

ЭЛЕКТРОННАЯ СЕРИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

научного рецензируемого журнала

«ВЕСТНИК СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени М.К. АММОСОВА»

Сетевое научное периодическое издание

Издается с 2016 года

Издание выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

№ 4 (28) 2022

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ

Главный редактор

А.Н. Николаев, д. б. н.

Заместитель главного редактора, редактор серии «Науки о Земле»

Ю.Г. Данилов, к. г. н., доцент.

Выпускающий редактор

Ж.Ф. Дегтева, к. г. н.

Члены редакционной коллегии:

Г.А. Анциферова, д.г.н., З.В. Атаев, к.г.н., Л.М. Ахромеев, к.г.н., А.А. Верчеба, д.г.-м.н., А.Я. Григорьевская, д.г.н., М.Н. Железняк, д.г.-м.н., М.М. Иудин, к.т.н., И.И. Ковлеков, д.т.н., О.М. Кривошапкина, д.п.н., С.А. Куролап, д.г.н., Я.Б. Легостаева, к.б.н., В.С. Марков, к.т.н., В.Б. Михно, д.г.н., В.В. Нескоромных, д.т.н., Ю.А. Нестеров, к.г.н., З.С. Никифорова, д.г.-м.н., А.П. Пестерев, к.б.н., Л.И. Полуфунтикова, к.г.-м.н., М.Ю. Присяжный, д.г.н., Н.А. Пуляев, к.г.-м.н., А.Н. Саввинова, к.г.н., Н.В. Соловьев, д.т.н., В.Ю. Фридовский, д.г.-м.н., В.И. Часовский, д.г.н., Х.Г. Асадов, д.т.н., НИИ Аэрокосмической техники, г.Баку, Азербайджан, Ж.-Л. Балэ, проф., университет Aix Marseille (Экс Марсель), Франция, С. Ж.-П. Гадалэ, д.г.н., проф., университет Aix Marseille (Экс Марсель), Франция, Я. Колейка, д.г.н., проф., университет Мазарик, г. Брно, Чехия, В. Уэргэми, PhD, университет Aix Marseille (Экс Марсель), Франция.

Адрес учредителя и издателя: 677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58

Адрес редакции: 677000, г.Якутск, ул. Петровского, 5, каб.1

Тел./факс: (4112) 40-38-75. e-mail: vestnik_geo@mail.ru. <https://vfuzeml.elpub.ru/jour/index>

Северо-Восточный федеральный университет

<http://s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/strukturnye-podrazdeleniya/unir/vestnik-svfu/>

VESTNIK OF NORTH-EASTERN FEDERAL UNIVERSITY
«EARTH SCIENCES» SERIES

Network scientific periodical

Published since 2016

The frequency of publication is 4 times a year

The founder and publisher is Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“The M.K. Ammosov North-Eastern Federal University”

№ 4 (28) 2022

EDITORIAL BOARD OF THE SERIES

Editor-in-Chief

A.N. Nikovaev, Doctor of Biological Sciences

Deputy Editor-in-Chief, Editor of the Series:

Yu. G. Danilov, Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor

Commissioning Editor

Zh. F. Degteva, Candidate of Geographic Sciences

Members of the Editorial Board of the Series:

G.A. Antsiferova, Dr. of Geographic Sciences, *Z.V. Ataev*, Cand. of Geographic Sciences, *L.M. Akhromeev*, Cand. of Geographic Sciences, *A.A. Vercheba*, Dr. of Geological and Minerological Sciences, *A.Ya. Grigorievskaya*, Dr. of Geographic Sciences, *M.N. Zhelezniak*, Dr. of Geological and Minerological Sciences, *M.M. Iudin*, Cand. of Engineering Sciences, *I.I. Kovlekov*, Dr. of Engineering Sciences, *O.M. Krivochapkina*, Dr. of Pedagogical Sciences, *S.A. Kurolap*, Dr. of Geographic Sciences, *I.B. Legostaeva*, Cand. of Biological Sciences, *V.S. Markov*, Cand. of Engineering Sciences, *V.B. Mikhno*, Dr. of Geographic Sciences, *V.V. Neskoromnykh*, Dr. of Engineering Sciences, *Yu.A. Nesterov*, Cand. of Geographic Sciences, *Z.S. Nikiforova*, Dr. of Geological and Minerological Sciences, *A.P. Pesterev*, Cand. of Biological Sciences, *L.I. Polufuntikova*, Cand. of Geological and Minerological Sciences, *M.Yu. Prisyazhnyi*, Dr. of Geographic Sciences, *N.A. Puliaev*, Cand. of Geological and Minerological Sciences, *A.N. Savvinova*, Cand. of Geographic Sciences, *N.V. Soloviev*, Dr. of Engineering Sciences, *V.Yu. Fridovsky*, Dr. of Geological and Minerological Sciences, *VI Chasovsky*, Dr. of Geographic Sciences, *H.G. Asadov*, Dr. of Engineering Sciences, Research Institute of Aerospace Engineering, Baku, Azerbaijan, *Ballais Sebastien Jean-Louis*, Professor, University Aix Marseille, France, *Gadal Sebastien Jean-Paul*, Professor, University Aix Marseille, France, *Kolejka Jaromir*, Masaryk University, Professor, Brno, Ceska Republika, *Ouerghemmi Valid*, PhD, University Aix Marseille, France .

Founder and publisher address: the North-Eastern Federal University, 677000, Yakutsk, ul. Belinskogo, 58.

Editors Office address: the North-Eastern Federal University, 677000, Yakutsk, ul. Petrovskogo, 5, room 1

Telephone/Fax: (4112) 40-38-75. e-mail: vestnik_geo@mail.ru. <https://vfuzeml.elpub.ru/jour/index>
<http://s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/strukturnye-podrazdeleniya/unir/vestnik-svfu/>

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

<i>Акимова Е.Д.</i> Пески и их разнообразие на Земле	5
<i>Иванов А.И., Иванов М.С., Лоскутов Е.Е., Журавлев А.И., Тимофеев В.Ф.</i> Петрография и петрохимия мезозойских магматических пород северо-восточной части Эвотинского рудного района (Южная Якутия, Алданский щит)	19
<i>Куляндина А.С.</i> Макросейсмическое обследование Чульманского Землетрясения 27 февраля 2022 года	25
<i>Пуляев Н.А., Рыжкович Е.В.</i> Опыт прогнозирования рудных объектов на территории со сложным геологическим строением с применением геохимических данных и автоматизированных систем комплексной обработки информации	43
<i>Сивцев А.И., Петров Д.М., Александров А.Р.</i> Южная часть Алдано-Майского прогиба первоочередной объект нефтегазопроисловых работ	52

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

<i>Кортаев В.Н., Поморцев О.А.</i> Устьевые системы крупных рек арктического побережья России: типизация, геоморфология и история формирования	59
<i>Матчитов Ю.Я., Гадаль С.Ж.-П., Данилов Ю.Г.</i> Геомоделирование процессов эволюции термокарстового провала Батагай (Батагайка) с использованием ГИС	77
<i>Данилов Ю.Г., Дёгтева Ж.Ф., Егоров С.С., Таюрская В.В., Афанасьева Т.В.</i> Исследование ландшафтов реки Белянки Кобяйского улуса в туристско-рекреационных целях	85

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

<i>Егорова Т.П.</i> Региональная политика в сфере транспортного обслуживания городской агломерации при строительстве Ленского моста	96
<i>Ефимова А.В., Иванова С.А.</i> Географические особенности аттрактивности туристских объектов Якутии	108
<i>Лазебник О.А., Филиппова В.В., Саввинова А.Н., Федорова А.С.</i> Опыт и перспективы социально-экономического картографирования Якутии	117
<i>Хаванская Н.М.</i> Развитие картографического обеспечения туризма в Волгоградской области	128

CONTENT

GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION OF SOLID MINERALS, MINERALOGY

<i>Akimova E.D.</i> Sands and their diversity on Earth.....	5
<i>Ivanov A.I., Ivanov M.S., Loskutov E.E., Zhuravlev A.I., Timofeev V.F.</i> Petrography and petrochemistry of Mesozoic igneous rocks in the northeastern part of the Evota ore region (South Yakutia, Aldan Shield).....	19
<i>Kulyandina A.S.</i> Macroseismic survey of the Chulman earthquake of 27 February 2022	25
<i>Pulyev N.A., Ryzhkovich E.V.</i> A case of forecasting ore objects in the territory of a complex geological structure Using geochemical data and automated systems of complex information processing	43
<i>Sivtsev A.I., Petrov D.M., Aleksandrov A.R.</i> The southern part of the aldan-maya depression as a priority for oil and gas exploration	52

PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY, AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY

<i>Korotaev V.N., Pomortsev O.A.</i> Mouth systems of large rivers of the arctic coast of Russia: typification, geomorphology and history of formation.....	59
<i>Matchitov Yu. Ya., Gadai S. J.-P., Danilov Yu. G.</i> Geomodeling of evolution processes of the thermokarst Batagay crater (Batagayka) using GIS	77
<i>Danilov Yu.G., Degteva Zh.F., Egorov S.S., Tayurskaya V.V., Afanasyeva T.V.</i> Studies of the Belyanka river in Kobyaysky district for tourist and recreational purposes	85

ECONOMIC, SOCIAL, POLITICAL, AND RECREATIONAL GEOGRAPHY

<i>Egorova T.P.</i> Regional policy on transport services on an urban agglomeration during the construction of the Lena bridge	96
<i>Efimova A.V., Ivanova S.A.</i> Geographical attractiveness of tourist sites in Yakutia.....	108
<i>Lazebnik O.A., Filippova V.V., Savvinova A.N., Fedorova A.S.</i> Practices and perspectives of socioeconomic mapping in Yakutia	117
<i>Khavanskaya N.M.</i> Development of cartographic support for tourism in the Volgograd region.....	128

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 553.623

DOI 10.25587/SVFU.2022.28.4.001

Е.Д. Акимова

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
Геологоразведочный факультет, г. Якутск, Россия
E-mail: ewdo.akimova@mail.ru

ПЕСКИ И ИХ РАЗНООБРАЗИЕ НА ЗЕМЛЕ

Аннотация. В статье приведены данные о минеральном составе, цветовой гамме и форме обломочных зерен коллекции песков, собранных в разных уголках Земли, которые позволили сделать выводы об образовании, транспортировке и накоплении песков в разных климатических и тектонических условиях. Изученные образцы представляют песчаные аллювиальные отложения берегов Атлантического, Тихого, Индийских океанов, рек и ручьев бассейна р. Лена, внутренних морей и озер России, а также эоловых отложений пустыни Сахара и песчаных дюн – тукуланов.

Целью проведенного исследования является уточнение состава разных по генезису песков и проведение сравнительного анализа для уточнения условия их формирования. Проанализированный материал показывает широкую вариацию цветовой гаммы песков, связь с минеральным составом первичных пород и условиями транспортировки. В результате исследований впервые установлены аллювиальные, морские мономиктовые, граувакковые (базальтовые, известковые), полимиктово-граувакковые, известковистые пески, элювиально-аллювиальные глинистые пески с большим количеством растительного остатка. По формам и степени износа обломочных зерен минералов пески разделены на осадки ближнего и дальнего переноса. Дальность переноса обломочных зерен минералов и пород подтверждается и сохранением их при диагенетическом преобразовании песков. В песчаниках не наблюдаются обломки неустойчивых силикатов, установлены малое количество обломков пород (карбонатов, базальтов, метаморфических пород).

В условиях платформы в отличие от аллювиальных песков рек, морей, океанов в горных песках преобладает химическое выветривание над механическим что, отражено в красном цвете песка и присутствии в составе песка глинистого вещества и гидрооксидов железа.

Ключевые слова: пески, кварц, полевые шпаты, детрит, мусковит, амethyst, магнетит, граувакки, окантанные, полимиктовые.

E.D. Akimova

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia
E-mail: ewdo.akimova@mail.ru

SANDS AND THEIR DIVERSITY ON EARTH

Abstract. The article presents data about the mineral composition, color scale and shape of detrital grains of the sand collection assembled in different parts of the Earth. This study led to conclusions about the formation, transportation and accumulation of sands in different climatic and tectonic conditions. The studied samples represented sandy alluvial deposits of the shores of the Atlantic, Pacific, Indian oceans, rivers and streams of the Lena River basin, inland seas and lakes of Russia, as well as eolian deposits of the Sahara desert and *tukulans* sand dunes.

The purpose of the study was to clarify the composition of sands of different genesis and conduct a comparative analysis to reveal the conditions for their formation. The analyzed material showed a wide variation in the color range of sands, a relationship with the mineral composition of primary rocks and transportation conditions. As a result of

the research, alluvial, marine monomictic, graywacke (basalt, calcareous), polymictic-greywacke, calcareous sands, eluvial-alluvial clayey sands with a large amount of plant residue were established for the first time.

According to the shape and degree of wear of detrital grains, the minerals and sands were divided into sediments of near and far transport. The range of transfer of clastic grains of minerals and rocks was confirmed by their preservation during the diagenetic transformation of sands. In sandstones, fragments of unstable silicates were not observed; a small amount of rock fragments (carbonates, basalts, metamorphic rocks) was established.

Under platform conditions, in contrast to the alluvial sands of rivers, seas, oceans, chemical weathering prevailed over mechanical weathering in mountain sands, which is reflected in the red color of the sand and the presence of clay and iron hydroxides in the composition of the sand.

Keywords: sands, quartz, feldspars, detritus, muscovite, amethyst, magnetite, greywacke, rounded, polymictic.

Введение

Пески являются самой распространенной рыхлой осадочной породой, образовавшейся в результате физического и химического выветривания различных по генезису пород в условиях гипергенеза. Существует ряд классификаций песков, в зависимости от главных критериев группировки. По содержанию обломочных минералов пески делятся на кварцевые (кварц 95-100 %), олигомиктовые (кварц ≥ 50 %, полевые шпаты ≤ 25 %, обломки пород ≤ 25 %), полимиктовые: аркозовые (кварц ≥ 50 %, полевого шпата ≥ 25 %, обломков пород ≤ 25 %) и граувакковые (кварц ≥ 50 %, полевые шпаты ≤ 25 %, обломков пород ≥ 25 %). По размерности обломочных зерен выделяют: грубообломочные (1-2 мм), крупнозернистые (0,5-1,0 мм), среднезернистые (0,25-0,5 мм), мелкозернистые (0,1 – 0,25 мм) и тонкозернистые (0,05 – 0,1 мм) пески. Генетическая классификация устанавливает связь образования песков с процессами, протекающими в зоне выветривания земной коры (Таблица 1).

Таблица 1 – Генетическая классификация песков по П.И. Фадееву. 1951 г.

Процессы				Генетический тип песков	Разновидности песков
Экзогенные	Выветривание			Элювиальные	-
	Денудация	Деятельность воды	дождевой и талой	Делювиальные Проллювиальные	-
			речной	Аллювиальные	Русловые Дельтовые Пойменные
			ледниковой	Водно-ледниковые	Флювиогляциальные Озово-камовые
			озерной морской	Озерные Морские	Прибрежные и глубинные
		Деятельность льда		Ледниковые (моренные)	-
		Деятельность ветра		Эоловые	Дюнные Барханные и Бугристокучевые
	Эндогенные	Вулканические			Вулканические

Материалы и методы исследования

Минеральный состав песков изучен оптическим методом под бинокулярным микроскопом, частично иммерсионным методом. Все данные о месте отбора и минеральном составе коллекции песков размещены в таблицах 2 и 3.

Результаты исследований и обсуждения

В ходе исследования коллекции песков уточнен минеральный состав, устойчивость минералов при экзогенных процессах (при переносе водным потоком, ветром, льдом в различных климатических условиях).

Таблица 2 – Место отбора изученных образцов песков

№ п/п	№ образца	Место отбора
Атлантический океан		
1	АО-1	Западная Африка. Республика Сенегал.
2	АО-2	Северная Европа. о. Исландия.
3	АО-3	Балтийское море. РФ. Калининград. Куршская коса.
4	АО-4	Балтийское море. РФ. Калининград
5	АО-5	Карибское море. о. Кайо-Кока. Республика Куба.
6	АО-6	Средиземное море. Африка. Пустыня Сахара.
7	АО-7	Средиземное море. Испания.
Тихий океан		
8	ТО-1	Северная Америка. США, Штат Аризона
9	ТО-2	Штат Калифорния. США.
10	ТО-3	Японское море. РФ. Русский остров.
11	ТО-4	Камчатка. РФ. г Петропавловск – Камчатский.
Индийский океан		
12	ИО-1	Аравийское море. Оманский залив.
Внутренние моря и озера РФ		
13	ВМ-1	Черное море. г. Евпатория.
14	ВМ-2	Черное море. Республика Абхазия. г. Гагра
15	ВМ-3	Озеро Байкал.
Долина р. Лена. РС (Я)		
16	ДЛ-1	Кангаласский мыс. Табагинская свита (N_2^{2tb})
17	ДЛ-2	Кангаласский мыс. Тандинская свита (P_3^{1tn})
18	ДЛ-3	Пески наледи Булуус .
19	ДЛ-4	Ручей Дириг урэх
20	ДЛ-5	р. Кэнкэмэ
21	ДЛ-6	р. Мэнда.
22	ДЛ-7	р. Лена. Намывной грунт 203 м.к.р.н.
23	ДЛ-8	Ручей Линде, приток р. Лена. Тукуланы.

Минеральный состав

Устойчивость обломочных зерен к выветриванию и разрушению обусловлена, прежде всего, химическим составом и физическими свойствами минералов: твердостью, спайностью, растворимостью. В результате переноса обломочных зерен водным потоком различной скорости течения наблюдается различная степень окатанности. В речных песках большей частью наблюдается угловато-окатанные, реже угловатые и хорошо-окатанные обломочные зерна. Самыми устойчивыми минералами являются кварц и полевые шпаты. У кварца не совершенная спайность, твердость 7 по шкале Мооса, что обеспечила его сохранность и преобладание в песках (более 50 %). Полевые шпаты имеют совершенную спайность, твердость 6, что способствовало к частичному разрушению минерала. Рассмотрим диагностические признаки обломочных зерен минералов под бинокулярным микроскопом:

Кварц – отличается прозрачностью и нередко в результате переноса водными потоками и волочения по дну водоемов имеет ямки-вмятины, трещины, заполненные глинистым веществом, гидроокислами железа (лимонит). Иногда кварц в условиях платформы в силу преобладания химического выветривания имеет железистую рубашку и приобретает красноватый оттенок. Обломочные зерна кварца (морские, океанические) хорошо окатанные, реже угловато-окатанные.

Полевые шпаты – желтоватые, мутноватые, за счет физического выветривания имеют глинистую пленку и не редко ступенчатый облик поверхности. Микроскопическим методом трудно диагностируются, а в иммерсионных препоратах определены по показателю преломления $N \leq 1,54$.

Магнетит – диагностическими признаками являются сильные магнитные свойства и черный цвет. В изученных образцах выделяется хорошей окатанностью обломочных зерен и металлическим блеском (рис. 1)

Органогенные детриты и раковины под бинокулярным микроскопом выделяются белым, желтым, красновато-коричневым цветом и реакцией на HCL. Для них характерна округлая форма раковин, пластинчатая форма их обломков и замещение арагонитом. Реже встречаются раковины, сохранившие первоначальную форму с перламутровым блеском (рис. 2). Растительный детрит в горных бурых, лигнитизированных песках выделяется удлиненной формой обрывков растительного остатка (рис. 3).



Рис. 1. Минеральный состав песков кварц (аметист-фиолетовый)-магнетитового состава. Образец АО-3

Fig.1. Mineral composition of quartz (amethyst-purple)-magnetite sands. Sample AO-3



Рис. 2 Органогенный детрит и целые раковины грауваккого известкового песка. Образец ВМ – 1

Fig. 2 Organogenic detritus and whole shells of graywacke lime sand. Sample BM – 1

А



Б

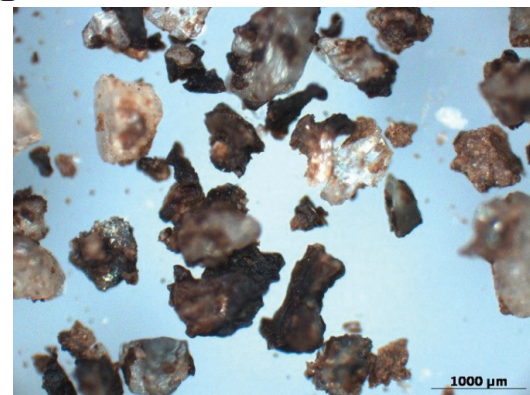


Рис. 3. Горные бурые пески:

А – Выходы пластов бурых песков в разрезе осадочных пород Кангаласского мыса; Б – минеральный состав: кварц – бесцветный, растительный детрит – бурый. Образец ДЛ- 2

Figure 3. Mountain brown sands:

А – Outcrops of layers of brown sands in the Kangalassky cape sedimentary section; Б – Mineral composition: quartz – colorless, plant detritus – brown. Sample DL-2

Слюды представлены мусковитом, биотитом, хлоритом, различаются тонкопластинчатой формой, перламутровым блеском и цветом.

Обломки горных пород диагностируются по срастанию нескольких минералов, которые различаются и цветовой гаммой (рис. 4) и сохранившийся пористой текстурой, как в базальтах (рис. 4, Б, Г.). Обломки органогенных карбонатных пород выделяются цельными раковинами с сохранившейся хорошей формой или их детрита, реагирующих на действие HCL (рис. 11).

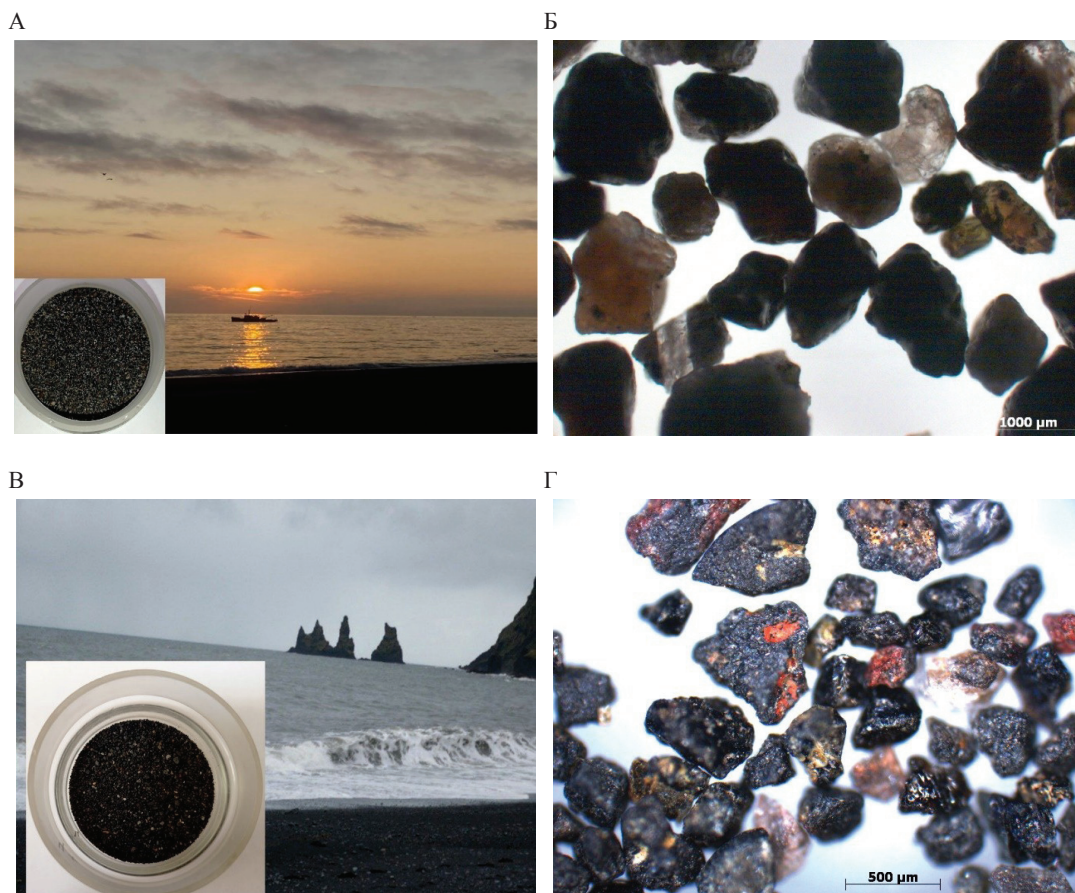


Рис. 4. Черные граувакковые пески:

А – полимиктовые пески. П-ос Камчатка; Б – угловато-окатанные обломки кварц–гранат–магнетитовых пород. Образец ТО-4; В – мономиктовые, базальтовые пески. О. Исландия; Г – минеральный состав: черные угловатые, угловато-окатанные обломки базальтов с характерной пористой текстурой. Образец АО-2

Fig. 4. Black graywacke sands:

А – polymictic sands. P-os-Kamchatka; В- angular-cut chips of quartz-garnet-magnetite rocks. Sample TO-4; С – monomictic, basaltic sands. O. Iceland; D – mineral composition: black angular, angular-octate fragments of basalts with a characteristic porous texture. Sample AO-2

Таблица 3 – Характеристика коллекции песков

	№ обр.	Гене- тический тип	Название породы	Структура	Минеральный состав	Цвет
1	АО – 1	Аллювиаль- ный, океанский	Полимиктовый (граувакковый) – известковистый	Разно- зернистый	Кварц Полевые шпаты, Органогенный детрит 35-40 % Магнетит ед	Оранжево- желтовато- серый
2	АО – 2	Аллювиаль- ный, океанский	Граувакковый, базальтовый	Разно- зернистый	Базальт, кварц ед.з	Черный
3	АО – 3	Аллювиаль- ный, океанский	Олигомиктовый, кварц- магнети- товый	Разно- зернистый	Кварц (аметист) магнетит (50 %)	Фиолетовый
4	АО – 4	Аллювиаль- ный, морской	Олигомиктовый	Разно- зернистый	Кварц Полевые шпаты Органоген. детрит – 3-5 % Магнетит ед.з Янтарь	Светло-серый
5	АО – 5	Аллювиаль- ный, морской	Граувакковый известковый	Разно- зернистый	Органогенный детрит раковины	Белый
6	АО – 6	Эоловый	Кварцевый	Мелко- тонко- зернистый	Кварц Органогенный детрит. ед.з Магнетит ед.з	Палевый
7	АО – 7	Аллювиаль- ный, морской	Полимиктовый, (граувакковый) известковистый	Разно- зернистый	Органогенный детрит 50 % Кварц Полевые шпаты Магнетит ед.з	Красновато- серый
8	ТО- 1	Элювиально- аллювиаль- ный	Ожелезненный, известковистый глинистый песок	Разно- зернистый	Глина-13,3 %, Г/о железа Кальцит Кварц -86 %	Красный
9	ТО – 2	Аллювиаль- ный, океанский	Олигомиктовый, известковистый	Мелко- зернистый	Кварц Полевые шпаты Обломки пород ед. Магнетит ед.з Органогенный де- трит 10-15 %	Светло- серый
10	ТО – 3	Аллювиаль- ный, морской	Полимиктовый (граувакковый) известковистый	Грубо- зернистый с крупным детритом (2-3 см)	Кварц Полевые шпаты органогенный де- трит (25-30 % Магнетит ед.з	Светло-серый
11	ТО – 4	Аллювиаль- ный, морской	Полимиктовый (граувакковый)	Разно- зернистый	Кварц, Полевые шпаты ед.з Обломки магнетит-кварц – гранатовых пород -50 %	Черный

	№ обр.	Гене- тический тип	Название по- роды	Структура	Минеральный состав	Цвет
12	ИО – 1	Аллювиаль- ный, океанский	Полимиктовый (граувакковый) известковый	Мелко- тонко- зернистый	Кварц трещиноватый с гидроокислами железа органогенный детрит до 30 % Магнетит	Красный
13	ВМ – 1	Аллювиаль- ный, морской	Граувакковый известковый	Разно- зернистый	Органогенный детрит Кварц ед.з Магнетит ед.з	Красновато- серый
14	ВМ – 2	Аллювиаль- ный, морской	Полимиктовый (граувакковый)	Граве- литистый	Обломки пород Кварц ед.з Органогенный детрит 3-5 % Магнетит ед.з	Темно-серый
15	ВМ – 3	Аллювиаль- ный, озерный	Полимиктовый (граувакковый)	Граве- литистый	Кварц Полевые шпаты Обломки метаморфиче- ских пород	Желтовато- серый
16	ДЛ – 1	Элювиально- аллювиаль- ный, горный	Полимиктовый, глинистый	Граве- литистый	Кварц Полевые шпаты Глинистые минералы. Галька, гравий	Буровато- красный
17	ДЛ – 2	Элювиаль- ный, аллювиаль- ный, горный	Полимиктовый, граувакковый	Граве- литистый	Кварц Гравий 15-20 % Растительный де- трит 50-55 %	Бурый
18	ДЛ – 3	Водно- ледниковый	Олигомиктовый	Мелко- зернистый	Кварц Полевые шпаты Магнетит ед.з	Желтовато- серый
19	ДЛ – 4	Элювиально- аллювиаль- ный, речной	Ожелезненный глинистый	Разно- зернистый	Кварц (95-98 %) Глинистые минералы-1,7 % Г/о железа	Красный
20	ДЛ – 5	Аллювиаль- ный, речной	Олигомиктовый	Мелко- зернистый	Кварц Полевые шпаты Обломки пород ед.з Магнетит ед.з	Светло-серый
21	ДЛ – 6	Аллювиаль- ный, речной	Полимиктовый	Разно- зернистый	Кварц Полевые шпаты Гранаты Амфиболы Пироксены Обломки пород ед.з Магнетит ед.з	Светло-серый
22	ДЛ – 7	Аллювиаль- ный, речной	Олигомиктовый	Разно- зернистый	Кварц Полевые шпаты Магнетит Хлорит ед.з	Светло серый
23	ДЛ – 8	Эоловый	Олигомиктовый	Средне- мелко- зернистый	Кварц Полевые шпаты Магнетит ед.з	Светло-серый

Климатические условия образования песков

На платформах, в условиях гумидного климата в элювиально-аллювиальных песках (Аризона, США, руч. Диринг Юрэх, Якутия) преобладало химическое выветривание над механическим, что отразилось в цветовой гамме песка. Красный цвет обусловлен минеральным составом: глинистое вещество, гидроокислы железа. Обломочный компонент – кварц (рис. 5).

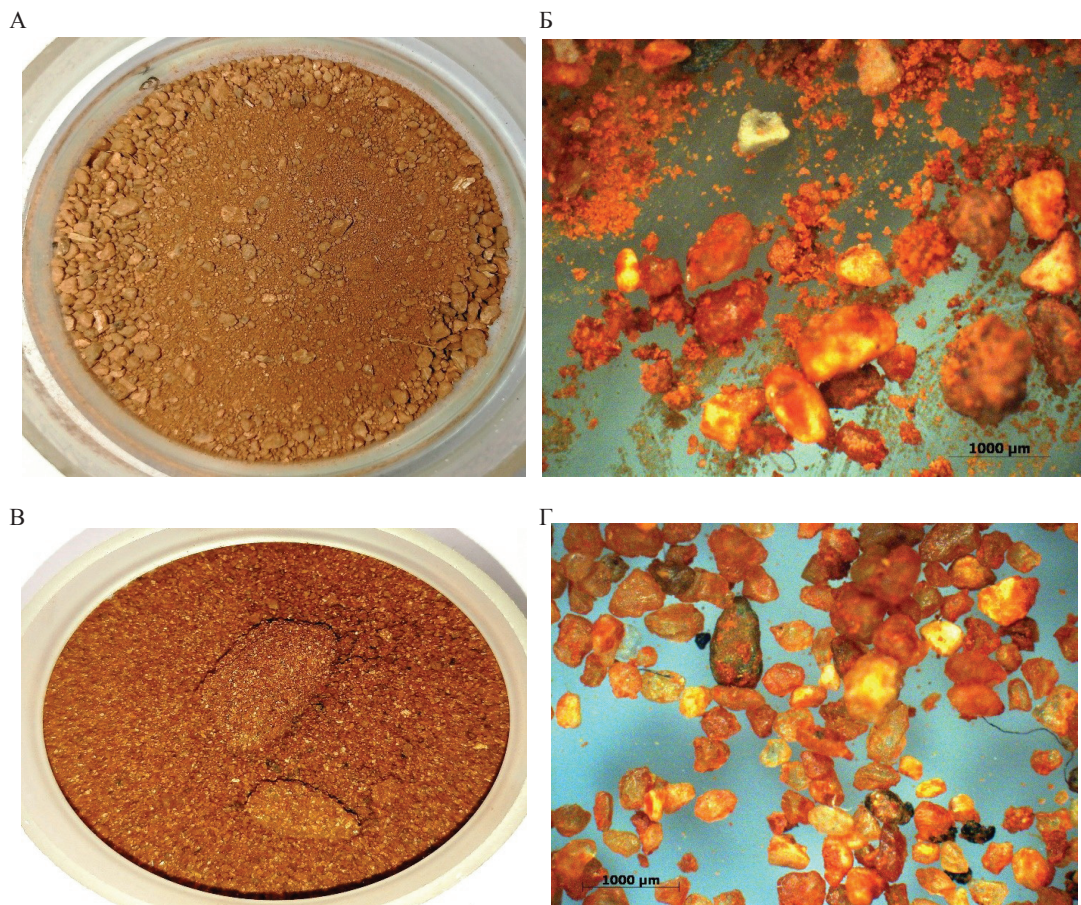


Рис. 5. Красный, глинистый, ожежененный, песок:

А – разнотернистый. Шт. Аризона; Б – минеральный состав: кварц, глинистые вещества, г/о железа, магнетит – ед.з. Образец ТО – 1; В – крупно-среднетернистый песок. Диринг урэх; Г – минеральный состав: кварц, глинистые вещества, гидроокислы железа, магнетит. Образец ДЛ – 4

Fig. 5. Red, clayey, ferruginous sand:

А – multigrained. Arizona State; Б – mineral composition: quartz, clayey substances, g/o iron, magnetite. Sample TO – 1; В – coarse-medium-grained sand. Dearing ureh; Г – mineral composition: quartz, clayey substances, iron hydroxides, magnetite. Sample DL – 4

Надо отметить, что ярко красные ожежененные, “связанные” [2,3] глинистые (содержание глины – 10 %) пески штата Аризона. США и ручья Диринг урэх (содержание глины – 6 %), идентичны по минеральному составу и цвету, что свидетельствует о жарком климате, который был когда-то на территории Якутии. Присутствие глинистого вещества ощущается при растирании зерен между пальцами. Жаркий гумидный климат в Якутии подтверждается и находками костей мамонтов и цельной туши мамонта в мерзлых породах на территории Якутии.

Особо выделяются золовые, кварцевые, пылевидные пески Сахары, образованные в условиях аридного, сухого климата под воздействием сил ветра. Кварц представлен как округлыми

прозрачными [1], так и более крупными, тонко уплощенными, обтесанные ветром зернами. Палевый (оранжевый) цвет песков обусловлен примазкой ожелезненного глинистого вещества (рис. 6). Как известно в пустыне Сахара, температура воздуха достигает $+48^{\circ}\text{C}$ и выше, что способствует сохранению ассоциации минералов: кварц, глина, гидроокислы железа.

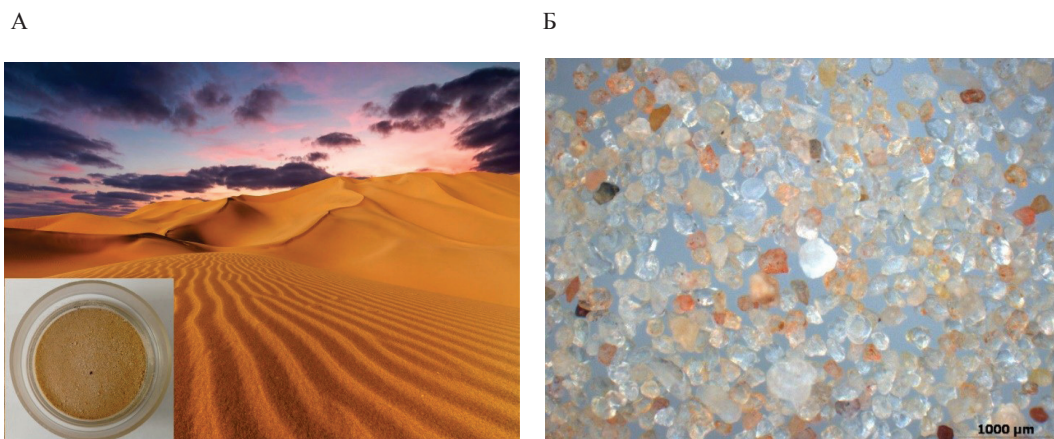


Рис. 6. Палевый, пылевидный, кварцевый эоловый песок. Пустыня Сахара (А); Минеральный состав: кварц- бесцветный, красноватый, ожелезненный, магнетит. Образец АО -6

Fig. 6. Pale, dusty, quartz aeolian sand. Sahara Desert (A); Mineral composition: colorless quartz, reddish, ferruginous, magnetite. Sample AO -6

Эоловые светло-серые, олигомиктовые пески дюн – тукуланов (ручей Линда, приток р. Лена) отличаются прозрачностью зерен бесцветного, красноватого кварца и присутствием желтоватых зерен полевого шпата – 5.5- 15.6 %, единичных зерен магнетита (рис. 7).

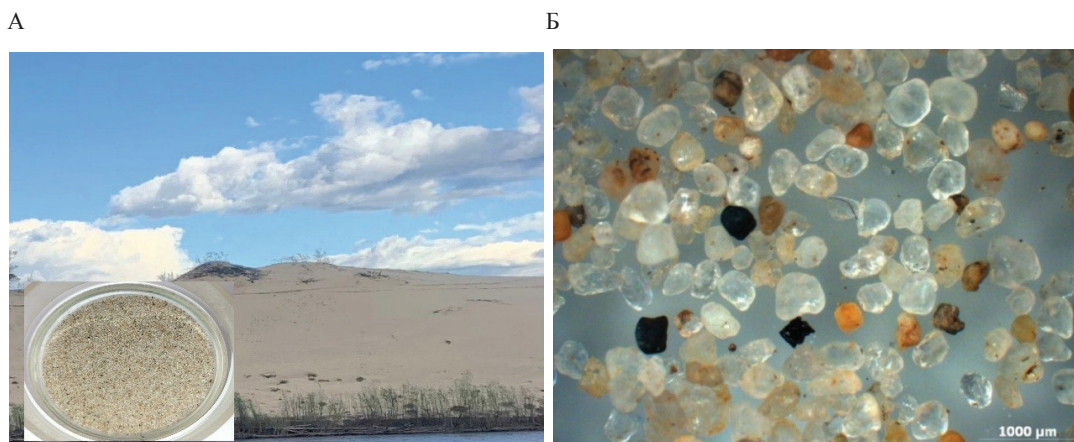
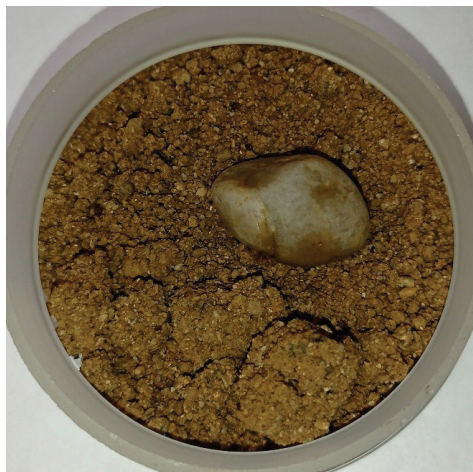


Рис. 7. Желтовато-серый, олигомиктовый песок. Тукуланы руч.Линде (приток р.Лена) (А); минеральный состав: кварц-бесцветный, красноватый ожелезненный, полевые шпаты и черный магнетит. Образец ДЛ – 8

Fig. 7. Yellowish gray, oligomictic sand. Tukulans from the Linde Brook (tributary of the Lena River) (A); mineral composition: colorless quartz, reddish iron, feldspars, and black magnetite. Sample DL – 8

В горных, элювиально–аллювиальных песках характерно преобладание химического выветривания над физическим, что отразилось в красновато-буром цвете и в минеральном составе: кварц, гравий и галька кварцитов, гидроокислы железа, глинистое вещество (рис. 8).

А



Б

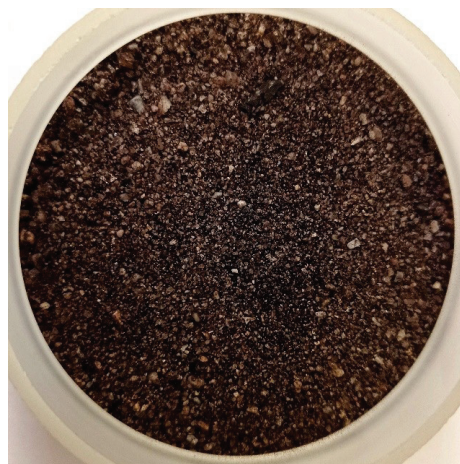


Рис 8. Горные пески. Кангаласский мыс:

А – красновато- желтые пески глинистые с гравием и галькой. Образец ДЛ – 2;

Б – бурые лигнитизированные пески растительными остатками. Образец ДЛ – 1

Figure 8. Mountain sands. Kangalas cape:

A – reddish-yellow clayey sands with gravel and pebbles. Sample DL-2;

B – brown lignified sands with plant remains. Sample DL-1

В результате длительных процессов гипергенеза и седиментогенеза в зависимости от состава разрушенных горных пород наблюдается большое разнообразие песков по минеральному составу и цветовой гамме. В формировании минерального состава песков прежде всего, играют большую роль минеральный состав горных пород питающей провинции, тектонический режим и климат среды, где происходит разрушение различных пород. Относительная роль этих факторов в разных местах различна. В орогенных областях, где происходит быстрая смена тектонического режима влияние климата незначительна. А в областях медленного воздымания и опускания в условиях платформы роль климата велика. Все вышесказанное позволяет разделить проанализированные образцы на пески ближнего и дальнего переноса.

Пески ближнего переноса, расположенные в непосредственной близости от источника сноса. Они состоят из обломков разрушенных пород, псаммитового размера и они могут быть различными по составу. В этом случае, горные породы, разрушенные в результате механического, физического выветривания размером песка не прошли дезинтеграцию и сохранили полностью минеральный состав. Окатанность обломочных зерен плохая, иногда и хорошая (магнетит, Калининград. Куршская коса), в зависимости от физических свойств перенесенного материала. Сортировка материала по размерности обломочных зерен плохая. В песках ближнего переноса можно выделить различные цветовые гаммы песков, обусловленные минеральным составом обломков (рис. 9): черные, мономиктовые, граувакковые, базальтовые, белые – органично-детритусовые, известковые, красновато-серые, палевые – кварцевые, фиолетовые – кварц-магнетитовые.



Рис. 9. Пески ближнего переноса

1 – черный граувакковый, базальтовый. (АО – 2. Исландия); 2 – белый, граувакковый, известковый. (АО – 5. о. Кайо-Коко. Республика Куба); 3 – красный, ожелезненный, глинистый. (ТО – 1 Штат Аризона); 4 – желтовато-серый, олигомиктовый. (ВМ – 3. Озеро Байкал); 5 – красный, ожелезненный, глинистый (ДЛ – 4. Диринг урэх); 6 – палевый, эоловый (АО – 6. Пустыня Сахара); 7 – фиолетовый олигомиктовый, кварц-магнетитовый (АО – 3. г. Калининград. Куршская коса)

Fig. 9. Nearctic transport sands.

