

Я.И. Торговкин, А.А. Шестакова

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ КРИОГЕННЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛЕНО-АМГИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (на примере аласов Усть-Алданского улуса)

Аннотация. Аласы являются яркими представителями криогенных форм рельефа, отражающими историю изучаемой территории. Они являются основной кормовой базой для животноводства Центральной Якутии. Цель работы – выявить характер распространения аласных образований на территории Усть-Алданского улуса и сделать пространственный анализ их распространения. На изучаемой территории оцифрован 4401 алас и проведен пространственный географический анализ с применением ГИС-технологий. Результаты пространственного анализа отражены в виде карты распространения аласов и булгунняхов на территории Усть-Алданского улуса, карты распространения аласов по наслегам, карты плотности распространения аласов и булгунняхов. Дана количественная характеристика аласов. Выявлено, что больше всего коэффициент аласности у Мюрюнского наслега, который почти целиком расположен на территории самого крупного аласа Мюрю площадью 58 км². Большее количество аласов Усть-Алданского улуса ориентировано на северо-запад, они занимают 87 % от общей площади улуса. Аласы, направленные на север, занимают всего 2 % от общей площади рассматриваемой территории. При анализе распространения аласов по административным единицам (наслегам) оказалось, что более всего они сосредоточены в Мюрюнском, Оспёхском 1-м и Хоринском наслеге (74 %, 27 %, 24,6 % от общей территории соответственно). Менее всего (0,01 % и 0,75 %) аласы встречаются в Тюляхском и Чериктейском наслеге соответственно. Анализ плотности распространения аласов и булгунняхов выявил, что наиболее плотное распространение аласов наблюдается в Борогонском и Легойском наслеге. В Тюляхском наслеге аласы встречаются в единичных экземплярах. Характерно то, что чаще всего булгунняхи встречаются на всем протяжении террасы в Борогонском, Ольтехском и Батагайском наслеге.

Ключевые слова: аласы, мерзлотные ландшафты, ГИС-технологии, пространственный анализ, база данных, тип местности, ледовый комплекс, наслег, булгунняхи, Усть-Алданский улус.

YA.I. Torgovkin, A.A. Shestakova

Melnikov Permafrost Institute, SB RAS, Yakutsk, Russia

SPATIAL ANALYSIS OF CRYOGENIC FORMS OF THE RELIEF IN THE NORTHERN PART OF THE LENA-AMGA INTERFLUVE: the case of alaases in Ust-Aldansky District

Abstract. Alaases are prominent representatives of cryogenic landforms, reflecting the history of the study area. They are the main feed for livestock in Central Yakutia. The purpose of the work was to identify the distribution pattern of alaase formations in the territory of Ust-Aldansky District and to make a spatial analysis of their distribution. In the study area, 4,401 alaases were digitized and spatial geographical analysis was carried out using GIS technologies. The results of the spatial analysis were reflected in the form of the Map of the distribution of alaases and bulgunnyakhs in Ust-Aldansky District, the Map of the distribution of alaases by administrative

ТОРГОВКИН Ярослав Ильич – к.г.н., в.н.с. Института мерзлотоведения СО РАН им. П.И. Мельникова.
E-mail: jit57@mail.ru

TORGOVKIN Yaroslav Iliich – Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher of Melnikov Permafrost Institute, SB RAS.

E-mail: jit57@mail.ru

ШЕСТАКОВА Алена Алексеевна – к.г.н., н.с. Института мерзлотоведения СО РАН им. П.И. Мельникова.
E-mail: aashest@mail.ru

SHESTAKOVA Alena Alekseevna – Candidate of Geographical Sciences, Researcher of Melnikov Permafrost Institute, SB RAS.

E-mail: aashest@mail.ru

units, and the Map of the density of distribution of alaises and bulgunnyakhs. The quantitative characteristic of alaises was given. It was revealed that the greatest alais coefficient was in the Muryunsky administrative unit, which is almost entirely located on the territory of the largest alais Myuryu with an area of 58 square kilometres. Covering 87 % of the total area of its territory, most alaises in Ust-Aldansky District, are oriented to the north-west. The alaises, directed to the north, occupy only 2 % of the total area of the territory under consideration. When analyzing the distribution of alaises by administrative units, it turned out that they are concentrated in the Myuryunsky, Ospekhsy 1st and Khorinsky administrative units (74 %, 27 %, and 24.6 % of the total territory, respectively). The least (0.01 % and 0.75 %) concentration of alaises was found in Tyuliakh and Cherikot administrative units, respectively. The analysis of the distribution density of alaises and bulgunnyakhs revealed that the most dense distribution of alaises is observed in Borogonsky and Legoytsky administrative units. In Tyuliakh administrative unit, alaises are scarce. It is characteristic that most often bulgunnyakhs are found throughout the terrace in Borogonsky, Oltekhsky and Batagai administrative units.

