

Кислотно-основные свойства и мезоморфологическая организация почв маритимной Антарктики: полуостров Файлдс (остров Кинг-Джордж) и остров Ардли (Южные Шетландские острова)

И.И.Алексеев, Е.В.Абакумов

Иван Ильич Алексеев. Кафедра прикладной экологии, биологический факультет, Санкт-Петербургский университет. 16-я линия В.О., д. 29, Санкт-Петербург, 199178, Россия. E-mail: alekseevivan95@gmail.com

Евгений Васильевич Абакумов. Кафедра прикладной экологии, биологический факультет, Санкт-Петербургский университет. 16-я линия В.О., д. 29, Санкт-Петербург, 199178, Россия. E-mail: e_abakumov@mail.ru; e.abakumov@bio.spbu.ru

Поступила в редакцию 3 августа 2018

Согласно Бокхейму (Bockheim, Hall 2002), в плане параметров, важных для почвообразования, в Антарктике выделяются три климатические зоны: субантарктическая (в том числе Южные Шетландские острова), антарктическая береговая и антарктическая континентальная. В целом Шестой континент слабо подчиняется общегеографическому закону широтной зональности. Отдалённые и изолированные друг от друга оазисы, не имеющие между собой биологического, а зачастую и климатического сопряжения, скорее напоминают острова в океане.

Почвообразование в Западной Антарктиде лимитируется преимущественно климатическим фактором, локализуясь в наиболее прогреваемых элементах рельефа. Данный регион в целом отличается достаточным для интенсивного почвообразования количеством жидких осадков. Это объясняет большее таксономическое и морфологическое разнообразие описанных почв по сравнению с оазисами Восточной Антарктиды.

Орнитогенные почвы – специфический вариант почвообразования, характерный прежде всего для экосистем Южного полушария (Абакумов 2010). Разными авторами ранее была установлена специфика организации и функционирования орнитогенных почв Антарктики (Абакумов 2012, 2018, Pereira *et al.* 2013, Парникоза и др. 2015). Было отмечено, что высокий уровень накопления биофильных элементов вместе в орнитогенным переносом семян и целых растений является причиной формирования тундровых сообществ в маритимной зоне Антарктики, что коренным образом отличает эту зону от остальных частей региона (Абакумов 2018).

С целью оценки параметров геохимического режима были изучены кислотно-основные свойства почв. Были изучены также мезоморфоло-

гические характеристики почв. Мезоморфология – это часть морфологии почв. С помощью мезоморфологического метода можно изучать такие важные элементы почвенной массы, как поры и межпоровое пространство, агрегаты, новообразования и др. Разносторонняя информация об этих элементах, в свою очередь, является необходимой для диагностики почв. Мезоморфологический анализ позволяет выявлять происхождение пор и трещин. В связи с вышесказанным целью данной работы было изучение форм кислотности и морфологической организации почв на мезоуровне.

Материалы и методы

В ходе полевых работ в рамках 63-й Российской Антарктической экспедиции (декабрь 2017 – апрель 2018 года) были изучены почвы, подверженные явно выраженному орнитогенному влиянию – локалитеты у крупных скоплений пингвинов, у гнёзд поморников, а также локалитеты, находящиеся в геохимически подчинённых позициях (также нередко посещаются птицами) и накапливающие элементы питания в результате перераспределения в рельефе. Исследования проводились на острове Кинг-Джордж (полуостров Файлдс) и на особо охраняемой природной территории острове Ардли (Южные Шетландские острова) (рис. 1).



Рис. 1. Карта расположения острова Кинг-Джордж и района исследований – полуострова Файлдс и острова Ардли. Свободные ото льда территории показаны коричневым цветом.

Остров Кинг-Джордж (Ватерлоо) – самый крупный остров архипелага Южные Шетландские острова. Рельеф юго-восточной части острова сильно изрезан, имеет множество бухт и заливов. В его северо-западной части бухты отсутствуют. Большая

часть острова занята ледником. Свободные ото льда участки острова представляют собой мелкосопочник. Многочисленные холмы сложены вулканическими породами и сильно выветрены. В рельефе также выражены морские террасы.

