

Геоинформатика. 2023. № 2. С. 17–25.
Geoinformatika. 2023;(2):17–25.

Применение ГИС-технологий

Научная статья
 УДК 528.8, 551.34
<https://doi.org/10.47148/1609-364X-2023-2-17-25>

Распространение аласов Лено-Амгинского междуречья

© 2023 г. — Алена Алексеевна Шестакова^{а)}, Ярослав Ильич Торговкин^{б)}

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

^{а)}aashest@mail.ru, ^{б)}torgovkin@mpi.ysn.ru

Аннотация: В данной статье исследованы аласы (термокарстовые образования) на Лено-Амгинском междуречье как классической территории мерзлотных ландшафтов. Даны определения аласа (аласного типа местности) в геоморфологии, мерзлотоведении и ландшафтоведении. Приведены морфометрические характеристики размеров, особенностей распространения и районирования аласности изучаемой территории. При проведении пространственного анализа с использованием геоинформационных технологий выявлены особенности пространственного расположения аласов с выделением характерных районов их распространения. Так, рассмотрены Лено-Амгинский аласно-эрозионный, Лено-Таттинский аласно-эрозионный, Приалданский аласно-эрозионный, Приамгинский аласный, Притаттинский аласный, Суола-Тамминский аласный, Тюнгюлюнский аласный районы. Анализ плотности распространения аласов выявил, что в целом по территории развития Лено-Амгинского ледового комплекса их плотность достаточно неравномерная, на некоторых участках аласы развиты очень редко, а местами – очень плотно.

Ключевые слова: алас, мерзлотный ландшафт, тип местности, плотность распространения аласов, ледовый комплекс, пространственный анализ, Лено-Амгинское междуречье

Для цитирования: Шестакова А.А., Торговкин Я.И. Распространение аласов Лено-Амгинского междуречья // Геоинформатика. — 2023. — № 2. — С. 17–25. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2023-2-17-25>.

Application of GIS-technologies

Original article

Distribution of alasses in the Lena-Amga interfluve

© 2023 — A.A. Shestakova^{а)}, Y.I. Torgovkin^{б)}

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

^{а)}aashest@mail.ru, ^{б)}torgovkin@mpi.ysn.ru

Abstract: This article explores alasses (thermokarst formations) in the Lena-Amga interfluve as a classic territory of permafrost landscapes. Definitions of alas (alas type of terrain) in geomorphology, permafrost and landscape studies are given. The morphometric characteristics of the sizes, features of the distribution and zoning of the alastness of the research area are given. In the course of a spatial analysis using geoinformation technologies, the features of the spatial location of the alas and the characteristic areas of their distribution were identified. Thus, following areas are considered: Leno-Amginsky alas erosion district, Leno-Tattinsky alas erosion district, Prialdansky alas erosion district, Priamginsky alas district, Pritattinsky alas district, Suola-Tamminsky alas district, Tyungyulyunsky alas district. An analysis of the distribution density of alasses revealed that, in general, on the territory of the Leno-Amga ice complex development, their density is quite uneven, in some areas alasses are very rare, and in some places they are very dense.

Key words: *alass, permafrost landscape, type of terrain, density of distribution of alass, ice complex, spatial analysis, Lena-Amga interfluve*

For citation: Shestakova A.A., Torgovkin Y.I. Distribution of alasses in the Lena-Amga interfluve. *Geoinformatika*. 2023;(2):17–25. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2023-2-17-25>. In Russ.

Введение

В научной литературе дано большое количество определений аласа — одного из наиболее распространенных и связанных с жизнью аборигенов Восточной Сибири ландшафтов. Вначале приведем три определения аласа в геоморфологии, мерзловедении и ландшафтоведении. Алас с геоморфологической точки зрения представляет плоскодонную котловину от десятков метров до нескольких километров в диаметре, образующуюся при вытаивании подземных льдов в областях развития многолетней мерзлоты [11]. Мерзловеды под аласом представляют плоскую котловину, возникающую в области льдистых многолетнемерзлых пород в результате таяния подземных льдов и неравномерного оседания грунтов и поверхности — термокарста [4]. Ландшафтоведы под аласами понимают неглубокие (до 6–10 м) округлые понижения, занятые лугами, распространенные на территории Центрально-Якутской низменности [8].

