

УДК 581.524.323 (571.66)

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ПОЧВЫ ТОЛБАЧИНСКОГО ДОЛА (КАМЧАТКА)

© 2009 С.Ю. Гришин, С.А. Шляхов

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, 690022; e-mail: grishin@ibss.dvo.ru

На основе оригинальных материалов, полученных начиная с 1978 г., рассматривается растительный и почвенный покров района крупнейшего базальтового извержения на Камчатке. В результате мощного пеплопада летом 1975 г. выпал громадный объем рыхлых вулканитов (0.7 км³). Пеплопад погубил растительный покров на площади около 100 км², и повредил на еще большей территории. Рассмотрен растительный покров, существовавший до извержения, воздействие пеплопада на лесную и высокогорную растительность, а также несомкнутую растительность старых лавовых потоков. Выявлена площадь поражения растительного покрова, намечены факторы поражения, уровни мощности отложившихся вулканитов, при которых происходила гибель важнейших доминантов растительности. Проведено сравнение с эффектом поражения растительного покрова в результате других крупных пеплопадов последнего столетия в Курило-Камчатском регионе. Впервые изучены почвы района.

Ключевые слова: растительность, почвы, извержения, пеплопад, лава, сукцессии, Толбачик.

ВВЕДЕНИЕ.

В 1975 г. в районе Толбачинского дола (Камчатка) произошло очень крупное извержение, получившее у вулканологов название – Большое трещинное Толбачинское извержение (БТТИ) (Большое..., 1984). Такого масштаба вулканические катастрофы происходят на Камчатке не каждое столетие. Мощный пеплопад погубил растительность дола на большой площади. Погибли горные леса, подгольцовые стланики и луга, горные тундры и несомкнутая растительность старых лавовых потоков. Редкий природный катаклизм вызвал интерес и к его экологическим последствиям. Наиболее очевидными и впечатляющими были огромные территории, занятые новообразованной шлаковой пустыней и лавовыми потоками. На большой территории погибла растительность, в том числе – леса и подгольцовые стланики. Некоторые наблюдения за состоянием растений лесного и субальпийского пояса, сделанные в первые годы после извержения, были опубликованы (Быкасов, 1981; Сидельников, Шафрановский, 1981). Однако растительный и почвенный покровы вулканического района до последнего времени систематически не исследовались. Целью данной статьи является краткая характеристика растительности и почв района, а также характеристика воздействия

пеплопада 1975 г. на экосистемы. Использована совокупность наблюдений и исследований, выполненных в период с 1978 г. по 2009 г.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА

Толбачинский дол – обширное голоценовое лавовое плато площадью около 900 км². Безлесная поверхность дола плавно понижается от вулкана Толбачик на юго-восток приблизительно от 1800 м до 400 м, а местами и ниже. Растительность дола весьма гетерогенна, что связано с разнородными вулканическими образованиями, образующими поверхность дола. В основном это лавовые потоки разного возраста – от раннеголоценовых до современных, поля аккумуляции тефры, а также шлаковые конусы. Детальное изучение генезиса дола и возраста лавовых потоков проведено методом тефрохронологии (Брайцева и др., 1981; Большое..., 1984).

Климат центральной Камчатки сходен с климатом средней Сибири: умеренно теплое лето и длинная морозная зима. Используя данные ближайшей метеостанции Козыревск (Справочник ..., 1966) и приведенные В.Н. Виноградовым (1975) температурные градиенты для теплой и холодной части года (0.4° и -0.5°С/100 м, соответственно), получим среднюю температуру июля на высоте 900 м 11.4°С, а января – минус 23.6°С.

Рис. 1. Схема размещения трансектов в районе исследования. 1 – зона поражения растительности тефрой Северного прорыва (по спутниковому снимку); 2 – конусы прорывов 1975 г.; 3 – трансекты (1 – западный, 2 – северный, 3 – восточный, 4 – южный).

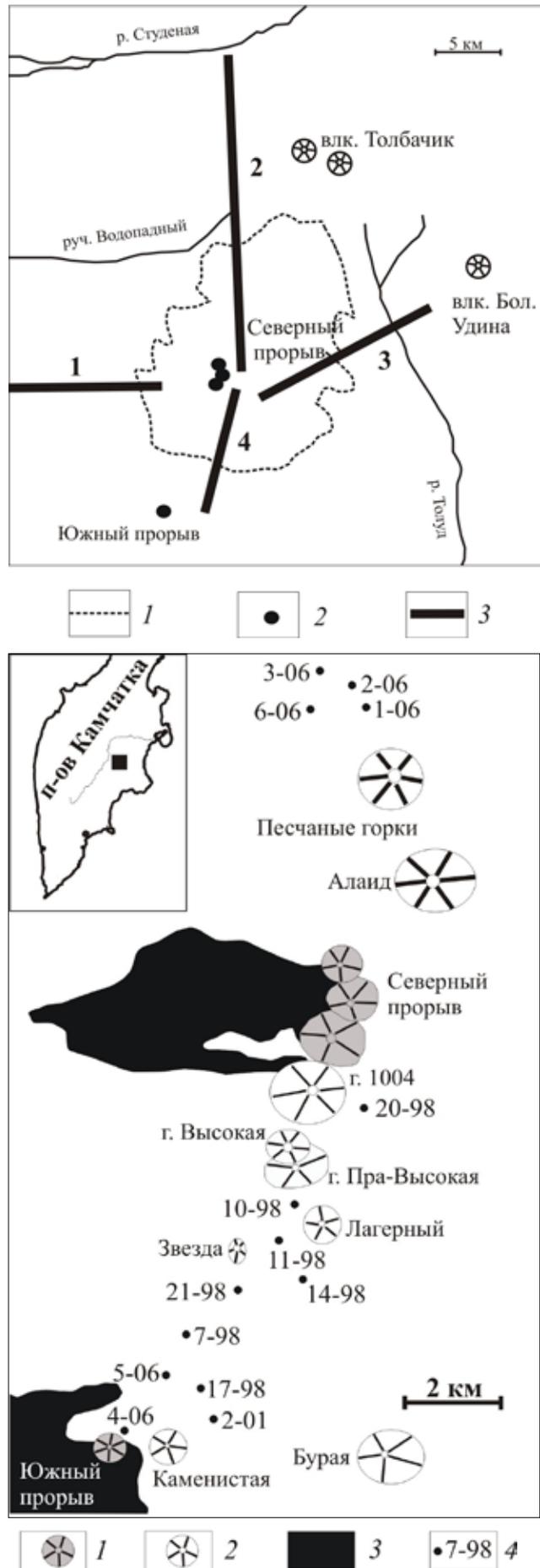
В июле – сентябре 1975 г., в 18 км к юго-западу от кратера активного вулкана Плоский Толбачик, произошло очень крупное извержение, уникальное для Камчатки. Центр его находился на высоте около 900 м н.у.м., в высотной полосе субальпийского пояса. В результате извержения было выброшено 0.7 км³ темной базальтовой тефры, которая покрыла слоем мощностью более 10 см территорию площадью 470 км². Образовались также 3 шлаковых конуса высотой до 300 м и излились лавовые потоки общей площадью до 9 км² (Большое..., 1984). После окончания этого извержения, центр которого получил впоследствии название Северный прорыв, в 10 км к югу от него, на высоте около 400 м возник второй центр – Южный прорыв.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Были заложены 4 крупных трансекта, пересекающих большую часть поверхности дола и примыкающих территорий, с пострадавшей в той или иной степени от пеплопада растительностью (рис. 1). Западный трансект (заложено в 1978 г.) располагался от лавовых потоков Северного прорыва до р. Озерная, протяженность – около 18 км. Северный трансект (длина 24 км; заложено в 1984 г.) – от центра извержения через западный склон вулк. Острый Толбачик до р. Студеная на выс. около 800 м, восточный трансект (16 км; 1985 г.) – от г. Высокая до западного склона вулкана Удина, и южный трансект (10 км; 1998, 2000, 2006, 2009 гг.) – от г. Высокая до Южного прорыва БТТИ. Таким образом, трансекты охватили район в пределах 34×34 км. На трансектах выполнены более 60 геоботанических описаний и прикопок мощности тефры. На северном и южном трансектах в лесных сообществах заложены 20 пробных площадей размером 0.2 га с детальным исследованием растительного покрова (РП). Существенную информацию о состоянии РП дал анализ изображений на аэрофотоснимках, сделанных до и после извержения 1975 г.

