

УДК 574.472 +581.524.3 (571.642)

## РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА МАГУНТАН (О. САХАЛИН)

К.А. Корзников

Проведена классификация и ординация 185 описаний растительного покрова, выполненных на учетных площадках 1×1 м. Выделено 9 сообществ, которые слагают 29 видов сосудистых растений и 8 видов мхов. Установлено, что растительные сообщества представляют собой экологический ряд, выстроенный вдоль комплексного стресс-градиента грязевого вулкана. По мере удаления от центра эрупции увеличиваются флористическое богатство (число видов в сообществе) и флористическая насыщенность (число видов в описании), возрастает проективное покрытие, доминирование переходит от узкоэндемичных видов в центре вулкана к *Salix fuscescens* на периферии. Выявлено, что одним из ведущих факторов организации растительного покрова является засоленность субстрата, негативное воздействие которого ослабевает по мере увеличения возраста субстрата. Условия увлажнения вносят дополнительную неоднородность в пространственную структуру растительного покрова.

**Ключевые слова:** грязевой вулкан, растительное сообщество, пространственная структура, засоление, Сахалин.

Грязевые вулканы – это геологические образования, возникающие в результате выбрасывания глинистых масс, минерализованных вод и газов на дневную поверхность или морское дно. Всего на планете по разным оценкам насчитывается от 1200 до 1800 надводных и подводных грязевых вулканов (Холодов, 2002; Dimitrov, 2003; Етиопе, Milkov, 2004), расположенных в 44 «грязевуланических» регионах (Kopf, 2002). Сахалин вместе с Таманью является одним из двух регионов России, где активно действуют грязевые вулканы. На Сахалине в настоящее время функционируют три района проявления грязевого вулканизма. Действующий в течение двух последних десятилетий Лесновский грязевой вулкан (Мельников, Ильев, 1989) к моменту его обследования летом 2013 г. функционирование прекратил.

Несмотря на то что экосистемы таких геологических объектов, как геотермальные поля, гейзеры, сольфатары, грязевые вулканы являются хорошими площадками для изучения реакции организмов и сообществ на стрессовые условия, они все еще остаются мало изученными с экологических и геоботанических позиций. Растительному миру конкретно грязевых вулканов посвящено совсем незначительное количество работ. В зарубежной периодике есть статьи о видовом составе сообществ грязевых вулканов Андаманских островов (Srivastata, Singh, 1962), влиянии грязевого вулкана на состав и разнообразие участков тропического леса о. Борнео (Ting, Poulsen, 2009). Результаты изучения сообществ растений и их динамики на грязевых вулканах Крыма рассмотрены В.В. Корженевским и соавторами (Иванов и др., 1989; Корженевский, Квитницкая, 2011; Korzhenevsky,

Klyukin, 1991). Растительному миру сахалинского грязевого вулкана Магунтан (Главный или Центральный вулкан из группы Пугачевских вулканов) был посвящен целый ряд работ (Попов, 1949; Бухтеева, 1960; Таран, 2003; Баркалов и др., 2006). Особое внимание исследователи обращали на наличие в локальной флоре вулкана узкоэндемичных таксонов – *Primula sachalinensis* Nakai, *Gentianella sugawarae* (H. Hara) Czerep., *Artemisia limosa* Koidz., *Deschampsia tzvelevii* Prob, ареал которых не выходит за границы грязевых полей вулканов Пугачевской группы. Прежние исследования носили главным образом флористический характер и почти не затрагивали фитоценологических вопросов.

Вулкан Магунтан является центральным и самым крупным в группе Пугачевских грязевых вулканов, которые расположены в южной части о. Сахалин, приблизительно в 140 км от областного центра г. Южно-Сахалинск, в 3,5 км западнее берега Охотского моря. Географические координаты центра вулкана Магунтан: 48°13'40'' с.ш. 142°33'50'' в.д. (рис. 1). Место расположения Пугачевской группы вулканов представляет собой слабо всхолмленную низменность шириной 5–6 км, заключенную между двумя горными грядами. Вулкан находится в блюдцеобразном понижении, густо изрезанном сетью ложков и оврагов. Сам вулкан имеет форму слабовыпуклого щита, в центре которого наблюдается поле молодой сопочной брекчии. Группу вулканов полукольцом охватывает р. Вулканка (Чернышевская, 1958; Гурьева, Шарков, 1987).

