590±120	ЛУ-6360
6/5908	1.40–1.41	торф	4790±60	5510±80	ЛУ-6369

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

ным песком, образовался в начале среднего голоцена. Японские исследователи выделяют его как Sag-3 (возраст 8.1 тыс. л. ^{14}C), выше в разрезе около оз. Белое залегает прослой пепла влк. Заварицкого Zv-Su (7.9 тыс. л.н. ^{14}C) [19]. Во всех разрезах торфяников хорошо выражен прослой тефры (мощность до 16 см) влк. Матуа, представленный мелкозернистым песком (Sag-2). Из нижележащего торфа получена ^{14}C -дата 4160±50 л.н., ГИН-13908, из перекрывающего торфа – 2970±80 л.н., ЛУ-5157. Скорее всего, этот прослой образован в результате двух крупных извержений влк. Матуа. По его обрамлению выделяются две пачки грубой тефры, сложенной пемзовидными андезитами, разделенные маломощным прослоем почвы, из которой получена ^{14}C -дата 3680±80 л.н., ЛУ-6368, из почвы над верхним слоем получена ^{14}C -дата 2820±80 л.н., ЛУ-6588 [1]. В среднеголоценовой части разреза ниже прослоя пепла Sag-2 встречаются три прослоя пеплов, вулканическое стекло из которых относится к группе средней калийности, но содержит меньше K_2O , чем тефра влк. Матуа, что характерно для тефры влк. Расшуа [19]. В верхней части разрезов хорошо выделяется прослой вулканического пепла влк. Матуа, образованный на границе среднего-позднего голоцена. Над ним получена ^{14}C -дата 2250±40 л.н., ГИН-13907, одно из крупных

извержений на о. Матуа датируется около 2350±100 л.н., ЛУ-6357 [1], пепел этого извержения выделяется как Sag-1 [19]. Выше выходит маркирующий пепел с низким содержанием K_2O в вулканическом стекле, близкий по составу к тефре влк. Ушишир и вулканический пепел С-Кг (возраст около 2–2.1 ^{14}C тыс. л.), широко распространенный на Центральных Курилах, источник которого находится на севере о. Итуруп [19]. Этот прослой представлен желтым алевритом, вулканическое стекло имеет кислый состав, характеризуется небольшим разбросом содержания макроэлементов и средней калийностью. В верхней части разрезов залегает мощный слой плохо сортированной тефры Us-Кг, сложенный разнозернистым песком с мелкой пемзой (3–5 мм), образованный в результате кальдерообразующего извержения влк. Ушишир на о. Янкича, в результате которого возникла кальдера бух. Кратерной около 1.9–2 тыс. л.н. На о. Расшуа из нижележащего торфа получена ^{14}C -дата 1880±60 л.н., ЛУ-6466; из вышележащего – 1510±70 л.н., ЛУ-6365. Вулканическое стекло характеризуется высоким содержанием SiO_2 и низким – K_2O (0.97–1.02 %). Выше этого пепла в разрезе 5608 встречен один прослой (мощностью 5 мм) вулканического пепла, представленный темно-серым алевритом со средними

показателями K_2O . Следов исторических извержений влк. Расшуа обнаружить не удалось.

Ботанический анализ торфа. Изученная залежь относится к низинному типу. В основании (инт. 1.59–1.79 м) залегает среднеразложившийся (степень разложения < 40 %) гипновый и осоково-гипновый торф. Доминируют гипновые мхи рода *Drepanocladus* (60–80 %), единично встречены сфагновые. Среди остатков осок определены *Carex vesicaria*, *C. appendiculata*. В небольшом количестве встречены древесные остатки (до 10 %), представленные кедровым стлаником. Торф накапливался в среднем голоцене (^{14}C -даты 6930±120 л.н., ЛУ-5756; 6240±80 л.н., ЛУ-5936) в условиях постоянного переувлажнения с застойным водным режимом. В интервале 1.51–1.59 м резко снижается доля гипновых мхов (5 %), содержание сфагновых мхов достигает 30 %. Среди трав (60–70 %) преобладают осоки (*Carex vesicaria* и др.), появляются пушица (*Eriophorum scheuchzeri*) и хвощ, среди кустарничков – клюква. Из торфа получена ^{14}C -дата 6120±40 л.н., ГИН-13911. Состав торфообразователей свидетельствует о развитии сфагново-осокового болота. Выше (интервал 1.30–1.51 м) выходит травяной торф с преобладанием осок и остатков лабазника (*Filipendula camtschatica* – до 50 %), встречается камыш озерный (*Scirpus lacustris*), сфагновые мхи (5 %), гипновые мхи единичны. Торф формировался в условиях постепенного иссушения. Верхняя часть залежи (интервал 0.54–1.30 м) сложена осоковым торфом, увеличивается степень разложения (до 70–90 %). Среди осок появляется *Carex rhynchophylla*, *C. middendorffii*, снижается количество лабазника (5–10 %). Остатки древесно-кустарничковых представлены клюквой, кедровым стлаником, в инт. 1.15–1.30 м встречена кора березы. Торф накапливался во второй половине среднего–начале позднего голоцена (^{14}C -даты от 5970±40 л.н., ГИН-13910 до 2250±40 л.н., ГИН-13907). В кровле разреза выше мощного пеплового прослоя Us-Kr (инт. 0–0.15 м) выходит вейниково-осоковый торф, формирование которого происходило в более сухих условиях. Растительные остатки представлены *Calamagrostis purpurea* (до 95 %), *Calamagrostis neglecta* (до 55 %), среди осок появляется *Carex caespitosa* (15–55 %), встречен аир (*Acorus calamus* – 5 %), присутствуют вересковые кустарнички (рододендрон мелколистный до 15 %), остатки гипновых (5 %), единично – сфагновых мхов.

Диатомовый анализ. Диатомовая флора из разреза торфяника включает 164 вида и разновидности. Основное разнообразие формируют виды обрастаний и бентосные формы, планктонные включают 8 видов. Наиболее представительны роды *Navicula* (25

форм), *Pinnularia* (27), *Eunotia* (23), *Gomphonema* (15) и *Fragilaria* (13). Выделено 6 диатомовых комплексов.

Комплекс 1 (инт. 1.85–2.00 м) из глины, включает 53 вида, характеризуется высоким обилием видов обрастаний (до 79 %), содержание планктонных и бентосных видов не превышает 8–12 %. Доминирует *Fragilaria exigua* (до 64 %). В подошве слоя отмечено высокое содержание *Aulacoseira alpigena* (до 11 %), *Fragilaria construens* var. *venter* (до 14 %) и *Stauroneis smithii* (до 6 %). Преобладают индифферентные (до 94%) и циркумнейтральные (до 72 %) виды. Состав диатомей отвечает условиям мелководного озера с рН, близкой к нейтральной, и минерализацией около 0.2–0.3 ‰.

Комплекс 2 (инт. 1.64–1.85 м) из нижней части торфяника включает 73 вида. Характерным для комплекса является значительное повышение содержания случайно-планктонных (до 79 %) видов. В подошве преобладают *Tabellaria flocculosa* (до 25.7 %), *Pinnularia microstauron* (до 21.9 %) и разнообразные виды рода *Eunotia* (*E. implicata* – до 10 %, *E. sudetica* – до 6 %, *E. glacialis* – до 5 %), характерные для болотных обстановок. Выше доминирует *Tabellaria fenestrata* (до 80.6 %). Комплекс указывает на развитие озера с заболоченными берегами. В инт. 1.69–1.74 м зафиксировано большое количество планктонной *Aulacoseira granulata* (52.7 %), обрастателей *Fragilaria construens* var. *venter* (5.4 %) и *Eunotia serra* (4.5 %), что, по-видимому, связано с кратковременными изменениями гидрологических условий.

Комплекс 3 (инт. 1.39–1.64 м) включает 82 таксона. В нижней части интервала доминируют характерные для болот бентосные *Pinnularia viridis* (до 41 %), *P. subcapitata* (17 %), а из обрастаний – *Eunotia glacialis* (30 %), *E. paludosa* (до 27.1 %), *E. nummanniana* (до 8 %), *E. fallax* (до 4.9 %). В верхней части высокого обилия достигают *Pinnularia divergentissima* (до 28.6 %), *P. isostauron* (до 16 %), *P. borealis* (до 9.4 %), появляется *Hantzschia amphioxys*, что указывает на иссушение болотного массива. В прослоях вулканических пеплов (инт. 1.58–1.59 м и 1.39–1.43 м) наблюдается увеличение разнообразия видов, в массе встречены *Diatoma anceps* (до 39 %) и *Diploneis elliptica* (до 14 %), присутствуют *Diatoma mesodon*, *D. hyemalis*, *Rhopalodia gibberula*, *Meridion circulare*. Резкие изменения в составе комплекса диатомей, очевидно, связаны с выпадением пеплов, которые близки по составу к тефре влк. Расшуа и Матуа.

Комплекс 4 (инт. 0.90–1.35 м) включает 84 таксона. В подошве слоя осадков над пепловым прослоем влк. Расшуа, представленным разнотельным

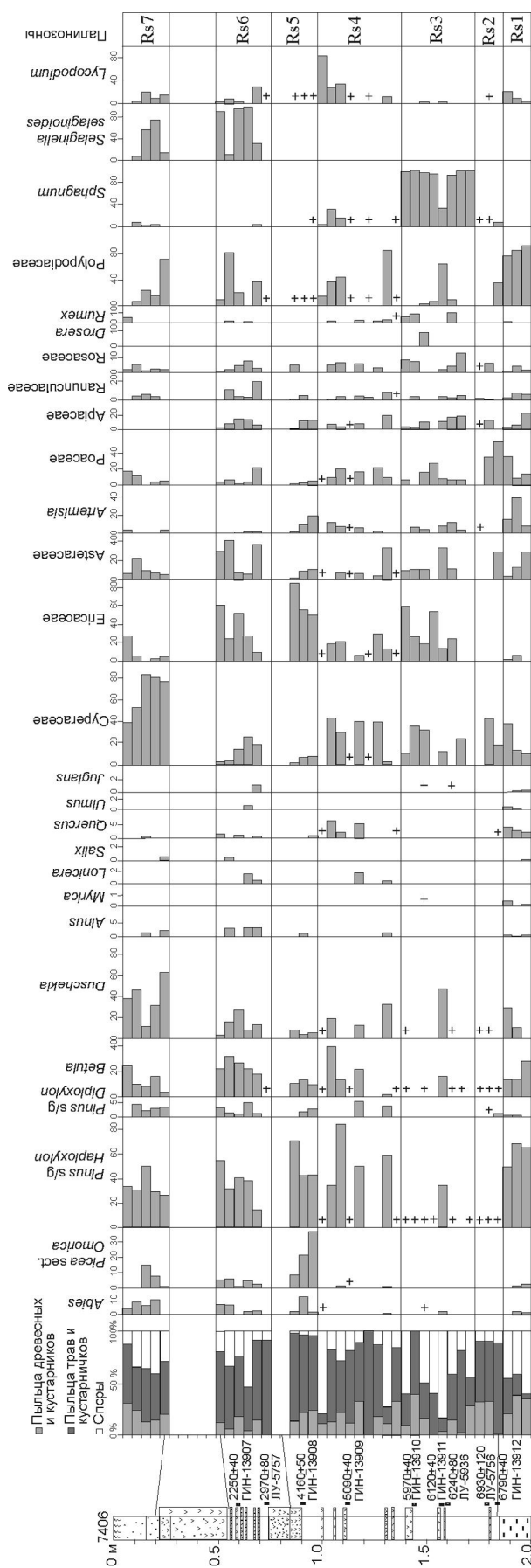


Рис. 5. Спорно-пыльцевая диаграмма разреза 7406, о. Расшуа.

кустарников увеличивается доля *Duschekia* и *Betula*. Из группы пыльцы трав и кустарничков отмечено высокое содержание Ericaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Ariaceae, *Menyanthes* (до 26%), Rosaceae, Ranunculaceae, *Rumex*, появляется *Drosera*. Среди спор доминирует *Sphagnum*. Состав палиноспектров, в основном, отражает локальную болотную растительность.