1 – black graywacke, basalt. (AO-2. Iceland); 2 – white, graywacke, calcareous. (AO-5. Cayo-Coco Island, Republic of Cuba); 3 – red, ferruginous, clayey. (TO – 1 Arizona State); 4 – yellowish gray, oligomictic. (VM – 3. Lake Baikal); 5 – red, ferruginous, clayey (DL – 4. Diring Urekh); 6 – paler, aeolian (AO – 6. Sahara Desert.); 7 – purple oligomictic, quartz-magnetite (AO – 3. Kaliningrad. Kurshskaya Spit.)

А



Б



Рис. 10. Белые, мономиктовые (граувакковые), известковые, органогенно-детритовые пески (А);

Минеральный состав: белый органогенный детрит и целые раковины (Б)

Fig. 10. White, monomictic (graywacke), calcareous, organogenic-detrital sands (A); Mineral composition: white organogenic detritus and whole shells (B)

Часто в аллювиальных песках ближнего переноса шлиховым методом опробования в легкой фракции выделяют кварц, полевые шпаты, карбонат, слюды и другие минералы, а в тяжелой фракции установлены единичные зерна, знаковые и весовые содержания рудных минералов

(золота, платины, киновари, сфалерита, галенита и т.д.) и минералов – спутников алмаза- пироба, пикроильменита, сохранность и слабая изношенность этих минералов указывают на близость рудной залежи [4]. А также интересны олигомиктовые пески, содержащие нерудные полезные ископаемые, например, янтарь (рис. 11).



Рис. 11. Светло-серый, олигомиктовый песок с обломками желтого и коричневого янтаря (А0 – 4. Калининград)

Fig. 11. Light gray, oligomictic sand with fragments of yellow and brown amber (A0-4. Kaliningrad)

В аллювиальных песках океанов и морей ближнего переноса характерны полимиктовые, граувакковые разности с содержанием обломков раковин от 20 до 50 %, мономиктовые граувакковые- до 100 % (Рис 12 б), замещенных арагонитом (ОАР. Фуджейра и др.) разного размера. Обломки неокатанных раковин иногда очень крупные до 1-2 см.

Пески дальнего переноса, расположенные далеко от источника сноса могут быть мономиктовыми, олигомиктовыми, полимиктовыми, в зависимости от сортировки обломочного материала по пути следования, по размерности и в своем составе имеют устойчивые при выветривании минералы (кварц, полевые шпаты, слюды, гранаты, магнетит) и даже неустойчивые минералы (различные силикаты: амфиболы, пироксены, глауконит, турмалин, силлиманит и т.д. Интересным является то, что в составе аллювиальных речных песков нет органогенного детрита, хотя реки и ручьи дренируют и размывают органогенные карбонатные породы. Окатанность и сортировка обломочных зерен разная (хорошая, средняя).

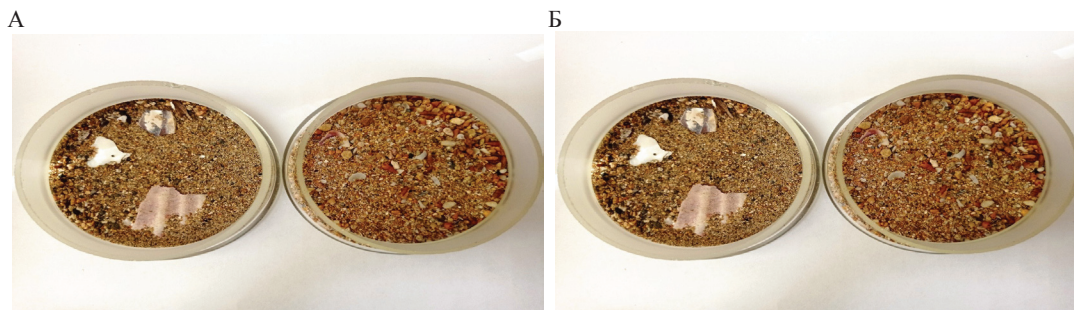


Рис. 12. Граувакковый известковистый песок:

А – полимиктовый с крупными (до 2 см) органогенными детритами Цвет желтовато-серый. Образец ТО-3; Б – мономиктовый. Цвет красновато-серый. Образец ВМ – 1

Fig. 12. Grauvakk calcareous sand:

А – polymictic with large (up to 2 cm) organogenic detritus Color yellowish gray. Sample TO-3; Б – monomictic. The color is reddish gray. Sample VM – 1

Цветовая гамма аллювиальных, речных, морских, океанских песков дальнего следования обычно светло-серая и темно-серая (рис. 13).



Рис. 13. Светло-серый олигомиктовый, известковистый песок.
(ТО – 2. Штат Калифорния)

Fig. 13. Light gray oligomictic, calcareous sand.
(TO – 2. State of California)

По составу обломочных зерен, пески олигомиктовые с преобладанием минералов кварца и полевых шпатов, реже обломков пород или же полимиктовые желтовато-серые (аркозовые, граувакковые).

Заключение

По результатам проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Проанализированные пески по минеральному составу в зависимости от генетического типа делятся на мономиктовые (кварцевые, граувакковые (базальтовые, известковые, и тд), олигомиктовые, полимиктовые (аркозовые, граувакковые, известковистые).
2. Цветовая гамма и минеральный состав песков весьма разнообразны и зависят от минерального состава разрушенных пород, устойчивости минералов в экзогенных условиях, тектонической обстановки и климатических условий транспортировки.
3. Для морских и океанских песков характерно наличие детритов и раковин ископаемых организмов в разных количествах, что отсутствует в речных и озерных песках, хотя реки и ручьи тоже размывают органогенно-детритовые, хемогенные карбонатные породы.
4. В зависимости от удаленности от источников сноса и по различному минеральному составу пески делятся на осадки ближнего и дальнего переноса.

Литература

1. Лессовые грунты Монголо-Сибирского региона. / Рященко, Т.Г., Акулова В.В., Ухова, Н.Н., Штельмах, С.И., Гринь, Н.Н. – Иркутск. Институт земной коры СО РАН, 2014. С. 241.
2. Рященко, Т.Г., Макаров С.А. Минеральный состав элювиальных и эоловых песков (на примере уникальной коллекции образцов). // Отечественная геология. – 2022. – № 5 – С. 59 – 69.
3. Рященко, Т.Г., Макаров С.А. Минеральный состав элювиальных и эоловых песков различных климатических зон (сравнительный анализ) в сборнике инженерно – геологическое и эколого-геологическое изучение песков и песчаных массивов. Труды международной научной конференции под редакцией Трофимова В.Д., Королева В.А. 2018. – С.112 – 116.

4. Скрыбина, Л.И., Ягнышев, Б.С. Полевой определитель шлиховых минералов из аллювиальных осадков. / Государственный комитет РС(Я) по геологии и недропользованию, Центрально геолого – аналитическая лаборатория. – Якутск : Издательство ЯНЦ СО РАН, Якутск. 2005. – С.223.

5. Урбан, А.А., Галанин, А.А., Чжань, Т. Р. Литолого-минералогическая характеристика перевиваемого песчаного комплекса «Кызыл-Сырский» // Наука и техника в Якутии. – 2013. – С. 23 – 26.

References

1. Lessovye grunty Mongolo-Sibirskogo regiona. / Ryashchenko, T.G., Akulova V.V., Uhova, N.N., SHTel'mah, S.I., Grin', N.N. – Irkutsk. Institut zemnoj kory SO RAN, 2014. S. 241.

2. Ryashchenko, T.G., Makarov, S.A. Mineral'nyj sostav elyuvial'nyh i eolovyh peskov (na primere unikal'noj kollekcii obrazcov). // Otechestvennaya geologiya. – 2022. – № 5 – S. 59 – 69.

3. Ryashchenko, T.G., Makarov, S.A. Mineral'nyj sostav elyuvial'nyh i eolovyh peskov razlichnyh klimaticheskikh zon (sravnitel'nyj analiz) v sbornike inzhenerno – geologicheskoe i ekologo-geologicheskoe izuchenie peskov i peschanyh massivov. Trudy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii pod redakciej Trofimova V.D., Koroleva V.A. 2018. – S.112 – 116.

4. Skryabina, L.I., YAgnyshchev, B.S. Polevoj opredelitel' shlihovyykh mineralov iz allyuvial'nykh osadkov. / Gosudarstvennyj komitet RC(YA) po geologii i nedropol'zovaniya, Central'no geologo – analiticheskaya laboratoriya. – YAkutsk : Izdatel'stvo YANC SO RAN, YAkutsk. 2005. – S.223.

5. Urban, A.A., Galanin A.A., CHZhan', T. R. Litologo-mineralogicheskaya harakteristika perevivaemogo peschanogo kompleksa «Kyzyl-Syrskij» // Nauka i tekhnika v YAkutii. – 2013. – S. 23 – 26.

Сведения об авторах

АКИМОВА Евдокия Дмитриевна – ст. преп., кафедра Прикладная геология, ГРФ, СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: ewdo.akimova@mail.ru

АКИМОВА Evdokiya Dmitrievna – Senior Lecturer, Department of Applied Geology, Faculty of Geology and Survey, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

А.С. Куляндина

СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

E-mail: albineku28@gmail.com

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЧУЛЬМАНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 27 ФЕВРАЛЯ 2022 ГОДА

Аннотация. Землетрясение может привести к травмам и гибели людей, повреждению дорог и мостов, общему материальному ущербу, а также обрушению или дестабилизации (потенциально ведущей к будущему обрушению) зданий. Обследования последствий землетрясений начинаются с первой минуты после катастрофы. Актуальность макросейсмических исследований, которые, несмотря на успешное развитие инструментальной сейсмологии, не могут быть эффективно заменены другими методами оценки характерных черт макросейсмического поля каждого из толчков, определении позиций эпицентров и возможности дать вероятную характеристику очагов.

В статье приводятся данные о макросейсмических проявлениях в эпицентральной области Чульманского землетрясения 27 февраля 2022 года на Алданском нагорье в Южной Якутии. Сейсмособытие привело к обрушению кровли выработок на угольной шахте «Денисовская» Нерюнгринского района. При выполнении данной работы использовались инструментальные материалы сети сейсмических станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН.

Целью работы является макросейсмическое обследование и оценка последствий землетрясения для определения интенсивности сотрясений земной поверхности в баллах. Опрос проводился в течение 5 дней (с 27 февраля по 3 марта 2022 года) в 8 населенных пунктах: Чульман, Нерюнгри, Сосновый Бор, Беркакит, Иенгра, Золотинка, Нагорный и Юктали.

По результатам проведенной работы построена макросейсмическая карта изосейст данного землетрясения, наглядно демонстрирующая интенсивность подземных толчков в населенных пунктах в эпицентральной зоне. Карта изосейст применяется для уточнения эпицентра землетрясения, размеров очага и его глубины, а также закономерностей затухания интенсивности сотрясений при удалении от эпицентра.

Ключевые слова: Чульманское землетрясение, сейсмическая интенсивность, карта изосейст, сейсмическая запись, энергетический класс, сейсмические станции, макросейсмическое обследование, магнитуда.

A.S. Kulyandina

Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

E-mail: albineku28@gmail.com

MACROSEISMIC SURVEY OF THE CHULMAN EARTHQUAKE OF 27 FEBRUARY 2022

Abstract. An earthquake can cause injury and loss of life, damage to roads and bridges, general property damage, and collapse or destabilization (potentially leading to future collapse) of buildings. Earthquake impact surveys start from the first minute after a disaster. Despite the successful development of instrumental seismology, macroseismic studies cannot be effectively replaced by other methods of assessing the characteristics of the macroseismic field of each of the tremors, determining the positions of epicentres and the possibility of giving probable characterization of foci.

This article presents data on the macroseismic manifestations in the epicentral area of the Chulman earthquake on February 27, 2022 in the Aldan plateau in Southern Yakutia. The seismic event led to the collapse of the mine roof at the Denisovskaya coal mine in Neryungri District. Instrumental materials of the seismic station network of the Yakutsk branch of the Federal Research Center "Unified Geophysical Service" of the Russian Academy of Sciences were used in this work.

The work was aimed at macroseismic survey and estimation of the earthquake consequences to determine

intensity of earth surface shaking in points. The survey was carried out over 5 days (from February 27 to March 3, 2022) in 8 settlements: Chulman, Neryungri, Sosnovy Bor, Berkakit, Iengra, Zolotinka, Nagorny, and Yuktali.

Based on the results of this study, a macroseismic isoseismic map of this earthquake was constructed, clearly demonstrating the intensity of underground shocks in the settlements in the epicentral zone. The isoseist map is used to clarify the earthquake's epicentre, the focal size and depth, as well as patterns of shock attenuation at distances from the epicentre.

Keywords: Chulman earthquake, seismic intensity, isoseist map, seismic record, energy class, seismic stations, macroseismic survey, magnitude.

Введение

Одно из сильных землетрясений в 2022 году в Якутии произошло 27 февраля 2022 г. в 20^h03^m20^s по Гринвичскому времени (5 часов 3 минуты 20 секунд утра 28 февраля 2022 г. по местному времени) на Алданском нагорье в Южной Якутии и зарегистрировано сетью сейсмических станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН (рис.1). Землетрясение получило название Чульманское, так как было зафиксировано недалеко от поселка Чульман. Координаты его эпицентра составили 56.89° с.ш. и 124.79° в.д. Очаг землетрясения располагался на глубине $h=10$ км. Его энергетический класс соответствовал $K_p=12.5$, магнитуда $M_S=4.9$, а интенсивность в эпицентре составила $I_0^p=5-5,5$ баллов по шкале MSK-64 (рис.2). В результате землетрясения произошло обрушение горной породы (частичный вывал угля с бортов горных выработок) на двух участках в подземной части угольной шахты Денисовская (14 км к югу от эпицентра). Пострадали три человека.

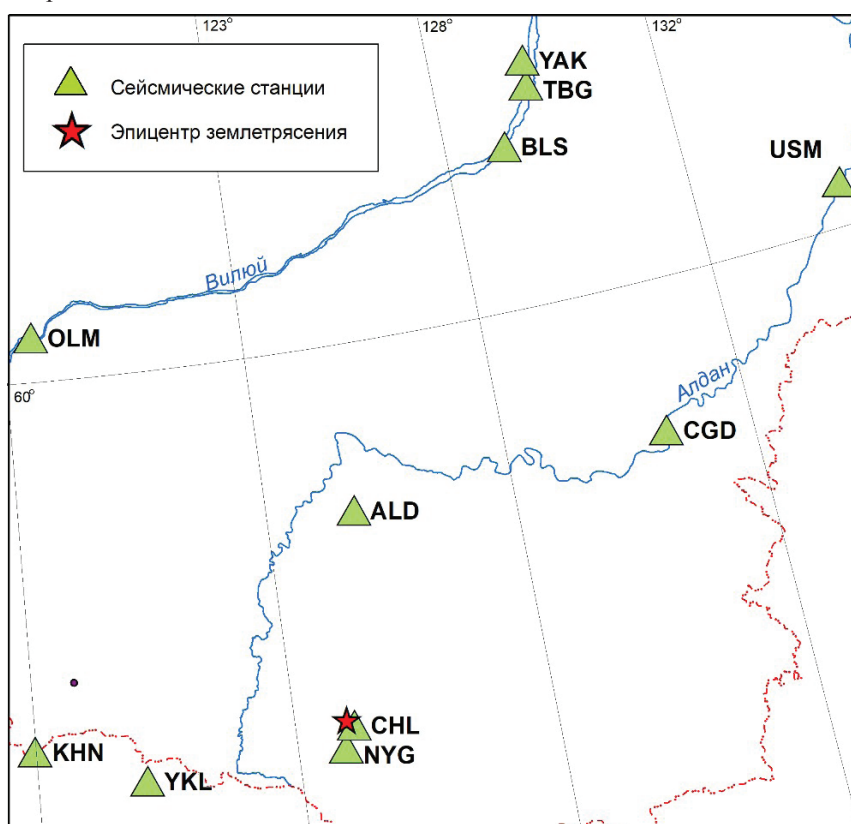


Рис. 1. Схема расположения сети сейсмических станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН в Южной Якутии

Fig. 1. Layout of the seismic station network of the Yakutsk branch of the Unified Geophysical Service in South Yakutia

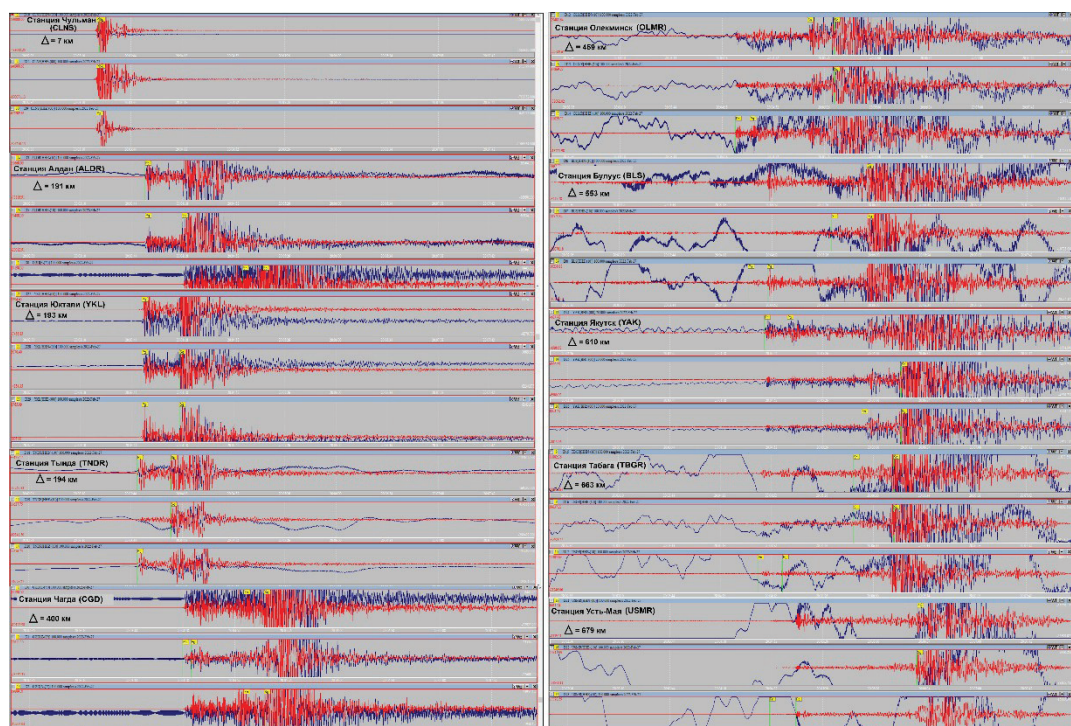


Рис. 2. Сейсмическая запись Чуманского землетрясения 27 февраля 2022 г.,

зафиксированная ближайшими цифровыми станциями, где Δ – эпицентральный расстояние

Fig. 2. Seismic record of the Chulman earthquake on February 27, 2022, recorded by the nearest digital stations, where Δ – epicentral distance

Методы исследования

В первые дни после события было организовано детальное макросейсмическое обследование массового характера [1]. Анкетирование населения было проведено с помощью рассылки электронной анкеты Google Forms через социальные мессенджеры в населенных пунктах. Удалось собрать макросейсмические данные из 7-ми поселений нашей республики, расположенных вдоль и вблизи Федеральной автодороги «Лена», а также из поселка Юктали Амурской области (см.рис.3). В опросе поучаствовало 1746 респондентов в возрасте от 29 до 72 лет, из них 1165 человек почувствовали землетрясение. На площади более 25 тыс. кв. км. подземный толчок ощущался с силой от 2 до 5 баллов (табл.1).

В ближайшем посёлке **Чульман** (7 км к востоку от эпицентра) землетрясение ощущалось с интенсивностью в 5 баллов. Был слышен мощный гул, многие отметили, что чувствовали, будто дом раскачивается. Колебания были достаточно сильными – тряслись картины на стене, сотрясались столы, стулья. Многие очевидцы проснулись от грохота. Пожилые люди отметили потерю координации. Сильное беспокойство у домашних животных, со всех сторон слышался вой собак. Однако сейсмособытие смогло разбудить далеко не всех. Некоторые только из соцсетей узнали о произошедшем событии.

4-балльные эффекты проявились в г. **Нерюнгри** и пос. **Сосновый Бор** в 26 км к югу от эпицентра. Многие очевидцы сразу же проснулись от тряски. Жители населенных пунктов отмечают, что слышали сильный гул, похожий на гром. Дрожали стены домов, трясло: мебель, столы, стулья. Дребезжали предметы на столах и в шкафах. Беспокойно вели себя домашние животные. В Нерюнгри сильнее всего воздействие землетрясения ощутили на себе жильцы нового высотного микрорайона «Сосновый». Другие отмечают, что крепко спали и не почувствовали на себе воздействия подземных толчков.

С силой в 3–4 балла это событие проявилось в поселке **Беркакит** (34 км к югу от эпицентра). Некоторые жители девятиэтажных многоквартирных домов проснулись от раскачивания. По словам очевидцев, гул был похож на звук приближения самолёта. Слегка дрожали стены и мебель. Слышался лай собак.

Ещё менее интенсивно этот подземный толчок с сотрясениями в 3 балла почувствовали жители с. **Иенгра** и пос. **Золотинка** (72–78 км к юго-востоку от эпицентра). Немногими наблюдалось колебание жилых строений, легкий звуковой шорох. По результатам опроса мы выяснили, что лучше всего данное событие почувствовали жители верхних этажей каменных домов, ощутившие вибрацию окон.

На расстоянии 104 км к юго-востоку от места события находится посёлок **Нагорный**, где, по словам очевидцев, наблюдалось дрожание стеклянной посуды и окон, слышался звук, как будто, сильный ветер. Но ветра не было. Однако большинство местных жителей землетрясение на себе не ощутили.

И наконец, самый далекий от эпицентра посёлок, где бодрствующие жители заметили отзвуки этого землетрясения, является **Юктали**, отстоящий к юго-западу от места события на расстоянии 193 км. Жители улиц Ленина и Лесная, расположенные в северной части населенного пункта, ощутили далекий гул и дрожание предметов в шкафу. Вместе с тем, жители южной части поселка землетрясение не ощутили. Это возможно связано с геоморфологическим строением участка и составом пород грунта. На это указывает относительное сгущение изомомал силы поля тяжести, образующих гравитационную ступень, в пределах которой значения уменьшаются с юга на север.

Таблица – Макросейсмические сведения Чульманского землетрясения 27 февраля 2022 г.

в $20^{\circ}03'20''$ 56.89N 124.79Eh=10 км,

$K_p=12.5$, $MS=4.9$, $I_0^p=5-5.5$ баллов

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E
1	4–5 баллов Чульман 4 балла	7	56.85	124.85
2	Нерюнгри	26	56.66	124.63
3	Сосновый Бор 3–4 балла	25	56.67	124.85
4	Беркакит 3 балла	34	56.58	124.77
5	Иенгра	72	56.23	124.81
6	Золотинка 2–3 балла	78	56.18	124.80
7	Нагорный	104	55.95	124.91
8	Юктали	193	56.59	121.65

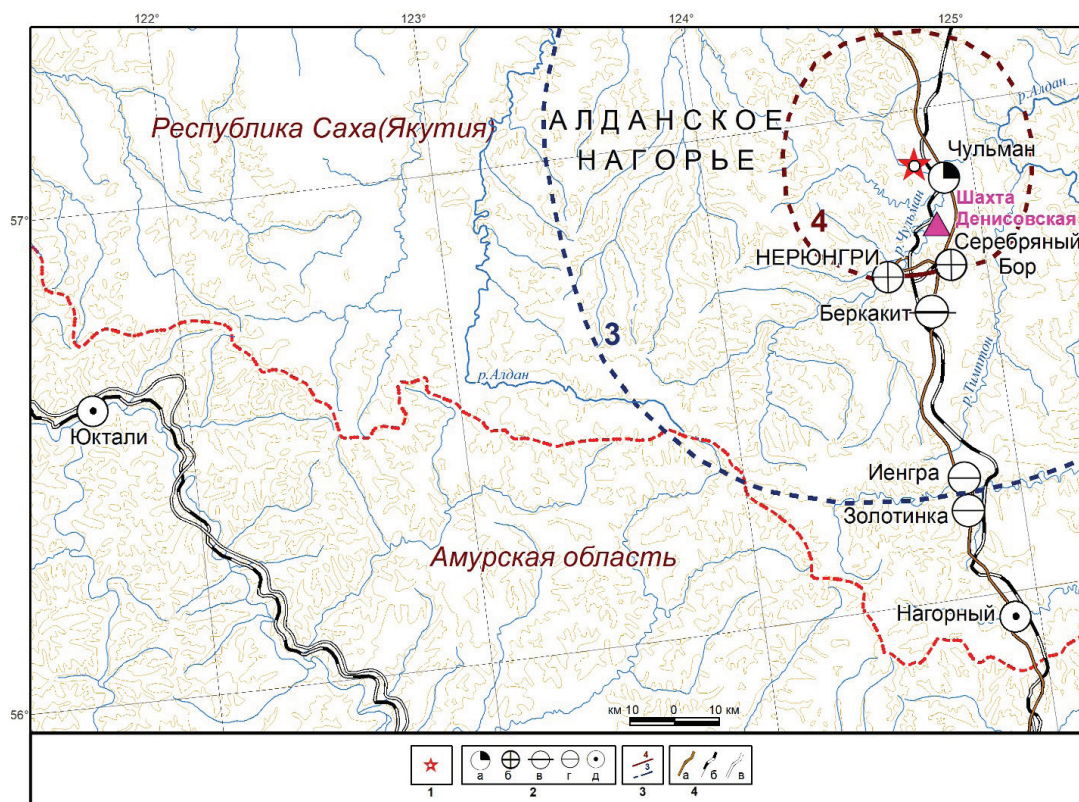


Рис. 3. Карта изосейст Чульманского землетрясения 27 февраля 2022 г.

1 – эпицентр толчка; 2- интенсивность сотрясений в баллах: 1- а-5, б-4, в- 3-4, г-3, д-2-3; 3 – уверенные и неуверенные изолинии (изосейсты); 4а – автодорога «Лена», 4б – железная дорога, 4в – автодублер БАМ

Fig. 3. Map of isoseism of the Chulman earthquake on February 27, 2022.

1 – epicenter of the shock; 2 – intensity of the shocks in points: 1 – а-5, б-4, в- 3-4, г-3, д-2-3; 3 – confident and uncertain isolines (isoseists); 4а – Lena road, 4б – railway, 4с – BAM autoboulevard

Заключение

Следует отметить, что Чульманское землетрясение, возникло на расстоянии 100–130 км от главной сеймотектонической границы литосферных Евразийской и Амурской плит, взаимодействующих между собой в Южной Якутии [2].

Недра Алданского нагорья давно стали настоящей минеральной сокровищницей Якутии. Освоение ресурсов территории превратило абсолютно пустынный суровый край в район высокомеханизированной горнодобывающей промышленности. Активное воздействие массовых взрывов, производимые горнодобывающими предприятиями, на геологическую среду вызывает сейсмический отклик в виде изменения уровня сейсмической активности, связанных с активизацией уже заложенных ранее сейсмогенерирующих структур и формирования новых локальных нарушений земной коры [3]. Условия высвобождения энергии структурами земной коры при техногенных воздействиях зависят от геолого-тектонических характеристик конкретного массива и региона в целом. Взрывные работы могут рассматриваться как фактор, способствующий активизации разломов вокруг зоны ведения горных работ [4].

Чульманское землетрясение ощутили на территории Республики (Саха) Якутия и Амурской области на площади более 25 тыс. кв. км. с интенсивностью от 2 до 5 баллов. Подземный

толчок произошел в 5 часов утра, многие крепко спали, а другие проснулись от тряски. Среди всех опрошенных респондентов доля ощутивших землетрясение составила 66,7 %.

Литература

1. Дмитриева, И.Ю. Макросейсмические и инструментальные исследования Верхне-Фиагдонского землетрясения 26 января 2020 года / Дмитриева И.Ю., Саяпина А.А., Багаева С.С., Горозанцев С.В. // г.Владикавказ: Геология и геофизика юга России, 2020. – 123 с.
2. Имаев, В.С. Сейсмотектоника и сейсмические процессы внутриконтинентальных орогенов Северо-Востока Азии. Проблемы сейсмологии III тысячелетия / Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. и др. // Новосибирск: изд-во СО РАН, 2003. – С. 40–45.
3. Гриб, Г.В. Автореферат. Изменение состояние массива горных пород вследствие сейсмического воздействия промышленных взрывов / Гриб Г.В. // Томск 2013.
4. Имаев, В.С. Сейсмотектоника Якутии/ Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. // М.: Геос, 2000. – 227 с.

References

1. Dmitrieva, I.Yu. Macro seismic and instrumental studies of the Verkhne-Fiagdon earthquake, January 26, 2020 / I.Yu. Dmitrieva, A.A. Sayapina, S.S. Bagaeva, S.V. Gorozhantsev // Vladikavkaz: Geology and Geophysics of Southern Russia, 2020. – 123 c.
2. Imaev, V.S. Seismotectonics and seismic processes of intracontinental orogens of North-East Asia. Problems of seismology of III millennium / V.S. Imaev, L.P. Imaeva, B.M. Kozmin, etc. // Novosibirsk: SO RAN Publishing House, 2003. – С. 40-45.
3. Grib, G.V. Author. Changes in the state of rock massifs due to seismic effects of industrial explosions / G.V. Grib // Tomsk 2013.
4. Imaev, V.S. Seismotectonics of Yakutia / Imaev V.S., Imaeva L.P., Kozmin B.M. // M.: Geos, 2000. – 227 c.

Сведения об авторах

КУЛЯНДИНА Альбина Семеновна, аспирант 2-го года обучения СВФУ Геологоразведочный факультет Кафедра Геофизические методы поисков и разведки МПИ, ведущий инженер-геофизик, Якутский филиал Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба» РАН.

E-mail: albineku28@gmail.com

KULYANDINA Albina Semenovna – 2nd-year postgraduate student, Department of Geophysical Methods and Exploration, Faculty of Geology and Survey. M.K. Ammosov North-Eastern Federal University; Leading Geophysical Engineer, Yakutsk Branch, Federal Research Center “Unified Geophysical Service” of the Russian Academy of Science.

А.И. Иванов, М.С. Иванов, Е.Е. Лоскутов, А.И. Журавлев, В.Ф. Тимофеев
 Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск, Россия
 E-mail: Leps_2002@mail.ru
 E-mail: Ivanov.michil@bk.ru
 E-mail: brannerit@mail.ru
 E-mail: Ai.zhuravlevgeo@gmail.com
 E-mail: vf_timofeev@mail.ru

ПЕТРОГРАФИЯ И ПЕТРОХИМИЯ МЕЗОЗОЙСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЭВОТИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ, АЛДАНСКИЙ ЩИТ)

Аннотация. В работе рассматриваются петрографический и петрохимический составы мезозойских магматических пород массива Михайловский и малых тел. Изученные магматические образования пространственно расположены в северо-восточной части Эвотинского рудного района центральной части Нимырского террейна. Несмотря на то, что в пределах Центрально-Алданского рудного района основная часть золоторудных месторождений связана с многофазовым мезозойским магматизмом (Рябиновое, Самолазовское и др.), на смежной территории Верхне-Амгинского рудного района поля рудоконтролирующими в образовании золотосульфидного оруденения являются группы мезозойских однофазовых массивов сиенитов и монцонитов Лебединского монцонит-сиенит-гранитового комплекса. Нами при полевых исследованиях было установлено, что Михайловский массив имеет однофазовое строение, изучению, вещественного состава которого до последнего времени не уделялось значительного внимания, равно как и малым телам рассматриваемой территории. По результатам проведенных исследований, сделаны основные выводы: по различным классификационным данным породы Михайловского массива сложены кварцевыми монцонитами и близки к породам как высококалийной известково-щелочной, так и большей мере к шошонитовой петрохимической сериям. Образования силла относятся к кварцевым монцонитам высококалийной известково-щелочной петрохимической серии. Малые тела даек сложены кварцевыми сиенитами и в большей мере отвечают породам шошонитовой петрохимической серии магматических пород. Отношение к шошонитовой серии пород массива Михайловский, а также тел даек сиенитов предполагает мантийную природу образующих их расплавов. По проведенным исследованиям выдвинута последовательность внедрения магматических пород, от образований массива Михайловский до внедрения тел даек сиенитов. На основе петрохимического анализа, а также по схожести с массивами сиенитов и монцонитов Лебединского монцонит-сиенит-гранитового комплекса Верхне-Амгинского рудного района выдвинуто предположение о потенциальной рудоносности последнего.

Ключевые слова: Эвотинский рудный район, массив Михайловский, силл, дайки, кварцевые монцониты, сиениты, петрография, петрохимия, химический состав, классификация.

A.I. Ivanov, M.S. Ivanov, E.E. Loskutov, A.I. Zhuravlev, V.F. Timofeev
 Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, Yakutsk, Russia
 E-mail: Leps_2002@mail.ru
 E-mail: Ivanov.michil@bk.ru
 E-mail: brannerit@mail.ru
 E-mail: Ai.zhuravlevgeo@gmail.com
 E-mail: vf_timofeev@mail.ru

PETROGRAPHY AND PETROCHEMISTRY OF MESOZOIC IGNEOUS ROCKS IN THE NORTHEASTERN PART OF THE EVOTA ORE REGION (SOUTH YAKUTIA, ALDAN SHIELD)

Abstract. The paper considers the petrographic and petrochemical compositions of the Mesozoic igneous rocks of the Mikhailovsky massif and small bodies. The studied igneous formations are spatially located in

the northeastern part of the Evota ore region in the central part of the Nimnyr terrane. Despite the fact that within the Central Aldan ore region, the main part of gold ore deposits is associated with multi-phase Mesozoic magmatism (Ryabinovoe, Samolazovskoe, etc.), in the adjacent territory of the Verkhne-Amga ore region, the ore-controlling fields in the formation of gold sulfide mineralization are groups of Mesozoic single-phase syenite massifs and monzonites of the Lebedinsky monzonite-syenite-granite complex. During field studies, we found that the Mikhailovsky massif has a single-phase structure, the study of the material composition of which has not been given much attention until recently, as well as small bodies of the territory under consideration. Based on the results of the studies, the main conclusions were drawn: according to various classification data, the rocks of the Mikhailovsky massif are composed of quartz monzonites and are close to rocks of both high-potassium calc-alkaline and, to a greater extent, shoshonitic petrochemical series. The sill formations belong to quartz monzonites of the high-potassium calc-alkaline petrochemical series. Small dike bodies are composed of quartz syenites and mostly correspond to rocks of the shoshonitic petrochemical series of igneous rocks. The relation to the shoshonite series of the rocks of the Mikhailovsky massif, as well as the bodies of the syenite dikes, suggests the mantle nature of the melts that form them. Based on the studies carried out, a sequence of intrusion of igneous rocks was put forward, from the formations of the Mikhailovsky massif to the intrusion of syenite dike bodies. On the basis of petrochemical analysis, as well as similarity with the massifs of syenites and monzonites of the Lebedinsky monzonite-syenite-granite complex of the Verkhne-Amga ore region, an assumption was made about the potential ore content of the latter.

Keywords: Evota ore region, Mikhailovsky massif, sill, dikes, quartz monzonites, syenites, petrography, petrochemistry, chemical composition, classification.

Введение

Проблемы определения металлогенической специализации магматических пород рудных районов всегда актуальны, решение последних, приводит к различным выводам и заключениям многих специалистов [1 – 8]. Одним из ключевых моментов в решении этих проблем является комплексное изучение отдельно взятых объектов – в частности выявление особенностей петрографического и петрохимического составов магматических пород во взаимосвязи с условиями образования и металлогенической оценки последних, позволяющих получить объективную картину по решению этих проблем.

В пределах Эвотинского рудного района, пространственно расположенного в центральной части Нимнырского террейна (рис. 1), помимо многостадийных магматических массивов сиенит-монзонитовой формации (Эвотинского, Медведевского, Тажного [9, 10]), образованных в период мезозойской тектоно-магматической активизации [8, 11, 12], сосредоточены выходы небольших штоков, одним из которых является Михайловский массив, а также многочисленные малые тела даек и силлов.

Несмотря на то, что в пределах Центрально-Алданского рудного района большинство золоторудных месторождений (Рябиновое, Самолазовское и др.) связаны с многостадийным мезозойским магматизмом [8, 11 – 26], в пределах Хохойского рудного узла (Верхне-Амгинский рудный район), подобные золотосульфидные рудопроявления сопряжены с группой мезозойских однофазовых массивов сиенитов и монзонитов [27]. При полевых работах, авторами было установлено, что образования пород Михайловского массива, происходило в один этап внедрения (рис. 2). На основе изучения фондовой и специализированной литературы, авторами сделан вывод о незначительной изученности последнего, равно как и малых тел рассматриваемой территории. С этой позиции, основополагающей и фундаментальной целью нашей работы, является установление петрографических и петрохимических характеристик слагающих пород Михайловского массива и малых тел, а также выявления их возможной металлогенической специализации.

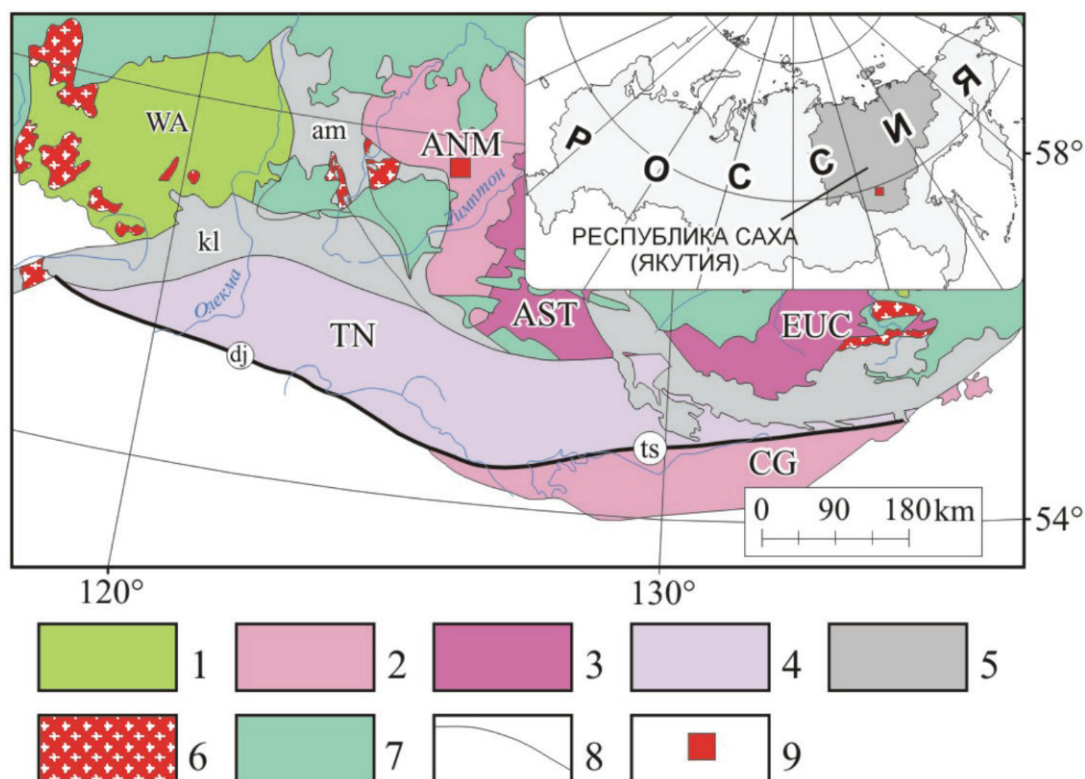


Рис. 1. Тектоническая схема Алданского щита [15]

1 – гранит-зеленокаменные террейны (WA – Западно-Алданский, BT – Батомгский); 2 – гранулит-ортогнейсовые террейны (ANM – Нимнырский, CG – Чогарский); 3 – гранулит-парагнейсовые террейны (AST – Сутамский, EUC – Учурский); 4 – Тоналит-трондьемит-гнейсовые террейны (TN – Тындинский); 5 – Зоны тектонического меланжа (am – Амгинская, kl – Каларская, tr – Тыркандинская); 6 – сшивающие раннепротерозойские граниты; 7 – чехол Сибирской платформы; 8 – разломы (dj – Желтулакский, ts – Таксакандинский), 9 – район работ

Fig. 1. Tectonic scheme of the Aldan Shield [15]

1 – Granite-greenstone terranes (WA – Zapadno-Aldansky, BT – Batomgsky); 2 – Granulite-orthogneiss terranes (ANM – Nimnirsky, CG – Chogarsky); 3 – Granulite-paragneiss terranes (AST – Sutamsky, EUC – Uchursky); 4 – Tonalite-trondyemite-gneiss terranes (TN – Tyndinsky); 5 – Tectonic melange zones (am – Amga, kl – Kalar, tr – Tyrkanda); 6 – Early Proterozoic granites; 7 – Siberian platform cover; 8 – faults (dj – Jeltulak, ts – Taksakanda), 9 – work area

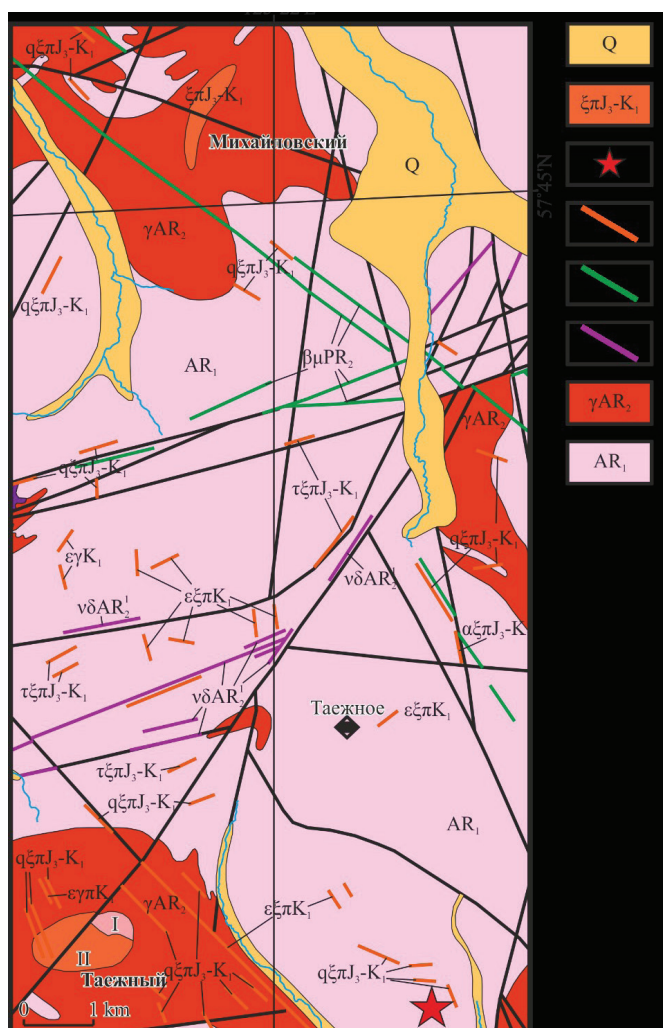


Рис. 2. 1 – четвертичные отложения; 2 – сиенит-порфиры Михайловского и Тажного массивов; 3 – силл; Дайки: 4 – мезозойских сиенитов, 5 – протерозойских диабазов, 6 – архейских пироксеновых метагорн-блендитов; 7 – позднеархейские граниты и гранито-гнейсы, нерасчлененные; 8 – породы докембрийского фундамента

Fig. 2. 1 – Quaternary deposits; 2 – syenite-porphyrines of the Mikhailovsky and Tayozhny massifs; 3 – sill; Dikes: 4 – Mesozoic syenites, 5 – Proterozoic diabases, 6 – Archean pyroxene metagornblendites; 7 – Late Archean granites and granite-gneisses, undissected; 8 – rocks of Precambrian basement

Материалы и аналитические методы

Изучение петрографического состава, рассматриваемых магматических мезозойских пород было произведено с помощью поляризационного микроскопа МИН-8 (фирма изготовитель JSC LOMO, Санкт Петербург, Россия) в 40 прозрачных шлифах. Цветные фотографии шлифов различных масштабов, произведено на электронном микроскопе Olympus BX 50 (фирма изготовитель Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany), при увеличении X25, X40, X100, камера Zeiss Axio CamICs 3 (фирма изготовитель Leica, Wetzlar, Germany). Главные петроокислы (19 компонентов: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, H₂O⁺, H₂O⁻, P₂O₅, CO₂, Собщ, F, Cl, Li₂O, Rb₂O, весовые %) магматических образований были определены методом силикатного анализа (Галенчиковой Л.Т.) в отделе ФХМА ИГАБМ СО РАН (г. Якутск). Общее количество 40 проб.

