

УДК 581.524.323.(571.645)

ПОРАЖЕНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСТРОВЕ МАТУА (КУРИЛЫ, 2007 г.) ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГАЗОВОЙ ЭМИССИИ ВУЛКАНА ПИК САРЫЧЕВА

© 2013 С.Ю. Гришин

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

В статье рассматривается поражение древесной растительности на склоне вулкана Пик Сарычева (Курильские острова) летом 2007 г. Обсуждается ряд причин, которые могли бы привести к гибели растительности; сделан вывод, что масштабная (на площади около 1.5 км²) гибель зарослей ольхового стланика произошла вследствие газового выброса, главным образом, двуокиси серы.

Ключевые слова: растительность, поражение, газовые эмиссии, Матуа, вулкан Пик Сарычева.

ВВЕДЕНИЕ

Изучая фотоснимки, сделанные участниками экспедиции Курильского биокompлексного проекта (Комплексная ..., 2008) в 2007 г. на о. Матуа, автор обнаружил в поясе ольховника резко выделяющуюся по цвету зону, расположенную на пологом юго-восточном склоне вулканического сооружения. Эта зона была отчетливо видна на снимках, сделанных как со стороны юго-восточного побережья острова (рис. 1), так

и сверху, с вершины вулкана. В отличие от яркой зелени ольховника, обширная зона выделялась бурым, серо-бурым или зеленовато-бурым цветом (оттенки различались на фотографиях, сделанных разными камерами и в разных условиях освещенности). Возникло предположение, что зона состоит из крупного массива зарослей усохшего ольхового стланика (опрос авторов снимков показал, что эта зона не привлекла их внимания). Однако было неясно, с чем связано это явление. Предварительный анализ показал,

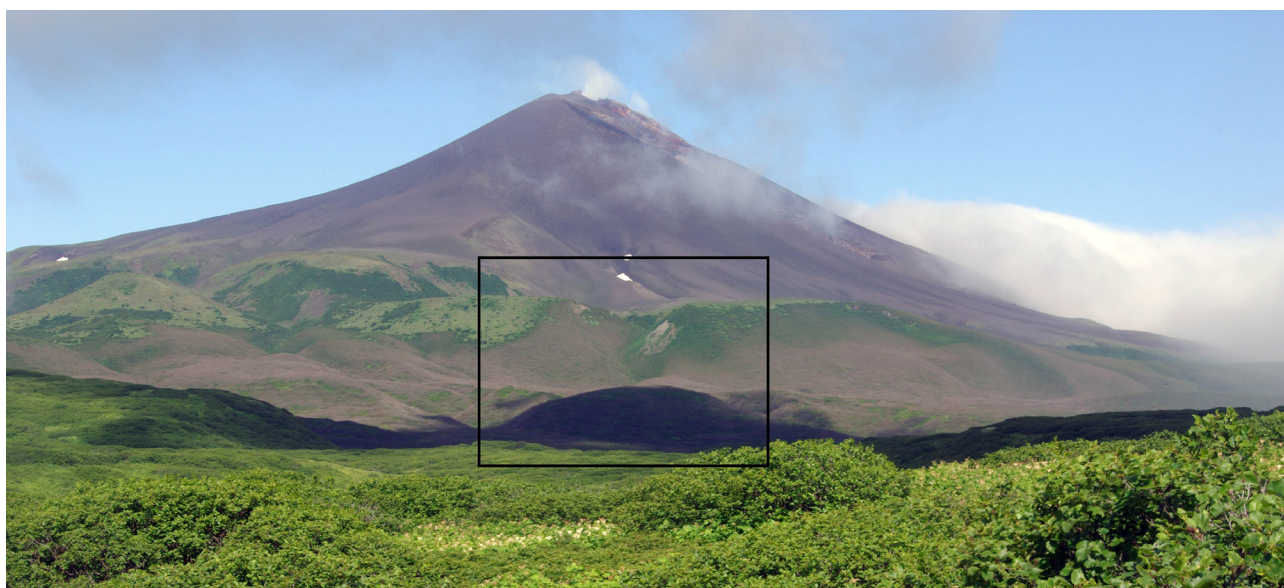


Рис. 1. Вид на вулкан Пик Сарычева с юго-востока. Начало августа 2007 г. Отчетливо видна зона поражения ольховника. Рамкой выделен участок поражения, показанный на рис. 4. Фото А.К. Клитина.

что в вулканическом районе гибель древесной растительности в данных условиях могла быть вызвана рядом причин, среди которых: пеплопад, воздействие пирокластических волн, воздействие газового выброса из кратера, химическое воздействие вследствие просачивания газов через почву, воздействие погодных экстремумов (вымерзание), пожар, воздействие биологических агентов (насекомых, ржавчинных грибов и т.п.). Изучение спутниковых и наземных фотоснимков разных лет, а также полевое обследование, проведенное автором в августе 2010 г., позволило выявить параметры зоны поражения растительности, наиболее вероятные дату и причину ее гибели, а также оценить перспективы восстановления.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Матуа — небольшой (площадь ~ 52 км²) уединенный остров в центральной части Курильского архипелага (рис. 2). Остров имеет длину ~ 12 км и ширину до 6 км. Его северо-западную, расширенную половину занимает

один из активнейших вулканов Курильских островов — Пик Сарычева (высота 1446 м). От вулкана на юго-восток понижается длинный пологий склон, сложенный древними лавовыми потоками. Возраст этих лав, предположительно, более 1000 лет, они полностью покрыты стланиками и лугами. Интенсивный вулканизм в значительной мере определяет природу о. Матуа; только за последнее столетие существенные и особо сильные извержения произошли в 1928, 1930, 1946, 1976 и 2009 гг. Извержения вулкана по характеру были эксплозивными, часто эффузивно-эксплозивными; продукты современных извержений представлены андезибазальтами. В июне 2009 г. произошло очень крупное извержение, в ходе которого было извергнуто ~ 200 млн. м³ (Гришин и др., 2010), а по другой оценке — более 400 млн. м³ вулканитов (Левин и др., 2009). В результате извержения преимущественно пирокластическими потоками и волнами, а также лавовыми потоками и лахарами, был уничтожен растительный покров северо-западной половины острова. Природные условия острова Матуа, включая рас-

