



## ПИНГО (ГИДРОЛАККОЛИТЫ) В ДОЛИНЕ ВУДФИОРДДАЛЕН (ОСТРОВ ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН): МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ВОЗРАСТ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

✉ Шарин В.В

ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия  
✉ sharin\_v@mail.ru

На основе анализа результатов полевых наблюдений, анализа фото и аэрофотоснимков, опубликованных ранее материалов представлены новые данные о морфологическом строении пинго (гидролакколитов) в долине Вудфиорддален (остров Западный Шпицберген, архипелаг Шпицберген). Приведены вещественный состав слагающих пинго отложений, дано описание видового состава обнаруженной макрофауны. Представлены как ранее опубликованные, так и новые радиоуглеродные датировки в том числе и по раковинам теплолюбивых моллюсков *Cyprina (Arctica) islandica* (Linne) и *Mytilus edulis* (Linne). Радиоуглеродный возраст по этим раковинам составил 8570 и 3790 лет соответственно. Дано описание условий формирования пинго.

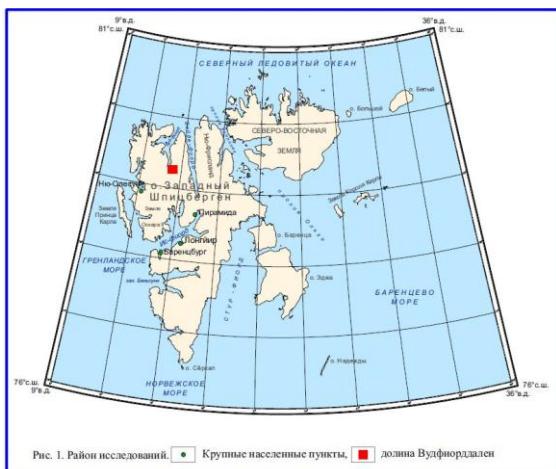
Ключевые слова: *пинго, Шпицберген, Вудфиорддален, морена, радиоуглеродные датировки, голоцен.*

Пинго (гидролакколиты, булгунняхи) распространены во многих долинах Шпицбергена и на протяжении нынешнего и прошлого столетий являлись объектом пристального изучения специалистов многих стран. На архипелаге пинго зафиксированы на островах Западный Шпицберген, Эджа и Баренца. Большинство пинго (гидролакколитов) расположены на острове Западный Шпицберген. Здесь они описаны на Земле Норденшельда [Piper & Porrit; Liestol, 1976], Земле Сёрдкап, в долине Вудфиорддален [Friend, 1959; Liestol, 1976], долине Пурпурдален [Piper & Porrit, 1966]. Подробные исследования пинго на Земле Веделя Ярлсберга представлены в работе польских исследователей [Geographical Environment..., 2013]. Одна из обобщающих работ, базирующаяся в основном, на дешифрировании аэрофото и космических снимков, изложена в статье В.Э. Демидова с соавторами [Демидов и др., 2022]. В основу представленной работы легли наблюдения автора, полученные в течении полевых сезонов 2001 и 2003 г. г. и дешифрирование аэрофотоснимков Норвежского Полярного института [<https://www.polar.no>].

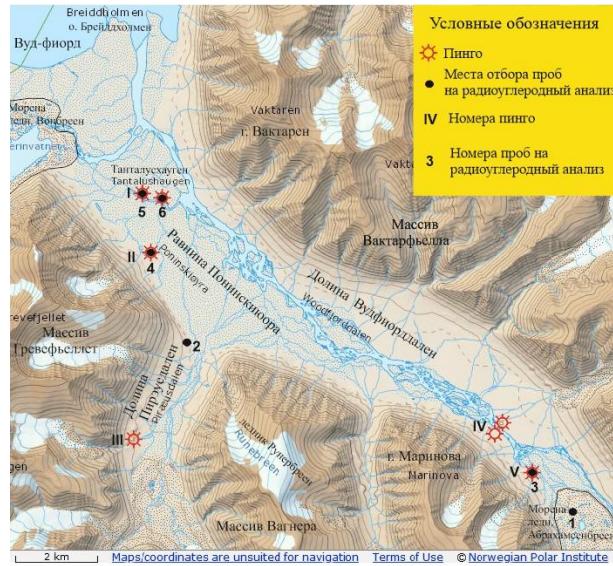
**Результаты работ.** В течение полевых сезонов 2001 и 2003 годов сотрудниками Шпицбергенской партии Полярной морской геологоразведочной экспедиции, в рамках работ по геологическому доизучению архипелага Шпицберген, был исследован ряд гидролакколитов на острове Западный Шпицберген, районах долины Вудфиорддален (рис. 1) и прилегающих территорий. В этом районе образование многолетних бугров пучения связано с всучиванием грунта при промерзании с подтоком вод к фронту промерзания. В результате этого процесса, происходит рост бугра, который продолжается пока сопротивление приподнятых слоев не уравновесит напор воды. Если напор воды не прекращается, то новый бугор возникает рядом. Так образуются комплексы гидролакколитов. На архипелаге Шпицберген существуют и другие типы, достаточно подробно освещенные в литературе по этой теме [Friend, 1959; Piper & Porrit, 1966; Liestol, 1976; Geographical Environment..., 2013].