Почвенные исследования проводились в 1998, 2001 и 2006 г.г. На изученной территории было заложено 14 основных разрезов и ряд прикопок для уточнения пространственного изменения мощности поверхностного слоя тефры. Схема размещения почвенных разрезов приведена на рис. 2. В поле проводилось мор-

Рис. 2. Схема расположения почвенных разрезов в районе Толбачинского дола: 1 – конусы извержения 1975-1976 г.г., 2 – конусы древних прорывов, 3 – лавовые потоки извержения 1975-1976 г.г., 4 – места заложения почвенных разрезов.



фологическое описание профилей. Из разрезов послойно отбирались насыпные образцы для аналитических исследований. В лабораторных условиях в отобранных образцах измерялись рН водной и солевой вытяжек, гидролитическая кислотность по стандартным методикам. Гумус определялся по методу Тюрина, в лесных подстилках и некоторых грубогумусовых горизонтах о содержании органического вещества мы судили по потерям после прокаливания (Агрохимические..., 1975; Аринушкина, 1970).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Растительный покров Толбачинского дола до 1975 г.

На западном макросклоне Ключевской группы вулканов, к которой относится район вулкана Толбачик, в лесном поясе преобладают леса из лиственницы (*Larix cajanderi* Mayr), которые размещаются от долины р. Камчатка и ее притоков, до верхней границы леса (около 900-1000 м н.у.м). В нижней части лесного пояса в древостое иногда заметна примесь ели аянской (*Picea ajanensis* (Lindl. ex Gord.) Fisch. ex Carr.) (вплоть до участков чистых ельников в долине р. Толбачик (Новограбленов, 1929)). В верхней части лесного пояса (выше 500 м н.у.м) местами, вплоть до верхней границы леса выражена полоса горных лесов из березы каменной (*Betula ermanii* Cham.). В субальпийском поясе (800-1100 м над ур. м.) располагается комплекс из лиственничных редколесий и островков леса из березы каменной на склонах, покровов ольхового (*Alnus fruticosa* Pall. s. l.) и кедрового (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) стлаников, субальпийских лугов и фрагментов горнотундровых сообществ (Гришин, 1996). В районе исследований этот типичный состав климаксовой растительности крайне нарушен вулканизмом, в результате чего преобладают серийные сообщества различных сукцессионных рядов.

Пестрая структура ландшафтов дола — «букет» разновозрастных лавовых потоков с растительным покровом разных стадий развития (и соответственно, различного состава, разной степени сомкнутости и высоты) — обусловила формирование к 1975 г. крайне сложной структуры растительности. Комплекс высокогорий в осевой части дола вместе со шлаковыми пустынями и молодыми обширными лавовыми покровами образует обширную безлесную зону, протянувшуюся от массива Толбачинских вулканов к юго-западу. В пределах этой зоны происходит снижение абсолютной высоты от 1800 м до 50 м н.у.м.; длина зоны — около 30 км, ширина — от 8 до 18 км. Местами, от осевой части зоны вниз (на юго-восток, на запад) протягиваются сравни-

тельно узкие (несколько сотен метров) безлесные полосы относительно молодых потоков (возраст 1000-1500 лет).

В ходе крайне длительных сукцессий растительность восстановилась на лавовых покровах, имеющих возраст не менее 2000 лет. На более молодых потоках (возраст 1500 лет, 1000 лет и др.) растительность находилась в состоянии редколесно-стланикового покрова (из лиственницы и кедрового стланика), причем, чем более молод был поток, тем разреженней и ниже был покров. Особенности сукцессии (продолжительность, направленность, механизм смен и т.д.) определяются в значительной мере характером лавового покрова и накопления обломочного материала (продуктов выветривания, тефры, атмосферной пыли, опада растений и т.д.). На гладких поверхностях (лавы пахоехое) процессы первичного заселения идут сверхзамедленно, и к концу 1000-летнего периода существования литосерия не продвигается далее стадии накипных лишайников. Высшие растения, в том числе кустарники и деревья, закрепившись по трещинам и микродепрессиям на лаве, не в состоянии вовлечь всю поверхность в биогеоэкологический процесс. Последующие слабые пеплопады стимулируют ускорение первичных этапов литосерии, создавая благоприятный для поселения растений рыхлый субстрат. Соотношение этих процессов — ускорения и замедления сукцессии — недостаточно изучено, но можно полагать, что при отсутствии мощных пеплопадов образование климаксовых сообществ проходило бы быстрее (при условии периодически происходящих маломощных пеплопадов). Однако полное отсутствие поступлений тефры приводит к крайнему замедлению течения сукцессии.

На протяжении тысячелетий, требующихся для полного восстановления лесной растительности на лавах, действует много факторов, препятствующих или способствующих сукцессии. Главнейшими из них являются: последующие извержения, пеплопады которых повреждают или уничтожают растительность, пожары и другие нарушения. На 2000-летний период позднего голоцена пришлось до десятка прорывов на Толбачинском доле (Брайцева и др., 1981). Крупнейшие из них сравнимы с извержением 1975 г. Насколько разрушительны крупные извержения, показал Северный прорыв. Характер сукцессии на рыхлых пеплово-шлаковых отложениях принципиально иной по сравнению с сукцессией на лавах. Если лавовый поток уничтожает как растительный, так и биогеоэкологический покров в целом, и затем начинается первичная сукцессия, то на пеплово-шлаковых отложениях возможен вариант вторичной сукцессии, характер которой зависит от степени поражения

растительности и мощности отложений тефры.

В районе конусов Северного прорыва БТТИ (выс. около 900 м н.у.м.) до 1975 г., судя по аэрофотоснимкам, сделанным в июле 1971 г., существовала сомкнутая растительность на лаве, имеющей возраст 1500-2000 лет. Древние потоки были покрыты преимущественно сомкнутой растительностью. Исключением были склоны и вершины ряда конусов, примыкавших к району прорыва (конус г. 1004, Пра-Высокая). В районе первого конуса, на пологом западном склоне была редколесно-стланиковая растительность из невысоких лиственниц и куртин кустарников (ольхового и кедрового стланика, а также ив) диаметром до 5-10 м. В нижнем ярусе, судя по тону изображения, существовала травяно-кустарничковая, с участием кустарников, растительность. Местами, в зависимости от микрорельефа и особенностей подстилания лавы, доминировали мхи и лишайники.

Воздействие извержения 1975 г.

Поражение растительности. 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 (Большое..., 1984). Распределение выпавшей тефры изучено вулканологами (Большое..., 1984, с. 72, с. 188). В целом, форма концентрически расположенных изопакит близка к овалу, причем длинная ось (длина — около 33 км в пределах изопакиты 10 см) овала расположена в направлении с северо-запада на юго-восток. Длина короткой оси — около 20 км. Таким образом, структура отложений тефры, образовавшей вулканическую пустыню, возникла вкрест простирания оси безлесной части Толбачинского дола, что еще более усложнило картину РП.