Геология и петрография магматических образований

Породы массива Михайловский (рис. 2) представлены темно-серыми, розовато-серыми сиенитами (рис. 3 б) и характеризуются монотонностью состава. Контакты с вмещающими породами (архейские граниты) относительно четкие, ровные. В эндоконтактовой части развиты метасоматиты по гранитам, породы которых зачастую интенсивно прокварцованы. Наблюдается ориентировка темноцветных минералов вдоль контактов с вмещающими породами. В центре массива отмечена интенсивная зона ожелезнения протяженностью 84 м (рис. 3 а) с прожилками и мелкими гнездами кварца. Сиениты содержат многочисленные ксенолиты амфибол-гранатовых кристаллосланцев (рис. 3 б, в). Породы имеют массивную текстуру и порфировую структуру, обусловленную присутствием вкрапленников плагиоклаза и амфибола, в меньшей степени калиевого полевого шпата (КПШ). Состав пород: КПШ 40 %, плагиоклаз 35 %, амфибол 15 %, пироксен 2 %, апатит 2 %, кварц 2 %, рудный минерал 4 %. В составе пород сиенитов массива выявлен КПШ двух генераций. Ранняя генерация представлена крупными кристаллами неправильной, крайне редко таблитчатой формы, с прямым погасанием, характеризующимися низкими цветами интерференции в серых, темно-серых тонах. КПШ первой генерации частично пелитизирован и приобретает буроватую окраску в местах изменений.

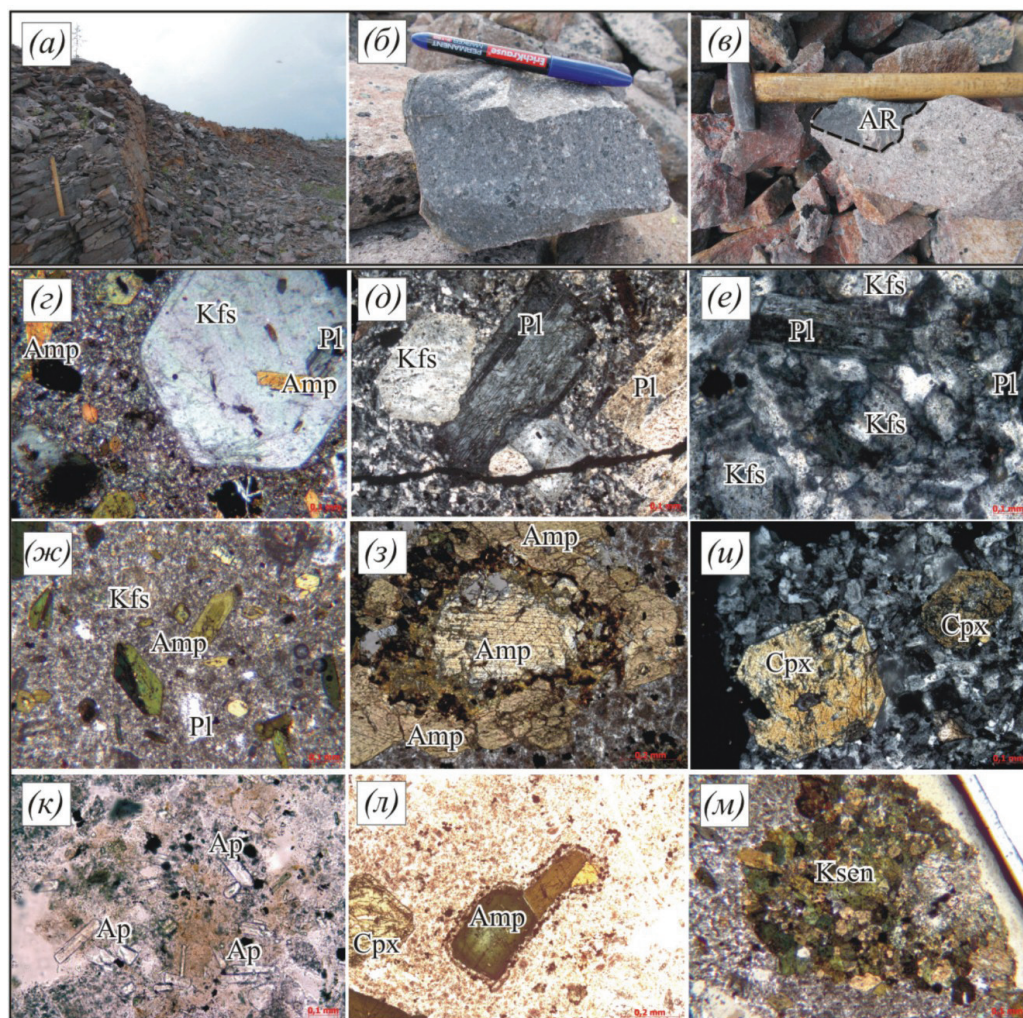


Рис. 3. Породы, принимающие участие в строение массива Михайловский.

а – общий вид выходов массива, ожелезнение пород массива; б – сиенит порфир массива с мелкими ксенолитами вмещающих пород; в – ксенолит кристаллосланцев в сиенит порфире. г– шлиф И20-12/4, Kfs

ранней генерации с включениями Amp и Pl, увел. 10, николи+; д – шлиф И20-12, зональный Pl ранней генерации, увел. 40, николи+; е – шлиф И20-12, Pl второй генерации, увел. 200, николи+; ж – шлиф И20-12/8, Amp пород массива Михайловский, увел. 10, николи+; з – шлиф И20-17, шлик Amp, увел. 100, николи+; и – шлиф И20-12, Основная масса пород Pl и Ksp, увел. 100, николи+; к – шлиф И20-12/7, скопление Ap, увел. 200, николи-; л – шлиф И20-12а, Amp с каймой из рудного минерала, увел. 40, николи-; м – шлиф И20-12/7, ксенолит (Ksen) вмещающих пород в сиенитах массива Михайловский, увел. 40, николи+. Здесь и далее сокращения минералов по [28]: Kfs – калиевый полевой шпат, Pl – плагиоклаз, Amp – амфибол, Cpx – пироксен, Ap – апатит

Fig. 3. The rocks participating in the structure of the Mikhailovsky massif.

a – general view of the massif outcrops, ironing of the massif rocks; b – syenite porphyry of the massif with small xenoliths of host rocks; c – xenolith of crystalline schists in syenite porphyry. g – thinograph I20-12/4, Kfs early generation with inclusions of Amp and Pl, magnification. 10, Nicol+; e – thin sections of I20-12, zonal Pl of early generation, magnification. 40, nikoli+; f – thin sections of I20-12, Pl of the second generation, magn. 200, nikoli+; g – Schlif I20-12/8, Amp rocks of the Mikhailovsky massif, magnification. 10, nikoli+; h – Schlif I20-17, schlier Amp, incre. 100, nikoli+; i – Schlif I20-12, Main mass of rocks Pl and Ksp, increment 100, nikoli+; j – Schlif I20-12, Main mass of rocks Pl and Ksp, increment 100. 100, nikoli+; k – schlif I20-12/7, cluster Ap, increment. 200, nikoli-; l, thin section I20-12a, Amp with a border of ore mineral, incremental. 40, nikoli-; m – thin section I20-12/7, xenolith (Ksen) of host rocks in syenites of the Mikhailovsky massif, magnification. 40, nicoli+. Hereinafter mineral abbreviations according to [28]: Kfs – potassium feldspar, Pl – plagioclase, Amp – amphibole, Cpx – pyroxene, Ap – apatite

Наиболее крупные вкрапленники КПШ содержат идиоморфные кристаллы плагиоклаза и роговой обманки (рис. 3 г). Вторая генерация КПШ присутствует в виде мелких, бесформенных, трудно диагностируемых зерен основной массы. Идиоморфные призматические вкрапленники *плагиоклаза* частично серицитизированны как в ядерных, так и периферических частях, с полисинтетическим двойникованием, нередко зонального строения, с косым погасанием (рис. 3 д). Характерно пертитовое строение кристаллов. Вторая генерация плагиоклаза выделяется в виде мелких измененных кристаллов основной массы (рис. 3 е). Основная масса представлена мелкими, измененными зернами КПШ и плагиоклаза. *Амфибол* (роговая обманка) имеет хорошую спайность; угол между направлениями спайности 120° (в зависимости от среза). Роговая обманка представлена простыми двойниками, нередко зонального строения (рис. 3 ж). Большинство кристаллов удлиненно призматической или неправильной формы желтовато-бурого, зеленоватого цвета с плеохроизмом до сине-зеленого и темно-зеленого цветов и углом погасания до 45° . Роговая обманка нередко интенсивно хлоритизирована. Минерал имеет неравномерное распределение по породе и редко встречается в виде шпиров и моноскопелений (рис. 3 з). Установлено значительное количество идиоморфного *баркевикита* с светло-коричнево-желтыми цветами плеохроизма в виде простых и sdвойникованных зерен разного размера. По некоторым зернам (керсутит?) в виде каемки развит рудный минерал (опацитизация). Редкие зерна *пироксена* с углом погасания до 36° представлены как прозрачными призматическими кристаллами идиоморфного облика, так и в виде обломков (ксенолиты?) (рис. 3 и), минерал неравномерно распределен по породе. *Anatit* отмечен как в виде отдельных короткостолбчатых и удлиненных зерен в основной массе породы (рис. 3 к), так и в качестве включений в амфиболе. Погасание прямое, отдельность по (001). *Рудный минерал* развит по амфиболу (керсутит?), образуя каемки вокруг кристаллов (рис. 3 л), а также в виде самостоятельных индивидов, неравномерно распределенных по породе. Породы массива содержат многочисленные ксенолиты кристаллосланцев (рис. 3 м).

Породы *силла* изученного нами в карьере в 7 км на востоке от массива Таежный (рис. 2) представлены светло-серыми, сильно выветрелыми сиенитами. По пространственной ориентации (рис 4 а, б) последний является простым наклонным телом, южный контакт аз. пад. $230^\circ \angle$ пад. 50° , аз. пад. $240^\circ \angle$ пад. 60° северо-западный контакт аз. пад. 70° , $\angle$ пад. 40° . Мощность силла 3-5 метров, контакты с вмещающими породами согласные, ярко выраженные, магматического характера. Породы сиенитов несут обильные ксенолиты кристаллосланцев разного

размера (рис. 4 в, г). Порфировая структура, обусловлена вкрапленниками плагиоклаза, минеральный состав породы: КПШ – 10 %, плагиоклаз – 50 %, амфибол 10 %, апатит – 1 %, продукты вторичных изменений (серицит и т.д.) – 20 %, кварц – 3 %, рудные минералы – 6 %. Выделенный в составе пород КПШ двух генераций.

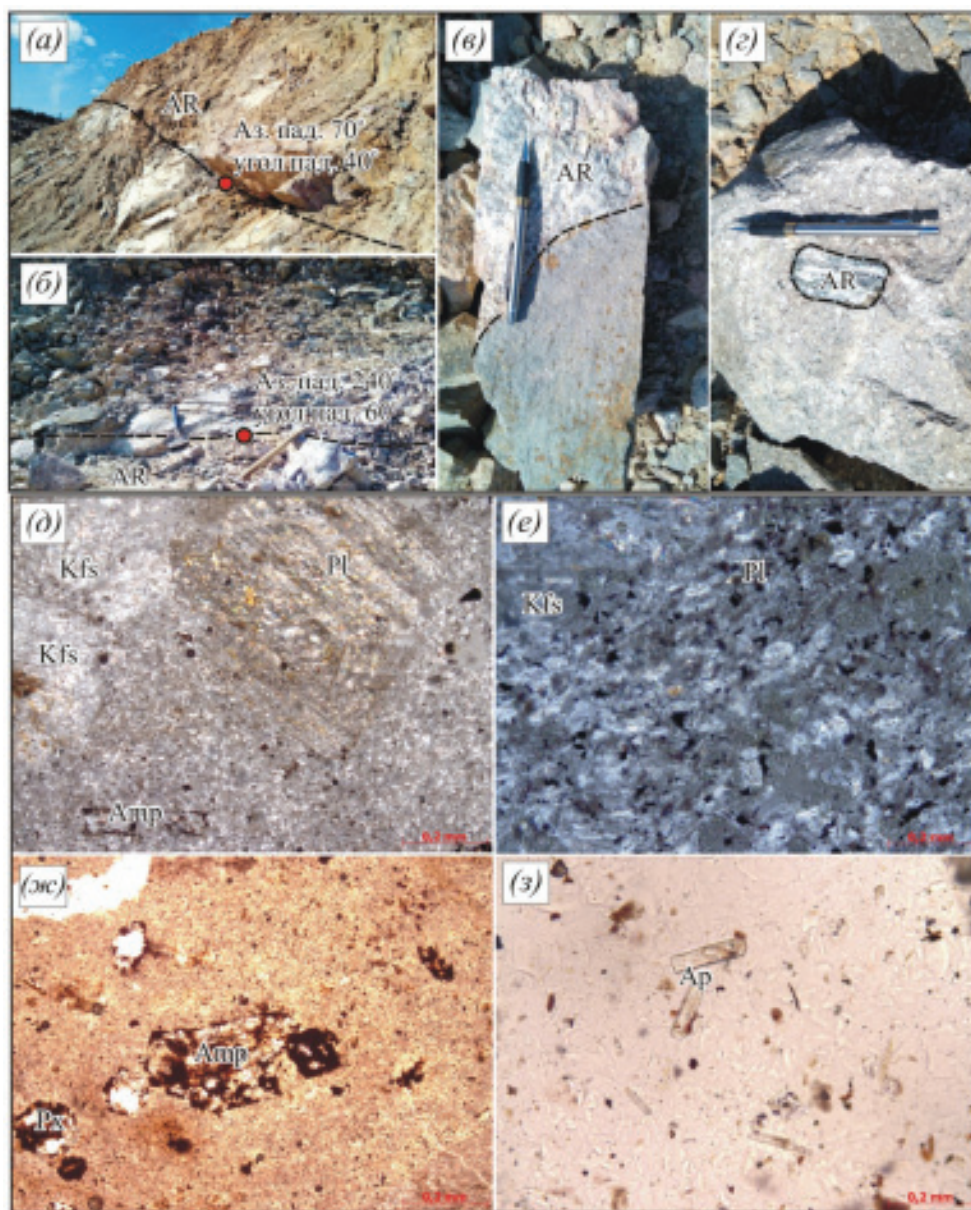


Рис. 4. Выходы пород силла:

а – северный склон, б – южный склон, в – контакт с архейскими вмещающими породами, г – ксенолиты кристаллосланцев в породах силла, д – шлиф И20-51, сильно измененные вкрапленники Pl и Kfp, увел. 10, николи+; е – основная масса, зерна Pl и Kfp поздних генераций, увел. 100, николи+, ж – сильно измененный Amp с развитым по нему рудным минералом, увел. 10, николи-, з – идиоморфные кристаллы Ar в сиенитах силла, увел. 100, николи-

Fig. 4. Outcrops of sill rocks:

a – northern slope, b – southern slope, c – contact with the Archean host rocks, d – xenoliths of crystalline schists in the sill rocks, e – thinograph I20-51, strongly altered phenocrysts of Pl and Kfp, magn. 10, nikoli+; f – main mass, grains Pl and Kfp of late generations, eq. 100, nikoli+, g – strongly altered Amp with an ore mineral developed along it, eq. 10, nikoli-, h – idiomorphic Ar crystals in syenites of sill, eq. 100, nikoli-

Первая генерация КППШ представлена призматическими, неправильными порфиrowыми интенсивно пелитизированными кристаллами (рис. 4 д). В редких зернах встречается кайма изменения. КППШ второй генерации, представлен неправильными мелкими зернами основной массы (рис. 4 е). Подвержен продуктам вторичных изменений, имеет темно-бурю окраску в местах изменения. За редким исключением большинство вкрапленников *плаггиоклаза* замещены продуктами вторичных изменений – в частности серицитом, из-за чего приобретают бурый, темно-бурый цвет. Обильная сосюритизация *плаггиоклаза* изменяет последний практически полностью (рис. 4 д). Минералы ранней генерации диагностируется только в наименее измененных участках в виде полисинтетических двойников. Большая часть *плаггиоклаза* (поздняя генерация) представлена в виде микролитов основной массы (пилотакситовая структура?), со следами течения или хаотично распределенного по породе. Наряду с КППШ второй генерации составляет общую массу породы (рис. 4 е). Все темноцветные минералы также изменены и в большинстве случаев с трудом поддаются диагностики. По *роговой обманке* (рис. 4 ж) интенсивно развит хлорит, карбонат или магнезит? *Anatit* (рис. 4 з) отмечен в виде короткостолбчатых, удлинённых зёрен с прямым погасанием, в качестве отдельных кристаллов в основной массе, так и в виде включений в амфибол. *Кварц* имеет неправильные формы, заполняя межзерновые пространства в основной массе. Породы силла в целом прокварцованы. *Рудный минерал* в виде зерен округлой, кубической неправильной форм, а также в виде самостоятельных агрегатов и/или развит по темноцветным минералам практически нацело замещая последние.

Малые тела *даек сиенитов* северо-западного, в большей мере северо-восточного простирания имеют наибольшее распространение на территории (рис. 2). Тела даек по площади распространены неравномерно, а на поверхности представлены либо отдельными развалами, либо высыпками (рис 5 а, б). В основном это темно-серые, мелкозернистые, сильно выветрелые разности. Для пород даек характерен монотонный состав и представлен существенно полевошпатовыми разностями, с порфиrowой структурой обусловленной наличием вкрапленников КППШ, *плаггиоклаза* и *роговой обманки*, с труднодиагностируемой основной массой (рис. 5 в). Породы даек по вещественным особенностям идентичны таковым силла в карьере. Минеральный состав наименее измененных разностей: КППШ – 15 %, *плаггиоклаз* – 50 %, *роговая обманка* – 15 %, апатит – 1 %, продукты вторичных изменений (серицит и т.д.) – 13 %, кварц, 2 %, рудные минералы – 4 %. КППШ присутствует в двух генерациях.

Первая генерация КППШ (рис. 5 г) представлена призматическими, неправильными порфиrowыми зернами, частично пелитизированными. КППШ второй генерации представлен неправильными мелкими зернами основной массы, подверженных вторичным изменениям. *Плаггиоклаз* в виде вкрапленников прямоугольной формы с полисинтетическим двойникованием (рис. 5 д). Наблюдается серицитизация как в ядерных, так и в периферийных частях кристаллов. Большая часть зерен *плаггиоклаза* в виде лейст основной массы со следами течения или хаотично распределенного по породе и наряду с КППШ второй генерации составляет общую массу сиенит-порфиrow. Все темноцветные минералы изменены и в большинстве случаев с трудом поддаются диагностике. Кристаллы *роговой обманки* (рис. 5 е, ж) удлиненно призматической, а также неправильной форм желтовато-бурого и зеленоватого цвета имеют зональное строение. Редко присутствуют в виде моноклоплений и неравномерно распределены в породе; угол погасания до 45°. В составе пород выделяется редкий *баркевикит* в виде простых зерен различного размера со светло-коричнево-желтыми цветами плеохроизма. В целом, по амфиболу интенсивно развит хлорит, карбонат или магнезит. *Anatit* представлен короткостолбчатыми удлинёнными зёрнами с прямым погасанием как в виде отдельных кристаллов в основной массе (рис. 5 ж), так и в качестве включений в амфиболе. *Рудный минерал* округлой, кубической неправильной форм, иногда как самостоятельный агрегат развит по темноцветным минералам, практически нацело их замещая.

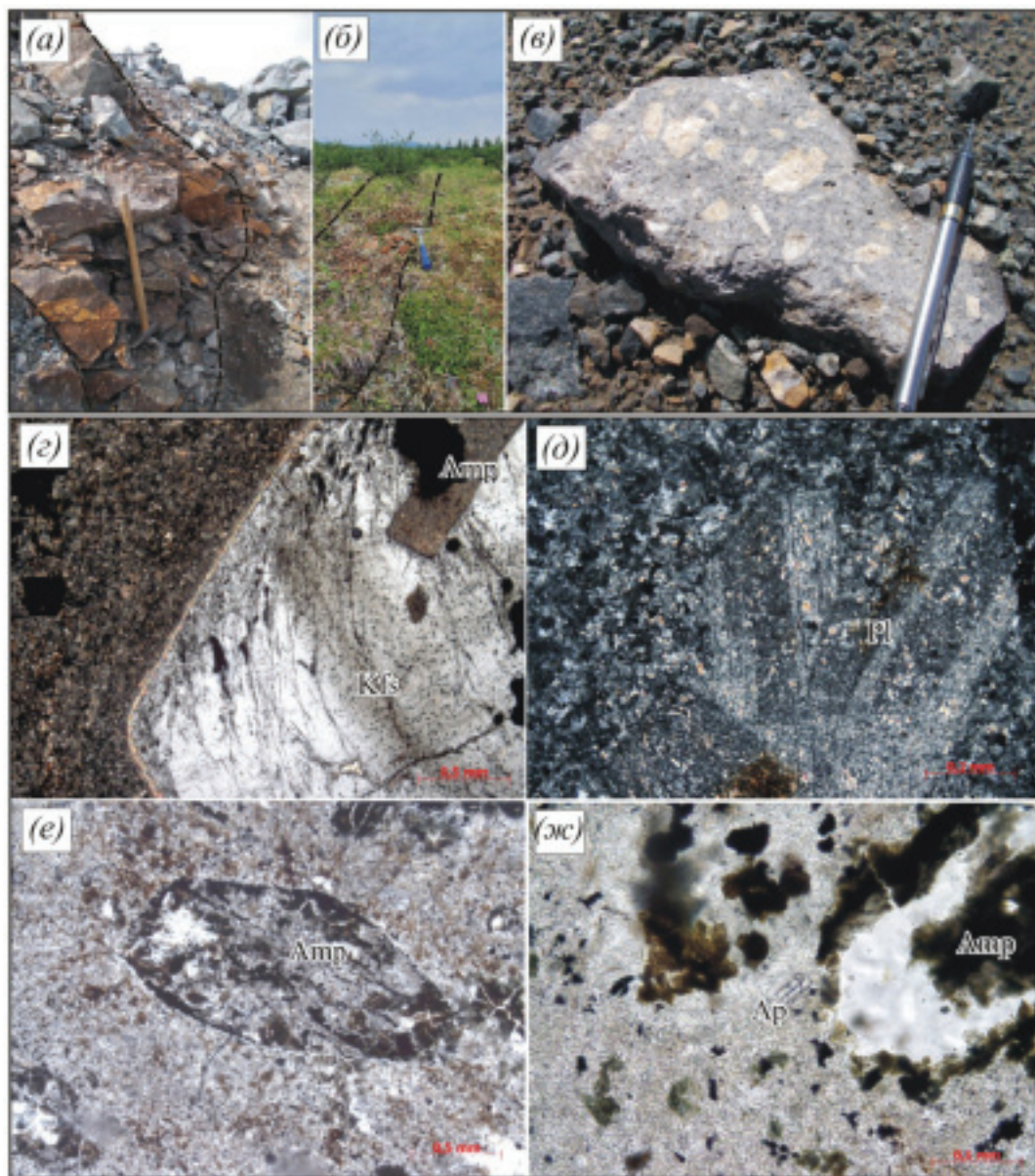


Рис. 5. Выходы дайки сиенитов в карьере, б – развалы тел даек, в – образец сиенит-порфиров, г – шлиф И20-, оплавленный вкрапленник Kfs с включением Amf, увел. 10, николи+; д – серицитизированный кристалл Pl, увел. 40, николи+; е – измененный кристалл Amf увел. 40, николи+, ж – хлоритизированный Amf и идиоморфный кристалл Ap в центральной части шлифа, увел. 40, николи+

Fig. 5. Outcrops of syenite dikes in the pit, b – breaks of dike bodies, c – sample of syenite-porphyrries, d – thin sections of I20-, melted Kfs phenocryst with Amf inclusion, upl. 10, nikoli+; e – sericitized crystal Pl, magn. 40, nikoli+; f, an Amf altered crystal of magnitude 10, nikoli+; g, a sericitized crystal Pl of magnitude 40, nikoli+. 40, nikoli+; g, chloritized Amf and idiomorphic crystal Ap in the central part of the thin section, magnification. 40, nikoli+

Петрохимический состав магматических пород

Породы массива Михайловский по содержанию основных петрогенных окислов относятся к кварцевым монцонитам [29]. Суммарное содержание $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) < 12$ в них отвечает умеренно щелочным породам 7,32-9,34 %, при преобладании K_2O 4,11-4,90 % над Na_2O 3,19-4,59 % (табл. 1). Породы характеризуются калиевым типом щелочности $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} < 1$ и относятся к низкоглиноземистой серии $al' = 0,53-0,61$, коэффициент AG 0,60-0,85 (табл. 1). Согласно классификационной диаграмме $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$ [30] породы массива относятся к монцонитам (рис. 6 а). Фигуративные точки составов пород массива на диаграмме R_1-R_2 [31] занимают промежуточное положение между монцонитами и кварцевыми монцонитами (рис. 6 б). По соотношению $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ [32] они близки породам как высококалиевой известково-щелочной, так и большей мере к шошонитовой петрохимической сериям (рис. 6 в).

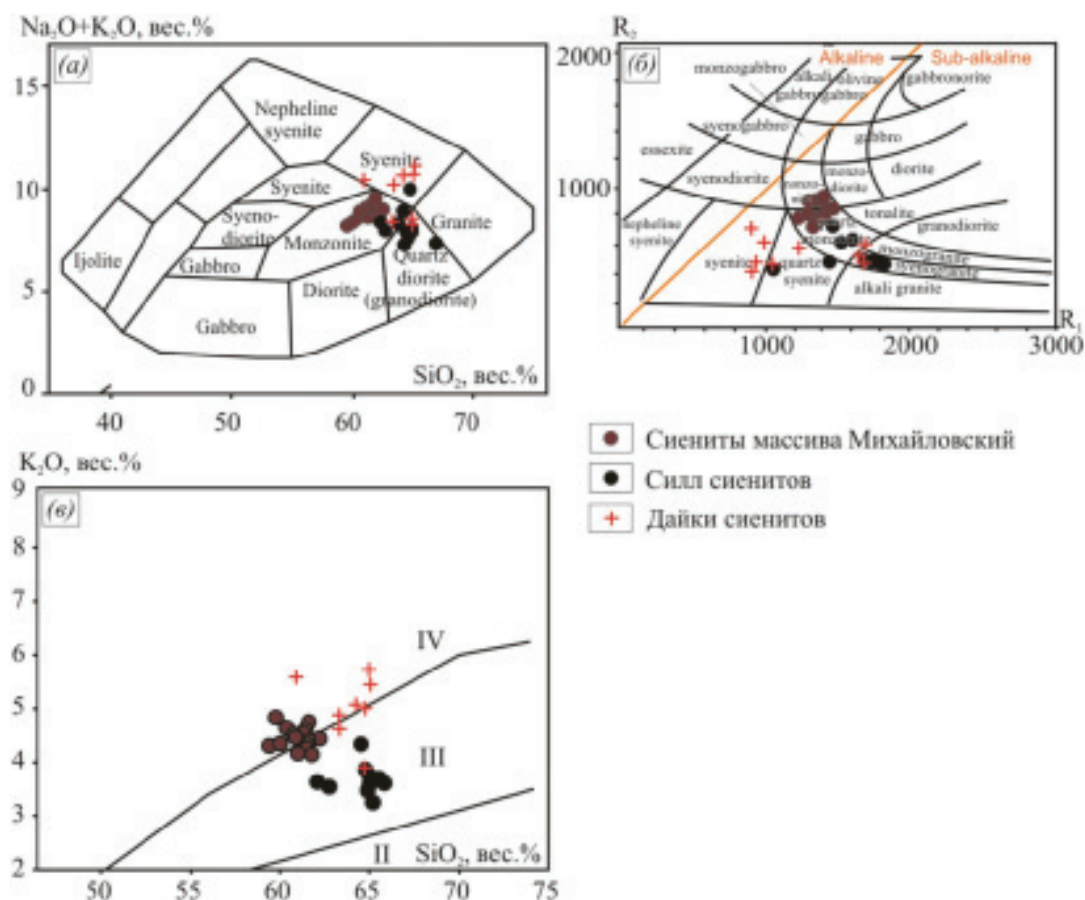


Рис. 6. Классификация магматических образований массива Михайловский и малых тел северной части Эвотинского рудного района: (а) – Диаграмма $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ [30], 1989); (б) – Диаграмма $(R_1 - R_2)$ [31]. $R_1=4\text{Si}-11(\text{Na}+\text{K})$, $R_2=6\text{Ca}+2\text{Mg}+\text{Al}$; (в) – Диаграмма $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ [32]. Поля: I – низкокалиевая толеитовая, II – среднекалиевая известково-щелочная, III – высококалиевая известково-щелочная, IV – шошонитовая

Fig. 6. Classification of magmatic formations of the Mikhailovsky massif and small bodies of the northern part of the Evotinsky ore district: (a) – Diagram $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ [30], 1989); (b) – Diagram $(R_1 - R_2)$ [31]. $R_1=4\text{Si}-11(\text{Na}+\text{K})$, $R_2=6\text{Ca}+2\text{Mg}+\text{Al}$; (c) – Diagram $\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ [32]. Fields: I – low-potassium tholeiite, II – medium-potassium lime-alkali, III – high-potassium lime-alkali, IV – shoshonite

Таблица 1 – Петрохимический состав магматических пород массива Михайловский

Образец	И20-12/2	И20-12/3	И20-12/4	И20-12/7	И20-12/8	И20-13/2	И20-13/3	И20-13/4	И20-13/5	И20-17/2	И20-17/3	И20-17/4	И20-17/5	И20-18
SiO ₂	61,9	59,66	61,2	60,6	61,51	62,18	61,56	60,4	61,73	62,52	61,86	61,36	61,3	59,91
TiO ₂	0,6	0,69	0,62	0,62	0,67	0,62	0,61	0,63	0,6	0,61	0,62	0,63	0,64	0,71
Al ₂ O ₃	15	15,04	16,15	15,74	15,79	15,69	15,65	15,32	15,76	15,78	15,82	15,7	16,13	14,69
Fe ₂ O ₃	2,71	3,07	2,96	2,88	2,39	2,95	2,97	2,84	3,71	3,15	3,32	2,76	3,66	4,76
FeO	3,2	4,28	2,97	3,39	3,54	2,92	3,13	4,38	2,53	2,84	2,72	3,33	2,87	3,55
MnO	0,08	0,11	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07	0,07	0,08	0,09	0,07	0,09
MgO	1,88	2,33	1,63	1,83	1,69	1,77	2,07	1,83	1,9	1,3	1,82	1,73	1,89	2,04
CaO	3,68	4,79	4,08	4,45	3,92	4,03	3,16	4,7	4,01	3,75	4,45	4,57	3,9	4,4
Na ₂ O	4,59	3,74	4,02	4,11	4,17	4,45	4,48	4,14	4,26	4,36	3,99	4,14	3,19	3,2
K ₂ O	4,75	4,32	4,47	4,64	4,45	4,11	4,19	4,21	4,29	4,5	4,39	4,42	4,13	4,9
H ₂ O ⁻	0,08	0,1	0,08	0,02	0,02	0,2	0,28	0,3	0,32	0,3	0,38	0,24	0,62	0,4
H ₂ O ⁺	0,15	0,82	0,63	0,68	0,69	0,21	0,69	0,65	0,54	0,73	0,55	0,46	0,95	0,84
P ₂ O ₅	0,37	0,38	0,35	0,4	0,36	0,36	0,36	0,35	0,38	0,35	0,37	0,36	0,39	0,34
CO ₂	0,13	0,69	0,17	0,24	0,3	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0
Li ₂ O	0,0019	0,0029	0,002	0,0013	0,0014	0,0014	0,0023	0,0018	0,0016	0,002	0,0016	0,0015	0,0026	0,0015
Rb ₂ O	0,0091	0,0087	0,0096	0,0079	0,0085	0,0075	0,0082	0,0068	0,0069	0,0079	0,0071	0,0072	0,0067	0,0084
S	0,01	0,01	0	0,02	0	0,06	0,03	0,05	0,03	0,06	0,05	0,04	0,03	0,07
F	0,12	0,06	0,06	0,13	0,11	0,11	0,09	0,09	0,11	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11
Summa	99,26	100,10	99,48	99,85	99,70	99,75	99,36	100,02	100,25	100,42	100,42	99,95	99,89	100,02
Na+K	9,34	8,06	8,49	8,75	8,62	8,56	8,67	8,35	8,55	8,86	8,38	8,56	7,32	8,1
Na/K	0,96	0,86	0,89	0,88	0,93	1,08	1,06	0,98	0,99	0,96	0,90	0,93	0,77	0,65
al'	0,57	0,53	0,61	0,56	0,60	0,59	0,66	0,53	0,60	0,61	0,57	0,55	0,67	0,55
AG	0,85	0,72	0,71	0,75	0,74	0,75	0,76	0,74	0,74	0,76	0,72	0,74	0,60	0,72

Таблица 2 – Петрохимический состав магматических пород силла

Образец	И20-50	И20-50/2	И20-51/2	И20-51/3	И20-51/4	И20-53	И20-53/2	И20-53/3	И20-54	И20-55	И20-55/2
SiO ₂	65,19	64,69	64,66	65,02	64,91	62,44	62,86	64,48	64,71	63,73	64,15
TiO ₂	0,46	0,41	0,47	0,5	0,52	0,51	0,51	0,51	0,42	0,47	0,57
Al ₂ O ₃	17,72	17,99	17,39	17,18	17,37	16,64	16,7	18,01	17,23	16,41	17,65
Fe ₂ O ₃	3,8	4,16	3,83	3,84	3,74	2,55	3,19	4,04	4,02	3,78	4,01
FeO	0,86	0,39	0,42	0,84	1,07	2,18	1,42	0,66	0,72	1,21	0,56
MnO	0,07	0,07	0,07	0,04	0,07	0,07	0,05	0,07	0,08	0,06	0,08
MgO	0,93	0,91	0,28	0,93	0,91	0,85	0,92	0,8	0,96	0,93	0,03
CaO	0,78	0,6	0,66	0,91	0,88	3,58	2,55	0,63	0,57	2,56	1,35
Na ₂ O	4,66	4,21	6,4	4,56	4,59	4,85	4,66	3,84	4,32	4,89	4,78
K ₂ O	3,44	3,78	3,69	3,62	3,15	3,57	3,4	3,38	3,73	3,55	4,29
H ₂ O ⁻	0,78	0,56	0,42	0,5	0,56	0,46	0,41	0,66	0,68	0,6	0,54
H ₂ O ⁺	1,63	1,81	0,58	1,16	1,7	0,59	1,5	2,03	1,51	0,92	1,33
P ₂ O ₅	0,22	0,21	0,23	0,3	0,23	0,22	0,22	0,17	0,2	0,22	0,18
CO ₂	0	0,08	0,15	0,6	0,17	1,74	1,47	0,26	0,26	0,26	0,17
Li ₂ O	0,0019	0,0025	0,0023	0,0016	0,0017	0,0019	0,0014	0,0018	0,0014	0,0014	0,0017
Rb ₂ O	0,0083	0,0105	0,0136	0,0082	0,008	0,0068	0,0067	0,0063	0,007	0,0074	0,0088
S	0,02	0,01	0,07	0,02	0,01	0	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01
F	0,09	0,07	0,04	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,09	0,11	0,12
Summa	100,66	99,96	99,38	100,14	T	100,37	100,09	99,67	99,53	99,74	99,83
Na+K	8,1	7,99	10,09	8,18	7,74	8,42	8,06	7,22	8,05	8,44	9,07
Na/K	1,35	1,11	1,73	1,26	1,46	1,36	1,37	1,14	1,16	1,38	1,11
al ⁺	1,25	1,36	1,03	1,17	1,23	0,67	0,81	1,47	1,30	0,77	1,01
AG	0,64	0,61	0,83	0,66	0,63	0,71	0,68	0,55	0,65	0,72	0,71

Таблица 3 – Петрохимический состав даек

Образец	И20-2/2	И20-4/2	И20-6	И20-22	И20-22А	И20-23В	И20-15	И20-23А	И20-23/2
SiO ₂	63,29	65,09	64,85	60,89	65,08	65,13	64,87	64,23	63,34
TiO ₂	0,66	0,33	0,56	0,5	0,52	0,51	0,55	0,48	0,55
Al ₂ O ₃	15,23	18,26	17,16	16,12	16,88	16,73	16,73	16,63	16,44
Fe ₂ O ₃	5,32	0,02	3,88	2,98	3,59	3,56	3,18	3,12	3,77
FeO	1,71	2,02	1,27	1,12	0,71	0,84	1,91	2,96	0,83
MnO	0,03	0,01	0,03	0,05	0,06	0,05	0,09	0,07	0,05
MgO	1,74	0,6	0,09	0,03	0	0	1,05	0,34	0
CaO	1,32	1,82	1,25	3,85	1,3	1,33	2,15	0,62	2,75
Na ₂ O	3,45	3,39	3,73	4,83	5,44	5,3	4,42	5,65	5,66
K ₂ O	4,89	7,81	5	5,6	5,73	5,45	3,9	5,05	4,59
H ₂ O ⁻	0,7	0,38	0,8	0,16	0,18	0,18	0,38	0,18	0,32

H ₂ O ⁺	0,67	0,14	0,69	0,64	0,28	0,11	1,29	0,35	0,68
P ₂ O ₅	0,37	0,25	0,17	0,2	0,21	0,21	0,2	0,2	0,21
CO ₂	0,1	0,05	0,12	2,76	0,47	0,8	0	0,58	0,85
Li ₂ O	0,0044	0,0023	0,0013	0,0035	0,0059	0,0057	0,0024	0,0049	0,004
Rb ₂ O	0,0101	0,0185	0,01	0,0099	0,0097	0,01	0,0082	0,009	0,0074
S	0,05	0,01	0	0,02	0,03	0,03	0	0,06	0,02
F	0,08	0,08	0,1	0,11	0,11	0,14	0,09	0,12	0,07
Summa	100	100,29	100,13	99,67	100,38	100,15	100,57	100,41	99,81
Na+K	8,34	11,2	8,73	10,43	11,17	10,75	8,32	10,7	10,25
Na/K	0,71	0,43	0,75	0,86	0,95	0,97	1,13	1,12	1,23
al'	1,49	4,16	3,81	4,52	5,12	4,83	2,62	2,36	4,59
AG	0,72	0,77	0,67	0,87	0,90	0,87	0,65	0,89	0,87

Примечание: $al' = Al / (2Ca + Na + K)$; $AG = (Na_2O + K_2O) / Al_2O_3$

Породы силла по содержанию основных петроокислов [29] относятся к кварцевым монцонитам. Суммарное содержание $(Na_2O + K_2O) < 12$ в них отвечает умеренно щелочным породам 7,22-10,09 %, при преобладании Na_2O 3,84-6,4 % над K_2O 3,15-4,29 % (табл. 2). Породы характеризуются калиево-натриевым типом щелочности $Na_2O/K_2O > 1$ и относятся к умеренно глиноземистой серии $al' = 0,67-1,36$, коэффициент AG 0,65-0,89 (табл. 2). На диаграмме $(Na_2O + K_2O) - SiO_2$, [30], фигуративные точки составов образований силла занимают промежуточное положение между монцонитами и кварцевыми диоритами (рис. 6 а). Соотношение составов $R_1 - R_2$ [31] в них варьирует от субщелочных кварцевых монцонитов до сиеногранитов (рис. 6 б). По соотношению $K_2O - SiO_2$ [32] (рис. 6 в) последние, относятся к высококалевой известково-щелочной серии магматических пород.

Породы даек по химическому составу относятся к кварцевым сиенитам [29]. Суммарное содержание $(Na_2O + K_2O) < 12$ в них отвечает умеренно щелочным породам при преобладании K_2O 3,90-7,81 % над Na_2O 3,39-5,66 %. (табл. 3). Породы по отношению $0,6 < Na_2O/K_2O > 1$ характеризуются калиево-натриевым типом щелочности и относятся к весьма высокоглиноземистой серии $al' = 1,49-5,12$, коэффициент AG 0,67-0,90 (табл. 3). Породы даек на классификационной диаграмме $(Na_2O + K_2O) - SiO_2$ [30] в большей мере локализируются в поле сиенитов, незначительная часть – в монцонитах и кварцевых диоритах (рис. 6 а). Фигуративные точки составов на классификационной диаграмме $R_1 - R_2$ [31] занимают промежуточное положение между субщелочными сиенитами, кварцевыми сиенитами и сиеногранитами (рис. 6 б). По соотношению $K_2O - SiO_2$ [32] в большей мере отвечают породам шошонитовой петрохимической серии магматических пород (рис. 6 в).

Обсуждения

По полевым и петрографическим наблюдениям выявлено, что магматические образования, участвующие в строение Михайловского массива представлены меланократовыми сиенит-порфирами, без видимых различий составов фаз внедрения или фациальных переходов. Наименее измененные породы массива по классификационным данным относятся к кварцевым монцонитам, близким породам как высококалевой известково-щелочной, так и в большей степени к шошонитовой петрохимической сериям. Образования силла также сильно изменены что отражается на петрографическом и петрохимическом составах пород. По значительным вариациям последнего породы силла занимают промежуточную позицию от монцонитов до диоритов, которые относятся только к высококалевой известково-щелочной серии магматических пород. Породы даек по всем показателям относятся к кварцевым сиенитам, отвечающие – образованиям шошонитовой петрохимической серии. Все рассмотренные породы несут в себе

значительное количество ксенолитов вмещающих пород чехла и фундамента, что скорее всего и отражается на разнообразии вариаций петрохимического состава.

Для кварцевых монцонитов массива Михайловский характерен калиевый тип щелочности $Na_2O/K_2O < 1$, тогда как для пород силла характерен калиево-натриевый тип щелочности, для сиенитов даек этот показатель является промежуточным в большей мере отвечающий условиям $Na_2O/K_2O > 1$. Повышение значений глиноземистости от пород массива Михайловский $al' = 0,53-0,61$, к сиенитам даек 1,49-5,12 (породы силла $al' = 0,67-1,36$), при заметном увеличении значений коэффициента AG в этом ряду от AG 0,60-0,85, AG 0,65-0,89 до AG 0,67-0,90, наряду с петрографическими исследованиями, может отражать следующую последовательность внедрения пород: кварцевые монцониты массива Михайловский – кварцевые монцониты силла – сиениты даек. Повышенная калиевоность, отношение к шошонитовой серии пород массива Михайловский, а также тел даек сиенитов указывает на мантийную природу образующих расплавов.