Долина Вудфиорддален является одной из самых крупных долин острова Западный Шпицберген. Она является своеобразным наземным продолжением Вуд-фиорда. Её протяжённость составляет около 20 км. Ширина долины от 3 до 4 километров В верховых расположена долинный ледник Абрахамсенбронен (рис. 2). Долина обрамлена горными

массивами Вактарфьелла, Грэвефьеллет и Вагнерфьелла с абсолютными высотами немногим более 1000 м. Прилегающие горные массивы сложены исключительно девонскими красноцветными песчаниками, аргиллитами и алевролитами. На отдельных вершинах массивов Вактарфьелла и Грэвефьеллет сохранились небольшие останцы неогеновых платобазальтов. В центральной части долины протекает река, ширина которой в низовьях достигает 250- 300 м. В период прилива морские воды проникают по реке вглубь долины, повышая её уровень. На момент проведения исследований в 2001 году, на моторной лодке можно было проникнуть от места впадения реки в Вуд-фиорд на расстоянии до 7 км вверх по долине.



*Рис. 1. Район исследований.*



*Рис. 2. Места расположения пинго и отбора проб.*

Нижняя часть долины Вудфиорддален это равнина **Понинскиюра** (рис. 2). Её протяжённость 7-8 км от побережья. Она представляет собой полосу осушки, которая в период приливов частично заливается морскими водами. Проникновение морских вод осуществляется через многочисленные протоки, которыми изрезана равнина, а в прибрежной части через рыхвины, напоминающие овраги. Их длина варьирует от 1,5 м до 1 км. В прилив морские воды проникают в пределы равнины, в отлив они выносят в фиорд песчано алевритовый материал. Отложения, слагающие полосу осушки, представлены переслаиванием слойков тёмно-коричневых алевритов и светло-серых тонкозернистых песков.

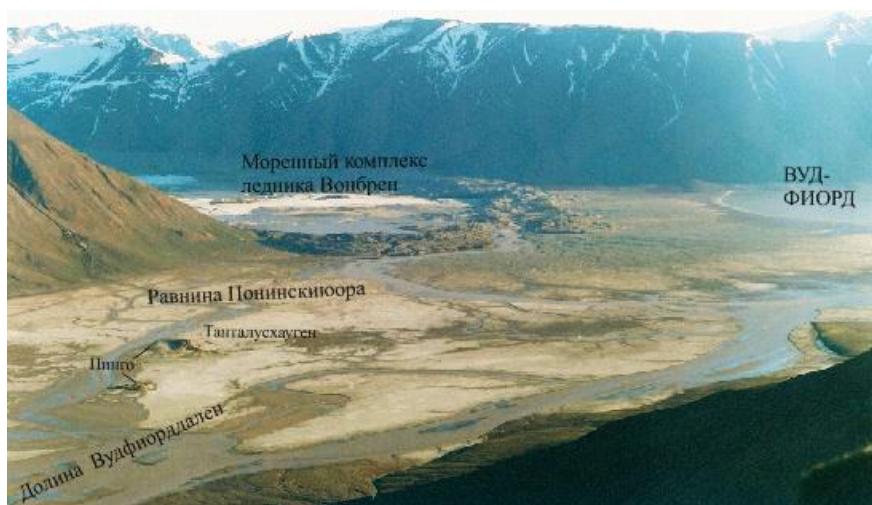


Рис. 3. Низовья долины Будфиорддален (фото В.А. Дымова, 2003 г.).

Поверхность полосы осушки осложнена микрорельефом в виде трещин усыхания, напоминающие такыр и морозными полигонами. По всей равнине прослеживаются площади солевой корочки белёсого цвета. Их толщина, как правило, не превышает 2 мм. Отмечены разрозненные брёвна плавника, образующие скопления в областях реликтового пляжа. Современная береговая линия мобильна и испытывает тенденцию к отрицательному перемещению. Ещё в середине прошлого столетия северо-западная часть долины Вудфиорддален была недоступна для посещения из-за сильной вязкости алевритов и суглинков слагающих полосу осушки, связанной с их обводненностью [Liestol, 1976]. По нашим наблюдениям на момент работ в 2001 и 2003 г. г. эта часть равнины Понинскиюора вполне проходима, что связано, по-видимому с отрицательным перемещение береговой линии.

Группа Танталусхауген (рис. 4, № I). Находится в низовьях долины, в пяти километрах к югу от побережья, в полосе осушки. Первоначально был назван членами Шведской экспедиции 1900 года Танталихолмен (Танталов островок).

Группа состоит из двух холмов, удаленных друг от друга на расстоянии 400 м. Первый (носящий современное название Танталусхауген) представляет собой вытянутую в северо-восточном направлении возвышенность (рис. 4), длиной 180 м, шириной до 60 и максимальной абсолютной отметкой 12 м. С юго-востока, вдоль гребневой линии, протягивается серия трещин, глубиной до 0,6 м. В стенках трещин прослежено переслаивание светло-серых, тонкозернистых, волнисто-слоистых песков и кирпично красных, комковатых алевритов. Угол западного склона составляет 22° и северо-восточного - 24°. На поверхности и у подножия обнаружены многочисленные бревна плавника и отдельные фрагменты раковин, в том числе – *Serripes groenlandicus*. Радиоуглеродная датировка по древесине со склона пинго (Н-3 м) показала возраст 90±40 лет (обр. ГИН 12715).