Максимальная мощность отложений выявлена вулканологами бурением у подножия конусов Северного прорыва — до 14 м тефры (Будников, 1996). По нашим трансектам прослежено падение мощности тефры (сделано более 50 измерений) до следующих значений: по западному — до 5 см, по северному — до менее 1 см, по восточному — до 7 см, по южному — до 14 см.

Полная гибель растительности верхней части лесного пояса (на высоте 600-800 м) произошла при отложениях тефры мощностью более 100 см (лиственница погибла при отложениях мощностью 70 см, ель — 40 см, береза каменная — 25 см), субальпийского пояса — более 40 см (ольховый стланик погиб при отложениях мощностью 40 см, лиственница — 35 см, береза каменная и кедровый стланик — 25 см), альпийского пояса — 20 см. Было отмечено (Сидельников, Шафрановский, 1981), что гибель древесных растений и при этих критических уровнях отложений происходила не сразу, а в течение нескольких лет после извер-

жения (хотя основная часть погибала в течение первого года после катастрофы). Минимальные уровни отложений, сказавшиеся на растительности, в нижней части лесного пояса составляют 5-7 см, на верхней границе пояса (каменноберезовый лес) — 2-3 см.

Данные придержки, а также результаты полевых наблюдений за состоянием растительности зоны пеплопада и дешифрирование аэрофотоснимков позволили определить реальную площадь поражения РП. Каменноберезовые леса погибли на площади около 12 км², лиственничные — на площади 21 км², растительность субальпийского пояса — на площади 12 км², альпийского — на площади 20 км² и несомкнутая серийная вулканогенная растительность — на площади 30-40 км². Общая площадь полностью погибшей растительности достигла, таким образом, около 100 км².

Факторы поражения растительности. Извержение длилось в течение большей части вегетационного периода, что повлекло за собой максимально возможный ущерб для растительности. К сожалению, не опубликованы наблюдения воздействия на живую природу многочисленных очевидцев извержения. Удалось встретить лишь следующие краткие заметки: «Принесенные с газами, пеплом и шлаком соединения серы и других вредных для жизни веществ отравили все ручьи, озерки и снежники ... Пеплом были засыпаны все окрестности, приведены в негодность олени пастбища, сенокосные угодья.... Соединения серы и фтора вымывались дождями, попадали в почву, всасывались корнями растений и поднимались по стеблям и стволам вверх. Ягоды голубики, жимолости и другие становились горько-кислыми...» (Семенов, 1988).

Реакция растительности на извержение отчасти намечена (Быкасов, 1981; Гришин, 1996; Сидельников, Шафрановский, 1981). Наиболее вероятны следующие факторы поражения: повреждение ассимиляционного аппарата, механический облом и обрыв ветвей, изгибания стволов, отравление растений воднорастворимыми веществами тефры, кислотные дожди в период извержения (которое в целом, с учетом Южного прорыва БТТИ, продолжалось почти полтора года), нарушение воздушного и температурного режима корнеобитаемого слоя почвы, включая подъем уровня сезонной мерзлоты. Эффект отложения тефры на растительность выше границы леса был усугублен ее переотложением. Этот процесс довольно интенсивно продолжался и в последующие годы.

Все приведенные факторы — результат оценок и наблюдений, полученных при рекогносцировочном обследовании территории, пострадавшей от пеплопада; детального изучения воздействия

какого-либо фактора не было. Поэтому выделить какой-либо фактор из их совокупности и определить его вес можно только оценочно; факторы действовали совместно, и в целом коррелировали с уровнем воздействия пеплопада. Последний можно оценить по мощности отложившейся тефры и по состоянию древесной растительности.

Воздействие на лесную растительность. На западном трансекте в 1978 г. было прослежено воздействие умеренного пеплопада (от 5 до 25 см выпавшей тефры) на лиственничные, а также производные леса с участием березы белой и осины, возникшие после пожаров. Тонкая тефра 3 года спустя после извержения обильно покрывала ветви деревьев и сыпалась вниз при встряхивании или ударе по стволам. Даже при 5-7 см отложений было отмечено многочисленное изгибание стволов молодняка, облом вершин и ветвей у более крупных деревьев. При мощности более 10 см отмечено усыхание части древостоя, и усыхание частей (вершин, частей крон) деревьев. Характеристика состояния леса на западном профиле, основанное на 20 геоботанических описаниях С.Ю. Гришина, приведено в работе (Сидельников, Шафрановский, 1981, с. 115-125).

На южном трансекте изучено поражение лиственничного леса мощным пеплопадом. Трансект заложен на древнем лавовом потоке. Поток расположен к югу от прорыва Лагерный, на карте потоков (Большое..., 1984, цветная вкладка) отмечен возрастной группой 2000-7500 лет, и, судя по растительности и рельефу, является совокупностью потоков разного возраста. До высоты около 800 м поток покрыт лиственничным лесом с участием березы каменной (местами, ниже 600 м, и с елью аянской).

Серия пробных площадей (размер – 0.2 га) с полным пересчетом древостоя, как живого, так и погибшего, показала реакцию деревьев на разные уровни мощности выпавшей тефры. Мощность тефры вскрывалась в почвенных разрезах на задернованной поверхности потока. В пределах исследованного высотного интервала (650-380 м над ур.м.) мощность отложившейся тефры менялась от 96 до 16 см, а средняя размерность частиц тефры – от 8-10 до 1 мм. В нижней точке тефра 1975 г. мощностью 16 см была перекрыта тонким черным пеплом (размерность – менее 0.1 мм) мощностью 4 см, по-видимому, выпавшим в результате извержения Южного прорыва в 1975-1976 г.г. В одной из прикопок между этими двумя слоями был зафиксирован прослой хвои.

При мощности отложений в 20 см погибли отдельные лиственницы и более половины берез. Почти все березы погибли при мощности тефры 30 см; при больших значениях происходила гибель всех берез. При мощности тефры около

40 см погибло до 50 % стволов лиственницы, около 75 см – почти все деревья. Молодые ели (диаметр 2-10 см) уцелели при мощности тефры около 40 см, но более крупные (диаметр 14-30 см) погибли.

В результате анализа усыхания древостоя на пробных площадях было выявлено, что определенное преимущество в выживании имели крупные деревья (диаметр стволов на высоте груди – более 40 см).

На одном из участков погибшего лиственничного леса, в слое тефры мощностью 64 см был зафиксирован прослой хвои на глубине 24-27 см от поверхности тефры. Взяв за основу ход эксплозивности Северного прорыва (показан на графике эксплозивности в работе (Большое..., 1984, с. 61)), можно оценить, что деревья потеряли хвою приблизительно в середине августа 1975 г., за месяц до ее естественного опадения. Таким образом, выпадение примерно 40 см тефры в течение 30-40 дней (после начала извержения) привело к удару по физиологическому состоянию деревьев, что вызвало их последующую гибель.

Для определения степени поражения каменноберезняков на верхнем пределе их распространения в зависимости от мощности выпавшей тефры, на северном трансекте была заложена серия пробных площадей на разном (5, 7, 9 и 15 км) удалении от центра извержения (более подробно описано в работе (Гришин, 1996)). На расстоянии 5-6 км от прорыва усохло почти 100 % деревьев березы. На пробных площадях остались живыми два экземпляра толщиной 4 и 8 см и несколько штук подроста. На пробной площади на расстоянии 7 км от центра извержения усохло 70 % берез и 9 % были в значительной степени повреждены (усыхание и облом большей части кроны). Анализ распределения погибших деревьев по ступеням толщины показал, что наиболее подверженными усыханию оказались молодые березы (среди стволов диаметром на высоте груди 4-16 см усохло в среднем 80 %, диаметром 4 см – 100 %). Более зрелые деревья диаметром 20-52 см оказались более устойчивыми (в среднем усохло 50 %). На двух пробных площадях на расстоянии 9 км от прорыва наблюдалось усыхание 20 и 38 % стволов. Как и в предшествующих случаях, пострадали в основном молодые деревья, а более крупные деревья все выжили. На расстоянии 15 км от центра извержения усохшие стволы составили около 13 %. Они были отмечены только в молодой части древостоя (диаметр 4-24 см), причем максимальная величина (до 37 % от общего числа усохших) приходилась на ступень 4 см.