По эоклиматическому районированию Остров Кинг-Джордж относится к Антарктическому полуострову в части, которая расположена севернее изотермы среднегодовых температур -1°C . Остров расположен в природной зоне субантарктической тундры. Значения температуры воздуха на острове Кинг-Джордж составляет $-6,4^{\circ}$ в июле и $+2,3^{\circ}\text{C}$ в феврале, среднегодовое количество осадков 336,7 мм. Максимальное количество жидких осадков приходится на период с ноября по март, в это же время большая часть острова (полуостров Файлдс, который не занят ледником) освобождается от снега. Для летних месяцев характерны свободные от снега значительные площади грунта. Однако как правило это возможно лишь на вершинах холмов и останцов, которые раньше всего освобождаются от снега, а также на прибрежных участках, характеризующихся более мягким климатом.

Мхи, лишайники, водоросли характерны для большинства местообитаний острова. В некоторых его частях встречаются два единственных для Антарктиды вида высших растений – щучка антарктическая *Deschampsia antarctica* и колобантус кито *Colobanthus quitensis*. Пингвины, тюлени, морские птицы характерны для прибрежных местообитаний острова и играют важнейшую роль в развитии почв (Michel *et al.* 2006; Simas *et al.* 2007).

Остров Ардли расположен на юго-западном побережье острова Кинг-Джордж в 500 м к востоку от берега полуострова Файлдс в заливе Максвелл (залив Файлдс). Длина острова составляет около 2 км, ширина в самой широкой точке – 1,5 км и высота над уровнем моря – около 65 м. В геоморфологическом отношении район представлен, главным образом, андезит-базальтовыми лавами и туфами, относящимися к третичному периоду; кроме того, здесь имеется несколько приподнятых террас-пляжей.

В 1991 году представители Чили инициировали в рамках системы Договора об Антарктике ввести режим охраны на острове Ардли, поскольку этот участок представляет особый научный интерес в связи с большим разнообразием морских птиц, прилетающих сюда для гнездования (11 видов) или линьки. На острове развиты сообщества субантарктических тундр с максимальным проективным покрытием для данного региона. Остров определён в качестве охраняемого района в связи с тем, что он является местом для гнездования десятков видов птиц (Пересмотренный план... 2009). Остров Ардли отличается наличием хорошо развитого растительного покрова. Наиболее распространённые здесь лишайники относятся к родам *Himantormia* и *Usnea*, которые доминируют на более высоких участках острова Ардли, а также к родам *Placopsis*, *Xanthoria*, *Haematomma*, *Rinodina*, *Caloplaca* и *Buellia*, которые встречаются на побережье. Среди мхов доминируют виды родов *Sanionia*, *Polytrichastrum*.

Идентификация почв почв проводилась согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004) и World Reference Base for Soil Resources (FAO 2015). Обе классификационные схемы могут быть применены для почв Антарктиды, однако явно недостаточны для описания всего разнообразия почв региона.

Пробы почв в воздушно сухом состоянии были растёрты и пропущены через сито с диаметром ячеек 1 мм. Реакция среды определялась при помощи рН-метра, обменная и гидролитическая кислотность – с помощью титрования хлоридом калия KCl и ацетатом натрия CH_3COONa , соответственно (соотношение почва:раствор – 1:2,5). Мезоморфологическая организация почвенных агрегатов изучалась с помощью микроскопа Webbers с увеличением $\times 10$ – $\times 60$.

Результаты и обсуждение

В ходе данного исследования были изучены почвы, подверженные орнитогенному фактору и находящиеся в различных геохимических позициях. Морфологическая организация изученных почвенных профилей представлена на рисунке 2.