Н.П. Босиков, мерзловед, посвятивший всю свою жизнь изучению аласов, к этим понятиям добавляет образование озера из-за вытаивания подземного льда и дальнейшее усыхание озера из-за недостаточности увлажнения, и освоение высшей котловины аласными лугами от болотных до остепненных, из-за чего аласы Центральной Якутии не имеют ландшафтных аналогов [3]. Однако как тип местности, аласный тип местности может быть развит в разных типах ландшафтов от за-

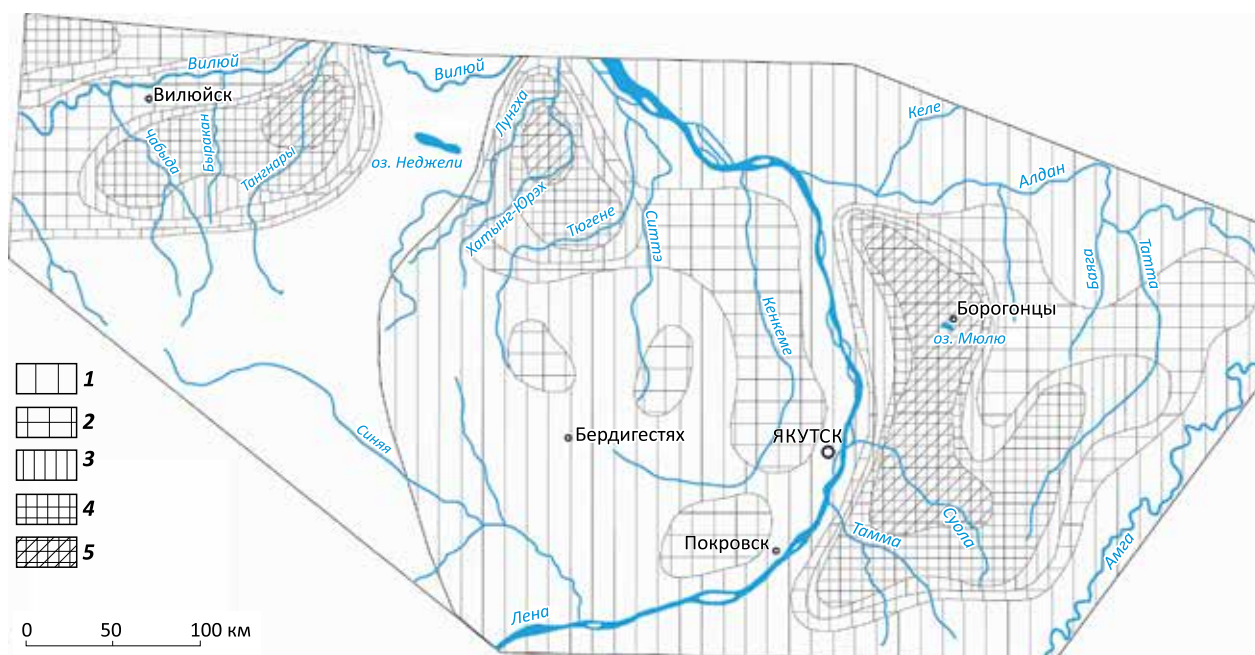
сушливой тайги Центральной Якутии до арктических тундр приморских низменностей Якутии [10]. Аласный тип местности имеет широкое распространение в мире, так как ведущим процессом его формирования является термокарст по подземным льдам.

Лено-Амгинское междуречье характеризуется широким распространением аласов — характерных ландшафтов Центральной Якутии, которые изучались многими учеными: П.А. Соловьевым [9], П.А. Гоголевой [5], М.С. Ивановым [7], Н.П. Босиковым [3], Р.В. Десяткиным [6] и др. Общая площадь изучаемой территории — 69,3 тыс. км², ограничена распространением ледового комплекса с развитием мощных повторно-жильных льдов в северной части Лено-Амгинского междуречья, граничащего рр. Лена и Амга с запада и востока, с севера рекой Алдан, с юга с устья р. Буотама до р. Лютенга.

Н.П. Босиковым [1] в целом в Центральной Якутии, включая бассейн р. Вилюй, по имеющимся тогдашним методам и топографическим картам масштабов 1:100 000 – 1:300 000 было подсчитано около 16000 аласов с общей площадью около 4410 км², и составлена карта аласности Центральноякутской низменности (рис. 1). По Мерзлотно-ландшафтной карте Республики Саха (Якутия) [13] большая часть района, около 40% от всей рассматриваемой территории, занята ледовым комплексом или межаласным типом местности (рис. 2).

