МАТЕРИАЛЫ
ПЯТОЙ
конференции геокриологов России

МГУ имени М.В. Ломоносова
14-17 июня 2016 г.

ТОМ 2

Часть 5. ***Региональная и историческая геокриология***
Часть 6. ***Динамическая геокриология. Геокриологические процессы и явления***
Часть 7. ***Литогенетическая геокриология (криолитогенез)***

Москва
«Университетская книга»
2016

УДК (551.34+551.345+551.341):(550.3+550.8)
ББК 26.36
М34

М34 **Материалы Пятой конференции геокриологов России. МГУ имени М.В. Ломоносова, 14–17 июня 2016 г. Т. 2.** Часть 5. *Региональная и историческая геокриология.* Часть 6. *Динамическая геокриология. Геокриологические процессы и явления.* Часть 7. *Литогенетическая геокриология (криолитогенез).* — М.: «Университетская книга», 2016. — 330 с.: табл., ил.

ISBN 978-5-91304-400-6
ISBN 978-5-91304-402-0 (Том 2)

Пятая конференция геокриологов России посвящена геотехнике в области распространения многолетнемерзлых пород. Ее целью является обсуждение важнейших проблем геотехники, обусловленных наметившимся в последние годы широким освоением Арктики, а также прогрессивных идей и дальнейших перспектив развития общего и инженерного мерзлотоведения. К числу главных из них относятся новые строительные технологии, надежность оснований инженерных сооружений в условиях меняющегося климата, проблемы экологии, механики, теплофизики и физико-химии мерзлых грунтов, современные методы динамической геокриологии и геофизики и их приложение к инженерно-геокриологическим изысканиям и другие насущные проблемы и задачи геокриологии. Конференция представлена 13-тью научными секциями, возглавляемыми известными учеными страны. В работе конференции принимают участие геокриологи, инженер-геологи, географы, геофизики, экологи, биологи, изыскатели и все заинтересованные специалисты, ученые из России и зарубежных стран.

УДК (551.34+551.345+551.341):(550.3+550.8)
ББК 26.36

Технический редактор и компьютерная верстка *О.М. Лисицыной*

Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Тираж 50 экз. Заказ № Т-102-16.

Отпечатано в типографии «КДУ» с материалов, предоставленных заказчиками.
Тел./факс (495) 939-44-91, 939-57-32

ISBN 978-5-91304-400-6
ISBN 978-5-91304-402-0 (Том 2)

© Коллектив авторов, 2016
© Обложка. Изд-во «КДУ», 2016

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели: Л.Н. Хрусталев В.П. Мельников, М. Н. Железняк, А.В. Брушков
Ученые секретари: Р.Г. Мотенко, Е.М.Чувилин

Члены оргкомитета: Алексеев А.Г., Ашпиз Е.С., Ананьев В.В., Баулин В.В., Васильчук Ю.К., Гальченко В.Ф., Гребенец В.И., Дроздов Д.С., Дубровин В.А., Комаров И.А., Кондратьев В.Г., Конищев В.Н., Кроник Я.А., Круподеров В.С., Кондратьев В.Г., Кошурников А.В., Лурье И.К., Максимяк Р.В., Минкин М.А., Осипов В.И., Осокин А.Б., Оспенников Е.Н., Разбегин В.Н., Ривкин Ф.М., Роман Л.Т., Сергеев Д.О., Смолов Г.К., Станиловская Ю.В., Трофимов В.Т., Хилимонюк В.З., Цернант А.А., Чеверев В.Г., Шаманова И.И., Шестернев Д.М., Якушев В.С.

Секция 5. Региональная и историческая геокриология
руководители М. Н. Железняк, Е.Н. Оспенников

Секция 6. Динамическая геокриология. Геокриологические процессы и явления
руководители Д.С. Дроздов, В.А. Дубровин, Д.О.Сергеев

Секция 7. Литогенетическая геокриология (криолитогенез)
руководители В.Н. Конищев, Ю.К. Васильчук

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ

Научный журнал **ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. Серия 4. Геология**
Научный журнал РАН **ГЕОЭКОЛОГИЯ**. **Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология**
Научный журнал РАН, Сибирское отделение **КРИОСФЕРА ЗЕМЛИ**
Научно-технический журнал **ОСНОВАНИЯ, ФУНДАМЕНТЫ И МЕХАНИКА ГРУНТОВ**
The News Bulletin of International Permafrost Association **FROZEN GROUND**
Научно-аналитический журнал **ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ**
Научный журнал **ГЕОТЕХНИКА**
Научный журнал **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**
Научный журнал **ГЕОРИСК**