Палинозона Rs 4 (инт. 1.05–1.47 м) характеризуется преобладанием пыльцы трав и кустарничков (до 69%), повышенным содержанием пыльцы древесных и кустарников (до 32%), доминирует *Pinus s/g Haploxyton*, высоко содержание *Duschekia*. Вверх по разрезу увеличивается количество пыльцы *Betula*. Единично встречены *Lonicera*, Celastraceae и перенесенная ветром пыльца широколиственных и темнохвойных. Обращает на себя внимание довольно высокое содержание аллохтонной пыльцы *Quercus*. Среди пыльцы трав и кустарничков снижается содержание Ericaceae, вверх по разрезу уменьшается доля Asteraceae, появляется Saxifragaceae, Iridaceae. В составе спор преобладают Polypodiaceae, в верхней части – *Lycopodium*, содержание *Sphagnum* резко сокращается. Состав палиноспектров отвечает развитию в кальдере луговой растительности, на склонах были заросли кедрового стланика с ольховником, жимолостью, бересклетом, более широкое распространение во второй половине среднего голоцена получают березовые леса (¹⁴C-даты 5970±40 л.н., ГИН-13910; 5090±40 л.н., ГИН-13909).

Палинозона Rs 5 (инт. 0.84–1.05 м) отличается увеличением содержания пыльцы трав и кустарничков и сокращением доли спор. В группе древесных пород и кустарников на фоне преобладания *Pinus s/g Haploxyton* наблюдается аномально высокое содержание пыльцы *Picea* и *Abies*. Среди трав и кустарничков стали преобладать Ericaceae. Споры представлены редкими Polypodiaceae и *Lycopodium*. Возможно, во время похолодания на границе атлантического и суббореального периодов голоцена в этой части острова широкое распространение получают верещатники. Из верхней части интервала получена ¹⁴C-дата 4160±50 л.н., ГИН-13908.

Палинозона Rs 6 (инт. 0.54–0.84 м) характеризуется увеличением содержания спор (до 53%). Среди пыльцы древесных и кустарников на фоне преобладания *Pinus s/g Haploxyton* растет содержание *Betula* и *Duschekia*, появляется *Salix*, снижается количество пыльцы темнохвойных. Среди пыльцы трав увеличивается доля пыльцы разнотравья (Asteraceae, Poaceae, Ariaceae и др.). Выше прослая вулканического пепла Sag-2 резко снижается содержание пыльцы Ericaceae и вновь возрастает к концу суббореала–

началу субатлантика. Среди спор в обилии появляется *Sellaginella selaginoides*. Палиноспектры, в основном, отражают локальную растительность. Вероятно, в конце среднего голоцена–начале позднего (¹⁴С-даты 2970±80 л.н., ЛУ-5757, 2250±40 л.н., ГИН-13907) на склонах вулкана береза была более распространена, чем в современных условиях.

Палинозона Rs 7 (инт. 0–0.22 м) характеризуется увеличением содержания пыльцы древесных и кустарников (до 31 %), среди которых увеличивается доля *Duschekia* и снижается – *Betula*. Среди трав преобладает *Suregadae* (до 82 %), доля которых постепенно снижается, к кровле разреза возрастает содержание пыльцы *Artemisia*, *Roaseae*, *Ericaceae*, что отвечает более сухим обстановкам. Среди спор в основном доминирует *Polypodiaceae*, количество спор *Sellaginella selaginoides* резко возрастает в средней части интервала, возможно, максимум падает на ма-

лый ледниковый период. В кровле в обилии (76 %) появляются споры зеленых мхов, встречена пыльца *Lysichiton*. Палиноспектры отражают изменение растительного покрова после извержения вкл. Ушишир, когда ольховник становится одним из основных ландшафтообразующих компонентов. В этот период (последние 2 тыс. л.н.) сформировался современный ландшафт.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Развитие озерно-болотных обстановок на о. Расшуа в среднем-позднем голоцене контролировалось как климатическими изменениями, так и воздействием вулканических пеплопадов (рис. 6). Как и на о. Кетой [14], активное торфонакопление на о. Расшуа началось в среднем голоцене и связано с увеличением теплообеспеченности. Органогенное осадконакопление прерывалось только после пепло-

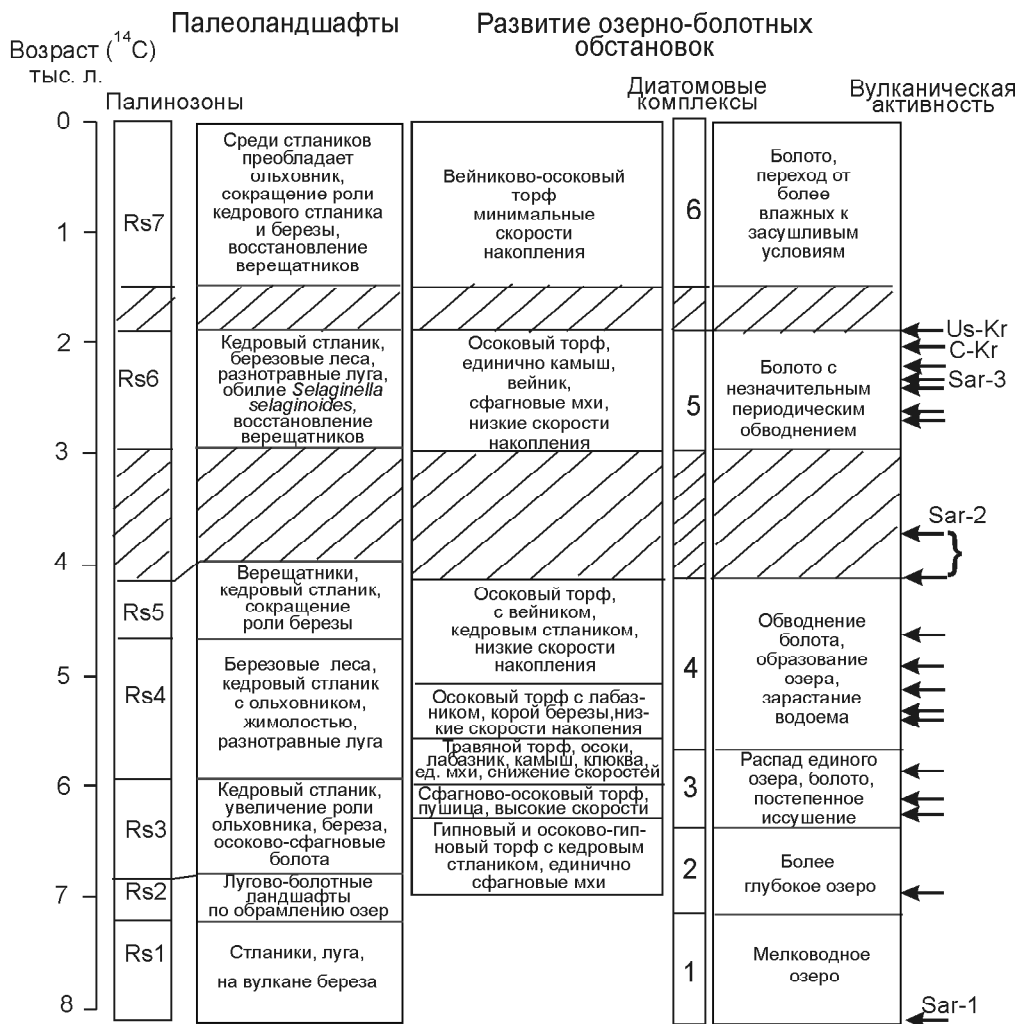


Рис. 6. Развитие озерно-болотных обстановок осадконакопления и ландшафтов о. Расшуа в среднем-позднем голоцене.

падов сильных извержений вулканов, расположенных на соседних островах Матуа (около 8.1 и 4.1 тыс. л.н., ^{14}C) и Ушишир (около 1.9 тыс. л.н., ^{14}C), в результате которых вся поверхность о. Расшуа покрывалась мощным слоем тефры. По результатам радиоуглеродного датирования длительность перерывов в торфонакоплении после двух последовательных сильных извержений влк. Матуа составляла более 1 тыс. лет, после извержения влк. Ушишир – около 400 лет. Материал кальдерообразующего извержения влк. Ушишир до настоящего времени покрывает дно оз. Белое и перерабатывается. Более слабые пеплопады не оказывали существенного влияния на изменение хода развития озерно-болотных обстановок и эволюции ландшафтов. Отдельные пеплопады вызывали быстрые изменения экологической ситуации, фиксирующиеся по изменениям обилия и состава доминирующих видов диатомовых водорослей. Отмечены эффекты обводнения болотного массива после выпадения пеплов алевритового состава и иссушения после перекрытия торфяников мощным слоем тефры песчаной размерности.

Изучение стратиграфии озерно-болотных отложений древней кальдеры о. Расшуа позволило выделить шесть этапов развития озерно-болотных обстановок. В начале среднего голоцена в кальдере существовало мелководное озеро, которое занимало значительную площадь. Возможно, в это время был единый мелководный водоем с умеренно кислой рН воды и умеренной минерализацией, который в ходе дальнейшего развития распался на ряд мелких озер, наиболее крупные из них Белое и Тихое. Пляжевые озерные отложения вскрываются и в основании разреза 5508 на берегу оз. Белое, что говорит о том, что уровень палеозера был выше современного на 1 м. Осадки представлены тонкослоистыми песками, перекрытыми вулканическим пеплом Sar-3 влк. Матуа (возраст около 8.1 тыс. л., ^{14}C), выше которого японскими исследователями обнаружен вулканический пепел влк. Заварицкого Zv-Su (возраст 7.9 тыс. л., ^{14}C) [19]. Пески встречены и в основании разреза торфяника 7406. Органогенное осадконакопление в этом водоеме началось около 7 тыс. л.н. (^{14}C -дата 6930 ± 120 л.н., ЛУ-5756). Глубина озера, вероятно, увеличивалась, о чем свидетельствует появление большого количества планктонных форм диатомей. Смена доминирующих видов *Tabellaria flocculosa*, преобладающей и в современном фитопланктоне озер Белое, Тихое и других мелких озерков кальдеры [6], *Pinnularia microstauron* на *Tabellaria fenestrata* и *Aulacoseira granulata* указывает на прогрессирующее увеличение глубины водоема. По периферии озера

широкое распространение получили водные виды гипновых мхов, осоки. На бортах кальдеры рос кедровый стланик с примесью ольховника с папоротниковым покровом, в небольшом количестве присутствовала береза, были развиты разнотравные луга, после выпадения пепла влк. Матуа на сухих участках была широко распространена полынь. В фазу обводнения и повышения уровня грунтовых вод увеличилась площадь, занятая луговой растительностью, ассоциации с полынью исчезли.

Активное заболачивание водоема произошло во второй половине среднего голоцена (^{14}C -даты 6240 ± 80 л.н., ЛУ-5936; 6120 ± 40 л.н., ГИН-13911; 5970 ± 40 л.н., ГИН-13910). Снижение уровня озера и его распад на отдельные водоемы может быть связано с сокращением атмосферного увлажнения в условиях потепления климата. Этот период на Курильских островах выделяется как оптимум голоцена [11, 20]. Распад озера привел к широкому распространению в кальдере сфагново-осоковых болот с пушицей, вахтой, росянкой, вересковыми кустарничками (клюквой). Наличие в составе торфообразователей *Eriophorum scheuchzeri*, характерной для нивальных лужаек [2], скорее всего, свидетельствует не о похолодании, а об увеличении мощности снежного покрова. По-видимому, геоморфологические условия кальдеры способствовали сохранению снежников, по обрамлению которых развивались специфические болотные ассоциации. В интервале 5970–6120 л.н. (^{14}C) отмечено увеличение скорости торфонакопления (до 0.9 мм/год). В конце этого этапа отмечено иссушение болотного массива, в составе диатомей преобладают виды, способные переносить временные осушки, среди растений-торфообразователей большую роль стал играть лабазник. В спорово-пыльцевых спектрах резко сокращается содержание спор сфагновых мхов и пыльцы болотных растений, большее распространение получили луговые сообщества.

Повторная фаза обводнения болота с образованием многочисленных изолированных мелководных озер произошла во второй половине среднего голоцена. В теплых, влажных условиях началось заболачивание уплощенных поверхностей за пределами кальдеры (^{14}C -дата 5630 ± 100 л.н., ЛУ-6364). В этот же период благоприятные условия для торфообразования существовали и на о. Кетой [14]. Климат был влажный и теплее современного. Иссушение болотного массива отмечено в конце атлантика, происходило зарастание и заболачивание мелководных озер.