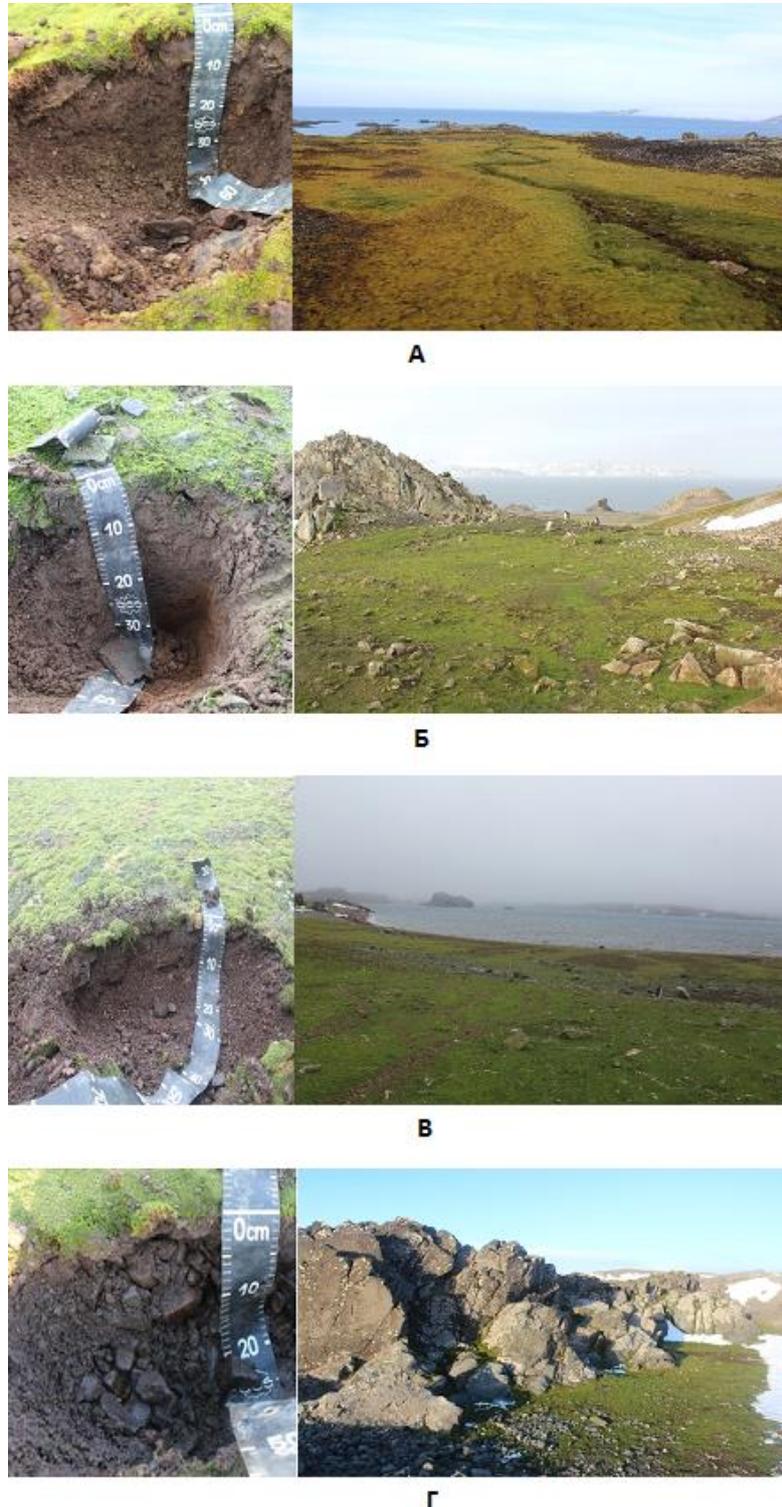


Рис. 2. Профили изученных почв и окружающие ландшафты. **А** – посторнитогенный серогумусовый литозем (Ornithic Cryosol), **Б** – орнитогенная почва с признаками редоксиморфизма (Ornithic Reductic Cryosol), **В** – торфянистый посторнитогенный литозем с признаками орнитогенности (Histic Ornithic Cryosol), **Г** – Посторнитогенный литозем (Ornithic Cryosol).

Изученные орнитогенные и посторнитогенные почвы отличаются специфическим морфологическим строением профиля, которые чаще всего представлены следующим набором почвенных горизонтов: торфяной горизонт (в случае посторнитогенных почв) – органический горизонт темно-серой или темно-(буро)-коричневой окраски – срединный (ожелезненный) горизонт.