Keywords: alaa, permafrost landscapes, GIS technologies, spatial analysis, database, type of terrain, ice complex, administrative unit, bulgunnyakh, Ust-Aldansky District.

Введение

Территория улуса расположена в Центральной Якутии и занимает 18,3 тыс. км². В административном плане территория делится на 21 наслегов, границы которых сформировались исторически. Основная часть улуса расположена в приустьевой части р. Алдан, выход к р. Лена имеется лишь в юго-западной части, на территории Соттунского наслега.

В геоморфологическом отношении улус относится к Алдано-Амгинской эрозионно-аккумулятивной равнине, где рельеф представлен серией террас – от надпойменной на юго-западе и до средневисотных аккумулятивно-эрозионных террас в центре [1]. К самой северной части улуса подходит подножье Верхоянского хребта.

Территория улуса характеризуется широким распространением аласов, характерных форм рельефа Центральной Якутии. Аласы изучались многими учеными-мерзлововедами – Н.П. Босиковым, П.А. Соловьевым, М.С. Ивановым и многими другими [1-4].

Большая часть улуса занята отложениями ледового комплекса – межлассным типом местности (53,4 % от всей территории, рис. 1, таблица 1).

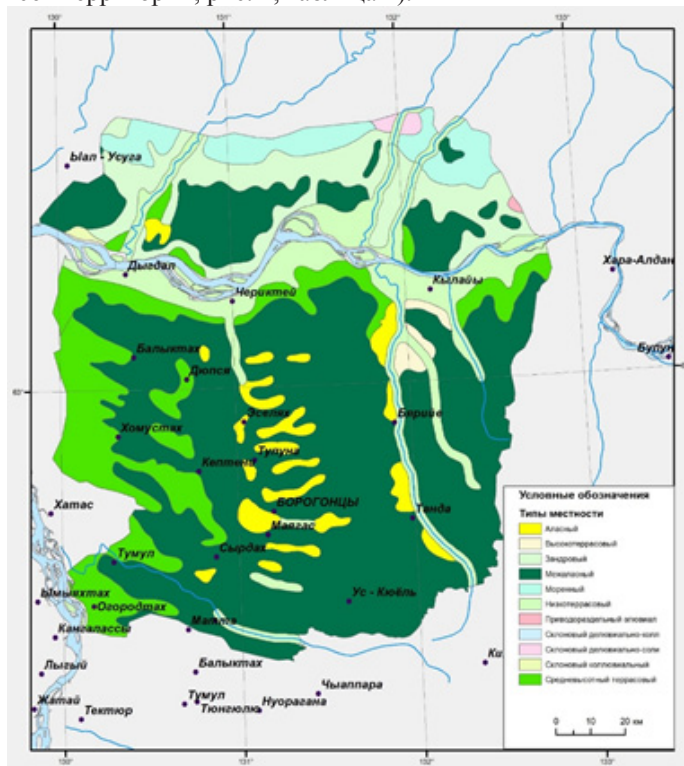


Рис. 1. Ландшафтная карта улуса [5]

Таблица 1

Пространственное распределение типов местности

Тип местности	Площадь, кв.км.	% от S
Приводораздельный элювиальный	11,3	0,1
Склоновый коллювиальный	24,2	0,1
Склоновый делювиально-солифлюкционный	22,8	0,3
Низкотеррасовый	75,5	0,4
Высотеррасовый	123,7	0,7
Гидрография	395,5	2,2
Аласный	731,5	4,0
Моренный	827,8	4,5
Зандровый	1608,6	8,8
Низкотеррасовый	2199,8	12,0
Средневысотный террасовый	2446,6	13,4
Межаласный	9758,6	53,4

Материалы и методы

В качестве картографической основы использованы векторные карты масштаба 1:1000000. Также использовалась векторная Мерзлотно-ландшафтная карта Республики Саха (Якутия) М 1:1500000 [5].