В это время в условиях низкой вулканической активности на острове более широкое распространение получил кедровый стланик и березовые леса с

папоротниковым покровом, которые произрастали и по бортам кальдеры, о чем свидетельствуют находки коры березы в торфянике. В состав кустарниковых группировок входили ольховник и жимолость. По берегам озер были развиты разнотравные луга. Высокое содержание в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы *Quercus* и более активный ее перенос может быть связан со смещением в среднем голоцене северной границы неморальных лесов на Южных Курилах, вплоть до южной части о. Уруп [20].

Во время похолодания около 4.2–4.6 тыс л.н. в южной части острова широкое распространение получают верещатники, на что указывает большое количество пыльцы *Egicaseae* при отсутствии остатков вересковых кустарничков в составе растений-торфообразователей. В торфе, образованном в это время, наблюдается высокое содержание пыльцы *Picea* и *Abies*, современный ареал которых ограничен южной частью о. Итуруп [2]. Активный ветровой занос пыльцы с южных островов может быть результатом увеличения продолжительности действия широтно-алеутского типа атмосферной циркуляции [3] в весенне-летний период.

В конце среднего голоцена в результате двух мощных извержений влк. Матуа на о. Расшуа был образован покров тефры (Sag-2), представленной мелкозернистым песком, мощностью 13–22 см. Перекрывание поверхности торфяников слоем водопроницаемой, хорошо дренируемой тефры привело не только к перерыву в торфонакоплении, но оказало влияние на последующее развитие болотных обстановок в конце среднего голоцена. В отличие от о. Кетой [14], обводненность болот о. Расшуа была незначительной, а скорости торфонакопления низкими (0.2 мм/год), хотя климат был влажным и теплее современного. Основными торфообразователями были осоки, в конце среднего голоцена появился вейник и сфагновые мхи. Появление в массе спор *Sellaginella selaginoides* может указывать на увеличение мощности снежного покрова [18]. Увеличение содержания спор *Sellaginella selaginoides* в торфе, образованном в конце среднего голоцена, отмечено и для о. Кетой. Сочетание таких условий отразилось на составе диатомового комплекса, в котором на фоне доминирования *Diademsis contenta*, характерной для сухих местообитаний и почв, в обилии присутствуют виды, характерные для болот и проточных вод. В конце среднего голоцена на о. Расшуа были распространены березовые леса. Пеплопады двух сильных извержений влк. Матуа оказали негативное воздействие на развитие вересковых кустарничков, среди кустарниковых сообществ увеличилась роль ольховника. Площади,

занятые верещатниками, увеличились к концу среднего–началу позднего голоцена.

Существенным фактором, повлекшим изменение озерно-болотных обстановок на о. Расшуа, было кальдерообразующее извержение влк. Ушишир на о. Янкича. Мощность покрова тефры, представленной крупнозернистым песком, составила в зависимости от условий сохранности от 10 до 32 см. В ландшафтах стал преобладать ольховник, хорошо переносящий пеплопады [7], роль кедрового стланика уменьшилась. После извержения влк. Ушишир сильно пострадали верещатники, они смогли восстановиться к настоящему времени – тундровые группировки занимают ветробойные участки по кромке кальдеры, тянутся полосой вдоль кромки клифов, развиты на южном окончании острова. В кальдере после перерыва на пепле Us-Kr начал накапливаться вейниково-осоковый торф, в составе которого в большом количестве присутствует *Calamagrostis purpurea*, характерный для субальпийских и тундровых группировок [2]. Скорость торфонакопления в кальдере не превышала 0.1 мм/год, более высокие значения отмечены для торфяников, формирующихся на уплотненных поверхностях и в основании склона на лавовом потоке (до 0.3 мм/год). В кальдере степень увлажнения уменьшалась вверх по разрезу – в кровле торфяника в комплексе диатомей преобладают почвенные виды. Широкое развитие *Sellaginella selaginoides*, возможно, является климатическим сигналом малого ледникового периода, детально охарактеризованного для о. Матуа [15]. Этот период отличался высокой влажностью, сильными снегопадами и интенсивными, продолжительными дождями.

В целом, развитие ландшафтов о-вов Расшуа и Кетой в среднем-позднем голоцене имеет много общих черт. На о. Расшуа более отчетливо фиксируются два потепления в среднем голоцене, во время которых расширялись площади, занятые березовыми лесами. Учитывая современные климатические показатели в зоне широкого развития березовых лесов на Курильских островах, можно предположить, что среднегодовая температура была, как минимум, на 1°C выше современной. Местные вулканы были малоактивными и не оказывали существенного влияния на палеоландшафтные смены, но, в отличие от о. Кетой, о. Расшуа находился в зоне влияния пеплопадов от крупных извержений влк. Матуа и Ушишир, расположенных на соседних островах.

ВЫВОДЫ

Эволюция озерно-болотных обстановок в кальдере о. Расшуа в среднем-позднем голоцене последо-

вательно проходила следующие этапы: существование единого мелководного озера с умеренно кислой рН воды (7120–8100 л.н., ^{14}C); увеличение глубины озера в течение периода 6360–7120 л.н., ^{14}C ; понижение уровня озера и его распад на отдельные водоемы; формирование сфагново-осокового болота по его обрамлению (6050–6120 л.н., ^{14}C); образование многочисленных изолированных озерков в результате увеличения количества атмосферных осадков (4160–5720 л.н., ^{14}C); активное заболачивание и зарастание водоемов (4160–5720 л.н., ^{14}C); иссушение болотного массива после перекрытия мощным слоем тефры влк. Матуа, перерыв в осадконакоплении и новая фаза обводнения и развития болотных обстановок (1900–2970 л.н., ^{14}C); заключительная фаза развития болотного массива после мощного пеплопада влк. Ушишир, вызвавшего перерыв в торфонакоплении и постепенное иссушение поверхности, наблюдаемое и в историческое время (последние 1500 лет).

Выделены следующие фазы развития растительности: зарослей кедрового стланика с примесью ольховника с папоротниковым покровом и луговых сообществ, на склонах вулкана произрастала береза (7120–8100 л.н., ^{14}C); широкое распространение в кальдере лугово-болотных ландшафтов (6810–7120 л.н., ^{14}C); увеличение площади, занятой березой, в кустарниковых группировках повышение роли ольховника, формирование сфагново-осоковых болот (5970–6810 л.н., ^{14}C); развитие разнотравных лугов, на склонах – зарослей кедрового стланика с ольховником, жимолостью, более широкое распространение березовых лесов (4640–5970 л.н., ^{14}C); широкое распространение вересчатников, в кустарниковых группировках преобладал кедровый стланик, сокращение площади, занятой березой (4160–4640 л.н., ^{14}C); преобладание кедрового стланика, увеличение роли березовых лесов и распространение разнотравных лугов, массовое развитие среди локальной растительности *Sellaginella selaginoides* (1900–2970 л.н., ^{14}C); резкое повышение роли ольховника, уменьшение площади, занятой кедровым стлаником и березой (последние 1500 лет) после кальдерообразующего извержения влк. Ушишир.

Основными факторами, вызывающими изменение озерно-болотных обстановок и палеоландшафтные смены, были климатические изменения, на фоне которых проявлялось вулканогенное воздействие. На о. Расшуа четко проявились два этапа потепления в среднем голоцене и хорошо выражено похолодание около 4.2–4.6 тыс. л.н., ^{14}C . Распределение прослоев пеплов по разрезам озерно-болотных отложений говорит о том, что вулканическая активность и влияние

ее на разные компоненты ландшафтов возрастали во второй половине среднего–начале позднего голоцена. Большинство прослоев вулканических пеплов из средне-позднего голоценовых разрезов о. Расшуа образовалось в результате извержений влк. Матуа. Наиболее сильное воздействие на развитие обстановок, вызывающих смену условий и типа осадконакопления, а также изменение ландшафтов, оказали пеплопады крупных извержений влк. Матуа и Ушишир, в результате которых были образованы мощные покровы тефры, покрывающие всю территорию о. Расшуа. Последние 1.9–2 тыс. лет, ^{14}C , вулканические пеплопады не оказывали существенного воздействия, и развитие островных ландшафтов контролировалось только климатическим фактором.

Авторы выражают благодарность М.М. Певзнер, Л.Д. Сулержицкому (ГИН РАН), 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), выполнившему микрозондовый анализ вулканического стекла, Н.П. Домре (БПИ ДВО РАН) за помощь в обработке материала. Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ, грант 09-05-00003 и 09-1-ОНЗ-19. Финансирование экспедиционных исследований проводилось в рамках Курильского Биоконференциального Проекта (грант NSF ARC-0508109, руководитель Бен Фицхью), грантов РФФИ 06-05-79033, 08-05-10012 и ДВО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсланов Х.А., Мелекесцев И.В., Разжигаяева Н.Г. и др. Возраст почвенно-пирокластического чехла и хронология вулканической активности на о. Матуа (Центральные Курилы) в голоцене // Материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Апатиты–Санкт-Петербург, 2011. Т. 2. С. 44–46.
2. Баркалов В.Ю. Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2009. 468 с.
3. Власова Г.А., Полякова А.М. Активная энергетическая зона океана и атмосферы северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2004. 145 с.
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. Гребенникова Т.А. Флора Bacillariophyta разнотипных водоемов Средних и Северных Курил // Бот. журн. 2009. Т. 94, № 4. С. 526–538.
7. Гришин С.Ю. География растительного покрова Курильских островов (к карте растительности архипелага) // Изв. РГО. 2008. Т. 140. Вып. 5. С. 8–14.
8. Левин Б.В., Фитцхью Б., Бурджуа Д. и др. Комплексная

- экспедиция на Курильские острова в 2006 г. (I этап) // Вестн. ДВО РАН. 2007. № 1. С. 144–148.
9. Левин Б.В., Фитцхью Б., Буржуа Д. и др. Комплексная экспедиция на Курильские острова в 2008 г. (III этап) // Вестн. ДВО РАН. 2009. № 2. С. 134–142.
 10. Левин Б.В., Мелекесцев И.В., Рыбин А.В. и др. Экспедиция “Вулкан Пик Сарычева – 2010” (Курильские острова) // Вестн. ДВО РАН. 2010. № 6. С. 152–159.
 11. Ложкин А.В., Андерсон П.М., Минюк П.С. и др. Первая озерная летопись изменений климата и растительности Северных Курил в голоцене // Докл. РАН. 2010. Т. 430, № 4. С. 541–543.
 12. Мохова Л.М., Ганзей К.С. Соответствие субфоссильных споро-пыльцевых спектров структуре ландшафтов острова Кетой (Средние Курилы) // Изменения климата, природные катастрофы и становление ландшафтов юга Дальнего Востока в плейстоцене-голоцене. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 25–45.
 13. Новейший и современный вулканизм на территории России / Н.П. Лаверов, Н.Л. Добрецов, О.А. Богатиков и др. М.: Наука, 2005. 604 с.
 14. 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.
 15. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А. и др. Роль климата и природных катастроф в развитии ландшафтов о. Магуа (Центральные Курилы) в позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. 2012. № 2. (в печати).
 16. Справочник по климату СССР. Вып. 34. Сахалинская обл. Л.: Гидрометеоздат, 1970. Ч. II. 200 с.
 17. Справочник по физической географии Сахалинской области. Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, 2003. 110 с.
 18. 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.
 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.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

N.G. Razzhigaeva, L.A. Ganzey, T.A. Grebennikova, L.M. Mokhova, H.A. Arslanov, T.A. Kopoteva, A.V. Rybin

Evolution of lacustrine-swamp sedimentary environments of an ancient caldera of Rasshua Island, Central Kuril Islands, in Holocene

Evolution stages of lacustrine-swamp sedimentary environments were reconstructed on the base of the stratigraphical studies (botanical, spore and pollen, and diatom analyses and tephrostratigraphy) and radiocarbon dating of the Rasshua Island peatbogs. The relationships between climatic changes and volcanic effects during Middle/Late Holocene were analyzed. Stages of landscape evolution were distinguished, and the time of their reorganization was defined.

Keywords: peatbogs, Holocene, stratigraphy, climatic changes, paleolandscapes, Central Kuril Islands.

**РАЗВИТИЕ ОЗЕРНО-БОЛОТНЫХ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ДРЕВНЕЙ
КАЛЬДЕРЫ ОСТРОВА РАСШУА (ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КУРИЛЫ) В ГОЛОЦЕНЕ**

**Н.Г. Разжигаева¹, Л.А. Ганзей¹, Т.А. Гребенникова¹, Л.М. Мохова¹, Х.А. Арсланов²,
Т.А. Копотева³, А.В. Рыбин⁴**

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

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

³Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000

⁴Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, ул. Науки 1Б, г. Южно-Сахалинск, 693022

Поступила в редакцию 14 июня 2011 г.

