

мых (Хальтенбанка) и вновь открываемых (северные воды Норвежского и Баренцева морей) месторождений, нуждаются в серьезном переосмысливании. Трудно предполагать, что экспорт газа Норвегией достигнет уровня экспорта России в Европу, хотя и это не обеспечит прогнозируемых потребностей региона. Дефицит обеспечения на 2010 г. ожидается не менее чем 100—120 млрд м³, а на 2020 г. — 300. Соответственно для покрытия этого дефицита нужно построить по меньшей мере четыре магистральных газопровода с максимальной для современных технологий пропускной способностью в текущем десятилетии и еще столько же, более мощных, — в следующем. Откуда? Ответ на этот вопрос представляется очевидным.

Список литературы

- [1] *Арктика: интересы России и международные условия их реализации*. М.: ИМЭМО, 2000. Т. 1. 132 с.
- [2] *Баграмян И. С., Хартуков Е. М.* Особенности развития, изучения и использования конъюнктуры мирового рынка природного газа. М.: МГИМО, 1984. 114 с.
- [3] *Добыча и экспорт природного газа РФ*. БИКИ № 40 07.04.2001. С. 15.
- [4] *Лифшиц В. М.* Газовая промышленность Великобритании // Новые явления в развитии мировой энергетики. М.: ИНИОН, 1981. С. 186—197.
- [5] *Морская деятельность государств и международные условия ее развития. Атлантический океан*. М.: ИМЭМО, 1985. Т. 1. 248 с.
- [6] *Нефть и газ во внешней политике России*. М.: ВИМИ, 1992. 64 с.
- [7] *О перспективах развития мировой энергетики*. БИКИ №1—2 06.01.2001. Т. 1. С. 16—17.
- [8] *British Petroleum Statistical Review of World Energy*. London: BP AMOCO Co, 2001.
- [9] *Natural Gas Terms and Measurements*. London: Shell International Gas Co., 1999. 46 p.
- [10] *Oil and Gas Journal*. 2001. Vol. 99. 33.
- [11] *Official Energy Statistics from the U. S. Government*. Washington: Energy Information Administration, 2002. 406 p.
- [12] *Tiratsoo E. N.* Natural Gas. Beaconsfield: Scientific Press, 1972. 400 p.
- [13] *World Oil*. 2001. Vol. 211. 5.

Санкт-Петербург

Поступило в редакцию
24 декабря 2002 г.

Изв. РГО. 2003. Т. 135. Вып. 3

© С. Ю. ГРИШИН

КРУПНЕЙШИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ XX СТОЛЕТИЯ НА КАМЧАТКЕ И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Обзор подводит некоторые итоги исследований последних лет по проблеме «вулканизм и растительность» на Дальнем Востоке России. Под руководством автора в 1993—1998 гг. проведены исследования на Камчатке и с 1999 г. начаты исследования на Курильских островах. До этого целенаправленные исследования в регионе не проводились; единичные работы, выполненные более 15 л. н., обобщены в книге [21]. Таким образом, впервые на основе оригинальных данных и публикаций последнего десятилетия представлены результаты по реальным параметрам влияния крупнейших извержений на растительный покров, причем на 6 из 11 описанных ниже вулканах геоботанические исследования проведены впервые. В данной статье речь идет главным образом о масштабах воздействия вулканизма на растительный покров (РП).

Количество вулканов, мощность и частота извержений. На Камчатке в настоящее время насчитывается 30 действующих вулканов и несколько десятков не извергавшихся в историческое время, однако вызывавших опустошающие катастрофы в прошлом. Наиболее распространенный показатель мощности извержений — объем изверженных вулканитов. Мощность извержений обратно пропорциональна их частоте: если небольшие (с выбросами 1—10 млн м³ вулканитов) извержения в каждом вулканическом регионе могут отмечаться ежегодно или по несколько раз в год, то крупные извержения соответственно более редки. Гигантские катастрофы с выбросом более 1 км³ вулканитов отмечаются на Камчатке не каждое столетие. Таких эксплозивных извержений в течение голоцена в 10 вулканических центрах Камчатки было отмечено лишь 23 [6], т. е. в среднем одно извержение в 4 с лишним столетия. Так, в XVIII—XIX вв. такого масштаба извержения не были отмечены, но в XX в. их было 4 (Ксудач, 1907 г., Безымянный, 1956 г., Шивелуч, 1964 г., Толбачик, 1975—1976 гг.; последнее — эксплозивно-эффузивное). Крупнейшее извержение нашей эры на Камчатке произошло в кальдере Ксудач около 1800 л. н., при этом было выброшено 18—19 км³ вулканитов [5] (почти как при знаменитом извержении Кракатау). Колоссальная катастрофа голоцена с выбросом 120—140 км³ вулканитов произошла в кальдере оз. Курильское — сопка Ильинская около 7666 л. н. [6].