Картирование аласов проводилось с применением космоснимков Landsat и программы ArcGIS 10. Следует подчеркнуть, что на территории Центральной Якутии проводился ряд исследований термокарстовых образований с применением ГИС-технологий [6]. Оцифровка аласов проводилась также с применением программы Sas.Planet, со сверкой контуров из различных источников (рис. 2). Не картировались аласы площадью менее 1 га, или диаметром менее 100 м.

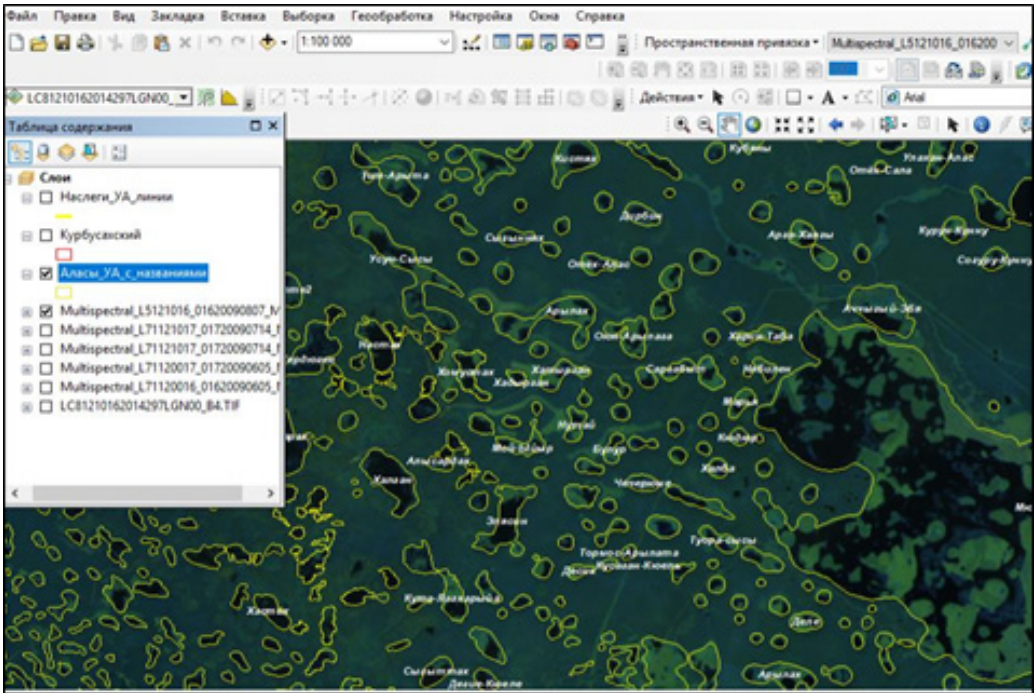


Рис. 2. Фрагмент интерфейса ArcGis с подложкой Landsat

Пространственный анализ распространения аласов проводился с применением операций геообработки Intersect, Union с использованием атрибутивных данных слоев тематических карт (рис. 3).

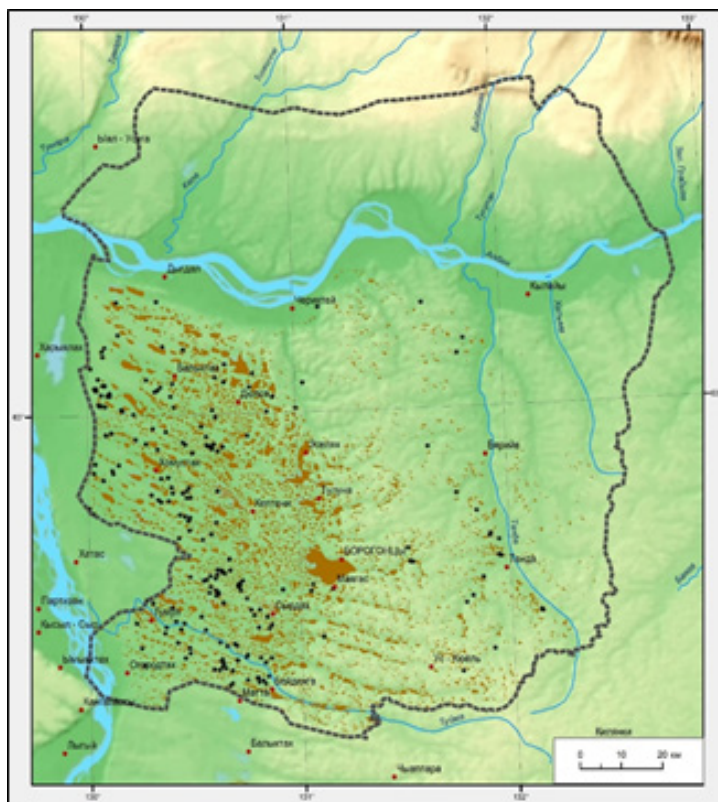


Рис. 3. Общая карта распространения аласов и булгунняхов на территории Усть-Алданского улуса