На основе изучения стратиграфии (ботанический, спорово-пыльцевой, диатомовый анализы, тефро-стратиграфия) и радиоуглеродного датирования торфяников о. Расшуа восстановлены стадии развития озерно-болотных обстановок осадконакопления и проанализировано соотношение влияния климатического и вулканогенного факторов в среднем-позднем голоцене. Выделены этапы развития ландшафтов и определены рубежи их перестройки.

Ключевые слова: торфяники, голоцен, стратиграфия, климатические изменения, палеоландшафты, Центральные Курилы.

ВВЕДЕНИЕ

Озерно-болотные отложения являются одними из наиболее информативных континентальных фаций при реконструкции развития природной среды в голоцене. Эти отложения, как правило, включают наиболее детальную непрерывную летопись геологических событий, изучение которых важно для понимания хода развития обстановок осадконакопления и динамики ландшафтов при воздействии климатических изменений и различных катастрофических процессов. В последние годы проведено бурение озерных водоемов и изучена био-стратиграфия ряда разрезов озерных отложений на Южных и Северных Курилах [11]. Большую актуальность имеет реконструкция климатических изменений в голоцене для плохо изученного района Центральные Курилы, где подобные работы только начаты [14, 15]. Здесь широко распространены озерные водоемы разного типа, но они труднодоступны, и их изучение связано с большими трудностями. Во время комплексных экспедиций по проекту КВР 2006–2008 гг. [8–10] удалось изучить озерно-болотные отложения в центральной части о. Расшуа в пределах древней кальдеры, в которой расположены мелководные озера Белое и Ти-

хое, окруженные болотным массивом с многочисленными озерами. Целью работы является анализ эволюции озерно-болотных обстановок при климатических изменениях в голоцене и под воздействием вулканических извержений, восстановление этапов развития палеоландшафтов, определение рубежей их перестройки и анализ причин, вызывавших палеоландшафтные смены.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На о. Расшуа изучено 5 разрезов озерно-болотных отложений (рис. 1, 2, 3). Два из них расположены в кальдере: береговой уступ около оз. Белое (разрез 5508) и расчистка на левом борту ручья, впадающего в оз. Тихое, вскрывающего отложения палеоозера (7406). В долине низкопорядкового водотока, вытекающего из кальдеры и прорывающего ее стенку, изучен торфяник (5908), покрывающий нижнюю часть склона, выработанного в лавовом потоке. В юго-западной части острова изучены торфяники (5608, 7108), перекрывающие террасовидные поверхности (высотой 30 м и 100 м). В качестве опорного выбран разрез 7406. Отбор проб проводился с интервалом 5 см. Выполнены ботанический, спорово-

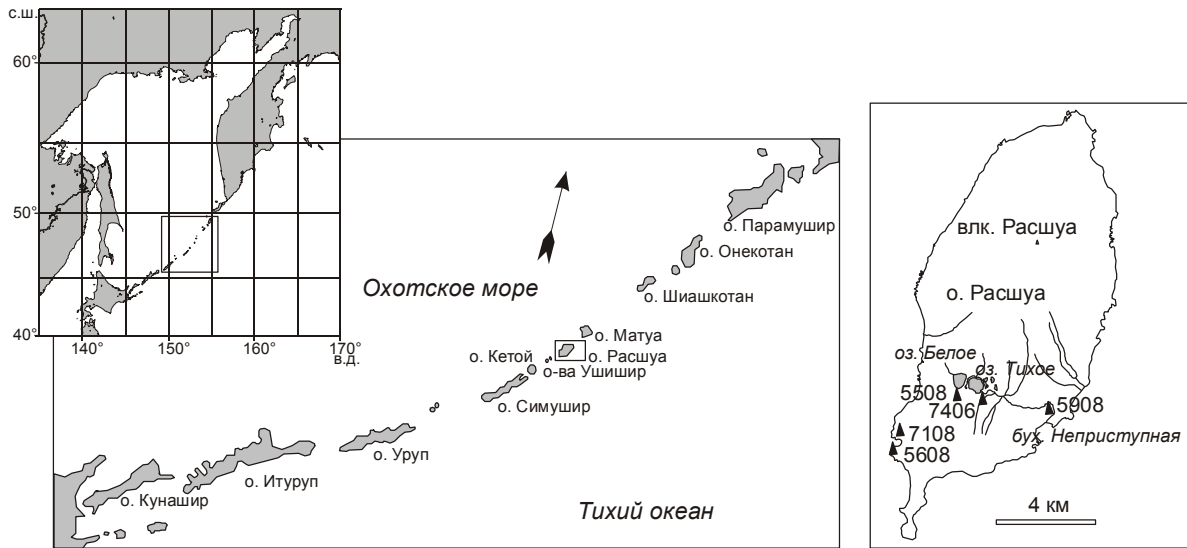


Рис. 1. Схема района работ и положение изученных разрезов.



Рис. 2. Древняя кальдера о. Расшуа и опорный разрез озерно-болотных отложений (7406).

пыльцевой, диатомовый анализы. При интерпретации данных спорово-пыльцевого анализа учитывались результаты изучения субфосильных спорово-пыльцевых спектров [12]. Подсчет таксонов проводился по группам растительности. Радиоуглеродное датирование выполнено в ГИН РАН (г. Москва, лабораторный индекс ГИН) и СПбГУ (индекс ЛУ) по общей горячей щелочной вытяжке гуминовых кислот. Калибровка радиоуглеродных дат в календарные сделана с помощью программы “CalPal”. Для определения возраста палеоландшафтных смен использованы некалиброванные ^{14}C -даты для сопоставления с ранее опубликованными данными по этому региону. Для возрастной

привязки частных разрезов использовались также данные тefростратиграфии. Микрозондовый анализ вулканического стекла выполнен в Радиевом институте им. В.Г. Хлопина, г. Санкт-Петербург.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Остров Расшуа расположен к северу от о-вов Ушишир, отделен от них проливом Средним (ширина 16.7 км, глубина 40–100 м), от о-ва Матуа – проливом Надежды (ширина 29.6 км, глубина 60–200 м) [17]. Остров имеет удлиненную форму (длина 13 км, ширина 6 км, площадь 62 км²). В центральной части расположен влк. Расшуа (высота 956 м), имеющий сложное строение типа Сомма-Везувий и представ-

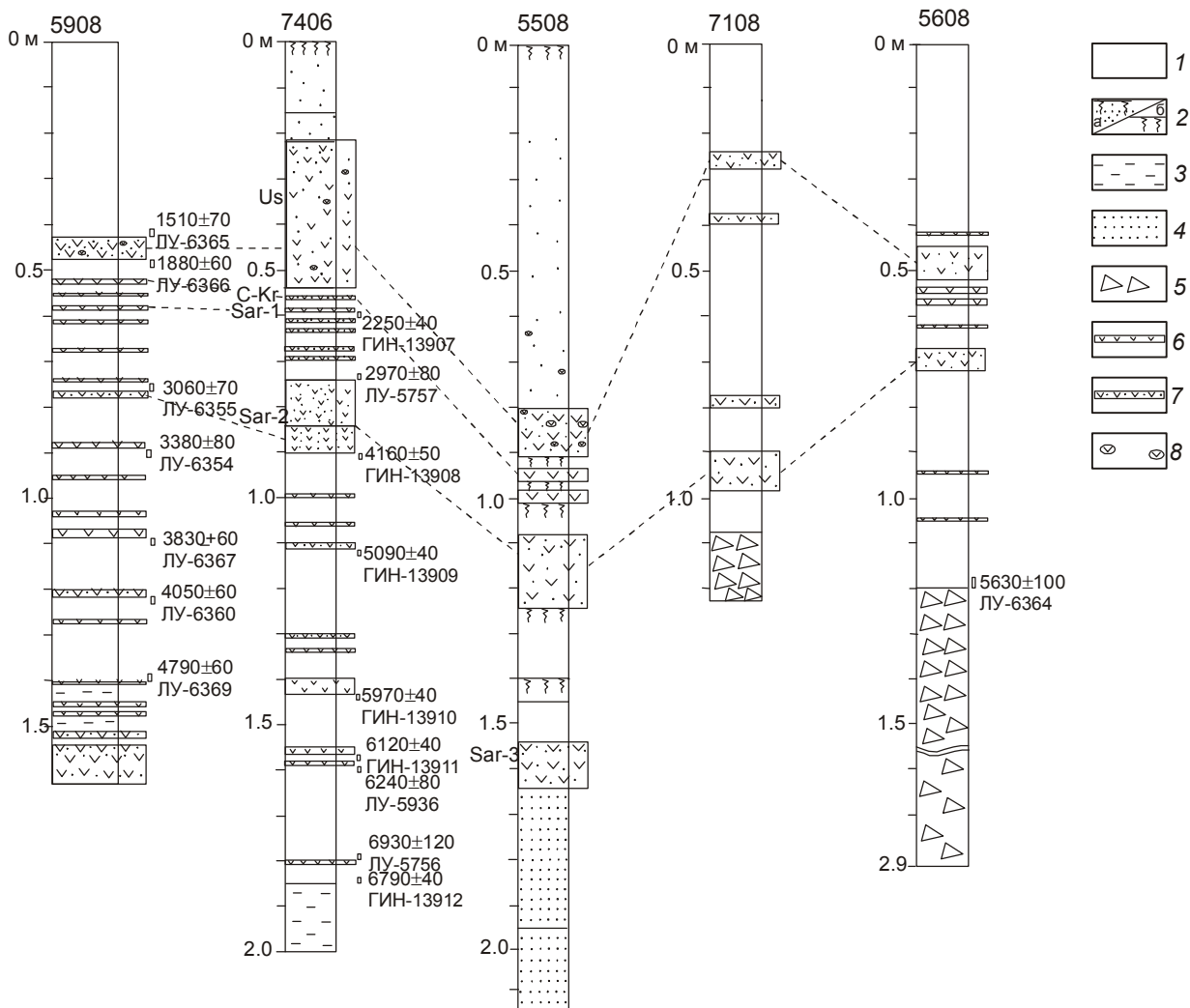


Рис. 3. Разрезы озерно-болотных отложений о. Расшуа.

1 – торф, 2а – дерново-торфянистый сильно минерализованный слой, 2б – лугово-дерновые почвы; 3 – глина, 4 – песок, 5 – щебень, 6 – вулканический пепел алевритовой размерности, 7 – вулканический пепел песчаной размерности, 8 – пемза.

ляющий собой три сросшихся конуса с сильно разрушенными кратерами, почти полностью заполняющими древнюю кальдеру [5]. Возраст построек – от позднего плейстоцена до голоцена. В историческое время вулкан Расшуа извергался в 1846 г. В 1946 и 1957 гг. отмечена активизация фумарольной деятельности [13]. В южной части острова сохранился участок плоского атрио шириной до 2 км, на дне которого расположены два мелководных пресноводных озера Белое и Тихое. Глубина оз. Белого не превышает 1.5–1.7 м. Озеро Тихое более мелководное и сильно изменило свои контуры за последние 50 лет, контуры береговой линии стали более изрезанными, площадь водного зеркала уменьшилась. Терригенный снос в озера незначителен, впадающие небольшие ручьи обломочного материала, практически, не привносятся.

Из озера Тихого вытекает ручей, образующий водопад (высотой 25 м) в бух. Неприметной с тихоокеанской стороны острова.

Климат Центральных Курил океанический, характеризуется небольшой разницей между зимними и летними температурами. По данным метеостанции, существовавшей на близлежащем о. Матуа, T ср. августа 10.9°C , T ср. января -6.3°C [16]. Сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) 406°C . В этой части Курильских островов отмечено высокое количество среднегодовых осадков – 1223 мм в год с максимумом выпадения с апреля по октябрь. Годовая относительная влажность воздуха 85.2%. Высота снежного покрова варьирует от 16 до 136 см. Характерны сильные ветры (>15 м/с – до 152 дней в год) и туманы (205 дней в год).

