

Геоинформатика. 2025. № 1. С. 13–21.  
*Geoinformatika*. 2025;(1):13–21.

Применение ГИС-технологий

Научная статья  
 УДК 528.8, 551.34  
<https://doi.org/10.47148/1609-364X-2025-1-13-21>

## Анализ распространения аласов Чурапчинского улуса (района)

© 2025 г. — Ярослав Ильич Торговкин<sup>а)</sup>, Алена Алексеевна Шестакова<sup>б)</sup>

ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук; Якутск, Россия

<sup>а)</sup>torgovkin@mpi.ysn.ru, <sup>б)</sup>aashest@mail.ru

**Аннотация:** В данной статье приведены исследования аласов (термокарстовые образования) на Лено-Алданском междуречье — как классической территории мерзлотных ландшафтов. Создан ГИС-проект в формате ArcGIS. Дано определение аласов (аласных типов местности) как ярких представителей криогенных форм рельефа, отражающих историю изучаемой территории. Целью работы является анализ пространственного распространения мерзлотных форм рельефа аласов Чурапчинского улуса (района) в пределах наиболее крупных геоморфологических элементов с применением методов оцифровки, геообработки, сверки контуров, изучения распространения плотности точек. При этом использовались программы и приложения Sas.Planet, ArcGIS Earth, Spatial Analyst. Проведен анализ распространения аласов по ориентированности на местности, глубине и размерам. Построены профили рельефа. Пространственный анализ показал особенности расположения аласов с выделением характерных наслегов их распространения. Группа из сомкнутых аласов занимает более 75 га территории Чурапчинского улуса, крупные (20–75 га) и средние (1–20 га) аласы занимают соответственно 30 и 11 %. Аласы реже развиты в южной и юго-восточной частях района, чем в центральной, где наблюдается их высокая плотность. Результаты пространственного анализа отражены в виде карт и диаграмм.

**Ключевые слова:** *Центральная якутская низменность; алас; мерзлотный ландшафт; тип местности; плотность распространения аласов; термокарст; пространственный анализ.*

*Для цитирования:* Торговкин Я.И., Шестакова А.А. Анализ распространения аласов Чурапчинского улуса (района) // Геоинформатика. — 2025. — № 1. — С. 13–21. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2025-1-13-21>.

ApplicationApplication of GIS-technologies

Original article

## Analysis of alas distribution in the Churapcha Ulus (District)

© 2025 — Yaroslav I. Torgovkin<sup>а)</sup>, Aliona A. Shestakova<sup>б)</sup>

Melnikov Permafrost Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Yakutsk, Russia

<sup>а)</sup>torgovkin@mpi.ysn.ru, <sup>б)</sup>aashest@mail.ru

**Abstract:** This article examines alases (thermokarst features) in the Lena-Aldan interfluvium representing a classic area of permafrost landscapes. A GIS project was created in ArcGIS format. The definition of alases (alas terrain types) is given as distinctive periglacial landforms that reflect the history of the study area. The purpose of the work was to analyze the spatial distribution of alas landforms in the Churapcha Ulus (District) within the major geomorphological elements using digitization methods, geoprocessing, contour verification, and point density analysis. This was performed using Sas.Planet, ArcGIS Earth, and Spatial Analyst programs and applications. Alas orientation, depth and size were determined, and elevation profiles were constructed. The spatial analysis revealed the patterns of alas distribution and defined the municipalities with higher alas densities. Coalesced alas groups over 75 ha in size are most common in the Churapcha Ulus, while large (20–75 ha) and medium (1–20 ha) alases occupy 30 and 11% of the region, respectively. Alases are less frequent in the south and southeast of the region compared to its central part where the alas density is high. The results of the spatial analysis are presented in the form of maps and diagrams.

**Key words:** *Central Yakutia Lowland; alas; permafrost landscape; terrain type; alas distribution density; thermokarst; spatial analysis.*

*For citation:* Torgovkin Ya.I., Shestakova A.A. Analysis of alas distribution in the Churapcha Ulus (District). *Geoinformatika*. 2025;(1):13–21. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2025-1-13-21>. In Russ.

## Введение

Административная территория Чурапчинского улуса (района) расположена в северной части Лено-Алданского междуречья и охватывает территорию 12,6 тыс. км<sup>2</sup>. Она входит в состав Лено-Алданской и Амгино-Алданской полоугоувалистных провинций Средне-Сибирской физико-географической страны [1]. Административный центр улуса, с. Чурапча, находится в 177 км от Якутска — столицы Республики Саха (Якутия). Территория района делится на 17 административных единиц, называемых наслегами, и состоит из 29 населенных пунктов [1]. Как правило, границы наслегов определены исторически и делили территории проживания и хозяйствования родов, по имени которых и сформировались их названия [2].

Чурапчинский район (улус) — один из наиболее развитых сельскохозяйственных улусов Республики Саха (Якутия), где преобладает животноводство (мясомолочное скотоводство, мясное табунное коневодство), возделываются зерновые, картофель, овощи и кормовые культуры. Общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 133,3 тыс. га, из них 51,5 % — пастбища, 42,1 % — сенокосные угодья, 6,4 % — пашни.