Расчет показателя плотности распространения аласов проводился в программе ArcGIS, с использованием модуля Spatial Analyst, вкладка Point Density. Плотность точек (Point Density) – вычисляет количество на единицу площади (плотность) точечных объектов, попадающих в окрестность вокруг каждой ячейки.

Структура ГИС

Графическая и атрибутивная база данных была создана на основе обработки собранного материала с использованием программы ArcGIS 10. Данные структурированы по слоям и представлены в картографическом и табличном виде. Основной блок данных состоит из базового слоя «Аласы Усть-Алданского улуса», цифровой картографической основы масштаба 1:1000000 и тематического блока.

Анализ распространения аласов

Всего выявлен и окомурен на территории улуса 4401 алас. В атрибутивную таблицу занесены 896 названий аласов, выбранных из топографических карт масштаба 1:100 000, также дана топономическая классификация к названиям (рис. 4)

К каждому аласу присвоено направление (ориентация) относительно сторон света. Кроме аласов закартированы булгунняхи – бугры пучения высотой более 3 м, общим количеством 201 шт.

Самым крупным аласом является алас Мюрю. В таблице 2 представлены 10 самых крупных аласов улуса. Анализ распространения аласов по наслегам показал, что больше всего коэффициент аласности у Мюрюнского, который почти целиком расположен на территории самого большого аласа Мюрю (рис. 5, табл. 2). Преобладающая часть наслегов улуса имеют большую аласность, чем в среднем по Центральной Якутии (Босиков, 1990).

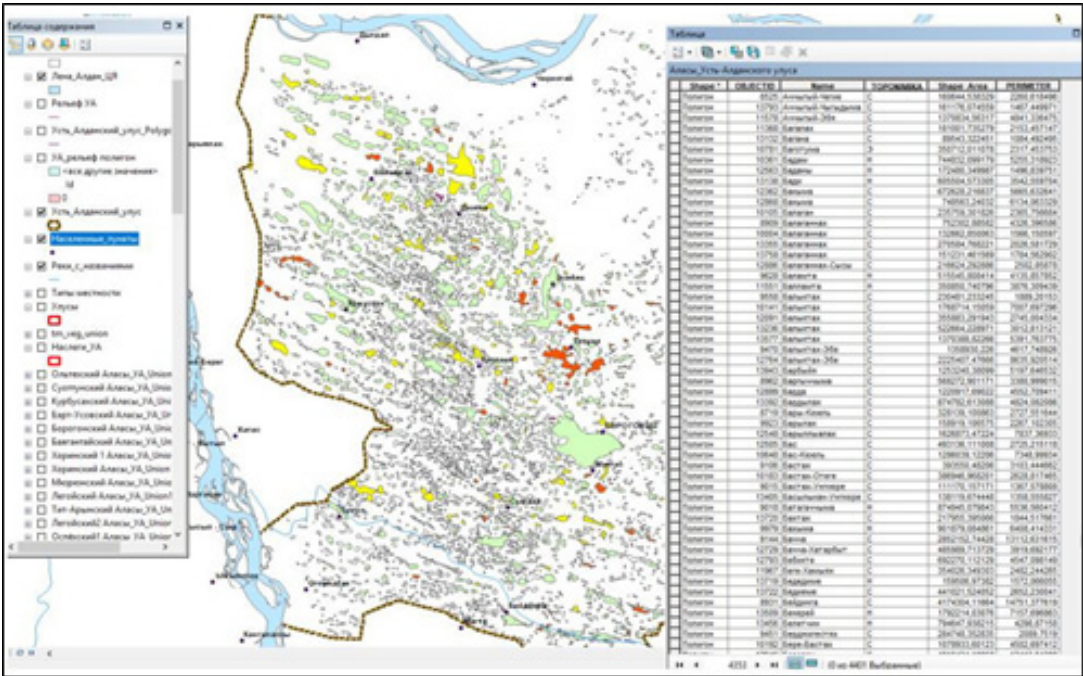


Рис. 4. Атрибутивная таблица слоя «Аласы»