Климат района характеризуется умеренно холодной многоснежной зимой и умеренно теплым, с

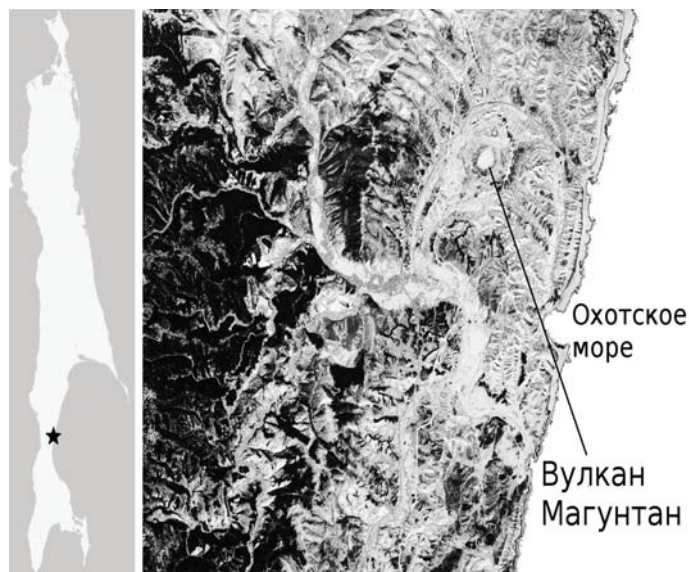


Рис. 1. Местоположение вулкана Магунтан

частыми туманами летом, отличается наибольшим в пределах острова количеством осадков (Земцова, 1968). По данным с ближайшей к вулкану метеостанции в г. Макаров, среднегодовая температура воздуха равна  $0,6^{\circ}\text{C}$ , среднегодовое количество осадков составляет 1274 мм (<http://climatebase.ru/stations/Russia/Sakhalin/>). В рамках геоботанического районирования о. Сахалин (Толмачев, 1955) территория грязевых вулканов относится к подзоне темнохвойных лесов с преобладанием ели. Вулкан Магунтан со всех сторон окружен сырым лиственничным лесом (*Larix cajanderi* Mayr) с незначительным участием *Picea ajanensis* (Lindl. & Gordon) Fisch. & Carr. и *Abies sachalinensis* F. Schmidt. А.А. Таран (2003) отмечает в этом лесном массиве нетипичное для лиственничников Сахалина сочетание видов и определяет его как редкое и реликтовое сообщество, возникшее в условиях сложного геоморфологического образования. Мы предполагаем, что на формирование состава и структуры окружающего вулкан лиственничника влияла деятельность грязевого вулкана. Древостой развивается на грязевых полях давних извержений и в плане имеет концентрическую пространственную структуру, что хорошо заметно на космических снимках местности.

Грязевой вулкан имеет средний диаметр около 500 м, максимальную отметку над уровнем моря 58 м, минимальную – 54 м. Извержения происходят с периодичностью один раз в 2–3 года, а один раз в 70 лет происходят сильные извержения, в результате которых образуются обширные грязевые поля площадью до  $100\,000\text{ м}^2$ . Последнее такое извержение случилось в 2005 г., от всех ранее зафиксированных оно отличалось выбросом больших объемов суб-

страта не только из центрального эруптивного канала, но и новообразовавшегося северо-восточного. Его возникновение привело к появлению грязевого пятна не только в центральной части вулкана, но и на всей его северо-восточной периферии с развитым растительным покровом. Потоки грязи внедрили даже в окружающий вулкан лиственничный лес (Ершов, Мельников, 2007). Твердые продукты извержения вулкана представлены сопочной брекчией, состоящей из сопочного ила (переработанная глинистая масса), составляющего более 99% объема, и малого количества обломков песчаников, кальцита, арагонита. Воды грязевого вулкана отличаются относительно высокой минерализацией ( $3,6\text{ г/л}$ ), наличием таких микроэлементов как йод и бром. По преобладающим ионам относятся к гидрокарбонатно-натриевому типу. Температура воды и субстрата в период покоя вулкана не превышает  $16^{\circ}\text{C}$ , повышается во время извержений до  $29\text{--}32^{\circ}\text{C}$  (Сырык, 1970). Вокруг эруптивных каналов грязевых вулканов формируется необычная экологическая обстановка, что находит отражение в своеобразии состава, структуры и динамики растительных сообществ. С одной стороны, растительный покров вулкана время от времени испытывает нарушения от механических воздействий продуктов извержения – под выбросами сопочной брекчии погребаются растения, сила извержения определяет площадь растительного покрова, который окажется погребенным. После извержений образуется концентрическая в плане территория, свежее грязевое поле, лишенное в течение некоторого времени растительного покрова («мертвая зона»). С другой стороны, выбрасываемые на дневную поверхность разжиженные водой сопочные брекчии насыщены солями и редкими элементами, что исключает возможность произрастания на грязевых полях растений не толерантных к особым экологическим условиям.