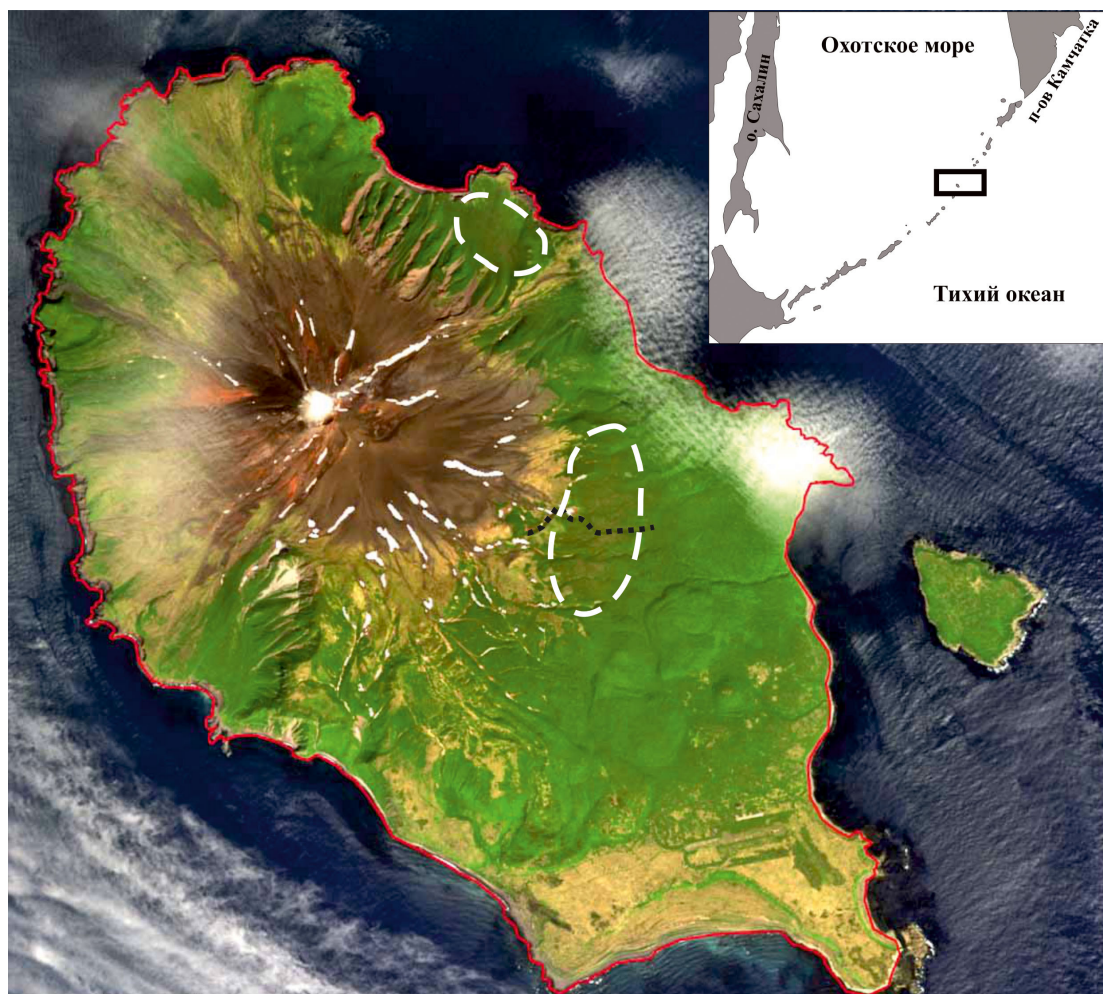


Рис. 2. Фото со спутника ALOS, 4 июля 2007 г. Зоны сплошного поражения ольховника выделены белым пунктиром. Черный пунктир показывает трассу прохождения лахара, изображенного на рис. 4.

тительный покров, влияние вулканизма на него, а также особенности воздействия на растительность последнего мощного извержения 2009 г. рассмотрены в недавно опубликованных статьях (Гришин, 2011а, 2011б, Гришин, 2012а, 2012б, Гришин, Терехина, 2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучение серии спутниковых фотографий (Landsat, ASTER/Terra) позволило установить, что зона поражения появилась в 2007 г. По измерениям на фото со спутника ALOS от 4.7.2007 г. (рис. 2) выявлены два массива пострадавшего ольховника, суммарной площадью около 1.5 км². Первый массив достаточно ясно выделялся на юго-восточных отрогах вулканического сооружения (высотный интервал — 200–450 м н.у.м., про-

тяженность по склону ~ 1.5 км, глубина ~ 0.7 км), второй — менее четко на северо-восточном склоне (в результате извержения 2009 г. вся растительность этого склона погибла под воздействием пирокластических волн). Как видно на наземных ландшафтных фотоснимках, между сплошь усохшими и живыми зарослями выражена переходная зона. Протяженность по склону зоны полного и частичного поражения древесной растительности достигает около 5 км.

Растительный покров на вулкане Пик Сарычева представлен зарослями ольхового стланика (ольховника) *Alnus fruticosa* с участием лугов. На юго-восточных склонах вулкана сомкнутый пояс стлаников и лугов до извержения 2009 г. поднимался до 400–480 м н.у.м.