Анализ значений рН Н₂О (водная вытяжка) почв показал преобладание сильнокислой (4.1<рН<4.5) и среднекислой (4.6<рН<5.0) реакции среды в верхних торфяных горизонтах, слабокислой (5.1<рН<5.5) реакции среды в гумусовых горизонтах, слабокислой (5.1<рН<5.5) и близкой к нейтральной (5.6<рН<6.4) реакции среды в срединных (альфегумусовых) горизонтах почв (см. таблицу).

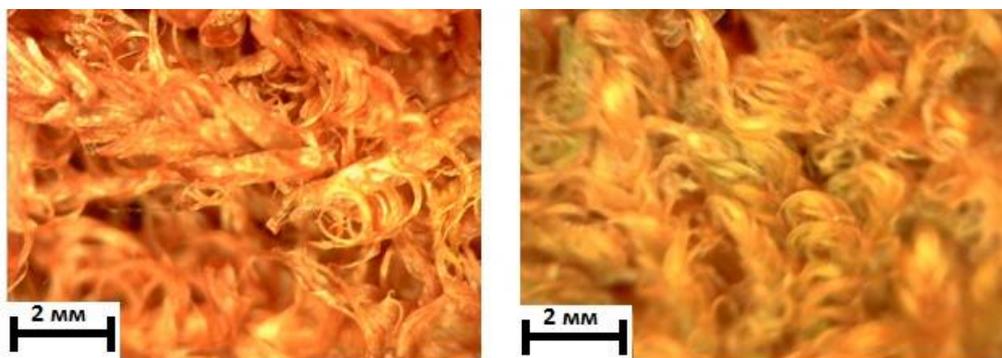
Следует отметить, что изученные посторнитогенные почвы отличаются существенным подкислением мелкозёма как за счёт органических кислот, заселяющих их растений (мхи, щучка), так и продуктами разложения органического вещества гуано.

Значения рН и кислотности изученных почв

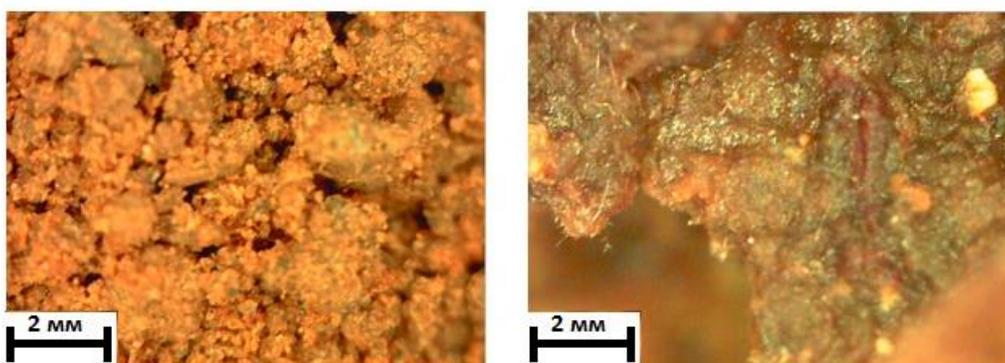
Глубина, см	Горизонт	рН Н ₂ О	рН КСl	ОК, мг-экв/100 г	Нг, мг-экв/100 г
Посторнитогенный серогумусовый литозём					
0-1	OT	4.46	4.02	0.10	0.70
1-5	AУ orn (H)	5.24	5.05	0.75	0.85
5-37	BC1 orn	5.00	4.80	0.40	0.55
37-45	BC2	5.42	5.12	0.35	0.85
Орнитогенная почвы с признаками редоксиморфизма					
0-1	AУorn1	5.57	5.22	0.70	0.75
1-23	AУorn2	4.38	4.24	0.60	0.70
23-38	Всох	5.67	5.14	0.50	0.70
Торфянистый посторнитогенный литозём					
0-1	OTorn	4.87	4.52	0.10	0.75
1-4	Bh,orn	6.72	5.89	0.80	0.80
4-30	BC	6.12	5.72	0.25	0.35
Посторнитогенный литозём					
0-1.5	OT	4.37	4.12	0.15	0.35
1.5-20	BCorn	5.30	5.02	0.60	0.60