### Материалы и методика

В основу исследования растительных сообществ вулкана положены 185 авторских геоботанических описаний, выполненных на грязевых полях вулкана летом 2013 г. Описания проводили на пробных площадках размером  $1\times 1\text{ м}$ . Выбранный размер пробной площади позволил репрезентативно отразить видовой состав описываемого участка растительного покрова в условиях высокой комплексности и мозаичности. Участие растений оценивали по семибалльной шкале проективного покрытия с логарифмически нарастающими интервалами: 5 – 50–100%; 4 – 25–50%; 3 – 10–25%; 2 – 5–10%; 1 – 1–5%; + – 0,1–1%, r –  $<0,1\%$ . Координаты каждой пробной площадки фиксировали с помощью GPS/ГЛОНАСС

навигатора «Garmin eTrex30». Далее высчитывали дистанцию между центром вулкана и точками описаний. Классификацию описаний выполнили с помощью алгоритма TWINSpan, ординацию провели методом анализа соответствия с удаленным трендом (DCA) в программе PC-ORD 4.35. Среднее проективное покрытие сообществ устанавливали путем обратной интерпретации баллов оценки участия видов. Значимость различий фитоценологических показателей сообществ проверяли с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Наличие и тесноту связи между отдельными показателями устанавливали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Всю статистическую обработку проводили в программе STATISTICA 6.0. Химический анализ образцов субстрата провела испытательная лаборатория Сахалинского центра агрохимической службы. Названия сосудистых растений даны по С.К. Черепанову (1995), названия мхов по Ignatov et al., (2006).

### Результаты и их обсуждение

Летом 2013 г. двум главным эруптивным каналам вулкана соответствовали два концентрических

грязевых поля, образовавшиеся в ходе недавних и относительно слабых извержений. Пионерным видом сукцессии на грязевых полях является локальный эндемик вулкана *Deschampsia tzvelevii*. Этот злак поселяется и растет на грязевых выбросах уже в первые месяцы после извержений. На момент обследования одновидовое сообщество из *Deschampsia tzvelevii* (DT) занимало территорию, внешний контур которой совпадал с границами распространения продуктов извержения 2005 г., а внутренний охватывал две «мертвые зоны» вокруг главных эруптивных каналов (рис. 2). Проективное покрытие в сообществе варьирует от 1–2% на участках, примыкающих к «мертвым зонам», до почти 100% у внешних границ. Периодически случающиеся несильные извержения заливают растения у внутренних границ, но на грязевом субстрате вскоре вырастают новые, или, в случае если толщина грязевого слоя невелика, прорастают погребенные. Поэтому контуры и границы сообщества DT с «мертвыми зонами» вулкана динамичны и непостоянны, его площадь возрастает в периоды затишья между извержениями и сокращается после извержений. На более старых грязевых полях



Рис. 2. Схема размещения учетных площадок: DZ – «мертвая зона» вокруг центрального и северо-восточного эруптивных каналов вулкана летом 2013 г., пунктирная линия – приблизительная граница распространения сопочной брекчии и «мертвая зона» вулкана после извержения 2005 г. Аббревиатуры: DT – *Deschampsia tzvelevii*; TP-DT – *Triglochin palustre-Deschampsia tzvelevii*; PS-DT – *Primula sachalinensis-Deschampsia tzvelevii*; GS-PS – *Gentiana sugawarae-Primula sachalinensis*; FR-AL – *Festuca rubra-Artemisia limosa*; EC – *Eleocharis kamtschatica*; D-SF – *Dicranum-Salix fuscescens*; SF-HS – *Salix fuscescens-Hedysarum sachalinense*; SF-CN – *Salix fuscescens-Calamagrostis neglecta*

