

№ 3 (117) ▪ 2022

Часть 2 ▪ Март

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

ISSN 2227-6017 ONLINE

Екатеринбург
2022

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.117.3.050>**МЕРЗЛОТНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ХРЕБТА ОРУЛГАН
(НА ПРИМЕРЕ КЛЮЧЕВОГО УЧАСТКА ОЗЕРА БУЛГУННЯХТАХ)**

Научная статья

Захаров М.И.^{1,*}, Данилов Ю.Г.², Гадаль С.³, Троева Е.И.⁴, Черосов М.М.⁵^{1,2} Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия;^{1,3} Университет Экс-Марсель, UMR ESPACE CNRS, Экс-ан-Прованс, Франция;^{4,5} Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

* Корреспондирующий автор (mi.zakharov[at]s-vfu.ru)

Аннотация

В данной статье рассматривается пространственная организация мерзлотных ландшафтов восточного склона хребта Орулган в участке оз. Булгунняхтах. Работа базировалась на комплексном физико-географическом описании фаций и на анализе различных картографических и литературных источников. По итогам проведенных работ составлена крупномасштабная мерзлотно-ландшафтная карта, где выделено 10 подурочищ, определяющих структурно-генетическую сложность пространственной организации мерзлотных ландшафтов. Ведущим фактором разнообразия морфологической структуры высотно-поясных и интразональных ландшафтов является латеральный энерго- и массообмен, который обусловлен, в числе прочего, развитием криогенных процессов. Обобщая полученные результаты следует отметить, что в хребте Орулган, прослеживаются функционально-целостные парадинамические единицы в рамках определенных участков водосборного бассейна.

Ключевые слова: пространственная организация, мерзлотные ландшафты, подурочище, хребет Орулган, крупномасштабное ландшафтное картографирование, ландшафтная структура.

**PERMAFROST LANDSCAPES OF THE EASTERN SLOPE OF THE ORULGAN RIDGE
(USING THE KEY SECTION OF LAKE BULGUNYAKHTAKH)**

Research article

Zakharov M.I.^{1,*}, Danilov Yu.G.², Gadal S.³, Troeva E.I.⁴, Cherosov M.M.⁵^{1,2} Ammosov North-Eastern Federal University; Yakutsk, Russia;^{1,3} Aix-Marseille University, UMR ESPACE CNRS, Aix-en-Provence, France;^{4,5} Institute of Biological Problems of Cryolithic Zone SB RAS, Yakutsk, Russia

* Corresponding author (mi.zakharov[at]s-vfu.ru)

Abstract

This article discusses the spatial organization of permafrost landscapes of the eastern slope of the Orulgan ridge in the area of the lake Bulgunnyakhtakh. The study was based on a comprehensive physical and geographical description of facies and on the analysis of various cartographic and literary sources. Based on the results of the study, a large-scale permafrost landscape map was compiled, where 10 sub-sites were identified that determine the structural and genetic complexity of the spatial organization of permafrost landscapes. The leading factor in the diversity of the morphological structure of high-altitude and intrazonal landscapes is lateral energy and mass transfer, which is caused, among other things, by the development of cryogenic processes. Summarizing the results obtained, it should be noted that in the Orulgan ridge, functionally integral paradyamic units are traced within certain sections of the drainage basin.

Keywords: spatial organization, permafrost landscapes, podurochishche, Orulgan ridge, large-scale landscape mapping, landscape structure.

Введение

Горные территории занимают около 60% всей территории Якутии. Хребет Орулган, протянувшийся в субмеридиональном направлении вдоль течения р. Лена занимает наиболее возвышенную северо-западную часть Верхоянских гор. Территория исследования расположена в зоне распространения многолетнемерзлых пород, на которых формируются мерзлотные ландшафты, как специфические структурные элементы ландшафтной сферы Земли. Согласно мерзлотно-ландшафтному районированию территория хребта Орулган определена в рамках Орулганской среднегорной провинции с сплошным распространением ММП и преобладанием горнотундровых и горноредколесных типологических комплексов. На восточном склоне по долине р. Бытангай провинция соседствует с Приверхоянской моренной провинцией, где преобладают горные редколесья [1]. Поэтому район исследования расположен на переходе высокогорий хребта с альпийским рельефом в моренные и зандровые равнины Янского плоскогорья.