Принадлежность пород массива Михайловский, а также тел даек сиенитов к шошонитовой серии имеет важное металлогеническое значение, так как именно с ней связывают разнообразные типы оруденения: промышленное молибденовое, полиметаллическое, золотополиметаллическое и золотое оруденение, а также проявления мышьяка, сурьмы и других металлов [33 – 38].

Стоит отметить, что в отличие от Центрально-Алданского рудного района, где многочисленные золоторудные месторождений связаны с многостадийным мезозойским магматизмом, в пределах Хохойского рудного узла (Верхне-Амгинский рудный район) ведущим рудоконтролирующим фактором (в образовании золотосульфидного оруденения), является наличие мезозойских однофазовых массивов сиенит-монцонитовой формации [27]. Таким образом, с учетом приведенных фактов, можно выдвинуть предположение о взаимосвязи золоторудной минерализации с процессами магматизма Михайловского массива, что также подтверждается полевыми находками видимого россыпного золота в непосредственной близости от массива. Этот факт требует дальнейшего исследования в этом направлении, как и роль малых тел в рудообразовании Эвотинского района в целом.

Заключение

Таким образом, по результатам проведенных исследований, можно сделать основные выводы:

1. по различным классификационным данным породы Михайловского массива, как и образования силла, сложены кварцевыми монцонитами, малые тела даек – кварцевыми сиенитами.
2. По проведенным исследованиям выдвинута последовательность внедрения магматических пород: от образований массива Михайловский до внедрения тел даек сиенитов, что требует подтверждения дополненными исследованиями абсолютного возраста.
3. Принадлежность пород массива Михайловский, а также тел даек сиенитов к шошонитовой петрохимической серии магматических пород предполагает мантийную природу образующих их расплавов.
4. Находки россыпного золота в непосредственной близости от массива, схожесть с таковыми Верхне-Амгинского рудного района позволяет выдвинуть предположение о потенциальной рудоносности последних.

Благодарности

Работа выполнена в рамках Государственного задания НИР ИГАБМ СО РАН, также в рамках работ по договору с АО «Золото Селигдара».

Литература

1. Формационно-генетические типы гранитоидов / составители: Г.М. Беляев, В.А. Рудник. – Ленинград : Недра. 1978.
2. Проблемы рудно-формационного анализа и металлогении / составитель В.А. Кузнецов. – Новосибирск : Наука. 1988.

3. Орлов, Ю.С. Критерии связи эндогенного оруденения с магматизмом (на примере оловорудных узлов Восточной Якутии) / Ю.С. Орлов, В.А. Трунилина. // Вопросы магматизма и оруденения Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, – 1992. – С. 43–57.
4. Магматизм различных геодинамических обстановок (зона сочленения Верхоянской окраины Сибирского континента и Колымо-Омолонского микроконтинента) / составитель В.А. Трунилина. – Якутск : ЯНЦ СО РАН. 1999.
5. Оловоносные системы Дальнего востока: магматизм и рудогенез / составитель В.Г. Гоневчук. – Владивосток : Дальнаука. 2002.
6. Генезис и флюидный режим формирования рудно-магматической системы Шибановского рудного узла / составитель Ю.А. Степнова. – Владивосток : Дальнаука. 2013.
7. Геохронология мезозойского щелочного магматизма для Тыркандинской и Амгинской тектонических зон (Алданский щит): новые U-Pb и Ag-Ag данные / А.В. Пономарчук, И.Р. Прокопьев, А.Г. Дорошкевич [и др.] // Геосферные исследования. – 2020. – № 4. – С. 6–24
8. Максимов, Е.П. Центральнo-Алданская золото-урановорудная магматогенная система (Алдано-Становой щит, Россия) / Е.П. Максимов, В.И. Уютов, В.М. Никитин // Тихоокеанская геология. – 2010. – № 2 (29). – С. 3–26.
9. Ivanov, A.I. Petrography of the Mesozoic alkaline rocks of the Medvedev massif (South Yakutia, Leglier ore cluster, Aldan-Stanovoy shield) / A.I. Ivanov, M.S. Ivanov, A.I. Zhuravlev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science – 2020. – № 609 (DOI:10.1088/1755-1315/609/1/012003).
10. Иванов, А.И. Петро- и геохимический состав мезозойских магматических пород массива Таежный (Южная Якутия, Алданский щит, Эвотинский золотоносный район) / А.И. Иванов, М.С. Иванов, А.И. Журавлев // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2022. – № 3 (27). – С. 346–362.
11. Золоторудные месторождения Центрального Алдана / В.Г. Ветлужских, В.И. Казанский, А.Я. Кочетков, В.М. Яновский // Геология рудных месторождений. – 2002. – № 6 (44). – С. 467–499.
12. Кочетков, А.Я. Мезозойские золотоносные рудно-магматические системы Центрального Алдана / А.Я. Кочетков // Геология и геофизика. – 2006. – № 7 (47). – С. 850–864.
13. Петрография СССР. Серия I: Региональная петрография. Выпуск 11. Петрография Алдана. Послеюрские интрузии Алданского района / составитель Билибин Ю.А. – Москва-Ленинград : АН СССР. 1941.
14. Избранные труды. Т.1. / составитель Билибин Ю.А. – Москва : АН СССР. 1958
15. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / составители: Парфенов Л.М., Кузьмин М.И. – Москва МАИК “Наука/Интерпериодика”. 2001.
16. Дворник, Г.П. Золоторудные метасоматические формации Центрально-Алданского района / Г.П. Дворник. // Литосфера. 2012. – Т. 2. – С. 90–105.
17. Терехов, А.В. Рудоносность гидротермально-метасоматических образований Эльконского золото-уранового узла (Южная Якутия) : диссертация на соискание ученой степени канд. геол.-мин. наук. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ. 2012.
18. Шатова, Н.В. Рудоносность гидротермально-метасоматических образований Рябиного рудного поля (Южная Якутия) : диссертация. на соискание ученой степени канд. геол.-мин. наук. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ. 2016.
19. Казанский, В.И., Геологическая позиция и история формирования Эльконского урановорудного района (Алданский щит, Россия) / В.И. Казанский, Е.П. Максимов // Геология рудных месторождений. – 2000. – № 3 (42). – С. 212–230.
20. Металлогеническое районирование Центрально-Алданского рудного района Республики Саха (Якутия) / В.Е. Бойцов, А.А. Верчеба, Г.Н. Пилипенко, А.В. Жданов // Известия Высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2010. – № 5. – С. 23–32.
21. Месторождения благородных, радиоактивных и редких металлов / составители: В.Е. Бойцов, Г.Н. Пилипенко, Н.А. Солодов – Москва : НИИ-Природа, 1999.
22. Захаров, Е.Е. О золотоносности мезозойских метасоматитов в кристаллическом фундаменте Центрально-Алданского района / Е.Е. Захаров, В.П. Новиков, Г.Н. Пилипенко // Геология рудных месторождений. – 1969. – № 2. – С. 85–88.
23. Казанский, В.И. Уникальный Центрально-Алданский золотоурановый район (Россия) / В.И. Казанский // Геология рудных месторождений. – 2004. – № 3 (46). – С. 195–2011.
24. Металлогения золота Алданской провинции / Н.В. Попов, М.Н. Шапорина, В.А. Амузинский [и др.] // Геология и геофизика. – 1999. № 5 (40). С. 716–729.

25. Леонтьев, В.И. Самолазовское золоторудное месторождение (Центрально-Алданский рудный район): геологическое строение и особенности оруденения глубоких горизонтов / В.И. Леонтьев, Я.Ю. Бушуев, К.А. Черниговцев // Региональная геология и металлогения. – 2018. – № 75. – С. 90–103
26. Первые данные о U-Pb возрасте и составе циркона из рудоносных сиенитов Горы Рудная (Южная Якутия) / В.Е. Гузев, А.В. Терехов, С.Г. Скублов [и др.] // Тихоокеанская геология. – 2021. – № 6 (40). – С. 85–99.
27. Мезозойские щелочные магматические образования Хохойского рудного поля (Верхнеамгинский район) / А.И. Иванов, Е.Е. Лоскутов, А.И. Журавлев [и др.] // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. – 2019. – № 1 (13) – С. 5–14.
28. Whitney, D.L. Abbreviations for names of rock-forming minerals / D.L. Whitney, B.W. Evans // Am. Mineral. – 2010. – Vol. 95. – № 1. – P. 185–187.
29. Петрографический кодекс России. – С-Петербург: ВСЕГЕИ. 2009.
30. Wilson, M. Review of igneous petrogenesis: a global tectonic approach / M. Wilson // Terra Nov. – 1989. – Vol. 1. – № 2. – P. 218–222.
31. De la Roche, H. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major-element analyses – Its relationships with current nomenclature / H. De la Roche // Chem. Geol. – 1980. – Vol. 29. – № 1–4. – P. 183–210.
32. Whitford, D.J. Spatial variations in the geochemistry of quaternary lavas across the Sunda arc in Java and Bali / D.J. Whitford, I.A. Nicholls, S.R. Taylor // Contrib. to Mineral. Petrol. Springer-Verlag. – 1979. – Vol. 70. – № 3. – P. 341–356.
33. Сасим, С.А. Шошонит-латитовая и трахибазальтовая серии Восточного Забайкалья: изотопно-геохимические особенности и генезис магматических пород Александрово-Заводской впадины : диссертация на соискание ученой степени канд. геол.-мин. наук. Иркутск : ИГХ им. А.П. Виноградова СО РАН. 2014.
34. Петрология золотогенерирующего магматизма / составитель А.И. Гусев. –Москва: Акад. естествознания, 2012
35. Petrogenesis of Post Collisional Magmatism at Scheelite Dome, Yukon, Canada: Evidence for a Lithospheric Mantle Source for Magmas Associated with Intrusion-Related Gold Systems / J.L. Mair, G.L. Farmer, D.I. Groves [etc] // Economic Geology. – 2011. – № 4 (106). – P. 451–480.
36. Степанов, В.А. Бамское золоторудное месторождение (Становой хребет, Россия) / В.А. Степанов // Геология рудных месторождений. – 2001. – № 1 (43). – С. 38–51.
37. Djenshuraeva R. Middle Tien-Shan Backarc magmatic belt and gold deposits / R. Djenshuraeva. // Understanding the genesis of ore deposits to meet the demands of the 21-st Quadrennial IAGOD Symposium. – 2006. – Pp. 147–148.
38. Металлогения шошонитового магматизма: в 2 т. / составитель Соловьев С.Г. –Москва: Науч. Мир, 2014.

References

1. Formacionno-geneticheskie tipy granitoidov / sostaviteli: G.M. Belyaev, V.A. Rudnik. – Leningrad : Nedra. 1978.
2. Problemy rudno-formacionnogo analiza i metallogengii / sostavitel' V.A. Kuznecov. – Novosibirsk : Nauka. 1988.
3. Orlov, YU.S. Kriterii svyazi endogennoho orudeneniya s magmatizmom (na primere olovorudnyh uzlov Vostochnoj Yakutii) / YU.S. Orlov, V.A. Trunilina. // Voprosy magmatizma i orudeneniya Yakutii. Yakutsk: YAF SO AN SSSR, – 1992. –S. 43–57.
4. Magmatizm razlichnyh geodinamicheskikh obstanovok (zona sochleneniya Verhoyanskoj okrainy Sibirskogo kontinenta i Kolymo-Omolonskogo mikrokontinenta) / sostavitel' V.A. Trunilina. – Yakutsk : YANC SO RAN. 1999.
5. Olovonosnye sistemy Dal'nego vostoka: magmatizm i rudogenez / sostavitel' V.G. Gonevchuk. – Vladivostok : Dal'nauka. 2002.
6. Genezis i flyuidnyj rezhim formirovaniya rudno-magmaticheskoy sistemy SHibanovskogo rudnogo uzla / sostavitel' YU.A. Stepnova. – Vladivostok : Dal'nauka. 2013.
7. Geohronologiya mezozojского shchelochного magmatizma dlya Tyrkandinskoj i Amginskoj tektonicheskikh zon (Aldanskij schhit): novye U-Pb i Ar-Ar dannye / A.V. Ponomarchuk, I.R. Prokop'ev, A.G. Doroshkevich [i dr.] // Geosfernye issledovaniya. – 2020. – № 4. – S. 6–24

8. Maksimov, E.P. Central'no-Aldanskaya zoloto-uranovorudnaya magmatogennaya sistema (Aldano-Stanovoj shchit, Rossiya) / E.P. Maksimov, V.I. Uyutov, V.M. Nikitin // Tihookeanskaya geologiya. – 2010. – № 2 (29). – S. 3–26.
9. Ivanov, A.I. Petrography of the Mesozoic alkaline rocks of the Medvedev massif (South Yakutia, Leglier ore cluster, Aldan-Stanovoy shield) / A.I. Ivanov, M.S. Ivanov, A.I. Zhuravlev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science – 2020. – № 609 (DOI:10.1088/1755-1315/609/1/012003).
10. Ivanov, A.I. Petro- i geohimicheskij sostav mezozojskih magmaticheskikh porod massiva Tazhnyj (YUzhnaya YAkutiya, Aldanskij shchit, Evotinskij zolotonosnyj rajon) / A.I. Ivanov, M.S. Ivanov, A.I. Zhuravlev // Prirodnye resursy Arktiki i Subarktiki. – 2022. – № 3 (27). – S. 346–362.
11. Zolotorudnye mestorozhdeniya Central'nogo Aldana / V.G. Vetluzhskih, V.I. Kazanskij, A.YA. Kochetkov, V.M. Yanovskij // Geologiya rudnyh mestorozhdenij. – 2002. – № 6 (44). – S. 467–499.
12. Kochetkov, A.YA. Mezozojskie zolotonosnye rudno-magmaticheskie sistemy Central'nogo Aldana / A.YA. Kochetkov // Geologiya i geofizika. – 2006. – № 7 (47). – S. 850–864.
13. Petrografiya SSSR. Seriya 1: Regional'naya petrografiya. Vypusk 11. Petrografiya Aldana. Posleyurskie intruzii Aldanskogo rajona / sostavitel' Bilibin YU.A. – Moskva-Leningrad : AN SSSR. 1941.
14. Izbrannye trudy. T.1. / sostavitel' Bilibin YU.A. – Moskva : AN SSSR. 1958
15. Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Saha (YAkutiya) / sostaviteli: Parfenov L.M., Kuz'min M.I. – Moskva MAIK “Nauka/Interperiodika”. 2001.
16. Dvornik, G.P. Zolotorudnye metasomatische formacii Central'no-Aldanskogo rajona / G.P. Dvornik. // Litosfera. 2012. – T. 2. – S. 90–105.
17. Terekhov, A.V. Rudonosnost' gidrotermal'no-metasomatcheskikh obrazovanij El'konskogo zoloto-uranovogo uzla (YUzhnaya YAkutiya) : disertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kand. geol.-min. nauk. Sankt-Peterburg: VSEGEI. 2012.
18. SHatova, N.V. Rudonosnost' gidrotermal'no-metasomatcheskikh obrazovanij Ryabinogo rudnogo polya (YUzhnaya YAkutiya) : dissertaciya. na soiskanie uchenoj stepeni kand. geol.-min. nauk. Sankt-Peterburg: VSEGEI. 2016.
19. Kazanskij, V.I., Geologicheskaya poziciya i istoriya formirovaniya El'konskogo uranovorudnogo rajona (Aldanskij shchit, Rossiya) / V.I. Kazanskij, E.P. Maksimov // Geologiya rudnyh mestorozhdenij. – 2000. – № 3 (42). – S. 212–230.
20. Metallogenicheskoe rajonirovanie Central'no-Aldanskogo rudnogo rajona Respubliki Saha (YAkutiya) / V.E. Bojcov, A.A. Vercheba, G.N. Pilipenko, A.V. Zhdanov // Izvestiya Vysshih uchebnyh zavedenij. Geologiya i razvedka. – 2010. – № 5. – S. 23–32.
21. Mestorozhdeniya blagorodnyh, radioaktivnyh i redkih metallov / sostaviteli: V.E. Bojcov, G.N. Pilipenko, N.A. Solodov – Moskva : NIA-Priroda, 1999.
22. Zaharov, E.E. O zolotonosnosti mezozojskih metasomatitov v kristallicheskom fundamente Central'no-Aldanskogo rajona / E.E. Zaharov, V.P. Novikov, G.N. Pilipenko // Geologiya rudnyh mestorozhdenij. – 1969. – № 2. – S. 85–88.
23. Kazanskij, V.I. Unikal'nyj Central'no-Aldanskij zolotouranovyj rajon (Rossiya) / V.I. Kazanskij // Geologiya rudnyh mestorozhdenij. – 2004. – № 3 (46). – S. 195–2011.
24. Metallogeniya zolota Aldanskoj provincii / N.V. Popov, M.N. SHaporina, V.A. Amuzinskij [i dr.] // Geologiya i geofizika. – 1999. № 5 (40). S. 716–729.
25. Leont'ev, V.I. Samolazovskoe zolotorudnoe mestorozhdenie (Central'no-Aldanskij rudnyj rajon): geologicheskoe stroenie i osobennosti orudneniya glubokih gorizontov / V.I. Leont'ev, YA.YU. Bushuev, K.A. CHernigovcev // Regional'naya geologiya i metallogeniya. – 2018. – № 75. – S. 90–103
26. Pervye dannye o U-Pb vozraste i sostave cirkona iz rudonosnyh sienitov Gory Rudnaya (YUzhnaya YAkutiya) / V.E. Guzev, A.V. Terekhov, S.G. Skublov [i dr.] // Tihookeanskaya geologiya. – 2021. – № 6 (40). – S. 85–99.
27. Mezozojskie shchelochnye magmaticheskie obrazovaniya Hohojnskogo rudnogo polya (Verhneamginskij rajon) / A.I. Ivanov, E.E. Loskutov, A.I. Zhuravlev [i dr.] // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya: Nauki o Zemle. – 2019. – № 1 (13) – S. 5–14.
28. Whitney, D.L. Abbreviations for names of rock-forming minerals / D.L. Whitney, B.W. Evans // Am. Mineral. – 2010. – Vol. 95. – № 1. – P. 185–187.
29. Petrograficheskij kodeks Rossii. – S-Peterburg: VSEGEI. 2009.

30. Wilson, M. Review of igneous petrogenesis: a global tectonic approach / M. Wilson // Terra Nov. – 1989. – Vol. 1. – № 2. – P. 218–222.
31. De la Roche, H. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major-element analyses – Its relationships with current nomenclature / H. De la Roche // Chem. Geol. – 1980. – Vol. 29. – № 1–4. – P. 183–210.
32. Whitford, D.J. Spatial variations in the geochemistry of quaternary lavas across the Sunda arc in Java and Bali / D.J. Whitford, I.A. Nicholls, S.R. Taylor // Contrib. to Mineral. Petrol. Springer-Verlag. – 1979. – Vol. 70. – № 3. – P. 341–356.
33. Sasim, S.A. SHoshonit-latitovaya i trahibazal'tovaya serii Vostochnogo Zabajkal'ya: izotopno-geohimicheskie osobennosti i genezis magmaticheskikh porod Aleksandrovo-Zavodskoj vpadiny : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kand. geol.-min. nauk. Irkutsk : IGH im. A.P. Vinogradova SO RAN, 2014.
34. Petrologiya zolotogeneriruyushchego magmatizma / sostavitel' A.I. Gusev. – Moskva: Akad. estestvoznaniya, 2012
35. Petrogenesis of Post Collisional Magmatism at Scheelite Dome, Yukon, Canada: Evidence for a Lithospheric Mantle Source for Magmas Associated with Intrusion-Related Gold Systems / J.L. Mair, G.L. Farmer, D.I. Groves [etc] // Economic Geology. – 2011. – № 4 (106). – P. 451-480.
36. Stepanov, V.A. Bamskoe zolotorudnoe mestorozhdenie (Stanovoj hrebet, Rossiya) / V.A. Stepanov // Geologiya rudnyh mestorozhdenij. – 2001. – № 1 (43). – S. 38-51.
37. Djenshuraeva, R. Middle Tien-Shan Backarc magmatic belt and gold deposits / R. Djenshuraeva. // Understanding the genesis of ore deposits to melt the demands of the 21-st Quadrennial IAGOD Symposium. – 2006. – Pp. 147-148.
38. Metallogeniya shoshonitovogo magmatizma: v 2 t. / sostavitel' Solov'ev S.G. – Moskva: Nauch. Mir, 2014.

Сведения об авторах

ИВАНОВ Алексей Иванович, к.г.-м.н., с.н.с., лаборатории геодинамики и региональной геологии Института Геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

E-mail: Leps_2002@mail.ru

IVANOV Alexey Ivanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Geodynamics and Regional Geology, Institute of Geology of Diamond and Precious Metals SB RAS.

ИВАНОВ Мичил Спартакович, м.н.с., лаборатории геодинамики и региональной геологии Института Геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

E-mail: Ivanov.michil@bk.ru

IVANOV Michil Spartakovich – engineer of the 1st category, Laboratory of Geodynamics and Regional Geology, Institute of Geology of Diamond and Precious Metals SB RAS.

ЛОСКУТОВ Евгений Евгеньевич, к.г.-м.н., н.с., лаборатории металлогении Института Геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

E-mail: brannerit@mail.ru

LOSKUTOV Evgeny Evgenievich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Researcher, Laboratory of Metallogeny, Institute of Geology of Diamond and Precious Metals SB RAS.

ЖУРАВЛЕВ Анатолий Иванович, м.н.с., лаборатории геологический музей Института Геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

E-mail: Ai.zhuravlevgeo@gmail.com

ZHURAVLEV Anatolii Ivanovich – junior researcher, Geological Museum, Institute of Geology of Diamond and Precious Metals SB RAS.

ТИМОФЕЕВ Владимир Федорович, инженер 1 категории, лаборатории геодинамики и региональной геологии Института Геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

E-mail: vf_timofeev@mail.ru

TIMOFEEV Vladimir Fedorovich – engineer of the 1st category, Laboratory of Geodynamics and Regional Geology, Institute of Geology of Diamond and Precious Metals SB RAS.

Н.А. Пуляев, Е.В. Рыжкович

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

E-mail: pna-s-vfu@mail.ru

E-mail: ev.ryzhkovich@s-vfu.ru

ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ СО СЛОЖНЫМ ГЕОЛОГИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. Основной целью проведения поисков рудных месторождений с применением геохимических методов, является получение общей геохимической и металлогенической характеристики исследуемого района и выявление перспективных площадей и потенциально рудных объектов, для постановки детальных работ. Кроме традиционных методов применяемых в процессе геохимических поисков, это может быть достигнуто при применении современных компьютерных технологий и методов моделирования с использованием больших объемов данных, включая ретроспективные, по огромным территориям. В представленной работе авторами показываются результаты прогнозирования потенциально рудоносных объектов на территории Сутамского блока Алдано-Станового щита, которая характеризуется сложным геологическим строением, с применением геохимических данных разных лет и математических методов моделирования.

Создание моделей и их использование, позволяет применять экспериментальные методы исследования к таким объектам, непосредственное изучение которых затруднительно или даже невозможно. В геологии такими объектами являются геохимические поля рассеяния химических элементов (ХЭ), геохимические аномалии и другие образования. Поэтому моделирование в геологии является особым методом и, в настоящее время применяется большей частью только в научных исследованиях. В настоящей работе авторами приводится пример применения методов моделирования для решения практических задач поисковой геохимии на разных её стадиях. Результаты наглядно показывают эффективность применения методов математического моделирования при геохимических поисках. Исследуемая территория разделяется на площади с фоновыми содержаниями химических элементов и площади потенциально рудоносные. Вторые, в свою очередь, расчленяются на участки с аномальными концентрациями ХЭ разной степени контрастности (слабоконтрастные, средней контрастности и высококонтрастные). Таким образом, выполняется геохимическое районирование изучаемой территории. Каждый выделенный участок может быть оценен на возможность выявления в его пределах рудных объектов. Как правило, на построенных прогнозно-геохимических картах, выявленные до начала процесса моделирования геохимического поля, уже выявленные рудные объекты сопровождаются высококонтрастными геохимическими аномалиями. Над рудными телами, залегающими на глубине (иногда на значительной глубине), за счет миграции ХЭ часто выявляются геохимические аномалии средней и низкой контрастности.

Ключевые слова: Геохимические методы поисков, математические методы моделирования, аномалии, поля рассеяния, миграция, обработка геологической информации, интерполяция, алгоритм программ.

N.A. Pulyev, E.V. Ryzhkovich

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

E-mail: pna-s-vfu@mail.ru

E-mail: ev.ryzhkovich@s-vfu.ru

A CASE OF FORECASTING ORE OBJECTS IN THE TERRITORY OF A COMPLEX GEOLOGICAL STRUCTURE USING GEOCHEMICAL DATA AND AUTOMATED SYSTEMS OF COMPLEX INFORMATION PROCESSING

Abstract. The main purpose of prospecting ore deposits using geochemical methods is to obtain a general geochemical and metallogenic characteristics of the area under study and identify promising areas and potentially ore objects for detailed work. In addition to the traditional methods used in the process of geochemical prospecting, this can be achieved with the use of modern computer technologies and modeling methods using large amounts of data, including retrospective, over vast territories. In the presented work, the authors show the results of forecasting potentially ore-bearing objects on the territory of the Sutam block of the Aldan-Stanovy Shield, which is characterized by a complex geological structure, using geochemical data from different years and mathematical modeling methods.

The creation of models and their use makes it possible to apply experimental research methods to such objects, the direct study of which is difficult or even impossible. In geology, such objects are geochemical scattering fields of chemical elements (CE), geochemical anomalies and other formations. Therefore, modeling in geology is a special method and is currently used mostly only in scientific research. In this paper, the authors describe a case of the application of modeling methods to solve practical tasks of prospecting geochemistry at its various stages. The results clearly show the effectiveness of the use of mathematical modeling methods in geochemical prospecting. The study area was divided into areas with background contents of chemical elements and potentially ore-bearing areas. The latter, in turn, were divided into areas with abnormal concentrations of CE of varying degrees of contrast (low contrast, medium contrast and high contrast). Thus, geochemical zoning of the studied territory was performed. Each allocated site can be evaluated for the possibility of identifying ore objects within its limits. As a rule, on the constructed forecast-geochemical maps, identified before the start of the geochemical field modeling process, already identified ore objects are accompanied by high-contrast geochemical anomalies. Geochemical anomalies of medium and low contrast are often detected over ore bodies lying at a depth (sometimes at a considerable depth) due to the migration of CE.

Keywords: geochemical search methods, mathematical modeling methods, anomalies, scattering fields, migration, processing of geological information, interpolation, program algorithm.

Введение

Основной целью проведения поисков рудных месторождений с применением геохимических методов, является получение общей геохимической и металлогенической характеристики исследуемого района и выявление перспективных площадей и потенциально рудных объектов, для постановки детальных работ. Это может быть достигнуто при применении современных компьютерных технологий и методов моделирования с использованием больших объемов данных, включая ретроспективные, по огромным территориям. Создание моделей и их использование, позволяет применять экспериментальные методы исследования к таким объектам, непосредственное изучение которых затруднительно или даже невозможно [1]. В геологии такими объектами являются геохимические поля рассеяния химических элементов (ХЭ), геохимические аномалии и другие образования. Поэтому моделирование в геологии является особым методом и, в настоящее время применяется большей частью только в научных исследованиях. В настоящей работе авторами приводится пример применения методов моделирования для решения практических задач поисковой геохимии на разных её стадиях. Результаты наглядно показывают эффективность применения методов математического моделирования при геохимических поисках. Исследуемая

территория разделяется на площади с фоновыми содержаниями химических элементов и площади потенциально рудоносные. Вторые, в свою очередь, расчленяются на участки с аномальными концентрациями ХЭ разной степени контрастности (слабоконтрастные, средней контрастности и высоконтрастные). Таким образом, выполняется геохимическое районирование изучаемой территории. Каждый выделенный участок может быть оценен на возможность выявления в его пределах рудных объектов. Как правило, на построенных прогнозно-геохимических картах, выявленные до начала процесса моделирования геохимического поля, уже выявленные рудные объекты сопровождаются высоконтрастными геохимическими аномалиями. Над рудными телами, залегающими на глубине (иногда на значительной глубине), за счет миграции ХЭ часто выявляются геохимические аномалии средней и низкой контрастности.

Принципы и технологический процесс создания моделей прогнозных геолого-геохимических карт на базе современной вычислительной техники и эффективных математических методов, реализованных в алгоритмах программных средств обработки геологической информации, сформировались, в основном, к середине 80-х годов XX века, когда нашли широкое применение такие автоматизированные системы (АС) геолого-геохимического прогнозирования как АСОД-Прогноз, СКИД, COSCAD, РЕГИОН, LEADER, Система динамического прогнозирования (СДП) и др. На базе разработанных современных технологий и вычислительной техники, с середины 90-х годов, для целей прогнозной оценки территорий по геохимическим данным, стали применяться АС, сочетающие в себе элементы прогнозирующих, обучающих и экспертных систем и решающих широкий спектр геолого-геохимических задач, начиная от анализа достоверности первичной информации, предварительной её статистической обработки и, заканчивая, количественной оценкой территорий, с графическим отображением результатов прогноза в многовариантном исполнении. Представление на картах геохимических полей естественных ассоциаций – в виде совокупностей ХЭ, определяющих их геохимическую специализацию, является одной из основных задач построения эмпирических моделей [2]. Эмпирический материал наблюдений над полями распределения содержания каждого ХЭ, представляет собой результаты анализов геохимических проб, в том числе и ретроспективных.

Обоснование выбора метода исследования

С применением автоматизированных систем GEOSCAN, GEORUN, АСОИ-МП и созданной БД площадного геохимического опробования территории Сутамского блока, находящегося на юге Алдано-Станового щита, авторами сконструировано несколько вариантов моделей прогнозных геохимических карт. Выбор этих автоматизированных систем был обусловлен надежностью и доступностью уникальных алгоритмов моделирования, реализованных в их программах, которые получили широкое применение в геологических научных и производственных организациях России и странах СНГ. Они достаточно технологичны, а получаемые результаты не противоречат основным положениям геологического картирования.

Одной из основных задач при моделировании геохимических полей с применением математических методов при геохимических поисках, является установление такой интегральной функции от координат, которая бы наиболее контрастно изменялась по мере приближения к рудному объекту [1]. Примерами карт таких функций могут служить, широко применяемые в практике геохимических работ, карты мультипликативных или аддитивных показателей, различных комплексных геохимических показателей, карты главных компонент или факторов и др. При построении этих карт, все преобразования проводятся в признаковом пространстве (в пространстве химических элементов) и, лишь на завершающем этапе, строятся карты результирующих показателей.

Методы и результаты моделирования геохимических полей

Для того, чтобы построенные разными методами модели карт были сопоставимы, в АС были введены базовые параметры для интерполяции: граничные значения координат (минимальные и максимальные значения координат X и Y), размеры окна интерполяции, рассчитанное по

осям Декартовой системы координат количество узлов регулярной сети, общее количество узлов, список из 19 ХЭ, содержания которых участвуют в расчетах. Анализ моделей карт аномальных геохимических полей, построенных с применением разных математических методов (метод расчета функции SCAN, классический метод сеток, метод классов-ассоциаций, метод локальной аппроксимации) показал их хорошую сопоставимость. Ниже, на примере одного из перспективных участков Сутамского блока со сложным геологическим строением (рис. 1), расположенного в междуречье Сутам – Верхняя Джелинда, приводится результат моделирования прогнозно-геохимической карты (фрагмент) с применением AC GEOSCAN на основе структурно-формационной карты масштаба 1:200 000 [5].

В основу алгоритмов программ системы GEOSCAN положены представления о пространственном поведении многомерных функций от координат, характеризующих структуру геохимического поля [2, 4]. Эта система позволяет производить расчленение и корреляцию геохимических образований, а также объективно подходить к выбору первоочередных площадей для постановки детальных геологических исследований. Эффективность системы определяется согласованными процедурами математической обработки данных и картографической визуализацией результатов, с содержательным анализом многомерной структуры геохимического поля в поисковых целях при геолого-съемочных работах. Результаты такого анализа ориентированы на изучение поведения пространственных концентрационных функций от координат и, при интерпретации результатов, не требуют от пользователя специальной подготовки по математике.

Уникальные алгоритмы программ системы позволили выявить на исследуемой территории области с фоновыми значениями ХЭ, переходные области (зоны рассеянной минерализации – ЗРМ) и участки с повышенными содержаниями отдельных групп ХЭ, то есть аномалии. К аномальной области отнесены участки, в которых функция SCAN имеет высокие значения и отмечается ураганное содержание золота и повышенные содержания свинца, ванадия, кобальта, цинка, хрома, олова, никеля, фосфора. В результате произведенного районирования территории, фоновая, переходная и аномальная области разделены на 8 геохимических типов. Они, в свою очередь, разбиты на две группы. Для обеих групп по всем ХЭ рассчитаны нормирующие значения параметров многомерного геохимического фона – фоновые значения ХЭ.

Выделение комплексных геохимических аномалий, а также установление некоторых критериев их оценки, часто зависит от корректного определения параметров многомерного геохимического фона геологических образований (КК в пределах 0,8-1,2). Обычно эти определения проводятся для каждого элемента отдельно, по специально сформированным выборкам, либо вероятностно-статистическими методами. Некорректное определение параметров многомерного фона приводит либо к пропуску слабоконтрастных полиэлементных аномалий, либо – к увеличению числа аномалий нерудогенной природы, связанных с принципиальной статистической неоднородностью исходных данных [3].

Для определения параметров многомерного фона, введено понятие «минимального вектора», компоненты которого служат в дальнейшем начальными нормирующими коэффициентами, соответствующих ХЭ [4]. В результате проведенной автоматической классификации и её интерпретации, авторами выделены геохимические типы областей распределения содержаний ХЭ. Они разделены на фоновые, переходные и аномальные. Для каждой области рассчитаны основные статистические характеристики и построены дендрограммы, отражающие граф связей между ХЭ и служащие в качестве первой характеристики геохимических ассоциаций ХЭ. В ореолах зон рассеянной минерализации часто содержится большое количество ХЭ, концентрации которых превышают фоновые значения, иногда в несколько раз, хотя пространственное распределение их не координировано [4]. Собственно же аномалии рудогенной природы отображаются, как правило, набором типоморфных элементов меньшего спектра. Поэтому для соответствующих аномальных областей, определены типоморфные элементы ($КК > 1$), а также элементы индифферентные ($КК \approx 1$).

Для каждого типа вычислены значения функции SCAN, присвоен символ, который отображается на карте, определено количество узлов регулярной сети, сформирован ранжированный ряд ХЭ, характеризующий специализацию выделенных геохимических типов. Ранжировка ХЭ в каждом типе выделенных областей произведена по вычисленным значениям КК. Анализ характеристик типов позволяет определить их геохимическую специализацию.

Типы 1 и 2 отнесены к фоновой области. Концентрации ХЭ в фоновых областях в целом мало отличаются от кларковых значений. Однако, относительно рассчитанных концентраций «минимального вектора», выделяются достаточно различимые типы фоновых векторов, характеризующие локальные области изучаемой территории. Кроме того, выделенные фоновые области относительно минимального вектора (первого нормирующего множителя), формально могут быть охарактеризованы как геохимически специализированные, что определяется положением первых элементов в ранжированном ряду относительно минимального вектора. Тип 1, со значением функции SCAN равной 1,7, характеризуется относительно небольшими содержаниями фосфора (КК=1,25), цинка (КК=1,18), марганца (КК=1,14). Содержание хрома ниже фоновое (КК=0,83). Концентрации остальных 12 элементов в пределах фоновых значений. Для типа 2 характерны довольно высокие концентрации хрома, превышающие фон более чем в 2 раза (КК=2,24). Чуть выше фоновых значений имеют олово (КК=1,36), никель и цинк (КК=1,19), марганец (КК=1,18). Тип 2 формально можно считать специализированным на хром, олово, цинк, никель, марганец, т.е. концентрации этих ХЭ превышают их концентрации в «минимальном векторе».

При определении специализации фоновой области, важным моментом является выявление геохимической схожести их типов в переходных и аномальных областях, при условии их пространственной сопряженности. Анализируя граф связей (рис. 2) авторы выделили группы гео-

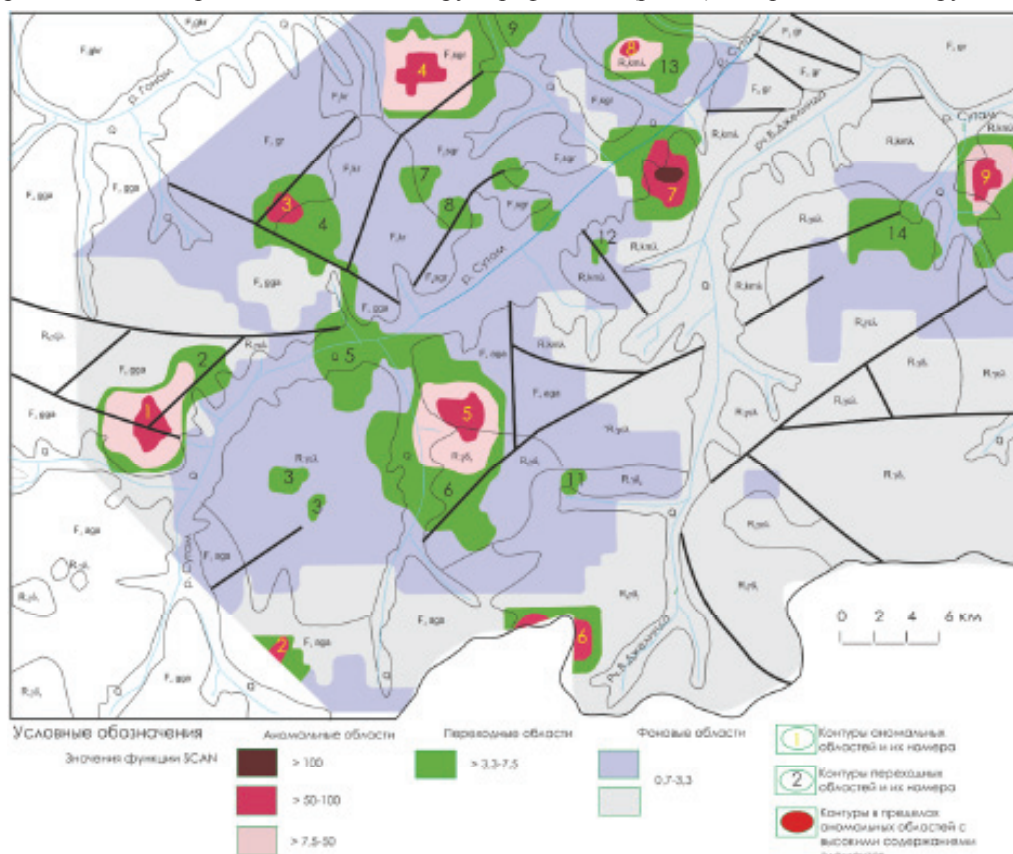


Рис. 1. Прогнозно-геохимическая карта, построенная по вычисленным значениям функции SCAN

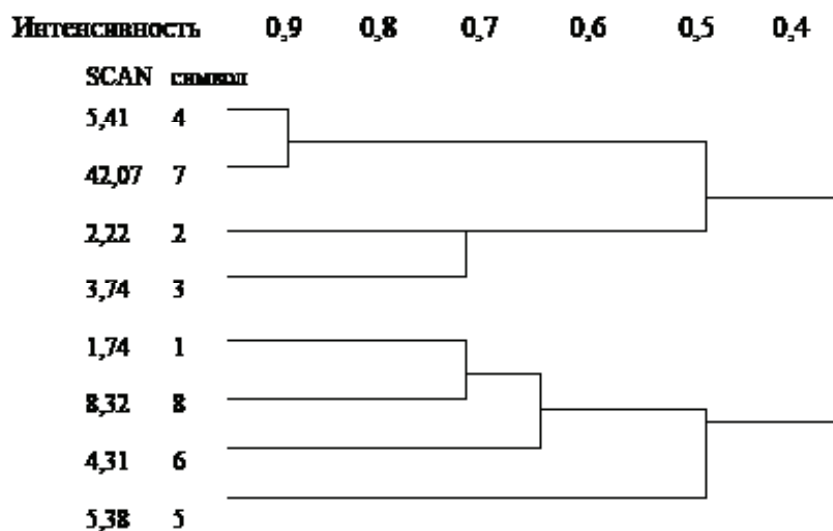
Fig. 1. Predictive-geochemical map based on the calculated values of the SCAN function

химически близкие (положением ХЭ в векторах), но различающихся количественно эволюционных рядов: фоновая область – переходная область – аномалия. Из дендрограммы видно, что типы 1, 6 и 8 по элементарному составу и ранжировке близки. Тип 1 относится к фоновой области и характеризуется следующим набором элементов: фосфор (КК=1,3), цинк (КК=1,2), марганец, свинец, никель, медь, золото, кобальт (КК=1,1). Для типа 6 переходной области определяется ассоциация: фосфор (КК=3,1), кобальт (КК=2,5), золото (КК=1,7), цинк, медь (КК=1,4), бор (КК=1,5), никель (КК=1,1). Тип 8 аномальной области характеризуется ассоциацией: кобальт (КК=10,7), цинк (КК=2,2), фосфор (КК=2,0), никель (КК=1,7), свинец (КК=1,5), марганец (КК=1,4), бор, медь (КК=1,2). Тип 3 характеризуется высокими содержаниями хрома (КК=3,8), олова (КК=2,0), золота (КК=1,7) и повышенными марганца (КК=1,5), свинца (КК=1,4), цинка (КК=1,4), галлия (КК=1,36), титана (КК=1,33), никеля (КК=1,32), молибдена (КК=1,31), меди (КК=1,25). Содержания кобальта, ванадия и бора в пределах фоновых значений. Отмечаются пониженное содержание серебра (КК=0,81).

На прогнозно-геохимической карте (рис. 1) пространственная сопряженность типов 1, 6, 8 наблюдается в районе аномалий 1, 3, 7, 8 и 9. К переходной области – зоне рассеянной минерализации (ЗРМ), относятся типы 3, 4, 5, 6, соответственно имеющие значение функции SCAN 3,7; 5,4; 5,4; 4,3.

Тип 4 отличается высокими содержаниями золота (КК=4,7), превышающими фоновое более чем в 4 раза, ванадия (КК=2,2), хрома (КК=1,6) и повышенными цинка (КК=1,4), олова (КК=1,2), свинца (КК=1,1). Отмечаются низкие значения серебра (КК=0,76) и марганца (КК=0,75). Для типа 5 отмечаются высокие содержания таких элементов, как свинец (КК=6,6), марганец (КК=3,9), цинк (КК=3,5), олово (КК=2,6), титан (КК=2,0), медь (КК=1,9), фосфор (КК=1,7), кобальт (КК=1,5), никель и молибден (КК=1,46), ванадий (КК=1,36), галлий (КК=1,23), бор (КК=1,22). В типе 6 высокие значения содержаний имеют фосфор (КК=3,05), кобальт (КК=2,45), золото (КК=1,71) и повышенные – цинк (КК=1,42), медь (КК=1,38), бор (КК=1,28). Для типа 6 характерны низкие содержания целого ряда элементов, таких как: титан (КК=0,87), свинец (КК=0,87), ванадий (КК=0,74), хром (КК=0,66), молибден (КК=0,6). К аномальной области отнесены типы 7 и 8, для которых значения функций SCAN соответственно равны 42,1 и 8,3. В типе 7 отмечается ураганное содержание золота (КК=24,33) и повышенные содержания свинца (КК=1,5), ванадия (КК=1,4), цинка (КК=1,36), хрома (КК=1,27), олова (КК=1,24), никеля (КК=1,19), фосфора (КК=1,18). Тип 8 характеризуется высокими содержаниями кобальта (КК=10,71), цинка (КК=2,17), фосфора (КК=2,0), никеля (КК=1,67), повышенными содержаниями свинца (КК=1,5), марганца (КК=1,33), бора (КК=1,25), меди (КК=1,15) и низкими значениями содержаний хрома (КК=0,43).