Рис. 1. Карта аласности Центральноякутской низменности

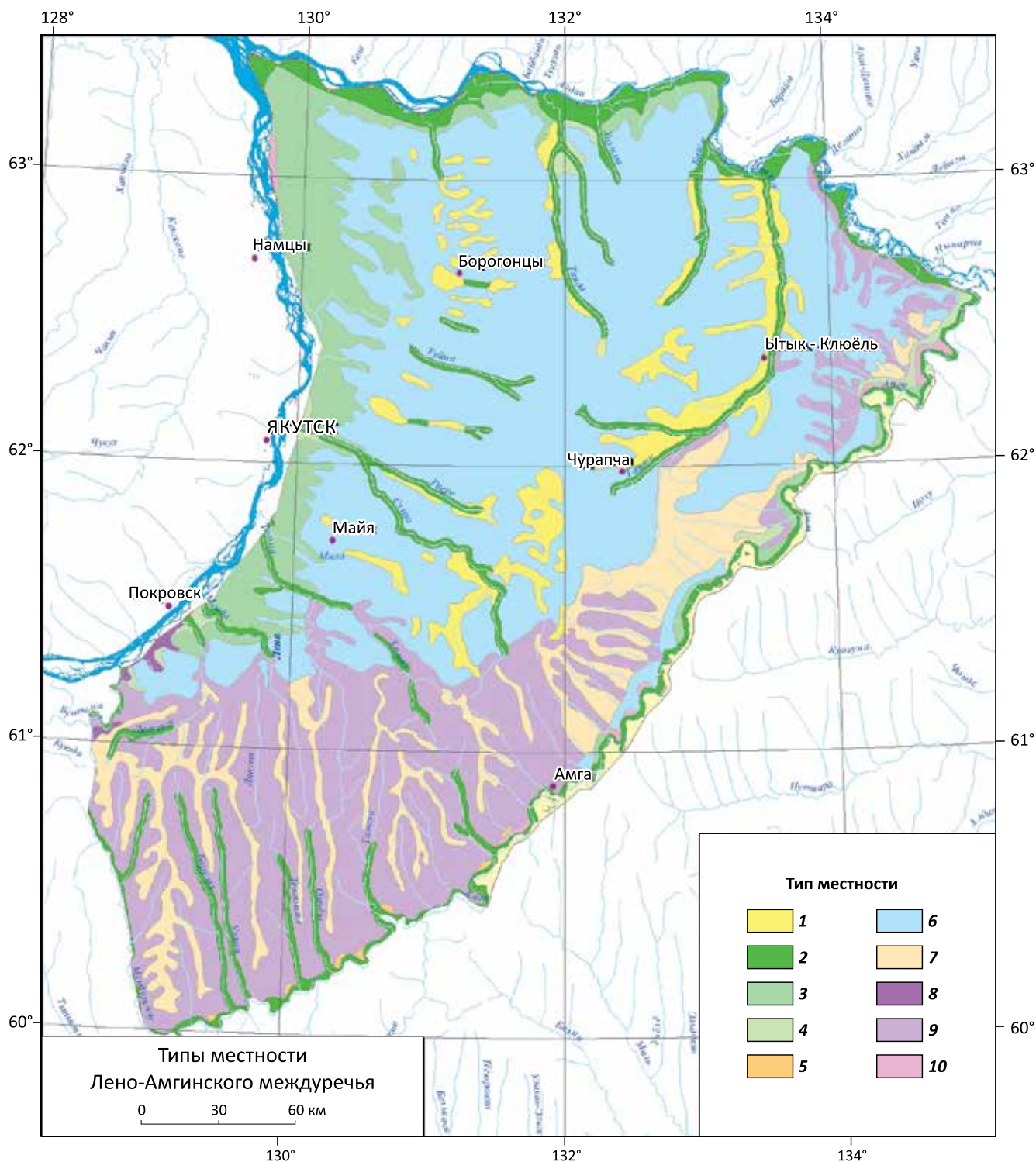
Fig. 1. Alasnost map of the Central Yakut lowland



Коэффициент аласности (1–5): 1 — до 1%, 2 — от 1 до 3%, 3 — от 3 до 5%, 4 — от 5 до 10%, 5 — от 10 до 19% [1].
Alasness coefficient (1–5): 1 — up to 1%, 2 — from 1 to 3%, 3 — from 3 to 5%, 4 — from 5 to 10%, 5 — from 10 to 19% [1].

Рис. 2. Типы местности Лено-Амгинского междуречья

Fig. 2. Terrain types of the Lena-Amga interfluve



Тип местности (1–10): 1 — аласный, 2 — низкотеррасовый, 3 — средневисотный террасовый, 4 — высокотеррасовый, 5 — древнетеррасовый, 6 — межаласный, 7 — приводораздельный элювиальный, 8 — склоновый делювиально-коллювиальный, 9 — склоновый делювиально-солифлюкционный, 10 — склоновый коллювиальный.