Под пространственной организацией понимается закономерный итог формирования морфологической ландшафтной структуры с установленными вертикальными (межкомпонентными) и горизонтальными (латеральными) связями, определяющие целостность, упорядоченность и функционирование вариантов ландшафтной сферы Земли. Для исследования пространственной организации мерзлотных ландшафтов необходимо выявление особенностей формирования ландшафтной структуры и вертикальных и горизонтальных ландшафтных связей на самых низких таксономических единицах [2]. Такие исследования ставят задачу проведения крупномасштабного ландшафтного картографирования [3]. Решение данной задачи дает понимание своеобразия пространственного размещения ПТК и становится опорным пунктом изучения пространственной организации на более крупных таксономических единицах.

Методы и материалы исследования

Хребет Орулган является одним из самых труднодоступных мест Республики Саха (Якутия), выезды в летний период затруднены частыми паводками в горных реках при выпадении дождей. Ключевой участок исследования и полевых комплексных описаний типологических комплексов определен на восточном склоне хребта, где проведены полевые работы в осенний период 2018 г (сентябрь) и летний период 2019 (июль-август). Всего пройдено два маршрута в оба сезона.



Рис. 1 – Термокарстовая озеро Булгунняхтах в горно-ледниковой долине. Аэрофотосъемка

Ключевой участок расположен в горно-ледниковой долине у озер Булгунняхтах. При проведении работ учитывалась крутизна и экспозиция склонов, абсолютная высота по данным GPS-навигатора Garmin Ertex10. При планировании маршрутов использовались космические снимки высокого разрешения сервиса Yandex Спутник, топографическая основа в масштабе 1:200 000. Участок проведения ландшафтного анализа с описанием фаций имеет размер 3х6.5 км.

В предварительном этапе подготовки были построены первичные контуры на карта-схеме по которым были описаны фации (бланк описания включает характеристику рельефа (мезо и микрорельеф), растительных сообществ (фитоценозов) и почвенный профиль (механический состав и тип почвы). Особый упор делался на проявления функциональных связей между смежными фациями (проявление криогенных процессов, переносов в почве). Дальнейшая обработка и уточнения проводилась в камеральных условиях. Контуры и собранные полевые данные по фациям были интегрированы в ГИС. Проведены сравнительные работы по анализу различных картографических источников [1], [4], [5], [6].

Результаты

Для мерзотно-ландшафтного картографирования на ключевом участке решено сгруппировать фации в подурочища, что позволяет нам дифференцировать растительные ассоциации в рамках одного элемента рельефа и привязать мерзлотные характеристики (льдистость и криогенный микрорельеф). Показатели объемной льдистости определяются сочетанием микро и мезорельефа (слабльдистые - до 0,2 ед.; среднелльдистые - 0,2-0,4 ед.; сильнелльдистые - 0,4-0,6 и местами до 0,8 ед.) [7]. Данные были взяты с легенды мерзотно-ландшафтной карты [8]. По результатам проведенных работ по уточнению контуров, описаний 63 фаций, анализу рельефа и тематических карт, составлена легенда карты, где выделено 10 типов подурочищ.