Курильский архипелаг — район наиболее активного вулканизма в нашей стране. На Курилах насчитывается 39 [10, 11] или 41 [22] действующий вулкан. Почти вся Большая Курильская гряда имеет вулканический генезис, и на 1 вулкан здесь приходится в среднем менее 100 км² площади островов, а на 1 действующий — всего 235 км². Всего на Курилах за период наблюдений (XVIII—XX вв.) зафиксированы 3 гигантских (вулканы Райкоке, 1778 г., Чикурачки, 1853 г., Севергина, 1933 г.) и 9 сильных извержений [29]. Первые можно определить объемом изверженных вулканитов более 1000 млн м³, вторые — более 100 млн м³. Все они произошли на северных и средних Курилах — совершенно не только не изученных, но и не посещавшихся геоботаниками и экологами районах. Известны и более крупные катастрофы в доисторическое время (Тао-Русыр, 5550 лет до н. э., Львиная Пасть, 7480 лет до н. э.). Статистика извержений для Курил явно не полна, что связано с коротким периодом наблюдений и недостаточной изученностью многих вулканов. Активные вулканы контролируют (потенциально угрожают эффектами извержений) природную среду на от 1/3 территории крупных островов до 100 % площади остальных островов (согласно схеме [23]). Так, только лавами голоцена покрыто более 1500 км² [11], т. е. около 16 % территории островов. Среднегодовой объем изверженных вулканитов на Курилах в XX в. составил 80 млн м³ [22].

Типы извержений и типы вулканитов. Выделяют много форм и факторов воздействия вулканизма на биоту [21, 28, 34]. Реальное поражение растительности наносится эксплозивными (взрывными) и эффузивными (излияния лавы) извержениями. Первые — наиболее распространены, продуктами извержения являются: тefфра (пепел, песок, лапилли, бомбы), шлаки, пемза; они могут быть представлены как ювенильными (выпадали на всех исследованных вулканах), так и резургентными материалами. Сравнительно редким, но опасным и масштабным фактором поражения является раскаленная пеплово-газовая туча, скатывающаяся по склону вулкана и уничтожающая все живое на своем пути (вулкан Безымянный). Более обычны раскаленные пирокластические потоки (вулканы Безымянный, Шивелуч). Направленные взрывы сносят часть постройки вулкана и выбрасывают материал постройки на большие расстояния (вулканы Безымянный, Шивелуч, Севергина). Аналогичный результат достигается обрушением части постройки, спровоцированным мощными взрывами или землетрясениями, сопутствующими извержениям (вулкан Камень). Отложения огромных масс раскаленного или горячего ювенильного материала на снежный покров и ледники вызывают образование вулканогенных селей — лахаров (вулканы Безымянный, Шивелуч, Ключевской, Авачинский). Эпизодически действующие в вулканических районах так называемые сухие речки выносят огромную массу ранее отложенного рыхлого вулканического материала, который аккумулируется в

конусах выноса у подножия вулканов и погребает растительный покров (РП) (вулканы Толбачик, Шивелуч, Ключевской, Авачинский). Большинство извержений относится к смешанным типам (например, экструзивно-эксплозивному, eksploзивно-эффузивному) с сочетанием ряда форм вулканизма и различных вулканитов, воздействующих на растительность.

Растительный покров региона. Большая часть Курило-Камчатского региона относится по биоклиматическим параметрам к средней и северной части бореальной зоны, местами (в горах, на побережьях) переходящей в субарктическую [35]. Вследствие островной изоляции и плейстоценовых оледенений флора Камчатки и северных Курил заметно обеднена. В условиях, соответствующих среднебореальной подзоне, растут хвойные леса из ели и лиственницы, в северобореальной — из березы Эрмана, в субарктических — из ольхового и кедрового стлаников. Отступления от этой схемы намечаются на северных Курилах, где отсутствуют упомянутые деревья, несмотря на возможность их произрастания на крупных островах [16]. Это связано, вероятно, с островной изоляцией и сравнительно недавним окончанием позднеплейстоценового оледенения. Флора южных Курил значительно богаче, и на самом южном острове гряды — Кунашире — произрастают сложные леса из многих видов хвойных и широколиственных деревьев [1, 9, 39].

Извержения на Камчатке и их влияние на растительность. Шивелуч. Извержение вулкана Шивелуч в ноябре 1964 г. относится к крупнейшим вулканическим событиям XX столетия на Камчатке [2, 13, 19]. В результате отложений огромного объема материала постройки вулкана (1.5 км³) и отложений пирокластических потоков (0.3—0.5 км³) произошло полное уничтожение растительного покрова на площади более 100 км². На этой территории образовалась вулканическая пустыня и началась первичная сукцессия. Детальные исследования в вулканической пустыне (более 1300 учетных площадок) показали существенные различия в заселении отложений постройки вулкана и пирокластических отложений [18]. Выявлены пионеры начальной стадии сукцессии (всего 127 видов растений, в том числе 54 вида лишайников и мохообразных). При этом список флоры сосудистых растений вулкана Шивелуч составляет 215 видов. Для обоих типов отложений характерно низкое количество видов на единицу площади и низкое проективное покрытие, но на пирокластике эти параметры выше. Выявлены различия в экобиоморфном составе растений и приуроченности жизненных форм к различным субстратам. На значительной территории произошло существенное поражение растительности под влиянием пеплопада. Площадь ее может быть оценена в первом приближении около 200—300 км². Здесь происходят главным образом вторичная сукцессия и восстановление частично нарушенной растительности.