Рис. 4. Пинго Танталусхауген (фото В.В. Шарина, 2003 г.).

Второй пинго имеет в плане овальную форму (рис. 5), слегка вытянут в меридиональном направлении. Его длина 130 м, ширина 60 м. Угол южного склона 14°, восточного - 17-18°. Абсолютная высота вершины – 10 м. Сложен преимущественно кирпично красными, плотными, пористыми алевритами. В центральной части расположена овальная воронка (кратер), диаметром 25-28 м и глубиной 3,5 м. Вся возвышенность изрезана многочисленными рвами, глубиной до 2 м, являющимися, по-видимому, сухими руслами временных водотоков. На поверхности прослеживаются солифлюкционные натеки. У подножия хаотично расположены несколько бревен выветрелого плавника. Радиоуглеродная датировка древесины со склона пинго (Н-1 м) показала возраст 80±40 лет (обр. ГИН 12714) (рис. 5).

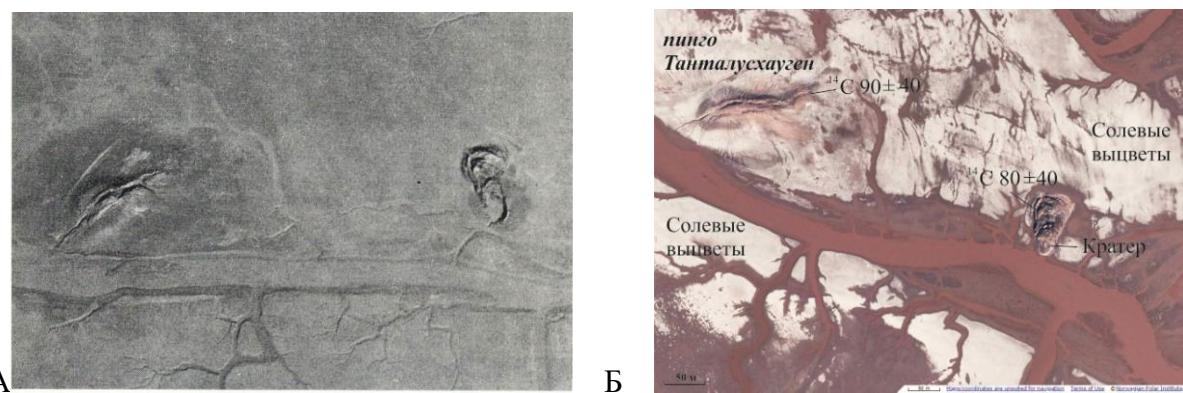


Рис. 5. Два пинго в верховьях долины Будфиорддален (слева – Танталусхауген). Фото Норвежского Полярного института. А – фото 1976 г [Liestol, 1976], Б – современный вид [<https://www.npolar.no>]

Следующая группа гидролакколитов находится на юго-западной стороне долины Будфиорддален, в 2,6 км юго-западнее группы Танталусхауген (рис. 2, N II). Представляет собой серию из пяти куполовидных холмов, наиболее высокий из которых находится в юго-западной части комплекса (абсолютная отметка – 31 м), разделённых ложбинами и каналами стока. В плане комплекс имеет эллипсовидную форму длиной до 500 м шириной 300 м. Поверхность изрезана трещинами глубиной от 0,1 до 1,8 м, чередующимися с округлыми валами. Углы склонов главной возвышенности варьируют от 22 до 35°. В северо-западной части комплекса находится большая диаметром 70 м воронка (кратер), глубиной до 15 м. Дно плоское, занято небольшим озером. С северо-восточной стороны комплекса прослеживается серия валов, сложенных алевритами. Образования, слагающие комплекс, представлены светло-серыми с поверхности, кирлично красными в срезе, пылеватыми, слюдистыми алевритами. По всей поверхности холмов и по подножию комплекса отмечены многочисленные брёвна и фрагменты плавника и отдельные позвонки китов. К северо-западу от комплекса отмечен ещё один пинго отделённый от основного комплекса промоиной водотока (рис. 6, фото слева).



Рис. 6. Комплекс пинго в северо-западной части долины Будфиорддален. Фото слева Норвежский Полярный институт 1976 г [Liestol, 1976], справа современный вид [<https://www.npolar.no>].

В осадках, слагающих пинго, и на поверхности, обнаружены многочисленные фрагменты, створки и отдельные целые раковины *Astarte borealis* (Chemnitz), *Astarte elliptica* (Brown) *Hiatella arctica* (Linne) *Mytilus edulis* (Linne) *Macoma calcarea* (Gmelin). В западной части комплекса, в промоине временного водотока, обнаружена целая створка раковины *Mytilus edulis* (а. о. 25 м). Радиоуглеродная датировка по этому образцу (табл.) показала возраст  $3790 \pm 100$  лет, калиброванный  $4180 \pm 100$  (обр. ЛУ-10060).