4. Баду Ю.Б. Мощность мерзлой толщи //«Криосфера нефтегазоконденсатных месторождений полуострова Ямал: 3 томах. Т.1. Харасавэйское газоконденсатное месторождение». -Тюмень: ООО"ТюменНИИгипрогаз"; СПб.:Недра, С.-П.отд., 2006. С.105-112.
5. Баду Ю.Б. Криогенные толщи газоносных структур севера Западной Сибири //Материалы Четвертой конференции геокриологов России. МГУ им. М.В.Ломоносова.Т.2.Часть 5.- М: Университетская книга, 2011. С.9-15.
6. Баду Ю.Б. К стратиграфии криогенной толщи севера Западной Сибири. //Сборник научных трудов ООО «ТюменНИИгипрогаз». - Тюмень: Изд-во «Флат», 2011. С.24-26.
7. Баду Ю.Б. Криогенная толща газоносных структур севера Западной Сибири – взгляд из будущего. //Десятая Международная конференция по мерзлотоведению (TICOP): Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой в меняющемся мире. Том 3: Статьи на русском языке. /Под редакцией В.П.Мельникова. – Тюмень, Россия: Печатник, 2012. С.25-30.
8. Баду Ю.Б. Карты мощности криогенной толщи газоносных структур //Тезисы конф. «Геокриологическое картографирование: проблемы и перспективы».Москва, 5-6 июня 2013г. Электрон.текст данных. –М.:РУДН, 2013.
9. Баду Ю.Б. Влияние газоносных структур на мощность криогенной толщи Ямала. //Криосфера Земли, 2014, т. XVIII, № 3, с. 11–22.
10. Баду Ю.Б. Льдистость пород криогенной толщи газоносных структур северного Ямала. //Криосфера Земли, 2015, т. XIX, № 3, с. 10–19.
11. Баду Ю.Б., Дубиков Г.И., Макогон Ю.Ф. Прогноз взаимодействия эксплуатационных скважин с многолетнемерзлыми породами. //В сб. "Иссл.состава, строения и св-в мерзлых, промерз. и оттаив.пород с целью наиболее рац.проект-я и стр-ва". – М., МГУ, 1981.
12. Дмитриевский А.Н. Бассейновый анализ (системный подход) //Геология нефти и газа. 1998, № 10.
13. Трофимов В.Т., Баду Ю.Б., Дубиков Г.И. /Криогенное строение и льдистость многолетнемерзлых пород Западно-Сибирской плиты. - М., Изд-во Моск. Ун-та, 1980. 246 с.
14. Трофимов В.Т., Баду Ю.Б., Кудряшов В.Г., Фирсов Н.Г. Полуостров Ямал (инженерно-геологический очерк). - М., Изд-во Московского ун-та, 1975. 278 с.

ВОЗРАСТ И ПАЛЕОГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГОЛОЦЕНОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ЛЬДОВ ВОСТОЧНОЙ ЧУКОТКИ

Ю.К. Васильчук, Н.А.Буданцева, А.К. Васильчук, А.А.Маслаков, Ю.Н.Чижова
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия;
e-mail: vasilch_geo@mail.ru

Исследован изотопно-кислородный состав голоценовых повторно-жильных льдов, лед инъекционно-сегрегационных сезонных бугров пучения, пластового и текстурного льда Восточной Чукотки в окрестностях оз.Коолень, близ пос. Лаврентия на р.Чульхевеем, у г.Анадырь и близ с. Лорино. Значения $\delta^{18}O$ голоценовых повторно-жильных льдов варьирует несущественно (не более чем на 2‰), что свидетельствует о незначительной изменчивости климатических зимних условий в позднем голоцене, среднемноголетние значения среднеянварских температур менялись не более чем на 3°С.

AGE AND PALAEOGEOCRYOLOGICAL CONDITIONS OF THE HOLOCENE GROUND ICE FORMATION OF THE EASTERN CHUKOTKA

Yu.K.Vasil'chuk, N.A.Budantseva, A.C.Vasil'chuk, A.A.Maslakov, Ju.N.Chizhova
Lomonosov Moscow State University, Geography and Geology Departments, 119991, Moscow, Russia; *e-mail: vasilch_geo@mail.ru*

Oxygen isotopic composition of Holocene ice wedges, blister ice, massive and segregated ice lenses of the Eastern Chukotka – across Koolen' Lake, near the Lavrentiya village, on the Chul'heveem River valley, near Anadyr town and near the Lorino village have been studied. The $\delta^{18}O$

values of Holocene ice wedges range slightly (no more than 2 ‰), which indicated low variability of climatic winter conditions in the Late Holocene, the average January temperatures did not vary by more than 3°C.