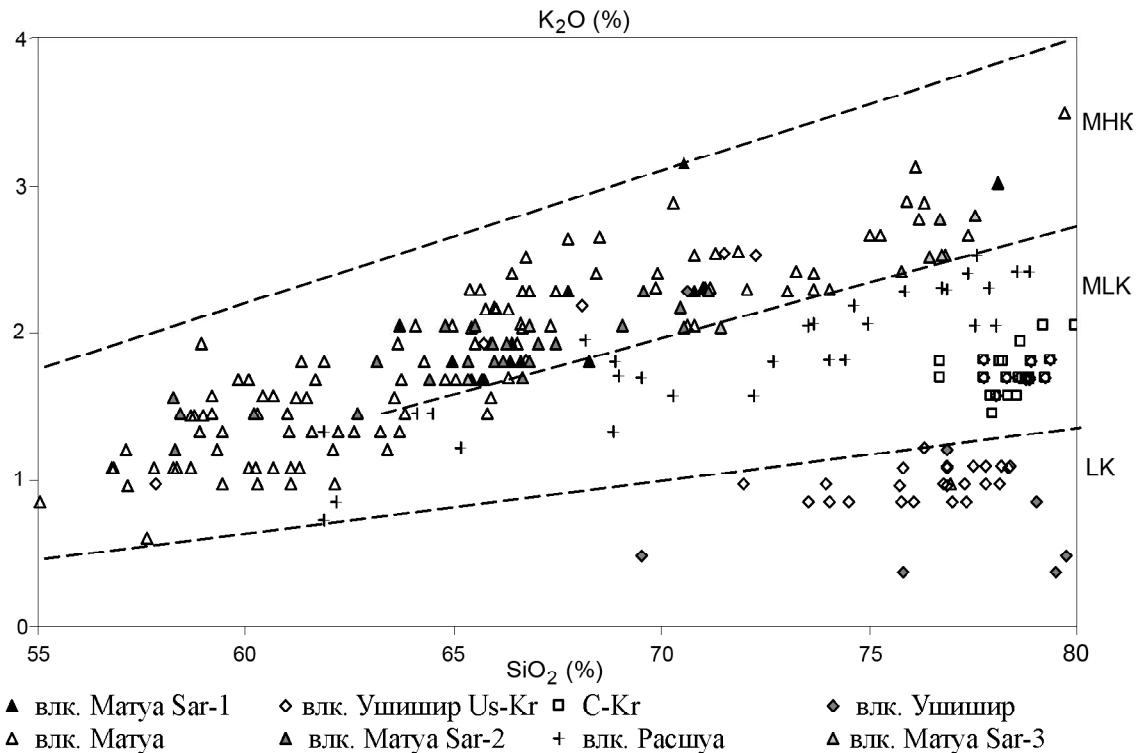


Рис. 4. Соотношение SiO₂ и K₂O в вулканическом стекле из прослоев тефры в разрезах озерно-болотных отложений о. Расшуа. Группы и подгруппы с разным содержанием K₂O по [19].

На острове преобладают вулканогенные ландшафты, занимающие 67 % территории, в южной части развиты денудационно-вулканогенные ландшафты, отмечены высокие показатели ландшафтного разнообразия [4]. Остров относится к Средне-Курильскому флористическому району [2]. Склоны кальдеры практически полностью задернованы, растительность представлена луговым разнотравьем и разреженными зарослями кедрового стланика и ольховника. По обрамлению озер расположены осоковые и пушицево-осоковые болота с участием сфагновых мхов, более возвышенные участки заняты луговой растительностью, к берегам ручьев приурочено высокотравье. На южной оконечности острова развиты каменистые тундры. На склонах влк. Расшуа встречается каменная береза, здесь проходит северный предел ее распространения на Курильских островах [2, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В основании разрезов озерно-болотных отложений древней кальдеры о. Расшуа выходят тонкослойные пески, в кровле которых залегает прослой вулканического пепла, перекрытый около оз. Белое (разрез 5508) почвенно-пирокластическим чехлом (рис. 3). В разрезе более высокой (на 2 м выше уровня озера) поверхности (7406) выше песков выходит

голубовато-серая плотная неслоистая глина, перекрытая торфяником (мощностью 1.85 м), включающим 17 прослоев вулканических пеплов (рис. 2). Из торфа получено 9 радиоуглеродных датировок, показывающих, что торфонакопление началось в среднем голоцене около 6.9 тыс. л.н. (табл. 1). ¹⁴C-дата, полученная из основания торфяника, 6790±40 л.н. ГИН-13942 возможно несколько занижена.

Тефростратиграфия. Разрезы озерно-болотных отложений о. Расшуа включают большое количество (до 17) прослоев вулканических пеплов, большинство из которых характеризуются хорошей сортировкой материала и, вероятно, являлись транзитными. Мощность их меняется от нескольких миллиметров до 32 см. Большая часть прослоев вулканических пеплов, вероятно, образовалась при извержениях вулкана, расположенного на о. Матуа (рис. 4). Здесь в среднем-позднем голоцене происходила неоднократная активизация посткальдерной деятельности влк. Матуа, на месте которого около 460–470 л.н. возник влк. Пик Сарычева [1, 10]. Вулканическое стекло из прослоев пеплов вулканов о. Матуа характеризуется средним содержанием K₂O и относится к подгруппе с более высокими значениями этого показателя [19]. Мощный прослой пеплов влк. Матуа, сложенный мелкозернистым, хорошо сортирован-

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

Номер образца	Интервал, м	Материал для датирования	^{14}C -возраст, лет	^{14}C -калиброванный возраст, cal BP	Лабораторный индекс
1/7406	0.58–0.59	торф	2250±40	2250±70	ГИН-13907
2/7406	0.73–0.74	торф	2970±80	3150±120	ЛУ-5757
3/7406	0.90–0.91	торф	4160±50	4700±90	ГИН-13908
4/7406	1.11–1.15	торф	5090±40	5830±60	ГИН-13909
5/7406	1.43–1.44	торф	5970±40	6810±60	ГИН-13910
6/7406	1.56–1.57	торф	6120±40	7040±90	ГИН-13911
7/7406	1.59–1.60	торф	6240±80	7140±110	ЛУ-5936
8/7406	1.77–1.79	торф	6930±120	7780±110	ЛУ-5756
9/7406	1.81–1.85	торф	6790±40	7640±30	ГИН-13912
1/5608	1.17–1.20	торф	5630±100	6440±110	ЛУ-6364
1/5908	0.39–0.40	торф	1510±70	1430±80	ЛУ-6365
2/5908	0.48–0.49	торф	1880±60	1830±70	ЛУ-6366
3/5908	0.74–0.75	торф	3060±70	3260±90	ЛУ-6355
3a/5908	0.89–0.90	торф	3340±80	3580±100	ЛУ-6354
4/5908	1.09–1.10	торф	3830±60	4250±100	ЛУ-6367
5/5908	1.21–1.22	торф	4050±60	4590±120	ЛУ-6360
6/5908	1.40–1.41	торф	4790±60	5510±80	ЛУ-6369

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

ным песком, образовался в начале среднего голоцена. Японские исследователи выделяют его как Sar-3 (возраст 8.1 тыс. л. ^{14}C), выше в разрезе около оз. Белое залегает прослой пепла влк. Заварицкого Zv-Su (7.9 тыс. л.н. ^{14}C) [19]. Во всех разрезах торфяников хорошо выражен прослой тефры (мощность до 16 см) влк. Матуа, представленный мелкозернистым песком (Sar-2). Из нижележащего торфа получена ^{14}C -дата 4160±50 л.н., ГИН-13908, из перекрывающего торфа – 2970±80 л.н., ЛУ-5157. Скорее всего, этот прослой образован в результате двух крупных извержений влк. Матуа. По его обрамлению выделяются две пачки грубой тефры, сложенной пемзовидными андезитами, разделенные маломощным прослоем почвы, из которой получена ^{14}C -дата 3680±80 л.н., ЛУ-6368, из почвы над верхним слоем получена ^{14}C -дата 2820±80 л.н., ЛУ-6588 [1]. В среднеголоценовой части разреза ниже прослоя пепла Sar-2 встречены три прослоя пеплов, вулканическое стекло из которых относится к группе средней калийности, но содержит меньше K_2O , чем тефра влк. Матуа, что характерно для тефры влк. Расшуа [19]. В верхней части разрезов хорошо выделяется прослой вулканического пепла влк. Матуа, образованный на границе среднего-позднего голоцена. Над ним получена ^{14}C -дата 2250±40 л.н., ГИН-13907, одно из крупных

извержений на о. Матуа датируется около 2350±100 л.н., ЛУ-6357 [1], пепел этого извержения выделяется как Sar-1 [19]. Выше выходит маркирующий пепел с низким содержанием K_2O в вулканическом стекле, близкий по составу к тефре влк. Ушишир и вулканический пепел С-Кг (возраст около 2–2.1 ^{14}C тыс. л.), широко распространенный на Центральных Курилах, источник которого находится на севере о. Итуруп [19]. Этот прослой представлен желтым алевритом, вулканическое стекло имеет кислый состав, характеризуется небольшим разбросом содержания макроэлементов и средней калийностью. В верхней части разрезов залегает мощный слой плохо сортированной тефры Us-Кг, сложенный разнозернистым песком с мелкой пемзой (3–5 мм), образованный в результате кальдерообразующего извержения влк. Ушишир на о. Янкича, в результате которого возникла кальдера бух. Кратерной около 1.9–2 тыс. л.н. На о. Расшуа из нижележащего торфа получена ^{14}C -дата 1880±60 л.н., ЛУ-6466; из вышележащего – 1510±70 л.н., ЛУ-6365. Вулканическое стекло характеризуется высоким содержанием SiO_2 и низким – K_2O (0.97–1.02 %). Выше этого пепла в разрезе 5608 встречен один прослой (мощностью 5 мм) вулканического пепла, представленный темно-серым алевритом со средними

показателями K_2O . Следов исторических извержений влк. Расшуа обнаружить не удалось.

Ботанический анализ торфа. Изученная залежь относится к низинному типу. В основании (инт. 1.59–1.79 м) залегает среднеразложившийся (степень разложения < 40 %) гипновый и осоково-гипновый торф. Доминируют гипновые мхи рода *Drepanocladus* (60–80 %), единично встречены сфагновые. Среди остатков осок определены *Carex vesicaria*, *C. appendiculata*. В небольшом количестве встречены древесные остатки (до 10 %), представленные кедровым стлаником. Торф накапливался в среднем голоцене (^{14}C -даты 6930±120 л.н., ЛУ-5756; 6240±80 л.н., ЛУ-5936) в условиях постоянного переувлажнения с застойным водным режимом. В интервале 1.51–1.59 м резко снижается доля гипновых мхов (5 %), содержание сфагновых мхов достигает 30 %. Среди трав (60–70 %) преобладают осоки (*Carex vesicaria* и др.), появляются пушица (*Eriophorum scheuchzeri*) и хвощ, среди кустарничков – клюква. Из торфа получена ^{14}C -дата 6120±40 л.н., ГИН-13911. Состав торфообразователей свидетельствует о развитии сфагново-осокового болота. Выше (интервал 1.30–1.51 м) выходит травяной торф с преобладанием осок и остатков лабазника (*Filipendula camtschatica* – до 50 %), встречается камыш озерный (*Scirpus lacustris*), сфагновые мхи (5 %), гипновые мхи единичны. Торф формировался в условиях постепенного иссушения. Верхняя часть залежи (интервал 0.54–1.30 м) сложена осоковым торфом, увеличивается степень разложения (до 70–90 %). Среди осок появляется *Carex rhynchophylla*, *C. middendorffii*, снижается количество лабазника (5–10 %). Остатки древесно-кустарничковых представлены клюквой, кедровым стлаником, в инт. 1.15–1.30 м встречена кора березы. Торф накапливался во второй половине среднего–начале позднего голоцена (^{14}C -даты от 5970±40 л.н., ГИН-13910 до 2250±40 л.н., ГИН-13907). В кровле разреза выше мощного пеплового прослоя Us-Kr (инт. 0–0.15 м) выходит вейниково-осоковый торф, формирование которого происходило в более сухих условиях. Растительные остатки представлены *Calamagrostis purpurea* (до 95 %), *Calamagrostis neglecta* (до 55 %), среди осок появляется *Carex caespitosa* (15–55 %), встречен аир (*Acorus calamus* – 5 %), присутствуют вересковые кустарнички (рододендрон мелколистный до 15 %), остатки гипновых (5 %), единично – сфагновых мхов.