В августе 2010 г., в ходе изучения последствий извержения 2009 г. для экосистем острова, расти-

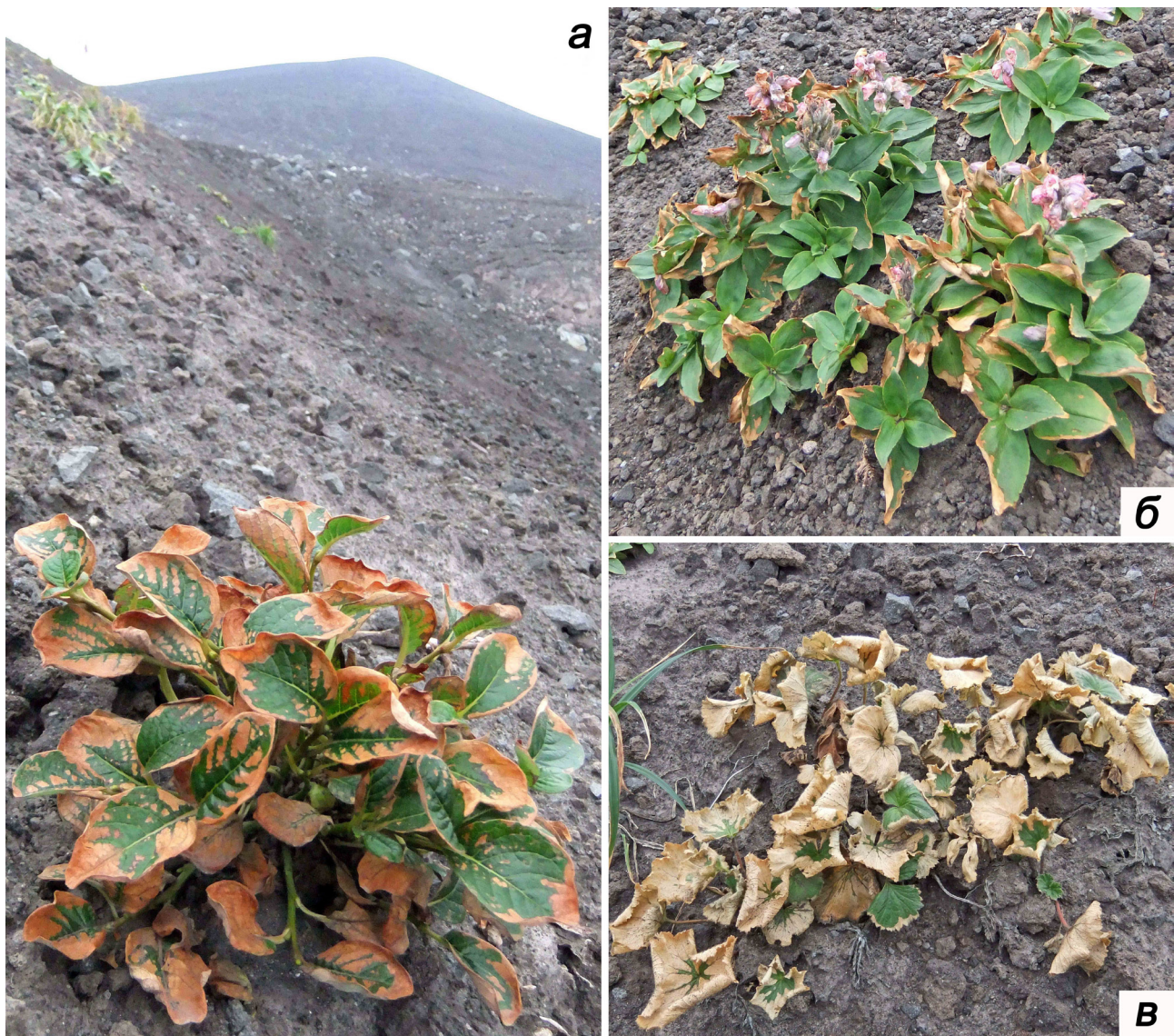


Рис. 3. Растения, пораженные выбросами газа: ива Накамуры *Salix nakamura* (а), пеннелиант кустарниковый *Pennellianthus frutescens* (б), лжегравилат калужницелистный *Parageum calthifolium* (в) на южном склоне вулкана. Фото автора, 24 августа 2010 г.

тельность южного и юго-восточного склонов вулкана была обследована автором. Газовые выделения вулкана обнаруживали себя как в постоянно наблюдаемом мощном паро-газовом шлейфе из кратера, так и в явных следах воздействия на живую природу. В поясе шлаковых отложений, на высоте более 700 м (сниженный альпийский пояс) постоянно встречались растения с признаками химического поражения. Листья травянистых и кустарниковых растений были частично или полностью покрыты некротическими пятнами (рис. 3), а на высоте ниже 400 м, оказавшись на наветренном склоне в период интенсивной газовой эмиссии из кратера вулкана, можно было ощущать резкий запах SO_2 . В зоне предполагаемого воздействия (в поясе стлаников) древесная растительность действительно оказалась погибшей. Были совершены два маршрута по руслам сухих ручьев, которые пересекли зону поражения: один в центральной, другой — в краевой части зоны. По обоим руслам в июне 2009 г. здесь прошли небольшие лахары: в краевой части — малый, водно-грязевой, а в центральной части зоны — более крупный шлаковый пирокластический поток, трансформировавшийся в водно-шлаково-грязевой лахар (длина его в поясе ольховника составила около 1700 м). По бортам русел расположены полосы ободранных (без коры и частью без ветвей) лахаром побегов ольховника (рис. 4), резко отличающихся белой ошкуренной древесиной от коричневатых стволов и ветвей усохшего в 2007 г. ольховника, почти полностью сохранивших кору (Гришин, 2012а).