Ксудач. В марте 1907 г. произошло мощное eksploзивное извержение конуса Штюбеля в кальдере Ксудач (Южная Камчатка). В основном к северу от кальдеры было выброшено более 1 км³ дацитовой пемзы [5]. Извержение нанесло катастрофический урон растительности: на площади около 600 км² она полностью погибла и на площади около 1800 км² была в существенной степени разрушена. «Летальным» для господствующих здесь лесов из березы каменной стал уровень мощности отложившейся пемзы более 30 см; при мощности отложений более 100 см возникла вулканическая пустыня. Главными факторами поражения явились: бомбардировка крупными кусками пемзы, что вызвало облом кроны и повреждение коры деревьев, изменение эдафических условий.

Выделены 3 зоны поражения. В зоне 1 (более 100 см отложений) растительность погибла полностью и почти сразу. Здесь образовалась вулканическая пустыня и началась первичная сукцессия. Зона 2 (100—30 см отложений) представляет собой переход от вулканической пустыни до частично погибшего леса. При отложениях менее 70 см здесь сохранились единичные выжившие деревья. Протекающие сейчас в зоне 2 сукцессии носят сложный характер и являются: 1) первичными на мощных отложениях пемзы, 2) имеют черты первичных и вторичных одновременно. В зоне 3 (менее 30 см мелкой пемзы) леса в основном уцелели и здесь началось восстановле-

ние нарушенного РП. Основными стадиями первичной сукцессии являются следующие. 1. Поселение травянистых и мохообразных пионеров (первые годы). 2. Образование лишайникового ковра (первые десятилетия). 3. Образование куртин кустарничков и дерновинных злаков и их постепенное смыкание (первые столетия). 4. Образование ксеромезофитных травяно-кустарничковых лугов с участием кустарников. 5. Внедрение в состав лугов деревьев (оба вида березы), постепенное увеличение размеров и продолжительности жизни деревьев, смыкание древесного яруса. 6. Развитие структуры и состава климаксовых лесных сообществ. Длительность первичной сукцессии в вулканической пустыне может быть оценена периодом 1500—2000 лет, смешанной сукцессии в зоне 2—500 лет, вторичной сукцессии — около 100—150 лет [17, 37].

Безымянный. 30 марта 1956 г. в результате гигантского извержения была уничтожена и повреждена древесная и кустарниковая растительность на огромной территории — до 500 км² [12]. Сравнение положения существовавшей до 1956 г. растительности, проведенное по материалам топосъемки конца 40-х годов и аэрофотосъемки 1970-х годов, показало, что произошло снижение поясов растительности на 300—500 м (в осевой части направления взрыва). В результате извержения РП испытал воздействие ряда вулканических проявлений. Согласно недавним исследованиям [3], направленный взрыв вызвал обрушение постройки вулкана объемом 0.5 км³, материал которой отложился в нижней части склона на общей площади 36 км², образовав холмистый рельеф. Мощность отложений составила 10—20 м; вся растительность здесь была уничтожена. Одновременно рожденная взрывом ударная волна, обогащенная раскаленным вулканическим песком, вырвавшаяся с огромной скоростью, смела всю древесную растительность в большей части зоны воздействия, площадь которой около 500 км². К краевым частям зоны, где воздействие ударной волны было ослаблено, растительность частично уцелела, доля ее постепенно повышалась к нижней части лесного пояса. Затем из образовавшегося кратера сошли раскаленные пирокластические потоки, заполнившие понижения рельефа в ограниченном районе вдоль оси взрыва. Несмотря на огромный объем отложений потоков (0.5—0.8 км³), существенного воздействия их на растительность района не произошло, так как основные участки отложений располагаются выше климатически обусловленной границы леса, а ниже последней отложения приурочены к руслам сухих рек. Выпадение тефры происходило как до, так и после кульминационного взрыва; общий объем ее превысил 0.3—1.0 км³ по разным оценкам, однако из-за рассеивания на огромной территории и затушевывающего эффекта взрыва действие пеплопадов на растительность установить трудно.

Сразу после извержения, летом 1956 г., начались сукцессии, но происходили они не везде и характер их был различен. Так, участки, перекрытые отложениями постройки вулкана и пирокластических потоков, в течение первых 30—40 лет практически не заселялись растениями, особенно древесными и кустарниковыми. Для пирокластических потоков это было связано с высокой температурой отложений, сохранявшейся по крайней мере в течение нескольких первых лет [12], и работой нерусловых поверхностных водотоков, переносящих и переотлагающих огромную массу рыхлого материала, что препятствует поселению и развитию растительности. Спустя 40 лет после извержения, поверхность отложений материалов постройки вулкана и пирокластических потоков была заселена лишь единичными травянистыми растениями и кустарниками, преимущественно ивами. В обширном районе, испытавшем катастрофическое воздействие ударной воздушной волны с раскаленным вулканическим песком, сразу после извержения начала восстанавливаться древесно-кустарниковая растительность. В целом существующие тенденции восстановления РП позволяет предположить, что и в течение ближайшего столетия (при отсутствии новых катастроф) растительность района останется гетерогенной — от полностью восстановившейся до растительности разных, в том числе и начальных, стадий сукцессий, а также растительности вулканогенных пустынь [15].