В пределах Центральноякутской низменности широко развит аласный рельеф. «Алас» наряду с «дюёда», «булгуннях», «байджерях» — это якутские названия форм рельефа, имеющих термокарстовое происхождение, вошедшие в международную географическую терминологию. Аласы образуются в озерно-аллювиальных суглинистых отложениях с мощными повторно-жильными льдами. Они изучались и изучаются в настоящее время многими учеными — П.А. Соловьевым [3, 4], П.А. Гоголевой [5], М.С. Ивановым [6], Н.П. Босиковым [7, 8], Р.В. Десяткиным [9] и др. В научной литературе дано большое число определений аласа. Их можно описать, как замкнутые или полузамкнутые котловины, развитые на плакорных пространствах в области с многолетнемерзлыми породами. Специфической чертой этих котловин является то, что на их дне вытаял первоначальный ледовый комплекс и началось затухание озерного режима или произошло полное усыхание озера [10]. Алас (в Западной Сибири — хасырей) — плоская котловина размером до нескольких десятков квадратных километров, возникающая в области льдистых многолетнемерзлых льдов и неравномерного оседания грунтов (термокарст) [11]. Подобные интразональные ландшафты криолитозоны широко распространены в Северной Америке [12–14]. Важнейшими характеристиками аласов являются структура, возраст и их обводненность [15]. Центральная часть аласа занята обычно озером, вокруг которого поясами развиты болотная, луговая и остепненная растительность и соответствующие им почвы. Глубина аласов — от 2 до 30 м в зависимости от мощности вытаявшего ледового комплекса. Аласы занимают значительные площади в Центральной Якутии (например, в Лено-Амгинском междуречье — 20–30 %) [16]. На тер-

ритории Чурапчинского района расположены известные аласы — Чуораайытта, Эбэ сыһыыта, Сэмэн алааһа, Таба Бастаах, Хотугу Чэлгиэрийэ и др. [1].

Днища аласов — это в основном луга, с которых в Центральной Якутии собирают свыше 50 % сена. Поскольку в Чурапчинском районе преобладает животноводство, изучение распространения аласов и их картографирование обеспечивают научные основы рационального использования аласных угодий и их расширенное воспроизводство.

## Материалы и методика исследований

При создании ГИС-проекта были использованы картографические векторные карты масштаба 1 : 1 000 000 для топоосновы и векторная «Мерзлотно-ландшафтная карта Республики Саха (Якутия) М 1 : 1 500 000» [17].

Как известно, космический снимок содержит подробную информацию о состоянии объектов земной поверхности в момент съемки. Для дешифрирования снимков используют специальные методы и дополнительные данные, полученные из различных источников — карт, отчетов о полевых исследованиях и ранее полученных результатов анализа снимков той же территории [18].

Картографирование аласов проводилось с применением космоснимков Landsat, Sentinel и программы ArcGIS 10, где также осуществлялась и компоновка слоев карт. Следует подчеркнуть, что на территории Центральной Якутии проводился ряд исследований термокарстовых образований с применением ГИС-технологий [17]. Также с помощью программы Sas.Planet осуществлялась оцифровка аласов с дальнейшей сверкой контуров из различных источников. Не картографировались аласы и термокарстовые котловины площадью менее 0,2 га или диаметром менее 50 м.

Пространственный анализ распространения аласов проводился с применением операций геообработки Intersect, Union с использованием атрибутивных данных слоев тематических карт.