Величины обменной (ОК) и гидролитической кислотности (Нг), полученные с помощью титрования, выше в органических горизонтах по сравнению с минеральными. Диссоциирующие функциональные группы органического вещества являются основными носителями обменной кислотности. Соответственно, наибольшие величины ОК наблюдаются в горизонтах с высоким содержанием обменного алюминия (верхние горизонты почв с интенсивным комплексообразованием). Основным носителем гидролитической кислотности является обменный

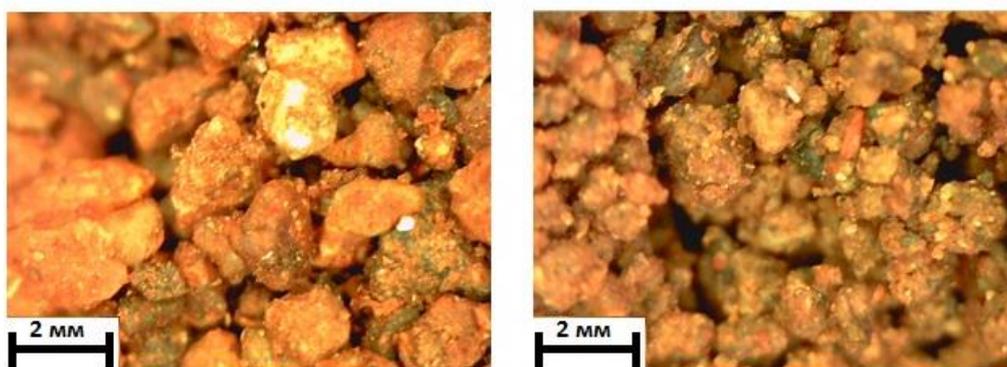
водород. Соответственно, наиболее высокие показатели N_g наблюдаются в горизонтах с высоким содержанием обменного водорода. Это, в первую очередь, верхние гумусовые горизонты, где источником N_g являются коллоидные макромолекулы гумусовых веществ.



Оторфованные горизонты (OT)



Гумусовые горизонты



Срединные горизонты (BC)

Рис. 3. Мезоморфологическая организация почвенных горизонтов изученных орнитогенных и посторнитогенных почв.

Мезоморфологический анализ почвенных горизонтов позволил выявить основные элементарные почвенные процессы (рис. 3). В верхних горизонтах посторнитгенных почв преобладают процессы торфообразования и торфонакопления. Материал этих горизонтов представлен

преимущественно неразложившимися и слабонеразложившимися остатками моховой растительности. Гумусовые горизонты характеризуются различной степенью ассоциации остатков гуано с минеральной частью, что связано как с разным количеством самого мелкозёма, так и со степенью разложения гуано. Также заметны процессы гумификации, наблюдается тенденция к агрегированию почвенной массы. Всё это свидетельствует о большой роли органического вещества гуано в почвообразовательном процессе. В срединных горизонтах отмечены признаки ожелезнения минералов (железистые плёнки на поверхности), а также ассоциирование минералов обломочной фракции с органическим веществом гуано (в меньшей степени, чем в вышележащих собственно орнитогенных горизонтах).

Опыт использования мезоморфологического метода исследования при изучении орнитогенных почв является достаточно показательным. Применение данного метода позволяет судить о степени развития почвенных горизонтов, сравнивать структурные преобразования в них (в том числе происходящие за счёт орнитогенного фактора), подробнее изучать свойства почв. Благодаря этому методу возможно более детальное выявление отдельных почвообразовательных процессов, наблюдение которых на макроуровнях представляется затруднительным.