Таким образом, в каменноберезняках отчетливо видна корреляция между мощностью выпавшей тефры и поражением древесной растительности. Выявлено, что полное усыхание ка-

менноберезняков наступает при мощности тефры 25 см, 50 %-ное – при 15 см; при отложениях пепла мощностью 2-3 см насчитывалось до 13 % сухостоя. Наименее устойчивой оказывается тонкомерная часть древостоя. Влияние даже маломощных пепловых отложений (2-3 см) вызвало заметное повреждение древостоя. Возможно, это связано с особенностью тонкой тефры, которая выпадала на значительном удалении от прорыва одновременно с атмосферными осадками (морось, слабый дождь) и, облепляя листву и ветви, приводила к критической нагрузке на крону.

Смены РП на безлесных лавовых потоках после пеплопада. Лава прорыва Звезда, который расположен на высоте около 650 м, растекалась к юго-западу от этого прорыва. Лавовый поток Звезды – последний из потоков не наблюдавшихся извержений; полагают, что с прорывом связан лесной пожар в этом районе, отмеченный в 1740 г. (Большое..., 1984). Лава представлена сочетанием темных базальтовых волнистых покровов, гладких плит, глыб, трещин и др. Все это пересыпано тефрой, выпавшей в результате пеплопада 1975 г. Тефра падала на неоднородную поверхность и затем была частично перемещена (под действием гравитации, ветра, смыва и т.д.) с плит и гребней лавы в низины и трещины.

Вся растительность на лаве Звезды погибла. По останкам ее можно судить, что она представляла собой несомкнутый покров из низкого кедрового стланика, растущего на крайне маломощной (1-5 см) примитивной почве. Над покровом стланика возвышались единичные угнетенные лиственницы. Развитие РП на относительно молодом лавовом потоке прорыва Звезда проходило несколько столетий без внешних воздействий: пеплопадов и следов пожара на лаве не отмечено. Деревья на потоке Звезды достигали высоты 4-6 м, диаметр (на высоте груди) – до 10-15 см. Большинство из них – с деформированным, многократно искривленным стволом, часто многовершинные. Прирост лиственниц был крайне замедленным и равномерным. Сухие останки побегов кедрового стланика, как правило, не поднимаются выше 30 см, диаметр побегов у основания видимой части – не более 5-6 см.

В 1986 г. были отмечены поселившиеся молодые древесные растения – на площади 1 га на выс. около 600 м росли 100 экз. тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch. s. l.), 8 экз. березы, 56 экз. ив (2 вида). Древесные пионеры поселились через 3 года после извержения; высота тополей была 0.5-1.5 м. Временной лаг в заселении связан, видимо, с переотложением и стабилизацией тефры, вымыванием из тефры воднорастворимых продуктов извержения, и более интенсивным разносом семян из прилегающего частично живого леса на древнем потоке.

Общее проективное покрытие живых растений, включая древесные и единичные травянистые, не превышало 5 %. К возрасту 20 лет деревья имели высоту 6-7 м (отдельные – 9 м) и диаметр 8-12 см. Ландшафт разительно преобразился, и в перспективе зеленая листва крон сомкнулась. В первые 20 лет происходило заселение и других растений, как деревьев, так и кустарников, кустарничков, травянистых, а также мхов и лишайников. На следующем этапе сукцессии мощно развившиеся деревья (через 30 лет после извержения размер отдельных тополей достигал 10 м в высоту и 15 см в диаметре), по-видимому, исчерпали возможности своих местообитаний и начали испытывать проблемы с питанием. Об этом говорит замедление прироста (Гришин, 2009а). Отдельные деревья стали усыхать, а наиболее крупные деревья начали вываливаться, поскольку поверхностная корневая система не позволяла удерживать высоко поднятую массу ствола и кроны, уязвимую к действию ветров на открытом пространстве лавовой равнины.

Тополь, заселяющий территорию потока, создает мощный прирост биомассы в вулканической пустыне; регулярно обогащает ее органикой за счет опада листвы. Корневые системы тополя осваивают пространство лавы (трещины, полости и т.п.) и вовлекают в биогеоценотический процесс погребенную почву. Древесина вывалившихся стволов и крон будет разлагаться, создавая субстрат для поселения, а также стабилизируя рыхлую тефру на поверхности лавы, что важно для закрепления растений.

Дальнейшее развитие приведет к смене тополя лиственницей, которая более адаптирована к жестким условиям лавового потока. Эти условия будут многовековым периодом накладывать ограничения и на рост и развитие деревьев и стлаников. Почвенный профиль будет крайне медленно нарастать; ускорять его рост будут новые пеплопады, которые в районе Толбачинского дола происходят в среднем один раз в несколько столетий. Небольшие отложения тефры будут стимулировать развитие экосистем на лаве. Однако мощный пеплопад может снова радикально изменить течение сукцессии.

Воздействие на растительность альпийского и субальпийского поясов. Тефра 1975 г. выпала на сложную поверхность дола, состоящую из напластований лавы разного возраста: от возраста менее 1000 лет до 2000 лет и более. Этим этапам соответствуют разные стадии сукцессии на лаве: от начальных стадий несомкнутого растительного покрова до сомкнутой субклимаксальной альпийской растительности. На пологих ровных склонах старых потоков и вогнутых поверхностях (днища котловин и др.) после серии мощных извержений около 1000 лет назад образовались

участки аккумуляции тефры. Крупнейший из них, с многометровой толщей тефры (Поле Магуськина; показано на цветной карте в: Большое..., 1984), занимает около 10 км². Отложения тефры 1975 г. сгладили на нем последние неровности рельефа и образовали вулканическую пустыню. Источником переотложенной тефры являются вышерасположенные склоны (1200-1500 м н.у.м) в осевой части дола. Таким образом, выпадая на неоднородную поверхность дола, тефра в зависимости от режима переотложения (снос, транзит, стабилизовавшаяся или продолжающаяся аккумуляция) образует различные типы экотопов.

В альпийском поясе в первый год тефра была перераспределена ветром: она аккумуляровалась в оврагах и ложбинах; выпуклые участки постепенно освободились от тефры. Образовались 4 различных типа микроэкотопа и типа зарастания: 1) старые лавовые потоки с развитой, уцелевшей после извержения дерниной, свободные от тефры; 2) молодые, не заросшие до извержения лавовые потоки, свободные или частично свободные от тефры; 3) места современной аккумуляции подвижной тефры – шлаковые поля, 4) места современной аккумуляции неподвижной тефры – днища оврагов, защищенные от ветра микропонижения в рельефе. Сомкнутые и частично сомкнутые растительные группировки были представлены только в первом случае, тогда как растительный покров других экотопов был представлен вновь поселившимися единичными растениями с проективным покрытием в десятые и сотые доли процента.

Распределение растений в первые годы после извержения (Сидельников, Шафрановский, 1983), отражавшее в целом реакцию растительного покрова на поражение пеплопадом и расстояние до источников обсеменения, через 2-3 десятилетия потеряло явную определенность. Сейчас оно отражает дифференциацию местообитаний в зависимости от режима переотложения тефры и характера субстрата, существовавшего до извержения.