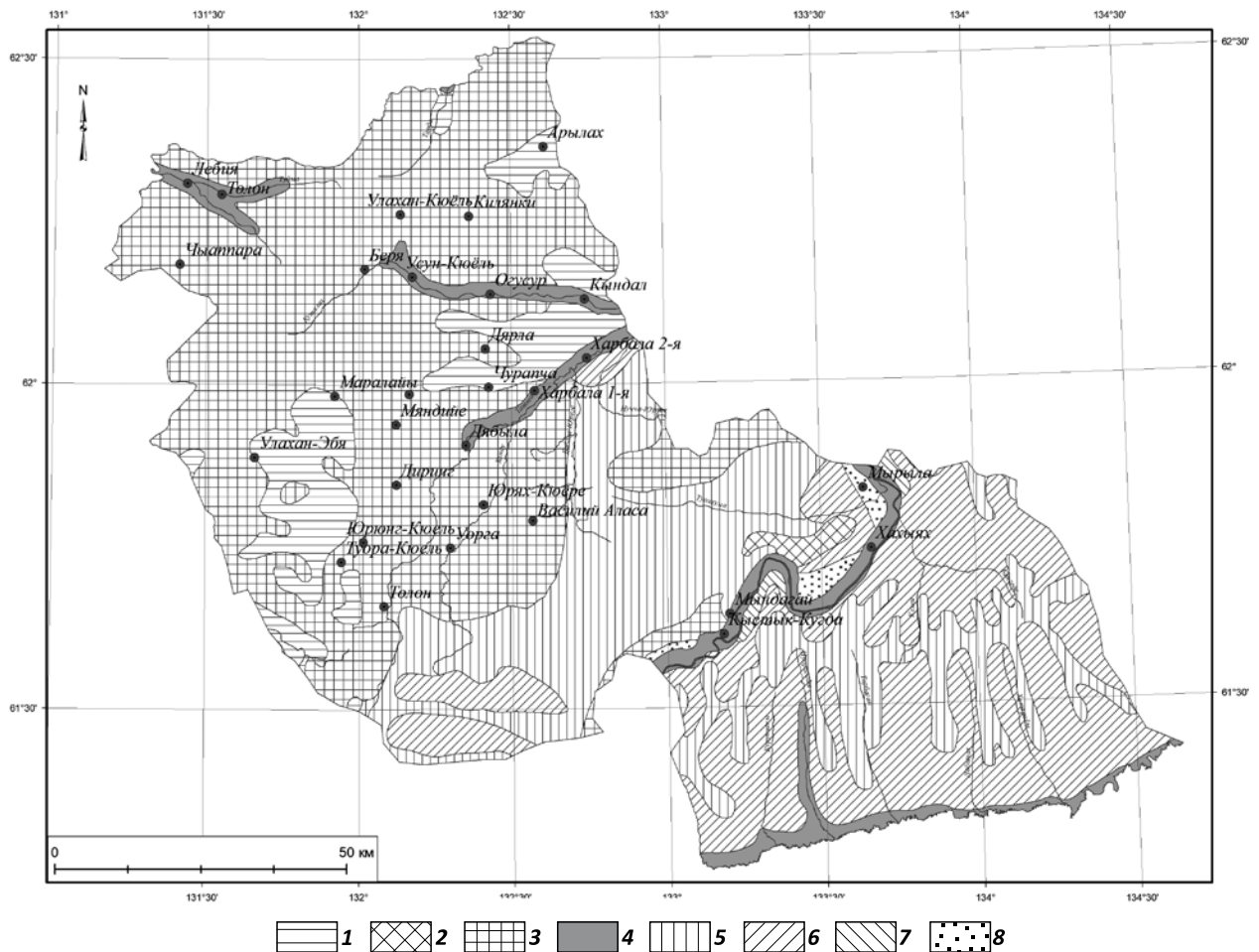
## Обсуждение результатов

Аласный тип местности имеет широкое распространение в мире, так как ведущим процессом его формирования является термокарст по подземным льдам. Согласно районированию территории Чурапчинского района по типам местности [19, 17], выделяется восемь типов местности: аласный, высокотеррасовый, межаласный, низкотеррасовый, приводораздельный аллювиальный, склоновый делювиально-солифлюкционный, склоновый коллювиальный и средневысотный террасовый (рис. 1).

По природным условиям межаласный и аласный типы местности занимают около половины территории района в северной части (41 и 7 % соответственно), в южной части на водоразделах рек Амга и Алдана распространены приводораздельный аллювиальный и склоновый делювиально-солифлюкционный типы местности. Каждый из этих типов местности занимает по 22 % территории улуса [17].

**Рис. 1.** Природно-территориальные комплексы Чурапчинского улуса (района)

*Fig. 1. Landscapes of the Churapcha Ulus*



**Типы местности (1–8):** 1 — аласный, 2 — высокотеррасовый, 3 — межаласный, 4 — низкотеррасовый, 5 — приводораздельный аллювиальный, 6 — склоновый делювиально-солифлюкционный, 7 — склоновый коллювиальный, 8 — средневысотный террасовый  
*Type of Landscape (1–8):* 1 — alas, 2 — high terrace, 3 — inter-alas, 4 — low terrace, 5 — watershed alluvial, 6 — slope deluvial-solifluction, 7 — slope colluvial, 8 — medium-height terrace terrain types

Чурапчинский улус (район) занимает плоский водораздел Лено-Амгинского междуречья. Рельеф здесь равнинный (рис. 2).

Северная часть улуса расположена на древней аллювиальной Центральноякутской равнине с высотами 200–250 м, наклонена к северо-востоку. Южная часть входит в состав Приленского плато с высотами 300–400 м. Наивысшая точка 383 м находится на водоразделе между правым берегом р. Амга и левым берегом р. Куолума (рис. 3). Характерны эрозионно-аккумулятивные формы рельефа долин рек Амга и Татта, а также мелких речек. Водораздельное пространство, пологоволнистая равнина, расчленена сетью сухих речных долин и замкнутых аласных котловин. Озерно-аласные формы рельефа связаны с распространением многолетнемерзлых пород.

Анализ особенностей распространения аласов по ориентированности в пространстве, глубине и

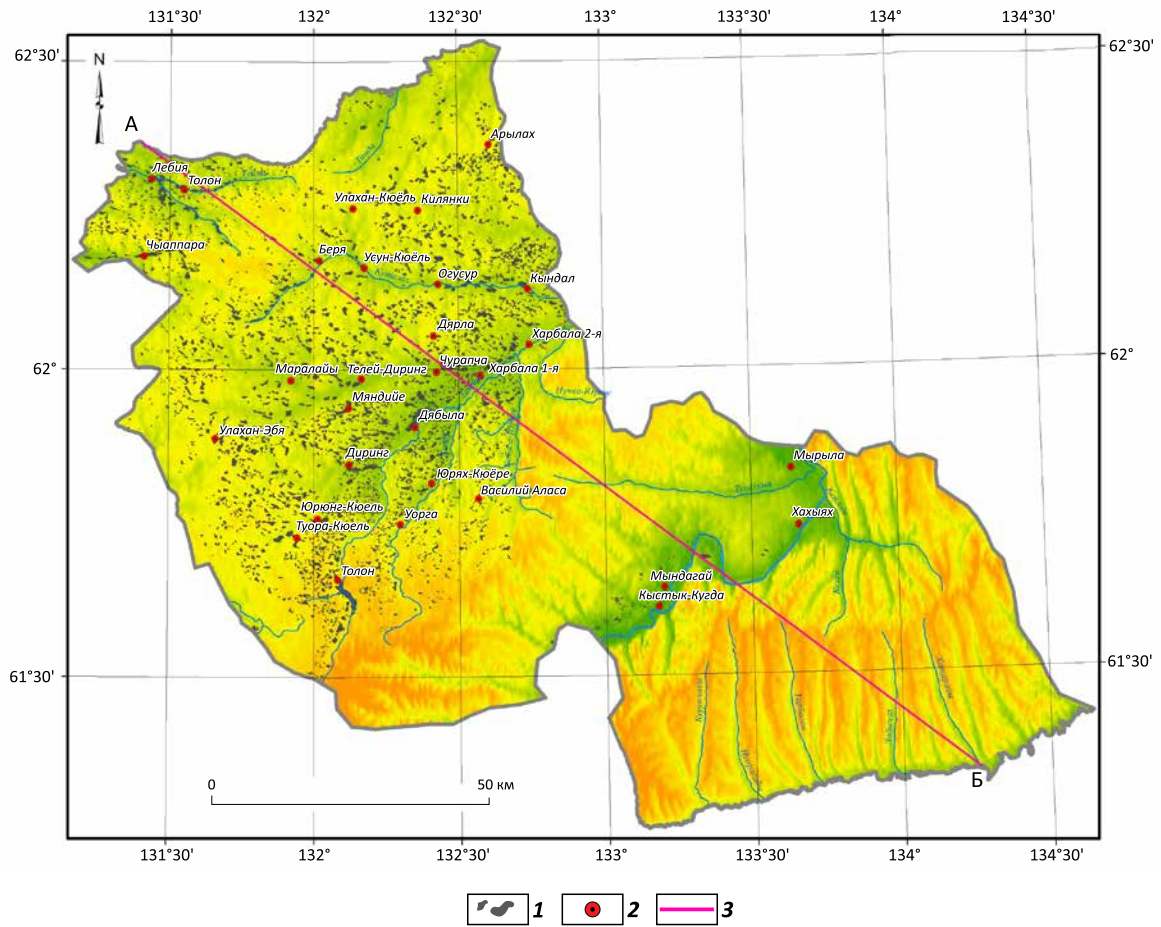
размерам показал следующее. Среди особенностей распространения аласов в Центральной Якутии исследуемый район характеризуется аласами не круглой, а в основном вытянутой или амебообразной формы. Объяснением этому является большое число воссоединившихся, слившихся в один из многочисленных смежных аласов.