Диатомовый анализ. Диатомовая флора из разреза торфяника включает 164 вида и разновидности. Основное разнообразие формируют виды обрастаний и бентосные формы, планктонные включают 8 видов. Наиболее представительны роды *Navicula* (25

форм), *Pinnularia* (27), *Eunotia* (23), *Gomphonema* (15) и *Fragilaria* (13). Выделено 6 диатомовых комплексов.

Комплекс 1 (инт. 1.85–2.00 м) из глины, включает 53 вида, характеризуется высоким обилием видов обрастаний (до 79 %), содержание планктонных и бентосных видов не превышает 8–12 %. Доминирует *Fragilaria exigua* (до 64 %). В подошве слоя отмечено высокое содержание *Aulacoseira alpigena* (до 11 %), *Fragilaria construens* var. *venter* (до 14 %) и *Stauroneis smithii* (до 6 %). Преобладают индифферентные (до 94%) и циркумнейтральные (до 72 %) виды. Состав диатомей отвечает условиям мелководного озера с рН близкой к нейтральной, и минерализацией около 0.2–0.3 ‰.

Комплекс 2 (инт. 1.64–1.85 м) из нижней части торфяника включает 73 вида. Характерным для комплекса является значительное повышение содержания случайно-планктонных (до 79 %) видов. В подошве преобладают *Tabellaria flocculosa* (до 25.7 %), *Pinnularia microstauron* (до 21.9 %) и разнообразные виды рода *Eunotia* (*E. implicata* – до 10 %, *E. sudetica* – до 6 %, *E. glacialis* – до 5 %), характерные для болотных обстановок. Выше доминирует *Tabellaria fenestrata* (до 80.6 %). Комплекс указывает на развитие озера с заболоченными берегами. В инт. 1.69–1.74 м зафиксировано большое количество планктонной *Aulacoseira granulata* (52.7 %), обрастателей *Fragilaria construens* var. *venter* (5.4 %) и *Eunotia serra* (4.5 %), что, по-видимому, связано с кратковременными изменениями гидрологических условий.

Комплекс 3 (инт. 1.39–1.64 м) включает 82 таксона. В нижней части интервала доминируют характерные для болот бентосные *Pinnularia viridis* (до 41 %), *P. subcapitata* (17 %), а из обрастаний – *Eunotia glacialis* (30 %), *E. paludosa* (до 27.1 %), *E. nummanniana* (до 8 %), *E. fallax* (до 4.9 %). В верхней части высокого обилия достигают *Pinnularia divergentissima* (до 28.6 %), *P. isostauron* (до 16 %), *P. borealis* (до 9.4 %), появляется *Hantzschia amphioxys*, что указывает на иссушение болотного массива. В прослоях вулканических пеплов (инт. 1.58–1.59 м и 1.39–1.43 м) наблюдается увеличение разнообразия видов, в массе встречены *Diatoma anceps* (до 39 %) и *Diploneis elliptica* (до 14 %), присутствуют *Diatoma mesodon*, *D. hyemalis*, *Rhopalodia gibberula*, *Meridion circulare*. Резкие изменения в составе комплекса диатомей, очевидно, связаны с выпадением пеплов, которые близки по составу к тефре влк. Расшуа и Матуа.

Комплекс 4 (инт. 0.90–1.35 м) включает 84 таксона. В подошве слоя осадков над пепловым прослоем влк. Расшуа, представленным разнотельным

песком (1.30–1.305 м), преобладают обрастатели *Cocconeis placentula* (12.5 %), *Symbella aspera* (до 6 %), *C. amphicephala* (7.2 %), *Fragilaria ulna* (5.3 %) и бентосный *Pinnularia viridis* (9.2 %). В средней части слоя (инт. 1.15–1.25 м) доминируют планктонный *Aulacoseira distans* (до 20 %), бентосные *Epithemia turgida* (7 %), *Pinnularia lata* (до 6.7 %), а из обрастаний – *Eunotia praerupta* (до 13.3%). После выпадения вулканического пепла, представленного алевритом (инт. 1.00–1.15 м), в большом количестве появляются *Pinnularia divergentissima* (до 60 %), *P. isostauron* (до 19.3 %), *P. borealis* (до 18.7 %), и *Eunotia glacialis* (до 7.3 %). Такие изменения в составе диатомовых свидетельствуют о быстром обводнении болотного массива вплоть до образования озерного водоема, который в дальнейшем начал мелеть и заболачиваться, доля ацидофилов возросла до 70 %.

Комплекс 5 (инт. 0.54–0.90 м) характеризуется резким снижением видового богатства диатомовых (44 таксона). В основании выходит мощный прослой вулканического пепла Sar-2, где встречены редкие диатомеи. В кровле пепла и в подошве вышележащего торфа отмечено высокое содержание *Diademsis contenta* (до 19.5 %), *Symbella microcephala* (до 8 %), *Cavinula variostrata* (до 7.3 %), *Navicula placenta* (до 4.3 %). Присутствуют характерные для проточных вод *Fragilaria construens* var. *venter*, *Encyonema turgidum*, *Symbella tumida*, *Aulacoseira alpigena* и др. Выше доминируют *Pinnularia borealis* (до 30–60 %), *Eunotia praerupta* (до 29–39 %), *Pinnularia isostauron* (до 24 %), *P. viridis* (до 11.7 %), *P. divergentissima* (до 5.7 %). Большинство из этих видов могут развиваться в слабо увлажненных условиях и даже переносить временные осушки. В кровле слоя появляются *Eunotia exigua*, *E. fallax*, *E. monodon*, *E. glacialis*. По отношению к pH среды преобладают циркумнейтральные виды, содержание ацидофилов снизилось до 22–34 %. Комплекс свидетельствует о развитии торфяника в довольно сухих условиях с незначительным периодическим увлажнением.

Комплекс 6 (инт. 0–0.22 м), выделенный из кровли разреза, характеризуется высоким видовым богатством (71 таксон). В кровле пеплового прослоя Us-Kr преобладают виды, характерные для болотных обстановок *Pinnularia isostauron* (13 %), *P. viridis* (4 %), *P. microstauron* (2.6 %), *Eunotia praerupta* (4.8 %), *Navicula natchikae* (6 %) и проточных вод *Fragilaria exigua* (6 %), *Encyonema turgidum* (6.6 %), *Diploneis ovalis* (5.5 %), *Fragilaria construens* (7.7 %), *Symbella aspera* (2.6 %), *Amphora lybica* (2.6 %). Подобный состав диатомовых свидетельствует о сильном увлажнении болота. В перекрывающем торфе доминируют *Eunotia praerupta* (16 %), *Diademsis*

contenta (15 %), *Pinnularia intermedia* (8 %), появляются *Navicula soehrensii* var. *hassiacae* (3.5 %), *Anomoeoneis brachysira* (3.2 %), *Diademsis perpusilla*, что указывает на иссушение болота и развитие почвенных процессов.

В ряде образцов обнаружены целые створки и фрагменты морских диатомей *Cocconeis costata*, *Cocconeis scutellum*, *Radioplicata sol*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus* sp., *Thalassiosira gravida*, переотложенных из древних морских отложений, выходящих в кальдере. В руслах ручьев найдены хорошо окатанные галька и гравий.

Спорово-пыльцевой анализ. Распределение спор и пыльцы по разрезу позволило выделить семь палинозон, отражающих этапы развития ландшафтов (рис. 5).

Палинозона Rs 1 (инт. 1.85–2.00 м), выделенная для слоя глины, подстилающей торфяник, характеризуется высоким содержанием спор (до 68 %) и пыльцы древесных пород и кустарников (до 64 %). Среди древесных пород и кустарников преобладает *Pinus s/g Haploxylon*, отмечено высокое количество пыльцы *Duschekia* и *Betula*, которая представлена, в основном, пыльцой гибридных берез, по морфологии выделяются зерна, сходные с *Betula* sect. *Costatae*, *B. sect. Albae*, *B. sect. Nanae*. Единично встречена *Myrica*, *Salix*, *Ilex*. Пыльца широколиственных (*Quercus*, *Ulmus*, *Juglans*, *Corylus*, *Phellodendron*), темнохвойных (*Abies*, *Picea*) и *Pinus s/g Diploxylon* является заносной. В группе трав и кустарничков преобладает пыльца разнотравья (Poaceae, Asteraceae, *Artemisia*, *Ariaceae*). Споры представлены Polypodiaceae и разными видами плаунов (*Lycopodium clavatum*, *L. selago*, *L. camplanatum*), единично *Equisetum*. Спорово-пыльцевой комплекс отражает развитие зарослей кедрового стланика с примесью ольховника с папоротниковым покровом и луговых сообществ, на склонах вулкана произрастала береза.

Палинозона Rs 2 (инт. 1.74–1.85 м) из основания торфяника отличается увеличением содержания пыльцы трав и кустарничков (до 85 %). Отмечено увеличение доли пыльцы Poaceae, Superaceae, Asteraceae, Rosaceae, Polygonaceae, появляется *Menyanthes* (до 48 %) В составе спор преобладает *Equisetum* (48 %), появляется *Sphagnum*, исчезает *Lycopodium*. Палиноспектр свидетельствует о развитии лугово-болотных ландшафтов в древней кальдере в среднем голоцене (¹⁴C-дата 6930±120 л.н., ЛУ-5756).

Палинозона Rs 3 (инт. 1.47–1.74 м) характеризуется преобладанием спор (до 83.4 %), в инт. 1.64–1.69 м отмечено большое количество пыльцы трав и кустарничков (до 78 %). Среди древесных пород и

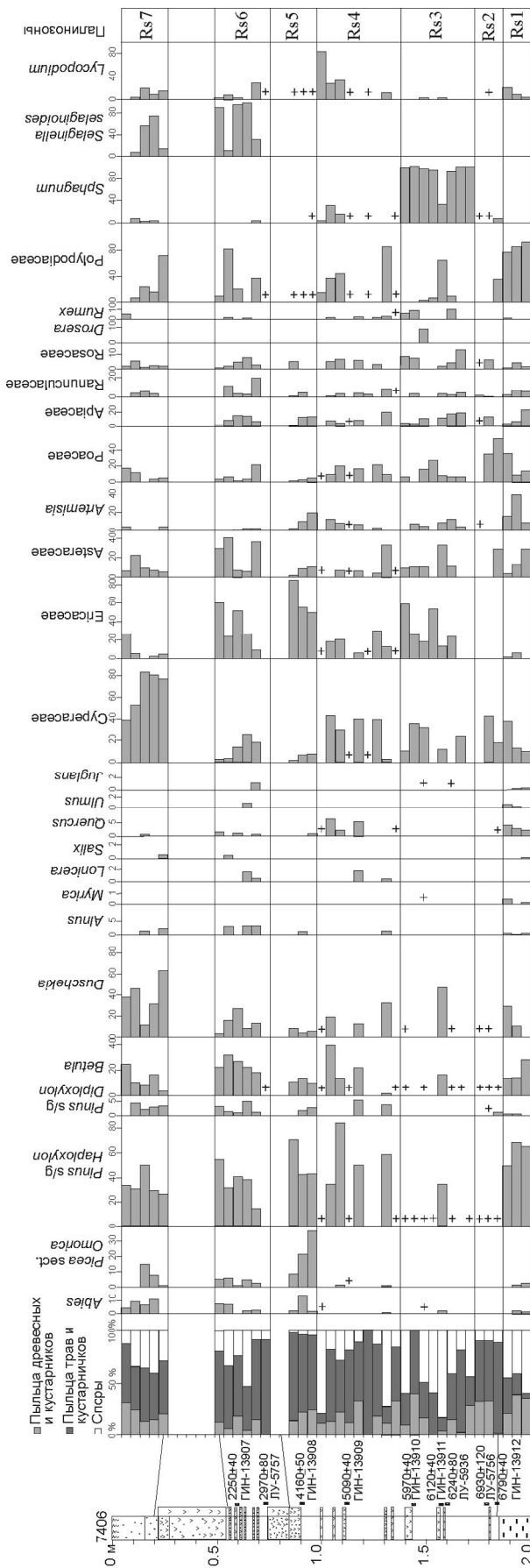


Рис. 5. Спорно-пыльцевая диаграмма разреза 7406, о. Расшуа.

кустарников увеличивается доля *Duschekia* и *Betula*. Из группы пыльцы трав и кустарничков отмечено высокое содержание Ericaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Apiaceae, *Menyanthes* (до 26%), Rosaceae, Ranunculaceae, *Rumex*, появляется *Drosera*. Среди спор доминирует *Sphagnum*. Состав палиноспектров, в основном, отражает локальную болотную растительность.