Сукцессия в субальпийском поясе протекает в основном на рыхлых отложениях тефры: в местах ее аккумуляции и транзита – на днищах лавовых потоков, в ложбинах и на склонах. Главная особенность этого субстрата – нестабильность, связанная с его постоянным перемещением под действием гравитации, ветра и снега. В этих условиях из ряда поселяющихся пионеров выживать способен лишь длиннокорневищный злак *Leymus interior*. В относительно стабильных экотопах (днища котловин и другие ровные участки) он образует постепенно высокие кочки из прослоев отмершей дернины, пересыпаемой ежегодно тефрой. К настоящему времени высота этих кочек

составляет 70-80 см над поверхностью тефры. Из древесных растений наиболее энергично поселяется и выживает тополь (*Populus suaveolens*), образующий куртины, которые постепенно разрастаются до нескольких метров в диаметре при высоте до 1-2 м. На таких относительно благоприятных для сукцессии участках покрытие растительности может достигать 30-40 %. На местообитаниях с более динамичным субстратом (склоны) процесс гибели и вновь поселяющихся растений происходит непрерывно, и покров разрежен (до 5-10 %).

Перспективы первичной сукцессии в субальпийском поясе на Толбачике связаны с постепенным смыканием кочек *Leymus interior* и куртин тополя. Они являются центрами стабилизации субстрата и к ним тяготеют другие поселяющиеся виды, включая древесные (*Salix* spp., *Betula platyphylla*). Следующая стадия сукцессии вероятно будет связана с прогрессом доминантов РП субальпийского пояса, кустарников и деревьев (*Alnus fruticosa*, *Pinus pumila*, *Larix cajanderi*, *Betula ermanii*). Длительность сукцессии будет дифференцирована экотопически в зависимости от характера субстрата, режима переотложения тефры на первых стадиях, и близости к стене уцелевшей растительности. В условиях субальпийского пояса (как и в более суровых условиях альпийского), при доминировании подстилающего лавового субстрата, сукцессия, как было показано ранее (Гришин, 1992), является весьма длительной и может протекать многие сотни лет. Новые извержения, случающиеся здесь с интервалом в несколько сотен лет, могут снова прерывать ход сукцессии, останавливая экологические часы.

Таким образом, степень поражения, расстояние до сохранившейся растительности, тип и степень стабильности субстрата, высотное положение конкретного местообитания можно отнести к основным факторам современного состояния растительного покрова Толбачинского дола.

Почвенный покров

Прежде, чем приступить к описанию почвенного покрова Толбачинского дола, дадим короткие пояснения по поводу обозначений почвенных горизонтов, используемых ниже. Традиционно буквой А обозначается гумусово-аккумулятивный горизонт, сформированный на поверхности почвы (даже если в настоящее время он погребен), содержащий гумифицированный органический материал, образованный на месте и находящийся в тесной связи с минеральной частью почвы. Грубогумусовый горизонт АО отличается от описанного выше присутствием значительного количества грубого органического вещества, то есть вещества с низкой степенью

гумификации, с большим количеством растительных остатков, не утративших своего исходного строения. Подстилочно-торфяной горизонт О сложен еще менее разложившимся органическим веществом (степень разложенности не более 50 %) без примеси, либо лишь с небольшой примесью минерального материала. Символ С обозначает рыхлую почвообразующую породу, строение которой не изменено или лишь незначительно изменено процессами почвообразования. В нашем случае это пирокластический материал разной размерности – от шлака до пепла. Если же процессы педогенеза наложили некоторый отпечаток на вулканический материал (появление коричневых пленок на поверхности частиц, присутствие существенного количества живых или отмерших корней и других растительных остатков в слое), то такой горизонт обозначался нами как переходный – АС. Плотной подстилающей породе (представленной на исследованной территории глыбами лавовых потоков) соответствует символ D, если же пустоты между глыбами были заполнены гумусированным мелкоземом до какой-то глубины, слой обозначался как AD. Наконец, на поверхности тефры БТТИ местами встречалась сцементированная мхами или лишайниками корочка, которая морфологически и по физико-химическим свойствам отличалась от нижележащего сыпучего материала. По своим характеристикам данная корочка не вполне соответствует гумусово-слаборазвитому горизонту W современной российской классификации (Классификация..., 2004), а другого обозначения для нее пока не предусмотрено. Поэтому предварительно мы обозначили ее как K, так как этот символ еще не занят для обозначения других диагностических горизонтов.

Изученные почвы Толбачинского дола и склона вулкана Толбачик по строению профиля можно разделить на 3 основных группы.

Почвы первой группы занимают наиболее обширные площади в пределах изученной территории. Эти почвы, распространенные между Северным и Южным прорывами БТТИ 1975-1976 г.г. имеют следующую общую схему строения. Их поверхностный слой представлен пирокластическим материалом БТТИ – черным шлаком, а в южной части ареала – еще и слоем черного песка, залегающего над шлаком (очевидно, продукт извержения Южного прорыва БТТИ). Мощность шлака в районе г. Пра-Высокая составила 238 см, к югу она постепенно уменьшается примерно до 20 см, а затем, по мере приближения к конусу Южного прорыва, опять начинает возрастать, достигая в 1 км от него 84 см. Это увеличение мощности поверхностного слоя тефры происходит за счет появления слоя песка поверх слоя шлака. В верхней части рассматриваемого слоя

при продвижении от конусов Северного прорыва к конусу Южного прорыва БТТИ появляется вначале скрепленная мхами корочка толщиной 1-2 см, а затем и подстилка из мхов и хвоя. В непосредственной близости от Южного прорыва подстилка и корочка не наблюдаются. Под поверхностным слоем пирокластического материала обнаруживаются хорошо сохранившиеся гумусовые (А) и/или грубогумусовые (АО) горизонты общей мощностью 3-14 см, некогда сформированные под листовничным лесом. Ниже следует типичный профиль слоисто-пепловой вулканической почвы, состоящий из погребенных аккумулятивно-гумусовых горизонтов толщиной 2-11 см, слоев пирокластического материала, в той или иной степени измененных процессами педогенеза (АС) и из практически не затронутых почвообразованием слоев тефры (С). Среди последних выделяются 1-2 маркирующих слоя светло-серой или желтовато-палевой супеси, мощностью 2-9 см каждый. Наборы перечисленных горизонтов в разных изученных разрезах различаются. В некоторых из них другие погребенные органо-аккумулятивные горизонты (кроме лежащих непосредственно под поверхностным слоем тефры) отсутствуют. Конкретные примеры строения профилей данной группы показаны на рис. 3 (первые 4 разреза).

Профили почв второй группы представляют собой не почвенно-пирокластический чехол, а скорее набор слоев пирокластических отложений, часть из которых затронуты педогенными процессами, но обычно в небольшой степени. То есть они состоят из горизонтов С и АС, а, например, в разрезе 3-06 на глубине 107-230 см нами не было обнаружено ни одного горизонта, который можно было бы обоснованно назвать даже АС – настолько слабо преобразованная тефра слагает эту толщу. В местах распространения почв данной группы, по-видимому, уже до БТТИ листовничники отсутствовали, так как под поверхностным слоем шлака не обнаруживается хорошо развитого гумусово-аккумулятивного горизонта, как в почвах первой группы. Его место занимает горизонт АС, представляющий собой коричнево-темно-серый песок, содержащий небольшое количество хорошо разложившегося органического вещества. Других следов процесса почвообразования в нем не прослеживается. Распространены почвы рассматриваемой группы в 10 км и более к северу от конусов Северного прорыва БТТИ (р. 1-06, 2-06, 3-06). Сюда же можно отнести разрез 4-06 (рис. 3), заложенный в 1 км севернее конуса Южного прорыва БТТИ, вблизи границы сплошного нагромождения лавовых глыб потока 1975-1976 г.г., примыкающего к конусу. Поверхностное образование, описываемое этим разрезом, можно