Из-за особенностей рельефа ориентированных аласов, в отличие от соседнего Усть-Алданского улуса (района), мало. Множество воссоединившихся аласов образует целую серию вытянувшихся своеобразных аласных долин.

Анализ распространения аласов по глубине проводился с помощью программы ArcGIS Earth с использованием данных ЦМР с сайта ESRI. Наибольшими данными по глубине располагают аласы на северо-западе района (Бахсытский и Алагарский наслеги). Средняя глубина на данном участке варьирует от 25 до 31 м (рис. 4).

Рис. 2. Рельеф Чурапчинского улуса (района)

Fig. 2. Elevation map of the Churapcha Ulus



1 — аласы Чурапчи; 2 — населенные пункты; 3 — линия профиля  
 1 — alases; 2 — communities; 3 — profile line

Рис. 3. Профиль рельефа по линии А–В

Fig. 3. Elevation profile along line A–B



Рис. 4. Профиль аласа Чыаппара, глубина около 31 м

Fig. 4. Elevation profile of Chyappara alas, about 31 m deep



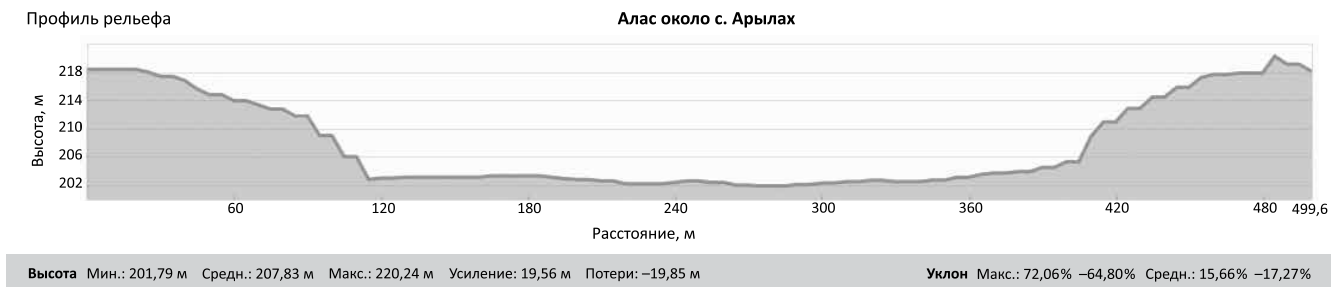
На севере улуса распространены аласы с большими площадями и глубиной до 17 м (рис. 5).

На территории Сыланского наслега рассматриваемого района распространены глубокие аласы (рис. 6, 7). В южной части Чурапчинского улуса наблюдается незначительное распространение аласов глубиной от 15 до 18 м. Как показал анализ распространения аласов по административным

образованиям (наслегам), наиболее плотно они расположены в центральной и северо-западной частях улуса. Это такие наслеги, как Чурапчинский (17,9 км<sup>2</sup>), Болтогинский (57,6 км<sup>2</sup>), Ожулунский (65,3 км<sup>2</sup>), Хадарский (59,6 км<sup>2</sup>) (рис. 8). В связи с расположением юго-восточной части района исследования на дренированных склонах бассейнов рек Амга и Алдана, здесь, в Болугурском (7,9 км<sup>2</sup>) и Соловьевском (0,7 км<sup>2</sup>) наслегам, аласы наименее