Палинозона Rs 4 (инт. 1.05–1.47 м) характеризуется преобладанием пыльцы трав и кустарничков (до 69%), повышенным содержанием пыльцы древесных и кустарников (до 32%), доминирует *Pinus s/g Haploxyton*, высоко содержание *Duschekia*. Вверх по разрезу увеличивается количество пыльцы *Betula*. Единично встречены *Lonicera*, Celastraceae и перенесенная ветром пыльца широколиственных и темнохвойных. Обращает на себя внимание довольно высокое содержание аллохтонной пыльцы *Quercus*. Среди пыльцы трав и кустарничков снижается содержание Ericaceae, вверх по разрезу уменьшается доля Asteraceae, появляется Saxifragaceae, Iridaceae. В составе спор преобладают Polypodiaceae, в верхней части – *Lycopodium*, содержание *Sphagnum* резко сокращается. Состав палиноспектров отвечает развитию в кальдере луговой растительности, на склонах были заросли кедрового стланика с ольховником, жимолостью, бересклетом, более широкое распространение во второй половине среднего голоцена получают березовые леса (¹⁴C-даты 5970±40 л.н., ГИН-13910; 5090±40 л.н., ГИН-13909).

Палинозона Rs 5 (инт. 0.84–1.05 м) отличается увеличением содержания пыльцы трав и кустарничков и сокращением доли спор. В группе древесных пород и кустарников на фоне преобладания *Pinus s/g Haploxyton* наблюдается аномально высокое содержание пыльцы *Picea* и *Abies*. Среди трав и кустарничков стали преобладать Ericaceae. Споры представлены редкими Polypodiaceae и *Lycopodium*. Возможно, во время похолодания на границе атлантического и суббореального периодов голоцена в этой части острова широкое распространение получают верещатники. Из верхней части интервала получена ¹⁴C-дата 4160±50 л.н., ГИН-13908.

Палинозона Rs 6 (инт. 0.54–0.84 м) характеризуется увеличением содержания спор (до 53%). Среди пыльцы древесных и кустарников на фоне преобладания *Pinus s/g Haploxyton* растет содержание *Betula* и *Duschekia*, появляется *Salix*, снижается количество пыльцы темнохвойных. Среди пыльцы трав увеличивается доля пыльцы разнотравья (Asteraceae, Poaceae, Apiaceae и др.). Выше прослая вулканического пепла Sar-2 резко снижается содержание пыльцы Ericaceae и вновь возрастает к концу суббореала–

началу субатлантика. Среди спор в обилии появляется *Sellaginella selaginoides*. Палиноспектры, в основном, отражают локальную растительность. Вероятно, в конце среднего голоцена–начале позднего (^{14}C -даты 2970±80 л.н., ЛУ-5757, 2250±40 л.н., ГИН-13907) на склонах вулкана береза была более распространена, чем в современных условиях.

Палинозона Rs 7 (инт. 0–0.22 м) характеризуется увеличением содержания пыльцы древесных и кустарников (до 31 %), среди которых увеличивается доля *Duschekia* и снижается – *Betula*. Среди трав преобладает *Suregadaeae* (до 82 %), доля которых постепенно снижается, к кровле разреза возрастает содержание пыльцы *Artemisia*, *Roaseae*, *Ericaceae*, что отвечает более сухим обстановкам. Среди спор в основном доминирует *Polypodiaceae*, количество спор *Sellaginella selaginoides* резко возрастает в средней части интервала, возможно, максимум падает на ма-

лый ледниковый период. В кровле в обилии (76 %) появляются споры зеленых мхов, встречена пыльца *Lysichiton*. Палиноспектры отражают изменение растительного покрова после извержения вкл. Ушишир, когда ольховник становится одним из основных ландшафтообразующих компонентов. В этот период (последние 2 тыс. л.н.) сформировался современный ландшафт.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Развитие озерно-болотных обстановок на о. Расшуа в среднем-позднем голоцене контролировалось как климатическими изменениями, так и воздействием вулканических пеплопадов (рис. 6). Как и на о. Кетой [14], активное торфонакопление на о. Расшуа началось в среднем голоцене и связано с увеличением теплообеспеченности. Органогенное осадконакопление прерывалось только после пепло-

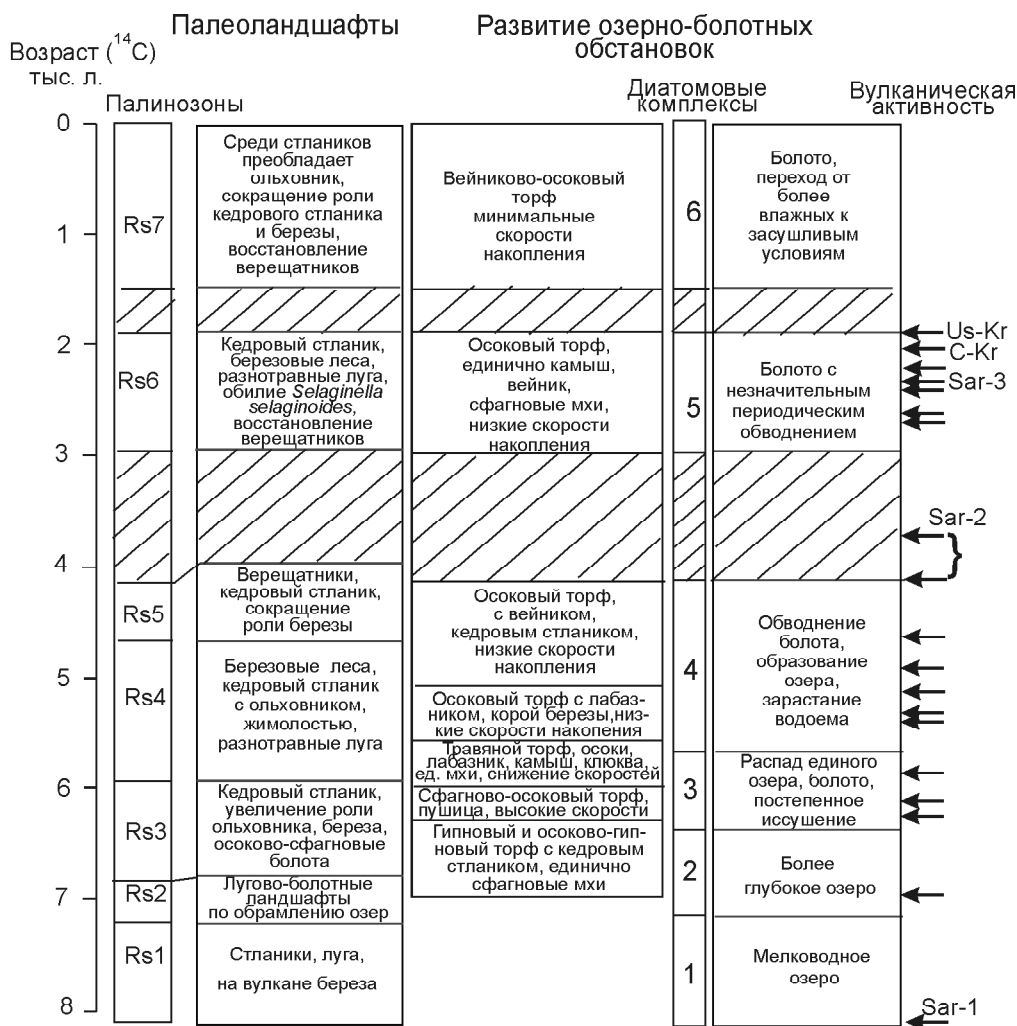


Рис. 6. Развитие озерно-болотных обстановок осадконакопления и ландшафтов о. Расшуа в среднем-позднем голоцене.

падов сильных извержений вулканов, расположенных на соседних островах Матуа (около 8.1 и 4.1 тыс. л.н., ^{14}C) и Ушишир (около 1.9 тыс. л.н., ^{14}C), в результате которых вся поверхность о. Расшуа покрывалась мощным слоем тефры. По результатам радиоуглеродного датирования длительность перерывов в торфонакоплении после двух последовательных сильных извержений влк. Матуа составляла более 1 тыс. лет, после извержения влк. Ушишир – около 400 лет. Материал кальдерообразующего извержения влк. Ушишир до настоящего времени покрывает дно оз. Белое и перерабатывается. Более слабые пеплопады не оказывали существенного влияния на изменение хода развития озерно-болотных обстановок и эволюции ландшафтов. Отдельные пеплопады вызывали быстрые изменения экологической ситуации, фиксирующиеся по изменениям обилия и состава доминирующих видов диатомовых водорослей. Отмечены эффекты обводнения болотного массива после выпадения пеплов алевритового состава и иссушения после перекрытия торфяников мощным слоем тефры песчаной размерности.

Изучение стратиграфии озерно-болотных отложений древней кальдеры о. Расшуа позволило выделить шесть этапов развития озерно-болотных обстановок. В начале среднего голоцена в кальдере существовало мелководное озеро, которое занимало значительную площадь. Возможно, в это время был единый мелководный водоем с умеренно кислой рН воды и умеренной минерализацией, который в ходе дальнейшего развития распался на ряд мелких озер, наиболее крупные из них Белое и Тихое. Пляжевые озерные отложения вскрываются и в основании разреза 5508 на берегу оз. Белое, что говорит о том, что уровень палеозера был выше современного на 1 м. Осадки представлены тонкослоистыми песками, перекрытыми вулканическим пеплом Sar-3 влк. Матуа (возраст около 8.1 тыс. л., ^{14}C), выше которого японскими исследователями обнаружен вулканический пепел влк. Заварицкого Zv-Su (возраст 7.9 тыс. л., ^{14}C) [19]. Пески встречены и в основании разреза торфяника 7406. Органогенное осадконакопление в этом водоеме началось около 7 тыс. л.н. (^{14}C -дата 6930 ± 120 л.н., ЛУ-5756). Глубина озера, вероятно, увеличивалась, о чем свидетельствует появление большого количества планктонных форм диатомей. Смена доминирующих видов *Tabellaria flocculosa*, преобладающей и в современном фитопланктоне озер Белое, Тихое и других мелких озерков кальдеры [6], *Pinnularia microstauron* на *Tabellaria fenestrata* и *Aulacoseira granulata* указывает на прогрессирующее увеличение глубины водоема. По периферии озера

широкое распространение получили водные виды гипновых мхов, осоки. На бортах кальдеры рос кедровый стланик с примесью ольховника с папоротниковым покровом, в небольшом количестве присутствовала береза, были развиты разнотравные луга, после выпадения пепла влк. Матуа на сухих участках была широко распространена полынь. В фазу обводнения и повышения уровня грунтовых вод увеличилась площадь, занятая луговой растительностью, ассоциации с полынью исчезли.

Активное заболачивание водоема произошло во второй половине среднего голоцена (^{14}C -даты 6240 ± 80 л.н., ЛУ-5936; 6120 ± 40 л.н., ГИН-13911; 5970 ± 40 л.н., ГИН-13910). Снижение уровня озера и его распад на отдельные водоемы может быть связано с сокращением атмосферного увлажнения в условиях потепления климата. Этот период на Курильских островах выделяется как оптимум голоцена [11, 20]. Распад озера привел к широкому распространению в кальдере сфагново-осоковых болот с пушицей, вахтой, росянкой, вересковыми кустарничками (клюквой). Наличие в составе торфообразователей *Eriophorum scheuchzeri*, характерной для нивальных лужаек [2], скорее всего, свидетельствует не о похолодании, а об увеличении мощности снежного покрова. По-видимому, геоморфологические условия кальдеры способствовали сохранению снежников, по обрамлению которых развивались специфические болотные ассоциации. В интервале 5970–6120 л.н. (^{14}C) отмечено увеличение скорости торфонакопления (до 0.9 мм/год). В конце этого этапа отмечено иссушение болотного массива, в составе диатомей преобладают виды, способные переносить временные осушки, среди растений-торфообразователей большую роль стал играть лабазник. В спорово-пыльцевых спектрах резко сокращается содержание спор сфагновых мхов и пыльцы болотных растений, большее распространение получили луговые сообщества.

Повторная фаза обводнения болота с образованием многочисленных изолированных мелководных озер произошла во второй половине среднего голоцена. В теплых, влажных условиях началось заболачивание уплощенных поверхностей за пределами кальдеры (^{14}C -дата 5630 ± 100 л.н., ЛУ-6364). В этот же период благоприятные условия для торфообразования существовали и на о. Кетой [14]. Климат был влажный и теплее современного. Иссушение болотного массива отмечено в конце атлантика, происходило зарастание и заболачивание мелководных озер.