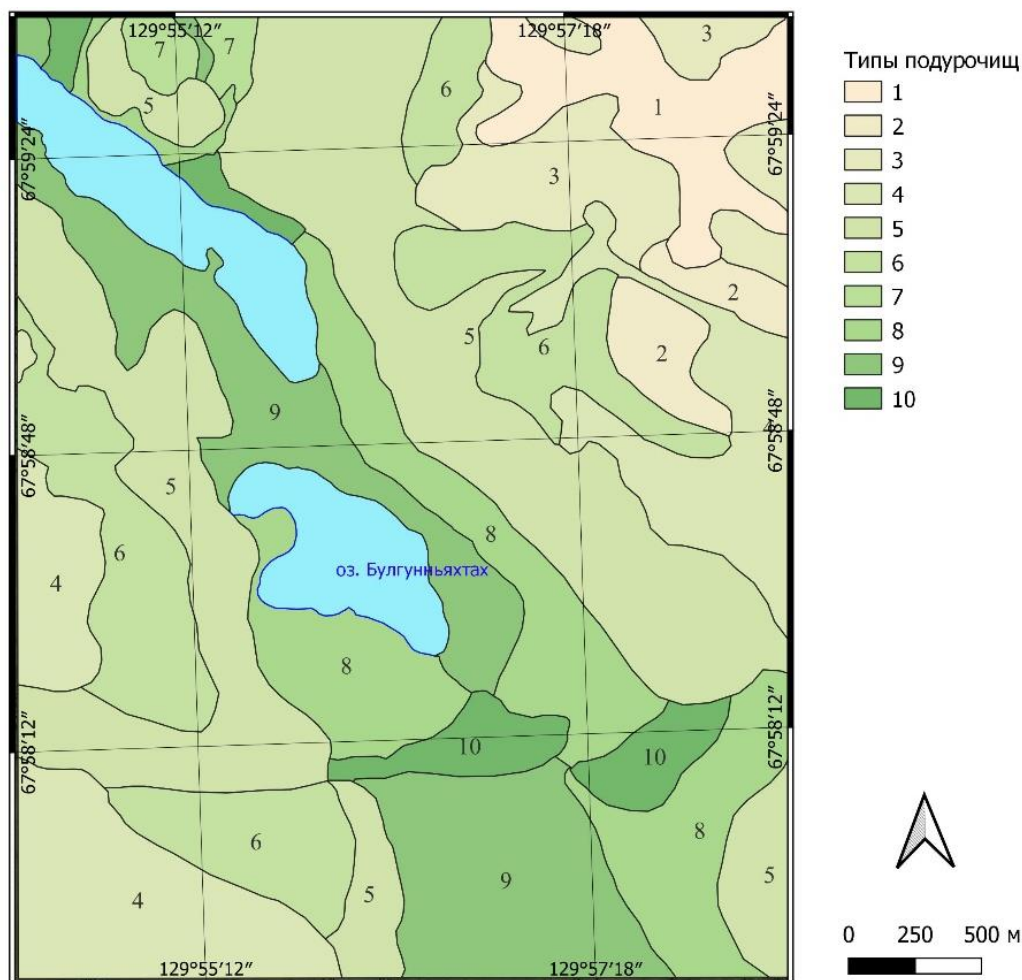


Рис. 1 – Мерзлотно-ландшафтная карта ключевого участка окрестностей озера Булгунняхтах:

Горная тундра: 1 – Кустарничково-лишайниково-моховые тундры низовысотных слабоэрозированных моренных холмов с мерзлотными горно-тундровыми подбурями; 2 – Кустарничково-лишайниковые тундры крутых коллювиальных слабоэрозированных склонов с мерзлотными горно-тундровыми подбурями и горно-гольцовыми почвами; 3 – Кустарничково-лишайниковые тундры в сочетании с дриадово-разнотравной тундрой крутых коллювиальных и пологих делювиально-коллювиальных слабоэрозированных склонов с мерзлотными горно-тундровыми подбурями; 4 – Кустарничково-дриадовая и разнотравно-злаковая тундра с участием ерников холмисто-грядовых среднеэрозированных морен с мерзлотной горно-тундровой глеевой почвой; **Горное редколесье:** 5 – Лиственничные лишайниковые редколесья и кустарничково-зеленомошные редины в сочетании с ерниками пологих делювиальных сильноэрозированных склонов с мерзлотной северотаежно-глеевой; 6 – Лиственничные кустарничково-зеленомошные редколесья коллювиальных слабоэрозированных склонов (преимущественно западной экспозиции) с мерзлотными подбурями; 7 – Лиственничные кустарничково-лишайниковые и зеленомошные редколесья с участием разнотравно-злаковых лугов пологих делювиальных сильноэрозированных склонов с мерзлотной северотаежной оподзоленной глееватой почвой; **Интразональные горные:** 8 – Осоково-пушицевые болота на слабодренированных среднеэрозированных участках с мерзлотными торфянисто-болотными почвами; 9 – Осоково-пушицевые болота и кустарничково-лишайниковые редины бугристо-полигональных ледниковых среднеэрозированных горных долин с мерзлотной торфянисто-болотной почвой; 10 – Злаково-осоковые болота ледниковых среднеэрозированных горных долин с мерзлотной торфянисто-болотной почвой

Обсуждение

Горная кустарничковая тундра в нижних частях склонов, приуроченных к ледниковым горным долинам занята лиственничными редколесьями, переходящими в тундру. Подурочища лиственничных редколесий приурочены к наименее увлажненным участкам крутых и пологих склонов. На крутых склонах лиственничные редколесья сочетаются с подгольцово-кустарничковыми зарослями (*Juniperus sibirica*, *Pinus pumila*) [9] на коллювиальных отложениях с слабовыраженными криогенными процессами, такими как, криогенное выветривание. На пологих склонах с делювиально-коллювиальными отложениями лиственничные редколесья покрыты ерниковыми (*Betula divaricata*, *B. exilis*) и бруснично-багульниковыми реже голубично-бруснично-багульниковыми (*Vaccinium uliginosum* и *V. vitis-idaea*) сообществами. Лиственница (*Larix cajanderi*) невысокая около 2-2.5 м., тонкий ствол, на крутых склонах более угнетенная. Здесь активно идут процессы мерзлотного пучения, создавая бугристо-западинный рельеф, где бугорки заняты кустарничками и лишайниками, а в западины – зелеными мхами и багульником. Ниже по склону нижние ярусы редколесья сменяются с кустарничковых на более влаголюбивые разнотравно-злаковые сообщества (*Dryas punctata*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum decumbens* Kobresia myosuroides) [10]. В днище долины проявляется мелкобугристый микрорельеф на открытых участках, ерниковое покрытие увеличивается, создавая в некоторых участках фон.

Далее вниз идут группы ландшафтных фаций аккумулятивных днищ горных долин. Активность криогенного фактора увеличивается вместе с увлажнением почвы, криогенные процессы активно участвуют в миграционных процессах химических элементов почвы. В мерзлотных почвах активно идет процесс оглеения, на возвышенных элементах микрорельефа почва оподзолена, но при этом повсеместно испытывает криотурбацию [11]. Днища горных долин формируют наиболее плодородные мерзлотные торфянисто-глеевые и болотные почвы, куда дополнительно стекают минеральные вещества со склонов вместе с делювиальным наносом. В днищах долины в результате действия термокарста и морозобойного растрескивания формируется бугристо-полигональный и термокарстовый рельеф, где возвышенные участки формируют кустарничково-лишайниковые сообщества, во впадинах формируются фации осоково-вейниковых заболоченных лугов, которые постепенно переходят на группу фаций низинных болот, приуроченных к приозерным и приуловым участкам, где криогенные процессы особо не проявляются. Почвы в них переувлажненные с большим содержанием торфа.