**Рис. 5.** Профиль безымянного аласа около с. Арылах, глубина до 17 м

*Fig. 5. Profile of an unnamed alas near Arylakh village, up to 17 m deep*



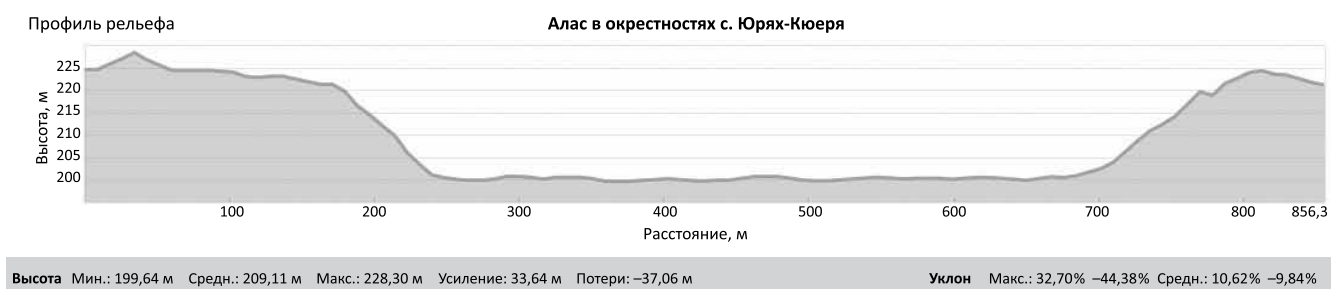
**Рис. 6.** Профиль аласа Малла с глубиной около 18 м

*Fig. 6. Profile of the Malla alas, about 18 m deep*



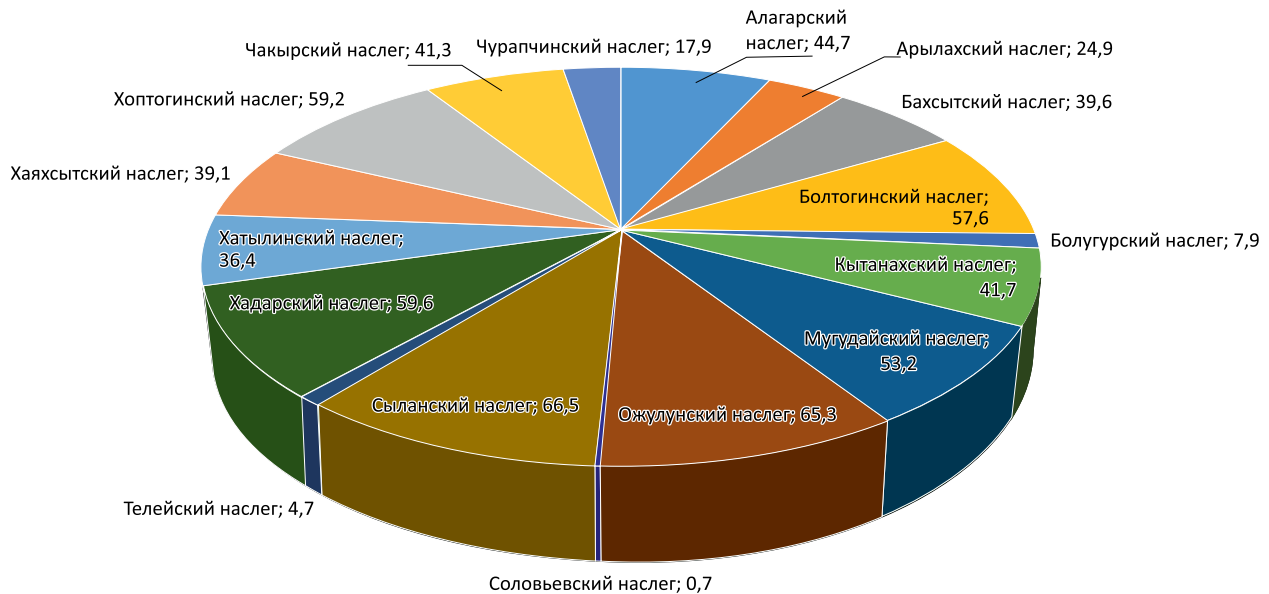
**Рис. 7.** Профиль аласа в окрестностях с. Юрях-Кюеря с глубиной 25 м

*Fig. 7. Profile of an alas near Yuryakh-Kuerya village, 25 m deep*



**Рис. 8.** Площадь аласов Чурапчинского улуса по наследам, км<sup>2</sup>

Fig. 8. Total alas area in the Churapcha Ulus (District) by municipalities (sq.km)



распространены, в основном занимая высокие террасы р. Амга.

При картографировании плотности распространения аласов авторами статьи применялась методика анализа распространения плотности точек. Оцифрованные полигоны аласов были преобразованы в среде ArcGIS в точки, а затем была проведена операция создания плотности точек в приложении Spatial Analyst.

Выявлено, что наиболее плотно аласы расположены в центральной части улуса, вдоль долины р. Татта и на северо-востоке исследуемой территории. Наименее плотно аласы встречаются в южной и юго-восточной частях района (рис. 9).

По размерам «дюёда» — аласы в начальной стадии развития — занимают около 2 % общего числа. В наибольшем количестве (51 %) представлены вы-

тянутые аласные сомкнутые комплексы, которые иногда называют «от юряхи» (рис. 10).