Следующая группа пинго находится в долине Пирэусдален (рис. 2, N III). Эта долина является наиболее крупным юго-западным притоком долины Вудфиорддален и расположена между горными массивами Гревефьеллет и Вагнерфьелла. Группа находится на западном борту долины и состоит из пяти холмов, цепочкой вытянутых в меридиональном направлении (рис. 7). Поверхность частично задернована. Углы восточных склонов составляют  $24-26^\circ$ , западных –  $10-22^\circ$ . Абсолютные высоты увеличиваются с юга на север от 100 до 112 м. Центральный и северный холмы (относительная высота 35-50 м) разделены промоиной, шириной 30 м, днище которой занято “каменной рекой” состоящей из разноразмерных остроугольных обломков и отдельных хорошо окатанных валунов размером до 1,2 м девонских песчаников. “Каменная река” вытекает из воронки, расположенной в западной части комплекса. Ее диаметр составляет 60 м, склоны пологие,  $12-15^\circ$ . С южной стороны воронки, в небольшом обрыве, обнажается толща темно-коричневых валунных суглинков. Валуны (красноцветные девонские песчаники) хорошо окатаны, утюгообразной формы, диаметр 0,2-0,3 м. Образования являются, по-видимому, донной мореной позднекалдайского оледенения.

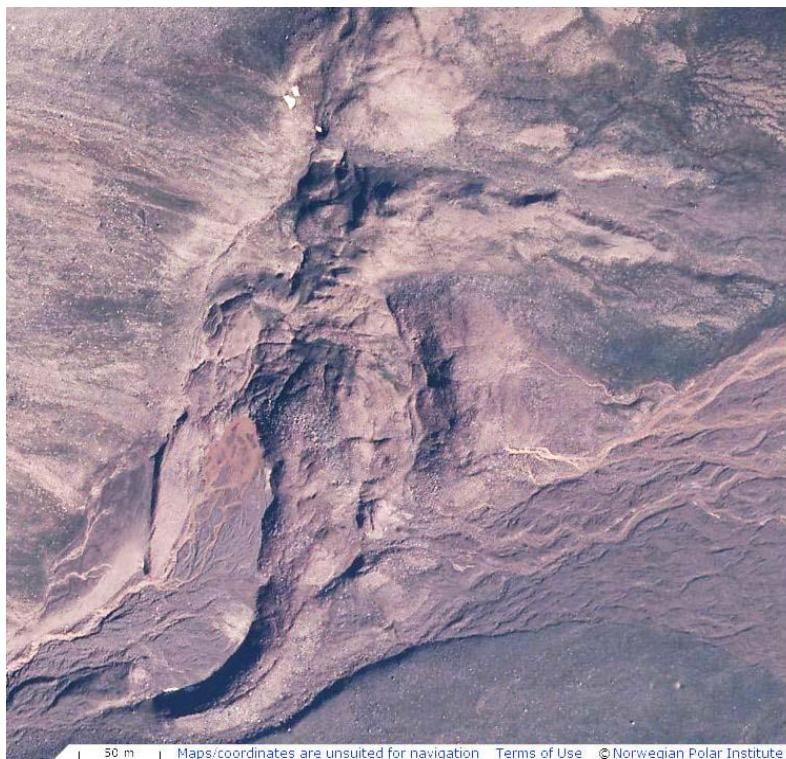


Рис. 7. Группа пинго в долине Пирэусдален. [https://www.npolar.no]

Два пинго находятся в центральной части долины Вудфиорддален, в 1,3 км к северо-востоку ниже по долине от конечноморенного комплекса ледника Абрахамсенбрееен (рис. 2, N V). Группа состоит из двух комплексов, расположенных на противоположных берегах реки, в месте резкого сужения русла (рис. 8).



Рис. 8. Пинго в центральной части долины Вудфиорддален. [https://www.npolar.no]

Восточный гидролакколит находится на правом берегу реки. С запада к нему приклена площадка морской террасы уровня 14 м, площадью 220×180 м (рис. 9). Площадка ровная, слабовсхолмленная разбита многочисленными морозобойными трещинами, покрыта гравийно-галечным материалом. Пинго представляет собой конусовидный холм, относительной высотой 12-14 м, 40 м в поперечнике. Поверхность сложена темно-коричневыми, рыхлыми пористыми алевритами. На вершине и поверхности пинго отмечены многочисленные разноразмерные, плитчатые обломки девонских красноцветных алевролитов и песчаников. Здесь же обнаружены отдельные створки и фрагменты раковин, в том числе *Mya pseudoarenaria* (Schlesch) и *Astarte elliptica* (Brown). На вершине пинго – кратер (рис. 9). Форма эллипсовидная, длина днища 3,5 м, ширина 2,0 м. В центральной части кратера произведён копуш ( $0,5 \times 0,5 \times 0,7$  м). На всю глубину копуша в стенках следятся комковатые, пористые алевриты шоколадного цвета (рис. 9). Алевриты вмещают линзы (4×2 см) темно-коричневых суглинков и линзы желтовато-серых тонкозернистых песков. В стенках копуша также зафиксированы клиновидные структуры, выполненные мелкогалечником (диаметр 1-2 см), 2-3 класса окатанности. Галька представлена исключительно материнскими девонскими породами. Заполнитель – крупнозернистые гравелистые пески темно-серого цвета. На дне копуша – лёд, зеленовато-голубого цвета, с мелкими пузырьками, полупрозрачный.



Рис. 9. Воронка на вершине пинго. Слева общий вид, справа копуш на дне воронки.