В размещении подурочищ прослеживается пространственная дифференциация, связанная, прежде всего, с уровнем увлажнения в различных участках ледниковой долины. В высотно-экспозиционной зональности прослеживается разница в теплообеспеченности склонов западной и восточной экспозиции долины. Типологическая структура имеет набор типов местности: приводораздельный элювиальный, склоновый коллювиальный и делювиально-коллювиальный, моренный и ледниково-долинный. Горные редколесья приурочены к склоновым типам местности, реже к водоразделам и долинам. Днища долин с избытком влаги и с активным развитием криогенного микрорельефа, где происходит перераспределение почвенной влаги с развитием низинных болот. На склонах криогенные процессы проявляются слабо, но на пологих склонах с рединой морозобойное растрескивание приводит к образованию полигонально-трещиноватого микрорельефа, где листовенничные редколесья и редины сочетаются с разнотравными лугами.

Заключение

Выделение типов подурочищ указывает на разнообразие и сложность пространственной организации мерзлотных ландшафтов. Ландшафтная структура отражает развитие геологической структуры хребта чередование оледенений и тектоническое поднятие. Кроме того, наличие многолетнемерзлых пород на современном этапе развития ландшафтов формирует криогенные формы микрорельефа. Проявление которых усиливается в днищах долин и слабонаклонных участках, чему способствует гравитационный перенос почвенной влаги и высотный температурный градиент. Установлено, что основным фактором организации мерзлотных ландшафтов на уровне подурочищ является гидротермические условия, обусловленные распределением влаги.

Анализируя современную ландшафтную структуру типологических комплексов, можно проследить выделение парадинамической системы долино-речной и склоново-водораздельной, объединенных сильными функциональными связями сопредельных типологических комплексов. Прежде всего это проявляется в поверхностном стоке, пересортировке отложений, переносе влаги по склонам, которая также определяет формирование криогенных процессов.

Финансирование

Исследование проведено в рамках программ CNES TOSCA TRISHNA и CNES TOSCA AIM-CEE и гранта им. В.И. Вернадского Посольства Франции в Российской Федерации.