Т а б л и ц а 1

**Фитоценогические характеристики сообществ вулкана. Звездочкой (\*) обозначены показатели сообществ значимо различающиеся ( $p < 0,001$ ) согласно результатам однофакторного дисперсионного анализа**

| Показатель  | Сообщество |            |            |            |            |            |            |            |  |  |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|--|
|   | TP-DT      | PS-DT      | GS-PS      | FR-AL      | EC         | D-SF       | SF-HS      | SF-CN      |  |  |
| Количество описаний                                       | 8          | 26         | 36         | 19         | 11         | 26         | 28         | 31         |  |  |
| Флористическое богатство*                                 | 4          | 9          | 12         | 10         | 13         | 16         | 20         | 21         |  |  |
| Число видов сосудистых растений с const > 30%             | 2          | 4          | 7          | 8          | 1          | 8          | 9          | 5          |  |  |
| Флористическая насыщенность сосудистых растений (min-max) | 2-4        | 2-6        | 3-10       | 4-7        | 1-7        | 3-10       | 4-12       | 3-7        |  |  |
| Средняя флористическая насыщенность сосудистых растений*  | 2,37±0,26  | 3,27±0,23  | 4,8±0,23   | 5,16±0,21  | 3,09±0,49  | 5,12±0,32  | 5,82±0,31  | 4,77±0,23  |  |  |
| Среднее проективное покрытие сообществ*                   | 16,81±3,32 | 53,23±5,41 | 52,4±5,30  | 20,47±4,99 | 34,86±5,87 | 68,25±6,77 | 82,59±4,23 | 89,48±3,49 |  |  |
| Среднее проективное покрытие сосудистых растений*         | 16,8±3,32  | 52,69±5,52 | 21,64±1,95 | 16,11±4,38 | 34,86±5,87 | 44,42±6,71 | 74,45±4,64 | 49,13±4,10 |  |  |
| Удаление от центра (медианное значение)*                  | 107,5      | 92,0       | 110,5      | 146,0      | 150,0      | 165,5      | 209,0      | 271,0      |  |  |

П р и м е ч а н и е. Аббревиатуры сообществ те же, что на рис. 2.

остальной территории вулкана развиваются 8 типов сообществ, которые мы выделили по группам описаний, полученных с помощью алгоритма TWINSpan. Фитоценологические показатели сообществ отражены в табл. 1.

Сообщество *Triglochin palustre*–*Deschampsia tzvelevii* (TP–DT) формируется у западных внешних границ сообщества DT, в местах избыточно-го увлажнения. В пределах этого сообщества участие *Deschampsia tzvelevii* относительно невелико, а *Triglochin palustre* L. хоть и многочислен, но большого покрытия не дает. По мере удаления от главного эруптивного канала вулкана постепенно начинает встречаться *Primula sachalinensis*, и там, где избыточное увлажнение отсутствует, располагается сообщество *Primula sachalinensis*–*Deschampsia tzvelevii* (PS–DT). На чуть большем расстоянии от центра вулкана появляется другой эндемик вулкана *Gentianella sugawarae*. Вместе с *Allium maximowiczii* Regel, *Festuca rubra* L., немногочисленными мхами они формируют сообщество *Gentianella sugawarae*–*Primula sachalinensis* (GS–PS.). Еще дальше от центра вулкана наиболее сухие микроэкоотопы на приподнятых участках, а также вблизи побочных грязевых грифонов заняты сообществом *Festuca rubra*–*Artemisia limosa* (FR–AL). Оно отличается невысоким проективным покрытием, полидоминантностью и выравненностью состава. В перечисленных сообществах центральной части вулкана отмечены 5 видов мхов: *Dicranum japonicum* Mitt., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Pohlia* Hedw. sect. *Pohlia*, *Barbula unguiculata* Hedw., *Bryum* sp., причем последние четыре изредка встречаются даже в пионерном сообществе DT.

Обширные площади в средней части грязевого вулкана занимает сообщество *Dicranum*–*Salix fuscescens* Andersson (D–SF). В состав этого сообщества наряду с видами из центра вулкана входят *Ptarmica alpina* (L.) DC., *Parnassia palustris* L., *Juncus gracillimus* (Buchenau) Krecz. & Gontsch., *Eleocharis kamtschatica* (C.A. Mey.) Kom., появляется *Hedysarum sachalinense* B. Fedtsch. Высоким становится участие мхов, большие площади заняты *Dicranum japonicum* Mitt. и *D. leioneuron* Kindb. Оба вида встречаются вплоть до внешней границы вулкана, причем *Dicranum leioneuron* тяготеет к более периферическим участкам растительного покрова. Здесь также отмечен *Campyllum stellatum* (Hedw.) C.E.O.Jensen.