В 40 м южнее кратера, в речном эрозионном обрыве, сверху вниз, прослежены следующие отложения, общей мощностью 1,85 м:

1. Галечники 3 класса окатанности, преимущественно уплощённой формы. Состоят исключительно из сероцветных, зеленоцветных и красноцветных девонских алевролитов и песчаников. Заполнителем служат светло-серые, слаболитифицированные, выветрелые, пылеватые алевритистые пески. Мощность слоя 0,15 м.

2. Прослой гравийников, диаметром 0,5 см) с заполнителем из светло-серых крупнозернистых песков. Мощность 0,1 м.

3. Галечник (диаметр 2-4 см) с заполнителем из крупнозернистых, гравелистистых песков. Мощность – 0,1 м.

4. Ниже, с чётким контактом, залегает пачка переслаивания тёмно-серых среднезернистых песков (мощность 2 см), ритмично чередующихся с мелкогравийниками (мощность 1-3 см) и мелкогалечниками той же мощности. Ниже по разрезу слойки песков замещаются мелкогравийниками (рис. 10).

Все слои в прослеженных отложениях залегают горизонтально.



Рис. 10. Расчистка в эрозионном обрыве. А - общий вид, Б - переслаивание галечников и гравийников (фото В.В. Шарина, 2003 г.).

Западный гидролакколит, расположенный на противоположном берегу реки, состоит из двух соединенных возвышенностей, вытянутых в широтном направлении. Длина 130-150 м, относительная высота 7,5 и 6,5 м соответственно, абсолютная – 15 м. Вершины слабовсхолмленные, покрыты плитняком (размерностью глыб до 1×1,5 м) красноцветных и зеленоцветных девонских песчаников и алевролитов. В целом пingo сложен рыхлыми, пылеватыми, пористыми, тонкослоистыми алевритами тёмно-коричневого и красновато коричневого цвета. Северный и восточный склоны южного холма пологие, 3-8°, западный, обращенный к реке, обрывистый. Высота эрозионных обрывов от 1,5 до 5 м.

В эрозионном обрыве прослеживается ритмичное переслаивание гравийников и мелкогалечников мощностью 0,1-0,3 м с тонкослоистыми, мелкозернистыми песками светло-коричневого цвета. Кроме этого, в составе материала, слагающего холмы, доминирующее положение занимают кирпично-красные, слюдистые алевриты. В западной части возвышенностей расположена воронка (кратер) длиной 2,3 м, шириной 1,2 м и глубиной 0,4 м.

По урезу воды, у подножия обоих пинго, следятся элювиальные развалы девонских, бордово красных алевролитов. В отложениях, слагающих холмы, обнаружены многочисленные створки, фрагменты и целые раковины моллюсков, большинство из которых хорошей сохранности. Определены следующие виды *Macoma calcarea* (Gmelin),

*Mya truncata* (Linne), *Mya pseudoarenaria* (Schlesch), *Hiatella arctica* (Linne), *Astarte borealis* (Chemnitz), *Astarte elliptica* (Brown), *Astarte montagui* (Dillwyn).

В 1,25 км выше по долине, на левом берегу реки расположен следующая группа гидролакколитов. В 2003 году нами был исследован только южный пинго (рис. 12). В плане он имеет эллипсовидную форму, в попечнике - 170 м. Высота от уреза воды достигает 35-40 м. Углы северного склона составляют 35-40°, северного 20-25°, западного 10-15°. Восточный склон, обращённый к реке ступенчатый, осложнен площадкой шириной 20 м, выполненной солифлюкционными натёками и частично задернованной. Здесь, же отмечена, воронка (кратер) диаметром 5 м, глубиной 3-4 м. Склон воронки, обращённый к реке, выпложен. У вершины пинго отмечена трещина глубиной 0,5 м. На вершине и привершинной частях пинго отмечены многочисленные щели и пустоты неопределенной глубины. По всей поверхности гидролакколита – многочисленные разноразмерные обломки зеленоцветных и красноцветных девонских песчаников. Вмещающий материал представлен тёмно-коричневыми и бурыми с поверхности, кирпично-красными в свежем срезе алевритами. Материал рыхлый, комковатый, пористый с включением дресвы, грубого гравия девонских пород. На склоне пинго обнаружен фрагмент сильно выветрелой древесины, а также единичные створки раковин *Hiatella arctica* (Linne) *Mya truncata* (Linne). Кроме этого, найдена одна створка и фрагмент раковины *Cyprina islandica* (Linne). Радиоуглеродный возраст по этому образцу составил  $8570 \pm 120$  лет (Большиянов и др., 2009) (табл. 1).



Рис. 12. Пинго в верховьях долины Будфиорддален. [<https://www.npolar.no>]

Все вышеперечисленные радиоуглеродные датировки сведены в таблицу 1. Отсчёт возраста ведётся от 1950 г.

Таблица 1. Радиоуглеродные датировки из района долины Вудфиорддален.