Type of terrain (1–10): 1 — alas, 2 — low terrace, 3 — medium-rise terrace, 4 — high terrace, 5 — ancient terrace, 6 — inter-alas upland, 7 — summit residuum, 8 — deluvial-colluvial slope, 9 — deluvial-solifluction slope, 10 — colluvial slope

В Институте мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН в последние годы была проведена работа по изучению распространения аласов Лено-Амгинского междуречья. Картографирование аласов проводилось с применением космоснимков высокого разрешения (рис. 3) и программы ArcGIS 10. Оцифровка аласов проводилась также с использованием программы Sas.Planet со сверкой контуров из различных источников и дальнейшей конвертацией в формат ArcGIS. На исследуемой территории всего было выявлено 15126 аласов площадью более 1 га.

При анализе пространственного распределения аласов выделено 7 районов (рис. 4). Учитывалось геологическое строение, геоморфологические, гидрологические и ландшафтные особенности территории.

Лено-Амгинский аласно-эрозионный район расположен на южной части изучаемой территории. Он охватывает приводораздельные достаточно дренированные участки, в основном аласы имеют вытянутую форму и небольшую площадь. Аласы занимают около 1,4% территории района.

Лено-Таттинский аласно-эрозионный район — наибольший по площади. Он расположен на водораздельных территориях междуречья Лены и

Татты. Характерны так называемые «от-юряхи», представляющие собой вытянутые и слившиеся друг с другом сети мелких аласов. Такие образования встречаются в основном в центральной и западной части района. В северной части района, в бассейне р. Танда аласы более округлой формы и небольшие по площади. В целом, в этом районе аласы занимают 5,7%.

Приалданский аласно-эрозионный район расположен в северной части междуречья. Из-за особенностей рельефа и криогенного строения отложений здесь аласов меньше всего — 0,6% от всей территории района.

Приамгинский аласный район охватывает территории высоких террас р. Амга и пологих склонов, примыкающих к террасам. Здесь расположены в основном небольшие молодые аласы, форма которых обычно округлая. В данном районе аласы занимают 1,5% от общей территории.

Притаттинский аласный район расположен в основном в левобережной части бассейна р. Татта. Аласы занимают 11,2% территории. Анализ количественной плотности показал, что центральная и южная часть района обладают наибольшими значениями.

Рис. 3. Крупнейший алас Мюрю (Снимок Sentinel-2, 21 сентября 2022 г.)

Fig. 3. The largest Myuryu alas (Sentinel-2 image, September 21, 2022)