Таблица 2

Крупные аласы улуса

Алас	S, кв. м.	S, кв. км.
Мнорю	58014094	58,0
Онёр	23155432	23,2
Бяди	14020000	14,0
Таргалдыма	11896969	11,9
Хомустах	10464885	10,5
Бес-Кюель	9281264	9,3
Кыс-Ханга	8106183	8,1
Булунг(Эбе)	7978948	8,0
Диере	7953569	8,0
Чыла	7373524	7,4
Дудага	6767588	6,8

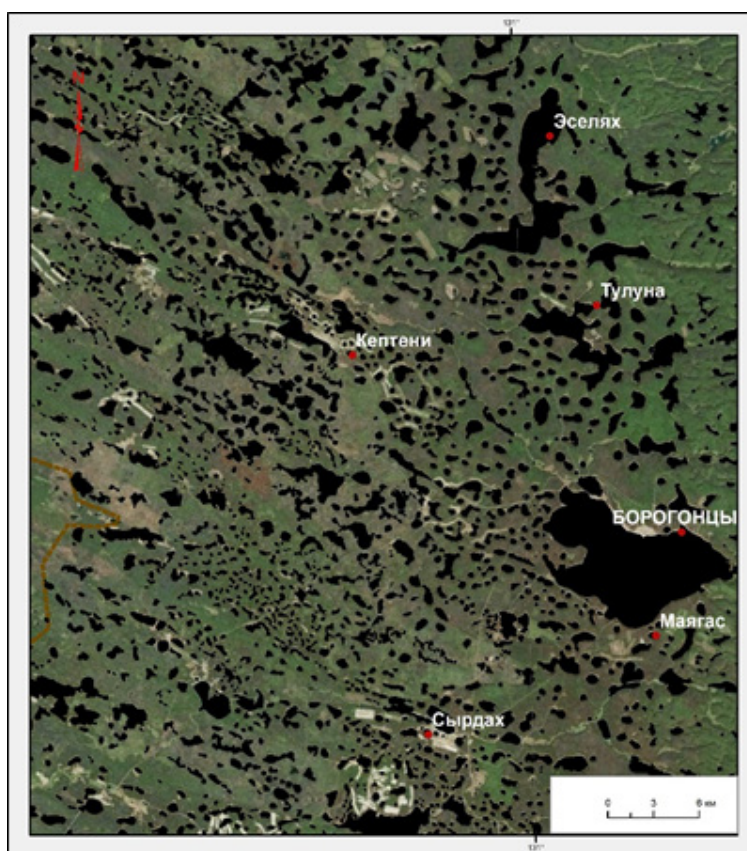


Рис. 5. Пространственно-ориентированные аласы на космоснимке

Пространственно-ориентированные аласы

Пространственная ориентированность аласов обусловлена многими причинами, основными из которых является рельеф и строение отложений. Считается, что цепочки аласов и аласоподобные долины образовались путем термокарстового разрушения перемычек первоначально замкнутых котловин. Н.П. Босиков [1] считает, что "...разрушение берегов происходит в сторону уклона местности в периоды повышения уровня воды в аласной котловине". Анализ показал, что преобладающее количество аласов ориентированы на северо-запад (рис. 5 и 6).



Рис. 6. График аласов по пространственному расположению

Распространение аласов по наследам

Как показал анализ распространения аласов по административным единицам, более всего аласов в Мюрюнском, Оспёхском 1-м и Хоринском наслегах (таблица 3). Менее всего аласов в Чериктейском и Тюляхском наслегах, расположенных по обе стороны р. Алдан (рис. 7 и 8).

Таблица 3

Распространение аласов по наследам

№	Наслеги	Аласность, %
1	Мюрюнский	74,15
2	Оспёхский 1-й	27,2
3	Хоринский	24,63
4	Дюпсунский	23,93
5	Легёйский	23,26
6	Берт-Усовский	20,78
7	Батагайский	16,92
8	Борогонский	16,23
9	Наяхинский	15,09
10	Ольтёхский	14,6
11	Хоринский 1-й*	13,55
12	II Легёйский	12,24
13	Суотгунский	10,4
14	Курбусахский	8,62
15	Онёрский	6,48
16	Баягантайский	3,97
17	Тит-Арынский	2,56
18	Бярийинский	1,14
19	Оспёхский	1,02
20	Чериктейский	0,75
21	Тюляхский	0,01