Толбачик. Летом 1975 г., в 18 км к юго-западу от кратера активного вулкана Плоский Толбачик, произошло крупное, уникальное для Камчатки трещинное извержение гавайского типа. В результате извержения было выброшено 0.7 км³ базальтовой тефры, которая покрыла территорию площадью 470 км² слоем мощностью более 10 см. Образовалось также 3 шлаковых конуса высотой до 300 м и излились лавовые потоки общей площадью до 9 км² [4]. Тефра рассеялась на большой площади: бомбы диаметром до 30 см разлетались на расстояние до 2 км от кратера, а тонкий пепел был отмечен на расстоянии до 1000 км [19]. Результаты полевых исследований и дешифрирование аэрофотоснимков позволили определить реальную площадь поражения РП. Березовые леса погибли на площади около 12 км², лиственничные — 21, растительность субальпийского пояса — 12, альпийского — 20 км² и несомкнутая вулканогенная растительность — на площади 30—40 км². Общая площадь полностью погибшей растительности составила, таким образом, около 100 км². Площадь частично поврежденной растительности оценочно в 2.5—3 раза больше.

К основным факторам современного состояния РП Толбачинского дола можно отнести степень поражения, расстояние до сохранившейся растительности, тип и степень стабильности субстрата, высотное положение конкретного местообитания. Так, перспективы первичной сукцессии на шлаках в субальпийском поясе на Толбачике связаны с постепенным смыканием кочек злака *Leimus interior* и куртин тополя. Они являются центрами стабилизации субстрата и к ним тяготеют другие поселяющиеся виды. Максимального смыкания растительности на этой стадии следует ожидать через несколько десятилетий. Следующая стадия сукцессии будет связана с прогрессом доминантов субальпийского пояса, кустарников и деревьев. Захват ими территории и достижение зрелого возраста, вероятно, составит не менее 150—200 лет. Последняя стадия — достижение климаксового состояния РП потребует нескольких столетий стабильного развития. После окончания описанного извержения в 10 км к югу от его центра в лесном поясе образовался второй центр, названный Южным прорывом. Это извержение продолжалось более года и было преимущественно эффузивным: жидкие базальтовые лавы образовали покровы на площади более 35 км² [4]. Сукцессия там может длиться более 1500 лет [14, 15].

Авачинский. Извержение 25 февраля 1945 г. было эксплозивным, мощным и коротким. Пепел выпал на расстояние более 400 км от эруптивного центра. Мощность тефры в осевой зоне пеплопада в 10—13 км от кратера достигла 40—60 см. Общий объем пироклаستيки составил 0.3 км³; преобладал ювенильный материал андезитово-базальтового состава [25]. Выпавшая тефра отложилась на восточном склоне вулкана Козельский (Авачинская группа вулканов). Растительность, по нашей оценке, была нарушена на площади около 200 км². Воздействию пеплопада подверглись леса из каменной березы, заросли ольхового и кедрового стлаников, болотная и луговая растительность. Полностью был уничтожен травяной и кустарниковый РП, а также деревья с недостаточно развитой корневой системой. Лесная растительность была перекрыта относительно небольшим чехлом тефры, который вызвал наиболее глубокие изменения в сообществах при максимальной (до 60 см) мощности отложений — в верхней части лесного пояса. В большей части лесного пояса произошла частичная гибель древостоя и полная или частичная гибель нижних ярусов сообществ.

Ключевской. Крупнейший вулканический конус Евразии, вне Кавказа — высшая точка России, если взять приводимую высоту 4850 м (высота нестабильна, связана с динамикой рельефа вершины конуса). Наиболее мощный вулкан региона. Молодой стратовулкан правильной формы, отличающийся большим количеством как терминальных, так и латеральных извержений. Так, только в первой половине XX в. произошло 20 извержений [8]. В результате 17 извержений за 55 лет (с 1932 по 1987 г.) извергнуто около 1 км³ лавы и около 0.4 км³ тефры. Лавы 12 латеральных извержений за этот период покрыли склоны от альпийского до лесного пояса на площади более 35 км² [19]. В результате постоянной высокой вулканической активности структура поясности растительности заметно нарушена, а на гигантском восточном скло-

не растительность в альпийском поясе фактически отсутствует, преобладает ландшафт вулканической пустыни.