Цель нашей работы – исследовать изотопно-кислородный состав голоценовых повторно-жильных льдов, а также лед инъекционно-сегрегационных сезонных бугров пучения, пластового и текстурного льда Восточной Чукотки в окрестностях оз.Коолень, близ пос. Лаврентия на р.Чульхевеем, у г.Анадырь и близ с. Лорино, сопоставить изотопные диаграммы и оценить изменения зимних условий в позднем голоцене в этом регионе.

Олиготрофное озеро Коолень (в переводе с чук. Колен – «провал, глубокая пропасть»), расположено в отрогах хребта Айнан на востоке Чукотского полуострова, в 13 км от побережья Чукотского моря (рис. 1). Озеро имеет тектоническое происхождение, в западной части его глубина достигает 100 м, высотная отметка – 42 м над уровнем моря. Из него вытекает только одна река – Кооленьваам (исток реки – 65°59’04’’ с.ш., 170°58’47’’ з.д.), впадающая в Уэленскую лагуну. В районе озера обнаружена древняя стоянка охотников, возраст которой составляет более 6000 лет. Ближайший населённый пункт – пос.Лаврентия – расположен в 44 км южнее. Климат в районе озёрной впадины континентальный.

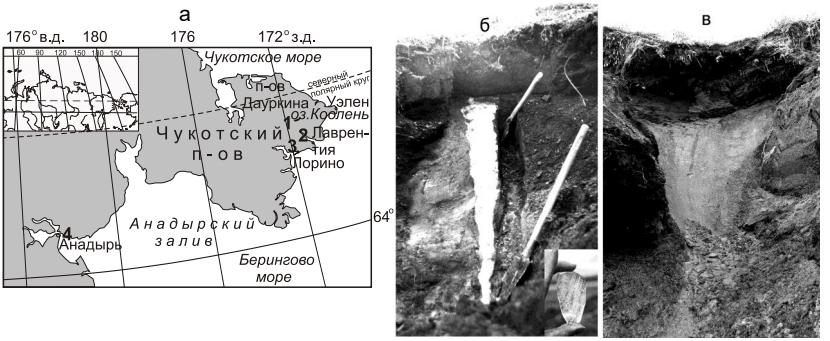

Рис. 1. Районы исследований (а) и обнажения повторно-жильных льдов на Восточной Чукотке: 1 – оз.Коолень (б), 2 – р.Чульхевеем, 3 – с.Лорино (в), 4 – Анадырь

Среднегодовая температура воздуха –8.6°С, среднемноголетние значения среднеянварских температур составляют –22°С (варьируя год от года на 3-4°С). Устойчивый снежный покров образуется в конце первой декады октября и сходит в конце мая. Среднемноголетние значения среднеиюльских температур составляют +7.3°С. В окрестностях оз. Коолень господствует кустаничково-разнотравная тундра с преобладанием ив (*Salix polaris, S. pulchra*), дриады (*Dryas punctata*) и камнеломково-мытникового разнотравья (*Saxifraga punctata, S. hirculus* и др.). В долинах крупных ручьев развиты ивняки с *Salix alaxensis* высотой до 3–3.5 м и ольховник *Duschekia fruticosa* [15].

В восточной части находится узкий песчано-галечниковый пляж и озерная пойма высотой 2–3 м. На южном берегу оз.Коолень, в 1.2 км от истока реки Кооленьваам на озерной пойме в шурфе вскрыты: торф рыже-коричневый, слабоопесчаненный, талый (глубина 0–0.4 м), под ним залегает торф коричневый, мерзлый, среднельдистый, криотекстура сетчатая (0.4–0.7 м), ниже – супесь серая (0.7–2 м). В толще залегает

повторно-жильный лед с современным ростком (рис. 1, б). Лед жилы прозрачный, вертикально-слоистый, состоит из элементарных жилок шириной 0.4–0.6 см с воздушными пузырьками, вертикально ориентированными. Значения $\delta^{18}O$ в жиле варьируют от –17.9 до –14.9‰ (рис. 2, в), а в современном ростке $\delta^{18}O$ составляет –14.7‰ (табл. 1).

В восточной части котловины оз.Коолень, близ истока р. Кооленьвеем, Н.Н.Диковым на озерной пойме в 1980 г. обнаружена хорошо стратифицированная стоянка древнего человека – опорный памятник раннего этапа неолита на Чукотке [7]. В разрезе поймы в оторфованном коричневом песке на глубине 0.8 м встречен культурный слой, отмеченный большим углистым пятном и отдельными углями, а также обломанными наконечниками стрел, листовидных ножей и ножевидных пластинок, фрагментов грубой неорнаментированной тонкостенной керамики. Из углистого пятна получена радиоуглеродная датировка 5700 ± 300 лет (МАГ-717) [7]. Эта дата дает основание для датирования времени начала формирования изученных нами жил. О возрасте жилы на Коолене (она начала формироваться не ранее 6 тыс. лет и не позднее 2 тыс. лет) также можно косвенно судить по Уэленскому торфянику, начавшего формироваться около 7.5–6 тыс. лет назад и завершившего формирование около 2 тыс. лет назад (судя по ^{14}C датировкам в основании торфяника – 7545 ± 117 лет и в его кровле - 2066 ± 201 лет) [6].