Географическая привязка	Лабораторный номер	Радиоуглеродный возраст (лет)	Калиброванный возраст (лет)	Абсолютная высота (м)	Материал	Ссылка
долина Вудфиорддален, разрез	ЛУ-5792	9240±210		51,8	<i>H. arctica</i>	Большиянов и др., 2009
долина Вудфиорддален, разрез	Ле-6244	9260±90		24	<i>M. truncata</i>	Шарин, Дымов, 2003
долина Вудфиорддален, пingo=	ЛУ-5791	8570±120		21	<i>Cyprina islandica</i>	Большиянов и др., 2009
долина Вудфиорддален, пingo=	ЛУ-10060	3790±100	4180±150	25	<i>M. edulis</i>	Публикуется впервые
долина Вудфиорддален, пingo=	ГИН-12715	90±40		3	Древесина	Публикуется впервые
долина Вудфиорддален, пingo=	ГИН-12714	80±40		1	Древесина	Публикуется впервые

**Обсуждение.** Говоря о условиях формирования и возрасте пingo нельзя не остановится на палеогеографических обстановках в течение голоцене на исследованной территории. В раннем голоцене долина Вудфиорддален представляла собой водное продолжение Вудфиорда. В ходе полевых работ в долине зафиксированы морские террасы уровней 24-25 м, 22 м, 14 м и 3-4 м. Террасы аккумулятивные, сложены тёмно-коричневыми красноцветными алевритами, перекрытым маломощным чехлом гравийно-галечного материала. Уступы террас чёткие, площадки слабо наклонены в сторону долины. Террасы сохранились, преимущественно, в виде разноразмерных останцов. Морские воды проникали вглубь долины на расстояние до 15 км от современной береговой линии. Об этом свидетельствует морская толща, дислоцированная ледником Абрахамсенбрееен (в верховьях долины), залегающая по периферии моренного комплекса. Ледник Абрахамсенбрееен является ледником долинного типа, пульсирующий. Последняя резкая подвижка ледника (сёрдж) зафиксирована в промежуток времени с 1966 по 1990 г.г. [Дымов, Шарин, 2004]. Отложения вмещают древесину и многочисленные раковины моллюсков, видовой состав которых указан в работе Д. Ю. Большиянова с соавторами (Большиянов и др., 2009). Радиоуглеродная датировка по раковине *Hiatella arctica* (Linne) показала возраст 9240±210 лет (табл.). Другой датой относящейся к раннему голоцену служит датировка 9260±90 лет, полученная по раковине *Mya truncata* (Linne). Образец отобран из разреза морской террасы уровня 24-25 м, расположенной в устье долины Пирэусдален. Таким образом эти датировки показывают, что уже в раннем голоцене практически во всей долине Вудфиорддален господствовали морские условия.

Начало среднего голоценена зафиксировано радиоуглеродной датой 8570±120 по раковине *Cyprina islandica* (Linne), с поверхности пingo V перед фронтальной мореной ледника Абрахамсенбрееен. Моллюск является одним из индикаторов голоценового климатического оптимума. Кроме этого, в пределах моренного комплекса ледника Абрахамсенбрееен найдены раковины *Littorina littorea* (Linne), также являющим индикатором оптимума. И, наконец, ещё одним видом характеризующим среднеголоценовые отложения, являются раковины моллюска *Mytilus edulis* (Linne). В долине Вудфиорддален раковины этого моллюска обнаружены на поверхности пingo II. Радиоуглеродный и калиброванный возраст приведены в описании и табл. Датировки этого моллюска фиксируют финальную часть среднего голоценена. К среднему голоцену

относится серия дат из прилегающей к исследованному району территории. Датировки отобраны с небольшого островка Брейдхолмен, расположенного в кутовой части Вудфиорда (рис. 2). Датировки, отобранные с высот от 5 до 1 м располагаются в возрастном диапазоне от 8 200 до 5 300 лет [Salvigsen, 2002; Шарин, Дымов, 2003]. Таким образом, эти факты свидетельствуют, что на протяжении всего среднего голоцена на изученной территории господствовали морские условия, температура воды которых была пригодна для обитания вышеперечисленных видов теплолюбивых моллюсков.

И, наконец поздний голоцен – современность. На сопредельной с долиной Вудфиордален территории расположен моренный комплекс в ледника Вонбреен, где получен ряд радиоуглеродных датировок. В числе разнообразных форм рельефа комплекс включает валы годичных морен (рис. 13).



Рис. 13. Слева годичные морены ледника Вонбреен, справа эрозионный срез годичных морен (фото автора, 2003 г.).

В районе моренного комплекса получены радиоуглеродные датировки по раковинам *Hiatella arctica* (Linne) с высоты 85 м (вал морены напора). Радиоуглеродный возраст составил  $2\ 570 \pm 70$  лет (образец Ле-6247). Также получены датировки по древесине из внутренней части моренного комплекса с высот 16 м и 38 м (рис. 14 а). Радиоуглеродный возраст составил  $3\ 630 \pm 20$  лет (Ле-6245) и  $970 \pm 25$  38 (обр. Ле-6246) соответственно. Перед фронтальной частью морены ледника Вонбреен, в штормовом валу с абсолютной высотой 3 м (рис. 14 б) обнаружена корневая часть дерева. Радиоуглеродная датировка показала возраст  $250 \pm 20$  лет (образец Ле-6249) [Шарин, Дымов, 2004].



Рис. 14. Древесина для радиоуглеродного датирования из района моренного комплекса ледника Вонбреен (фото В.В. Шарина, 2001 г.). а - древесина в промоине моренного вала ледника Вонбреен (Обр. Ле-6246, радиоуглеродный возраст  $970 \pm 25$  лет), б - древесина в штормовом вале (Обр. Ле-6249, радиоуглеродный возраст  $250 \pm 20$  лет).