Карымский. Отличается наиболее высокой частотой извержений в регионе. Несмотря на относительную маломощность, суммарный эффект за столетие весьма значителен, и может быть оценен суммарным объемом вулканитов около 0.6 км^3 [19]. Последний цикл активности начался 2 января 1996 г., когда одновременно начали извергаться расположенные близ друг от друга два вулкана восточной Камчатки — Карымский и Академии Наук. Извержение первого продолжается уже несколько лет, а извержение второго явилось кратковременным необычным явлением природы — оно было подводным, но нанесло повреждения наземной растительности. Несмотря на относительную маломощность, данные извержения были интересны тем, что удалось сделать наблюдения в ходе извержения (на Карымском) или в первый вегетационный сезон (на вулкане Академии Наук). Центр подводного извержения находился на расстоянии около 500 м от берега. Извержение протекало в виде около 100 мощнейших фреатомагматических взрывов, энергия каждого из них была эквивалентна взрыву атомной бомбы. Объем изверженных пород составил 40 млн м^3 [30].

Воздействие извержения вызвало на расстоянии приблизительно 300—600 м от берега поражение господствующей здесь субальпийской растительности в диапазоне от полного разрушения до частичного повреждения. Влияние извержения сказалось на растительности (главным образом нижних ярусов сообществ) на протяжении еще нескольких сотен метров удаления от кратера. Факторами поражения явились: ударное воздействие и погребение вулканитами (как ювенильными, так и материалами прошлых извержений, а также донных озерных отложений), возможное химическое воздействие вулканитов, изменение химических и водно-физических свойств почв, вымерзание обнажившихся из-под снега ветвей и побегов. Необычным в данных условиях фактором явилось также воздействие озерных цунами с резко изменившейся кислотностью (рН снизилась до 3.1) водой [26]. На вулкане Карымском основными факторами поражения растительности во время относительно маломощного пеплопада явились следующие: погребение тефрой, запыление ассимиляционного аппарата, ветровая абразия листвы и коры растений, вероятное химическое воздействие на растения и почву. Маршрутные наблюдения в конце лета 1996 г. вокруг вулкана Карымского показали, что нарушенность растительности в целом умеренна и локальна: радиус полного поражения РП — в пределах 1—1.5 км, частичное поражение — до 2—2.5 км, определенное воздействие на растительные сообщества оказывается на расстоянии до 5—6 км [38].

Извержения на Курильских островах и их влияние на растительность. Данные для Курил являются предварительными, так как исследования продолжаются.

Вулкан **Чикурачки** (юго-западная часть о-ва Парамушир). Крупный (высота 1817 м — высшая точка острова) активный стратовулкан. РП и экосистемы в целом большого района о-ва Парамушир между Охотоморским и Тихоокеанским побережьем дважды разрушались крупными извержениями за последние 150 лет: в 1853 и 1986 гг. Первое из них было оценено как гигантское с объемом выброшенной пироклаستي более 1 км^3 [10], второе — как крупное [27]. Эти данные вошли во все источники, как российские, так и зарубежные. При учете последних данных по Камчатке [6] можно было предположить, что в 1853 г. произошло крупнейшее извержение прошлого столетия в Курило-Камчатском регионе.

Результаты полевых исследований, проведенных совместно с вулканологами А. и М. Белоусовыми, показали, что большая часть базальтовой тефры извержения 1853 г. выпала в восток-северо-восточном направлении от кратера вулкана на расстоянии более 20 км. Были установлены объемы выпавшей тефры: 50 млн м^3 (1853 г.) и 100 млн м^3 (1986 г.). Выяснена и причина резко завышенной оценки объема вулканитов Г. С. Горшковым: измерения сделаны им вдоль оси максимальной мощности отложений. Реконструировав ситуацию после извержения 1953 г., мы выяснили, что район с полностью разрушенной растительностью превысил 30 км^2 и в той или иной степени РП был разрушен на площади около 100 км^2 .

После извержения 1986 г. состояние РП резко изменилось. Наиболее существенная часть отложений 1986 г. встречена по оси от кратера в юго-восточном направлении, и на расстоянии 12 км в пределах овала площадью около 80 км² РП был полностью уничтожен. Теффа отложилась слоем мощностью от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров, в зависимости от рельефа. Огромный объем тефры был смыт со склонов и аккумулярован в пойме р. Тухарка, впадающей в Тихий океан. В результате на площади около 10 км² погибли пойменные леса из ивы сахалинской — уникальные для безлесных северных Курил сообщества низких корявых деревьев. Территория, где произошло серьезное разрушение РП, оценочно в 2.5—3 раза больше зоны сплошного поражения и фактически простирается вдоль указанной оси от побережья Охотского моря в сторону океана. Ее пределы коррелируют с мощностью отложенной тефры до 20—30 см, что вызвало полную или частичную гибель одного из двух основных доминантов РП северных Курил — кедрового стланика. Ольховый стланик, другой доминант, демонстрирует, как и на Камчатке, более высокую устойчивость пеплопадам и в этой зоне в основном уцелел. Дополнительным фактором гибели РП на склонах вулкана Чикурачки было воздействие грязевых потоков, скатывавшихся с конуса вулкана.

Вулкан **Алаид** (о-в Атласова). Алаид — базальтовый вулкан-гигант, действующий около 60 000 лет со средним расходом магмы 8 млн т/год [24]. Это наиболее северный и наиболее высокий (2339 м) вулкан Курильских островов. Крупнейшие извержения произошли в 1793, 1854, 1860, 1933—1934, 1972, 1981 гг. [29].