На периферии вулкана и у опушки лиственничника в условиях умеренного увлажнения *Hedysarum sachalinense* начинает доминировать, а частота встречаемости и проективное покрытие мхов снижаются, формируется сообщество *Salix fuscescens*–*Hedysarum*

*sachalinense* (SF–HS), наиболее богатое и насыщенное видами. Эндемики из центральной части вулкана в его состав уже не входят, зато в композиции сообщества появляются *Cirsium kamtschaticum* Ledeb. ex DC., *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., B. Mey. & Schreb., *Sanguisorba tenuifolia* Fisch. ex Link, *Artemisia integrifolia* L., подрост и взрослые, но миниатюрные деревца *Larix cajanderi*. Вполне обычны в составе сообщества *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, *Carex cespitosa* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. На более увлажненных площадях периферической части вулкана распространено сообщество *Salix fuscescens*–*Calamagrostis neglecta* (SF–CN). Его образуют, помимо ивы и вейника, виды-гигрофиты *Carex cryptocarpa* C.A. Mey., *Sium suave* Walter, *Caltha palustris* L., *Carex caespitosa*, *Carex limosa*, *Sanguisorba tenuifolia*, а также влаголюбивые виды, входящие в состав других сообществ вулкана. Очень редко встречаются *Oxycoccus palustris* Pers. и *Dactylorhiza aristata* (Fisch. ex Lindl.) Soó. Ко мхам добавляется *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr.

Сообщество *Eleocharis kamtschatica* (EC) занимает самые влажные участки грязевых полей вулкана, на которых в годы с большим количеством осадков можно даже увидеть водоплавающих птиц. Вместе с *Eleocharis kamtschatica* иногда могут встречаться осоки и ситники (*Juncus nodulosus* и *J. gracillimus* (Buchenau) Krecz. & Gontsch.).

Границы между сообществами размыты и не явны. Исключением является резкий переход от сообщества с доминированием *Deschampsia tzvelevii* к другим фитоценозам вулкана на границе распространения грязевых выбросов извержения 2005 г. Резкая граница между сообществами в этом случае объясняется существенным различием экологических условий на молодом и более старых грязевых полях. Однако уже в 2013 г. мы впервые наблюдали на субстрате извержения 2005 г. первые всходы *Primula sachalinensis*.

Первую ось ординационной диаграммы можно интерпретировать как связанную с удалением от центра вулкана, а вторую – как связанную с увлажнением (рис. 3). Коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $R$ ) между ДСА-координатами описаний по оси 1 и их расстоянием от центра вулкана составляет 0,743 ( $p < 0,001$ ). Проективное покрытие сосудистых растений, общее проективное покрытие на площадках и флористическая насыщенность также положительно коррелируют с осью 1,  $R$  соответственно составляет 0,360; 0,507; 0,353 ( $p < 0,001$ ). К разным полюсам оси 2 разошлись описания сообществ SF–CP и EC, приуроченных к увлажненным участкам, а также тяготеющее к более мезофитным микроэкоотопам сообщество SF–HS. На диаграмме заметно, что растительный по-