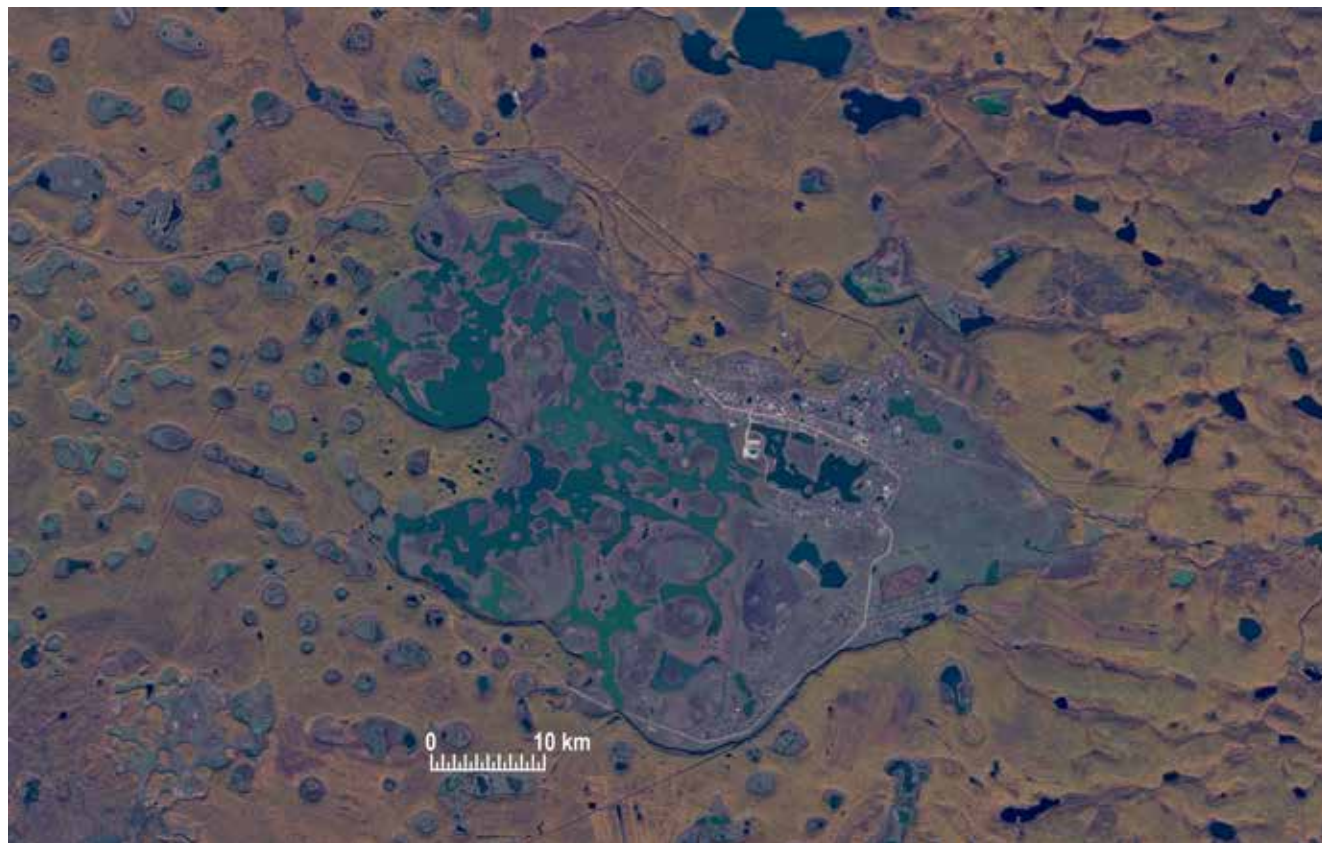
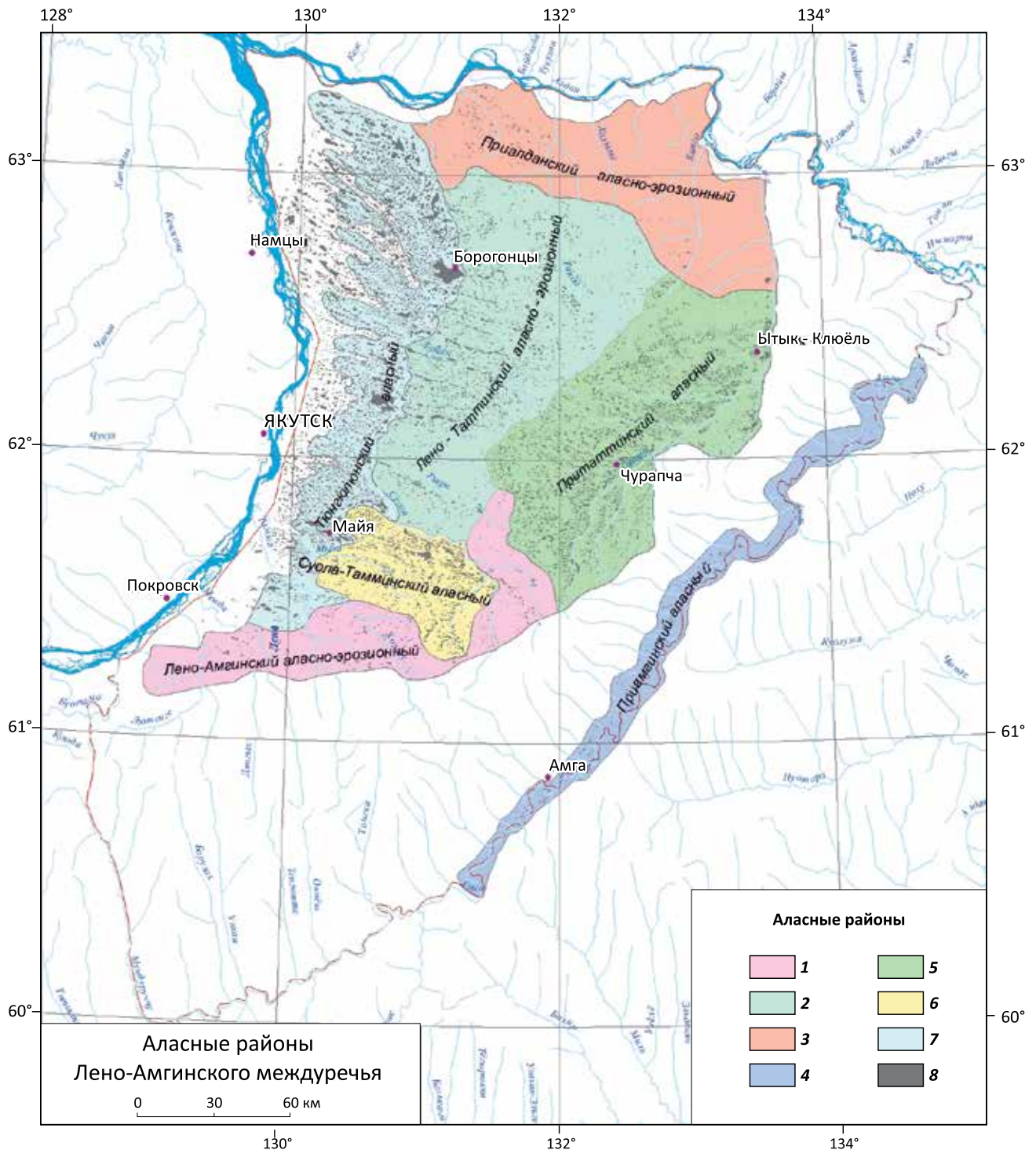