На построенной дендрограмме, отражающей соотношения продуктов геохимической дифференциации (типов) в структуре геохимического поля (рис. 2), хорошо видны соотношения выделенных типов. Мерой близости служат значения функции SCAN. Анализ этой дендрограммы показывает, что по элементному составу наиболее близки тип 4 переходной области и тип 7 аномальной области. Коэффициент множественной корреляции между ними равен 0,85. Тип 2 фоновой области и тип 3 переходной области коррелируют на уровне 0,7. Такой же силы связь проявляют типы 1 и 8. На уровне 0,65 с ними коррелирует тип 6, а на уровне 0,5 тип 5 переходной области.



- 4 – 4,7 (Au), 2,2 (V), 1,6 (Cr), 1,4 (Zn), 1,2 (Sn), 1,1 (Pb,Ni,Cu), 1,0 (Mo,Ga,B).
7 – 24,3 (Au), 1,5 (Pb), 1,4 ((V,Zn), 1,3 (Cr), 1,2 (Sn,Ni,P), 1,1 (B,Cu,Mn).
2 – 2,22 (Cr), 1,4 (Sn), 1,2 (Zn,Ni,Mn,P), 1,1 (Ga,Pb,Mo,Cu,Au)
3 – 3,8 (Cr), 2,0 (Sn), 1,7 (Au), 1,5 (Mn), 1,4 (Pb,Zn,Ga), 1,3 (Ti,Ni,Mo,P)
1 – 1,3 (P), 1,2 (Zn), 1,1(Mn,Pb,Ni,Cu,Au,Co), 1,0 (B,V,Ga).
8 – 10,7 (Co), 2,2 (Zn), 2,0 (P), 1,7 (Ni), 1,5 (Pb), 1,4 (Mn), 1,2 (B,Cu).
6 – 3,1 (P), 2,5 (Co), 1,7 (Au), 1,4 (Zn,Cu), 1,3 (B), 1,1 (Ni).
5 – 6,6 (Pb), 3,9 (Mn), 3,5 (Zn), 2,6 (Sn), 2,0 (Ti), 1,9 (Cu), 1,7 (P), 1,5 (Co,Mo,Ni), 1,4 (V).

Рис. 2. Граф связей соотношения продуктов геохимической дифференциации в структуре геохимического поля

Fig. 2. Relationship graph of the ratio of products of geochemical differentiation in the structure of the geochemical field

Для каждого выделенного типа рассчитаны статистические параметры химических элементов (минимальные, максимальные и средние значения содержаний, стандартное отклонение, коэффициент вариации, а для аномальных областей, кроме того, рассчитаны коэффициенты концентрации и минерализации), указывается число проб, попавшее в контур области на карте. построена дендрограмма, отражающая характер связей элементов в аномалии.

Поля развития областей многомерного фона (фоновых областей), на построенной карте, в большинстве своем, приурочены к зонам развития гранитоидных образований, либо к древним образованиям, удаленным от молодых интрузий. Аномальные области в основном приурочены к местам развития метаморфизованных пород фундамента и мезозойских магматических образований. Переходные области тяготеют к зонам, где проявились такие процессы, как диафторез и наложенный регионально-контактный метаморфизм.

Всего на карте выделено 9 довольно больших по размерам аномалий (рис. 1), которые можно разделить на аномалии, связанные с уже известными месторождениями и рудопроявлениями (3, 4, 5, 9) и на аномалии с еще не установленной природой (1, 6, 7, 9). Последние, локализуясь в зонах благоприятных для образования руд, явно требуют заверки.

Наиболее контрастные аномалии, приуроченные к известным рудным образованиям, тяготеют к областям развития незавершенных сдвиговых деформаций, в которых, как утверждают разные авторы (Коган и др. 1990), складываются наиболее благоприятные структурные условия образования рудных тел. К таковым можно отнести аномалии 5 и 9.

Проведенная корреляция между 9 аномалиями по совокупности ХЭ показала, что наиболее близки по своим характеристикам аномалии 1 и 2 (коэффициент корреляции 0,85) для них характерна ассоциация ХЭ: ванадий, никель, кобальт, медь, цинк, свинец. По совокупности ХЭ к ним близка аномалия 9, коррелирующая с аномалиями 1 и 2 на уровне 0,75. Аномалии 5 и 6 коррелируют друг с другом на уровне 0,8. Это комплексные аномалии и характеризуются они такими ассоциациями ХЭ как: медь, свинец, никель, бор, марганец, кобальт, титан, олово, хром, молибден, ванадий, серебро, галлий. Другую группу образуют аномалии 4 и 8, коррелирующие друг с другом на уровне 0,8. Общим для них является ассоциация ХЭ: медь, олово, галлий, молибден, свинец, ванадий, хром, никель, титан, марганец, серебро. Аномалии 3 и 7 обособляются и характеризуются своим специфическим набором элементов.

Обратясь к прогнозно-геохимической карте (рис. 1), на которой изображены контуры всех выявленных аномалий, видим, что коррелирующие аномалии локализуются сравнительно недалеко друг от друга и приурочены, как правило, к участкам развития однотипных структурно-вещественных комплексов (СВК).

Заключение

Наиболее контрастные аномалии 1, 3, 4, 5., расположенные над известными рудными объектами, тяготеют к областям развития незавершенных сдвиговых деформаций, в которых, вероятно, складывались наиболее благоприятные структурные условия образования рудных тел. К таким аномалиям можно отнести аномалии 5 и 9.

Учитывая тот факт, что ряд выявленных аномалий пространственно сопряжены с уже известными рудными образованиями на исследованной территории, то, с точки зрения прогноза, представляют определенный интерес и другие аномалии с ассоциациями ХЭ близкими типоморфным. Места их локализации следует относить к перспективным и на них целесообразно ставить детальные поисковые работы. Математические методы, реализованные в программах системы GEORUN, позволили корректно выделить, все разнородные по набору ХЭ и природе, области (фоновые, переходные и аномальные). Определили качественные и рассчитали количественные их характеристики, а также дифференцировали фоновые области геохимического поля. На построенной модели прогнозно-геохимической карты отражена единая структура геохимического поля, а аномалии сопоставлены по коэффициентам концентраций соответствующих аномальных ХЭ. Таким образом, полученная результирующая карта может представлять собой альтернативную модель геохимической основы при построении прогнозной геохимической карты.

Литература

1. Верховская, Л.А., Сорокина, Е.П. Математическое моделирование геохимического поля в поисковых целях. – М.: Недра, 1981. – 186 с.
2. Каждан, А.Б., Мессерман, И.З., Лаврова Т.Ю. Методические рекомендации по сбору и компьютерной обработке геологической, геохимической и геофизической информации с целью выявления рудных зон, полей и месторождений при многоцелевом геохимическом картировании различных масштабов. – М.: ИМГРЭ, 1995. – 192 с.
3. Китаев, Н.А. Многомерный анализ геохимических полей. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отделение, 1990. – 120 с.
4. Коган, Б.С., Гинзбург, А.Н. и др. Исследование пространственных структур геохимического поля в поисковых целях. // Сов. Геология. 1988.- № 6, – С. 11-17.
5. Пуляев, Н.А. Опыт создания моделей карт перспективных геохимических аномалий // Вопросы геологии Якутии. – Якутск: ЯГУ, 2001. – С. 116-123.

References

1. Verhovskaya, L.A., Sorokina E.P. Matematicheskoe modelirovanie geohimicheskogo polya v poiskovyh celyah. – M.: Nedra, 1981. – 186 c.
2. Kazhdan, A.B., Messerman I.Z., Lavrova T.YU. Metodicheskie rekomendacii po sboru i komp'yuternoj obrabotke geologicheskoy, geohimicheskoy i geofizicheskoy informacii s cel'yu vyyavleniya rudnyh zon, polej i mestorozhdenij pri mnogocелеvom geohimicheskom kartirovanii razlichnyh masshtabov. – M.: ImGRE, 1995. – 192 c.
3. Kitae, N.A. Mnogomernyj analiz geohimicheskikh polej – Novosibirsk: Nauka, Sib. Otdelenie, 1990. – 120 c.
4. Kogan, B.S., Ginzburg, A.N. i dr. Issledovanie prostranstvennyh struktur geohimicheskogo polya v poiskovyh celyah. // Sov. Geologiya. 1988.- № 6 – S. 11-17.
5. Pulyaev, N.A. Opyt sozdaniya modelej kart perspektivnyh geohimicheskikh anomalij // Voprosy geologii YAkutii. – YAkutsk: YAGU, 2001. – S. 116-123.

Сведения об авторах

ПУЛЯЕВ Николай Анатольевич – к.г.-м.н., доцент кафедры прикладной геологии ГРФ СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: pna-s-vfu@mail.ru

PULYEV Nikolay Anatolievich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences Associate Professor, Department of Applied Geology, Faculty of Geology and Survey, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

РЫЖКОВИЧ Екатерина Владимировна – ст.преп. кафедры прикладной геологии ГРФ СВФУ им. М.К. Аммосова.

Email: ev.ryzhkovich@s-vfu.ru

RYZHKOVICH Ekaterina Vladimirovna – Senior Lecturer, Department of Applied Geology, Faculty of Geology and Survey, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

УДК 553.98:551.736(571.56-15)
DOI 10.25587/SVFU.2022.28.4.005

А.И. Сивцев¹, Д.М. Петров², А.Р. Александров^{1,2}

¹Северо-Восточный Федеральный Университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

² ФИЦ «ЯНЦ СО РАН», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения

Российской академии наук, г. Якутск, Россия

E-mail: maraday@yandex.ru

E-mail: qanala@mail.ru

E-mail: sutuka1956@mail.ru

ЮЖНАЯ ЧАСТЬ АЛДАНО-МАЙСКОГО ПРОГИБА ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ОБЪЕКТ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ

Аннотация. В статье затрагивается проблема повышения эффективности геологических работ направленных на опосредованное месторождения нефти и газа на слабоизученных территориях. Дана краткая информация о крайне низкой степени геолого-геофизической изученности Алдано-Майского прогиба одного из наиболее перспективных территорий на юго-восточной окраине Сибирской платформы. Отмечена обильная нефтенасыщенность рифейских отложений Алдано-Майского прогиба не имеющая аналогов среди других зон сочленений платформенной структуры со складчатым поясом по всему периметру Сибирской платформы. Построена структурная карта Алдано-Майского прогиба по подошве малгинской свиты среднего рифея – основного проектного объекта нефтегазопроисхождения региона. Отмечается целесообразность сосредоточения первоочередных поисковых работ на южной части прогиба, где по периферийной вскрытой части зафиксировано максимальное количество нефте- и битумопроявлений приуроченных малгинской свите и была получена жидко-капельная нефть в керне Лахандинской скважины.

Подробно изложена геологическая позиция и характеристика нефтегазопроявлений, полученных в ходе разведочных работ на рудные полезные ископаемые в непосредственной близости от Ингилийского выступа фундамента. Сформулировано предположение, о глубинном генезисе установленного нефтегазопроявления обусловленное процессами обширной латеральной миграции углеводородных флюидов по зонам субгоризонтального расположения трещиноватости. Наличие жидкой нефти в приповерхностной зоне терригенно-карбонатного комплекса свидетельствует о достаточно благоприятных условиях консервации этих проницаемых приповерхностных зон и больших перспективах нефтегазоносности более глубоких горизонтов Алдано-Майского прогиба.

Сделан вывод, что открытие месторождения нефти и газа на южной части Алдано-Майского прогиба позволит сформировать методический подход к познанию особенностей нефтегазоносности обширной высокоперспективной территории Сибирской платформы.

Ключевые слова: Сибирская платформа, Алдано-Майский прогиб, рифейские отложения, малгинская свита, Лахандинская скважина, Ингилийский выступ, трещиноватость, нефтепроявления, миграция углеводородов, перспективы нефтегазоносности.

A.I. Sivtsev¹, D.M. Petrov², A.R. Aleksandrov^{1,2}

¹M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

² Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

E-mail: maraday@yandex.ru

E-mail: qanala@mail.ru

E-mail: sutuka1956@mail.ru

THE SOUTHERN PART OF THE ALDAN-MAYA DEPRESSION AS A PRIORITY FOR OIL AND GAS EXPLORATION

Abstract. The article touches upon the problem of increasing the efficiency of geological and exploration works aimed at prospecting for oil and gas deposits on poorly explored territories. It provides brief information

on the extremely low degree of geological and geophysical exploration of the Aldan-Maya depression, one of the most promising territories on the southeastern edge of the Siberian platform. The abundant naphthide saturation of the Riphean deposits of the Aldan-Maya depression has been noted, which has no analogues among other zones of junctions of the platform structure with the folded belt along the whole perimeter of the Siberian platform. A structural map of the Aldan-Maya depression was built along the sole of the Malga Formation of the Middle Ripheus – the main design object of oil and gas exploration works in the region. It is noted that it is advisable to concentrate primary prospecting work on the southern part of the depression, where the maximum number of oil and bitumen shows associated with the Malginsky Formation was recorded in the peripheral part and liquid-drop oil was obtained in the core of the Lakhanda well.

The geological position and characteristics of oil and gas shows obtained in the course of exploration for ore minerals in the immediate vicinity of the Ingiliya ledge of the basement are described in detail. The assumption about the deep genesis of the oil and gas show is formulated due to the processes of extensive lateral migration of hydrocarbon fluids through the zones of subhorizontal fracture location. Preservation of liquid bitumen in the near-surface zone of terrigenous-carbonate complex indicates quite favorable conditions of preservation of these permeable near-surface zones and great prospects of oil and gas potential of deeper horizons of the Aldan-Maya depression.

It is concluded that the discovery of oil and gas field in the southern part of the Aldan- Maya depression will allow forming a methodological approach to the knowledge of the features of oil and gas potential of the vast highly promising territory of the Siberian platform.

Keywords: Siberian platform, Aldan-Maya depression, Riphean deposits, Malginsky Formation, Lakhandinskiy well, Ingilinskiy ledge, fracturing, oil shows, hydrocarbon migration, oil and gas prospects.

Введение

Перспективный на обнаружение месторождений нефти и газа АМП охватывает территории Республики Саха (Якутия) и Хабаровского края. В тектоническом плане АМП на севере граничит с широтной ветвью Предверхоянского прогиба, на западе и юго-западе он сопряжен с Алданской антеклизой, на востоке ограничен Нелькано-Кыллахской надвиговой зоной Южно-Верхоянского складчатого пояса.

Несмотря на продолжительный период исследований геолого-геофизическая изученность АМП остается на крайне низком уровне. Общий суммарный объем сейсморазведочных работ в пределах АМП составляет всего 5509,3 пог. км, или 90 м сеймопрофилей на квадратный километр площади. Данная величина плотности сейсморазведочных профилей соответствует минимальной региональной изученности территории. Представления об осадочном чехле АМП получены в естественных обнажениях преимущественно вдоль складчатого крыла и в единичных скважинах: Усть-Майская-366, Мокуйская-1, Лахандинская-1, Хочомская-1 и Джебарики-Хаинская.

В пределах АМП последняя скважина пробурена в 2014 году в непосредственной близости от Кыллахского поднятия. Параметрическая скважина № 366 вскрыла преимущественно осадочные отложения верхнего протерозоя и нижнего палеозоя. К сожалению, из-за недостаточной подготовленности сейсморазведкой структуры скважина № 366 не достигла проектной малгинской свиты среднего рифея – основного перспективного объекта АМП. Предыдущая Мокуйская параметрическая скважина № 1 была пробурена в 1982 году.

Таким образом, за многолетний период изучения региона при наличии прямых и косвенных признаков нефтегазоносности до настоящего времени на территории АМП еще не открыто месторождения нефти и газа. В условиях сокращения объемов финансирования региональных геологоразведочных работ за счет федерального бюджета следующее параметрическое бурение на территории АМП в среднесрочной перспективе не предвидится.

Определенный прогресс в изучении геологического строения АМП ожидается в связи с приобретением в 2021 году «Майского» лицензионного участка ПАО «ЯТЭК».

Постановка проблемы

Согласно имеющимся геолого-геофизическим данным и результатам редкого глубокого бурения осадочный чехол АМП сложен терригенно-карбонатными образованиями верхнего протерозоя и нижнего палеозоя с мощностью до 7000-8000 м. Незначительные по толщине терригенные осадки укугутской свиты нижней юры залегают со стратиграфическим несогласием по отложениям кембрия и венда. В тектоническом плане АМП представляет собой резко погружающуюся моноклиналь в сторону Нелькано-Кыллахских надвигов.

Обильная нафтидонасыщенность осадочного чехла АМП выгодно отличает его среди других осадочных бассейнов Сибирской платформы аналогичного строения (Байкало-Патомский складчатый пояс, Таймырская зона, Западно-Верхоянский складчатый пояс). Здесь зафиксированы различные нафтидопроявления – от сингенетичной фоновой битуминозности до эпигенетической капельножидких нефтей, вязких и твердых природных битумов [1].

По всей видимости, это обусловлено комплексом факторов, главным из которых представляется высокая биопродуктивность рифейских бассейнов морской седиментации, в которых происходило обильное захоронение органического вещества (ОВ) сапропелевого типа.

С малгинской свитой связывают Майский очаг нефтегазогенерации, который наиболее обогащен ОВ среди рифейских отложений Сибирской платформы. По оценке Т.К. Баженовой с соавторами, в Майском очаге суммарные масштабы эмиграции жидких УВ составляли 204,6 млрд т, а газообразных – 73,5 трлн м^3 [2].

В условиях слабой изученности скоростных характеристик разреза и наличия достаточно мощного осадочного чехла АМП первоочередные поисковые работы целесообразно сосредоточить в южной части территории. Именно здесь зафиксировано максимальное количество нефте- и битумопроявлений и перспективные комплексы отложений залегают на относительно небольших глубинах (рис. 1).

Прямые признаки нефтегазоносности

Рассмотрим прямые и косвенные признаки нефтегазоносности южной части АМП. Первое знаковое нефтепроявление в южной части АМП было зафиксировано в Лахандинской скважине № 1 пробуренной 1939 г. Здесь нефтепроявления (жидкая нефть в керне) были установлены в отложениях малгинской и ципандинской свитах среднего рифея [3]. По результатам геохимических исследований в сапропелевых разностях малгинской свиты содержания Сорг варьируют от 5 до 13 %, мергелях и известняках – до 5 %. Уровень катагенетического преобразования пород по южной периферии и в центральной части впадины соответствует термодинамическим условиям главной фазы нефтегазообразования – МК₂ [4].

Кроме того, большое количество битумопроявлений изучено в естественных обнажениях по реке Мая на участке около 50 км, выше устья р. Юдома на протяжении более сотни километров [5].

В последнее время убедительные прямые признаки нефтегазоносности южной части АМП получены в непосредственной близости от Ингилийского выступа фундамента.

В ходе проведения поисковых работ на выявление циркониевого оруденения на среднем течении реки Ингили (Хабаровский край) при буровых работах были зафиксированы газопроявления (скв. 1, 2 и 3), а в скважине 3 в интервале глубин 42-43 м находилась жидкая нефть в терригенно-карбонатных отложениях венда [6].

При проведении литогеохимических опробований данного участка недр отмечался резкий запах, обусловленный, по всей видимости, продуктами разложения сернистых дериватов нефти. Здесь же, в болотистых местах и озерцах геологами наблюдались многочисленные радужные плёнки неясного происхождения. В устьях скважин при вскрытии разреза наблюдалось интенсивное газовыделение с резким неприятным запахом.

На поверхности керна скважины 3 зафиксированы выпоты масляной жидкости с резким запахом нефтепродуктов. По всему вскрытому разрезу породы трещиноваты. Частично трещины

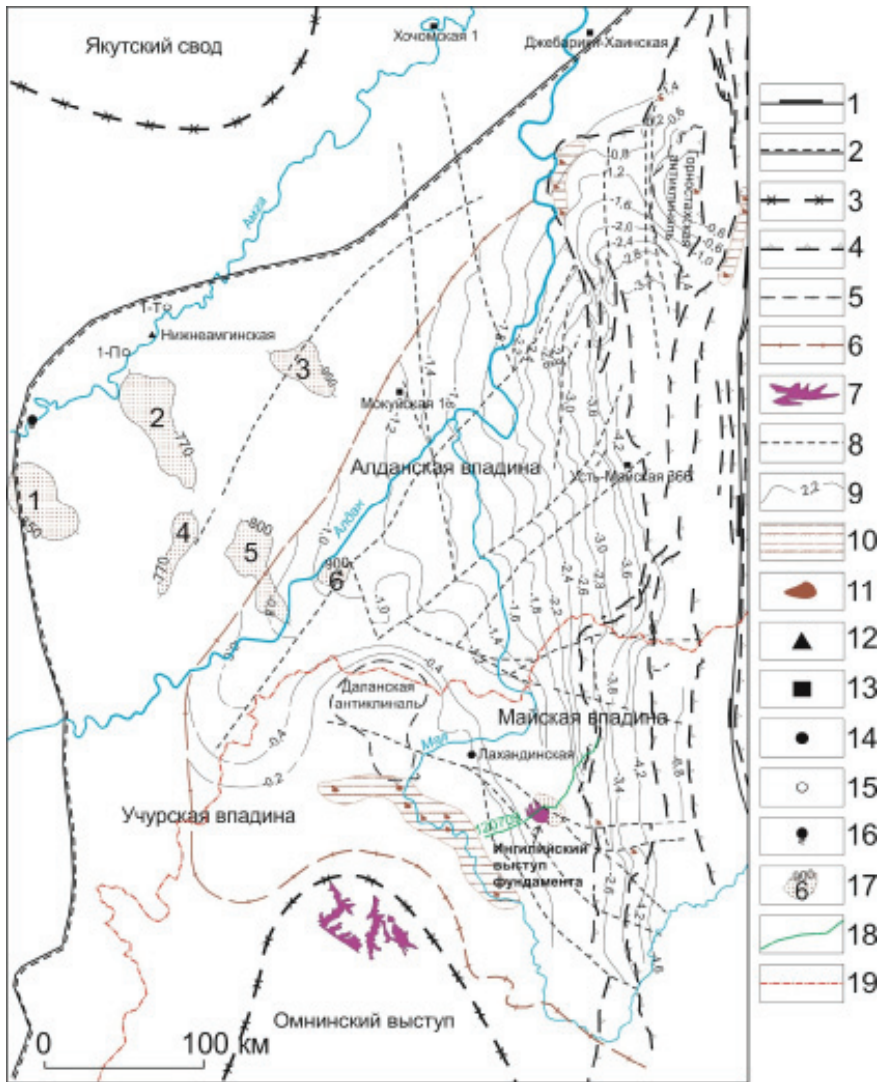


Рис. 1. Структурная карта Алдано-Майского прогиба по подошве малгинской свиты (по данным ПАО «Росгеология» с уточнениями и дополнениями).

Условные обозначения: 1 – границы надпорядковых структур, 2 – границы Алдано-Майского прогиба, 3 – границы структур I порядка, 4 – границы Нелькано-Кыллахской зоны; 5 – разрывные нарушения, 6 – зона выклинивания малгинской свиты; 7 – выходы пород фундамента на дневную поверхность; 8 – тектонические нарушения; 9 – изогипсы подошвы малгинской свиты в км; 10 – зоны выходов горючих сланцев на дневную поверхность; 11 – скальные обнажения горючих сланцев малгинской свиты; скважины: 12 – опорные, 13 – параметрические, 14 – колонные, 15 – гидрогеологические; 16 – естественный выход нефти; 17 – перспективные структуры по подошве вендских отложений: 1 – Белькачинская, 2 – Билирская, 3 – Тарынг-Эльгинская, 4 – Южно-Билирская, 5 – Мильская, 6 – Тарынгская; 18 – сейсмопрофиль 120709, 19 – административная граница Республики Саха (Якутия)

Fig. 1. Structural map of the Aldan-Maya depression at the base of the Malginsky Formation (based on data of Rosgeologiya with corrections and additions).

Legend: 1 – boundaries of the supraslateral structures; 2 – boundaries of the Aldan-Maya depression; 3 – boundaries of structures of order I; 4 – boundaries of the Nelkano-Kyllakh zone; 5 – faults; 6 – zone of cleavage of the Malginsky Formation; 7 – daily surface outcrops of basement rocks; 8 – tectonic disturbances; 9 – isohypses of the Malginsky Formation basement in km; 10 – zones of oil shale outcrops to the daily surface; 11 – rock outcrops of oil shales of the Malginsky Formation; wells: 12 – reference, 13 – parametric, 14 – core, 15 – hydrogeological; 16 – natural oil yield; 17 – promising structures at the bottom of Vendian deposits: 1 – Belkachinskaya, 2 – Bilirskaya, 3 – Taryng-Elginskaya, 4 – Yuzhno-Bilirskaya, 5 – Milskaya, 6 – Taryngskaya; 18 – seismic profile 120709; 19 – administrative border of Sakha Republic (Yakutia)

залечены кальцитом и кварцем. Каменный материал, поднятый с забоя, разбит на небольшие фрагменты по наслоению (рассланцован). Данный каменный материал, прежде всего, подходит на роль коллектора, из которого нефть могла попасть в скважину. Нельзя исключать, что некоторая часть насыщенной нефтью керна, залегающая ниже приточной зоны, могла быть намазана нефтью в процессе бурения [6].

История геологического развития

История геологического развития АМП изучена относительно слабо. Вместе с тем пологое моноклинальное залегание отложений от среднего рифея до верхнего кембрия включительно, позволяет сделать предположение о том, что в позднем докембрии – раннем палеозое эта территория представляла собой пассивную континентальную окраину практически лишенной высокоамплитудных пликативных или приразломных структур, которые можно было бы рассматривать в качестве потенциальных ловушек [1].

В этой связи, установленное место нефтегазопоявления является исключением. Оно приурочено к крупному Ингилийскому выступу кристаллического фундамента, который начал обособляться, по-видимому, с раннего рифея (рис. 2). Здесь на склонах Ингилийского выступа кристаллического фундамента устанавливается зона выклинивания венд-рифейских отложений.

На современном уровне изученности строения и истории геологического развития данной территории трудно однозначно говорить о механизме обособления этого тектонического элемента. Скорее всего, это или результат более медленного погружения этого выступа кристаллического фундамента на фоне общего погружения структуры пассивной континентальной окраины или конседиментационного воздымания этого блока. Но в том или ином случае поверхность этого выступа не была ареной сколько-нибудь масштабной седиментации.

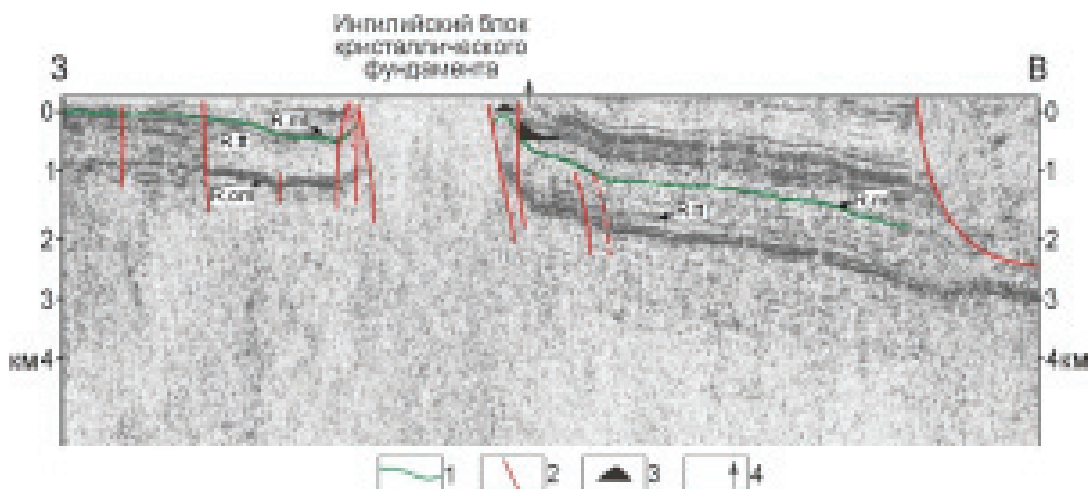


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез вдоль профиля 120709, который проходит через Ингилийский блок кристаллического фундамента. [6]. Условные обозначения: 1 – подошва малгинской свиты, 2 – тектонические нарушения, 3 – предполагаемые залежи нефти, 4 – место бурения колонковой скважины

Fig. 2. Geological and geophysical section along profile 120709, which passes through the Ingilian block of the crystalline basement. [6]. Legend: 1 – base of Malginsky Formation; 2 – tectonic disturbance; 3 – expected oil deposits; 4 – location of core drilling

В течение всего последующего временного периода на восточном склоне этого выступа выклинивались слои рифейских отложений, образуя своеобразную структуру прилегания, которая могла играть роль ловушки для мигрировавших с востока УВ. К концу позднерифейского времени Ингилийский выступ кристаллического фундамента представлял собой крупный высокоамплитудный блок (более 1000 м) площадью более 2000 кв. км (рис.1). По нашим представлениям, большая часть территории АМП представляла собой в позднем докембрии

– раннем палеозое «зону транзита» углеводородов, генерированных в пределах этой пассивной континентальной окраины. Поэтому значительные объемы мигрантспособных УВ из зон генерации были «размазаны» как в пластах-коллекторах, так и в кавернозно-порово-трещинных карбонатных породах.

Обсуждение результатов

Исходя из анализа геологического развития АМП, являвшегося в позднем докембрии – раннем палеозое частью обширной восточной пассивной континентальной окраины, характера строения и состава рифей-вендского разреза, широкого развития на территории нефтидопроявлений разного характера и масштаба, можно однозначно утверждать о широком развитии процессов латеральной и вертикальной миграции УВ на рассматриваемой территории. Углеводороды, генерированные в рифейских отложениях, могли мигрировать в западном направлении по региональному воздыманию пластов, которое сохранялось в течение длительного отрезка времени.

Рассланцованность по напластованию пород зафиксированное в керновом материале скважин, при наличии в них жидкой нефти позволяет предположить наличие субгоризонтальных разрывных нарушений надвигового генезиса. Наличие таких нарушений допускает возможность обширной латеральной миграции углеводородов по региональному наклону. Сохранность жидкого битума в приповерхностной зоне терригенно-карбонатного комплекса свидетельствует о хороших условиях консервации этих проницаемых приповерхностных зон и больших перспективах нефтегазоносности более глубоких горизонтов АМП.

Заключение

Соподчиненность залежей УВ, в том числе нефтегазопроявлений над ними отмечается многими исследователями. Например, на юге Сибирской платформы залежи УВ верхневендско-нижнекембрийском комплексе отложений обнаруживают прямую связь со скоплениями нефти и газа в подстилающем нижнем венде [7].

На наш взгляд, первоочередными объектами поискового бурения должны стать территории, сопряженные с Ингилийским выступом фундамента. Наличие жидкой нефти и обильных признаков миграционных процессов верхней части разреза позволяет высоко оценить перспективы нефтегазоносности среднерифейских отложений в южной части АМП.

Открытие пусть даже небольшого месторождения на территории АМП позволит подобрать геологический «ключ» к познанию особенностей нефтегазоносности обширной территории, что в свою очередь, позволит более качественно прогнозировать перспективные участки недр.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 21-510-22001)

Литература

1. Сафронов, А.Ф., Чалай, О.Н., Зуева И.Н., Сивцев А.И. (2019). Перспективы нефтегазоносности Алдано-Майского прогиба. *Георесурсы*, 21(1), с. 64-70.
2. Баженова, Т.К., Дахнова, М.В., Можегова, С.В. Верхний протерозой Сибирской платформы – основной источник нефтегазоносности её домезозойского мегабассейна // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2011. – Т.6. – № 2.
3. Фомин, А.М., Губин, И.А., Моисеев, С.А. Нефтегазоносные комплексы Алдано-Майской нефтегазоносной области// *Интерэкспо Гео-Сибирь*, № 2 (1), 2021. С.282-290.
4. Соболев, П.Н. Геохимия доманикитной малгинской свиты Юдомо-Майской впадины // *Геология угленосных и горючесланцевых формаций Сибири*. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1987. С. 69-87.
5. Седалищева, С.И., Сивцев, А.И. Перспективы нефтегазоносности Алдано-Майской впадины/ *Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН 5–7 апреля 2017 г. Якутск, 2017. С.215-220.*

6. Александров, А.Р., Сивцев, А.И. Общегеологическая позиция Ингилийского нефтегазопрооявления/ В книге: Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции: в 2-х томах. 2019. С. 203-207.

7. Мигурский, А.В. Соподчиненность нефтегазоносных комплексов и связи между скоплениями углеводородов в них на юге Сибирской платформы// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – № 9, 2002. С.24-28.

References

1. Safronov, A.F., Chalaja, O.N., Zueva, I.N., Sivcev, A.I. (2019). Perspektivy neftegazonosnosti Aldano-Majskogo progiba. Georesursy, 21(1), с. 64-70.

2. Bazhenova, T.K., Dahnova, M.V., Mozhegova, S.V. Verhnij proterozoj Sibirskoj platformy – osnovnoj istochnik neftegazonosnosti ejo domezozojского megabassejna // Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika. – 2011. – Т.6. – № 2.

3. Fomin, A.M., Gubin, I.A., Moiseev, S.A. Neftegazonosnye komplekсы Aldano-Majskoj neftegazonosnoj oblasti// Interjekspo Geo-Sibir', № 2 (1), 2021. S.282-290.

4. Sobolev, P.N. Geohimija domanikitnoj malginskoj svity Judomo-Majskoj vpadiny // Geologija ugleunosnyh i gorjuchelancevyh formacij Sibiri. Novosibirsk, SNIIGGiMS, 1987. S. 69-87.

5. Sedalishheva, S.I., Sivcev, A.I. Perspektivy neftegazonosnosti Aldano-Majskoj vpadiny/ Materialy VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 60-letiju Instituta geologii almaza i blagorodnyh metallov Sibirskogo otdelenija RAN 5–7 aprelja 2017 g. Jakutsk, 2017. S.215-220.

6. Aleksandrov, A.R., Sivcev, A.I. Obshhegeologicheskaja pozicija Ingilijskogo neftegazoprojavlenija / V knige: Geologija i mineral'no-syr'evye resursy Severo-Vostoka Rossii. Materialy IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2-h tomah. 2019. S. 203-207.

7. Migurskij, A.V. Sopotchinennost' neftegazonosnyh komplekсов i svyazi mezhdru skopleniyami uglevodorodov v nih na yuge Sibirskoj platformy// Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanyh i gazovyh mestorozhdenij. – № 9, 2002. S.24-28.

Сведения об авторах

СИВЦЕВ Алексей Иванович – к.г.-м.н., доцент кафедры Недропользования, Геолого-разведочный факультет, Северо-Восточный Федеральный Университет им. М.К. Аммосова

E-mail: sivitsevai@tyngd.rosneft.ru

SIVTSEV Alexei Ivanovich– Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Department of Subsoil Use, Faculty of Geology and Survey, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

ПЕТРОВ Дмитрий Михайлович – ФИЦ «ЯНИЦ СО РАН», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук

E-mail: qanala@mail.ru

PETROV Dmitry Mikhailovich – Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

АЛЕКСАНДРОВ Александр Романович – ФИЦ «ЯНИЦ СО РАН», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук

E-mail: sutuka1956@mail.ru

ALEXANDROV Aleksandr Romanovich – Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 551.43 5.126

DOI 10.25587/SVFU.2022.28.4.006

*В.Н. Коротаев¹, О.А. Поморцев^{1,2}*¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия²Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск, Россия

E-mail: vlaskor@mail.ru

E-mail: olegpomortsev@mail.ru

УСТЬЕВЫЕ СИСТЕМЫ КРУПНЫХ РЕК АРКТИЧЕСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ РОССИИ: ТИПИЗАЦИЯ, ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

Аннотация. Многолетние экспедиционные исследования Географического факультета МГУ в устьевых областях крупных рек арктического побережья Сибири (1969–1996 гг.) и совместные работы МГУ и Института океанологии РАН в устьях рек европейского севера России (2013–2015 гг.) позволили изучить геоморфологическое строение, русловую морфодинамику, гидрологический режим речных дельт, разработать их морфогенетическую классификацию и оценить интенсивность процессов дельтообразования. На основании анализа геолого-геоморфологических данных удалось установить, что современные осадочные и геоморфологические устьевые системы, обширные пространства низменных субаэральных аллювиально-дельтовых равнин и сложная гидрографическая сеть дельтовых водотоков сложилась на арктическом побережье России в заключительную фазу стабилизации послеледниковой трансгрессии океана, когда реки получили возможность активно аккумулировать свои отложения в устьях рек. За последние 5–7 тыс. лет одни реки успели создать разветвленную гидрографическую сеть, заполнить долинны заливы и выдвинуться в открытое море на 150–200 км. Другие реки только начинают формировать наземные дельты и русловую сеть. Во время эволюционного развития устьевых геоморфологических и осадочных систем происходит закономерное усложнение геоморфологического облика дельт от простого аллювиального выступа до многорукавной полигенетической аллювиально-дельтовой равнины и осуществляется потенциальная возможность преобразования дельт выполнения в одну из разновидностей дельт выдвижения на открытом взморье.

Разнообразие структурно-геологического строения шельфа, особенности колебаний уровня окраинных морей Полярного бассейна и пространственно-временная изменчивость эрозионно-аккумулятивной способности рек предопределило многообразие морфогенетических типов устьевых систем арктического побережья России. Наиболее распространены здесь эстуарно-дельтовые и лагунно-дельтовые системы выполнения заливов (Сев. Двина, Печора, Обь, Енисей, Хатанга, Анабар, Яна, Индигирка, Колыма и др.). Реки Оленёк и Лена формируют дельты выдвижения на открытом устьевом взморье. В устьях большинства малых рек на побережье европейского севера России образованы приливные эстуарии, а на выровненных аккумулятивных побережьях севера Сибири и Чукотки – блокированные устья и лагунные системы.

Ключевые слова: устьевая система, дельта, долинный залив, лагуна, дельтообразование, геоморфология.

V.N. Korotaev¹, O.A. Pomortsev^{1,2}¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia²Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

E-mail: vlaskor@mail.ru

E-mail: olegpomortsev@mail.ru

MOUTH SYSTEMS OF LARGE RIVERS OF THE ARCTIC COAST OF RUSSIA: TYPIFICATION, GEOMORPHOLOGY AND HISTORY OF FORMATION

Abstract. Long-term expeditionary studies of the Faculty of Geography of Moscow State University in the estuarine areas of large rivers of the Arctic coast of Siberia (1969–1996) and joint work of Moscow State University and the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences in the estuaries of rivers in the European north of Russia (2013–2015) allowed to study the geomorphological structure, channel morphodynamics hydrological regime of river deltas, develop their morphogenetic classification and assess the intensity of delta formation processes. Based on the analysis of geological and geomorphological data, it was possible to establish that modern sedimentary and geomorphological estuarine systems, vast spaces of low-lying subaerial alluvial-deltaic plains and a complex hydrographic network of deltaic streams formed on the Arctic coast of Russia in the final phase of stabilization of the postglacial ocean transgression, when the rivers were able to actively accumulate their sediments at river mouths. Over the past 5–7 thousand years, some rivers have managed to create an extensive hydrographic network, fill the valley bays and move 150–200 km into the open sea. Other rivers are just beginning to form terrestrial deltas and channel networks. During the evolutionary development of estuarine geomorphological and sedimentary systems, there is a natural complication of the geomorphological appearance of deltas from a simple alluvial ledge to a multi-arm polygenetic alluvial-delta plain and the potential possibility of transforming the discharge deltas into one of the varieties of protruding deltas on the open seashore is realized.

The diversity of the structural and geological structure of the shelf, the features of fluctuations in the level of the marginal seas of the Polar Basin and the spatio-temporal variability of the erosion-accumulative capacity of rivers predetermined the diversity of morphogenetic types of mouth systems of the Arctic coast of Russia. The most common here are estuarine-delta and lagoon-delta systems of filling bays (Sev. Dvina, Pechora, Ob, Yenisei, Khatanga, Anabar, Yana, Indigirka, Kolyma, etc.). The Olenek and Lena rivers form protruding deltas on the open estuary seashore. Tidal estuaries are formed at the mouths of most of the small rivers on the coast of the European north of Russia, and blocked estuaries and lagoon systems are formed on the flat accumulative coasts of the north of Siberia and Chukotka.

Keywords: mouth system, delta, valley bay, lagoon, delta formation, geomorphology.

Введение

Арктическое побережье России располагается севернее Полярного круга от Кольского полуострова до Берингова пролива на расстоянии 22,6 тыс. км и омывается окраинными морями бассейна Северного Ледовитого океана – Баренцовым, Белым, Карским, Лаптевых, Восточно-Сибирским и Чукотским [Геоэкологическое состояние..., 2007]. На арктическом побережье России располагаются устья 15 крупных и средних рек (Онега, Северная Двина, Мезень, Печора, Обь, Таз-Пур, Енисей, Пясины, Хатанга, Анабар, Оленек, Лена, Яна, Индигирка, Колыма) и множества малых рек (например, Надым, Гыда, Верх. Таймыра, Омолуй, Раучуа, Чаун-Паляваам, Амгуэма, Пегтымель, Ионивеем и др.). Наблюдаемые в настоящее время устьевые осадочные и геоморфологические системы крупных рек, включающие обширные пространства низменных субаэральных аллювиально-дельтовых равнин со сложной гидрографической сетью и мелко-водные акватории субаквальных аванделей, сложились на арктическом побережье России за последние 5–7 тыс. лет, в заключительную фазу послеледниковой (фландрской) трансгрессии Мирового океана [Каплин, 1973; Каплин, Селиванов, 1999; Li Congxian, 1986; Walker, 1998]. За это время в устьях крупных рек была накоплена толща аллювиально-дельтовых и прибрежно-

морских отложений и сформирован специфический рельеф приустьевых субаэральных дельтовых равнин, имеющих четкие геоморфологические границы и определенное место среди прибрежных фаций в контактной зоне континентального и шельфового седиментогенеза, которые было предложено называть *устьевыми геоморфологическими и осадочными системами* [Коротаяев, 2008, 2012 а,б].

Под устьевыми геоморфологическими и осадочными системами понимается комплекс субаэральных и субаквальных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских аккумулятивных и эрозионных форм рельефа, слагающие их отложения и система водотоков, сформированные рекой и морем в пределах устьевого конуса выноса реки за определенный исторический интервал времени. Существующее в настоящее время наиболее распространенное определение *устьевой области реки* как особого географического объекта, занимающего часть нижнего течения реки (устьевой участок и дельту) и часть прибрежной зоны приемного водоема (устьевое взморье), обладающего специфическим строением, аazonальным ландшафтом и формирующегося под воздействием устьевых процессов отражает специфику современных гидролого-морфологических процессов и имеет исключительно гидрологическое обоснование границ, не совпадающих с геолого-геоморфологическими границами устьевых систем [Михайлов, 1997; Михайлов и др., 1986].

Верхней границей устьевых геоморфологических и осадочных систем на побережьях окраинных арктических морей следует считать вершины среднеголоценовых долинных заливов (эстуария, долинного залива, лагуны), образованных во время ингрессии морских вод в устья рек. Нижней границей устьевой системы является подводное окончание современного устьевого конуса выноса (авандельты), совпадающее с морским склоном устьевого бара или зоны морского барообразования. В пределах устьевой осадочной и геоморфологической системы выделяются древний (придельтовый) и современный (дельтовый) районы. Последний подразделяется на участки: 1) собственно дельтовый (субаэральный) с общей узловой точкой для водотоков – вершиной дельты и 2) авандельтовый (субаквальный) с устьевыми и морскими береговыми барами. В процессе формирования устьевой системы происходило постепенное смещение вниз по течению вершины дельты и формирование областей древнедельтового и современнодельтового рельефа.