В центральной части зоны поражения (рис. 1) сделано описание состояния ольховника. Стланик представлен сомкнутыми зарослями высотой до 4 м, диаметр оснований стволов — 10-12 см. Заросли сплошь погибшие (рис. 5), но местами часть стволов имеет живые побеги в виде тонких веточек или небольшую живую часть кроны. Погибшие и засыхающие стволы начали терять кору (участками отсутствует до ~ 10-20 % коры); часто без коры оказываются верхние побеги, в результате чего погибшие заросли издали дают дымчато-серый аспект. Другие стволы, имеющие отдельные живые побеги, сохранили кору. Под пологом ольховника иногда встречаются мелкие, высотой до 1-1.5 м кусты живой



Рис. 4. Трасса прохождения лахара (Л) по старому руслу. Видны заросли погибшего и ошкуренного лахаром ольховника вдоль русла и зона погибшего от воздействия газов ольховника (ПР) на среднем плане. Фото автора, 20 августа 2010 г.



Рис. 5. Заросли погибшего ольховника в зоне сплошного поражения. Фото автора, 20 августа 2010 г.

рябины бузинолистной (*Sorbus sambucifolia*). Травяной покров под пологом целиком погибшего ольховника сомкнут, представлен вейником (*Calamagrostis langsdorffii*), либо золотарником (*Solidago paramuschirensis*) и папоротником щитовником расширенным (*Dryopteris expansa*). Следы пожара, механического и термического повреждения на стволах и ветвях, а также свежие вулканические отложения отсутствуют. Помимо зоны сплошного усыхания ольховника (погибшего в 2007 г.), была выражена обширная переходная зона между погибшими и живыми зарослями. На периферии этой переходной зоны сухой ольховник представлен отдельными небольшими участками (площадью ~ 4-10 м²) среди массивов живого стланика. Та же ситуация наблюдалась и на вулк. Миякедзима (острова Идзу, Япония): помимо зоны сплошной дефолиации была выражена зона, где наблюдалось чередование нормальных деревьев и деревьев, потерявших листву (Kamijo, Hashiba, 2003).

Когда произошло поражение растительности? Наземные снимки, зафиксировавшие ясно выраженную зону поражения, сделаны в начале августа 2007 г. Тогда же было выявлено, что кратер вулкана был заперт лавовой пробкой, на поверхности которой действовали полтора десятка фумарол (Клитин, 2008). Зона поражения ольховника впервые стала видна на спутниковых сним-

ках ALOS от 4 июля и Landsat от 5 июля 2007 г. Наземные снимки, выполненные 21 июня 2007 г., показывают еще живой, неповрежденный ольховник (рис. 6а), причем в стадии начала распускания листьев (вид на переднем плане). Таким образом, воздействие состоялось вскоре после данной съемки, в интервале 22 июня — 3 июля 2007 г. Судя по сплошному бурому цвету зарослей на наземных снимках, выполненных в августе, листья ольховника ко дню, когда произошло воздействие, развернулись, и в результате поражения побурели. Следовательно, по нашему мнению, само воздействие состоялось приблизительно 1 июля. Пораженные листья опадают не сразу, а на 1-1.5 месяца раньше сезонного листопада. По этой причине они находились на ветвях еще в первой половине августа, когда были сделаны ландшафтные фотоснимки (рис. 6б). Следующие 3 летних сезона ольховник, испытавший поражение, стоял без листьев, а травяной покров (пострадавший в условиях затенения в меньшей степени) не только восстановился, но и, при отсутствии затенения лиственной кроны стланика, мог успешно развиваться. В результате общий бурый аспект пораженных зарослей 2007 г. сменился в 2008-2010 гг. неброским серозеленоватым аспектом, плохо выделяющимся на спутниковых снимках, и не столь явно (как в 2007 г.) — на наземных фотографиях.