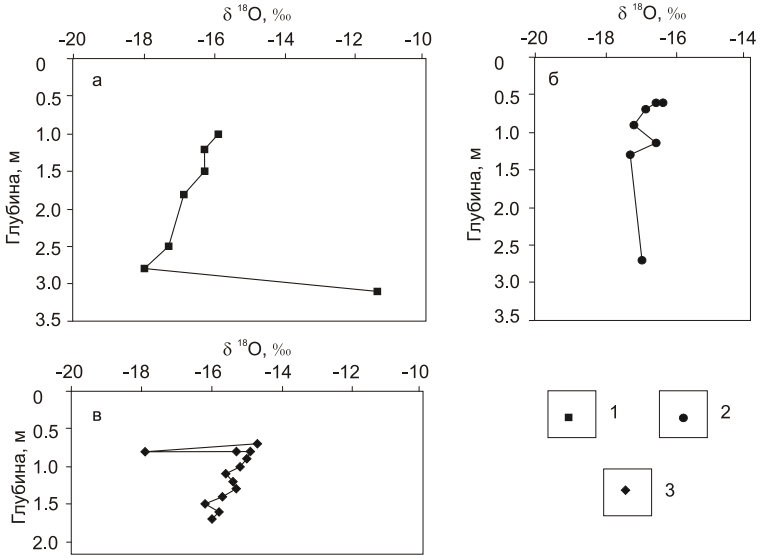

Рис. 2. Сопоставление изотопно-кислородных диаграмм сингенетических голоценовых повторно-жильных льдов Восточной Чукотки: а – близ пос. Лорино, б – близ г.Анадырь, в – на оз.Коолень

На поверхности поймы оз.Коолень также изучен разрез современного бугра пучения (рис. 3, а). Бугор сложен с поверхности песком желто-серым среднезернистым (глубина 0.0–0.1 м), который подстилается торфом коричневым (0.1–0.2 м), ниже залегает лед мощностью 0.6 м, чистый, прозрачный голубоватый, с вертикально

ориентированными пузырьками воздуха. Ледяная линза также подстилается торфом черным (глубина 0.8–0.9 м). Значения $\delta^{18}O$ во льду ядра бугра пучения изменяются от –15.3 до –13.4‰.

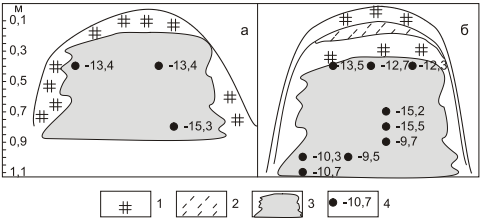

Рис. 3. Распределение стабильных изотопов кислорода в ядре инъекционно-сегрегационных современных бугров пучения на востоке Чукотки – на пойме оз.Коолень (а) и на пойме р.Чульхевеем, близ пос.Лаврентия (б): 1 – торф; 2 – супесь; 3 – инъекционный лед; 4 – значения $\delta^{18}O$ во льду

Таблица 1. Вариации $\delta^{18}O$ в повторно-жильных (ПЖЛ), текстурных (текст.) инъекционных (инъек.), сегрегационных (сегр.), пластовых (пласт.) и пещерных (пещ.) льдах Восточной Чукотки

