



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Шепелев Андрей Геннадиевич

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория криогенных ландшафтов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск
carbon-shag@yandex.ru

Черепанова Александра Михайловна

младший научный сотрудник, лаборатория общей геокриологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск
alexandra_587@mail.ru

УДК 551+631.4

**МЕРЗЛОТНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ВЕРХОЯНСКОГО РАЙОНА НА
ПРИМЕРЕ БАТАГАЙСКОГО ПРОВАЛА И КИСИЛЯХСКОЙ ГРЯДЫ
(СЕВЕРНАЯ ЯКУТИЯ)**

В статье приведены полевые маршрутные изыскания двух отличительных мерзлотных ландшафтов Северной Якутии. Показаны ключевые особенности территории на предмет изучения криогенной составляющей самого крупного термокарстового провала в Северном полушарии и образование скальных останцев под влиянием морозного выветривания. Появление провала связано с комплексом факторов – антропогенного и естественного происхождения.

Ключевые слова: Батагайский провал, термокарст, ледовый комплекс, многолетняя мерзлота, Кисильяхская гряда.

Северотаежные ландшафты отличаются видовым разнообразием, в них преобладает горный климат и преимущественно недостаточное атмосферное увлажнение. Господствуют редкостойные леса в основном из лиственницы



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Каяндера (*Larix Cajanderi*) с подлеском березы, кедрового стланика, брусники и интенсивным развитием мохово-лишайниковых комплексов [1]. Ландшафты формируются на сплошной криолитозоне с температурой грунтов $-4...-7^{\circ}\text{C}$. В Верхояно-Колымской складчатой области максимальная мощность мерзлых пород составляет 350 м при абсолютной отметке поверхности 30 м [2]. На формирование мощности мерзлых пород, как в целом и криолитозоны, влияние оказывают геологическое строение и зональность территории, формирующей условия теплообмена на поверхности. Наличие высокольдистой многолетней мерзлоты в совокупности с широко распространенными криогенными процессами (термокарст, термоэрозия, солифлюкция, морозобойное растрескивание и т. д.) определяют облик ландшафтов и степени их развития.

Климат района суровый, резко континентальный. На его развитие влияет географическая расположенность между арктическим и субарктическим климатическими поясами, а также изолированность горными хребтами. В среднем зимние температуры января составляют $-38...-40^{\circ}\text{C}$, а средняя температура июля около $14-16^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков выпадает в пределах 180–200 мм; сродни пустыням и полупустыням субтропического и тропического поясов [3].

Район исследований расположен в тектонической Верхоянской антиклинальной зоне, краевой структуре Верхояно-Колымской складчатой области, включающей Верхоянский мегантиклинорий, Сетте-Дабанский горст-антиклинорий, окаймленные с запада Приверхоянским прогибом, с востока структурами Яно-Индибирской синклиналиной зоны [4]. Преимущественно сильно расчленен горным рельефом, развивающимся на мезозойском складчатом основании [5]. В состав пород входят пермские и триасовые песчаниково-сланцевые отложения, интенсивно дислоцированные и с отдельными гранитными интрузиями.

Батагайский провал. На изучаемой территории распространение получили термокарстовые и криогенные формы рельефа, прежде всего это термокарстовые котловины разнообразной формы и размеров. Объектом исследований выбран научно-исследовательский полигон НИИ прикладной экологии Севера СВФУ «Батагайка». Батагайский провал имеет сложную форму, и представляет термокарстовую котловину, самую крупную в Северном полушарии, площадью 81 га, длиной более 1000 м и шириной 800 м. Глубина изменяется в зависимости от льдистости горных пород и активности термокарста



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

от 50 до 86 м. [6]. На начальном этапе, подобные элементы ландшафта образуются в результате длительных экзогенных геологических процессов и вследствие вытаивания подземных льдов (ледового комплекса). Для Батагайского провала характерен мощный процесс термокарста и его обработка весенними стекающими водами, которые отчасти выносят выработанные горные породы в пойму р. Батагай по центральному каналу провала. Основной массив разрушенного грунта после вытаивания льда остается на днище внутри провала, образуя грядово-холмистый рельеф с разными высотами (рис. 1).

Со слов местного населения п. Батагай, образованию термокарстового провала предшествовали несколько возможных антропогенных причин:

1. В первой половине шестидесятых годов на месте образования будущего провала была произведена вырубка участка леса, вследствие этого произошло нарушение почвенно-растительного покрова, а также термического режима грунтов;

2. В семидесятых годах случился локальный пожар, в результате появилась просадка грунта, которая размывалась водой из ручья, находящегося выше уровня провала, что предшествовало сначала оврагообразованию, а затем деградации всего ледового комплекса и его оттаиванию.