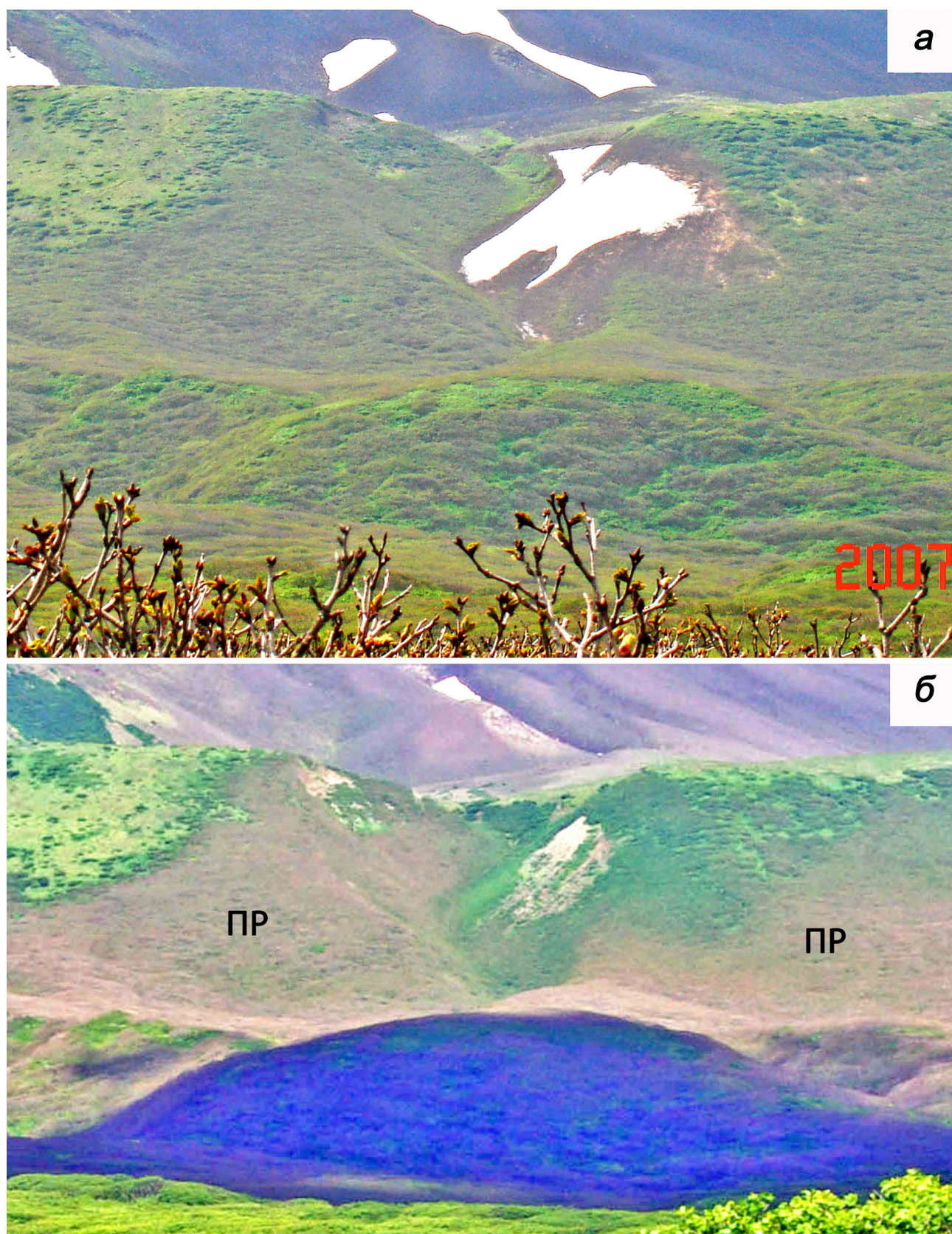


Рис. 6. Фото 2007 г. (соответствует участку, выделенном рамкой на рис. 1): ольховый стланик находится в стадии распускания листьев и еще не поврежден (фото Е.М. Верещаги и И.В. Витер) 21 июня (а); отчетливо видна зона поражения растительности (ПР). Фото А.К. Клитина, начало августа 2007 г. (б).

Надо отметить, что летом 2010 г. на значительной части острова наблюдались остатки мертвой древесной растительности, погибшей в июне 2009 г., в результате мощного извержения вулк. Пик Сарычева. Пирокластические потоки, с сопровождающими их пирокластическими волнами, превратили конус вулкана в вулканическую пустыню. Если первые полностью погребли растительность подножий склонов вулкана, то газово-песчаные волны обугливали и обдирали стволы ольховника, оставив на ряде склонов обширные массивы мертвых зарослей. По степени воздействия на заросли ольховника и по распределению отложений стало возможным индизировать масштабы и интенсивность прохождения волн, а также судить о температуре раскаленных газово-песчаных шквалов. По состоянию стволов и ветвей с опаленной, ошкуренной и абрадируемой древесиной был выявлен ряд по интенсивности воздействия: от обточенных и частично обугленных коротких остатков стволов до внешне неповрежденных (с целой корой и тонкими побегами), но погибших зарослей.

Лахары возникли вследствие воздействия раскаленных масс пирокластики и пирокластических волн на снеговой покров. Лахары уничтожили стланиковую и, частично, луговую растительность вдоль русел ручьев и на пологой равнине, где растеклись отложения конусов выноса. Масса потока сдирает рыхлый грунт, почвенный и растительный покровы, обнажая местами склоны до скальных (лавовых) выходов. Подвергшиеся воздействию «ободраные» склоны и деформированные останки древесной растительности (состоявшие почти исключительно из зарослей ольхового стланика), являются четким индикатором интенсивности воздействия лахара. В норме ветви-стволы ольховника, достигающие здесь 4 м в высоту и 10-15 см в основании стволов, наклонены вниз по склону. После прохождения лахара ветви были ободраны (ошкурены, древесина абрадируется) и все стволы, находящиеся близ русла, были единообразно повернуты по течению ручья (т.е. приблизительно на 90°).

Таким образом, летом 2010 г. на о. Матуа наблюдались 3 категории погибших зарослей ольховника: погибших в результате прохождения лахаров 2009 г.; погибших от воздействия пирокластических волн 2009 г. (побеги были повреждены в зависимости от интенсивности воздействия волн в разной степени: от внешне почти не нарушенных до редуцированных до состояния обточенных и обугленных пенечков); погибших в результате воздействия 2007 г. Погибшие, но внешне почти ненарушенные заросли последних двух категорий были очень

похожи друг на друга. Заросли, погибшие от воздействия пирокластических волн (в зоне минимального уровня воздействия), отличались лишь наличием свежих отложений пирокластического материала на почве. Соотношение площадей погибших зарослей по перечисленным категориям, выявленное по спутниковым снимкам, следующее: ~ 0.25 км², 5 км², 1.5 км².

ОБСУЖДЕНИЕ

Выявлено, что летом 2007 г. на склоне вулкана Пик Сарычева произошло усыхание (гибель) ольховника на большой территории. Гибель древесной растительности в данных условиях могла быть вызвана рядом причин:

- воздействием пеплопада;
- воздействием пирокластических волн;
- химическим воздействием вследствие газового выброса из кратера;
- химическим воздействием вследствие просачивания газов через почву;
- гибелью древесной растительности вследствие вымерзания;
- пирогенным фактором;
- воздействием биологических агентов.

В результате пеплопадов происходит, главным образом, механическое и химическое воздействие на растительность, а также запыление листвы. Поражение зарослей ольховника в результате пеплопадов изучалось автором на курильских вулканах Алаид (Гришин и др., 2009) и Чикирачки. Было выявлено, что ольховник сравнительно устойчив к пеплопадам, и может выживать при мощности отложений тефры от 30 до 60 см. Однако в 2007 г. пеплопадов на о. Матуа зафиксировано не было.

Гибель ольховника в результате воздействия пирокластических волн наблюдалась на вулканах Шивелуч (Камчатка, 2005 г. и 2010 г.) и Пик Сарычева (2009 г.). Факторы поражения: термическое, механическое и химическое воздействие. Однако в период между 1976 г. и 2009 г. извержения с образованием пирокластических волн на о. Матуа отмечено не было.