Многолетние экспедиционные исследования Географического факультета МГУ в устьевых областях крупных рек арктического побережья Сибири (1969–1996 гг.) и совместные работы МГУ и Института океанологии РАН в устьях рек европейского севера России (2013–2015 гг.) позволили изучить геоморфологическое строение, русловую морфодинамику, гидрологический режим речных дельт, разработать их морфогенетическую классификацию и оценить интенсивность процессов дельтообразования.

Материалы и методы исследования

В отечественных и зарубежных сводных работах об устьях рек публикуются весьма разноречивые сведения о количественных оценках речных дельт [Михайлов, 1997; Deltas..., 1979]. По мнению авторов, это происходит в результате неоднозначности понятия «речная дельта», что приводит к объединению под этим термином разновозрастных участков аллювиально-дельтовой равнины и включение территорий, не связанных с процессами дельтообразования. При выделении границ и площадей устьевых систем (дельтовых равнин) нами использован исторический принцип – определенный интервал геологического времени ее формирования от среднего голоцена до современности, который и определил их геоморфологические и стратиграфические границы, размеры аллювиально-дельтовых равнин и объем накопления отложений.

Основная задача работы – на основе палеогеоморфологического анализа низовий рек, аналитической обработки топографических карт и космических снимков попытаться определить площади аллювиально-дельтовых равнин (устьевых систем), сформированных за последние 5–7 тыс. л.н. в устьях крупных рек, наметить их характерные гидрографические и геоморфологические признаки и оценить скорость современных дельтообразующих процессов.

Типизация устьевых систем

Разнообразие структурно-геологического строения шельфа, особенности колебаний уровня окраинных морей Полярного бассейна и пространственно-временная изменчивость эрозионно-аккумулятивной способности рек предопределило многообразие морфогенетических типов устьевых геоморфологических и осадочных систем арктического побережья России. Наиболее распространены здесь эстуарно-дельтовые (Печора, Обь, Енисей, Хатанга, Анабар, Колыма) и лагунно-дельтовые (Сев. Двина, Яна, Индигирка) системы выполнения. Реки Оленёк и Лена формируют устьевые системы выдвижения на открытом устьевом взморье. В устьях большинства малых рек на побережье европейского и сибирского севера России образованы типичные приливные эстуарии (Печенга, Тулома, Териберка, Воронья, Поной, Варзуга, Уна, Кулой, Ома, Пеша, Коротаиха, Кара, Гыда, Омолой, Чаун-Паляваам, Ичувеем, Ионивеем, Великая), а на выровненных низменных аккумулятивных побережьях Чукотки – блокированные устья (Раучуа, Млелин) и дельты выполнения береговых лагун (Кэвеем, Пегтымель, Амгуэма, Туманская) [Коротаев, 2012а]. Этим основным морфогенетическим типам устьевых систем присущи свои весьма характерные природные признаки в структуре гидрографической сети, распределении стока воды и наносов по дельтовым рукавам, геоморфологическом облике аллювиально-дельтовых равнин и литологии осадочной толщи, а также в специфике дельтоформирующих процессов.

В эстуарно-дельтовых системах, развивавшихся в течение голоцена по типу выполнения долинных заливов, процессы дельтообразования во многом зависели от речного стока воды и наносов, который в устьях рек арктического побережья России, впадающих в ингрессионные заливы типа губ (Печорская, Обская, Тазовская, Енисейская, Хатангская и Анабарская), колеблется от 0,7 до 5,0 млн. т при водном стоке от 30 до 600 км³. Дельта обычно наследует форму затопленной речной долины, представляя собой моногенетическую средне-позднеголоценовую аллювиально-дельтовую равнину с массивами и отдельными островами разновозрастной поймы, где по обеим сторонам центрального пойменного массива сохраняются остаточные заливы или крупные рукава. Гидрографическая сеть такой дельты состоит из двух главных рукавов, самостоятельно впадающих в остаточные заливы, и густой сети поперечных второстепенных протоков, образующих пойменную многорукавность. Современные дельтовые разветвления локализованы в приморской части дельты.

Основной сток воды и взвешенных наносов распределяется между двумя главными рукавами, причем большая его часть попеременно сосредотачивается в одном более коротком из них. По мере заполнения залива и формирования консолидированной центральной поймы основной сток перемещается в сторону наибольшей остаточной емкости (внутридельтового залива). Наблюдается ощутимая потеря стока по длине дельтовых рукавов вследствие оттока в поперечные протоки и заполнения внутридельтовых водоемов (рис. 1-А).

Заполнение заливов происходило неравномерно и поэтапно. Например, в устье Енисея, где мутность воды не превышала 20 г/м³, за последние 7 тыс. лет была сформирована многорукавная дельта выполнения залива общей площадью 7,4 тыс. км². В Обской губе примерно за последние 4–5 тыс. лет образовалась дельта площадью 7,8 тыс. км² (мутность воды в вершине дельты 40 г/м³), а в Хатангском и Анабарском заливах, где сток наносов колеблется от 0,4 до 1,4 млн. т, площадь дельтовых накоплений не превышает 0,4–0,6 тыс. км². Исключением из этого ряда являются реки Колыма, имеющая значительную мутность воды (около 150 г/м³) и Пяси́на, которые к настоящему времени заполнили наносами свои долинны́е заливы и формируют устьевые конусы выноса на открытом взморье.

Скорость заполнения наносами и интенсивность прироста морского края субаэральной дельты обусловлена величиной стока наносов, гидрографией залива (эстуария), амплитудой приливных и сгонно-нагонных колебаний уровня. Заполнение залива происходит поэтапно и неравномерно. Зона повышенной аккумуляции наносов смещается в пространстве, приспосабливаясь к новым условиям речного стока, гидрографии залива и активности морских фак-

торов. Вдоль рукавов и протоков формируется островная, проточно-островная, сегментная, сегментно-проточная и сегментно-гвистая поймы.

В половодье по всей акватории залива преобладают речные условия и наблюдается постоянное стоковое течение до морской границы устьевой области. В межень усиливается влияние нагонов и приливов, формирующих в заливе и дельтовых рукавах обратные течения и явление «галоклина». Устьевой бар главного рукава может быть выдвинут на многие километры от морского края наземной дельты.

В устьевых системах выполнения лагун большая часть их территории сложена консолидированной старой дельтовой поймой, в которую врезаны современные пояса меандрирования нескольких (2–3) дельтовых рукавов, формирующих устьевые бары и новые дельтовые разветвления на открытом взморье. Дельта наследует форму устьевой лагуны, отчлененной от моря морской косой (пересыпью) или серий береговых баров. Скорость заполнения устьевой лагуны зависела от величины стока наносов, который колебался от 3 до 12 млн. т, и от размеров отчлененной лагуны. В лагунно-дельтовых системах Северной Двины, Яны и Индигирки выполнение лагун речными отложениями, смыкание наземных дельт с морской барьерной террасой и выход устьевых баров на открытое взморье завершилось 1,5 тыс. лет назад. На стадии полного выполнения устьевой лагуны и смыкания аллювиального конуса с морской барьерной террасой, дельта представляет собой полигенетическую средне-позднеголоценовую аллювиально-дельтовую равнину с врезанными более молодыми поясами меандрирования отмерших и активных дельтовых рукавов. После заполнения устьевой лагуны и выхода магистральных дельтовых рукавов на открытое взморье в их устьях образовались устьевые бары. При повышенной мутности воды ($200\text{--}700\text{ г/м}^3$) в устьях магистральных дельтовых рукавов формируются региональные субдельты (Индигирка).

Гидрографическая сеть дельты представляет собой правильный или асимметричный веер меандрирующих рукавов, отходящих от общей узловой точки (вершины дельты) и имеющих самостоятельный выход к морю. Главные рукава в приморской части дельты имеют вид эстуарной воронки с сетью островов и мелей и заканчиваются устьевым баром на устьевом взморье. Основная доля воды и наносов поступает в один из главных дельтовых рукавов, который является наиболее глубоким. На стадии полного заполнения устьевой лагуны наносами наблюдается длительное постоянство в распределении речного стока между рукавами дельты. На более ранних этапах выполнения лагуны возможны существенные перестройки гидрографической сети, коренные изменения в распределении стока и отмирание маловодных рукавов. Характерной чертой гидрологического режима дельтовых рукавов является малая доля потерь стока по длине водотоков. Преобладает транзит наносов от истока к устью дельтового рукава (рис. 1-Б).

Современные процессы дельтообразования локализованы в узкой (до 20 км) приморской зоне главных рукавов на участках их прорыва через морские барьерные террасы и на устьевом взморье, где формируются устьевые бары и региональные причлененные дельты выдвижения (субдельты). Устья второстепенных рукавов блокированы косами (пересыпями) и береговыми барами. Дельтовое побережье между главными рукавами развивается под действием морских факторов. В руслах главных рукавов происходит переформирование старой дельтовой поймы и формируется сегментная пойма и русловые формы (осередки, перекаты, побочни). На открытом океаническом побережье с ярко выраженными вдольбереговыми потоками наносов большой емкости блокируются все дельтовые рукава, устьевые бары не образуются и формируется блокированное устье.

Устьевые системы выдвижения на открытом взморье обычно представлены неразветвленным или многорукавным конусом выноса с округлым или лопастным морским краем, окаймленным береговыми барами вне действия магистральных дельтовых рукавов, с правильным или асимметричным веером извилистых рукавов, расходящихся от общей узловой точки – вершины дельты. На большей части дельтовой равнины развита моногенетическая средне-поздне-

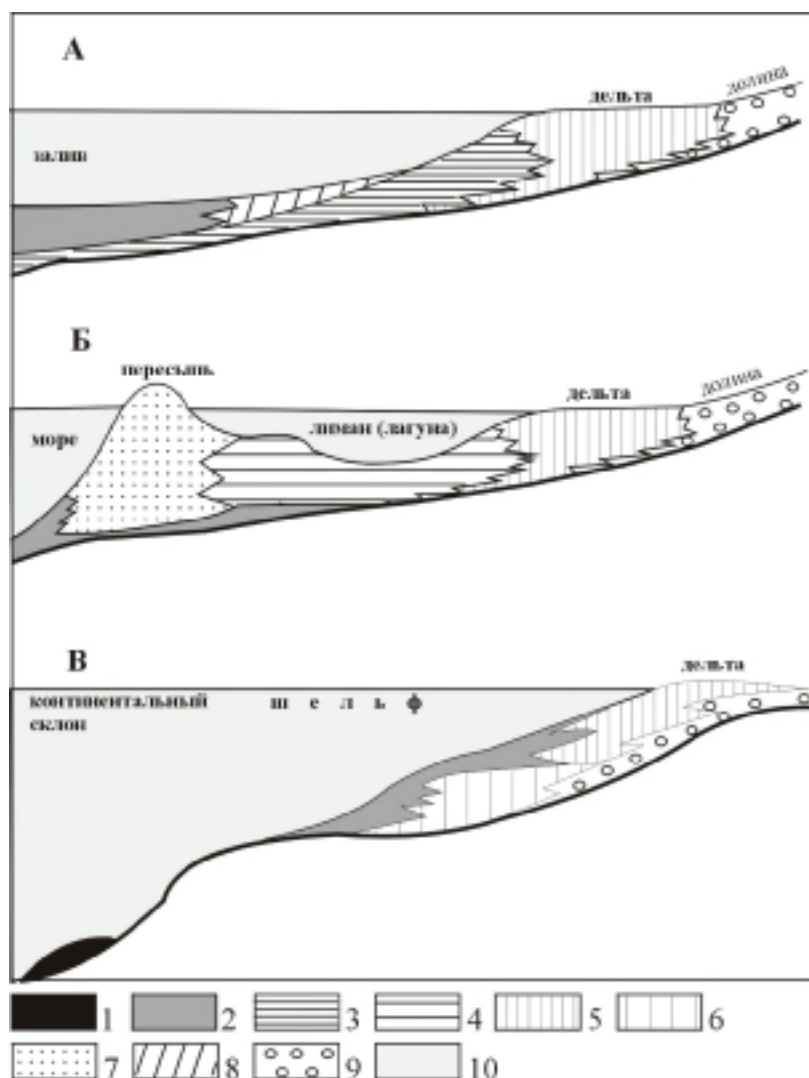


Рис. 1. Осадочные модели основных морфогенетических устьевых систем:

А – эстуарно-дельтовые, Б – лагунно-дельтовые, В – дельтовые. Отложения: 1 – глубоководных конусов выноса, 2 – морские голоценовые, 3 – аллювиально-морские голоценовые, 4 – лагунные голоценовые, 5 – дельтовые плейстоценовые, 6 – дельтовые голоценовые, 7 – прибрежно-морские голоценовые, 8 – аллювиальные современные внешнего устьевго бара, 9 – аллювиальные голоценовые, 10 – водные объекты

Fig. 1. Sedimentary models of the main morphogenetic estuarine systems:

А – estuarine-deltaic, Б – lagoon-deltaic, В – deltaic. Deposits: 1 – deep-sea Holocene yield cones, 2 – marine Holocene, 3 – alluvial-marine Holocene, 4 – lagoonal Holocene, 5 – deltaic Pleistocene, 6 – deltaic Holocene, 7 – coastal-marine Holocene, 8 – alluvial modern outer estuary bar, 9 – alluvial Holocene, 10 – water bodies

голоценовая крупноостровная дельтовая пойма, в приморской зоне – полигенетическая современная мелкоостровная дельтовая пойма с примкнувшими береговыми формами. Обводняется практически вся территория дельтовой равнины путем рассредоточения стока по многочисленным дельтовым рукавам и протокам. Обычно выделяются два-три главных рукава, концентрирующих основную часть речного стока. Многократные разветвления и слияния дельтовых водотоков, фиксирующих этапы выдвижения дельты в море, приводят к значительным потерям стока по длине рукавов, доносящих к своим устьям 10–30 % от поступившего к их истокам. Характерной чертой дельт выдвижения является многократное превышение числа устьев

впадающих в море водотоков над числом рукавов в привершинной части дельты. Дальность проникновения нагонов зависит от уклонов водной поверхности и гидравлических характеристик речного потока (рис. 1-В).

В большинстве случаев происходит равномерное нарастание дельты по всему периметру, контролируемое морскими факторами. По мере приближения морского края наземной дельты к зоне активного морского барообразования и заполнения наносами внутридельтовых водоемов, возникает возможность лопастного выдвижения отдельных рукавов, концентрирующих основной сток воды и наносов. Устья маловодных рукавов и протоков могут блокироваться и отмирать. Устьевые бары характерны для развивающихся рукавов. Для верхних и средних участков дельтовых рукавов, где преобладают речные условия, наиболее характерным процессом является переформирование старой дельтовой поймы и образование сопряженных узлов разветвления русел, испытывающих периодическое перераспределение стока, активизацию или отмирание протоков и миграцию динамической оси потока. Приморские участки главных дельтовых рукавов, находящихся в зоне действия систематических нагонов и приливов, отличаются активными горизонтальными деформациями и усиленной аккумуляцией наносов, приобретающего вид разбросанного многорукавного русла. Дельтовые протоки здесь узкие и прямолинейные, относительно мелководные со слабо развитой поперечной проточностью.

Размеры дельтовых систем (Оленек, Лена), развивавшихся под сильным влиянием морских факторов с момента появления субаэральных аллювиально-дельтовых образований, в значительной степени зависели от величины речного стока наносов и топографии устьевого взморья. На отмеле устьевом взморье при стоке наносов от 13 до 21 млн. т были сформированы дельты выдвижения общей площадью от 12 до 20 тыс. км². На приглубых берегах, где развиты вдольбереговые потоки наносов большой емкости, площади дельтовых накоплений не превышают 1–6 тыс. км².

Геоморфология и история формирования основных морфогенетических типов устьевых систем

Эстуарно-дельтовая система Енисея представляет собой сравнительно молодое аккумулятивное образование, возникшее в период стабилизации послеледниковой трансгрессии 5–7 тыс. лет назад, когда уровень моря достиг современного положения. В подтопленной речной долине образовался узкий залив длиной 400 км. Заполнение его речными наносами шло медленно. К настоящему времени дельтовая равнина занимает третью часть эстуария от вершины устьевой системы в траверзе мыс Крестовский–пос. Мал. Хетта до морского края наземной дельты общей площадью около 7,4 тыс. км², а дельтовые отложения и подводные русловые формы прослеживаются в Енисейской губе на 130 км от края надводной дельты до мыса Шайтанского, где сейчас формируется внешний устьевой бар площадью 2,5 тыс. км².

Устьевая система Енисея – типичная многорукавная эстуарно-дельтовая система заполнения заливов, процессы образования которой полностью определяются речными факторами. Устьевую систему Енисея в установленных границах можно расчленить на два геоморфологических района: древнедельтовый и современнодельтовый, в пределах которых выделяются несколько морфологических и возрастных разновидностей дельтовых пойм. Древняя пойма возвышается над меженным урезом на 8–10 м. Она сильно переработана мерзлотными и эрозийными процессами. Различают две ее разновидности: с омоложенным русловым рельефом и мерзлотным рельефом. Поверхность первой часто заливадается в половодье, и ориентировка крупных термокарстовых озер и мелких извилистых протоков соответствует направлению стока полых вод. Полигональный мерзлотный рельеф развит слабо. Поймы второй разновидности в половодье не заливаются. Русловый рельеф здесь сохранился плохо (рис. 2).

Старая дельтовая пойма поднята над меженным урезом на 7–10 м. Ее поверхность в высокую воду практически не заливадается, первичный рельеф переработан мерзлотными процессами. Эта пойма составляет основу рельефа центральной части дельты. По характеру первичного

руслового рельефа она разделяется на два типа: островную, первично-дельтовую, и сегментно-гривистую, вторично дельтовую. Островная пойма характерна наличием сохранившегося элементарного острова и отходящих от него вниз по течению повышенных прирусловых валов. Сегментно-гривистая пойма образуется при причленении к островам побочной, процесс ее формирования обычно сопровождается размывом островной поймы на вогнутых берегах излучин.

Старая дельтовая пойма имеет высоту 6–5 м в вершине дельты и снижается до 3–5 м к ее морскому краю. Она заливается только в самые высокие паводки. Первичный русловой рельеф на ее поверхности сохранился хорошо, мерзлотные формы лишь подчеркивают его. Эта пойма развита тоже в центральной части дельты в виде основной и сегментно-гривистой узкими лентами окаймляющими массивы древней и очень старой поймы.

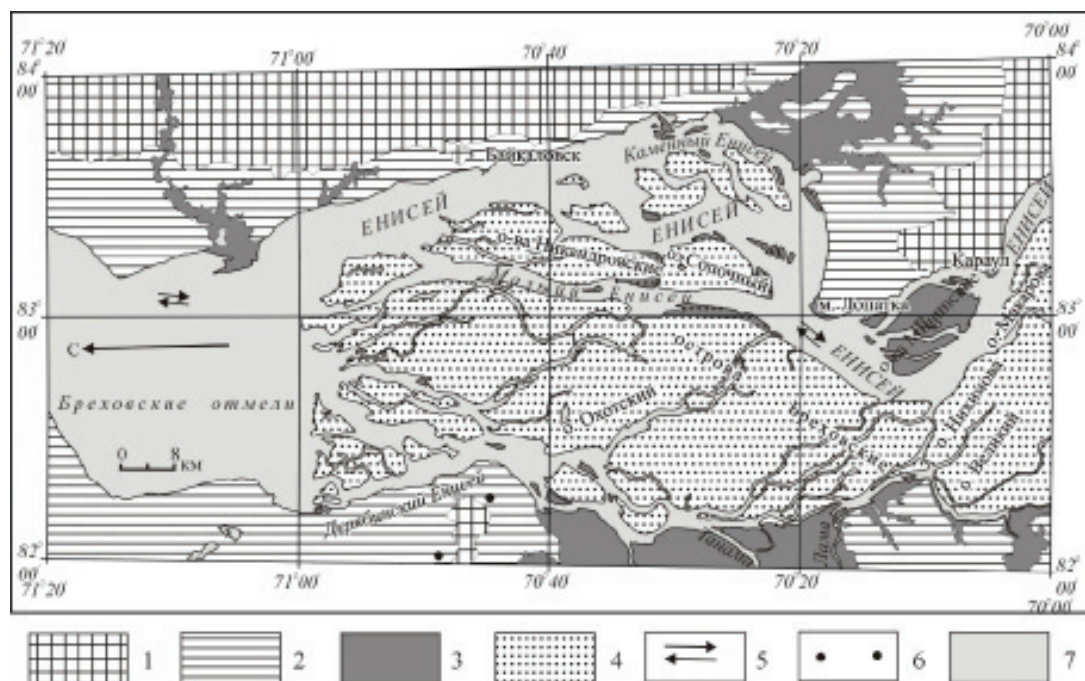


Рис. 2. Геоморфологическая карта эстуарно-дельтовой системы р. Енисей.

1 – эрозионно-аккумулятивный рельеф холмистых моренных равнин валдайского оледенения (от 70 до 120 м), 2 – комплекс морских террас (казанцевская, каргинская, современная от 1–5 до 30–60 м), 3 – пойменно-русловой рельеф речных долин, 4 – комплекс дельтовых пойм (старая, зрелая, молодая от 1–2 до 5–8 м), 5 – направление приливо-отливных течений, 6 – булгунняхи, 7 – водные объекты

Fig. 2. Geomorphological map of the Yenisei River estuarine-delta system.

1 – erosion-accumulative relief of hilly moraine plains of the Valday glaciation (from 70 to 120 m), 2 – complex of marine terraces (Kazantsevskaya, Karginsky, modern from 1–5 to 30–60 m), 3 – floodplain-channel relief of river valleys, 4 – complex of delta floodplains (old, mature, young from 1–2 to 5–8 m), 5 – direction of tidal currents, 6 – bulgunnyakh, 7 – water bodies

Зрелая дельтовая пойма развита повсеместно, имеет высоту 5 м у вершины дельты и до 3 м ближе к ее морскому краю; заливается в высокие половодья. Мерзлотные полигоны встречаются здесь только на самых возвышенных участках. Среди ее массивов выделяются островная, сегментная и мелкоостровная поймы. Островная зрелая пойма широко развита в восточной и западной частях дельты. В центральной части дельты при отмирании рукавов между массивами древней и старой поймы формируется сегментно-мелкоостровная и мелкоостровная зрелая пойма.

Молодая дельтовая пойма также распространена повсеместно. Она имеет высоту 3 м у вершины и 1–2 м в приморской части дельты. Заливается водой в половодье и во время сильных нагонов. Поверхность ее не изменена мерзлотными процессами, хотя толща отложений скована мерзлотой. Островная молодая пойма встречается только в западной части дельты и имеет протоочно-островной характер. В восточной части дельты молодая пойма представлена в основном сегментно-крупногрядистыми массивами, окаймляющими острова со зрелой поймой. В центральных и привершинных частях дельты Енисея развита сегментно-мелкогрядистая и мелкоостровная поймы в отмирающих протоках.

Заполнение речными наносами Енисейского эстуария и формирование лиманно-дельтовой системы происходило несколькими этапами. На I этапе продолжительностью около 1000 лет основной сток Енисея проходил вдоль западного побережья залива. Накопление аллювия и выдвигание дельты на участке от устья р. Малая Хета до мыса Адросаля шло за счет активного развития левобережных рукавов, которые в настоящее время сохраняются в виде узких протоков и извилистых понижений. Можно предположить, что в пределах Крестовско-Муксунинского расширения долины функционировали древние аналоги протоков Широкой и Большой (Гаррисон и др., 1981; Коротаев В.Н. и др., 1987).

По мере заполнения залива и выдвигания внешнего края дельты в Танамо-Мунгуйское расширение основной сток и область аккумуляции смещаются в центральную часть залива, открывая II этап развития дельты, продолжительностью 2000 лет. Выше мыса Муксунинского закладывается первый узел разветвления из двух дельтовых рукавов – Широкой и Енисея. Последний концентрировал в себе две трети стока воды и положил начало формированию очень старых пойменных островов. Ниже мыса Муксунинского Енисей разделяется тоже на два рукава – Охотско-Бреховский и Малый Енисей, примерно одинаковые по водности. В западной и восточной частях Танамо-Мунгуйского расширения по обеим сторонам выдвигающейся дельты оставались глубоко вдававшиеся заливы Дерябинский и Большеенисейский, в которых формировались подводные песчаные банки, ориентированные вдоль заливов и заложившие основу старых пойменных островов.

III этап формирования устьевой системы Енисея начинается с выполнения остаточных заливов, причем преимущественное развитие получает восточная часть дельты, куда направляется основной сток воды и наносов. Наиболее характерным для этого периода является отмирание многих рукавов предыдущего этапа. Заполняется наносами ранее весьма активный и крупный рукав Охотский Енисей; происходит консолидация островов Бреховских в единый пойменный массив, отмирает протока пра-Широкая. Древняя дельтовая пойма подвергается сильному размыву, а первичный русловый рельеф местами погребается под новейшими отложениями.

Отмирание многих рукавов, несших свои воды в западную часть дельты, приводит к большей концентрации стока в восточном, Большеенисейском заливе, где продолжается активная аккумуляция наносов. На IV этапе дельтообразования (1200–1500 лет назад) здесь появляются острова и происходит дробление Большого Енисея на систему более мелких протоков и рукавов. В устье Дерябинского Енисея образуется множество мелких островов.

На современном V этапе, начало которого определяется 800 лет назад, продолжается заполнение речными отложениями узких остаточных заливов вдоль коренных бортов долины по Дерябинскому и Каменному Енисею. Основной сток воды и наносов продолжает перемещаться к правому берегу. Формирующаяся в настоящее время молодая пойма дельтовых островов приурочена к косам в устье островов, к недавно возникшим осередкам и побочным. В русле Енисея возникают многочисленные отмели и осередки, незакрепленные растительностью. Аккумуляция основной части стока взвешенных наносов реки в остаточных заливах с глубинами 20–40 м замедляет процесс наращивания надводной части дельты. Анализ картографического и аэрофотосъемочного материала за последний 20-летний период показывает, что скорость

выдвижения внешнего края дельты в Енисейскую губу составляет не более 20 м/год, что крайне незначительно для такой многоводной реки, как Енисей.

Лагунно-дельтовая устьевая система Яны. Дельтовая равнина р. Яны имеет довольно сложный рельеф, представленный различными по возрасту и генезису типами. Верхней гидрологической границей дельты (ее вершиной) считается начало ответвления от главного русла р. Яны дельтовых рукавов у пос. Казачье (150 км от устья, где формируются правые оттоки Самандон и Кочевая, впадающие в Чондонскую губу и образующие региональные дельты выполнения. Ниже по течению существует еще ряд правых оттоков (Дурганова, Камелек). Характерно, что все правые дельтовые рукава формируют свои русла вне пределов голоценовой дельтовой равнины и врезаны в более древние отложения. Эти рукава расположены в своеобразных долинах, образованных цепочками сомкнувшихся изометрических котловин, представляющих собой реликты термокарстовых озер. В процессе развития и деградации криогенного рельефа на поверхности морских и аллювиальных террас происходило и расширение, и объединение термокарстовых котловин, в которые затем стали поступать паводочные воды Яны. В результате этого на голоценовом этапе формирования низовьев р. Яны от реки отделились рукава, начальная стадия руслоформирования которых обязана термокарстовым процессам.

Собственно голоценовая дельтовая равнина р. Яны представлена сравнительно ограниченной территорией (общая площадь 2,09 тыс. км²), заключенной между сартанским аллювиальным конусом выноса на юге, позднеплейстоценовой озерно-аллювиальной равниной (едомой) на западе и морской голоценовой барьерной террасой на севере. Сформировалась она в ходе заполнения аллювием устьевой лагуны, отчлененной серией береговых баров 3 тыс. лет назад от Янского залива моря Лаптевых и в настоящее время перекрытых более молодыми отложениями (Коротаяев, 1999; Коротаяев и др., 1978; Нижняя Яна..., 1998). В ее пределах выделяются три уровня дельтовой поймы: старая, зрелая и молодая (рис. 3).

Старая дельтовая пойма – наиболее высокая (до 5–6 м в вершинной части дельты и 2–3 м в приморской) занимает большую часть дельтовой равнины. Поверхность ее представляет собой типичную полигональную тундру. Сложена высокая пойма сизовато-серым мелким алевритом с многочисленными прослоями торфа и линзами льда. Первичный русловый рельеф практически не прослеживается. Возраст отложений по ¹⁴C составляет 2170±230 лет – 1950±150 лет, что позволяет отнести начало надводного осадконакопления в дельте к концу атлантического – началу суббореального периода голоцена.

Зрелая дельтовая пойма довольно отчетливо выделяется среди однообразной древней поверхности дельтовой равнины в виде широких поясов меандрирования с ложбинно-гравитным рельефом. Абсолютные высоты поймы колеблются от 2–3 м в вершинной части дельты до 1,5–2 м в приморской. Сложена пойма толщей переслаивающихся темно-серых тонкозернистых песков, алевритов с прослоями органических остатков. Возраст отложений – от 1120±150 лет до 650±230 лет.

Молодая дельтовая пойма встречается вдоль русла основных дельтовых рукавов и крупных протоков в виде небольших и редких островов и сегментной поймы с абсолютными высотами от 1,5–2 м до 0,5–1,0 м. Возраст ее – от 400±230 лет до 190±250 лет. Кроме того, весьма характерным элементом русла большинства водотоков являются высокие пески: осередки, побочники, перекавы, прибрежные отмели, сформированные за последние 100 лет и определяющие современную динамику русловых форм.

Приморская полоса дельтовой равнины Яны представляют собой морскую террасу, образованную примкнувшими друг к другу береговыми барами и лагунами. На ее поверхности четко выделяются две генерации древних морских баров и полоса современных береговых баров, окаймляющая весь внешний периметр дельтового конуса. Палеогеоморфологический анализ дельтовой равнины р. Яны свидетельствует о нескольких этапах формирования дельты Яны. Первый этап связан с образованием обширной устьевой лагуны в вершине Янского залива и

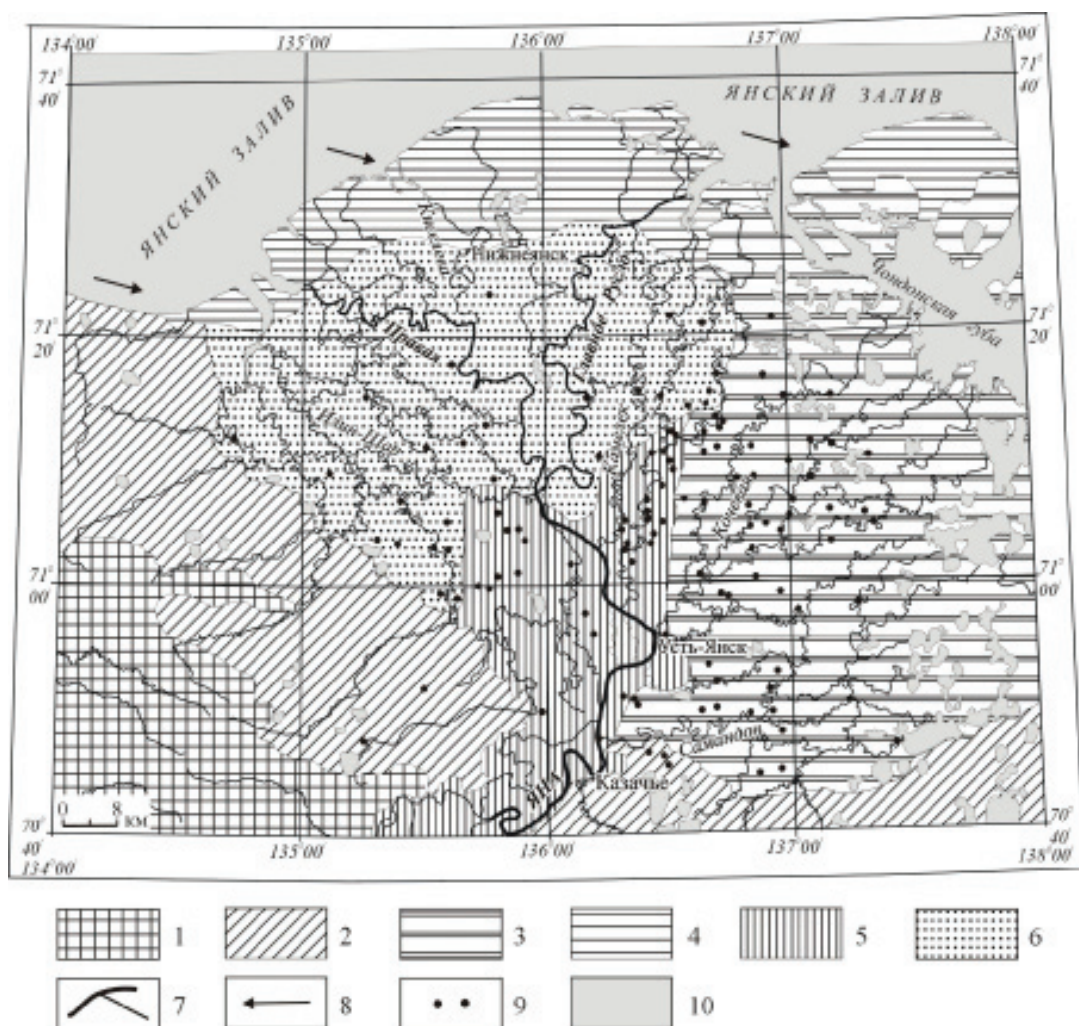


Рис. 3. Геоморфологическая карта лагуно-дельтовой системы р. Яны.

1 – эрозионно-денудационный рельеф низкогорий (до 500 м), 2 – озерно-аллювиальная средне-позднеплейстоценовая равнина (едома, 30–60 м), 3 – морская позднеплейстоценовая терраса (каргинская, 15–25 м), 4 – комплекс морских террас (позднеголоценовая и современная от 1 до 5 м), 5 – сартанский аллювиальный конус выноса (5–15 м), 6 – комплекс голоценовых дельтовых пойм (старая, зрелая, молодая от 1 до 5 м), 7 – гидрографическая сеть, 8 – направление потоков береговых наносов, 9 – булгунняхи, 10 – водные объекты

Fig. 3. Geomorphological map of the Yana River lagoon-delta system.

1 – erosion-denudation relief of lowlands (up to 500 m), 2 – lake-alluvial middle-late Pleistocene plain (edomas, 30-60 m), 3 – marine late Pleistocene terrace (Karginsky, 15-25 m), 4 – marine terrace complex (late Holocene and modern from 1 to 5 m), 5 – sartan alluvial cone of withdrawal (5-15 m), 6 – Holocene delta floodplain complex (old, mature, young from 1 to 5 m), 7 – hydrographic network, 8 – direction of coastal sediment flows, 9 – bulgunnyakh, 10 – water bodies

постепенным ее заполнением наносами р. Яны. Формирование древней (высокой) дельтовой поймы и смыкание дельты с барьерной морской террасой завершилось в начале суббореального периода голоцена не ранее 4000 лет назад, когда уровень океана был близок к современному. Все последующее развитие дельты и ее гидрографической сети определялось характером блуждания дельтовых рукавов в пределах дельтовой равнины, прорывом многоводными рукавами блокирующей террасы и выдвижением устьевых баров главных рукавов на отمهлое взморье.

За последние 3500–4000 лет произошла коренная перестройка структуры гидрографической сети янской дельты, в результате которой сток воды и наносов из центральной (северной) части дельтового конуса переместился к его периферийным частям (к западу и востоку), где в настоящее время функционируют магистральные дельтовые рукава Куогастаах и Главное Русло. Накопление отложений высокой поймы в ее надводной части мощностью от 2 до 4 м происходило в суббореальный период голоцена между 3,5–1,3 тыс. лет. Отложение аллювия, торфа и льда шло со скоростью примерно 20 см в столетие. После выхода поймы из-под уровня ежегодного затопления вертикальный рост ее замедлился. Восстановить положение гидрографической сети на первом этапе формирования дельты затруднительно. Предполагается, что к этому времени еще не было таких дельтовых рукавов как Самондон, Кочевая, Дурганова и Камелек. Основной узел разветвления располагался, очевидно, в районе урочища Развилка в 95 км выше морского края дельты, где начинались рукава пра-Киселева и пра-Охсуу.

На втором этапе развития янской дельты в субатлантическое время (1000–600 лет назад) наметилось дальнейшее заложение новых дельтовых рукавов в восточной части дельты и коренная перестройка гидрографической сети в ее вершинной части, где начали функционировать протоки Камелек и Дурганова. Перераспределение речного стока в пользу пра-Главного Русла и пра-Куогастаах привели к отмиранию рукавов пра-Киселева и пра-Охсуу, блокирование их устьев береговыми барами.

Современный этап (менее 600 лет назад) развития дельты характеризуется уменьшением речного стока в вершину дельты (воды – 30,7 км³ и наносов – 3,0 млн. т. в год) и продолжающейся тенденции к переброске большей части стока в пользу Главного Русла (воды – от 33 до 53 % и наносов – от 35 до 50 %). Увеличивается доля стока в рукава восточной части дельты (Самондон, Кочевая, Дурганова). Современные процессы дельтообразования (барообразование и устьевое удлинение) сосредоточены главным образом в устьевых участках магистральных рукавов, где формируются устьевые бары площадью 90 км² (Правая) и 60 км² (Главное Русло).

Итак, на протяжении позднего голоцена за последние 3,5–4 тыс. лет произошла коренная перестройка структуры гидрографической сети янской дельты, в результате которой основной сток воды и наносов из центральной части дельтового конуса переместился к его периферийным частям, где в настоящее время функционируют магистральные дельтовые рукава Куогастаах и Главное Русло. Гидролого-морфологические процессы в этих рукавах связаны, в основном, с развитием крутых излучин, постепенно смещающихся вниз по течению. Русловые деформации имеют небольшую интенсивность, положение гребней перекатов за многолетний период достаточно устойчиво, а их вертикальные деформации связаны с изменчивостью стока воды и наносов. Здесь преобладает направленный размыв вогнутых пойменных берегов излучин со скоростью 3–5 м/год и наращивание выпуклых участков берега по 5–20 м/год. Современные процессы дельтообразования сосредоточены на баровых участках главных рукавов. Прирост поверхности дельтового конуса происходит за счет аккумуляции аллювия на акватории устьевых баров и в процессе причленения береговых баров к морскому краю дельты.

Дельтовая система Лены. История формирования дельты Лены тесно связана с историей развития ее долины с момента заложения и с основными этапами структурно-тектонических перестроек в ее бассейне (Алексеев, 1961; Галабала, 1987; Коржуев, 1977;). Из всего многообразия типов речных дельт арктического побережья Сибири Ленская дельта представляет собой наиболее сложно построенное полигенетическое устьевое образование. Оно включает в свою территорию не только несколько самостоятельных голоценовых дельт выполнения заливов и выдвигания на открытом берегу, но и коренные девонские останцы (о. Столб, г. Америка-Хайа), останцы Приморской равнины (едома островов Харданг, Сардах, Собо-Сисэ) и обширные участки песчаных отложений с ярко выраженным грядово-котловинным и озерно-термокарстовым рельефом с высотами не более 25 м (так называемая «вторая терраса») в урочище Арга-Муора-Сисэ общей площадью 34 тыс. км².

Цепочки плоских останцов высокой (20–60 м) Приморской равнины сложены ледовым комплексом (мерзлые верхнечетвертичные отложения с большими ледяными клиньями). На их поверхности развит обычный для криозоны мерзлотный рельеф: полигоны, гидролакколиты и байджеяхи. В основании ледового комплекса залегают среднечетвертичные пески (Галабала, 1987). Эта геологическая формация, согласно радиоуглеродным датам (Григорьев, 1993), образовалась между 45 и 12 тыс. лет назад.

Плосковершинные песчаные заозеренные массивы второй террасы высотой 15–25 м в урочище Арга-Муора-Сисэ, благодаря последним исследованиям, предположительно относят к абразионной морской террасе, которая была выработана в отложениях едомного комплекса во время гримальдийской (позднеплейстоценовой) трансгрессии океана, а затем была поднята в результате неотектонических блоковых движений (Большаинов и др., 2013; Are F., Reimnitz E., 2000).

В пределах голоценовой дельтовой равнины р. Лены (площадь около 25 тыс. км² с вершиной в районе о. Тас-Ары) наблюдаются три разновозрастные пойменные поверхности и комплекс современных русловых форм (побочни, осередки, косы, отмели) (рис. 4). Последние наиболее развиты в рукавах Быковской и Сордоохской дельт выполнения, на приморском участке

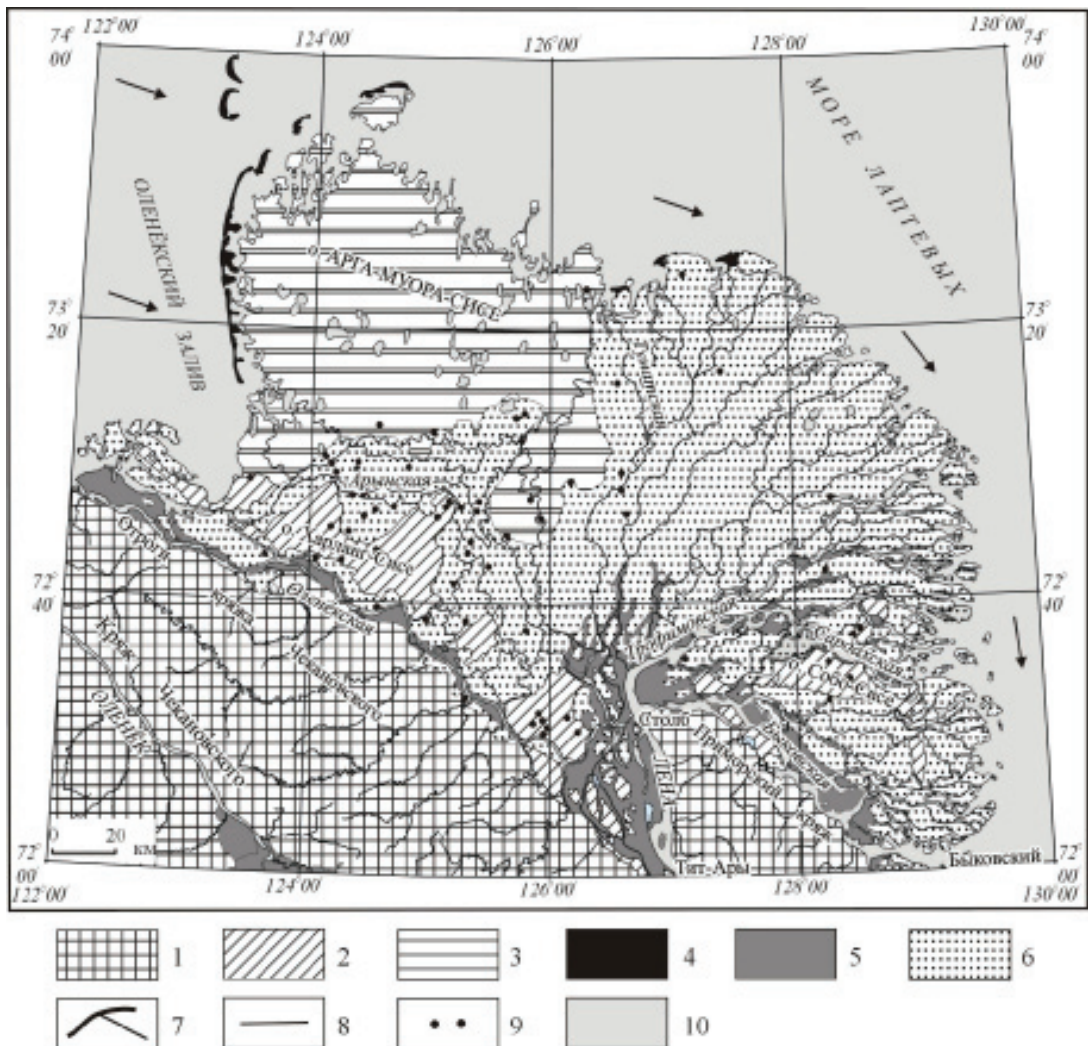


Рис. 4. Геоморфологическая карта дельтовой системы Лены.