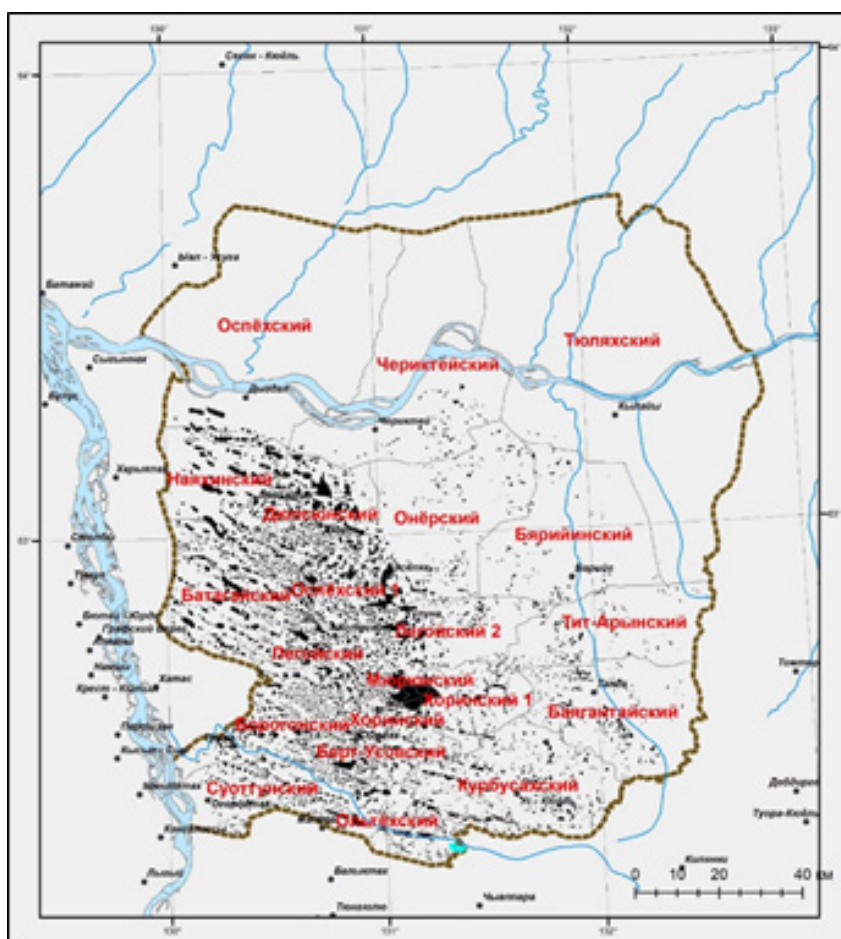


Рис. 7. Карта распространения оленев по наслегам



Рис. 8. Распространение оленев по наслегам

Анализ плотности распространения аласов и булгунняхов

Для выявления данного параметра были определены центры полигонов (аласов) с применением операции FeatureToPoint, создание точек центров аласов. Результат анализа выявил следующее: наиболее плотно аласы распространены в Борогонском и Легойском наслегах. В Тюляхском наслеге аласы встречаются в единичных экземплярах (рис. 9).