В это время в условиях низкой вулканической активности на острове более широкое распространение получил кедровый стланик и березовые леса с

папоротниковым покровом, которые произрастали и по бортам кальдеры, о чем свидетельствуют находки коры березы в торфянике. В состав кустарниковых группировок входили ольховник и жимолость. По берегам озер были развиты разнотравные луга. Высокое содержание в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы *Quercus* и более активный ее перенос может быть связан со смещением в среднем голоцене северной границы неморальных лесов на Южных Курилах, вплоть до южной части о. Уруп [20].

Во время похолодания около 4.2–4.6 тыс л.н. в южной части острова широкое распространение получают верещатники, на что указывает большое количество пыльцы *Egicaseae* при отсутствии остатков вересковых кустарничков в составе растений-торфообразователей. В торфе, образованном в это время, наблюдается высокое содержание пыльцы *Picea* и *Abies*, современный ареал которых ограничен южной частью о. Итуруп [2]. Активный ветровой занос пыльцы с южных островов может быть результатом увеличения продолжительности действия широтно-алеутского типа атмосферной циркуляции [3] в весенне-летний период.

В конце среднего голоцена в результате двух мощных извержений влк. Матуа на о. Расшуа был образован покров тефры (Sag-2), представленной мелкозернистым песком, мощностью 13–22 см. Перекрывание поверхности торфяников слоем водопроницаемой, хорошо дренируемой тефры привело не только к перерыву в торфонакоплении, но оказало влияние на последующее развитие болотных обстановок в конце среднего голоцена. В отличие от о. Кетой [14], обводненность болот о. Расшуа была незначительной, а скорости торфонакопления низкими (0.2 мм/год), хотя климат был влажным и теплее современного. Основными торфообразователями были осоки, в конце среднего голоцена появился вейник и сфагновые мхи. Появление в массе спор *Sellaginella selaginoides* может указывать на увеличение мощности снежного покрова [18]. Увеличение содержания спор *Sellaginella selaginoides* в торфе, образованном в конце среднего голоцена, отмечено и для о. Кетой. Сочетание таких условий отразилось на составе диатомового комплекса, в котором на фоне доминирования *Diademsis contenta*, характерной для сухих местообитаний и почв, в обилии присутствуют виды, характерные для болот и проточных вод. В конце среднего голоцена на о. Расшуа были распространены березовые леса. Пеплопады двух сильных извержений влк. Матуа оказали негативное воздействие на развитие вересковых кустарничков, среди кустарниковых сообществ увеличилась роль ольховника. Площади,

занятые верещатниками, увеличились к концу среднего–началу позднего голоцена.

Существенным фактором, повлекшим изменение озерно-болотных обстановок на о. Расшуа, было кальдерообразующее извержение влк. Ушишир на о. Янкича. Мощность покрова тефры, представленной крупнозернистым песком, составила в зависимости от условий сохранности от 10 до 32 см. В ландшафтах стал преобладать ольховник, хорошо переносящий пеплопады [7], роль кедрового стланика уменьшилась. После извержения влк. Ушишир сильно пострадали верещатники, они смогли восстановиться к настоящему времени – тундровые группировки занимают ветробойные участки по кромке кальдеры, тянутся полосой вдоль кромки клифов, развиты на южном окончании острова. В кальдере после перерыва на пепле Us-Kr начал накапливаться вейниково-осоковый торф, в составе которого в большом количестве присутствует *Calamagrostis purpurea*, характерный для субальпийских и тундровых группировок [2]. Скорость торфонакопления в кальдере не превышала 0.1 мм/год, более высокие значения отмечены для торфяников, формирующихся на уплотненных поверхностях и в основании склона на лавовом потоке (до 0.3 мм/год). В кальдере степень увлажнения уменьшалась вверх по разрезу – в кровле торфяника в комплексе диатомей преобладают почвенные виды. Широкое развитие *Sellaginella selaginoides*, возможно, является климатическим сигналом малого ледникового периода, детально охарактеризованного для о. Матуа [15]. Этот период отличался высокой влажностью, сильными снегопадами и интенсивными, продолжительными дождями.

В целом, развитие ландшафтов о-вов Расшуа и Кетой в среднем-позднем голоцене имеет много общих черт. На о. Расшуа более отчетливо фиксируются два потепления в среднем голоцене, во время которых расширялись площади, занятые березовыми лесами. Учитывая современные климатические показатели в зоне широкого развития березовых лесов на Курильских островах, можно предположить, что среднегодовая температура была, как минимум, на 1°C выше современной. Местные вулканы были малоактивными и не оказывали существенного влияния на палеоландшафтные смены, но, в отличие от о. Кетой, о. Расшуа находился в зоне влияния пеплопадов от крупных извержений влк. Матуа и Ушишир, расположенных на соседних островах.

ВЫВОДЫ

Эволюция озерно-болотных обстановок в кальдере о. Расшуа в среднем-позднем голоцене последо-

вательно проходила следующие этапы: существование единого мелководного озера с умеренно кислой рН воды (7120–8100 л.н., ^{14}C); увеличение глубины озера в течение периода 6360–7120 л.н., ^{14}C ; понижение уровня озера и его распад на отдельные водоемы; формирование сфагново-осокового болота по его обрамлению (6050–6120 л.н., ^{14}C); образование многочисленных изолированных озерков в результате увеличения количества атмосферных осадков (4160–5720 л.н., ^{14}C); активное заболачивание и зарастание водоемов (4160–5720 л.н., ^{14}C); иссушение болотного массива после перекрытия мощным слоем тефры влк. Матуа, перерыв в осадконакоплении и новая фаза обводнения и развития болотных обстановок (1900–2970 л.н., ^{14}C); заключительная фаза развития болотного массива после мощного пеплопада влк. Ушишир, вызвавшего перерыв в торфонакоплении и постепенное иссушение поверхности, наблюдаемое и в историческое время (последние 1500 лет).

Выделены следующие фазы развития растительности: зарослей кедрового стланика с примесью ольховника с папоротниковым покровом и луговых сообществ, на склонах вулкана произрастала береза (7120–8100 л.н., ^{14}C); широкое распространение в кальдере лугово-болотных ландшафтов (6810–7120 л.н., ^{14}C); увеличение площади, занятой березой, в кустарниковых группировках повышение роли ольховника, формирование сфагново-осоковых болот (5970–6810 л.н., ^{14}C); развитие разнотравных лугов, на склонах – зарослей кедрового стланика с ольховником, жимолостью, более широкое распространение березовых лесов (4640–5970 л.н., ^{14}C); широкое распространение вересчатников, в кустарниковых группировках преобладал кедровый стланик, сокращение площади, занятой березой (4160–4640 л.н., ^{14}C); преобладание кедрового стланика, увеличение роли березовых лесов и распространение разнотравных лугов, массовое развитие среди локальной растительности *Sellaginella selaginoides* (1900–2970 л.н., ^{14}C); резкое повышение роли ольховника, уменьшение площади, занятой кедровым стлаником и березой (последние 1500 лет) после кальдерообразующего извержения влк. Ушишир.

Основными факторами, вызывающими изменение озерно-болотных обстановок и палеоландшафтные смены, были климатические изменения, на фоне которых проявлялось вулканогенное воздействие. На о. Расшуа четко проявились два этапа потепления в среднем голоцене и хорошо выражено похолодание около 4.2–4.6 тыс. л.н., ^{14}C . Распределение прослоев пеплов по разрезам озерно-болотных отложений говорит о том, что вулканическая активность и влияние

ее на разные компоненты ландшафтов возрастали во второй половине среднего–начале позднего голоцена. Большинство прослоев вулканических пеплов из средне-позднего голоценовых разрезов о. Расшуа образовалось в результате извержений влк. Матуа. Наиболее сильное воздействие на развитие обстановок, вызывающих смену условий и типа осадконакопления, а также изменение ландшафтов, оказали пеплопады крупных извержений влк. Матуа и Ушишир, в результате которых были образованы мощные покровы тефры, покрывающие всю территорию о. Расшуа. Последние 1.9–2 тыс. лет, ^{14}C , вулканические пеплопады не оказывали существенного воздействия, и развитие островных ландшафтов контролировалось только климатическим фактором.

Авторы выражают благодарность М.М. Певзнер, Л.Д. Сулержицкому (ГИН РАН), С.Б. Чернову, Ф.Е. Максиму, 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), выполнившему микронзондовый анализ вулканического стекла, Н.П. Домре (БПИ ДВО РАН) за помощь в обработке материала. Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ, грант 09-05-00003 и 09-1-ОНЗ-19. Финансирование экспедиционных исследований проводилось в рамках Курильского Биоконплексного Проекта (грант NSF ARC-0508109, руководитель Бен Фицхью), грантов РФФИ 06-05-79033, 08-05-10012 и ДВО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсланов Х.А., Мелекесцев И.В., Разжигаяева Н.Г. и др. Возраст почвенно-пирокластического чехла и хронология вулканической активности на о. Матуа (Центральные Курилы) в голоцене // Материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Апатиты–Санкт-Петербург, 2011. Т. 2. С. 44–46..
2. Баркалов В.Ю. Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2009. 468 с.
3. Власова Г.А., Полякова А.М. Активная энергетическая зона океана и атмосферы северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2004. 145 с.
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. Гребенникова Т.А. Флора Bacillariophyta разнотипных водоемов Средних и Северных Курил // Бот. журн. 2009. Т. 94, № 4. С. 526–538.
7. Гришин С.Ю. География растительного покрова Курильских островов (к карте растительности архипелага) // Изв. РГО. 2008. Т. 140. Вып. 5. С. 8–14.
8. Левин Б.В., Фитцхью Б., Бурджуа Д. и др. Комплексная

- экспедиция на Курильские острова в 2006 г. (I этап) // Вестн. ДВО РАН. 2007. № 1. С. 144–148.
9. Левин Б.В., Фитцхью Б., Буржуа Д. и др. Комплексная экспедиция на Курильские острова в 2008 г. (III этап) // Вестн. ДВО РАН. 2009. № 2. С. 134–142.
 10. Левин Б.В., Мелекесцев И.В., Рыбин А.В. и др. Экспедиция “Вулкан Пик Сарычева – 2010” (Курильские острова) // Вестн. ДВО РАН. 2010. № 6. С. 152–159.
 11. Ложкин А.В., Андерсон П.М., Минюк П.С. и др. Первая озерная летопись изменений климата и растительности Северных Курил в голоцене // Докл. РАН. 2010. Т. 430, № 4. С. 541–543.
 12. Мохова Л.М., Ганзей К.С. Соответствие субфоссильных споро-пыльцевых спектров структуре ландшафтов острова Кетой (Средние Курилы) // Изменения климата, природные катастрофы и становление ландшафтов юга Дальнего Востока в плейстоцене-голоцене. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 25–45.
 13. Новейший и современный вулканизм на территории России / Н.П. Лаверов, Н.Л. Добрецов, О.А. Богатиков и др. М.: Наука, 2005. 604 с.
 14. 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.
 15. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А. и др. Роль климата и природных катастроф в развитии ландшафтов о. Магуа (Центральные Курилы) в позднем голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. 2012. № 2. (в печати).
 16. Справочник по климату СССР. Вып. 34. Сахалинская обл. Л.: Гидрометеоздат, 1970. Ч. II. 200 с.
 17. Справочник по физической географии Сахалинской области. Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, 2003. 110 с.
 18. 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.
 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.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

N.G. Razzhigaeva, L.A. Ganzey, T.A. Grebennikova, L.M. Mokhova, H.A. Arslanov, T.A. Kopoteva, A.V. Rybin

Evolution of lacustrine-swamp sedimentary environments of an ancient caldera of Rasshua Island, Central Kuril Islands, in Holocene

Evolution stages of lacustrine-swamp sedimentary environments were reconstructed on the base of the stratigraphical studies (botanical, spore and pollen, and diatom analyses and tephrostratigraphy) and radiocarbon dating of the Rasshua Island peatbogs. The relationships between climatic changes and volcanic effects during Middle/Late Holocene were analyzed. Stages of landscape evolution were distinguished, and the time of their reorganization was defined.

Key words: peatbogs, Holocene, stratigraphy, climatic changes, paleolandscapes, Central Kuril Islands.