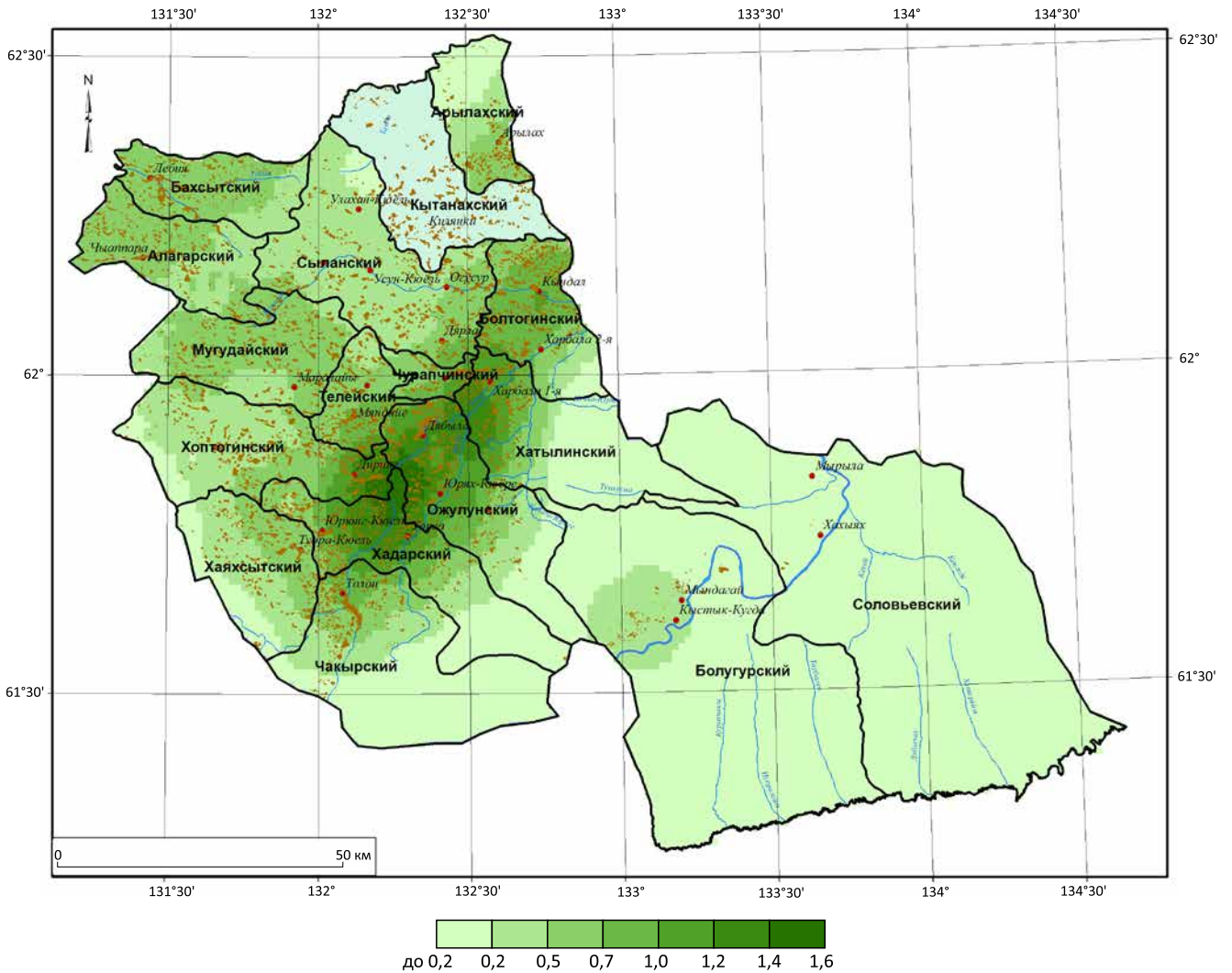
### Заключение

Чурапчинский улус (район) считается типичной территорией с аласным типом местности, кроме юго-восточной части района, где термокарстовые котловины распространены только в долинной части р. Амга. Аласы издревле являются типичным местообитанием скотоводов, поскольку пастбища и сенокосные угодья встречаются среди тайги в основном только в них.

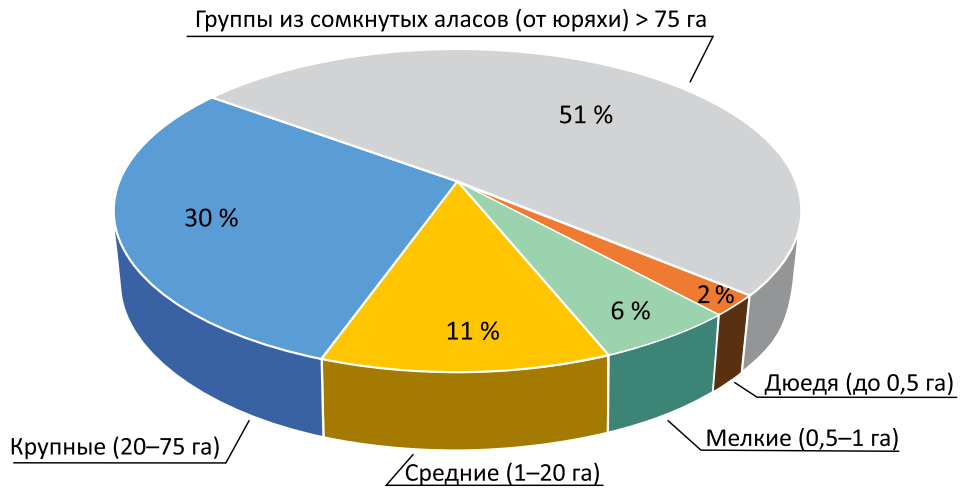
Выявлено, что из 3787 аласов на территории Чурапчинского улуса наиболее плотно они расположены в центральной части района — всего там выделено 272 аласа. Напротив, южная и юго-восточная части района характеризуются их отсутствием. Наиболее глубокие аласы (25–30 м) расположены в северо-западной части улуса, на юге же — наименее глубокие и с пологими бортами.