Извержение 1933—1934 гг. произошло в восточной, а 1972 г. — в северо-западной части острова, причем центр первого из них — в море, на расстоянии около 1 км от берега (в ходе извержения отложения соединились с островом), а второго — непосредственно на берегу. Извержения продолжались около 10 и 3 мес соответственно. В ходе их деятельности было вынесено около 40 (неполная оценка) и 150 млн м³ вулканитов: базальтовых лав и шлаков [11, 31]. Площадь поражения растительности после этих извержений оценена по аэрофотоснимкам: суммарная величина составила около 15 км² (около 5 км² для полного поражения РП и около 10 км² — для частичного). Несомненно, если бы извержения произошли на суше, эта площадь была бы в несколько раз больше. Пораженная растительность относится исключительно к ольхово-стланиковым зарослям и в малой степени — к прибрежно-луговым и скальным сообществам.

Извержение 1981 г. отличалось сильными взрывами, мощной пепловой тучей и отнесено к сильным пароксизмальным; из центрального кратера в течение 40 дней извергнуто 550 млн м³ пирокластики (базальтовые бомбы и пепел). Пепел выпал на соседних островах — Шумшу и Парамушир — и на Камчатке [31]. На самом о-ве Атласова извержение вызвало тяжелейшие последствия для растительности, но никаких опубликованных данных нет. Отложения пришлись главным образом на восточную половину острова, приведя к гибели несомкнутую травяно-кустарничковую растительность на склонах конуса вулкана и существенно повредив заросли ольховника в нижележащем поясе стлаников вплоть до морского побережья (в местах аккумуляции тефры). Сравнение аэрофотоснимков, сделанных за год до извержения, в 1980 г., и космоснимка NASA 1982 г., а также топокарт, основанных на съемке 1982 г., позволило оценить в первом приближении масштаб полного поражения РП — около 20 км² территории на склонах конуса.

Вулкан **Тятя** (о-в Кунашир). Высота 1819 м, стратовулкан с вершиной типа Сомма-Везувий. Эксплозивное извержение 1973 г. — крупнейшее вулканическое событие XX столетия в южной половине архипелага; объем вулканитов 200 млн м³. Леса погибли на площади 20 км² [23]. Есть некоторые сведения о начале зарастания вулканитов, приводимые по наблюдениям 1980 г. [21]. Наши данные по площади погибшей растительности, полученные по измерениям на аэрофотоснимках, существенно расходятся с данными Е. К. Мархинина: площадь полностью погибшей лесной растительности в районе прорывов южного склона вулкана составляет около 7 км². Площадь в той или иной степени нарушенного РП (без гибели древесного яруса)

в настоящее время не поддается корректной оценке, так как восстановление нижних ярусов в благоприятных климатических условиях южных Курил (район поражения лежит на высоте 400—500 м над ур. м. в поясе елово-пихтовых лесов с участием широколиственных пород) происходит очень быстро.

Вулкан Севергина (о-в Харимкотан). Известен своей катастрофой в январе 1933 г., по-видимому, крупнейшей на Курилах в XX в. [11, 23]. В результате извержения, которое включало в себя обрушение постройки вулкана, площадь острова-вулкана заметно увеличилась. Кроме каменной лавины объемом 0.4 км³ на поверхность острова были извергнуты пирокластические потоки объемом 0.03 км³ и пеплопад из кусков пемзы гигантского объема около 1 км³ [32]. Данные по флоре получены японцами до 1945 г., а также экспедицией Международного Курильского проекта [1], но растительность никогда не исследовалась. На фото, сделанных А. Белоусовым в 1995 г. (личное сообщение), видно, что на отложениях 1933 г. растут единичные пионеры, в том числе кусты ольхового стланика. На космоснимке NASA (съемка 1994 г.) видно, что вулканитами покрыта примерно половина территории острова (т. е. около 35 км²): большой восточный сектор, включая новообразованную сушу, а также северо-западный сектор.

Сильные извержения в XX в., во время которых пострадал РП, произошли также на вулкане Пик Сарычева (1946 г., Матуа) и в кальдере Заварицкого (1957 г., о-в Симушир) [11]. Однако их влияние на растительность, как и на подавляющем большинстве вулканов Курил, никогда не изучалось.

Роль вулканизма в характере растительного покрова региона. Полученные данные позволяют оценивать масштабы, длительность влияния катастроф и глубину перестройки экосистем вследствие воздействия современного и древнего вулканизма. Так, основываясь на результатах, полученных при исследовании извержения Ксудача в 1907 г. [17], мы реконструировали по изопакитам [33] воздействие на растительность крупнейшего извержения нашей эры на Камчатке (Ксудач, 1700—1800 л. н.) [5], которое по объему извергнутых вулканитов было близко к знаменитому извержению Кракатау (1883 г.). Отложения пемзы, выброшенные почти в том же направлении, что и в 1907 г., образовали вулканическую пустыню на протяжении более 30 км, вплоть до вулкана Ходутка; полностью разрушили лесную растительность на расстоянии не менее 70—80 км и в той или иной степени — до широты г. Петропавловска-Камчатского (160 км от Ксудача). Воздействие на травяную, кустарничковую, мохово-лишайниковую растительность произошло, по-видимому, на несколько сотен километров к северу, до района центральной Камчатки. По нашим данным, влияние этого извержения сказывалось на структуре и составе растительности Южной Камчатки вплоть до XX столетия, когда эта территория вновь пострадала от катастрофы 1907 г.