Существуют и другие причинно-следственные связи образования столь крупного геокриолитологического объекта на Севере Якутии, прежде всего климатические, то есть глобальное потепление [7] и тектонические [8]. Необходимо отметить, что район расположен в сейсмически опасной зоне – сейсмический пояс Черского, расположившийся от дельты р. Лены к Охотскому морю. За последние 90 лет здесь зарегистрировано свыше 6 тыс. землетрясений [5].



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016



Рис. 1. Общий вид Батагайского провала со стороны северной экспозиции, расчлененный остроконечными холмами и грядами отвалов горных пород

Батагайские рыхлые отложения подстилаются коренными породами триасового возраста Ладинского яруса; песчаниками, алевролитами и конгломератами. Четвертичные образования представлены нерасчлененными отложениями элювия и делювия в виде пород алевритов песчаных и глинистых со щебнем.

Общая структура обнажения стены южной экспозиции характеризуется двумя блоками повторно-жильных льдов (ПЖЛ); верхним и нижним ледовым комплексом, разделенных мощной толщей супесчаных пород (рис. 2). Верхний ледовый комплекс перекрыт почвенным слоем (супесью серого и светло-коричневого цвета с включениями древесного угля) мощностью 1,5 м. ПЖЛ имеют массивную криогенную структуру. Глубина залегания варьируется до 14–24 м, которые сильно пронизаны тонкими растительными корнями, а также встречаются крупные обломки стволов деревьев. Ниже ледового комплекса на глубине 23 м расположен слой супеси с примесью песка красно-оранжевого цвета



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

мощностью 1 м. Под этим слоем мощностью 1,5–2,0 м находится торфянистый слой разной степени разложения и растительно-древесными фрагментами (рис. 3). С глубины 26 м залегает супесь серого и светло-коричневого цвета с узкими прожилками песка оранжевого цвета – обильно пронизана тонкими корнями. По профилю наблюдается фрагментарное наличие растительных органических остатков бурого цвета с едким запахом гниения



Рис. 2. Обнажение в виде отвесной стены (южная экспозиция), представлено верхним и нижним ледовым комплексом разного возраста



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016



Рис. 3. Верхний ледовый комплекс с оторфованным слоем и корковой текстурой супеси материала, а также единичные включения древесного угля. Данный слой заканчивается на глубине 51 м и имеет мощность 25 м. Между глубинами 51 и 52 м находится прослойка песка красно-оранжевого цвета мощностью 0,4–0,5 м. С глубины 51,5 м начинается нижний ледовый комплекс с наблюдаемой мощностью 6–7 м. Верхняя граница (видимая часть) ПЖЛ имеет высоту 0,4–1,2 м и ширину 2,8–11,0 м с массивной текстурой. Над жилами льда находится сильнольдистая супесь темно-серого цвета, пронизанная корнями, а ниже прослойка пылеватой супеси коричневого цвета чередующейся со щебнем, включениями древесного угля и узкими полосками торфа (рис. 4). С боков от жил льда, иногда стоящие рядом, отходят прослойки-ширы наклонного направления, которые имеют различное расположение по высоте.



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016



Рис. 4. Чередование супеси разного цвета с включениями щебня, угля и торфа над жилой льда

ПЖЛ верхнего комплекса имеют столбообразную форму, издали напоминающую сплошную стену из льда. Рост ледяной жилы происходит в ширину через морозобойное растрескивание, раздвигая обрамляющие грунты, то есть эпигенетическим путем.

Таким образом, ледовый комплекс является сложным по происхождению. В его формировании принимали участие сопряженные процессы свойственные для криолитозоны и связанные с ней природные условия. Льды сформировались в условиях континента [7]. Причем образование подземных льдов происходило в две разновозрастные стадии, поскольку нижний ледовый комплекс погребенный, перекрыт мощными отложениями пылевой супеси с переслоями тонкозернистого песка толщиной 25 м. На формирование толщи потребовалось не одно тысячелетие, а то и миллионы лет. Следовательно, за предполагаемый период времени криолитозона изменялась неоднократно, сменяясь циклами



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

потепления и похолодания, что благоприятствовало образованию и аккумуляции пород.

Кисильяхская гряда. Необычные скальные останцы, сложенные гранитоидами, так называемые кигиляхи, находятся на водоразделе рек Яна и Адыча. Образуют группы из причудливых форм, напоминающих людей (рис. 5).



Рис. 5. Серия выветренных скальных останцев. На переднем плане каменные поля

На вершине и привершинной части, распространена криогенная форма рельефа, который представлен столбообразными скалами высотой от 5 до 20 м, гранитными полями и крупнообломочными скальными породами.

Система останцев образовалась в конце юры – раннем мелу. Осадочные, терригенные толщи этой структуры представлены тёмно-серыми глинистыми сланцами, аргиллитами, алевролитами триаса и светло-серыми песчаниками юрской системы. Гранитоиды разбиты трещинами отдельности, образованными при кристаллизации лавы, тектоническими трещинами, в процессе



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

динамических движений территории и морозобойными трещинами, формирующимися в результате морозного выветривания [9].