Эти датировки свидетельствуют о морских условиях осадконакопления в районе моренного комплекса ледника Вонбреен в позднем голоцене.

Таким образом на протяжении всего голоцена район моренного комплекса и долина Вудфиорддален были заняты морем. В пользу этого факта говорит и сохранность пинго, которые сложены преимущественно алевритами легко поддающимися процессам размыва. Можно предположить, что время формирования годичных морен и пинго в низовьях долины Вудфиорддален синхронно по времени. Этому способствовали и условия т.е. промерзание грунта зимой и оттайка летом (с образованием кратеров), что приводило в одном случае к росту ледяного ядра, в другом – формированию годичных моренных валов. Следует отметить, что годичные морены присутствуют в моренных комплексах ледников Вонбреен, Абрахамсенбррен и морены в верховьях долины Пирэусдален. Все годичные морены находятся в непосредственной близости к гидролакколитам

Время образования самих гидролакколитов, опираясь на вышеизложенные факты, скорее всего лежит в пределах последних двух сотен лет (пик малого ледникового периода). В это время участки долин, где находятся пинго, вследствие воздымания территории, были свободны от морских вод. В противном случае, трудно представить существование ледяного ядра, лежащего в основании практически всех пинго, и теплолюбивых моллюсков (*Mytilus edulis* и *Cyprina islandica*), так как температура воды, необходимая для их обитания должна быть выше чем современная [Salvigsen et al., 1992].

**Выводы.** В течении всего голоцена в долине Вудфиорддален господствовали морские условия осадконакопления. О этом свидетельствуют находки макрофауны (в том числе и теплолюбивой), древесины на склонах и у подножия гидролакколитов, наличие морских террас по бортам долины и дислоцированных морских осадков в моренном комплексе ледника Абрахамсенбррен. Море проникало глубоко в долину, вплоть до моренного комплекса. Также морскими водами был занят участок моренного ансамбля ледника Вонбреен. Найденные на склонах пинго раковины теплолюбивых моллюсков, *Cyprina islandica*, *Mytilus edulis* возрастом 8570 и 3790 лет и *Littorina littorea* свидетельствуют о том, что в ранне и среднем голоцене условия для обитания этих моллюсков были благоприятны для их обитания. Это подтверждается и датировками теплолюбивых моллюсков с острова Брейдхолмен [Salvigsen, 2002; Шарин, Дымов, 2003, 2004]. Формирование пинго в Вудфиорддален, по-видимому, синхронно с образованием годичных морен по периферии моренных комплексов ледников Абрахамсенбррен и Вонбреен. Их образование произошло в период максимума малого ледникового периода, во второй половине XIX века. В 1900 году по крайней мере пинго Танталусхауген, на момент своего открытия Шведской научной экспедицией, уже существовали. Об этом факте свидетельствуют и радиоуглеродные датировки в  $80 \pm 40$  и  $90 \pm 40$  лет древесины со склонов этих гидролакколитов. Судя по морфологической сохранности остальных пинго их возраст лежит в этом же временном диапазоне. Условия формирования для всех гидролакколитов района были одинаковы.

Таким образом, все вышеописанные формы вскрывают следующие генетические виды образований: морские (I, II, IV, V) и ледниковые (III). В связи с тем, что гидролакколиты хорошо узнаются на местности, обозначены на многих топографических картах, они могут оказывать существенную помощь исследователям при изучении разрезов четвертичных образований на участках, удаленных от побережий. В первую очередь это касается морских и ледниковых отложений, так в условиях скованности грунта слоем многолетнемерзлых пород, весьма широко развитых на архипелаге, производить расчистки не всегда представляется возможным.

## ЛИТЕРАТУРА

Большиянов Д.Ю., Погодина И.А., Гусев Е.А., Шарин В.В., Алексеев В.В., Дымов В.А., Анохин В.М., Аникина Н.Ю., Деревянко Л.Г. Новые данные по береговым линиям

архипелагов Земля Франца Иосифа, Новая Земля и Шпицберген // Проблемы Арктики и Антарктики. 2009. №2 (82). С. 68-77.

Демидов В.Э., Демидов Н.Э., Веркулич С.Р., Веттерих С. Морфология и географическое распределение многолетних бугров пучения (гидролакколитов) на архипелаге Шпицберген // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2021. Выпуск 8. С. 68-72. doi: 10.24412/2687-1092-2021-8-68-72

Дымов В.А., Шарин В.В. Динамика движения ледниковых в южной части Вуд-фиорда (архипелаг Шпицберген) // Сокращение гляциосферы: факты и анализ. Тезисы докладов XIII Гляциологического симпозиума. Санкт-Петербург, 2004. С. 66-67.

Шарин В.В., Дымов В.А. Колебания уровня моря в южной части Вуд-фиорда (архипелаг Шпицберген) в голоцене // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты. 2003. С. 142-146.

Шарин В.В., Дымов В.А. Новые данные по реконструкции колебаний уровня моря в течение голоцена в южной части Вуд-фиорда (архипелаг Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2004. С. 167-175.