*Работа выполнена в рамках НИР № 122011400152-7 по теме: «Криогенные процессы и формирование природных рисков освоения мерзлотных ландшафтов Восточной Сибири».*

**Рис. 9.** Плотность распространения аласов  
*Fig. 9. Density of alas distribution*



**Рис. 10.** Диаграмма количественного распространения аласов Чурапчинского улуса (района)  
*Fig. 10. Graph of the quantitative distribution of alases in the Churapcha Ulus (District)*



## Список источников

1. *Атлас Чурапчинского улуса (района) Республики Саха (Якутия) / Разраб. под науч. рук. Л.С. Пахомовой. – Якутск: [б. и.], 2014. – 72 с.*
2. *Дьячковский Ф.Н., Попова Н.И.* Алаас как концепт якутской лингвокультуры // *Урало-алтайские исследования. – 2014. – № 1 (12). – С. 58–66.*
3. *Соловьев П.А.* Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. – М. : АН СССР, 1959. – 141 с.
4. *Соловьев П.А.* Аласный термокарстовый рельеф Центральной Якутии : путеводитель. – Якутск: [б. и.], 1973. – 47 с.
5. *Гоголева П.А.* Классификация и краткая характеристика травяной растительности аласов Лено-Амгинского междуречья // *Экология и ценология лугов Центральной Якутии / Отв. ред. Б.М. Миркин. – Якутск: ЯГУ, 1978. – С. 100-127.*
6. *Иванов М.С.* Криогенное строение четвертичных отложений Лено-Алданской впадины. – Новосибирск : Наука, 1984. – 125 с.
7. *Босиков Н.П.* Эволюция аласов Центральной Якутии. – Якутск : ИМЗ СО РАН, 1991. – 127 с.
8. *Аласные экосистемы: структура, функционирование, динамика / Отв. ред. Ю.В. Ревин. – Новосибирск : Наука, 2005. – 259 с.*
9. *Десяткин Р.В.* Почвообразование в термокарстовых котловинах — аласах криолитозоны. – Новосибирск : Наука, 2008. – 323 с.
10. *Босиков Н.П.* Аласность Центральной Якутии // *Геокриологические условия в горах и на равнинах Азии / отв. ред. И.А. Некрасов, И.В. Климовский. – Якутск: ИМЗ СО РАН, 1978. – С. 113–118.*
11. *Геокриологический словарь / Под ред. В.В. Баулина, В.Э. Мурзаевой. – М. : Геос, 2003. – 139 с.*
12. *Agafonov L., Strunk H., Nuber T.* Thermokarst dynamics in western Siberia: insights from dendrochronological research // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2004. – Vol. 209. – pp. 183–196. DOI: 10.1016/j.palaeo.2004.02.024.*
13. *Soare R.J., Kargel J.S., Osinski G.R., Costard F.* Thermokarst processes and the origin of crater-rim gullies in Utopia and western Elysium Planitia // *Icarus. – 2007. – Vol. 191. – Iss. 1. – pp. 95–112. DOI: 10.1016/j.icarus.2007.04.018.*
14. *Stuart A.H.* Causes and consequences of rapid thermokarst development in permafrost or glacial terrain // *Permafrost Periglacial Processes. – 2002. – Vol. 13. – Iss. 3. – pp. 237–242. DOI: 10.1002/ppp.419.*
15. *Саввинов Д.Д.* Почвы Якутии: проблемы рационального использования почвенных ресурсов, их мелиорация и охрана. – Якутск: Якутское книжное издательство, 1989. – 149 с.
16. *Десяткин Р.В.* Почвы аласов Лено-Амгинского междуречья. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1984. – 168 с.
17. *Fedorov A.N., Vasilyev N.F., Torgovkin Y.I. et al.* Permafrost-Landscape Map of the Republic of Sakha (Yakutia) on a Scale 1:1,500,000 // *Geosciences. – 2018. – Vol. 8. – Iss. 12. – 465. DOI: 10.3390/geosciences8120465.*
18. *Чандра А.М., Гош С.К.* Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М. : Техносфера, 2008. – 307 с.
19. *Федоров А.Н.* Мерзлотные ландшафты Якутии: методика выделения и вопросы картографирования. – Якутск: ИМЗ СО РАН, 1991. – 140 с.