№ образца	Глубина, м	$\delta^{18}O$, ‰	Вид льда	№ образца	Глубина, м	$\delta^{18}O$, ‰	Вид льда
р.Чульхевеем, современный бугор пучения				оз.Коолень, п-ов Дауркина			
342-YuV/11	0.4	–10.9	текст. из торфа	Пластовый лед			
342-YuV/12	0.55	–11.4	текст. из песка	343-YuV/2	3.0	–20.6	пласт.
342-YuV/13	0.55	–11.5	сегр.	343-YuV/3	3.5	–22.4	пласт.
342-YuV/14	0.65	–10.7	сегр.	Росток современной жилки			
342-YuV/15	1.0	–10.3	сегр.	343-YuV/29	0.7	–14.7	ПЖЛ
342-YuV/16	1.0	–9.5	сегр.	Голоценовый повторно-жильный лед			
342-YuV/17	0.8	–15.0	сегр.	343-YuV/9	0.8	–17.9	ПЖЛ
342-YuV/18	1.1	–10.7	сегр.	343-YuV/19	1.7	–16.0	ПЖЛ
342-YuV/19	0.9	–9.7	сегр.	343-YuV/20	1.6	–15.8	ПЖЛ
342-YuV/21	0.8	–15.5	сегр.	343-YuV/21	1.5	–16.2	ПЖЛ
342-YuV/22	0.7	–15.2	сегр.	343-YuV/22	1.4	–15.7	ПЖЛ
342-YuV/23	0.4	–13.5	сегр.	343-YuV/23	1.3	–15.3	ПЖЛ
342-YuV/24	0.4	–12.7	сегр.	343-YuV/24	1.2	–15.4	ПЖЛ
342-YuV/25	0.4	–12.3	сегр.	343-YuV/25	1.1	–15.6	ПЖЛ
342-YuV/28	1.6	–11.8	пещ.	343-YuV/26	1.0	–15.2	ПЖЛ
окрестности г.Анадырь, залив Онемен				343-YuV/27	0.9	–15.0	ПЖЛ
Росток современной жилки				343-YuV/28	0.8	–14.9	ПЖЛ
339-YuV/6	0.4	–15.8	ПЖЛ	Современный бугор пучения			
347-YuV/11	0.6	–16.4	ПЖЛ	343-YuV/38	0.4	–13.4	инъек.
Голоценовый повторно-жильный лед				343-YuV/39	0.4	–13.4	инъек.
339-YuV/2	1.2	–17.0	ПЖЛ	343-YuV/40	0.8	–15.3	инъек.
339-YuV/5	0.5	–16.7	ПЖЛ	окрестности с.Лорино, ПЖЛ №2			
339-YuV/3	1.2	–13.5	текст. из торфа	15-Л/13	1.3	–15.3	ПЖЛ
339-YuV/4	0.5	–15.0	текст. из супеси	15-Л/14	1.2	–14.0	ПЖЛ
339-YuV/25	1.0	–13.2	текст. из торфа	15-Л/15	1.3	–14.9	ПЖЛ

339-YuV/27	2.0	–14.9	текст. из песка	15-Л/16	1.2	–15.6	ПЖЛ
339-YuV/29	2.6	–16.1	текст. из песка	15-Л/17	1.1	–15.2	ПЖЛ
339-YuV/30	2.9	–16.7	текст. из песка	15-Л/18	1.0	–16.6	ПЖЛ
339-YuV/39	4.0	–16.4	текст. из песка	15-Л/19	1.0	–16.3	ПЖЛ
347-YuV/1	2.7	–17.0	ПЖЛ	15-Л/20	1.0	–16.0	ПЖЛ
347-YuV/5	1.3	–17.3	ПЖЛ	15-Л/21	1.0	–15.6	ПЖЛ
347-YuV/6	1.15	–16.6	ПЖЛ	15-Л/22	1.0	–15.9	ПЖЛ
347-YuV/7	0.9	–17.2	ПЖЛ	окрестности с.Лорино, голоценовый повторно-жильный лед, ПЖЛ №3			
347-YuV/9	0.7	–16.9	ПЖЛ				
347-YuV/10	0.6	–16.6	ПЖЛ	15-Л/25	1.0	–16.6	ПЖЛ
окрестности с.Лорино				15-Л/26	1.0	–16.2	ПЖЛ
Росток современной жилки				15-Л/27	1.0	–16.4	ПЖЛ
15-Л/07	0.7	–16.8	ПЖЛ	15-Л/28	1.0	–16.2	ПЖЛ
окрестности с.Лорино, голоценовый ПЖЛ №1				15-Л/29	1.0	–16.2	ПЖЛ
15-Л/01	3.1	–11.4	ПЖЛ	15-Л/30	1.0	–16.3	ПЖЛ
15-Л/02	2.8	–18.0	ПЖЛ	15-Л/31	1.0	–16.4	ПЖЛ
15-Л/03	2.5	–17.3	ПЖЛ	15-Л/32	1.0	–16.5	ПЖЛ
15-Л/04	1.8	–16.9	ПЖЛ	15-Л/33	1.5	–17.0	ПЖЛ
15-Л/05	1.5	–16.3	ПЖЛ	15-Л/34	2.0	–16.6	ПЖЛ
15-Л/06	1.2	–16.3	ПЖЛ	окрестности с.Лорино, текстурный лед			
15-Л/08	1.1	–16.6	ПЖЛ				
15-Л/09	1.1	–15.9	ПЖЛ	15-Л/37	2.5	–16.2	из супеси
15-Л/10	1.0	–15.9	ПЖЛ	15-Л/38	1.3	–15.1	из супеси
15-Л/11	1.0	–16.9	ПЖЛ	15-Л/23	1.0	–12.9	из торфа
15-Л/12	1.0	–16.5	ПЖЛ	15-Л/24	1.0	–13.7	из торфа

На склоне третьей морской террасы, в 2 км от истока реки Кооленьваам в овраге, на глубине 3 м вскрыта часть пласта серого льда мощностью более 0.7 м. Во льду слабо выраженная вертикальная полосчатость, за счет примеси песка желтоватого и черного. Лед насыщен крупными вытянутыми пузырьками воздуха и перекрыт горизонтально-слоистой толщей песка и торфа. На высоте 0.1 м над кровлей пласта льда залегает валун диаметром 8 см. Выше встречены валуны до 30 см в диаметре. Значения $\delta^{18}O$ в пластовом льду варьируют от –22.4 до –20.6‰.