Friend P.F. Cambridge Spitsbergen Expedition 1958 // Polar Record. 1959. Vol. 9. Is. 62. P. 463-464. doi: 10.1017/S0032247400066523

Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard). Zagórski, P., Harasimiuk, M., Rodzik J. (ed.). Faculty of Earth Sciences and Spatial Management Maria Curie-Skłodowska University, Lublin 2013, 385 p.

Liestol O. Pingos, springs and permafrost in Spitsbergen // Norsk Polarinstitutt Abrok 1975, Oslo, 1976, pp. 7-29.

Piper D. J. W., Porritt C. J. Some pingos in Spitsbergen // Norsk Polarinstitutt Abrok, 1965, Oslo, pp. 81-84.

Salvigsen O., Forman S. L., Miller G. H. Thermophilous molluscs on Svalbard during the Holocene and their paleoclimatic implications // Polar Research. 1992. Vol. 11, P. 1-10. doi: 10.3402/polar.v11i1.6712

Salvigsen O. Radiocarbon-dated *Mytilus edulis* and *Modiolus modiolus* from northern Svalbard: climatic implications // Norsk Geografisk Tidsskrift. 2002. Vol. 56. Is. 2. P. 56-61. doi: 10.1080/002919502760056350

Norsk Polarinstitutt [Электронный ресурс] / Норвежский Полярный Институт. URL: <https://www.npolar.no>.

## PINGO (HYDROLACCOLITHS) IN THE WOODFJORDDALEN VALLEY (WEST SPITSBERGEN): MORPHOLOGICAL FEATURES, AGE, CONDITIONS OF FORMATION

Sharin V.V.

VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, Russia

Based on the analysis of the results of field observations, the analysis of photographs and aerial photographs, and previously published materials, new data on the morphological structure of pingos (hydrolaccoliths) in the Woodfjordalen Valley (Westspitsbergen Island, Spitsbergen Archipelago) are presented. The material composition of the pingo deposits is given, and the species composition of the discovered macrofauna is described. Both previously published and new radiocarbon dating is presented, including from the shells of the thermophilous mollusks *Cyprina* (*Arctica*) *islandica* (Linne) and *Mytilus edulis* (Linne). The radiocarbon ages of these shells were 8,570 and 3,790 years, respectively. A description of the conditions for the formation of pingos is given.

Keywords: pingo, Spitsbergen, Woofjorddalen, radiocarbon dates, Holocene, moraine

#### REFERENCES:

- Bolshyanov D.Yu., Pogodina I.A., Gusev E.A., Sharin V.V., Alekseev V.V., Dymov V.A., Anokhin V.M., Anikina N.Yu., Derevyanko L.G. New data on the coastlines of the Franz Josef Land, Novaya Zemlya and Spitsbergen archipelagos // Arctic and Antarctic Research. 2009. №2 (82). P. 68-77.
- Demidov V.E., Demidov N.E., Verkulich S.R., Wetterich S. Morphology and spatial distribution of pingos on Svalbard // Relief and Quaternary deposits of the Arctic, Subarctic and North-West Russia. 2021. Issue 8. P. 68-72. doi: 10.24412/2687-1092-2021-8-68-72
- Dymov V.A., Sharin V.V. Dynamics of glacier movement in the southern part of Woodfjord (Spitsbergen archipelago) // Shrinkage of the glaciosphere: facts and analysis. Abstracts of reports of the XIII Glaciological Symposium. St. Petersburg, 2004, pp. 66-67.
- Sharin V.V., Dymov V.A. Sea level fluctuations in the southern part of Woodfjord (Spitsbergen archipelago) in the Holocene.) // Comprehensive studies of the nature of Spitsbergen. Apatity, 2003, pp. 142-146.
- Sharin V.V., Dymov V.A. New data on the reconstruction of sea level fluctuations during the Holocene in the southern part of Woodfjord (Spitsbergen archipelago) // Comprehensive studies of the nature of Spitsbergen. Apatity: Publishing House of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences, 2004, pp. 167-175.
- Friend P.F. Cambridge Spitsbergen Expedition 1958 // Polar Record. 1959. Vol. 9. Is. 62. P. 463-464. doi: 10.1017/S0032247400066523
- Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard). Zagórski, P., Harasimiuk, M., Rodzik J. (ed.). Faculty of Earth Sciences and Spatial Management Maria Curie-Skłodowska University, Lublin 2013, 385 p.
- Liestol O. Pingos, springs and permafrost in Spitsbergen // Norsk Polarinstitutt Abrok 1975, Oslo, 1976, pp. 7-29.
- Piper D. J. W., Porritt C. J. Some pingos in Spitsbergen // Norsk Polarinstitutt Abrok, 1965, Oslo, pp. 81-84.
- Salvigsen O., Forman S. L., Miller G. H. Thermophilous molluscs on Svalbard during the Holocene and their paleoclimatic implications // Polar Research. 1992. Vol. 11, P. 1-10. doi: 10.3402/polar.v11i1.6712
- Salvigsen O. Radiocarbon-dated *Mytilus edulis* and *Modiolus modiolus* from northern Svalbard: climatic implications // Norsk Geografisk Tidsskrift. 2002. Vol. 56. Is. 2. P. 56-61. doi: 10.1080/002919502760056350
- Norsk Polarinstitutt. URL: <https://www.npol.no>.