Выводы

В результате данного исследования были сделаны выводы о роли орнитогенного фактора в формировании кислотно-основных свойств и мезоморфологической организации почвенных горизонтов орнитогенных и посторнитогенных почв полуострова Файлдс (острова Кинг-Джордж) и острова Ардли. Анализ значений рН показал, что почвы характеризуются преимущественно кислой (от слабокислой до сильнокислой) реакцией среды в верхних органических горизонтах почв. Срединные горизонты почв отличаются слабокислой и близкой к нейтральной реакцией среды. Наибольшие величины обменной кислотности отмечены в срединных горизонтах, гидrolитической – в верхних горизонтах. Мезоморфологический анализ почвенных горизонтов позволил сделать вывод о различной степени ассоциации остатков гуано с минеральной частью в гумусовых горизонтах почвы, что связано как с разным количеством самого мелкозёма, так и со степенью разложения гуано.

Данное исследование поддержано грантом РФФИ 18-04-00900 «Орнитогенные почвы Антарктики: формирование, география, биогеохимия и биоиндикация» и грантом РФФИ 16-34-60010 «Биогеохимический цикл углерода в полярных экосистемах: формирование, трансформация и эволюция в современных условиях».

Авторы выражают благодарность начальникам сезонной 63-й Российской Антарктической экспедиции В.Н.Чуруну и М.В.Бугаеву за помощь в проведении полевых исследований.

Литература

- Абакумов Е.В. 2018. Роль птиц в формировании режима элементов питания в почвах полуострова Файлдс (Западная Антарктика) // *Рус. орнитол. журн.* **27** (1623): 2757-2760.
- Абакумов Е.В., Лупачёв А.В. 2012. Почвенное разнообразие наземных экосистем Антарктики (в районах расположения российских антарктических станций) // *Укр. антаркт. журн.* 10/11: 222-228.
- Парникова И.Ю., Абакумов Е.В., Дикий И.В., Пилипенко Д.В., Швидун П.П., Козерецкая И.А., Кунах В.А. 2015. Влияние птиц на пространственное распределение *Deschampsia antarctica* Desv. острова Галиндез (Аргентинские острова, Прибрежная Антарктика) // *Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер.3: Биол.* 1: 78-97.
- Пересмотренный План управления Особо охраняемым районом Антарктики № 150 «Остров Ардли» (залив Максвелл остров Кинг-Джордж/25 Мая). 2009. Секретариат Договора об Антарктике.
- Шишов И.И., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. 2004. *Классификация и диагностика почв России*. Смоленск: 1-342.
- Bockheim J.G., Hall K. 2002. Permafrost, active-layer dynamics and periglacial environments of continental Antarctica // *South-African J. Science* **98**: 82-90.
- Michel R.F.M., Schaefer C.E.G.R., Dias L., Simas F.N.B., Benites V., Mendonça E. S. 2006. Ornithogenic Gelisols (Cryosols) from Maritime Antarctica: pedogenesis, vegetation and carbon studies // *Soil Sci. Soc. Amer. J.* **70**: 1370-1376.
- Simas F.N.B., Schaefer C.E.G.R., Melo V.F., Albuquerque Filho M.R., Michel R.F.M., Pereira V.V., Gomes M.R.R., Costa L.M. 2007. Ornithogenic cryosols from Maritime Antarctica: phosphatization as a soil forming process // *Geoderma* **138**: 191-203.
- World reference base for soil resources. 2015. FAO, Rome: 1-181.



ISSN 0869-4362

Русский орнитологический журнал 2018, Том 27, Экспресс-выпуск 1653: 3918-3920

О птицах долины реки Чулы (Катангский район, Иркутская область)

В.В. Попов

Виктор Васильевич Попов. Байкальский центр полевых исследований «Дикая природа Азии». Иркутск. E-mail: vpopov2010@yandex.ru

Поступила в редакцию 31 июля 2018

В данном сообщении приводятся сведения о встречах птиц во время краткого посещения 22-25 июля 2018 долины реки Чулы в юго-западной части Катангского района. Река Чула – правый приток Катанги (Подкаменная Тунгуска в пределах Иркутской области). Нами был обследован в основном левобережный участок в районе её левых притоков Пуребиран и Лабазная, а также верховья реки Кия (левый приток реки Непа), а также часть правобережья вдоль лесовозной дороге к реке Катанге. Растительность представлена в основном листве-