Funding

The research was supported by CNES TOSCA TRISHNA and CNES TOSCA AIM-CEE programs and Vernadsky grant of French Embassy in the Russian Federation.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Мерзлотно-ландшафтная карта Республики Саха (Якутия). Масштаб 1: 1 500 000 / А.Н. Федоров, Я.И. Торговкин, А.А. Шестакова и др.; гл. ред. М.Н. Железняк – Якутск: ИМЗ СО РАН, 2018. 2 л. Фонды ИМЗ.
2. Мильков Ф.Н. Ландшафтная сфера Земли / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1970. – 207 с.
3. Жучкова В.К. Методы комплексных физико-географических исследований / В.К. Жучкова, Э.М. Раковская. – М., 2004.
4. Карта растительности // Атлас сельского хозяйства Якутской АССР / под ред. И.А. Матвеева. – М.: ГУГК, 1989. – с. 42-43.
5. Геокриологическая карта СССР. Масштаб 1: 2 500 000; / гл. ред. Э.Д. Ершов. – Винница, 1996. – 16 л.
6. Еловская, Л.Г. Почвенная карта / Л.Г. Еловская, Е.И. Тетерина, Е.М. Наумов // Атлас сельского хозяйства Якутской АССР / под ред. И.А. Матвеева. – М.: ГУГК, 1989. – С. 30-31.
7. Дроздов, Д.С. Информационно-картографическое моделирование природно-техногенных сред в геокриологии: автореф. дис. ... д-ра геол.- минер. наук: 25.00.08 / Дроздов Дмитрий Степанович. – Тюмень, 2004. – 49 с.
8. Федоров А.Н. Эволюция и динамика мерзлотных ландшафтов: автореф. дис. ... доктора геогр. наук. – Якутск, 2020. – 38 с.
9. Софронов Р.Р. Краткий очерк флоры ресурсного резервата «Орулган Сис» (Эвено-Бытантайский улус Республики Саха (Якутия)) / Р.Р. Софронов // Матер. Всероссийской конф.: Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Ч. 4. Сравнительная флористика, урбанов флора. Петрозаводск, 2008 б. сс. 110-111.
10. Еловская Л.Г. Почвы Северной Якутии / Л.Г. Еловская, Е.И. Петрова, Л.В. Тетерина. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1979. 303 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Merzlotno-landshaftnaja karta Respubliki Saha (Jakutija). Masshtab 1: 1 500 000 [Permafrost Landscape Map of the Republic of Sakha (Yakutia). Scale 1: 1 500 000] / A.N. Fedorov, Ja.I. Torgovkin, A.A. Shestakova et al.; Edited by M.N. Zheleznyak – Jakutsk: IMZ SO RAN, 2018. 2 l. Fondy IMZ. [in Russian]
2. Mil'kov F.N. Landshaftnaja sfera Zemli [Landscape Sphere of the Earth] / F.N. Mil'kov. – M.: Mysl', 1970. – p. 207 [in Russian]
3. Zhuchkova V.K. Metody kompleksnyh fiziko-geograficheskikh issledovanij [Methods of Complex Physical and Geographical Research] / V.K. Zhuchkova, Je.M. Rakovskaja. – M., 2004. [in Russian]
4. Karta rastitel'nosti [Vegetation Map] // Atlas sel'skogo hozjajstva Jakutskoj ASSR [Atlas of Agriculture of the Yakut ASSR] [Edited by I.A. Matveev]. – M.: GUGK, 1989. – pp. 42-43. [in Russian]
5. Geokriologicheskaja karta SSSR. Masshtab 1: 2 500 000 [Geocryological Map of the USSR. Scale 1: 2 500 000]; [Edited by Je.D. Ershov]. – Vinnica, 1996. – 16 l [in Russian]
6. Elovskaja, L.G. Pochvennaja karta [Soil Map] / L.G. Elovskaja, E.I. Teterina, E.M. Naumov // Atlas sel'skogo hozjajstva Jakutskoj ASSR [Atlas of Agriculture of the Yakut ASSR] [Edited by I.A. Matveev]. – M.: GUGK, 1989. – pp. 30-31. [in Russian]
7. Drozdov, D.S. Informacionno-kartograficheskoe modelirovanie prirodno-tehnogennyh sred v geokriologii: avtoref. dis. ... d-ra geol.- miner. nauk: 25.00.08 [Information and Cartographic Modeling of Natural and Man-Made Environments in Geocryology: Abstract of Dissertation of ... Doctor of Geological and Mineralogical Sciences: 25.00.08] / D.S. Drozdov. – Tjumen', 2004. – p. 49 [in Russian]
8. Fedorov A.N. Jevoljucija i dinamika merzlotnyh landshaftov: avtoref. dis. ... doktora geogr. nauk [Evolution and Dynamics of Permafrost Landscapes: Abstract of Dissertation of ... Doctor of Geographical Sciences]. / A.N. Fedorov. – Jakutsk, 2020. – p. 38 [in Russian]
9. Sofronov R. R. Kratkij ocherk flory resursnogo rezervata «Orulgan Sis» (Jeveno-Bytantajskij ulus Respubliki Saha (Jakutija) [A Brief Outline of the Flora of the Resource Reserve “Orulgan Sis” (Eveno-Bytantaysky Ulus of the Republic of Sakha (Yakutia))] / R. R. Sofronov // Mater. Vserossijskoj konf.: Fundamental'nye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI veka. Ch. 4. Sravnitel'naja floristika, urbanoflora. [Proceedings of All-Russian Conference: Fundamental and Applied Problems of Botany at the Beginning of the XXI Century. Part 4. Comparative Floristics, Urban Flora.] Petrozavodsk, 2008 b. pp. 110-111. [in Russian]
10. Elovskaja L.G. Pochvy Severnoj Jakutii [Soils of Northern Yakutia]. / L.G. Elovskaja, E.I. Petrova, L.V. Teterina. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd., 1979. p. 303 [in Russian]