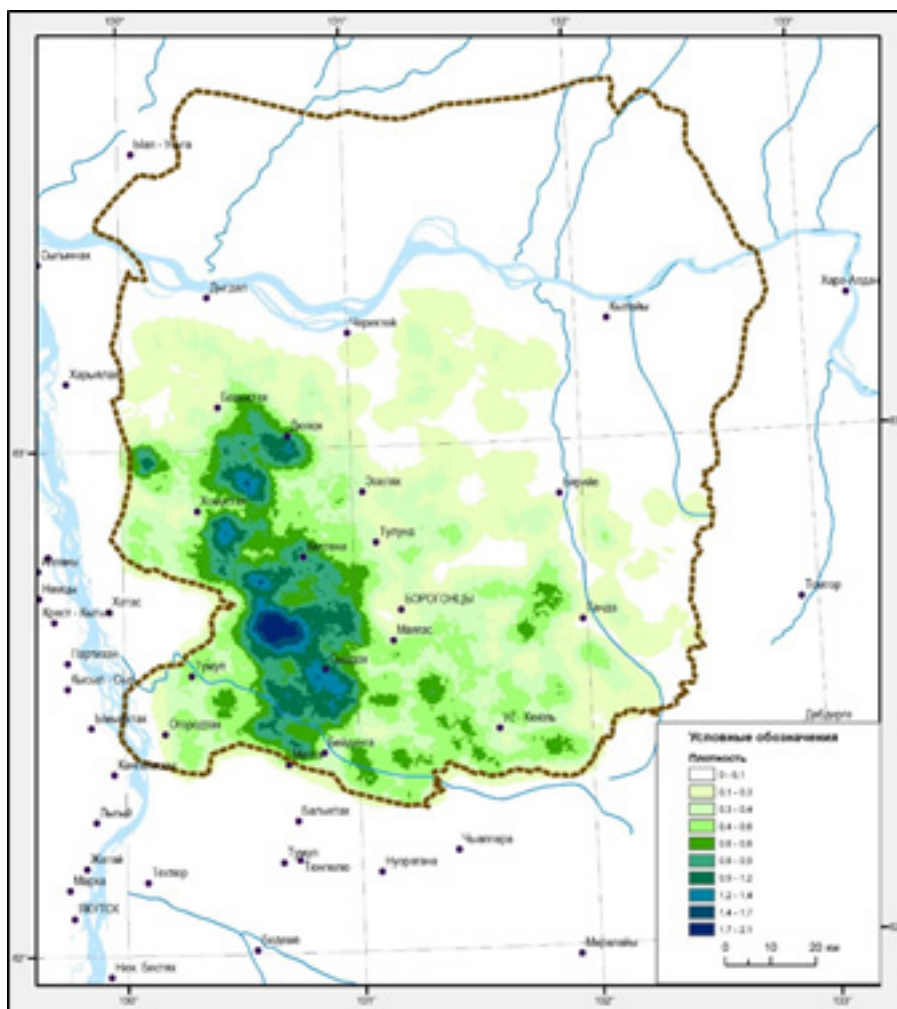


Рис. 9. Карта плотности распространения аласов

Булгунняхы Центральной Якутии по мнению М.С. Иванова [3] расположены на самых древних и наиболее крупных термокарстовых котловинах Тюн-Юлюнской террасы. Так, наиболее часто булгунняхы встречаются на всем протяжении террасы в Борогонском, Ольтехском и Багагайском наслегах (рис. 10).