## References

1. *Pakhomova L.S. et al. (ed.) Atlas Churapchinskogo ulusa (raiona) Respubliki Sakha (Yakutiya) [Atlas of the Churapchinsky ulus (district) of the Republic of Sakha (Yakutia)]. Yakutsk: [n. p.]; 2014. 72 p.*
2. *Dyachkovski F.N., Popova N.I.* Alaas as a concept of the Yakut (Sakha) linguoculture. *Ural-Altai Studies*. 2014;(1):58–66.
3. *Solov'ev P.A.* Kriolitozona severnoi chasti Leno-Amginskogo mezhdurech'ya [Permafrost zone of the northern part of the Lena-Amga interfluve]. Moscow: AN SSSR, 1959. 144 p.
4. *Solov'ev P.A.* Alasnyi termokarstovyi rel'ef Tsentral'noi Yakutii : putevoditel' [Alas thermokarst relief of Central Yakutia: a guide]. Yakutsk: [n. p.]; 1973. 47 p.
5. *Gogoleva P.A.* Klassifikatsiya i kratkaya kharakteristika travyanoi rastitel'nosti alasov Leno-Amginskogo mezhdurech'ya [Classification and brief characteristics of the grass vegetation of the alases of the Lena-Amga interfluve]. In: *Ehkologiya i tsenologiya lugov Tsentral'noi Yakutii*. Mirkin B.M., ed. Yakutsk: YaGU; 1978. pp. 100-127.
6. *Ivanov M.S.* Kriogennoe stroenie chetvertichnykh otlozhenii Leno-Aldanskoi vpadiny [Cryogenic structure of Quaternary deposits of the Leno-Aldan depression]. Novosibirsk: Nauka; 1984. 125 p.
7. *Bosikov N.P.* Ehvoljutsiya alasov Tsentral'noi Yakutii [Evolution of the Alas of Central Yakutia]. Yakutsk: IMZ SO RAN; 1991. 127 p.
8. *Revin Yu.V. (ed.)* Alasnye ehkosistemy: struktura, funktsionirovanie, dinamika [Alas ecosystems: structure, functioning, dynamics]. Novosibirsk: Nauka; 2005. 259 p.
9. *Desyatkin R.V.* Soil formation in thermokarst depressions — alases of cryolithozone. Novosibirsk: Nauka; 2008. 323 p.
10. *Bosikov N.P.* Alasnost' Tsentral'noi Yakutii [Alasness of Central Yakutia]. In: *Geokriologicheskie usloviya v gorakh i na ravninakh Azii*. Nekrasov I.A., Klimovskii I.V. (eds.). Yakutsk: IMZ SO RAN; 1978. pp. 113–118.
11. *Baulin V.V., Murzaeva V.E. (eds.)* Geokriologicheskii slovar' [Geocryological dictionary]. Moscow: GEOS; 2003. 139 p.
12. *Agafonov L., Strunk H., Nuber T.* Thermokarst dynamics in western Siberia: insights from dendrochronological research. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2004;209:183–196. DOI: 10.1016/j.palaeo.2004.02.024.
13. *Soare R.J., Kargel J.S., Osinski G.R., Costard F.* Thermokarst processes and the origin of crater-rim gullies in Utopia and western Elysium Planitia. *Icarus*. 2007;191(1):95–112. DOI: 10.1016/j.icarus.2007.04.018.
14. *Stuart A.H.* Causes and consequences of rapid thermokarst development in permafrost or glacial terrain. *Permafrost Periglacial Processes*. 2002;13(3):237–242. DOI: 10.1002/ppp.419.
15. *Savvinov D.D.* Pochvy Yakutii: problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya pochvennykh resursov, ikh melioratsiya i okhrana [Soils of Yakutia: problems of rational use of soil resources, their melioration and protection]. Yakutsk: Yakutskoe knizhnoe izdatel'stvo; 1989. 149 p.

16. *Desyatkin R.V.* Pochvy alasov Leno-Amginskogo mezhdurech'ya [Soils of the alas of the Lena-Amga interfluve]. Yakutsk: YaF SO AN SSSR; 1984. 168 p.
17. *Fedorov A.N., Vasilyev N.F., Torgovkin Y.I. et al.* Permafrost-Landscape Map of the Republic of Sakha (Yakutia) on a Scale 1:1,500,000. *Geosciences*. 2018;8(12):465. DOI: 10.3390/geosciences8120465.
18. *Chandra A.M., Ghosh S.K.* Remote sensing and geographic information systems. New Delhi: Narosa, 2006. 298 p.
19. *Fedorov A.N.* Merzlotnye landshafty Yakutii: metodika vydeleniya i voprosy kartografirovaniya [Permafrost landscapes of Yakutia: identification methods and mapping issues]. Yakutsk: IMZ SO RAN, 1991. 140 p.

Статья поступила в редакцию 16.10.2024 г., одобрена после рецензирования 25.09.2024 г., принята к публикации 27.02.2025 г.  
The article was submitted 16.10.2024; approved after reviewing 25.09.2024; accepted for publication 27.02.2025.

### Информация об авторах

#### Торговкин Ярослав Ильич

Кандидат географических наук, заведующий лаборатории геоинформационных систем (ГИС) и картографирования криолитозоны  
ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельников  
Сибирского отделения Российской академии наук  
677010 Якутск, ул. Мерзлотная, д. 36  
e-mail: [torgovkin@mpi.ysn.ru](mailto:torgovkin@mpi.ysn.ru)  
ORCID: 0000-0002-7146-0798  
SCOPUS ID: 6504170111  
Researcher ID: AAD-2134-2019  
SPIN-код: 4667-8312  
AuthorID: 120968

#### Шестакова Алена Алексеевна

Кандидат географических наук, старший научный сотрудник  
лаборатории геоинформационных систем (ГИС) и  
картографирования криолитозоны  
ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова  
Сибирского отделения Российской академии наук  
677010 Якутск, ул. Мерзлотная, д. 36  
e-mail: [aashest@mail.ru](mailto:aashest@mail.ru)  
ORCID: 0000-0002-0648-0362  
SCOPUS ID: 57207798418  
Researcher ID: Y-9063-2018  
SPIN-код: 3811-5061  
AuthorID: 543724

### Information about authors

#### Yaroslav I. Torgovkin

Candidate of Geographical Sciences,  
Head of the Laboratory of Geographic Information Systems (GIS)  
and Permafrost Mapping  
Melnikov Permafrost Institute of Siberian Branch of the Russian  
Academy of Sciences  
36, Merzlotnaya str., Yakutsk, 677010, Russia  
e-mail: [torgovkin@mpi.ysn.ru](mailto:torgovkin@mpi.ysn.ru)  
ORCID: 0000-0002-7146-0798  
SCOPUS ID: 6504170111  
Researcher ID: AAD-2134-2019  
SPIN-код: 4667-8312  
AuthorID: 120968

#### Aliona A Shestakova

Candidate of Geographical Sciences,  
Senior Researcher of the Laboratory of Geographic Information  
Systems (GIS) and Permafrost Mapping  
Melnikov Permafrost Institute of Siberian Branch of the Russian  
Academy of Sciences  
36, Merzlotnaya str., Yakutsk, 677010, Russia  
e-mail: [aashest@mail.ru](mailto:aashest@mail.ru)  
ORCID: 0000-0002-0648-0362  
SCOPUS ID: 57207798418  
Researcher ID: Y-9063-2018  
SPIN-код: 3811-5061  
AuthorID: 543724