Химическое воздействие вследствие газового выброса из кратера — редкий и малоизученный тип воздействия; в России гибель древесной растительности по этой причине ранее не фиксировалась.

В Калифорнии был выявлен вынос CO₂ через глубинные трещины в почву и воздействие газа через корневые системы на хвойные деревья, что вызвало их гибель (Farrar et al., 1995). Характерные особенности этого явления: древний потухший вулкан, локальное понижение в рельефе у подножия вулкана, небольшие участки гибели деревьев. Это еще более ред-

кое явление, в России также не зафиксировано. Некоторый его аналог отмечен в камчатской «Долине смерти» – локальном участке в долине р. Гейзерной (Кроноцкий заповедник, восточная Камчатка), где периодически возникает опасная концентрация сероводорода, двуокиси углерода и других газов.

Поражение древесной растительности вследствие вымерзания возможно в районах особо низких и контрастных температур в результате погодных экстремумов. Однако ольховник устойчив к низким температурам, благодаря чему успешно растет, например, в прибрежных районах Чукотки (Беликович, 2001). При этом он избегает районов, где сочетаются особо низкие температуры и неглубокий снеговой покров. Зима на о-ве Матуа в условиях морского климата мягкая, средняя температура воздуха в январе -6.3° соответствует средней для широты 48° . Интенсивные осадки в холодный период года создают мощный снеговой покров, не стаивающий, судя по спутниковым снимкам, до середины апреля. Дольше всего (до середины мая) снеговой покров задерживается на тихоокеанской стороне острова, именно там, где произошло поражение ольховника. Спутниковый снимок ASTER/TERRA от 26 мая 2007 г. показал, что снегом была перекрыта почти вся зона поражения. Таким образом, весной 2007 г. ольховник до июня был хорошо защищен снегом от вымерзания. В период метеонаблюдений максимально поздний заморозок на о. Матуа отмечен 3 июля (Справочник..., 1970). Заметим, что метеостанция находилась на низкой террасе (выс. 55 м н.у.м.); в таких условиях вследствие температурной инверсии период с заморозками может продолжаться дольше, чем на прилегающих склонах. Конец июня на острове – прохладный период со среднесуточной температурой воздуха около $6-7^{\circ}$. Однако для холодовыносливого ольховника это не является препятствием: он начинает расти, еще находясь под снегом (Елагин, 1963). Наземная фотография показала, что 21 июня 2007 г. листва ольховника была в стадии распускания. По этой причине покров стланика в горах (дальний план на том же снимке) имеет еще несколько бурый аспект. Таким образом, масштабное и сплошное поражение ольховника (как это произошло в конце июня – начале июля 2007 г.) вследствие вымерзания крайне маловероятно.

Воздействие пожара при наземном обследовании очевидно и сомнений не вызывает. Отметим, однако, что заросли ольховника настолько устойчивы к пожарам, что на Камчатке его рекомендуют сажать для формирования противопожарных кулис (Елагин, 1963). За 11 сезонов полевых работ на 5 островах северных Курил автор видел единственный след выго-

рания небольшого участка стланика. Но это был кедровый стланик, а пожар был явно связан с пребыванием людей в популярном для экскурсий месте (урочище «Черные озера», недалеко от г. Северо-Курильск на о-ве Парамушир).

Предположение о воздействии биологических агентов (насекомых, ржавчинных грибов и др.) было исключено после консультаций со специалистом по пиреномицетам д.б.н. Л.Н. Васильевой и специалистом по флоре Курил д.б.н. В.Ю. Баркаловым (оба являются сотрудниками Биолого-почвенного института ДВО РАН).

Исключив из рассмотрения природные явления, которые в данных условиях не могли быть факторами поражения, и учитывая имеющиеся факты, мы приходим к выводу, что гибель ольховника, наиболее вероятно, произошла вследствие воздействия вулканических газов, а именно сернистого газа SO_2 (сернистый ангидрид, диоксид серы). При окислении этого газа образуется серный ангидрид. Последний, смешавшись с туманом или слоем низко лежащих облаков, образовал аэрозольное облако серной кислоты (или кислотный дождь в условиях моросящих осадков). Это привело к тяжелым ожогам и сплошным некрозам листвы ольховника. Вероятно, также была подкислена почва. Имеются данные (Николаевский, 1979), что воздействие сернистого газа на растения происходит более разрушительно при увеличении температуры и освещенности (воздействие 2007 г. происходило в условиях наиболее длинного светового дня), повышенной влажности воздуха (в условиях тумана или мороси она была максимальной), в начале вегетационного сезона (данная ситуация). Ситуацию усугубила, по-видимому, редкая комбинация особо мощного и/или длительного выброса газа, безветрия и густого тумана (низкой облачности), которая способствовала образованию аэрозольного облака H_2SO_4 , зависшего на склоне. Подтверждением реальности газовых выбросов служит то, что в августе 2010 г. на юго-восточных склонах вулкана выше 700 м постоянно встречались растения со следами химического поражения.

Вулканические газы, как известно, один из важнейших компонентов, выделяемых вулканами. Вулканические газы выделяются как в период извержений, так и между ними. В ходе извержений в районе вулкана происходит концентрация газов эруптивного облака, которые формируют кислотные дожди; большое количество газов и легкорастворимых веществ поступают в окружающую среду вместе с извергнутой пирокластикой; выявлено также образование газов при взаимодействии раскаленной лавы и пирокластики с морской водой (Sutton, Elias, 1993).

В периоды между извержениями могут наблюдаться газовые эмиссии из кратеров вулканов, фумарольных и сольфатарных полей, а также выявлены случаи поступления газов через трещины в почву (Farrar et al., 1995). Надо отметить, что газы, по мнению очевидцев ряда извержений последних десятилетий на Камчатке и Курилах, явно воздействовали на растительность во время эруптивных событий; однако отделить эффект поражения газами от воздействия мощно действующих пеплопадов, запыления, а иногда и термического поражения, без детальных измерений и анализов в период извержения, как правило, невозможно.