Рис. 4. Районирование по распространению аласов Лено-Амгинского междуречья
 Fig. 4. Zoning according to the distribution of alases in the Lena-Amga interfluve



Аласные районы (1–8): 1 — Лено-Амгинский аласно-эрозионный, 2 — Лено-Таттинский аласно-эрозионный, 3 — Приалданский аласно-эрозионный, 4 — Приамгинский аласный, 5 — Притаттинский аласный, 6 — Суола-Тамминский аласный, 7 — Тюнгулюнский аласный; 8 — аласы.

Alas districts (1–8): 1 — Lena-Amga alas-erosion, 2 — Lena-Tatta alas-erosion, 3 — Pre-Aldan alas-erosion, 4 — Pre-Amga alasian, 5 — Pre-Tatta alasian, 6 — Suola-Tamma alasian, 7 — Tyungyulyu alasian; 8 — alases.

Суола-Тамминский аласный район простирается в междуречных пространствах небольших рек Суола и Тамма. В этом районе находится мониторинговый полигон Юкэчи (рис. 5) Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, где проводятся мониторинговые исследования динамики аласов и термокарста [2, 3, 12]. В данном районе в основном встречаются аласы средних и малых размеров, но есть здесь и крупные аласы — Табага (площадь 11 км²) и Абалах (4,2 км²). Аласы занимают 11,2% от общей территории района.

Тюнгюлюнский аласный район занимает пологие поверхности Тюнгюлюнской террасы с абсолютными отметками от 150 до 200 м над уровнем моря. В данном районе расположены крупные аласы — Мюрю (59 км²), Тюнгюлю (41 км²), Онёр (23 км²) и другие. Аласы занимают 19,4% территории района.

Анализ плотности распространения аласов вне зависимости от размеров посредством применения операции Spatial analyst программы ArcGIS выявил, что их плотность достаточно неравномерна. На некоторых участках распространения ледового комплекса (см. рис. 2) аласы расположены очень редко, а местами — очень даже плотно (рис. 6). В районе р. Суола и р. Татты отмечаются терри-

тории, где плотность составляет 1,6–1,8 аласов на км². В целом по территории развития Лено-Амгинского ледового комплекса отмечается три куста большей плотности: на севере Тюнгюлюнского аласного района, на юге Тюнгюлюнского — на севере Суола-Тамминского аласных районов и на юге Притаттинского аласного района, где территории с плотностью аласов больше 1 аласов на км² занимают 41,2, 51,2 и 63,2 км².

Образование аласов связано как с мерзлотными, в первую очередь криолитологическими, так и с геоморфологическими и ландшафтными особенностями территорий. Максимальные плотности распространения аласов показывают территории, наиболее подверженные деградации мерзлоты с развитием термокарста в периоды потеплений верхнего плейстоцена — голоцена.

Таким образом, Лено-Амгинское междуречье представляет собой яркий пример распространения таких типичных для криолитозоны форм рельефа как аласы. Применение пространственного анализа с использованием геоинформационных технологий позволило выявить особенности пространственного расположения аласов и выделить характерные районы их распространения.