Интрузивные образования Кисилыхской гряды сочетаются с двумя структурами гранита (рис. 6): порфировидным гранитом (а) и гранитным пегматитом (б). На каменном субстрате обитают эпилитные лишайники с накипным и листовым талломами (а, в).



(а)



(б)



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016



(в)

Рис. 6. Разновидности гранита с эпилитными лишайниками

Таким образом, криогенные ландшафты являются уникальными и своеобразными объектами изучения характерных черт многолетней мерзлоты. В силу географического местоположения территории и климатических особенностей, здесь создаются условия для естественного развития термокарста и непрекращающегося морозного выветривания.



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Список использованных источников

1. Исаченко А. Г. Ландшафты СССР. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. 320 с.
2. Данилов И. Д. Криолитозона Земли и ее районирование // Известия АН СССР. Серия географическая. 1983. № 1. С. 12–18.
3. Гвоздецкий Н. А., Михайлов Н. И. Физическая география СССР (Азиатская часть). М. : Географгиз, 1963. 572 с.
4. Геокриология СССР. Восточная Сибирь и Дальний Восток / Под ред. Э. Д. Ершова. М. : Недра, 1989. 515 с.
5. География Сибири в начале XXI века: Восточная Сибирь, Т. 6. / Отв. ред. Л. М. Корытный, А. К. Тулохонов. Новосибирск : Гео, 2016. 396 с.
6. Murton J. B., Edwards M. E., Lozhkin A. V. et. al. Preliminary paleoenvironmental analysis of permafrost deposits at Batagaika megaslump, Yana Uplands, northeast Siberia // Quaternary Research. 2017. № 87. P. 314–330.
7. Изотопно-геохимические особенности Батагайской едомы (предварительные результаты) / Ю. К. Васильчук, Д. Ю. Васильчук, Н. А. Буданцева, А. К. Васильчук, А. Ю. Тришин // Арктика и Антарктика. 2017. № 3. С. 69–98.
8. Мурзин Ю. А. Термокарст Восточного Верхоянья // Вестник СВФУ. Серия «Науки о Земле». 2019. № 1 (13). С. 48–54.
9. Мурзин Ю. А., Жижин В. И. Геокриологические условия хребта Кисильях на участке пересечения его рекой Адыча // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России : материалы Всерос. науч.-практ. конф., 31 марта–2 апреля 2015 г. ; отв. ред. А. Я. Биллер. Якутск : Изд. дом СВФУ, 2015. С. 299–303.



Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Shepelev Andrey

PhD in biology, senior researcher, Laboratory of Permafrost landscapes, Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Yakutsk

Cherepanova Alexandra

Junior Researcher, Laboratory of General geocryology, Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Yakutsk

PERMAFROST LANDSCAPES OF VERKHOYANSKY DISTRICT USING THE EXAMPLE OF BATAGAYSKY BASIN AND KYSILYAKH RANGE, NORTHERN YAKUTIA

The article presents field investigations of two distinctive permafrost landscapes of Northern Yakutia. The key features of the territory are shown in order to study the cryogenic component of the largest thermokarst basin in the Northern Hemisphere and the formation of rock outliers under the influence of frost weathering. The basin appearance is associated with a complex of factors such as both anthropogenic and natural origin.

Key words: Batagay basin, thermokarst, ice complex, permafrost, Kisilyakh range.

© АНО СНОЛД «Партнёр», 2019

© Шепелев А. Г., 2019

© Черепанова А. М., 2019

Учредитель и издатель журнала:

Автономная некоммерческая организация содействие научно-образовательной и литературной деятельности «Партнёр»

ОГРН 1161300050130 ИНН/КПП 1328012707/132801001

Адрес редакции:

430027, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Ульянова, д.22 Д, пом.1

тел./факс: (8342) 32-47-56; тел. общ.: +79271931888;

E-mail: redactor@anopartner.ru





Современные проблемы территориального развития. 2019. № 3. ID 91

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

О журнале

- ✓ Журнал имеет государственную регистрацию СМИ и ему присвоен международный стандартный серийный номер ISSN.
- ✓ Материалы журнала включаются в библиографическую базу данных научных публикаций российских учёных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
- ✓ Журнал является официальным изданием. Ссылки на него учитываются так же, как и на печатный труд.
- ✓ Редакция осуществляет рецензирование всех поступающих материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки.
- ✓ Журнал выходит на компакт-дисках. Обязательный экземпляр каждого выпуска проходит регистрацию в Научно-техническом центре «Информрегистр».
- ✓ Журнал находится в свободном доступе в сети Интернет по адресу: **www.terjournal.ru**. Пользователи могут бесплатно читать, загружать, копировать, распространять, использовать в образовательном процессе все статьи.

Прием заявок на публикацию статей и текстов статей, оплата статей осуществляется через функционал Личного кабинета сайта издательства "Партнёр" (www.anopartner.ru) и не требует посещения офиса.