1 – структурно-денудационный рельеф низкогорий (до 500 м), 2 – озерно-аллювиальная средне-позднеплейстоценовая равнина (едома, 30–60 м), 3 – морская позднеплейстоценовая терраса (от 15 до 25 м),

4 – морская современная терраса (до 1 м), 5 – пойменно-руслевой рельеф речных долин, 6 – комплекс дельтовых пойм (старая, зрелая, молодая от 1–2 до 5–8 м), 7 – гидрографическая сеть, 8 – направление вдольбереговых потоков наносов, 9 – булгунняхы, 10 – водные объекты

Fig. 4. Geomorphological map of the Lena delta system.

1 – structural-denudation relief of lowlands (up to 500 m), 2 – lake-alluvial middle-late Pleistocene plain (edomas, 30–60 m), 3 – marine late Pleistocene terrace (15 to 25 m), 4 – marine modern terrace (up to 1 m), 5 – floodplain-channel relief of river valleys, 6 – complex of deltaic floodplains (old, mature, young from 1–2 to 5–8 m), 7 – hydrographic network, 8 – direction of longshore drifts, 9 – bulgunnyakh, 10 – water bodies

Оленекской, а также на всем протяжении Сардахской протоки. Высота русловых форм над меженным уровнем постепенно увеличивается от устья рукавов к вершинам дельт от 1 до 4 м. Дельтовые острова по времени накопления отложений подразделяется на молодые формирующиеся, зрелые сформированные и старые пойменные поверхности (Коротаев, 1984; Коротаев и др., 1990). Молодая формирующаяся пойма (возраст от 400 до 1000 лет) с высотами до 3 м слабо закреплена растительностью, ежегодно заливается в половодье или во время высоких нагонов и паводков. Здесь развит полигональный крупночешуйчатый микрорельеф со слабыми проявлениями термокарстовых процессов. Наиболее значительные площади этой поймы приурочены к приморской зоне выдвинутых конусов Туматской и Трофимовской проток, где ширина пояса молодых дельтовых пойм достигает 15–30 км.

Более высокие (3–5 м) дельтовые острова представлены зрелой поймой, сформированной 2000–3000 лет назад. Ее поверхность имеет хорошо выраженный полигонально-валиковый микрорельеф и занята большим количеством мелких озер. Поверхность островов покрыта типичной тундровой растительностью, отложения сильно заторфованы, иногда на всю высоту поймы. Наиболее старая и высокая (от 5 до 10 м) часть голоценовой дельтовой поймы, образованная 3–4,5 тыс. лет назад, не заливается даже во время высоких паводков и находится в стадии перехода к надпойменной террасе. Здесь широко развит термокарст и полигональный рельеф, который деградирует и разрушается. В котловинах спущенных озер встречаются булгунняхы высотой от 10–12 до 20–25 м. В отложениях старой поймы преобладают торфяники с прослоями песков и включениями ледяных линз.

Палеогеоморфологический анализ распространения дельтовых пойм дает основание предполагать, что на ранних этапах формирования Ленской дельты происходило интенсивное заполнение всех полузамкнутых акваторий в устье Лены, возникших в результате его подтопления морем во время фландрской трансгрессии, и выдвижение многорукавного дельтового конуса на месте современных проток Туматской, Трофимовской и Сардахской. За 3 тыс. лет сформировалась основная часть надводной дельты: полностью был выполнен аллювиально-дельтовыми осадками Арынский залив, заключенный между останцами едомы и второй абразионной террасы. От длинного и узкого Оленекского эстуария остался небольшой залив длиной 40 км, расположенный между отрогами хр. Чекановского и обрывами едомы массива Эбо-Эсме.

Основной конус Ленской дельты выдвинулся на расстояние до 90 км несколькими лопастями, фиксирующими направление стока вод Лены в позднем голоцене. Быковская протока приобрела современный облик сравнительно недавно, около 1000 лет назад. Существовавшая здесь к началу голоцена обширная полузамкнутая акватория, ограниченная с юга склонами Приморского кряжа, а с севера и востока – останцовыми массивами едомы, постепенно заполнялась дельтовыми островами. 4–5 тыс. лет назад основной сток воды проходил здесь вдоль левобережных обрывов о. Собо-Сисэ, а затем переместился к юго-восточному краю акватории, в бухту Неелова.

Таким образом, в устье Лены формирование дельтовых островов и консолидированных массивов поймы высотой от 3 до 10 м завершилось 1000–800 лет назад, когда и была заложена основа современной гидрографической сети дельт. В настоящее время основная масса

речных наносов аккумулируется на поверхности субэвальной голоценовой равнины (до 85 %). В устьях магистральных дельтовых рукавов на открытом взморье формируются устьевые бары размером не более 180 км² (Оленекская и Быковская протоки) и береговые бары вдоль морского побережья Ленской дельтовой системы вне зоны действия магистральных дельтовых рукавов.

Заключение

За последние 5–7 тыс. лет речные дельты прошли стадийное эволюционное развитие, что отразилось в закономерном усложнении геоморфологического облика дельт от простого аллювиального выступа до полигенетической аллювиально-дельтовой равнины, расчлененной многочисленными рукавами. В большинстве случаев произошло постепенное преобразование дельт выполнения в одну из модификаций дельт выдвижения на открытом взморье, с формированием субдельт и устьевых баров.

Многолетние экспедиционные исследования Географического факультета МГУ в устьевых областях крупных рек арктического побережья Сибири (1969–1996 гг.) и совместные работы МГУ и Института океанологии РАН в устьях рек европейского севера России (2013–2015 гг.) показали, что формирование речных дельт происходит крайне медленно. За последние 7–5 тыс. лет только такие многоводные реки как Обь, Енисей, Лена, Яна, Индигирка и Колыма смогли образовать устьевые аллювиально-дельтовые конусы выноса площадью от 2 до 25 тыс. км². Прирост морского края речных дельт составлял не более 0,02 км²/год, а скорость устьевого удлинения не превышала 10–30 м/год, несмотря на то, что сток наносов в вершинах этих дельт колебался от 5 до 22 млн. т при водном стоке от 35 до 600 км³. На акватории устьевых взморий рек севера Сибири за последние 100 лет не отмечено появление новых дельтовых островов. Морской склон большинства устьевых баров на протяжении последних 60 лет находится практически в стабильном состоянии, несколько выдвигаясь в море или отступая в сторону берега в зависимости от изменчивости речного стока.

Регулирование речного стока водохранилищами или переброска части стока в другие бассейны приводит к изменению процессов дельтообразования. Так, создание крупных водохранилищ в верхней части бассейна р. Енисея уменьшило величину годового стока наносов реки с 14, 0 до 4, 1 млн. т (г.п. Игарка), что при значительном водном стоке (около 600 км³ в вершине дельты) увеличило транспортирующую способность некоторых дельтовых водотоков и замедлило процессы накопления речных наносов в пределах наземной дельты. Неаккумулированная часть речных отложений выносилась далеко за пределы морского края дельт на расстояние до 200 км и участвовала в формировании так называемых внешних устьевых баров, площадь которых иногда была соизмерима с размерами современных дельт (2590 км² в Енисейском заливе и 1100 км² в эстуарии р. Хатанги).

Средняя скорость прироста позднеголоценовых дельт крупных рек с большим водным стоком (от 100 до 600 км³) и относительно небольшим стоком взвешенных наносов (от 3 до 12 млн. т) на побережьях окраинных морей России (Обь, Енисей, Печора, Колыма, Амур) не превышала 0,9–1,0 км²/год, за исключением дельты Лены, где ежегодный прирост составлял около 5 км², что позволило ей сформировать самую большую дельту на территории России (около 25 тыс. км²). В устьях с ярко выраженным эстуарным режимом уровней и реверсивными течениями (Мезень, Хатанга, Анабар) формирование субэвальных дельт происходило крайне медленно, не более 0,01–0,25 км²/год.

Продолжающееся глобальное потепление климата и медленный подъем уровня Мирового океана приведет к замедлению процессов современного дельтообразования, увеличению дальности проникновения морских вод в устья рек, подтоплению приморской зоны на расстоянии 15–30 км и активизации процессов абразии. Учитывая ландшафтно-климатические и геокриологические особенности побережий российской Арктики, можно ожидать, что протаивание и деградация многолетнемерзлых пород и жилых льдов на акватории авандельт и в приморской зоне аллювиально-дельтовых равнин стимулирует разрушение дельтовых берегов.

Литература

1. Алексеев, М. Н. Стратиграфия континентальных неогеновых и четвертичных отложений Вилуйской впадины и долины нижнего течения реки Лены / М. Н. Алексеев // Труды ГИН., 1961. – Вып. 51. – 119 с.
2. Происхождение и развитие дельты реки Лены/ Д. Ю. Большиянов, А. С. Макаров, В. Шнайдер, Г. Штоф // Санкт-Петербург: Изд-во ААНИИ. – 2013. – 268 с.
3. Галабала, Р. О. Новые данные о строении дельты Лены / Р. О. Галабала // Четвертичный период Северо-Востока Азии. Магадан: Изд-во СО АН СССР. – 1987. – С. 152–171.
4. Коротаев, В. Н. Палеогеоморфологический анализ дельтовой равнины р. Енисей / Л. М. Гаррисон, В. Н. Коротаев, А. Ю. Сидорчук // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. – 1981. – № 6. – С. 103–109.
5. Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования / Под ред. Н.И. Алексеевского. М.: ГЕОС. – 2007. – 585 с.
6. Григорьев, М. Н. Криоморфогенез устьевой области р. Лены. / М. Н. Григорьев // Якутск: Изд-во СО РАН. – 1993. – 176 с.
7. Каплин, П. А. Новейшая история побережий Мирового океана / П. А. Каплин // М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1973. – 265 с.
8. Каплин, П. А. Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее и будущее / П. А. Каплин, А. О. Селиванов // М.: ГЕОС. – 1999. – 299 с.
9. Коржуев, С. С. Геоморфология речных долин и гидроэнергетическое строительство / С. С. Коржуев // Новосибирск: Наука. – 1979. – 175 с.
10. Коротаев, В. Н. Формирование гидрографической сети Ленской дельты в голоцене / В. Н. Коротаев // Вестн. Моск. ун-та. Сер. География. – 1984. – № 6. – С. 39–44.
11. Коротаев, В. Н. Состав и распределение руслового аллювия р. Яны / В. Н. Коротаев // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1999. – № 3. – С. 87–41.
12. Коротаев, В. Н. Эстуарно-дельтовые системы / В. Н. Коротаев // Геоморфология. – 2008. – № 3. – С. 55–65.
13. Коротаев, В. Н. Седиментационные устьевые системы / В. Н. Коротаев // Геоморфология. – 2012. – № 4. – С. 12–22.
14. Коротаев, В. Н. Очерки по геоморфологии устьевых и береговых систем / В. Н. Коротаев. – М.: Географ. ф-т МГУ. – 2012. – 540 с.
15. Формирование дельты р. Яны и прогноз развития ее устьевых баров / В. Н. Коротаев, Р. В. Лодина, В. А. Милошевич и др. // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1978. – Вып. 6. – С. 123–159.
16. Коротаев, В. Н. Процессы дельтообразования в устьевой области Енисея и влияние на них хозяйственных мероприятий / В. Н. Коротаев, В. Н. Михайлов, А. Ю. Сидорчук // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1987. – № 5. – С. 72–77.
17. Гидролого-морфологические процессы, динамика гидрографической сети и русловые деформации в дельте р. Лены / В. Н. Коротаев, В. Н. Михайлов, Д. Б. Бабич и др. // Эрозия почв и русловых процессов. М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1990. – Вып. 10. – С. 120–144.
18. Михайлов, В. Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее / В. Н. Михайлов // М.: ГЕОС. – 1997. – 413 с.
19. Михайлов, В. Н. Речные дельты (Гидролого-морфологические процессы) / Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А. // Л.: Гидрометеиздат. – 1986. – 280 с.
20. Нижняя Яна: устьевые и русловые процессы / Ю. А. Долженко, В. Н. Коротаев, Р. С. Чалов и др. – М.: ГЕОС. – 1998. – 212 с.
21. Are, F., Reimnitz, E. An overview of the Lena River Delta setting geology, tectonics, geomorphology and hydrology // J. Coastal Research. 2000. Vol. 16. No. 4. P. 1083–1093.
22. Broussard, M. L. Deltas, Models for explanation // Houston Geological Society. 1975. 555 p.
23. Li Congxian. Deltaic sedimentation // Modern Sedimentation in Coastal and Nearshore Zone of China, China Ocean Press Beijing. 1986. P. 230–376.
24. Walker, H.J. Arctic Deltas // J. Coastal Research. 1998. Vol. 14. No. 3. P. 718–738.

References

1. Alekseev, M. N. Stratigrafija kontinental'nyh neogenovyh i chetvertichnyh otlozhenij Viljujskoj vpadiny i doliny nizhnego techenija reki Leny / M. N. Alekseev // Trudy GIN., 1961. – Vyp. 51. – 119 s.
2. Proishozhdenie i razvitie del'ty reki Leny/ D. Ju. Bol'shijanov, A. S. Makarov, V. Shnajder, G. Shtof // Sankt-Peterburg: Izd-vo AANII. – 2013. – 268 s.
3. Galabala, R. O. Novye dannye o stroenii del'ty Leny / R. O. Galabala // Chetvertichnyj period Severo-Vostoka Azii. Magadan: Izd-vo SO AN SSSR. – 1987. – S. 152–171.
4. Korotaev, V. N. Paleogeomorfologicheskij analiz del'tovoj ravniny r. Enisej / L. M. Garrison, V. N. Korotaev, A. Ju. Sidorchuk // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. Geografija. –1981. –№ 6. –S. 103–109.
5. Geojekologicheskoe sostojanie arkticheskogo poberezh'ja Rossii i bezopasnost' prirodopol'zovanija / Pod red. N.I. Alekseevskogo. M.: GEOS. – 2007. – 585 s.
6. Grigor'ev, M. N. Kriomorfogenez ust'evoj oblasti r. Leny. / M. N. Grigor'ev // Jakutsk: Izd-vo SO RAN. – 1993. – 176 s.
7. Kaplin, P. A. Novejšaja istorija poberezhij Mirovogo okeana / P. A. Kaplin // M.: Izd-vo Mosk. un-ta. – 1973. – 265 s.
8. Kaplin, P. A. Izmenenija urovnja morej Rossii i razvitie beregov: proshloe, nastojashhee i budushhee / P. A. Kaplin, A. O. Selivanov // M.: GEOS. – 1999. – 299 s.
9. Korzhuev, S. S. Geomorfologija rechnyh dolin i gidrojenergeticheskoe stroitel'stvo / S. S. Korzhuev // Novosibirsk: Nauka. – 1979. – 175 s.
10. Korotaev, V. N. Formirovanie gidrograficheskoi seti Lenskoj del'ty v golocene / V. N. Korotaev // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. Geografija. – 1984. – № 6. – S. 39–44.
11. Korotaev, V. N. Sostav i raspredelenie ruslovogo alljuvija r. Jany / V. N. Korotaev // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografija. – 1999. – № 3. – S. 87–41.
12. Korotaev, V. N. Jestuarno-del'tovye sistemy / V. N. Korotaev // Geomorfologija. – 2008. – № 3. – S.55–65.
13. Korotaev, V. N. Sedimentacionnye ust'evye sistemy / V. N. Korotaev // Geomorfologija. – 2012. – № 4. – S. 12–22.
14. Korotaev, V. N. Oчерки po geomorfologii ust'evyh i beregovyh sistem / V. N. Korotaev // M.: Geograf. f-t MGU. – 2012. – 540 s.
15. Formirovanie del'ty r. Jany i prognoz razvitiya ee ust'evyh barov / V. N. Korotaev, R. V. Lodina, V. A. Miloshevich i dr. // Jerozija pochv i ruslovyje processy. M.: Izd-vo Mosk. un-ta. – 1978. – Vyp. 6. – S. 123–159.
16. Korotaev, V. N. Processy del'toobrazovanija v ust'evoj oblasti Eniseja i vlijanie na nih hozjajstvennyh meroprijatij / V. N. Korotaev, V. N. Mihajlov, A. Ju. Sidorchuk // Vestn. Mosk. un-ta. Ser.5. Geografija. – 1987. – № 5. – S. 72–77.
17. Gidrologo-morfologicheskie processy, dinamika gidrograficheskoi seti i ruslovyje deformacii v del'te r. Leny / V. N. Korotaev, V. N. Mihajlov, D. B. Babich i dr. // Jerozija pochv i ruslovyh processov. M.: Izd-vo Mosk. un-ta. – 1990. – Vyp. 10. – S. 120–144.
18. Mihajlov, V. N. Ust'ja rek Rossii i sopredel'nyh stran: proshloe, nastojashhee i budushhee / V. N. Mihajlov// M.: GEOS. – 1997. – 413 s.
19. Mihajlov, V. N. Rechnye del'ty (Gidrologo-morfologicheskie processy) / Mihajlov V.N., Rogov M.M., Chistjakov A.A. // L.: Gidrometeoizdat. – 1986. – 280 s.
20. Nizhnaja Jana: ust'evye i ruslovyje processy / Ju. A. Dolzhenko, V. N. Korotaev, R. S. Chalov i dr. – M.: GEOS. – 1998. – 212 s.
21. Are, F., Reimnitz, E. An overview of the Lena River Delta setting geology, tectonics, geomorphology and hydrology // J. Coastal Research. 2000. Vol. 16. No. 4. P. 1083–1093.
22. Brousard, M. L. Deltas, Models for explanation // Houston Geological Society. 1975. 555 p.
23. Li Congxian. Deltaic sedimentation // Modern Sedimentation in Coastal and Nearshore Zone of China, China Ocean Press Beijing. 1986. P. 230–376.
24. Walker, H.J. Arctic Deltas // J. Coastal Research. 1998. Vol. 14. No. 3. P. 718–738.

Сведения об авторах

КОРОТАЕВ Владислав Николаевич – д.г.н., с.н.с., в.н.с. НИЛ эрозии почв и русловых процессов имени Н.И. Маккавеева МГУ имени М.В. Ломоносова

E-mail: vlaskor@mail.ru

KOROTAEV Vladislav Nikolaevich – Doctor of Geological Sciences, Leading Researcher, N.I. Makkaveev Research Laboratory of Soil Erosion and Stream Processes, Lomonosov Moscow State University.

ПОМОРЦЕВ Олег Александрович – к.г.н., доцент по кафедре мерзлотоведения, доцент кафедры «Прикладная геология» ГРФ СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: olegpomortsev@mail.ru

POMORTSEV Oleg Aleksandrovich – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Permafrost Studies, Department of Applied Geology, Ammosov North-Eastern Federal University.

Ю.Я. Матчитов^{1,2}, С.Ж.-П. Гадал^{1,2}, Ю.Г. Данилов¹¹Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия²Университет Экс-Марсель, г. Марсель, Франция

E-mail: dan57sakha@mail.ru

E-mail: sebastien.gadal@univ-amu.fr

E-mail: match1304@mail.ru

ГЕОМОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭВОЛЮЦИИ ТЕРМОКАРСТОВОГО ПРОВАЛА БАТАГАЙ (БАТАГАЙКА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

Аннотация. Начиная с начала 2000-х годов зарубежными и российскими учеными проделаны многочисленные исследования динамики термокарстовых провалов, основанные на анализе разновременных космических снимков. В некоторых из них указывается на прямую взаимосвязь между изменением площади провалов и потеплением климата, в других такая связь не прослеживается. При этом в пределах одной и той же территории у разных исследователей наблюдаются противоречивые результаты, что обусловлено недостаточной разработанностью методик аэрокосмических исследований динамики термокарстовых провалов в имеющихся работах.

Поэтому актуальность разработки надежной методики исследований динамики термокарстовых провалов по космическим снимкам, а экспериментальные исследования в различных районах криолитозоны России, проведенные на основе общей для всех районов разработанной методики, позволят выявить причины изменений и ответить на вопрос – могут ли термокарстовые провалы служить индикаторами реакции криолитозоны на современное потепление климата, что является не менее актуальной задачей [5].

Целью является выявление эффективных методик в изучении термокарстовых провалов и прогноз увеличения с помощью геоинформационных технологий, а также 3D-визуализация термокарстового провала Батагайка [5].

В статье проведен климатический анализ по данным Верхоянской метеостанции, и использованы новые методы и написаны блок-схемы для синхронизации обработки спутниковых снимков на двух ГИС-программах, таких как, IDRISI Selva и QGIS, и возможный прогноз на основе метода клеточного автомата для прогнозирования термокарстового провала Батагайка к 2038 году, с использованием ГИС-программ и разновременных спутниковых снимков Landsat 5(8). Сделана векторная карта эволюции термокарстового провала Батагай по следующим годам: 1991, 2006, 2019 и 2038 года [5].

Ключевые слова: дистанционное зондирование, спутниковые снимки, геомоделирование, термокарстовый провал, Батагайка, эволюция, машинное обучение, ГИС.

Yu. Ya. Matchitov^{1,2}, S.J.-P. Gadal^{1,2}, Yu. G. Danilov¹¹M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia²Aix-Marseille University, Marseille, France

E-mail: dan57sakha@mail.ru

E-mail: sebastien.gadal@univ-amu.fr

E-mail: match1304@mail.ru

GEOMODELING OF EVOLUTION PROCESSES OF THE THERMOKARST BATAGAY CRATER (BATAGAYKA) USING GIS

Abstract. Since the beginning of the 2000s, international and Russian scientists have carried out numerous studies of the dynamics of the thermokarst crater based on the analysis of space images taken at different times. Some of them indicate a direct relationship between the change in the crater's area and climate warming;

in others, such a relationship is not traced. At the same time, within the same territory, different researchers have observed contradictory results, which is due to the insufficient development of methods for aerospace studies of the dynamics of thermokarst depressions in the available works.

Therefore, it is important to develop a reliable methodology for studying the dynamics of the thermokarst crater using satellite images; experimental studies in various regions of the permafrost zone of Russia, carried out on the basis of a common methodology developed for all regions, will make it possible to identify the causes of changes and answer the question: may the thermokarst crater signal the response of the permafrost zone to the modern climate warming, which is no less a relevant task.

The goal was to identify effective methods in the study of the thermokarst crater and forecast its increase using geoinformation technologies, as well as to make a 3D visualization of the Batagayka thermokarst crater.

The article describes a climate analysis carried out according to the data of the Verkhoyansk weather station; new methods used; flowcharts written to synchronize the processing of satellite images on two GIS programs, such as IDRISI Selva and QGIS; and a possible forecast based on the cellular automaton method for predicting the thermokarst crater Batagayka by 2038, using GIS programs and multi-temporal satellite images Landsat 5(8). A vector map of the evolution of the Batagay thermokarst crater was made for the following years: 1991, 2006, 2019, and 2038.

Keywords: remote sensing, satellite imagery, modeling, thermokarst crater, Batagayka, evolution, machine learning, GIS.

Введение

На территории криолитозоны, занимающей до 65 % территории России, широкое развитие получили термокарстовые процессы, в результате которых формируются различные отрицательные формы рельефа, в частности, термокарстовые провалы. В условиях глобального потепления климата, которое особенно ярко выражено в Арктике и Субарктике, проявляется большой интерес к исследованию термо-денудационных процессов, как реакции криолитозоны на увеличение температуры. Однако труднодоступность территории, высокая степень ее заболоченности, отсутствие дорог и другой инфраструктуры усложняют проводить подобные исследования на местности, особенно в пределах больших территорий. В настоящее время стало возможно выполнять их с применением методов дистанционного зондирования Земли. Стало возможным изучение изменения формы и площадей, хорошо дешифрируемых на аэрокосмических снимках термокарстовых провалов, их динамики по космоснимкам высокого разрешения и использовать их как показатель активизации термокарстовых процессов и деградации мерзлоты [5].

Актуальна разработка надежной методики исследований динамики термокарстовых провалов по космическим снимкам, а экспериментальные исследования в различных участках криолитозоны России, проведенные на основе общей для всех районов разработанной методики, позволят обнаружить факторы изменений и ответить на вопрос – могут ли термокарстовые провалы служить индикаторами реакции криолитозоны на современное потепление климата, что является не менее актуальной задачей [5].

Территории севера России обладают огромными запасами полезных ископаемых и являются привлекательными районами для освоения этих ресурсов, что в свою очередь позволит увеличить количество рабочих мест, а также даст импульс для развития этих территорий [5].

При освоении северных территорий не стоит забывать о ее хрупком экологическом балансе, при нарушении которого могут возникнуть экологические проблемы [5].

Материалы и методы исследования

Объектом изучения является Батагайский мегапровал, расположенный в 10 км. юго-восточнее поселка Батагай (67°34'49" с. ш., 134°46'19" в. д.), в Верхоянском улусе Республики Саха (Якутия), вскрывший почти 80-метровую толщу синкриогенных отложений на склоне холма между горой Киргиллях (абс. выс. 612 м.) и горой Хатыннах [1].

В 60-х годах XX в. близ поселка Батагай существовал небольшой карьер глубиной 5 метров, где добывали песок для строительства. Со временем стенки карьера стали обшиваться и появился овраг. С 90-х годов овраг начал заметно увеличиваться. На сегодняшний день он превратился в огромный термокарстовый провал. Его размеры достигают: глубина 70-100 метров, длина и ширина более 1 км. [1]

Климат этой территории можно охарактеризовать по данным метеонаблюдений, проводящийся на метеостанции Верхоянск с 1888-г. Часть данных наблюдений имеется в открытом доступе сети Интернет.

Нами проведен анализ по многим показателям, которые приведены на рис. 1, на котором видно, что климат на севере Янского плоскогорья сухой и резко континентальный, с очень холодной зимой и относительно теплым летом.

20 июня 2020 года метеостанция в городе Верхоянске зафиксировала температуру воздуха, равную +38 градусам Цельсия, и превысила предыдущее максимальное значение на 4°C. Температура земной поверхности при этом составила 45 градусов Цельсия [3].

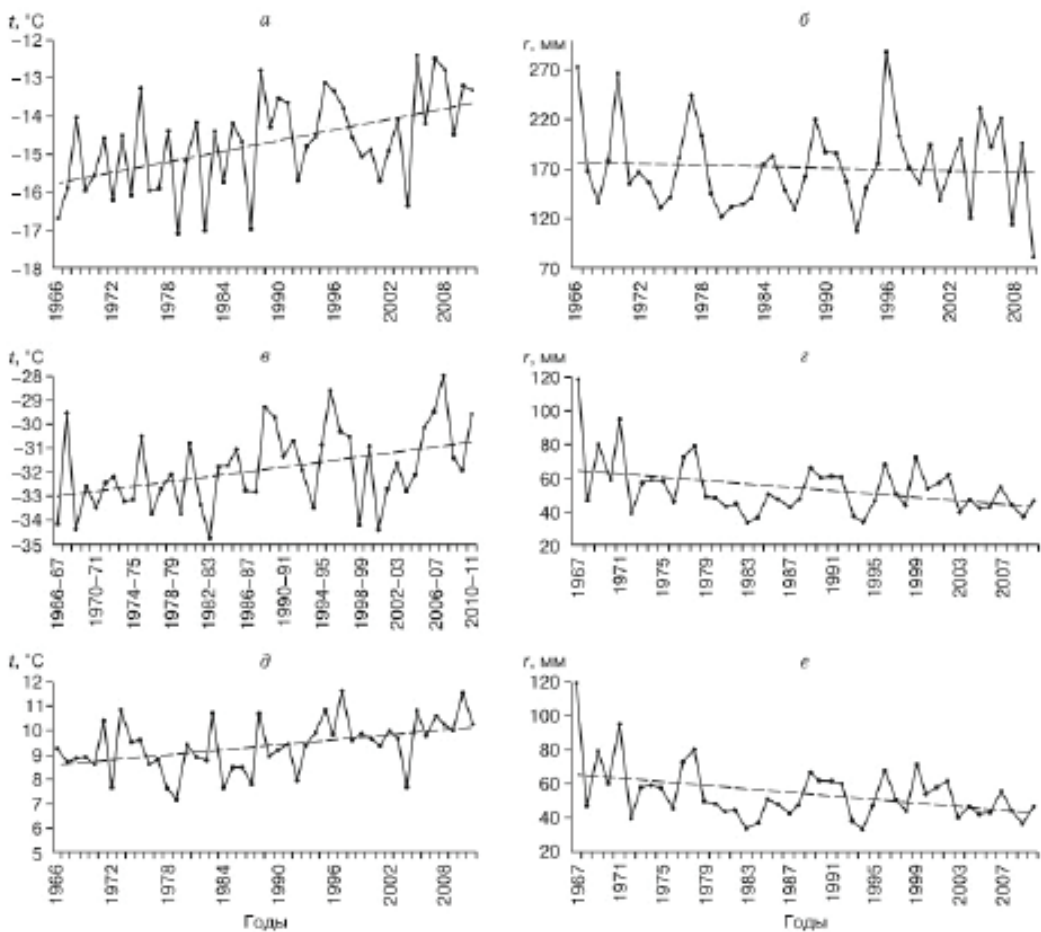


Рис. 1. Выборочные данные метеостанции Верхоянск в 1967–2010 гг.:

а – среднегодовая температура воздуха (t); б – годовые суммы атмосферных осадков (r); в – зимняя (октябрь–апрель) температура воздуха (t); г – зимние суммы атмосферных осадков (r); д – летняя (май–сентябрь) температура воздуха (t); е – летние суммы атмосферных осадков (r); сплошные линии – кривые изменения данных, штриховые прямые – их тренды [2]

Fig. 1. Sample data from Verkhoyansk weather station in 1967-2010:

а – annual mean air temperature (t); б – annual precipitation sums (r); в – winter (October-April) air temperature (t); г – winter precipitation sums (r); д – summer (May-September) air temperature (t); е – summer precipitation sums (r); solid lines – data change curves, dashed lines – their trends [2]

Анализ данных привел к следующим выводам, свидетельствующим об изменениях климата за холодный и теплый периоды:

- почти на 20 мм возросли суммы летних атмосферных осадков;
- более чем на 1°C увеличилась средняя летняя температура воздуха;
- более чем на 2°C увеличилась средняя зимняя температура воздуха;
- на 15 мм сократилась сумма зимних атмосферных осадков.

Геологическое строение этой территории определяется ее положением на западе Верхояно-Колымской складчатой области, где распространены темно-серые терригенные алевролиты и аргиллиты триаса [4]. Те и другие содержат слои песчаников, вместе с ними образуя сложно смятую и прорванную интрузивными породами осадочную толщу. На ней имеется глинистая кора выветривания, местами перекрытая породами неогена. Неоген состоит из глин с галькой и щебнем, галечников, суглинков, супесей, песков. Четвертичные отложения здесь залегают в виде прерывистого плаща, расположенного на более древних толщах скальных и дисперсных пород. Поверхность исследуемой части Янского плоскогорья имеет отчетливо выраженный ступенчатый рельеф.

Приведенный разрез интересен тем, что здесь слоистая песчаная толща содержит полосатости, под которыми понимаются грунтово-ледяные жилы особой структуры [2].

Для прогнозирования дальнейшего увеличения термокарстового провала Батагайка применен метод подвижных клеточных автоматов (МСА, от англ. movable cellular automata). Это метод вычислительной механики деформируемого твердого тела, основанный на дискретном подходе. Он объединяет преимущества метода классических клеточных автоматов и метода дискретных элементов. Важным преимуществом метода МСА является возможность моделирования разрушения материала, включая генерацию повреждений, распространение трещин, фрагментацию и перемешивание вещества. На рисунке 2 Представлена блок-схема, объединяющая для обработки спутникового снимка на двух ГИС программах, таких как IDRISI Selva и QGIS [5].

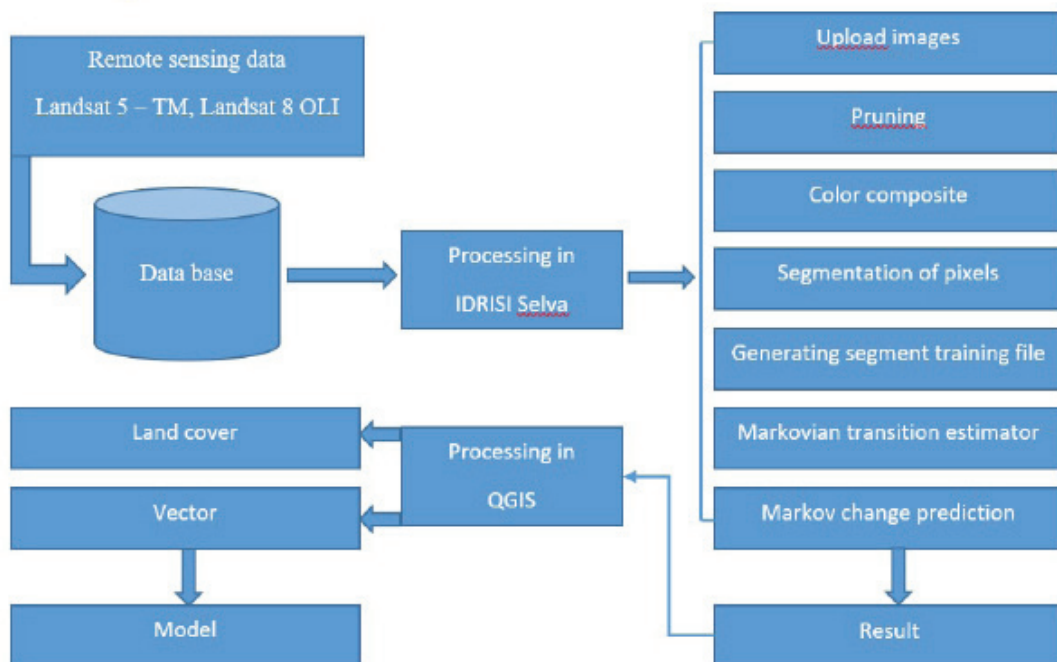


Рис. 2. Блок-схема клеточного автомата
Fig. 2. Block diagram of the cellular automaton

На рисунке 3 представлена модель термокарстового провала Батагайка и прилегающей к ней территории на прогнозируемое время 2038 года. Коричневым оттенком показан термокарстовый провал, зеленым – растительность, голубым – вода, серым – неплодородная почва, желтым – песок, черным – дорожная поверхность [5].

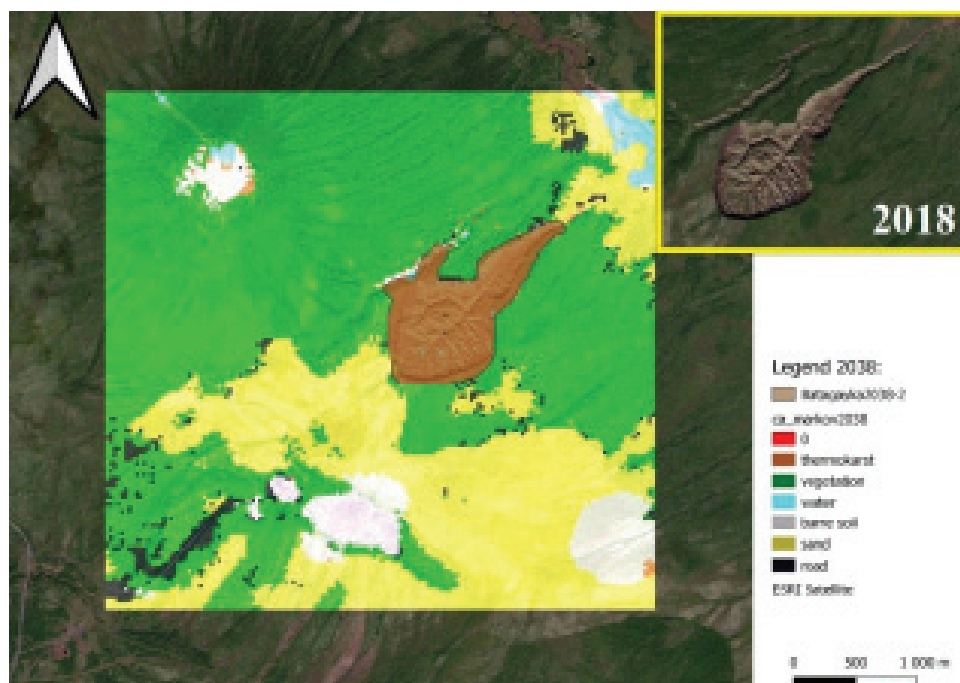


Рис. 3. Прогнозирование увеличения термокарстового провала с помощью метода клеточного автомата
Fig. 3. Prediction of thermokarst crater increase using the cellular automata method

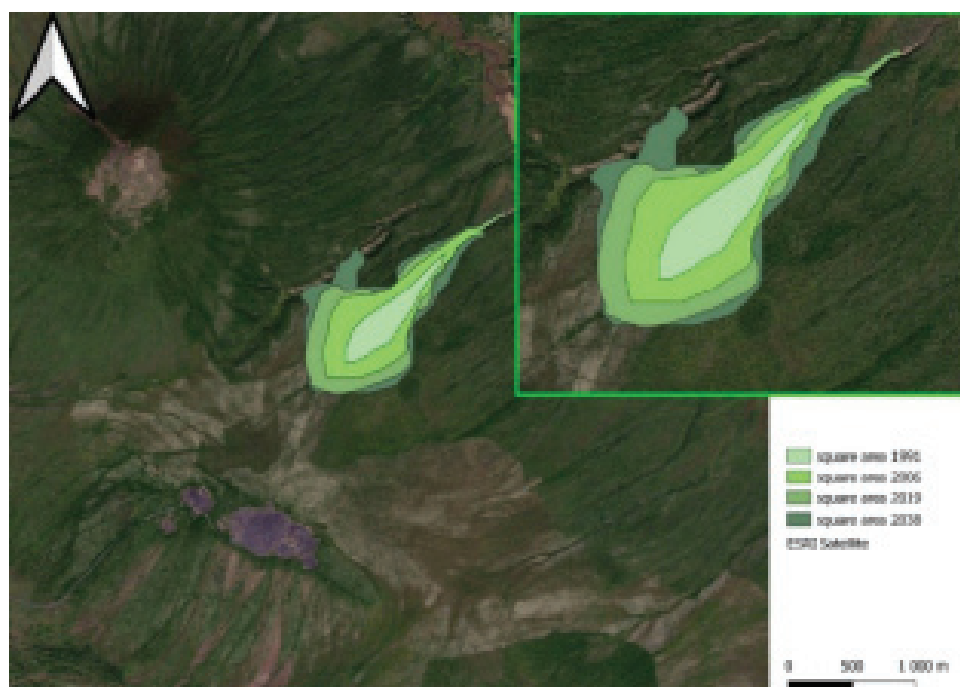


Рис. 4. Векторная карта эволюции термокарстового провала Батагайка
Fig. 4. Vector map of the evolution of the Batagaika thermokarst crater

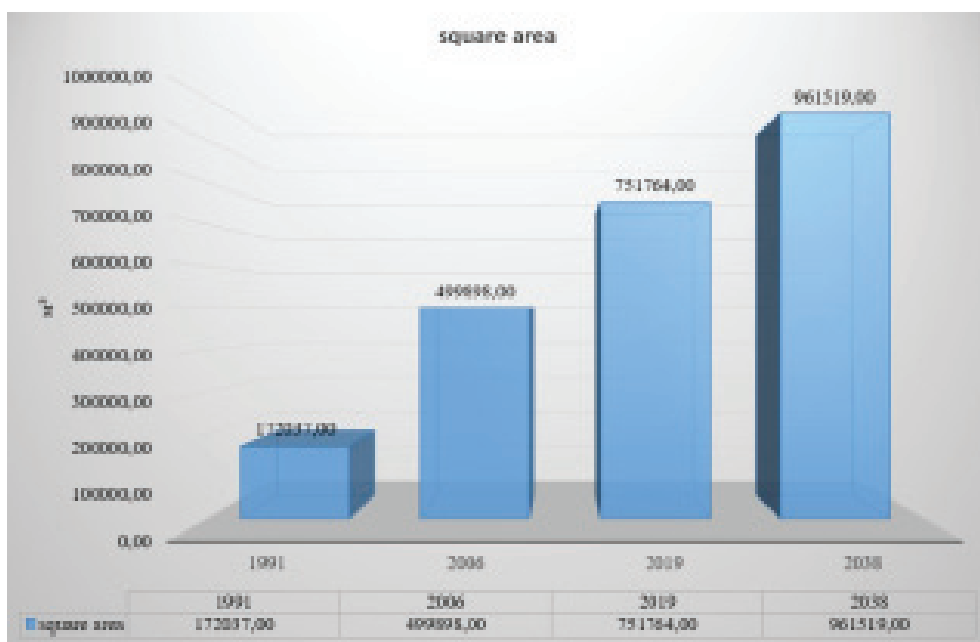


Рис. 5. Диаграмма площадей векторов с 1991 по 2038 годов (в м²)

Fig. 5. Diagram of vector areas from 1991 to 2038 (in m²)

По вышеизложенной модели за 18 лет площадь термокарстового провала увеличится еще на 122,400 м² [5] (рис. 6).



Рис. 6. 3D-модель термокарстового провала Батагайка (на 2018 год)

Fig. 6. 3D model of the Batagaika thermokarst crater (for 2018)

Закключение

Разработаны научные основы и основные принципы технологии применения аэрокосмических и картографических методов для изучения динамики термокарстового провала Батагайка.

В основе этой технологии лежит впервые разработанный метод исследования динамики термокарстового провала, основанный на цифровых технологиях обработки снимков и предполагающий одновременное дешифрирование изменений и измерение их параметров. Получение морфометрических данных по изменению осуществляется именно стереоскопическим измерительным дешифрированием разновременных снимков, которое реализуется методами фотограмметрии и позволяет производить крупномасштабное картографирование динамики наблюдаемого объекта. Метод позволяет определять пространственные изменения и исключает грубые ошибки измерений.

На основе метода клеточного автомата спрогнозирован возможный рост термокарстового провала к 2038 году и проведен сравнительный анализ увеличения площади в квадратных метрах [5].