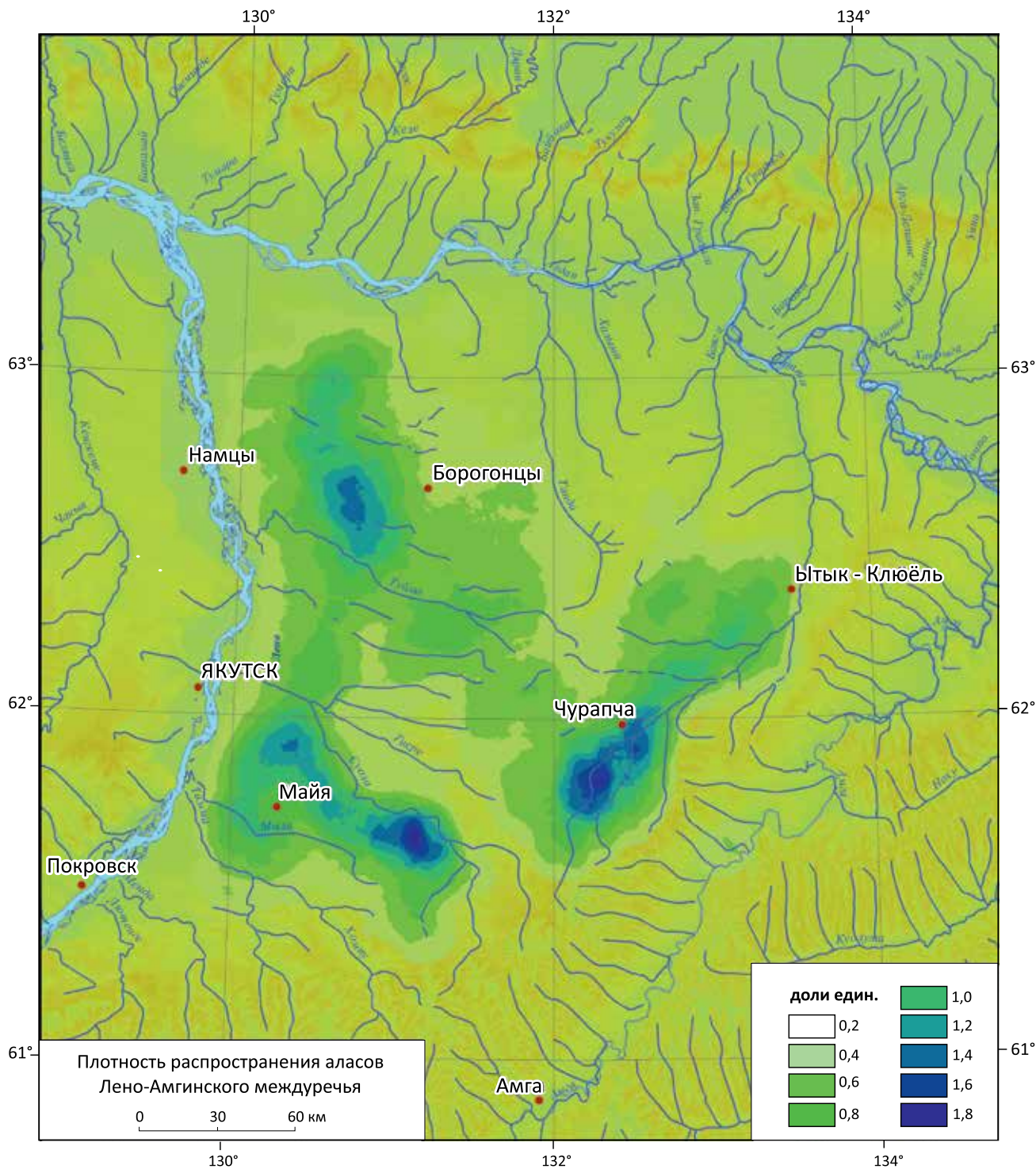
Рис. 5. Типичный алас Юкэчи, расположенный в Суола-Тамминском аласном районе (фото П.Я. Константинова)

Fig. 5. A typical alas of Yukechi, located in Suola-Tamminskiy alasny area (photo by P.Ya. Konstantinov)



Рис. 6. Карта плотности распространения аласов по численности на Лено-Амгинском междуречье

Fig. 6. Alases distribution density map by number in the Leno-Amga interfluve



Список источников

1. *Босиков Н.П.* Аласность Центральной Якутии // Геокриологические условия в горах и на равнинах Азии / Отв. ред. И.А. Некрасов, И.В. Климовский. – Якутск: ИМЗ, 1978. – С. 113–118.
2. *Босиков Н.П.* Интенсивность разрушения пашен на межаласных ландшафтах // География и природные ресурсы. – 1989. – № 4. – С. 83–86.
3. *Босиков Н.П.* Эволюция аласов Центральной Якутии. – Якутск: ИМЗ, 1991. – 128 с.
4. *Геокриологический словарь* / Сост. Г.И. Дубиков, В.И. Аксенов. – М.: ГЕОС, 2003. – 140 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. *Десяткин Р.В.* Почвообразование в термокарстовых котловинах — аласах криолитозоны. – Новосибирск: Наука, 2008. – 324 с.
7. *Иванов М.С.* Криогенное строение четвертичных отложений Лено-Алданской впадины. – Новосибирск: Наука, 1984. – 125 с.
8. *Мильков Ф.Н.* Словарь-справочник по физической географии. – М.: Мысль, 1970. – 342 с.
9. *Соловьев П.А.* Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. – М.: АН СССР, 1959. – 141 с.
10. *Федоров А.Н.* Мерзлотные ландшафты Якутии: методика выделения и вопросы картографирования. – Якутск: ИМЗ, 1991. – 140 с.
11. *Щукин И.С.* Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 703 с.
12. *Fedorov A.N., Gavriliev P.P., Konstantinov P.Y., Hiyama T., Iijima Y., Iwahana G.* Estimating the water balance of a thermokarst lake in the middle of the Lena River basin, eastern Siberia // *Ecohydrology*. – 2014. – Vol. 7. – Iss. 2. – pp. 188–196. DOI: 10.1002/eco.1378.
13. *Fedorov A.N., Vasilyev N.F., Torgovkin Y.I. et al.* Permafrost-landscape map of the Republic of Sakha (Yakutia) at scale 1:1,500,000 // *Geosciences*. – 2018. – Vol. 8. – Iss. 12. – 465. DOI: 10.3390/geosciences8120465.