Село Лорино (65°30’00’’ с.ш., 171°43’00’’ з.д.) является крупнейшим национальным селом на территории Чукотского полуострова, расположено на берегу Мечигменской губы Берингова моря, в 40.5 км от пос. Лаврентия. Среднегодовая температура воздуха –4.0°С. Среднемноголетние значения среднеиюльских температур составляют +5.4°С (варьируют год от года от +4°С до +14°С). Среднемноголетние значения среднеянварских температур составляют –21°С (от –18 до –42°С). В непосредственной близости от села расположены Лоринские (Кукуныские) горячие источники. Флора территории ключей и их окрестностей насчитывает 272 вида сосудистых растений [5]. Значения $\delta^{18}O$ в воде Лоринских (Кукуныских) гидротерм варьирует от –14.8 до –13.6‰ [2, 8].

На побережье Мечигменского залива, на окраине с. Лорино в останце морской террасы высотой до 25 м в обнажении протяжённостью около 800 м вскрыт голоценовый торфяник мощностью до 4 м. Под торфом залегает серая супесь с

включениями гальки. Торф и подстилающие отложения вмещают повторно-жильные льды (ширина в верхней части 1.7 м). Головы жил вскрыты на глубине 0.5 м от поверхности (рис. 1, в).

Значения $\delta^{18}O$ в голоценовых жилах у с.Лорино варьируют: в жиле №1 от –18.0 до –15.9‰, а в хвосте жилы – изотопически более тяжелый лед со значением $\delta^{18}O$ – 11.4‰ (рис. 2, а). В жиле №2 значения $\delta^{18}O$ составляют от –16.0 до –14.0‰, а в жиле №3 от –17.0 до –16.2‰. Современный росток характеризуется значением $\delta^{18}O$ –16.8‰.

В текстурных льдах из песка значения $\delta^{18}O$ изменяются от –16.2 до –15.1‰, а в текстурных льдах из торфа – от –13.7 до –12.9‰. Диапазон изотопных значений между современным ростком и голоценовыми жилами составил 1–2.8‰. Близкий диапазон изотопно-кислородных значений (около 3‰) был получен для современного ростка и голоценовых повторно-жильных льдов в отложениях террасы оз.Эльгыгытгын на западе Чукотки (рис. 4). Лед жил здесь изотопически более легкий, чем на востоке полуострова, что объясняется большей удаленностью от океана, значение $\delta^{18}O$ в современном ростке составляет –20.4‰, в жилах составляет в среднем −22.4‰ (верхний ярус) и −23.5‰ (нижний ярус) [11, 12].

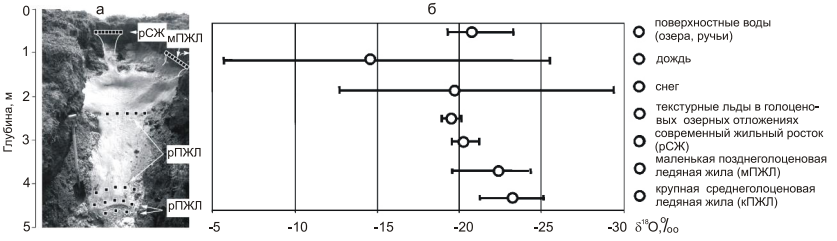

Рис. 4. Вариации стабильных изотопов кислорода в сингенетических голоценовых повторно-жильных льдах в торфянике на оз.Эльгыгытгын, Западная Чукотка. По данным из [11]: а – многоярусная голоценовая жила. Фото Г.Швамборна; б – вариации $\delta^{18}O$ в ледяной жиле, в текстурных льдах и в гидросферных объектах [12]