Двуокись серы SO_2 является одним из основных вулканических газов, наряду с CO_2 , а также H_2O в виде пара. В ходе извержения вулкан Пик Сарычева в июне 2009 г. со спутника Ауга зафиксировали огромное количество двуокиси серы. Так, 13 июня 2009 г. с 02:05 до 02:11 UTC в районе вулкана на площади $\sim 68\,479\text{ км}^2$ было зарегистрировано содержание 55.5 тыс. т SO_2 (Гришин и др., 2010). При крупнейших извержениях зафиксированы колоссальные выбросы этого газа; например, в ходе Толбачинского извержения 1975 г. было вынесено 1.6 млн. т (Большое..., 1984), а при извержении вулкана Пинатубо (Филиппины) в 1991 г. — 20 млн. т (Guo et al., 2004).

Двуокись серы обладает ярко выраженным фитотоксическим действием; токсичность обусловлена негативным воздействием на скорость транспирации, дыхания и фотосинтеза растений (Николаевский, 1979, Кислотные дожди, 1989). Воздействия вулканических газов на растительность — явления, довольно редко фиксируемые в ненаселенных районах севера. Они были отмечены на вулк. Августин (Алеутские острова) в 2006 г. (<http://www.avo.alaska.edu/images/image.php?id=10885>), где древесная растительность, как и на о-ве Матуа, также представлена зарослями ольховника. На вулкане Кудрявый (о-в Итуруп, Курилы) в августе 1994 г. газы из зоны фумарол были вынесены мощными ветрами тайфуна «Робин» и повредили растительность на склоне вулкана в полосе шириной около 500 м (Соловьев, 1995). В густонаселенных тропиках эмиссии вулканических газов могут быть реальной угрозой здоровью людей и наносить ущерб естественной растительности и сельскохозяйственным культурам. По этой причине на Гавайских островах вулканический смог (*vog*), образующийся в результате взаимодействия SO_2 с кислородом воздуха и водяным паром при участии солнечного излучения, повреждает растительность и является объектом постоянного мониторинга (Nelson, Sewake, 2008). На вулкане Миякедзима (Япония) в 2000 г. произошло умеренное эксплозивное извержение, при котором

живые компоненты экосистем сильно пострадали не только от последствий пеплопада, но главным образом от мощных эмиссий двуокиси серы и сероводорода. Так, зимой 2000–2001 гг. ежедневно выбрасывалось в среднем 48000 тонн двуокиси серы, что привело к масштабной дефолиации лесов на острове (Kamijo, Hashiba, 2003).

Необходимым условием воздействия является относительная близость источника газов к растительности. Промеры, выполненные по спутниковым снимкам для 12 активных вулканов Камчатки и Курил, постоянно выбрасывающих газы, показали, что на вулкане Пик Сарычева расстояние между кратером и зарослями ольховника одно из самых минимальных: по горизонтали — 2.5 км, по вертикали — около 1 км. Аналогичные признаки поражения растений газами отмечались на двух других вулканах — Кудрявом (о. Итуруп) и Карымском (Камчатка) (Соловьев, 1995, Grishin et al., 2000), где расстояния между кратерами вулканических структур и растительностью также невелико. Если на вулкане Кудрявом зона поражения была выражена в виде полосы, протягивающейся от кратера, то на вулк. Пик Сарычева она представляла собой неявно выраженный овал, растянутый вдоль склона. Конфигурация зоны поражения говорит о том, что на о. Матуа происходила не «продувка» газами в узком секторе (как на вулкане Кудрявый), а относительно длительное воздействие газов, трансформировавшихся, по-видимому, в аэрозольное облако серной кислоты, зависшее на склоне. В связи с этим и поражение растительности на вулкане Кудрявый было поверхностное (химический ожог листьев; вместо побуревшей листвы из почек вскоре начала восстанавливаться новая листва), а на вулк. Пик Сарычева — глубокое, которое привело не только к сплошной дефолиации, но и к гибели зарослей на большой площади.

Благодаря тому, что часть растений ольхи стала «оживать», формируя побеги из почек на стволах, в зоне поражения через несколько десятилетий можно прогнозировать пестрый покров из комбинации участков погибших и частично восстановившихся ольховников. На фоне быстрого распада древостоя из сухих побегов ольховника, доминирование могут захватить луговые травы, создав плотный и высокий покров, возможно с участием кустарников (ив, рябины бузинолистной). Этот покров будет препятствовать возобновлению ольховника. Контактировать с луговыми участками будут участки восстанавливающегося ольховника, также с густым покровом трав и кустарников. Возможно, некоторое конкурентное преимущество на какое-то время получит и, воспользовавшись этим, разрастется, уцелевшая после газовой

атаки рябина. Не исключено, что комплексный (лугово-стланиковый) растительный покров юго-восточных склонов вулкана есть наследие как мощного пеплопада, случившегося приблизительно в 1760 г., так и газовых атак недавнего прошлого. Комплексную структуру такого рода автор наблюдал у растительности, восстанавливающейся после пеплопада 1981 г. на восточном склоне вулкана Алайд (Гришин и др., 2009).

Интересно, что верхний предел пояса ольховника на юго-восточных склонах вулкана окаймляют кусты устойчивой к газам рябины бузинолистной, экологически замещающей заросли кедрового стланика, широко распространенные на Курилах. Возможно, это результат адаптации растительного покрова острова к вулканическим воздействиям в виде газовых атак, пеплопадов, пирокластических волн. При этом, если сильные извержения вулкана Пик Сарычева, сопровождаемые пирокластическими волнами и пеплопадами, происходят не чаще, чем 1-2 за столетие, то газовые эмиссии могут быть очень частыми. Не исключено, что и выпадение из растительного покрова о-ва Матуа кедрового стланика, наблюдавшегося в XVIII в. и отсутствующего в XX в. (Гришин, 2012б), связано с эпизодическими особо мощными газовыми атаками. Сосны, по сравнению с лиственными породами, очень уязвимы к воздействию сернистого газа (Николаевский, 1979).