На основании полученных материалов можно определить, что масштабы поражения РП связаны с рядом факторов, из которых наиболее важны следующие:

- объем изверженного (отложенного) материала;
- тип извержения и соответственно тип (комплекс) продуктов извержения;
- географическое положение центра извержения (на суше или в ограниченной островной территории происходит извержение);
- тип размещения отложенных вулканитов (концентрически вокруг центра извержения или в определенном секторе);
- тип преобладающей растительности в зоне отложения вулканитов и в связи с этим с факторами, обуславливающими данный РП (например, высотно-поясное положение или сукцессионная стадия).

Всего, по нашей оценке, в XX столетии только крупнейшие извержения уничтожили РП на площади около 0.2 млн га и существенно разрушили на значительно большей площади. Полученные данные говорят о том, что гигантские извержения (выброс более 1 км³ вулканитов) способны уничтожить полностью РП на площади в сотни кв. км, и повреждать — на площади в первые тысячи кв. км.

Вулканические извержения такого масштаба (выброс 1—10 км³ вулканитов) являются для растительного покрова региона локальными катастрофами, хотя их мно-

гообразное влияние прослеживалось и на глобальном уровне. Гигантские извержения типа Ксудач 1700—1800 л. н. (10—100 км³ вулканитов) ведут к субрегиональным или региональным катастрофам. Площадь поражения экосистем может занимать от сотен кв. км до первых десятков тысяч кв. км. Восстановление естественных экосистем требует от нескольких лет при минимальных воздействиях аэральная вулканокластики до нескольких тысячелетий при первичных сукцессиях на ювенильных монолитных вулканитах в субарктических или ороарктических условиях. В связи с этим РП значительной части Камчатки несет в своем составе и структуре отражение не только исторических, но и позднеголоценовых извержений, которых было на порядок больше, чем рассмотренных. Для РП многих, особенно небольших Курильских островов влияние вулканизма выражено гораздо более значительно.

Статья подготовлена в рамках проекта, поддержанного РФФИ (грант 02-05-65196). В сборе и обработке полевых материалов принимали участие П. В. Крестов, В. П. Верховат, В. В. Якубов. Автор искренне признателен за консультации И. В. Мелекесцеву и другим сотрудникам Лаборатории динамической вулканологии Института вулканической геологии и геохимии ДВО РАН.

Список литературы

- [1] Баркалов В. Ю. Очерк растительности // Растительный и животный мир Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 35—66.
- [2] Белоусов А. Б., Белоусова М. Г. Извержение вулкана Шивелуч в 1964 г. (Камчатка) — плинианское извержение, предварявшееся крупномасштабным обрушением постройки // Вулканология и сейсмология. 1995. № 4—5. С. 116—126.
- [3] Белоусов А. Б., Белоусова М. Г. Отложения и последовательность событий извержения вулкана Безымянный 30 марта 1956 г. (Камчатка): отложения направленного взрыва // Вулканология и сейсмология. 2000. № 2. С. 3—17.
- [4] Большое трещинное Толбачинское извержение (1975—1976 гг., Камчатка). М.: Наука, 1984. 638 с.
- [5] Брайцева О. А., Мелекесцев И. В., Пономарева В. В., Кирьянов В. Ю. Последнее кальдерообразующее извержение на Камчатке (вулкан Ксудач) 1700—1800 ¹⁴C лет назад // Вулканология и сейсмология. 1995. № 2. С. 30—49.
- [6] Брайцева О. А., Мелекесцев И. В., Пономарева В. В., Сулержицкий Л. Д., Певзнер М. М. Геохронология и параметры крупнейших эксплозивных извержений на Камчатке за последние 10 тыс. лет // Российская наука: выстоять и возродиться. М.: Наука, 1997. С. 237—244.
- [7] Влодавец В. И. Справочник по вулканологии. М.: Наука, 1984. 339 с.
- [8] Влодавец В. И., Пийт Б. И. Каталог действующих вулканов Камчатки // Бюлл. вулканолог. станции. 1957. № 25. С. 5—95.
- [9] Воробьев Д. П. Растительность Курильских островов. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 92 с.
- [10] Горшков Г. С. Каталог действующих вулканов Курильских островов // Бюлл. вулканолог. станции. 1957. № 25. С. 96—178.
- [11] Горшков Г. С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 288 с.
- [12] Горшков Г. С., Богоявленская Г. Е. Вулкан Безымянный и особенности его последнего извержения (1955—1963 гг.). М.: Наука, 1965. 170 с.
- [13] Горшков Г. С., Дубик Ю. М. Направленный взрыв на вулкане Шивелуч // Вулканы и извержения. М.: Наука, 1969. С. 3—38.
- [14] Гришин С. Ю. Сукцессии подгольцовой растительности на лавовых потоках Толбачинского дола // Ботан. журн. 1992. № 1. С. 92—100.
- [15] Гришин С. Ю. Растительность субальпийского пояса Ключевской группы вулканов Владивосток: Дальнаука, 1996. 156 с.
- [16] Гришин С. Ю. Заметки о фитогеографии Курильских островов // Изв. РГО. 2000. Вып. 4. С. 65—76.
- [17] Гришин С. Ю., Крестов П. В., Верховат В. П., Якубов В. В. О восстановлении растительности в районе катастрофического извержения вулкана Ксудач // Ботан. журн. 1997. № 6. С. 92—103.
- [18] Гришин С. Ю., Крестов П. В., Верховат В. П., Якубов В. В. Восстановление растительности на вулкане Шивелуч после катастрофы 1964 г. // Комаровские чтения, вып. XLVI. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 73—104.
- [19] Действующие вулканы Камчатки. В 2 т. М.: Наука, 1991.
- [20] Камчатка, Курильские и Командорские острова. (История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока). М.: Наука, 1974. 439 с.
- [21] Манько Ю. И., Сидельников А. Н. Влияние вулканизма на растительность. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 163 с.
- [22] Мархинин Е. К. Роль вулканизма в формировании земной коры. М.: Наука, 1967. 255 с.
- [23] Мархинин Е. К. Вулканизм. М.: Недра, 1985.