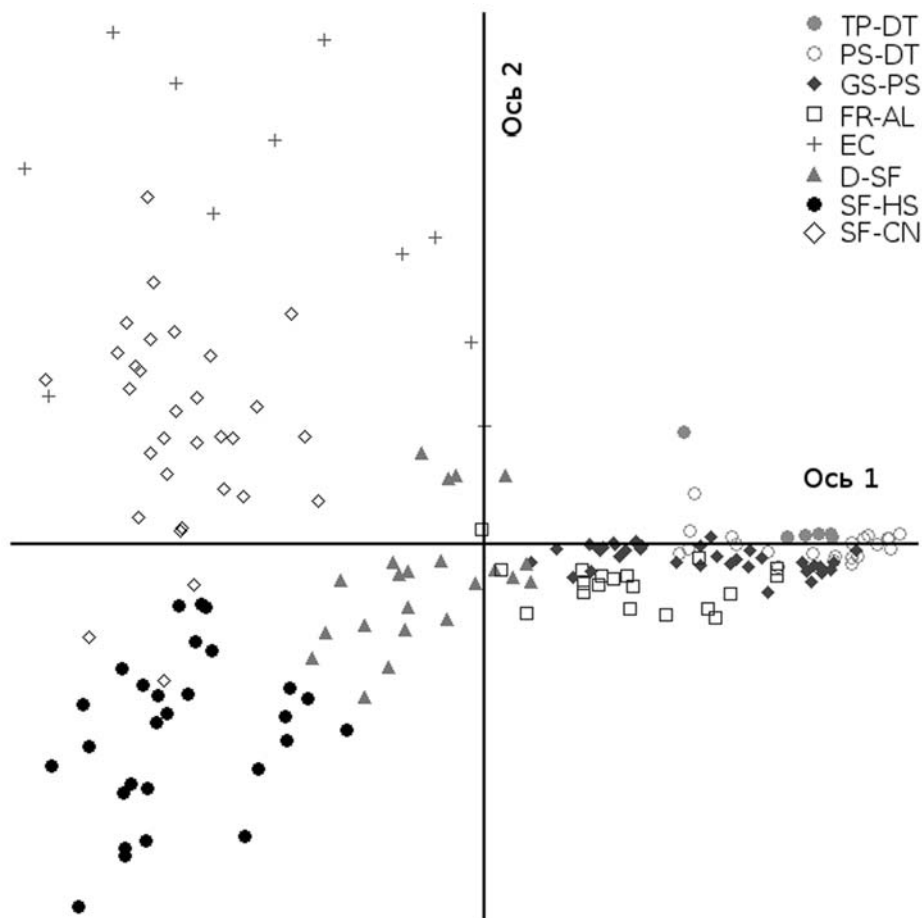


Рис. 3. DCA-ординация описаний сообществ вулкана Магунтан. Ось 1 интерпретируется как связанная с расстоянием от центра вулкана, возрастом субстрата (увеличиваются справа налево), концентрацией токсичных для растений соединений в субстрате (уменьшается справа налево). Ось 2 интерпретируется как связанная с увлажнением (уменьшается снизу вверх). Аббревиатуры сообществ те же, что на рис. 2

кров вулкана представляет собой постепенный непрерывный ряд изменения флористического состава, что не мешает, однако, выделению из него более или менее дискретных единиц, сходных по составу и структуре.

Чем дальше участок растительного покрова находится от центра вулкана, тем старше субстрат, на котором произрастают растения. Нарушения растительного покрова на окраинах вулкана происходят только после очень сильных извержений. Два известных извержения такой силы произошли в 1934 и 2005 гг., но и они затрагивали лишь отдельные секторы территории вулкана (Мельников, 2011). По мере увеличения возраста грязевых полей за счет процессов выветривания снижается засоленность субстрата, увеличивается содержание элементов минерального питания растений, происходит формирования почвенного слоя. Такие закономерности были выявлены при изучении почвообразования на грязевых вулканах Крыма (Иванов и др., 1989). В табл. 2 приведены некоторые химические показате-

ли субстрата под двумя соседними сообществами ранних этапов сукцессии. Исходя из этого, можно предположить, что пространственная смена сообществ является и сукцессионной. Для сообществ центральной части вулкана характерна высокая степень участия эндемичных видов. Ведущим фактором сукцессии должно являться общее снижение суровости условий местообитания на фоне снижения засоленности субстрата, но существенную роль в определении конкретного флористического состава сообществ играет и уровень увлажнения микроэкотопов.

Таким образом, число видов сосудистых растений, слагающих растительный покров вулкана Магунтан в целом невелико и изменяется от 1 (на недавно извергнутой сопочной брекчии вблизи эруптивных каналов) до 20–21 (на периферии вулкана). Общее число видов сосудистых растений достигает 29, из них 4 являются эндемиками грязевого вулкана. Также мы обнаружили 8 видов мхов, хотя флора бриофитов вулкана Магунтан нуждается

Т а б л и ц а 2

**Химические показатели субстрата двух первых сообществ из экологического ряда растительного покрова вулкана Магунтан**

| Сообщество | Расстояние от центра вулкана, м | рН  | Засоление, % | Ионы, %-экв                      |                  |                  |                 |                               |                               |
|------------|---------------------------------|-----|--------------|----------------------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
|            |                                 |     |              | Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
| DT         | 50                              | 9,3 | 0,76         | 45,12                            | 12,20            | 46,28            | 38,90           | 51,14                         | 9,94                          |
| PS-DT      | 90                              | 8,8 | 0,51         | 62,20                            | 17,28            | 20,52            | 10,08           | 83,96                         | 5,96                          |

Пр и м е ч а н и е. Аббревиатуры сообществ те же, что на рис. 2.