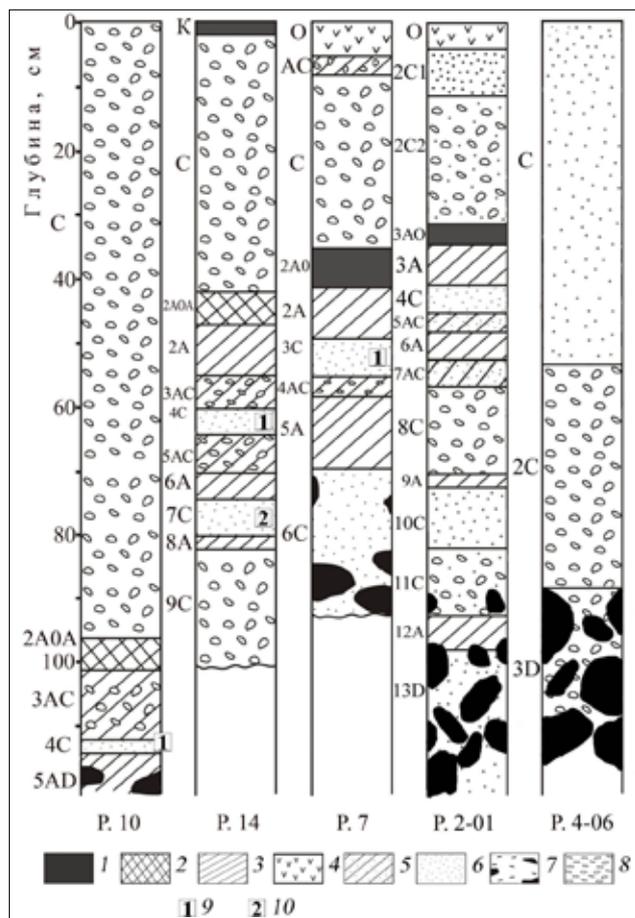


Рис. 3. Строение профилей слоисто-пепловых вулканических почв Толбачинского дола на примере отдельных разрезов: р. 10 – погибший лес, р. 14 – сильно повреждённый лес, р. 7 – слабо повреждённый лес, р. 2-01 – практически не повреждённый лес, р. 4-06 – относительно молодой лавовый поток. 1 – грубогумусовые горизонты (АО); 2 – горизонты, переходные между грубогумусовыми и аккумулятивно-гумусовыми (АОА); 3 – аккумулятивно-гумусовые горизонты (А); 4 – лесная подстилка (О); 5 – горизонты, переходные между органоминеральными и минеральными (АС), 6 – песок и супесь; 7 – камни разной размерности; 8 – пемза и шлак, 9-10 – первый и второй от поверхности светло-серые слои пирокластических отложений вулкана Шивелуч.

отнести к почвам (экопочвам по И.А. Соколову (2004)) лишь в том смысле, что сейчас на нем формируется растительный покров, хотя и очень разреженный.

Почвы третьей группы распространены на молодых лавовых потоках, где глыбы лавы выходят на дневную поверхность или залегают недалеко от нее. Они имеют простое строение и не содержат многочисленных погребенных горизонтов, так как лава уничтожила все предыдущие следы почвообразования. Успевший сформироваться на ней горизонт А или АС был засыпан шлаком во время последнего извержения. В качестве примера приведем описание одного из разрезов.

Разрез 5 - 06

Расположен в 2 км севернее конуса Южного прорыва БТТИ. Относительно молодой лавовый поток «Звезда». Крупные глыбы лавы выступают на поверхность, между ними залегают шлак. Разрез заложен на ровном месте. Растительность представлена разреженными зарослями тополей, ольхи, березы; встречается рябина, лиственница, кедровый стланик. Высота деревьев до 5 м. Напочвенный покров – отдельные куртины иван-чая и латки лишайников. Проективное покрытие – около 20 %.

С 0–23 см. Очень темно-серый до черного, крупный песок с примесью мелкого шлака (диаметр частиц – несколько мм), встречается опавшая неразложившаяся хвоя, сухой, рыхлый, сыпучий, есть живые корни, верхняя корочка (мощностью 1 см) отслаивается и состоит из более крупных частиц шлака диаметром 1–10 мм, переход резкий.

2А 23–26 см. Коричневый, погребенный гумусовый горизонт, супесчаный, сырой, содержит неразложившиеся растительные остатки, залегают на сплошном слое лавовых глыб.

Дальнейшее углубление разреза невозможно.

По морфологическим параметрам все изученные нами почвы, согласно (Классификация..., 2004), должны быть отнесены к типу слоисто-пепловых. В настоящее время в этом типе выделяется лишь один подтип – типичные.

Некоторые свойства, изученные нами в почвах Толбачинского дола и склона вулкана Толбачик, приведены в таблице.

Актуальная кислотность, о которой мы судим по величине рН водного, варьируется в разных горизонтах разных почв изученной территории от среднекислой до слабощелочной, но преобладающей является близкая к нейтральной. Наиболее кислыми оказались погребенные гумусово-аккумулятивные и грубогумусовые горизонты (рН водный от 4.77 до 6.67). Причем, как правило, чем ближе к дневной поверхности находится погребенный горизонт, тем выше его актуальная кислотность. Переходные горизонты АС и АД могут быть от слабокислых до близких к нейтральным (рН водный 5.94–6.94).

Наиболее высокими значениями водного рН (6.44–8.5) характеризуется слой тефры БТТИ. Но корочки на его поверхности, сплошные или фрагментарные, имеют слабокислую реакцию среды за счет того, что растительность, особенно лишайники, выделяют в ризосферу определенное количество органических кислот. Там же, где корочек или лесной подстилки на дневной поверхности не наблюдается (р. 5-06, 4-06) поверхностный сантиметровой слой почвы имеет близкую к нейтральной реакцию среды, хотя рН

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ПОЧВЫ ТОЛБАЧИНСКОГО ДОЛА (КАМЧАТКА)

Реакция среды слоисто-пепловых вулканических почв Толбачинского дола

Горизонт	Глубина, см	рН		Горизонт	Глубина, см	рН	
		H ₂ O	KCl			H ₂ O	KCl
Разрез 20 (погибший лес)				Разрез 10 (погибший лес)			
К	0 - 1	5.93	4.65	С	0 - 2	6.58	5.20
С	5 - 15	8.20	6.75	С	2 - 96	6.44	5.47
С	20 - 22	8.10	6.67	2A0A	96 - 101	6.06	5.08
С	30 - 50	8.50	6.70	3AC	101 - 112	6.46	5.27
2A0C	238 - 242	5.93	5.13	4C	112 - 114	6.15	5.04
2A	242 - 251	6.31	5.29	5AD	114 - 120	6.35	5.15
3C	251 - 264	6.19	5.14				
4AC	264 - 270	6.30	5.16				
Разрез 11 (сильно поврежденный лес)				Разрез 14 (сильно поврежденный лес)			
К	0 - 1	5.22	4.12	К	0 - 2	5.36	4.42
С	1 - 65	6.71	5.69	С	2 - 42	6.45	5.47
2A0A	65 - 68	Не опр.		2A0A	42 - 47	4.77	3.91
Разрез 7 (слабо поврежденный лес)				2A	47 - 55	5.70	4.23
О	0 - 5	5.62	4.78	3AC	55 - 60	5.94	4.64
AC	5 - 8	6.36	5.25	4C	60 - 64	6.06	4.89
С	8 - 35	6.44	5.33	5AC	64 - 70	6.16	5.02
2A0	35 - 41	5.30	4.38	6A	70 - 74	6.17	5.09
2A	41 - 49	5.60	4.59	7C	74 - 80	6.72	5.71
3C	49 - 55	6.04	4.88	8A	80 - 82	6.58	5.65
4AC	55 - 58	6.28	5.08	9C	82 - 100	6.75	5.83
5A	58 - 69	6.35	4.91				
6C	69 - 92	6.33	5.13	Разрез 17 (неповрежденный лес)			
Разрез 21 (молодой лавовый поток, зарастающий тополями)				О	0 - 3	4.72	3.87
				AC	3 - 7	6.13	4.85
С	0 - 53	Не опр.		С	7 - 23	6.45	5.43
2AC	53 - 70	6.56	5.68	2A0A	23 - 29	Не опр.	