Близ пос. Лаврентия (65°35’02’’ с.ш., 170°59’20’’ з.д.), в долине р.Чульхевеем преобладает типичная дальневосточная мелкобугорковая тундра. На микроповышениях (бугорки и кочки) доминируют кустарники *Salix pulchra, Betuia exilis. Ledum decumhens*. Травянистые растения представлены *Eriophorum vaginatum, Carex lugens, C. rariflora, Poa arctica* и рядом других. Пониженные увлажненные местообитания заняты в основном *Eriophorum vaginatum* и *Carex stans* с участием *Salix pulchra* [4]. На поверхности третьей террасы, примерно в 5 км от пос.Лаврентия, в 180 м от русла р.Чульхевеем изучен разрез современного бугра пучения (рис. 3, б), сложенного с поверхности торфом черным с корешками осок и пушицей (0–0.12 м), подстилаемым супесью буро-серой оторфованной (0.12–0.3 м), под которой залегает торф темнокоричневый (0.3–1.1 м). В толще торфа залегают инъекционно-сегрегационные и сегрегационные льды, мощностью более 0.7 м в виде линз и штоков. Структура льда крупнокристаллическая, в нижней части отмечен вертикальнослоистый лед. Значения $\delta^{18}O$ во льду современного бугра пучения изменяются от –15.5 до –9.5‰.

В окрестностях г.Анадырь широко распространены осоково-пушицевые и осоково-кустарничковые полигональные тундры с карликовой березкой, низким ольховником, вейниковыми ивнячками (*Salix krylovii*), голубикой, брусникой, шикшей, багульником [1]. Среднегодовая температура воздуха в г.Анадырь –6.9°С, среднемноголетние значения среднеянварских температур –21°С, а среднеиюльских

температур – +11°С. На правобережье залива Онемен на лайде высотой до 7 м в обнажении протяженностью около 800 м вскрыты голоценовые торфяники мощностью до 2.5–4.5 м. Под торфом залегает маломощный прослой супеси, а ниже песок. Эти отложения рассечены повторно-жильными льдами вертикальной мощностью более 3 м. Головы жил залегают на глубине 0.5 м в торфе, а нижняя их часть уходит в песок. В верхней части жил четко выделяются элементарные жилки. В жилах также отмечены тонкие вертикальные жилки торфа. Хвосты жил упираются в галечник на глубине чуть более 3 м. Значения $\delta^{18}O$ в жилах варьируют от –17.3 до –16.4‰ (рис. 2, б), в текстурных льдах из песка от –16.7 до –14.9‰, в текстурных льдах из супеси составляют –15.0‰, а в текстурных льдах из торфа –13.5‰. В современных ростках значения $\delta^{18}O$ изменяются от –16.4 до –15.8‰. В основании торфяника получены две ^{14}C датировки: 9080 ± 50 лет (ГИН-4974) по древесине и 9130 ± 80 лет (ГИН-4975) по вмещающему ее торфу. Близкое совпадение датировок свидетельствует об их достоверности. При сопоставлении ^{14}C датировок по торфу и по отдельным фракциям, его составляющим (мху, листьям, хвое, семенам, древесным остаткам), полученных для торфяников Канады, Аляски и севера Западной Сибири зафиксировано незначительное различие между датировками суммарного образца и отдельных фракций, хотя в некоторых случаях датировки по древесине в базальных слоях торфа могут отличаться от суммарного образца на несколько сотен лет [9].

Как видно из приведенных материалов, изотопно-кислородный состав голоценовых повторно-жильных льдов Восточной Чукотки изменяется несущественно, вариации $\delta^{18}O$ не превышают 2‰, что свидетельствует о незначительной изменчивости климатических зимних условий в позднем голоцене. Рассчитанные по уравнениям взаимосвязи температур воздуха и изотопного состава жил [13] среднемноголетние значения среднеянварских температур менялись не более чем на 3°С. Это находится в хорошем соответствии с другими палеореконструкциями по ПЖЛ криолитозоны России [3, 10, 14].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (проект №14-27-00083).

Литература

1. Беликович А.В. Растительный покров северной части Корякского нагорья. Владивосток: Дальнаука, 2000. 280 с.

2. Вакин Е.А. Высокотемпературные геотермы Чукотки // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: Изд-во "Наука – для Камчатки", 2003. С. 42–51.

3. Васильчук Ю.К., Котляков В.М. Основы изотопной геокриологии и гляциологии. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2000. 616 с.

4. Замолодчиков Д.Г., Карелин Д.В., Иващенко А.И., де Гереню В.О. Микрометеорологическая оценка биогенных потоков диоксида углерода в типичных тундрах Восточной Чукотки // Почвоведение. 2005. № 7. С. 859–863.

5. Катенин А.Е., Резванова Г.С. Очерк флоры и растительности района Кукуньских (Лоринских) горячих ключей (Чукотский полуостров) // Ботанический журнал. 1998. Т. 83. № 1. С. 15–27.

6. Киселев Н. К., Князев А. В., Савинецкий А. Б., Хасанов Б. Ф. Уэленский среднеголоценовый торфяник на крайнем северо-востоке Чукотского полуострова // Известия Академии Наук, сер. геогр. 1996. № 3. С. 86–94.