ся в дополнительном и более тщательном исследовании.

Одним из главных выявленных факторов организации растительного покрова на вулкане является засоление субстрата, которое зависит от возраста грязевых полей. Наличие и участие видов связано с расстоянием от главного эруптивного центра вулкана, которому сопряжены градиенты химизма и возраста субстрата. Уменьшение засоления субстрата сопровождается увеличением числа видов и флористической насыщенности, общего проективного покрытия и проективного покрытия сосудистых растений. Вместе с этим уменьшается степень участия эндемичных таксонов, что дает основание говорить об их исключительной приуроченности к местам высокого экотопического стресса неподалеку от эруптивных центров. При этом все четыре эндемичных таксона обладают собственными экологическими нишами, на комплексном градиенте образуют пространственный ряд. В периферических частях вулкана, где уровень экотопического стресса меньше, эти растения, вероятно, проигрывают в конкурентной борьбе не эндемикам. Вторым фактором, который вносит дополнительную неоднородность в растительный покров, является различие в увлажнении, вызванное выраженным микрорельефом грязевых полей. Пространственная смена сообществ в растительном покрове вулкане носит континуальный характер за исключением четко отграниченного со-

общества DT, внешние контуры которого совпадают с пределами распространения продуктов извержения 2005 г.

Постоянная активность вулкана является необходимым условием для поддержания высокого разнообразия и гетерогенности растительного покрова вулкана. Такой вывод вполне согласуется с устоявшимися воззрениями о вкладе периодических нарушений в увеличение богатства состава и разнообразия растительного покрова.

Экосистемы грязевых вулканов о. Сахалин интересны не только с ботанических позиций, эти геологические объекты являются «природными лабораториями», в которых решение фундаментальных научных вопросов и проверка гипотез могут организовать не только ботаники, но и микологи, микробиологи и экологи.

Выражаю признательность профессору кафедры геоботаники МГУ В.Н. Павлову за помощь и ценные советы, благодарю науч. сотр. кафедры геоботаники МГУ В.Э. Федосова за определение мхов, сотр. Гербария им. Д.П. Сырейщикова С.В. Дудова за критические замечания после ознакомления с черновиком статьи.

Выражаю признательность докт. биол. наук, чл.-корр. РАН, профессору кафедры геоботаники МГУ В.Н. Павлову за помощь и ценные советы. Благодарю докт. биол. наук, вед. науч. сотр. кафедры геоботаники МГУ В.Э. Федосова за определение мхов, сотр. Гербария им. Д.П. Сырейщикова С.В. Дудова за обсуждение статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Архив климатических данных. Сахалинская область (<http://climatebase.ru/stations/Russia/Sakhalin/>). Дата доступа: 02.05.2014, 15:00.  
 Баркалов В.Ю., Кожевников А.Е., Смирнов А.А., Царенко Н.А. Особенности растительного покрова грязевого вулкана Пугачева (Южный Сахалин) // Комаровские чтения. 2006. Вып. 52. С. 127–147.  
 Бухтеева А.В. Примула вулкана Магунтан – *Primula sachalinensis* Nakai // Бот. журн. 1960. Т. 45, № 5. С. 746–748.  
 Гурьева З.И., Шарков В.В. Изучение грязевых вулканов о. Сахалин по материалам аэрофотосъемки // Тихоокеанская геология. 1987. № 4. С. 58–65.

Еришов В.В., Мельников О.А. О необычном извержении Главного Пугачевского газоводолитокластитового («грязевого») вулкана на Сахалине зимой 2005 г. // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26, № 4. С. 69–74.  
 Земцова А.И. Климат Сахалина. Л., 1968. 197 с.  
 Иванов В.Ф., Молчанов Е.Ф., Корженевский В.В. Растительность и почвообразование на извержениях грязевых вулканов в Крыму // Почвоведение. 1989. № 2. С. 5–12.  
 Корженевский В.В., Квитницкая А.А. Фитоиндикация грязевых вулканов Крыма // Природничий альманах (біологічні науки). 2009. № 12. С. 155–165.