References

1. *Bosikov N.P.* Alasnost' Tsentral'noi Yakutii [Distribution of alasses in Central Yakutia]. In: *Geokriologicheskie usloviya v gorakh i na ravninakh Azii*. Nekrasov I.A., Klimovskii I.V., eds. Yakutsk: IMZ; 1978. pp. 113–118.
2. *Bosikov N.P.* Intensivnost' razrusheniya pashen na mezhalasnykh landshaftakh [Intensity of destruction of arable lands in inter-alas landscapes]. *Geografia i prirodnye resursy*. 1989;(4):83–86.
3. *Bosikov N.P.* Ehvolyutsiya alasov Tsentral'noi Yakutii [Evolution of the alasses of Central Yakutia]. Yakutsk: IMZ; 1991. 128 p.
4. *Dubikov G.I., Aksenov V.I.* (comp.) *Geocryological glossary*. Moscow: GEOS; 2003. 140 p.
5. *Gogoleva P.A.* Klassifikatsiya i kratkaya kharakteristika travyanoi rastitel'nosti alasov Leno-Amginskogo mezhdurech'ya [Classification and a brief description of the herbaceous vegetation of the alasses of the Lena-Amga interfluve]. In: *Ehkologiya i tsenologiya lugov Tsentral'noi Yakutii*. Mirkin B.M., ed. Yakutsk: YaGU; 1978. pp. 100–127.
6. *Desyatkin R.V.* Soil formation in thermokarst depressions- alases of cryolithozone. Novosibirsk: Nauka; 2008. 324 p.
7. *Ivanov M.S.* Kriogennoe stroenie chetvertichnykh otlozhenii Leno-Aldanskoj vpadiny [Cryogenic structure of Quaternary deposits of the Lena-Aldan depression]. Novosibirsk: Nauka; 1984. 125 p.
8. *Mil'kov F.N.* Slovar'-spravochnik po fizicheskoj geografii [Dictionary-reference book on physical geography]. Moscow: Mysl'; 1970. 342 p.
9. *Solov'ev P.A.* Kriolitozona severnoi chasti Leno-Amginskogo mezhdurech'ya [Cryolithozone of the northern part of the Lena-Amga interfluve]. Moscow: AN SSSR; 1959. 141 p.
10. *Fedorov A.N.* Merzlotnye landshafty Yakutii: metodika vydeleniya i voprosy kartografirovaniya [Permafrost landscapes of Yakutia: methods of identification and mapping issues]. Yakutsk: IMZ; 1991. 140 p.
11. *Shchukin I.S.* Chetyrekh"yazychnyi ehntsiklopedicheskii slovar' terminov po fizicheskoj geografii [Quadrilingual encyclopedic dictionary terms in physical geography]. Moscow: Sovetskaya ehntsiklopediya; 1980. 703 p.
12. *Fedorov A.N., Gavriliev P.P., Konstantinov P.Y., Hiyama T., Iijima Y., Iwahana G.* Estimating the water balance of a thermokarst lake in the middle of the Lena River basin, eastern Siberia. *Ecohydrology*. 2014;7(2):188–196. DOI: 10.1002/eco.1378.
13. *Fedorov A.N., Vasilyev N.F., Torgovkin Y.I. et al.* Permafrost-landscape map of the Republic of Sakha (Yakutia) at scale 1:1,500,000. *Geosciences*. 2018;8(12):465. DOI: 10.3390/geosciences8120465.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022, одобрена после рецензирования 20.04.2023, принята к публикации 05.05.2023.
The article was submitted 16.11.2022; approved after reviewing 20.04.2023; accepted for publication 05.05.2023.

Информация об авторах

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

ORCID ID: 0000-0002-0648-0362

Торговкин Ярослав Ильич

Кандидат географических наук
Заведующий 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: torgovkin@mpi.ysn.ru

ORCID ID: 0000-0002-7146-0798

Information about authors

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 St., Yakutsk, 677010, Russia

e-mail: aashest@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-0648-0362

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 St., Yakutsk, 677010, Russia

e-mail: torgovkin@mpi.ysn.ru

ORCID ID: 0000-0002-7146-0798