7. Поляк Д.Б., Дубинина Е.О., Лаврушин В.Ю., Чешко А.Л. Изотопный состав воды гидротерм Чукотки // Литология и полезные ископаемые. 2008. №5. С.480–504.

8. Памятники, памятные места истории и культуры Северо-Востока России. Магадан, обл. и Чукотка) / Науч. ред. Н. Н. Диков. Всерос. 6-во охраны Памятников истории и культуры. Магадан, обл. совет; Магадан, обл. управление культуры. Магадан: Кн. изд.-во, 1994. 256 с

9. Holmquist J.R., Finkelstein S.A., Garneau M., Massa C., Yu Z., MacDonald G.M. A comparison of radiocarbon ages derived from bulk peat and selected plant macrofossils in basal peat cores from circum-arctic peatlands // Quaternary Geochronology. 2016. № 31. P. 53–61.

10. Meyer H., Opel T., Laepple T., Dereviagin A.Yu., Hoffmann K., Werner M. Long-term winter warming trend in the Siberian Arctic during the mid- to late Holocene // Nature Geoscience. 2015. Vol. 8. P. 122–125.

11. Schwamborn G., Meyer H., Fedorov G., Schirrmeister L., Hubberten H.-W. Ground ice and slope sediments archiving late Quaternary paleoenvironment and paleoclimate signals at the margins of El'gygytgyn Impact Crater, NE Siberia // Quaternary Research. 2006. № 66. P. 259–272.
12. Schwamborn G., Fedorov G., Schirrmeister L., Meyer H., Hubberten H.-W. Periglacial sediment variations controlled by late Quaternary climate and lake level change at Elgygytgyn Crater, Arctic Siberia // Boreas. 2008. Vol. 37, Iss. 1. P. 55–65.
13. Vasil'chuk Yu.K. Reconstruction of the palaeoclimate of the Late Pleistocene and Holocene of the basis of isotope studies of subsurface ice and waters of the permafrost zone // Water Resources. 1991. Vol. 17. № 6. P. 640–647.
14. Vasil'chuk Yu.K., Budantseva N.A., Christiansen H.H., Chizhova Ju.N., Vasil'chuk A.C., Zemskova A.M. Oxygen Stable isotope variation in Late Holocene ice wedges in Yamal Peninsula and Svalbard // Geography, Environment, Sustainability. 2015. № 3 (8). P. 36–54.
15. Wetlands in Russia, Volume 4: Wetlands in Northeastern Russia. Compiled by Andreev A.V. Wetlands International Russia Programme. Moscow. 2004. 198 p.

КРИОГЕННОЕ СТРОЕНИЕ, ВОЗРАСТ И УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНО МОЩНЫХ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ ТОРФЯНИКОВ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

Ю.К. Васильчук, А.К. Васильчук
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия;
e-mail: vasilch_geo@mail.ru

Рассмотрена возрастная структура и свойства экстремально мощных торфяников с повторно-жильными льдами на полуострове Ямал. Установлено, что мощные полигональные торфяники начали накапливаться в начале бореального периода и накапливались очень быстро. В результате 4-5 метровые торфяники накопились за 700-1000 лет. Они сформировались либо на поймах и лайдах, либо в озерно-болотных вкладках на более высоких элементах рельефа. Произведена оценка скорости их накопления, проанализировано распределение датировок древесного горизонта, отмечаемого в основании большинства мощных торфяников.

CRYOSTRUCTURES, AGE AND ACCUMULATION CONDITIONS OF EXTREMELY THICK POLYGONAL PEATBOGS IN CONTINUOUS PERMAFROST OF WEST SIBERIA

Yu.K.Vasil'chuk, A.C.Vasil'chuk
Lomonosov Moscow State University, Geography and Geology Departments, Moscow, Russia; *e-mail: vasilch_geo@mail.ru*

The structure and properties of extremely thick peat bogs with large syngenetic ice wedges in the Yamal Peninsula are considered. It is found that thick polygonal peatlands accumulated in both the floodplains and laida or lacustrine-marsh insets within the higher elements of the relief. The rate of their accumulation can be very high, as a result the 4-5 m peat lens accumulated over 700-1000 the years. Wood horizon often traced at the base of the peatlands. The wood aged by Boreal period of the Holocene. This fact confirms the occurrence of tree advance to the contemporaneous typical tundra area in the Holocene optimum.

Более половины торфяников России расположено в тундровой зоне. Они встречаются и в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, так и в зоне прерывистого и на Арктических островах и южнее. Считается, что к северу от лесной зоны мощность торфяных залежей сокращается вследствие уменьшения