- Лимонов А.Ф. Грязевые вулканы // Сетевой образовательный журнал. 2004. № 1. С. 63–69.
- Мельников О.А., Ильев А.Я. О новых проявлениях грязевого вулканизма на Сахалине // Тихоокеанская геология. 1989. Т. 8, № 3. С. 42–48.
- Мельников О.А., Ильев А.Я. О новых проявлениях грязевого вулканизма на Сахалине // Тихоокеанская геология. 1989. № 3. С. 42–48.
- Попов М.Г. Эндемичные виды грязевого вулкана Магунтан (Южный Сахалин) // Ботанический журнал. 1949. Т. 34, № 5. С. 486–492.
- Сырык И.М. Грязевые вулканы // Геология СССР. Остров Сахалин. Т. 33, ч. 1. М., 1970. С. 355–368.
- Таран А.А. Флора и растительность районов, примыкающих к трассе магистрального трубопровода на острове Сахалин. Южно-Сахалинск, 2003. 187 с.
- Толмачев А.И. Геоботаническое районирование острова Сахалина. М.; Л., 1955. 78 с.
- Холодов В.Н. О природе грязевых вулканов // Природа. 2002. № 11. С. 47–58.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб, 1995. 990 с.
- Чернышевская З.А. О грязевых вулканах в южной части Сахалина // Сообщ. Сах. компл. научно-исслед. ин-та СО АН СССР. Южно-Сахалинск, 1958. Вып. 6. С. 118–130.
- Dimitrov L.I. Mud volcanoes – significant source of atmospheric methane // Geo-Mar. Lett. 2003. Vol. 23. N 2. P. 155–161.
- Etiope G., Milkov A. V. A new estimate of global methane flux from onshore and shallow submarine mud volcanoes to the atmosphere // Environ. Geol. 2004. Vol. 46. N 8. P. 997–1002.
- Ignatov M.S., O.M. Afonina, E.A. Ignatova, Abolina A., Akatova T.V., Baisheva E. Z., Bardunov L.V., Baryakina E.A., Belkina O.A., Bezgodov A.G., Boychuk M.A., Cherdantseva V.Ya., Czernyadjeva I.V., Doroshina G.Ya., Dyachenko A.P., Fedosov V.E., Goldberg I.L., Ivanova E.I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S.G., Kharzinov Z.Kh., Kurbatova L.E., Maksimov A.I., Mamatkulov U.K., Manakyan V.A., Maslovsky O.M., Napreenko M.G., Otnyukova T. N., Partyka L.Ya., Pisarenko O.Yu., Popova N.N., Rykovsky G.F., Tubanova D.Ya., Zheleznova G.V., Zolotov V.I. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. N 15. P. 1–130.
- Kopf A.J. Significance of mud volcanism // Rev. Geophys. 2002. Vol. 40. N 2. P. 1–52.
- Korzhenovsky V.V., Klyukin A.A. Vegetation description of mud volcanoes of Crimea // Feddes Repert. 1991. Vol. 102. N 1–2. P. 137–150.
- Srivastava G.S., Singh A. Vegetations around the mud volcanoes in Andaman Islands // Sci. et Culture. 1962. Vol. 28, N 8. P. 381–382.
- Ting T.M., Poulsen A.D. Understorey Vegetation at two mud volcanoes in North-East Borneo // J. Trop. For. Sci. 2009. Vol. 21. N 3. P. 198–209.

Поступила в редакцию 19.01.14

## PLANT COMMUNITIES OF THE MAGUNTAN MUD VOLCANO (SAKHALIN ISLAND)

*K.A. Korznikov*

Classification and ordination of mud volcano plant communities were made by data from 185 relevés at 1x1 m plots. 29 vascular plant species and 8 moss species compose 9 recognized communities. Plants communities form topography along a mud volcano stress-gradient at short stretch. Number of species, floristic richness and abundance increase at the distance from the main eruption center. Dominance change from endemic species in volcano core zone to *Salix fuscescens* on outskirts. Vegetation change was influenced by high level of salts in mud substrate. Moisture conditions introduce additional heterogeneity in the spatial structure of vegetation cover.

**Key words:** mud volcano, plant community, spatial pattern, salinization, Sakhalin.

**Сведения об авторе:** Корзников Кирилл Александрович – аспирант кафедры геоботаники биологического факультета МГУ (korzki@mail.ru).