Автор признателен Е.М. Верещаге и И.В. Витер за возможность провести полевые исследования на о. Матуа в 2010 г. и за фотографии, выполненные в период 2003-2009 гг., а также А.Б. Белоусову, А.К. Клитину, Т.К. Пинегиной, Н.Г. Разжигавой, С.А. Чиркову за фотографии из экспедиции 2007 г. Благодарю за консультации по растительному покрову А.В. Беликович, Л.Н. Васильеву, В.Ю. Баркалова. Исследования поддержаны грантами РФФИ 11-05-98604, 13-05-00686.

Список литературы

- Беликович А.В.* Растительный покров северной части Корякского нагорья. Владивосток: Дальнаука, 2001. 420 с.
- Большое трещинное Толбачинское извержение (1975-1976 гг., Камчатка). М.: Наука, 1984. 638 с.
- Гришин С.Ю.* Воздействие вулканических извержений на растительный покров острова Матуа (Курильские острова). Известия РГО. 2011а. № 3. С. 79-89.
- Гришин С.Ю.* Воздействие на окружающую среду мощного извержения вулк. Пик Сарычева (Курильские острова, 2009 г.) по данным космической съемки // Исследования Земли из Космоса. 2011б. №. 2. С. 92-96.
- Гришин С.Ю.* Лахары на вулкане Пик Сарычева (Курильские острова) при извержении 2009 г. и их воздействие на окружающую среду // Геориск. 2012а. № 4. С. 56-63.
- Гришин С.Ю.* Кедровый стланик на острове Матуа (Курилы): факторы его выпадения из растительного покрова в XVIII в. и пути появления в XXI в. Изв. РГО. 2012б, № 4. С. 51-63.
- Гришин С.Ю., Гирина О.А., Верещага Е.М., Витер И.В.* Мощное извержение вулкана Пик Сарычева (Курильские острова, 2009 г.) и его воздействие на растительный покров // Вестн. ДВО РАН. 2010. № 3. С. 40-50.
- Гришин С.Ю., Баркалов В.Ю., Верхолат В.П. и др.* Растительный и почвенный покров острова Атласова (Курильские острова) // Комаровские чтения. Владивосток. 2009. Выпуск 56. С. 64-119.
- Гришин С.Ю., Терехина Н.В.* Растительный покров острова Матуа (Курильские острова) // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2012. Вып. 59. С. 188-229.
- Елагин И.Н.* Заросли ольхового стланика на Камчатке / Леса Камчатки и их лесохозяйственное значение. М.: Изд-во АН СССР. 1963. С. 313-323.
- Кислотные дожди / Израэль Ю.А., Назаров И.М., Прессман А.Я. и др.. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 270 с.
- Клитин А.К.* Курильский дневник // Вестник Сахалинского музея: Сахалинский обл. краевед. музей. 2008. № 15. С. 337-353.
- Левин Б.В., Фицхью Б., Бурджуа Д. и др.* Комплексная экспедиция на Средние Курильские острова в 2007 г. (II этап) // Вестник ДВО РАН. 2008. № 3. С. 111-123.
- Левин Б.В., Рыбин А.В., Разжигавая Н.Г. и др.* Комплексная экспедиция «Вулкан Сарычева-2009» (Курильские острова) // Вестник ДВО РАН. 2009. № 6. С. 98-104.
- Николаевский В.С.* Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.
- Соловьев А.В.* Экспедиция в кальдере Медвежья. Вестник Сахалинского областного краеведческого музея. 1995. № 1. С. 163-167.
- Справочник по климату СССР. Вып. 34. Л.: Гидрометеиздат, 1970. Ч. 2. 200 с.
- Farrar C.D., Sorey M.L., Evans W.C. et al.* Forest-killing diffuse CO₂ emission at Mammoth Mountain as a sign of magmatic unrest // Nature. 1995. V. 376, P. 675-678.
- Guo S., Bluth G., Rose W. et al.* Ke-evaluation of SO₂ release of the 15 June 1991 Pinatubo eruption using ultraviolet and infrared satellite sensors // Geochemistry geophysics geosystems. 2004. V. 5. № 4. 31 p.

- Grishin S.Yu., Krestov P.V., Verkholat V.P.* Influence of 1996 Eruption in the Karymsky volcano group, Kamchatka, on vegetation // *Natural History Research*. 2000. № 7. P. 39-48.
- Kamijo T., Hashiba K.* Island Ecosystem and Vegetation Dynamics before and after the 2000-Year Eruption on Miyake-jima Island, Japan, with Implications for Conservation of the Island's Ecosystem // *Global Environmental Research*. 2003. V. 7. P. 69-78.
- Nelson S., Sewake K.* Volcanic emissions injury to plant foliage (Plant Disease; PD-47). Honolulu (HI): University of Hawaii. 2008. 11 p.
- Sutton A.J., Elias T.* Volcanic gases create air pollution on the Island of Hawaii // *U.S. Geological Survey Earthquakes and Volcanoes*. 1993. V. 24. № 4. P. 178-196.

THE IMPACT ON WOODY VEGETATION ON MATUA ISLAND (the KURILS, 2007) CAUSED BY GAS EMISSIONS FROM SARYCHEV PEAK VOLCANO

S.Yu. Grishin

Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok

The article describes the affected woody vegetation on the slope of Sarychev Peak, the Kuriles, in 2007 and discusses some reasons that could have lead to the vegetation death. Besides, the article provided a conclusion that a large-scale destruction of alder elfin wood was caused by gas emission, chiefly by SO₂.

Keywords: vegetation, affect, gas emissions, Matua, Sarychev Peak Volcano.