в них несколько ниже, чем в нижележащей толще пирокластического материала.

Остальные слои вулканогенного материала, практически не измененные процессами почвообразования (С), можно разделить на две большие группы: слои основного состава (характеризуются темными тонами окраски) и слои среднего – кислого пепла (светло-серая или палево-желтая супесь). Первые по величине актуальной кислотности являются близкими к нейтральным – слабощелочными (рН водный 6.19-7.13), вторые – слабокислыми – близкими к нейтральным (рН водный 5.94-6.72).

Актуальная кислотность профиля в целом определяется сочетанием в нем горизонтов разных видов. Понятно, что выше она будет в почвах, содержащих погребенные гумусово-аккумулятивные горизонты, ниже – в толщах пирокластического материала, слабо трансформированных педогенезом.

Обменная кислотность, как известно, тесно коррелирует с актуальной. Это наблюдалось и в изученных нами почвах. Однако, по существу в настоящее время градиентам, по величине рН солевой они в большинстве случаев

относятся к более «кислым» группам (вплоть до сильнокислых), чем по величине рН водного.

Обменная кислотность поверхностного слоя тейфы БТТИ изменялась в разных разрезах от слабокислой до нейтральной (рН солевой 5.15-6.75) и лишь в одном случае оказалась среднекислой – под современной лесной подстилкой в р. 2-01. Корочки же под растительностью на поверхности рассматриваемого субстрата были сильно- и среднекислыми (рН солевой 4.01-4.65).

Самый широкий диапазон изменчивости обменной кислотности наблюдался в погребенных гумусово-аккумулятивных горизонтах. Здесь она менялась от сильнокислой до близкой к нейтральной в разных разрезах (рН солевой от 3.91 до 5.69, в одном случае – 6.00). Немного уже данный диапазон в переходных горизонтах AC и AD – рН солевой 4.64–6.00.

Наконец, наблюдается различие по рассматриваемому показателю в слоях пирокластического материала, не измененного почвообразованием, имеющего разную природу. В средних – кислых по составу светлоокрашенных пеплах обменная кислотность варьируется

от средней до близкой к нейтральной (рН солевой 4.88-5.82), в слоях основной темноокрашенной тефры – от слабой до нейтральной (рН солевой 5.14-6.12).

В нескольких исследованных разрезах почв была определена величина гидролитической кислотности, которая, как известно, является наиболее полным отображением потенциальной кислотности. По полученным результатам видно, что почвы, характеризующиеся вторым типом строения профиля, обладают очень низкой гидролитической кислотностью (0.18-1.84 мэкв/100 г) во всех видах представленных в них слоев. Почвы с третьим типом строения профиля (на молодых лавовых потоках) также имели очень низкую гидролитическую кислотность и в погребенном гумусово-аккумулятивном горизонте, и в перекрывающей его толще вулканогенных отложений. Но если такие почвы содержали в профиле погребенный грубогумусовый горизонт АО (р. 6-06, не вошедший в таблицу), то гидролитическая кислотность в нем могла быть повышенной (до 6.6 мэкв/100 г). Наиболее потенциально кислыми оказались почвы с первым типом строения профиля. По абсолютной величине рассматриваемого показателя выделяется лесная подстилка, сформированная на поверхности почвы, описываемой разрезом 2-01. Но для органогенных горизонтов существует своя градация по данному свойству, поэтому значение гидролитической кислотности здесь оценивается как низкое. Остальные виды горизонтов и слоев, согласно существующим оценочным шкалам (Костенков, Ознобихин, 2005), имели следующую гидролитическую кислотность: погребенные грубогумусовые горизонты – очень высокую, гумусово-аккумулятивные – повышенную до высокой (6-10.8 мэкв/100 г), переходные горизонты АС – низкую (3.4-3.5 мэкв/100 г), слой светлоокрашенных пеплов – низкую (3.6-4.4 мэкв/100 г) и слой темноокрашенного пирокластического материала, включая поверхностный слой тефры БТТИ, – очень низкую (0.4-2.5 мэкв/100 г). Особо следует отметить, что гидролитическая кислотность поверхностных корочек существенно выше, чем в нижележащей толще вулканических отложений. В корочках под лишайниками ее величина доходит до средней (5.1 мэкв/100 г).

Что касается содержания органического вещества, то в почвах исследованной территории оно в целом невелико, но в отдельных горизонтах может достигать значительных величин. Больше всего его (49-51 %), как и следовало ожидать, в лесных подстилках, успевших сформироваться на поверхности слоя тефры БТТИ на участках леса, слабо поврежденного последним извержением. Высокое и очень высокое содержание

органического вещества (6-20 %) отмечено в погребенных грубогумусовых горизонтах (АО), в погребенных гумусово-аккумулятивных горизонтах этот параметр может варьироваться от 1 до 8 %, но преобладают низкие и средние значения (2-6 %).

В погребенных минеральных (С) и переходных горизонтах (АС и АД) содержание гумуса очень низкое: в слоях кислых – средних пеплов – от 0.4 до 1.5 %, в слоях основных пирокластических отложений – от 0 до 1.2 %, в горизонтах АС и АД – от 0.4 до 1.2 %. Таким образом, аналитические данные не выявляют различий по рассматриваемому показателю между горизонтами С и АС, хотя морфологические различия при полевых описаниях почв явно прослеживаются. По-видимому, органо-минеральные пленки, покрывающие структурные отдельности горизонтов АС и придающие им своеобразную окраску, очень тонки и потому содержат немного органического углерода.

Содержание органического вещества в поверхностном слое пирокластического материала БТТИ составляет всего 0-0.3 %. В верхних 1-2-сантиметровых корочках эта величина больше, она не опускается ниже 0.3 % и может достигать даже 3.5 %.

Понятно, что по причине непедогенной стратификации почв, профильное распределение органического вещества носит нерегулярный характер, часто с несколькими профильными максимумами, приуроченными к погребенным гумусовым горизонтам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

БТТИ вызвало крупнейший в историческое время пеплопад на Камчатке и Курилах, который привел к экологической катастрофе на огромной территории. Другие крупные поражения РП Камчатки и Курил вызывались в основном пеплопадами базальтовых стратовулканов (Чикурачки, 1853 и 1986 г., Авачинский, 1945 г., Алайд, 1972 г., 1981 г., Тятя, 1973 г.), а крупнейшее поражение РП произошло из-за отложения гигантского объема дацитовой тефры – результат извержения вулкана Ксудач в 1907 г. (Гришин, 2003, Гришин и др., 1997, Grishin et al., 1996). Наиболее близким к БТТИ по объему извергнутых вулканитов было извержение вулкана Алайд в 1981 г. Однако это было вершинное извержение наиболее высокого вулкана Курил (2339 м), и существенная часть тефры воздушными потоками была вынесена за пределы острова Атласова, оказав умеренное воздействие на РП (Будников, 1996, Гришин, 2009б).