- [24] Мелекесцев И. В. Вулканизм и рельефообразование. М.: Наука, 1980. 212 с.
- [25] Мелекесцев И. В., Брайцева О. А., Двигало В. Н., Базанова Л. И. Исторические извержения Авачинского вулкана на Камчатке // Вулканология и сейсмология. 1994. № 2. С. 3—23.
- [26] Муравьев Я. Д., Федотов С. А., Будников В. А. и др. Вулканическая деятельность в Карымском центре в 1996 г.: вершинное извержение Карымского вулкана и фреатомагматическое извержение в кальдере Академии Наук // Вулканология и сейсмология. 1997. № 5. С. 38—70.
- [27] Овсянников А. А., Муравьев Я. Д. Извержение вулкана Чикурачки в 1986 г. // Вулканология и сейсмология. 1992. № 5—6. С. 3—20.
- [28] Певзнер М. М., Мелекесцев И. В., Пономарева В. В., Раковская З. М. Воздействие катастрофических эксплозивных извержений на природную среду (на примере вулкана Шивелуч) // Изв. АН СССР, сер. геогр. 1994. № 1. С. 75—85.
- [29] Федорченко В. И., Абдурахманов А. И., Родионова Р. И. Вулканизм Курильской островной дуги: геология и петрогенезис. М.: Наука, 1989. 239 с.
- [30] Федотов С. А. Об извержениях в кальдере Академии Наук и Карымского вулкана на Камчатке в 1996 г., их изучении и механизме // Вулканология и сейсмология. 1997. № 5. С. 3—37.
- [31] Федотов С. А., Иванов Б. В., Флеров Г. Б. и др. Изучение извержения вулкана Алаид (Курильские острова) в 1981 г. // Вулканология и сейсмология. 1982. № 6. С. 9—27.
- [32] Belousov A., Belousova M. Large scale landslides on active volcanoes in the 20th century — examples from the Kurile-Kamchatka region (Russia) // Senneket K. (ed.) Landslides. Balkema, Rotterdam, 1996. P. 953—957.
- [33] Bursik M., Melekestsev I. V., Braitseva O. A. Most recent fall deposits of Ksudach volcano, Kamchatka, Russia // Geophys. Res. Letters. 1993. Vol. 20. N 17. P. 1815—1818.
- [34] Del Moral R., Grishin S. Yu. Effects of Volcanoes on Landscapes // L. Walker (ed.) Ecosystems of disturbed ground. Elsevier 1999. P. 137—160.
- [35] Grishin S. Yu. The boreal forests of north-eastern Eurasia // Vegetatio. 1995. Vol. 121. P. 11—21.
- [36] Grishin S. Yu., del Moral R. Dynamics of forests after catastrophic eruptions of Kamchatka's volcanoes // Turner I. M. et al. (eds), Biodiversity and the Dynamics of Ecosystems. DIWPA Series. Vol. 1. Kyoto, 1996. P. 133—146.
- [37] Grishin S. Yu., del Moral R., Krestov P. V., Verkholat V. P. Succession following the catastrophic eruption of Ksudach volcano (Kamchatka, 1907) // Vegetatio. 1996. Vol. 127. P. 129—153.
- [38] Grishin S. Yu., Krestov P. V., Verkholat V. P. Influence of 1996 eruption in the Karymsky volcano group, Kamchatka, on vegetation // Nat. Hist. Res. N 7. P. 39—48.
- [39] Tatewaki M. Geobotanical studies on the Kurile Islands // Acta Horti Gotoburgensis. 1957. Vol. XXI. N 2. P. 43—123 + 14 plates.

Владивосток

Поступило в редакцию
31 октября 2002 г.