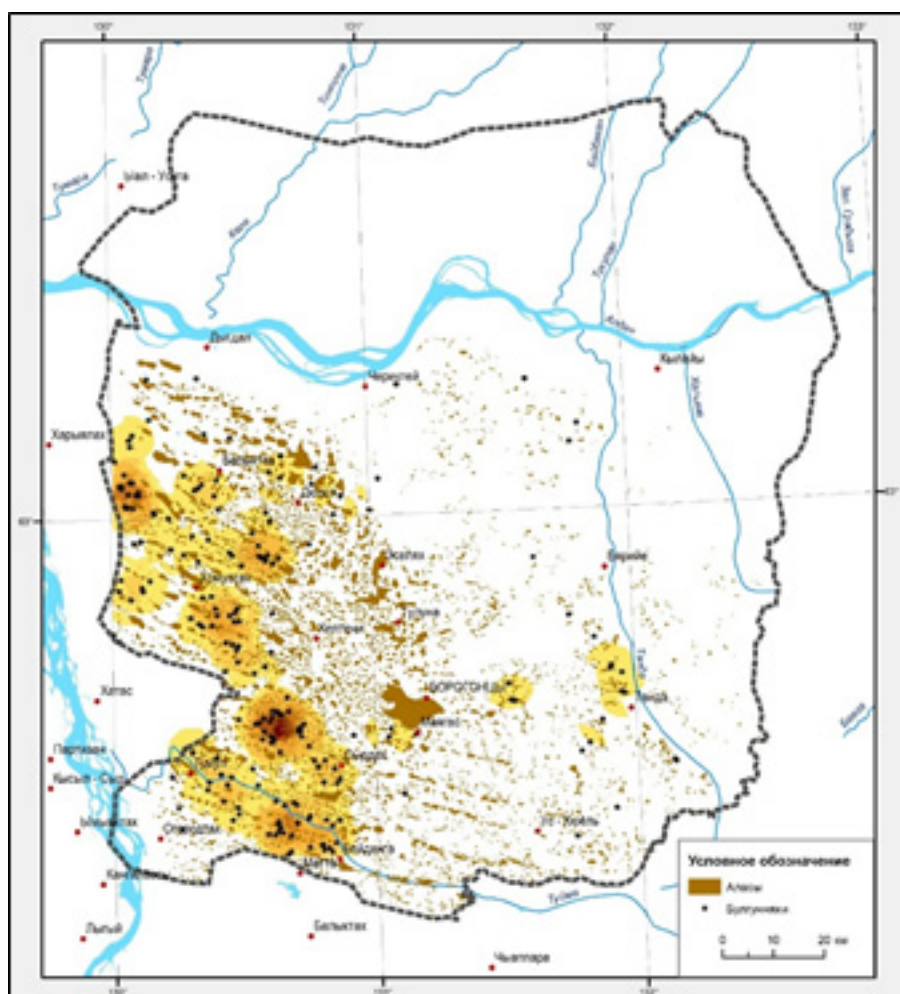


Рис. 10. Карта плотности распространения булгунняхов

Заключение

Северная часть Лено-Амгинского междуречья является ярким примером распространения таких мерзлотных форм рельефа как аласы. Вся основная хозяйственная деятельность данной территории тесно связана с аласами, так как они являются основной кормовой базой для животноводства. Применение пространственного анализа с использованием геоинформационных технологий позволило выявить характер распространения аласов на территории Усть-Алданского улуса, создать базу пространственных данных на основе программы ArcGIS.

Использование ГИС для анализа территории при принятии решений по хозяйственному использованию территорий в настоящее время используется повсеместно.

Данный ГИС-проект может стать основой для изучения и использования природных ресурсов данной территории.

Создание геоинформационной системы по аласам позволит собирать данные воедино, в цифровом виде, что весьма удобно для их последующего использования, постоянного пополнения и корректирования баз данных. Гис-проект позволит повысить качество и скорость обработки данных, вести трудоемкие процедуры пространственного анализа.

Литература

1. Босиков Н.П. Аласность Центральной Якутии // Геокриологические условия в горах и на равнинах Азии. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 1978. – С. 113–118.
2. Соловьев П.А. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 144 с.
3. Иванов М.С. Криогенное строение четвертичных отложений Лено-Алданской впадины. – Новосибирск: Наука, 1984. – 125 с.
4. Саввинов Д.Д., Миронова С.И., Босиков Н.П. [и др.]. Аласные экосистемы: структура, функционирование, динамика. – Новосибирск: Наука, 2005. – 264 с.
5. Мерзлотно-ландшафтная карта Республики Саха (Якутия). Масштаб 1: 1 500 000 / Федоров А.Н., Торговкин Я.И., Шестакова А.А., Васильев Н.Ф., Макаров В.С. и др.; гл. ред. М.Н. Железняк – Якутск: ИМЗ СО РАН, 2018. 2 л.
6. Якутин М.В. Мониторинг термокарстовых образований в Центральной Якутии с использованием методов дистанционного зондирования / М.В. Якутин, А.Н. Пучнин // Изв. вузов. Геодезия и аэрофото-съемка. – 2010. – № 1. – С. 29–34.

References

1. Bosikov N.P. Alasnost' Central'noj Jakutii // Geokriologicheskie uslovija v gorah i na ravninah Azii. – Jakutsk: Izd-vo IMZ SO RAN, 1978. – S. 113–118.
2. Solov'ev P.A. Kriolitozona severnoj chasti Leno-Amginskogo mezhdurech'ja. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 144 s.
3. Ivanov M.S. Kriogennoe stroenie chetvertichnyh otlozhenij Leno-Aldanskoj vpadiny. – Novosibirsk: Nauka, 1984. – 125 s.
4. Savvinov D.D., Mironova S.I., Bosikov N.P. [i dr.]. Alasnye jekosistemy: struktura, funkcionirovanie, dinamika. – Novosibirsk: Nauka, 2005. – 264 s.
5. Merzlotno-landshaftnaja karta Respubliki Saha (Jakutija). Masshtab 1: 1 500 000 /Fedorov A.N., Torgovkin Ja.I., Shestakova A.A., Vasil'ev N.F., Makarov V.S. i dr.; gl.red. M.N. Zheleznyak – Jakutsk: IMZ SO RAN, 2018. 2 l.
6. Jakutin M.V., Monitoring termokarstovyh obrazovanij v Central'noj Jakutii s ispol'zovaniem metodov distancionnogo zondirovanija / M.V. Jakutin, A.N. Puchnin // Izv. vuzov. Geodezija i ajerofotos'emka. – 2010. – № 1. – S. 29–34.