В результате БТТИ тефра выпала на разнородную поверхность дола, повредив как зрелые

леса и стланики на древних лавовых потоках, так и серийную растительность, восстанавливающуюся в ходе крайне длительных сукцессий на более молодых потоках. Эффект поражения зависел: от мощности и гранулометрического состава отложений тефры, типа растительности, высотного положения РП, степени зрелости экосистемы (включая развитость почвенно-пирокластического чехла). Выпадение тефры в разгар вегетации усугубило поражение РП. Это было хорошо заметно при сравнении с последствиями извержения вулкана Алаид в 1981 г., когда уцелели заросли ольхового стланика, перенесшие выпадение грубой тефры мощностью до 65 см. В районе Толбачинского дола ольховник погибал при мощности отложений около 40 см. То же можно сказать и о лесах из березы каменной при сравнении с февральским (1945 г.) извержением Авачинского вулкана. Береза в районе Авачинского, по нашим исследованиям, частично уцелела при отложениях тефры до 40-50 см.

Интересен район дола был и масштабами поражения хвойных – лиственницы, ели и кедрового стланика. Это был крупнейший – по площади поражения под воздействием пеплопада – массив горных лиственничных лесов во всем Курило-Камчатском регионе. Другое существенное поражение лиственничных лесов отмечено во время пеплопада, сопровождавшего катастрофическое извержение вулкана Шивелуч в ноябре 1964 г. Однако лиственница на Шивелуче почти полностью погибла при существенно меньшей мощности отложений (20 см), но более грубой тефры – размер лапилли 1-5 см (Гришин и др., 2000). Поражение лиственничников в феврале 2005 г. произошло вследствие воздействия раскаленной пирокластической волны (Гришин, 2009а).

Среди факторов поражения РП дола доминировали механические (облом верхушек, ветвей, обдирание побегов, коры, хвои, листьев и др.) и химические (отравление воднорастворимыми веществами и газами), а также запыление листьев и хвои тонкой тефрой, что вело к ослаблению фотосинтеза и угнетению растений. Термическое воздействие при существенном (несколько километров) удалении от прорыва не происходило, так как мелкая тефра быстро остывала во время падения. Раскаленные бомбы разлетались сравнительно недалеко – до 2-3 км, и на таком удалении были относительно редкими в общем объеме тефры.

Восстановление РП в лесном поясе займет от нескольких десятков лет для частично поврежденной растительности (мощность отложений тефры – несколько сантиметров) до сотен лет в существенно поврежденных (до полной гибели древостоев) сообществах, где отложились де-

сятки сантиметров тефры, и сейчас протекает вторичная сукцессия. В районах дола, где отложились многометровые толщи тефры, и образовалась шлаковая пустыня, началась первичная сукцессия, которая может быть сопоставима по длительности с сукцессией на лаве.

Почвам Толбачинского дола, с одной стороны, присущи морфологические свойства, характерные для типа слоисто-пепловых почв в целом, с другой стороны, они обладают некоторыми особенностями, по сравнению с почвами других районов активного вулканизма (Шляхов, Гришин, 2009). Более того, даже в пределах Толбачинского дола исследованные почвы неоднородны по строению и морфологии, хотя и должны быть отнесены к одному почвенному типу согласно существующей классификации. Кислотно-основные свойства и содержание органического вещества изученных почв варьируются в достаточно широких пределах и зависят от природы конкретного горизонта или слоя (соотношение педогенных и литогенных процессов, принявших участие в его формировании, характер минерального компонента, глубина залегания).

Список литературы

- Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
- Ариунушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.
- Большое трещинное Толбачинское извержение (1975-1976 гг., Камчатка). М.: Наука, 1984. 638 с.
- Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Пономарева В.В. и др.* Тефрохронологические и геохронологические исследования Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов // Вулканология и сейсмология. 1981. № 3. С. 14-28.
- Будников В.А.* Пирокластика современных базальтовых извержений. Владивосток: Дальнаука, 1996. 160 с.
- Быкасов В.Е.* Шлаково-пепловый чехол извержения 1975 г. и поражение растительности Толбачинского дола // Вулканология и сейсмология. 1981. № 1. С. 76-78.
- Виноградов В.Н.* Современное оледенение районов активного вулканизма. М.: Наука, 1975. 104 с.
- Гришин С.Ю.* Сукцессии подгольцовой растительности на лавовых потоках Толбачинского дола // Ботанический журнал. 1992. Т. 77. № 1. С. 92-100.
- Гришин С.Ю.* Растительность субальпийского пояса в Ключевской группе вулканов. Дальнаука: Владивосток, 1996. 156 с.

- Гришин С.Ю.* Крупнейшие вулканические извержения XX столетия на Камчатке и Курильских островах и их влияние на растительность // Известия Русского географического общества. 2003. Т. 135. Вып. 3. С. 19-28.
- Гришин С.Ю.* Гибель леса на вулкане Шивелуч под воздействием палящей пирокластической волны (Камчатка, 2005 г.) // Экология. 2009а. № 2. С. 158-160.
- Гришин С.Ю.* Растительный покров вулканического острова Атласова (Курильские острова) // Известия Русского географического общества. 2009б. № 10. С. 57-65.
- Гришин С.Ю., Крестов П.В., Верхолат В.П.* Влияние катастрофического извержения вулкана Ксудач (Камчатка, 1907 г.) на лесную растительность // Комаровские чтения. Вып. 43. Владивосток: Дальнаука, 1997. С. 210-244.
- Гришин С.Ю., Крестов П.В., Верхолат В.П., Якубов В.В.* Восстановление растительности на вулкане Шивелуч после катастрофы 1964 г. // Комаровские чтения. Вып. 46. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 73-104.
- Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева и др. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Костенков Н.М., Ознобихин В.И.* Научное обоснование снятия и использования плодородного слоя почв при открытых разработках полезных ископаемых // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 193-201.
- Новограбленов П.Т.* Среди гигантов (путешествие вокруг Ключевского вулкана в 1927 г.) // Изв. ГРГО. 1929. Вып. 1. С. 25-39.
- Семенов В.И.* В краю горячих источников. Петропавловск-Камчатский: Дальиздат. Камч. отделение, 1988. 143 с.
- Сидельников А.Н., Шафрановский В.А.* Влияние извержения вулкана Толбачик 1975-1976 гг. (Камчатка) на растительность. Лесоводственные исследования на Сахалине и Камчатке. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 107-144.
- Сидельников А.Н., Шафрановский В.А.* Заращение пеплово-шлаковых отложений вулкана Толбачик (Камчатка) // Ботанический журнал. 1983. № 6. С. 812-817.
- Соколов И.А.* Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: «Гуманитарные технологии», 2004. 288 с.
- Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1966. Т. 27. Ч. 2. 184 с.
- Шляхов С.А., Гришин С.Ю.* Морфологическое разнообразие и особенности кислотно-основных свойств слоисто-пепловых вулканических почв района вулкана Карымский (Камчатка) // Вестн. КрасГАУ. 2009. Вып. 5. С. 9-16.
- Grishin S.Yu., Moral del R., Krestov P.V. et al.* The succession following catastrophic eruption of Ksudach volcano (Kamchatka, 1907) // Vegetatio. 1996. V.127. № 2. P.129-153.

VEGETATION AND SOILS OF THE TOLBACHIK AREA (KAMCHATKA)

S.Yu. Grishin, S.A. Shlyakhov

Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok

On the basis of the original materials obtained since 1978, the authors examine soil and vegetational cover within the zone of the strongest basalt eruption in Kamchatka. An intense ashfall in the summertime of 1975 caused the fall of enormous quantity of volcanites (0.7 km³). The ashfall destroyed vegetational cover over 100 km² and damaged it over even larger territory. We consider the vegetational cover that existed prior to the eruption, the impact of the ashfall on the forest and alpine vegetation, and unclosed vegetation of the old lava flows. We calculated the area of the damaged vegetational cover and revealed the damage factors. The authors compared the damage factor of the vegetational cover caused by other ashfalls of the last century in Kurile-Kamchatkan region. Regional soils were studied for the first time.

Keywords: vegetation, soils, eruptions, ashfall, lava, succession, Tolbachik.