Литература

1. Васильчук, Ю. К., Васильчук, Дж. Ю., Буданцева, Н. А., Васильчук, Инженерные изыскания в строительстве. Материалы Тринадцатой Общероссийской конференции изыскательских организаций // Батагайская едома – уникальный криолитологический объект. Москва: Издательство Геомаркетинг, 2017. – С. 294
2. Куницкий, В.В. Льдистые породы и термоденудация в районе посёлка Батагай (Янское плоскогорье, Восточная Сибирь) / В.В. Куницкий, И.И. Сыромятников, Л. Ширрмейстер и др. // Криосфера земли. – 2013. – Том XVII, № 1. – С. 56-68.
3. Гидрометцентр России // (режим доступа: <https://meteoinfo.ru/novosti/18324-vmo-priznala-novyj-temperaturnyj-rekord-v-arktike-38-c>)
4. Вдовина, Л.Г. «Батагайский провал» – современный термокарст, развивающийся в реальном времени / Л.Г. Вдовина // Геологический вестник Якутии. – 2017. – № 1(16). – С. 43-50.
5. Матчитов, Ю.Я., Гадаль, С.Ж.-П., магистерская диссертация «Геомоделирование процессов эволюции термокарстового провала Батагай (Батагайка) с использованием ГИС»

References

1. Ju. K. Vasil'chuk, Dzh. Ju. Vasil'chuk, N. A. Budanceva, A. K. Vasil'chuk Inzhenernye izyskanija v stroitel'stve. Materialy Trinadcatoj Obshherossijskoj konferencii izyskatel'skih organizacij // Batagajskaja edoma – unikal'nyj kriolitologicheskij ob'ekt. Moskva: Izdatel'stvo Geomarketing, 2017. – S. 294
2. Kunickij V.V. L'distye porody i termodenudacija v rajone posjolka Batagaj (Janskoe ploskogor'e, Vostochnaja Sibir') / V.V. Kunickij, I.I. Syromjatnikov, L. Shirrmejster i dr. // Kriosfera zemli. – 2013. – Tom XVII, № 1. – S. 56-68.
3. Gidrometcentr Rossii // (rezhim dostupa: <https://meteoinfo.ru/novosti/18324-vmo-priznala-novyj-temperaturnyj-rekord-v-arktike-38-c>)
4. Vdovina L.G. «Batagajskij proval» – sovremennij termokarst, razvivajushhij v real'nom vremeni / L.G. Vdovina // Geologicheskij vestnik Jakutii. – 2017. – № 1(16). – S. 43-50.
5. Matchitov Ju.Ja., Gadal' S. Zh.-P., masterskaja dissertacija «Geomodelirovanie processov jevoljucii termokarstovogo provala Batagaj (Batagajka) s ispol'zovaniem GIS»

Сведения об авторах

ДАНИЛОВ Юрий Георгиевич – заместитель ректора Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова по вопросам устойчивого развития арктических территорий, к.г.н., доцент, г.Якутск, Россия.

E-mail: dan57sakha@mail.ru

DANILOV Yury Georgievich – Deputy Rector on sustainable development of the Arctic territories, Ph.D., Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor, Yakutsk, Russia.

ГАДАЛЬ Себастьян Жан-Поль – проф., доктор географии, д.п.н., Университет Экс-Марсель, г. Марсель, Франция.

E-mail: sebastien.gadal@univ-amu.fr

GADAL Sebastien Jean-Paul – Professor, Doctor of Geography, Doctor of Education, Aix-Marseille University, Marseille, France.

МАТЧИТОВ Юрий Яковлевич – аспирант Эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: match1304@mail.ru

MATCHITOV Yury Yakovlevich – post-graduate student, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

Ю.Г. Данилов¹, Ж.Ф. Дёгтева¹, С.С. Егоров^{1,2}, В.В. Тайурская¹, Т.В. Афанасьева¹

¹СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия,

²ООО «Элден», г. Якутск, Россия

E-mail: dan57sakha@mail.ru

E-mail: degteva.z@bk.ru

E-mail: samsbox86@gmail.com

E-mail: tayurskaya.veronika@gmail.com

E-mail: Petrova_tuyaara@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ РЕКИ БЕЛЯНКИ КОБЯЙСКОГО УЛУСА В ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ

Аннотация. В рамках трехстороннего соглашения между ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова» (СВФУ им. М. К. Аммосова), ГБУ РС (Я) «Дирекция биологических ресурсов, особо охраняемых природных территорий и природных парков» (ДБР) и ООО «Элден» были выполнены полевые исследования долины реки Белянки на территории одноименного ресурсного резервата и за его пределами. Исследования проводились в два этапа: с 20 июня по 3 июля и с 10 по 18 сентября 2022 года. Научно-исследовательская работа (НИР) проведена с привлечением студентов бакалавров, магистрантов и аспирантов в рамках летней практики.

В рамках научно-исследовательской работы были выполнены следующие работы: изучен рельеф и создана цифровая модель рельефа ключевых участков, описаны почвенные разности на ключевых участках, проведены гидрологические и микроклиматические исследования, изучена орнитофауна, фауна мелких млекопитающих и ихтиофауна, описаны растительные ассоциации и ландшафтные фации на ключевых участках. Кроме того, проведена инвентаризация туристских объектов и рекреационных ресурсов прибрежной зоны реки Белянки, изучен туристско-рекреационный потенциал ООПТ ресурсного резервата (РР) «Белянка». Проведенная работа позволила выбрать места под смотровые площадки, кемпинговые зоны, туристическую базу, места и объекты для фото- и видеофиксации, провести подготовку для дальнейшего расчета возможной туристско-рекреационной нагрузки и емкости ландшафтов, примыкающих к реке Белянка и находящихся, как на территории ООПТ, так и за ее пределами. Главным результатом работ являются разработанные рекомендации для дальнейшего развития туризма на ООПТ «Белянка».

Ключевые слова: полевые исследования, ландшафтные исследования, туризм на ООПТ, экологический туризм, ООПТ «Белянка», река Белянка, ресурсный резерват, ресурсный резерват «Белянка», Кобяйский улус, Республика Саха (Якутия).

Yu.G. Danilov¹, Zh.F. Degteva¹, S.S. Egorov^{1,2}, V.V. Tayurskaya¹, T.V. Afanasyeva¹

¹M.K. Ammosov NEFU, Yakutsk, Russia; ²Elden LLC

E-mail: dan57sakha@mail.ru

E-mail: degteva.z@bk.ru

E-mail: samsbox86@gmail.com

E-mail: tayurskaya.veronika@gmail.com

E-mail: Petrova_tuyaara@mail.ru

STUDIES OF THE BELYANKA RIVER IN KOBAYASKY DISTRICT FOR TOURIST AND RECREATIONAL PURPOSES

Abstract. As part of a tripartite agreement between M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Republic of Sakha (Yakutia) Directorate of Biological Resources, Specially Protected Areas and Nature Parks (DBR) and Elden LLC field studies of the Belyanka River valley were carried out on the territory of the resource reserve of the same name and beyond. The research was carried out in 2022 in two stages: from June 20 to July

3 and from September 10 to 18. The research work involved Bachelor's, Master's and postgraduate students as part of their summer internship.

The following activities were carried out: the relief was studied and a digital model of the relief was created in the key areas; soil differences in key areas were described; hydrological and microclimatic studies were carried out; avifauna, fauna of small mammals and ichthyofauna were studied; plant associations and landscape facies in the key areas were described. In addition, an inventory of tourist sites and recreational resources of the banks of the Belyanka River was carried out; the tourism and recreational potential of the protected areas around the Belyanka Resource Reserve (RR) was studied. The work carried out made it possible to select places for observation platforms, camping areas, a tourist camp, locations and sites for photo and video recording; to prepare for further calculation of the possible tourist and recreational load and capacity of the landscapes adjacent to the Belyanka River, located both within the protected areas and beyond. The main result of the work is the developed recommendations for the further development of tourism in the Belyanka protected area.

Keywords: field research, landscape survey, tourism in protected areas, ecotourism, Belyanka protected area, Belyanka River, resource reserve, Belaynka Resource Reserve, Kobyaysky District, Sakha Republic (Yakutia).

Введение

Актуальность данной темы заключается в том, что по мнению мирового сообщества и специалистов в туристской деятельности Россия обладает огромным потенциалом для развития туризма на особо-охраняемых территориях (ООПТ), но данный потенциал не реализуется из-за отсутствия, в первую очередь, туристской инфраструктуры, на что указывает UNWTO.

Организация туринафраструктуры и проведение любых других работ в ООПТ требует осознанного подхода с учетом положений режимных охраняемых зон, не нанося вред окружающей среде. Исходя из этого следует, что на начальном этапе необходимо проведение комплексных научно-исследовательских работ с учетом интересов природоохранных органов, местного населения, представителей науки и предпринимателей в сфере развития туризма на ООПТ.

Поэтому был выбран путь проведения научных исследований на территории ресурсного резервата «Белянка» в рамках трехстороннего соглашения между СВФУ им. М.К. Аммосова, ДБР и туроператором ООО «Элдэн».

Цель: проведение научно-исследовательских работ на территории ресурсного резервата «Белянка» для обоснования возможности развития туризма.

Были поставлены следующие задачи:

- 1) подготовительные работы по расчету туристско-рекреационной нагрузки;
- 2) выбор и обоснование потенциальных мест для устройства кемпинговых зон;
- 3) исследование рельефа местности, создание цифровой модели рельефа (ЦМР) на ключевых участках;
- 4) проведение микроклиматических и гидрологических исследований;
- 5) описание почвенных разностей на ключевых участках;
- 6) описание растительных ассоциаций ключевых участков;
- 7) изучение животного мира, в т.ч.: сбор данных по фауне рыб, мелких млекопитающих и орнитофауны;
- 8) создание ландшафтных карт ключевых участков, с целью дальнейшей интерпретации данных, визуализации данных дистанционного зондирования Земли и создания ландшафтной карты на всю территорию ООПТ «Белянка»;
- 9) разработка рекомендаций по развитию туризма на территории ресурсного резервата «Белянка».

Исполнителями научно-исследовательских работ являются заместитель ректора СВФУ им. М.К. Аммосова к.г.н., профессор Данилов Ю.Г.; к.г.н., доцент руководитель образовательных программ географического направления Эколого-географического отделения Института естественных наук (ЭГО ИЕН) Дегтева Ж.Ф.; к.п.н., доцент ЭГО ИЕН Иванова С.А.; заведующая

учебной лабораторией ландшафтоведения ЭГО ИЕН Афанасьева Т.В.; ведущий инженер учебной лабораторий ландшафтоведения и по совместительству магистрант 2 курса обучения ЭГО ИЕН Таюрская В.В.; представители туроператора ООО «Элдэн» под руководством и.о. генерального директора и по совместительству магистранта 2 курса обучения ЭГО ИЕН Егорова С.С.; научный сотрудник отдела зоологических исследований ИБПК СО РАН Бысыкатова-Харми И. П.; инспектор охраны природы службы «Национальные парки и дикая природа Ирландии» Ниалл Харми; профессор, д.б.н. Биологического отделения (БО) ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова Тяптиргянов М. М.; блогеры Газизова Е.П. и Очиров Р.В.; студенты-географы и студенты-экологи 4 курса ЭГО ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова.

Обзор законодательной базы

Территория Российской Федерации имеет огромный туристско-рекреационный потенциал. С целью развития данного потенциала в последнее десятилетие принимаются различные нормативно-правовые акты (НПА) на федеральном и региональном уровнях. Так в частности, в 2019 г. принята «Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года» и региональная «Стратегия развития туризма в Республике Саха (Якутия) на период до 2035 года», принятая годом позже. В Стратегии даются определения таким понятиям как научный туризм, туристическая инфраструктура, промышленный туризм, молодёжный туризм и т.д.

Территория Российской Федерации имеет огромный туристско-рекреационный потенциал. С целью развития данного потенциала в последнее десятилетие принимаются различные НПА на федеральном и региональном уровнях. Так, в частности приняты в 2019 г. «Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года» и региональная «Стратегия развития туризма в Республике Саха (Якутия) на период до 2025 года», принятая в 2020 году. В стратегии даются определения таким понятиям как научный туризм, туристическая инфраструктура, промышленный туризм, молодёжный туризм и т.д.

В документе, утвержденным Правительством Российской Федерации под *туристической инфраструктурой* понимаются коллективные средства размещения, объекты общественного питания, объекты туристского показа и посещения, объекты придорожного сервиса, объекты торговли и другие объекты, относящиеся к организациям, ведущим деятельность в соответствии с видами ОКВЭД, относящимися к собирательной классификационной группировке видов экономической деятельности «Туризм» [1]. *Экологический туризм* – деятельность по организации путешествий, включающая все формы природного туризма, при которых основной мотивацией туристов является наблюдение и приобщение к природе при стремлении к ее сохранению [1]. *Туристская территория* – физическое пространство (муниципальное образование или группа муниципальных образований), которое характеризуется наличием общего туристского продукта [2]. *Экологическая емкость туристской территории* – величина допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах туристской территории и (или) акватории, при соблюдении которой обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие [2]. *Экологическая нагрузка на туристскую территорию* – совокупное воздействие всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах туристской территории [2].

Стоит дать определение словам ООПТ и ресурсный резерват. *Особо охраняемые природные территории (ООПТ)* – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [3]. *Ресурсный резерват* – один из видов ООПТ, создается для предотвращения преждевременного использования территории [4].

Методы исследования

Во время научно-исследовательской работы были применены такие методы исследования как описание, наблюдение, картографирование, сравнительный, полевое исследование с целью определения аттрактивных мест и инвентаризация туристско-рекреационных ресурсов, ландшафтное исследование выбранных фаций, дистанционное зондирование Земли.

Описания ООПТ РР «Белянка»

Ресурсный резерват «Белянка» (Эркээйи Сир) является одним из видов ООПТ. Находится в Кобяйском улусе Якутии в 204 км от города Якутска (рис.1). Доехать можно комбинированным маршрутом: сначала автотранспорте 154 км, затем на лодке 50 км по реке Лена (рис.2). Площадь ресурсного резервата составляет примерно 336 тысяч км². Датой образования считается 12 мая 1997 года.

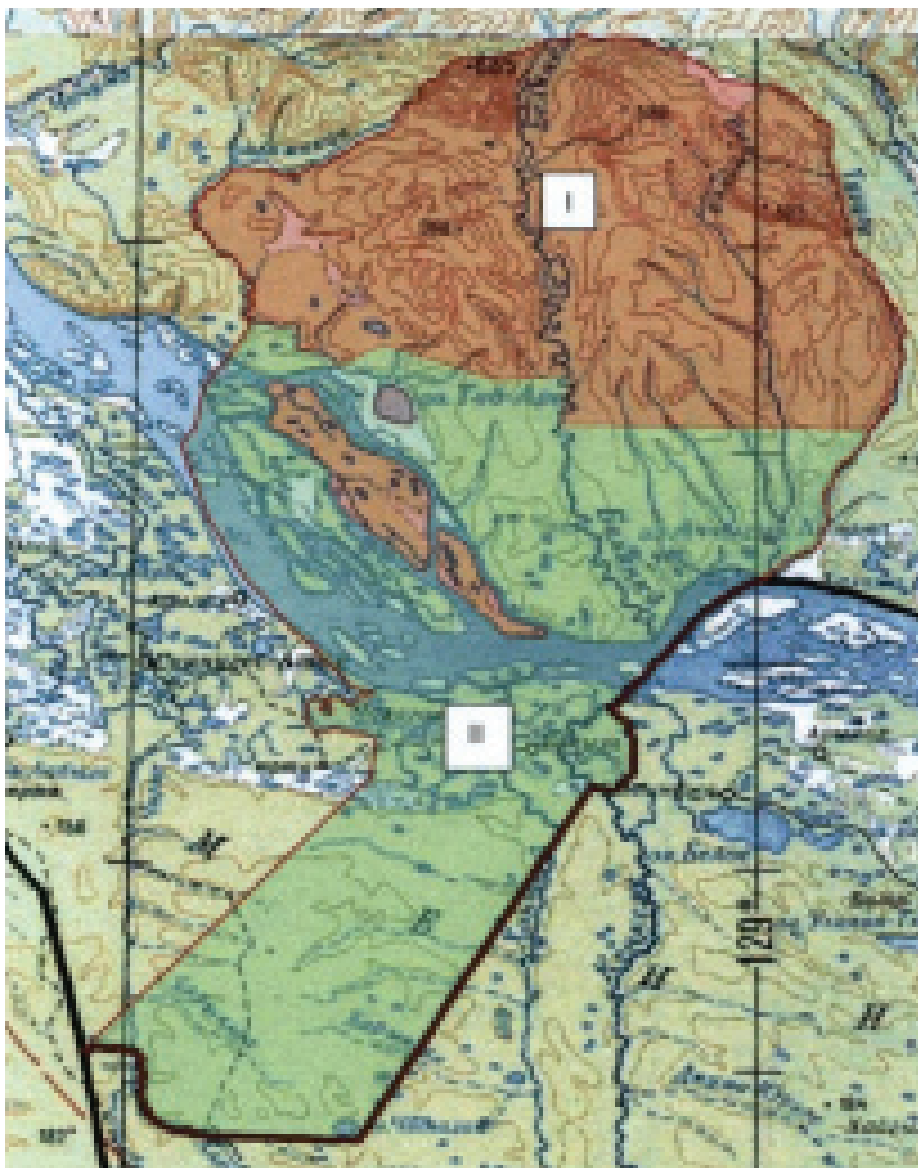


Рис. 1. Схема зонирования границ ресурсного резервата «Белянка». Условные обозначения:

I – Зона абсолютного покоя, II – Зона традиционного природопользования

Fig. 1. Schematic of the zoning of the borders of the Belyanka resource reserve. Legend:

I – Zone of absolute rest, II – Zone of traditional nature management

Исходя из положений постановления Правительства Республики Саха (Якутия) от 12 мая 1997 года № 191 «О создании ресурсных резерватов «Белянка» в Кобяйском, «Терпей-Тумус» в Анабарском, «Приалданский» в Усть-Алданском, «Туостях» в Верхоянском и «WWF-Саха» («Чаруода») в Олекминском улусах» задачами резервата являются:

1. Сохранение уникальных и типичных природных экосистем как среды обитания коренного местного населения и создание оптимальных условий для естественного развития их культуры, традиционных и новых экологически безопасных направлений природопользования;
2. Сохранение и восстановление численности дикого северного оленя, лося, соболя, мест нерестилищ и нагула ценных видов рыб: тайменя, ленка, хариуса (р. Белянка), осетра (р. Лена), тугунка (устья рек Ньогордох, Ханчалы, Кэнкэмэ) и перелетных птиц;
3. Сохранение мест уникальных ягодников, лекарственных растений;
4. Организация и проведение мониторинговых исследований природных компонентов с целью поддержания экологического благополучия и разнообразия обитающих здесь видов, и решение других проблем функционирования ресурсного резервата;
5. Организация рекреационных территорий, предназначенных для отдыха, научного и экологического туризма [5].

Проблемы

В ходе научно-исследовательских работ были выявлены следующие проблемы, мешающие развитию туризма на РР «Белянка»:

1. Министерство экологии, природопользования и лесного хозяйства РС (Я) в лице ГБУ ДБР и особо охраняемых территорий РС (Я) выдает туристам разрешения на посещение РР «Белянка» с запретом разводить костры вне специализированных мест. При этом данные места на территории ООПТ отсутствуют. Соответственно, турист вынужден нарушать требования ДБР и разводить костры или использовать газовые плиты вне отведенных для этого мест;
2. Туристы вынуждены останавливаться на территории резервата хаотично вне санкционированных мест, что негативно влияет на устойчивость природных комплексов;
3. Обилие гнуса в период туристического сезона негативно отражается на восприятии туристами живописных пейзажей территории. Отсутствие кемпинговых зон с беседками с москитными сетками как создаёт дискомфорт, так и может отразиться на здоровье туристов;
4. Туроператор вынужден нести финансовые расходы на перевозку дополнительного инвентаря для защиты туристов от гнуса, нарушать требования пожарной безопасности при организации питания. Исходя из этого ухудшается качество оказываемой услуги, а соответственно, и впечатления самих туристов;
5. Отсутствие смотровых площадок для наблюдения за поведением диких животных также снижает привлекательность туристической территории;
6. Отсутствие системной работы ДБР с местным населением;
7. Отсутствие информационных пунктов, осуществляющих контролирующие и просветительские функции с продажей сувенирной продукции, в рамках формирования положительного образа туристской территории;
8. Низкий уровень взаимодействия ДБР с туроператорами;
9. Отсутствие мобильной связи и интернета плохо сказывается на пребывании туристов на территории ООПТ и ограничивает развитие фото- и видеотехнологий за научными наблюдениями, формировании качественного туристического продукта и контрольными мероприятиями;
10. Отсутствие информации о ландшафтной структуре затрудняет строительство туристической инфраструктуры;
11. Территория ООПТ не инвентаризирована на предмет научно-обоснованной выборки аттрактивных мест туристского посещения;
12. Фактически действующий турмаршрут ограничивается зоной абсолютного покоя, что мешает развитию законного посещения ООПТ РР «Белянка».

Результаты и предложения

Для решения проблем в первую очередь были проведены ландшафтные исследования на 14 точках. Рассмотрим результаты основных 6 точек.

Карты исследования фаций на береговой территории р. Белянка



Рис. 2. Карта исследования фаций на прибрежной территории реки Белянка

Figure 2. Map of the facies study in the coastal area of the Belyanka River

Первой рассмотрим точку, расположенную на правом берегу на 44 километре от устья реки Белянка. Описание фации с порядковым номером 6 датируется 25 июня 2022 г. Данная местность подходит для строительства туристических домиков, а также для кемпинга. Надпойменная терраса не затопляется во время подъема реки, а каменистый берег позволяет спокойно и беспрепятственно пришвартовать лодки. Среди произрастающих растений были описаны лиственницы, сосны, тополя, ива, ели, кедровый стланник, шиповник, рябина, красная смородина, брусника, кипрей, мятник луговой, пырей, прострел. Фация получила следующее название: надпойменная терраса с тополево-лиственнично-брусничным лесом на каменисто-песчаных мерзлотно-таежных почвах.

Далее расположена фация на 52 км от устья реки Белянка на левом берегу. Порядковый номер на карте 10. Описание производили 01 июля 2022 г. На этом берегу на 52 км от устья реки находится кордон ДБР. Данный кордон был предоставлен для проживания во время научно-исследовательской работы. Во время полевых работ было выявлено, что температура на поверхности почвы днем составляет $+18,9^{\circ}\text{C}$, а ее pH равняется 6,46 (слабокислая). В ходе лабораторных исследований было установлено, что вес горизонта A_1 до его сушки 59,5 гр., после сушки 57,9 гр., вес биомассы 53,45 гр., вес чистой почвы 4,45 гр., pH уменьшилось до 5,38. Вес горизонта A_2 до сушки 94,15 гр., после сушки 90,05 гр., вес биомассы 89,25 гр., чистый вес почвы 0,8 гр., pH=5,48.

Под порядковым номером 1 находится точка на 52 км от устья реки Белянка на правом берегу. Здесь располагается скала высотой 296 м. первая точка датируется 22 июня 2022 г. Данная

территория имеет потенциал для будущего строительства смотровой площадки. С находящейся здесь отвесной скалы открываются неповторимые пейзажи. На почвенном разрезе было выделено 4 горизонта: A_0 (дерн), A_1 (вес до сушки 42,6 гр., вес после сушки 23,45 гр., вес биомассы 15,05 гр., вес чистой почвы 5,4 гр. pH 5,54), B_0 (вес до сушки 94,15 гр., вес после сушки 88,65 гр., вес биомассы 86,25 гр., вес чистой почвы 2,4 гр. pH 5,52), C (вес до сушки 81,25 гр., вес после сушки 60,55 гр., вес биомассы 58,35 гр., вес чистой почвы 2,2 гр. pH 5,39). pH во время отбора проб равнялось 8,19; температура +11,1°C. Преобладающим деревом является лиственница даурская. Название данной фации: пологий склон с лиственнично-брусничным лесом на таежных мерзлотных почвах.

С 53 км по 94 км от устья реки Белянка начинается зона абсолютного покоя, в которой не разрешается нахождение посторонних, а также запрещается любая деятельность. Исключением являются научные работы, проводимые с согласия ДБР.

Последней точкой на территории ООПТ является 84 км от устья реки Белянка, правый берег. Точка была исследована 16 сентября 2022 года. Имеет порядковый номер 14. Находящаяся отвесная скала над местом слияния рек Чонгургас и Белянки, позволяет увидеть горы в верховьях реки Белянки. Данная точка попадает в зону абсолютного покоя, что не позволяет туристам легально подняться на скалу. Исключение местности из зоны абсолютного покоя позволит построить на этом месте смотровую площадку с учетом наименьшей антропогенной нагрузки, а расположенное неподалеку озеро, обилие ягод и грибов станет дополнением к развитию туристско-рекреационному потенциалу территории. В почвенном разрезе было выделено 3 горизонта: A_0 , A_1 (вес до сушки 158,45 гр., вес после сушки 125,4 гр., вес биомассы 106,95 гр., вес чистой почвы 18,45 гр. pH 5,37), A_2 (вес до сушки 184,2 гр., вес после сушки 145,6 гр., вес биомассы 136,5 гр., вес чистой почвы 9,1 гр. pH 5,43). Название фации: скалистый участок с сосново – голубично – брусничным лесом на песчаных мерзлотно-таежных почвах. Данная точка пригодна для строительства смотровой площадки.

Точки с порядковым номером 5 (23 июня 2022 г.) и 13 (15 сентября 2022 г.) были описаны на 95 км от устья реки Белянка, на правом берегу. Территорию, полученную в рамках программы «Дальневосточный гектар», планируется обустроить под туристическую базу. В данной местности предполагается строительство гостевых домов, смотровой площадки, специально оборудованной зоны для кемпинга. Территория располагает удобным местом для швартовки лодок. В почвенном разрезе точки под номером 5 имеется 3 горизонта: A_0 , A_1 (вес до сушки 33,95 гр., вес после сушки 28,65 гр., вес биомассы 23,25 гр., вес чистой почвы 5,4 гр. pH 5,44), A_2 (вес до сушки 78,65 гр., вес после сушки 61,5 гр., вес биомассы 54,05 гр., вес чистой почвы 6,45 гр. pH 5,53). Проба под номером 13 имеет 3 горизонта: A_0 , A_1 (вес до сушки 29,6 гр., вес после сушки 4,6 гр., вес биомассы 3,85 гр., вес чистой почвы 0,75 гр. pH 5,37), A_2 (вес до сушки 145,55 гр., вес после сушки 81,15 гр., вес биомассы 72,75 гр., вес чистой почвы 8,4 гр. pH 5,38). Фация имеет следующее название: надпойменная терраса с лиственнично – хвощевым лесом на суглинистых мерзлотно-таежных почвах.

11 точкой является местность на 132 км от устья реки Белянка, правый берег. Местность является излюбленным местом туристов, так как выше этого участка увеличивается экстрим. Территория окружена горами. В связи с этим планируется строительство специально отведенного места под кемпинг. Проба почвы была отобрана 14 сентября 2022 г.: A_0 , A_1 (вес до сушки 119,85 гр., вес после сушки 87,2 гр., вес биомассы 65,45 гр., вес чистой почвы 21,75 гр. pH 5,01). Название фации: пойменная тальниково -осоковая ассоциация на песчаных пойменно-слоистых почвах.

На основе имеющихся данных можно сделать вывод, что исследованная местность пригодна для строительства на них туристической инфраструктуры. Исключением является точка с порядковым номером 13. Исследование показало, что расширение туристической зоны на юго-запад от точки № 5 невозможно, так как почва и грунты, сформировавшиеся здесь

не стабильны, способны к просадкам и могут быть подвержены размыву. Строительство возможно на террасе, высотой 5 метров, то есть на территории, где была описана точка № 5.

Дополнительно на первом этапе НИР была проведена инвентаризация объектов туристических ресурсов вдоль реки Белянка.

Карта потенциальной туристической инфраструктуры р. Белянка

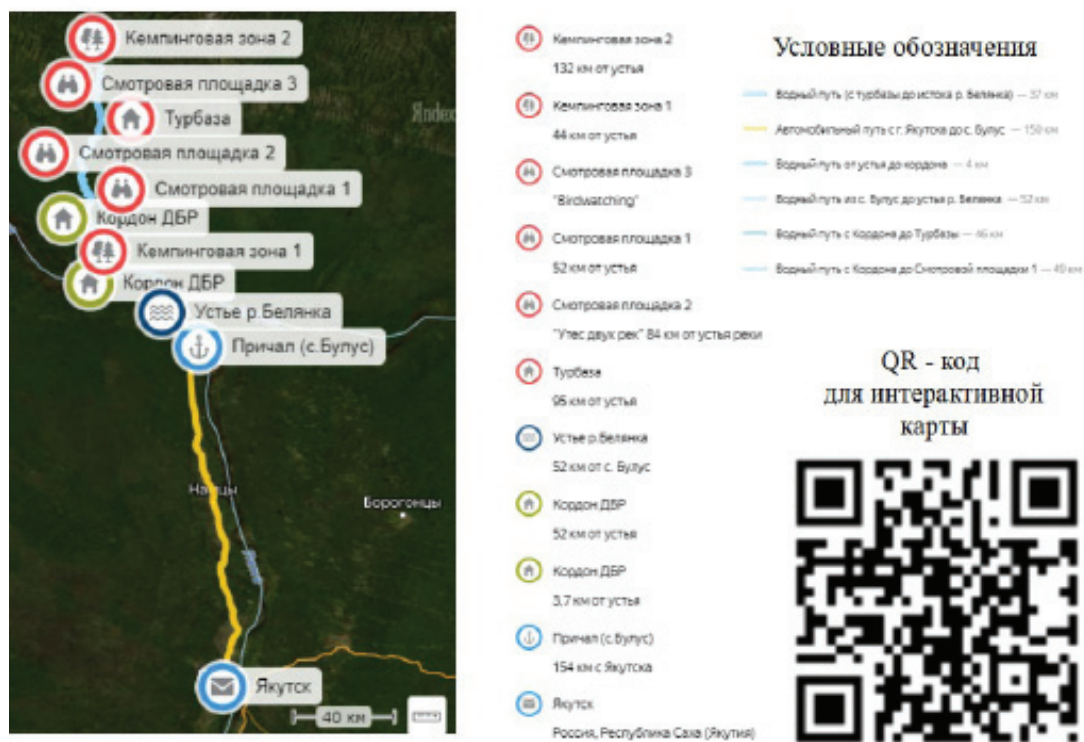


Рис. 3. Карта потенциальной туристической инфраструктуры на реке Белянка

Fig. 3. Map of potential tourist infrastructure on the Belyanka River

Объекты сгруппированы следующим образом:

1. Объекты показа:

- устье реки Белянка;
- «Плачущая гора», представляющая выход многолетних мерзлых пород;
- Смотровая площадка № 1 на 52 км от устья реки Белянка на высоте 296 м на правом берегу в зоне традиционного природопользования;
- Смотровая площадка № 2 на 84 км от устья реки Белянка на правом берегу в зоне абсолютного покоя, называемая «Утёс двух рек»;
- Смотровая площадка № 3 для наблюдения за миграциями птиц и животных на 95 км от устья реки Белянка на правом берегу вне территории ООПТ;

2. Места стоянок:

- Кемпинговая зона № 1 на 44 км от устья реки в зоне традиционного природопользования;
- Кемпинговая зона № 2 на 132 км от устья реки, исток Белянки;
- Туристическая база на 95 км от устья реки Белянка;
- Место организации любительской (спортивной) рыбалки на ценные виды рыб на 60 км от устья реки Белянка в зоне абсолютного покоя.

Было выявлено два кордона ДБР, которые имеют потенциал использования под туристское обслуживание.

Обнаружены места под фото- и видеофиксацию для дальнейшей реализации полученных фото- и видеоснимков туристам в сувенирной лавке на территории лавки.

Выявлены места хаотичного складирования бензина в канистрах, что может плохо влиять на экологию. Дело в том, что туристы, посещающие ООПТ на моторных лодках, оставляют часть бензина в лесу на устье реки Белянка с целью уменьшения общего веса лодки для достижения наилучших показателей скорости и проходимости. Опасность заключается в потенциальной утечке топлива. Медведь, будучи любопытным животным, может сломать канистру с топливом, измазаться топливом для защиты от гнуса. Плохо закрытые канистры при воздействии высоких температур и солнечных лучей могут привести к испарению топлива, тем самым превысить ПДВ.

Заключение

По результатам проведенной научно-исследовательской работы представлены следующие рекомендации:

1. Предлагается обустроить кордон ДБР на реке Лена (рис. 3) под информационный пункт, с целью осуществления контроля за посещаемостью, проведения инструктажа, организации ночлега для прибывающих туристов в темное время суток, организации котлового питания и устройства сувенирной лавки. На кордоне предлагается обустроить специализированные места хранения топлива для моторных лодок;

2. Организовать регистрацию посетителей и выдачу разрешений на посещение непосредственно на кордоне. В настоящий момент туристы вынуждены приобретать разрешение на посещение в городе Якутске вдали от самого места посещения, что создает дополнительные трудности и провоцирует к попыткам посещения без оформления разрешения;

3. В туристической лавке предлагается организация продажи фото- и видеосъемки с мест посещения туристов, а также продажа экологической посуды с семенами растительности, для дальнейшей посадки, в рамках акции по восстановлению леса;

4. Необходимо создание комплексного атласа или путеводителя по реке Белянка для формирования положительного имиджа туристской территории ООПТ Белянка;

5. Привлечь туроператоров, реализующих свои турпродукты на ООПТ РР «Белянка» и представителей местного населения, занятых в водном такси и в ремонте водомоторной техники стать амбассадорами ООПТ «Белянка»;

6. Реализовать проекты строительства туристической инфраструктуры, выбранных в ходе проведения научно-исследовательской работы;

7. Организация постоянных многолетних научных исследований и мониторинга всей ООПТ «Белянка» и на прилегающей территории для обеспечения устойчивого развития рекреации и туризма;

8. На первом этапе предлагается внести изменение границ ресурсного резервата ООПТ «Белянка» путем установления линейного разграничения зоны абсолютного покоя по акватории реки Белянка с целью организации санкционированного турмаршрута и создания дополнительной рекреационной зоны. В последующем по итогам проведения многолетних научных исследований появится возможность научно-обоснованного изменения границ ООПТ, соответственно расширения границ ресурсного резервата и определение зоны абсолютного покоя.

Финансирование мероприятий

Для реализации поставленных рекомендаций предлагается:

1. Создание и защита программы развития ООПТ РР «Белянка» на уровне бюджета Республики Саха (Якутия);

2. Привлечение средств госорганом субъекта РФ, ответственным за деятельность ООПТ в рамках развития нацпроектов;

3. Реализация проектов за счет финансирования туроператорами, непосредственно занимающимися реализацией своих турпродуктов на данной территории;

4. Работа с местным населением по участию их в грантах и субсидиях Ростуризма (Министерство экономического развития РФ);
5. Использование внебюджетных доходов от реализации турпродуктов для обустройства и проведения дальнейших научных исследований данной территории;
6. Использование методов реализации проектов посредством государственно-частного предпринимательства.

Литература

1. Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2019 г. № 2129-р // Собрание законодательства. – 2019. – С. 57
2. Стратегия развития туризма в Республике Саха (Якутия) на период до 2025 года: распоряжение Правительства Республики Саха (Якутия) от 20 ноября 2020 г. № 1070-р // Собрание законодательства. – 2020. – С. 73
3. Федеральный закон от 15 февраля 1995 года № 33-ФЗ (ред. от 01.09.2021) «Об особо охраняемых природных территориях» // Собрание законодательства РФ. – 1995.
4. Голубев, Г.Н. Основы геоэкологии / Г.Н. Голубев. – М.: Издательство КноРус, 2011. – 352 с.
5. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) «О создании ресурсных резерватов «Белянка» в Кобайском, «Терпей-Тумус» в Анабарском, «Приалданский» в Усть-Алданском, «Туостях» в Верхоянском и «WWF-Саха» («Чаруода») в Олекминском улусах» от 12 мая 1997 года № 191 (ред. 29.03.2018) // Собрание правительства – 1997.

References

1. Strategiya razvitiya turizma v Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 20 sentyabrya 2019 g. № 2129-r // Sobranie zakonodatel'stva. – 2019. – S. 57
2. Strategiya razvitiya turizma v Respublike Saha (YAkutiya) na period do 2025 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva Respubliki Saha (YAkutiya) ot 20 noyabrya 2020 g. № 1070-r // Sobranie zakonodatel'stva. – 2020. – S. 73
3. Federal'nyj zakon ot 15 fevralya 1995 goda № 33-FZ (red. ot 01.09.2021) «Ob osobo ohranyaemyh prirodnym territoriyah» // Sobranie zakonodatel'stva RF. – 1995.
4. Golubev, G.N. Osnovy geoekologii / G.N. Golubev. – M.: Izdatel'stvo KnoRus, 2011. – 352 s.
5. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Saha (YAkutiya) «O sozdanii resursnyh rezervatov «Belyanka» v Kobayjskom, «Terpej-Tumus» v Anabarskom, «Prialdanskij» v Ust'-Aldanskom, «Tuostah» v Verhoyanskom i «WWF-Saha» («CHaruoda») v Olekminskom ulusah» ot 12 maya 1997 goda № 191 (red. 29.03.2018) // Sobranie pravitel'stva – 1997.

Сведения об авторах

ДАНИЛОВ Юрий Георгиевич – к.г.н., доцент, профессор Эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: dan57sakha@mail.ru

DANILOV Yury Gerogievich – Candidate of Geographic Sciences, Docent, Professor, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

ДЕГТЕВА Жанна Федоровна к.г.н., доцент Эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: degteva.z@bk.ru

DEGTEVA Zhanna Fedorovna – Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

ЕГОРОВ Семён Семёнович – магистрант Эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова, и. о. генерального директора ООО «Элдэн».

E-mail: samsbox86@gmail.com

EGOROV Semen Semenovich – Master's student, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University; Acting General Director, Elden LLC.

ТАЮРСКАЯ Вероника Всеволодовна – магистрант Эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова, ведущий инженер учебной лабораторий ландшафтоведения Эколого-географического Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: tayurskaya.veronika@gmail.com

TAYURSKAYA Veronika Vsevolodovna – Master's student, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University; leading engineer, Laboratory of Landscape Studies, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

АФАНАСЬЕВА Туяаара Валерьевна, заведующая учебной лабораторией Ландшафтоведения Эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: Petrova_tuyaara@mail.ru

AFANASYEVA Tuuyaara Valeryevna – Head of the Laboratory of Landscape Studies, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 338.47

DOI 10.25587/SVFU.2022.28.4.009

Т.П. Егорова

Научно-исследовательский институт региональной экономики Севера
Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия
E-mail: tp.egorova@s-vfu.ru

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕНСКОГО МОСТА

Аннотация. В статье отражены результаты исследования актуальных тенденций в развитии транспортной инфраструктуры городского округа Якутск, связанных с вовлечением ресурсов прилегающих территорий и трансформации его в современную агломерацию. Определены основные функции и проблемы транспортного комплекса города, на основе стратегических и программных документов развития транспортной инфраструктуры региона установлены сценарии долгосрочного развития городской агломерации «город Якутск». Завершение строительства и ввод в эксплуатацию железной дороги Томмот – Нижний Бестях вносят существенные изменения в конфигурацию основных транспортных схем перемещения грузов и пассажиров на территории республики. Моделирование функционально-пространственного развития города проведено на основе анализа перспектив развития транспортной инфраструктуры, выполнения мероприятий социально-экономического развития Республики Саха (Якутия), которые накладывают определенные сложности в организации бесперебойной работы транспортного комплекса г. Якутска – центра притяжения потоков грузов и пассажиров. Используя долговременные тенденции объемов перевозок грузов, изменения направлений движения основных грузопотоков, связанных с доставкой грузов потребителям в случае строительства мостового перехода через р. Лена, определены прогнозные значения транзитного потока грузового автотранспорта через городскую агломерацию город Якутск. Новизна исследования заключается в выработке организационных механизмов по совершенствованию транспортного каркаса Якутской городской агломерации, созданию единой сети смешанных пассажирских перевозок с учетом строительства Ленского моста. Реализация региональной политики по эффективному и многофункциональному использованию территории, находящейся в районе тяготения транспортных магистралей города, будет способствовать повышению агломерационного эффекта, позволит обеспечить устойчивость транспортного обслуживания и улучшить качество жизни населения Якутской городской агломерации.

Ключевые слова: транспортно-логистический центр, северный завоз, транспортная инфраструктура, Нижний Бестях, пространственное развитие, социально-экономическое развитие, городская агломерация, Ленский мост.

T.P. Egorova

Research Institute of Regional Economy of the North, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University,
Yakutsk, Russian Federation
E-mail: tp.egorova@s-vfu.ru

REGIONAL POLICY ON TRANSPORT SERVICES ON AN URBAN AGGLOMERATION DURING THE CONSTRUCTION OF THE LENA BRIDGE

Abstract. The article describes the results of a study of current trends in the development of the transport infrastructure of the Yakutsk urban district related to the involvement of resources of adjacent territories and its transformation into a modern agglomeration. The main functions and problems of the transport complex of the city were determined; on the basis of strategic and program documents for the development of the transport infrastructure of the region, scenarios for the long-term development of the urban agglomeration “City of Yakutsk” were established. The completion of the construction and commissioning of the Tommot – Nizhny Bestyakh railway has made significant changes to the configuration of the main transport schemes for the movement of goods and passengers on the territory of the republic. The modeling of the functional and spatial development of the city was carried out on the basis of an analysis of the prospects for the development of transport infrastructure and the implementation of measures for the socio-economic development of the Republic of Sakha (Yakutia), which impose certain difficulties in organizing the smooth operation of the transport complex of Yakutsk – the cargo and passenger flows hub. Using long-term trends in cargo transportation volumes, changes in the directions of movement of the main cargo flows associated with the delivery of goods to consumers in the case of the construction of a bridge crossing over the Lena River, the forecast values of the transit flow of trucks through the urban agglomeration of the city of Yakutsk are determined. The novelty of the research lies in the development of organizational mechanisms to improve the transport framework of the Yakut urban agglomeration, the creation of a unified network of mixed passenger transportation, taking into account the construction of the Lena Bridge. The implementation of the regional policy on the efficient and multifunctional use of the territory located in the area of gravity of the city’s highways will contribute to an increase in the agglomeration effect, will ensure the sustainability of transport services and improve the quality of life of the population of the Yakut urban agglomeration.

Keywords: transport and logistics hub, northern delivery, transport infrastructure, Nizhny Bestyakh, spatial development, socioeconomic development, urban agglomeration, Lena Bridge.

Введение

Географическое расположение города Якутска предопределило его роль как «перекрестка» транспортных магистралей, обеспечивающих решение сложных задач завоза грузов в Северные районы России. Короткие навигационные периоды на северных реках и морских участках Северного Ледовитого океана, огромные пространства и расстояния, сложные транспортные схемы требуют организации ежегодных поставок народнохозяйственных грузов и товаров. Якутск несет миссию центрального транспортно – логистического узла, откуда идет управление перевозками.

Транспортная составляющая города является одной из его сильных сторон, дающая городу рабочие места, возможности для развития сферы сопутствующих услуг в местах приложения транспортной инфраструктуры, развития туризма и т.д. В исследованиях отечественных и зарубежных ученых по вопросам развития агломераций и транспортной инфраструктуры в них отражены проблемные вопросы разнопланового характера [2;5;18]. Тем не менее, авторы отмечают, что именно транспорт может стать ограничивающим фактором для социально-экономического развития города [1;16;19].

В транспортной отрасли за последние годы произошли значительные изменения: завершено строительство железной дороги до Нижнего Бестяха, осуществлен ее ввод в постоянную

эксплуатацию, проведена реконструкция федеральных и муниципальных автодорог, завершена реконструкция аэропортового комплекса, проводится капитальный ремонт и реконструкция улично-дорожной сети. Все это в совокупности создает определенные предпосылки для развития рынка транспортно – логистических услуг, как в пределах городской агломерации, так и в направлении близлежащих районов.

Устойчивый рост численности населения города Якутска и прилегающих территорий, прогнозируемый ее рост [13], все возрастающая плотность городской застройки определяют направления повышения общего количества передвижений жителей города на общественном транспорте и транспорте личного пользования. Неравномерность расселения в городской черте и ее пригородах, тенденции роста части населения, проживающего в дачных поселениях, порождают прирост доли в пригородных перевозках. Появление в последнее десятилетие новых микрорайонов города (Прометей, ДСК, 203-й микрорайон и др.) вызывают острую необходимость как расширения существующих частей улично-дорожной сети, так и строительства новых улиц с последующим развитием сети автобусных маршрутов, транспорта общего пользования.

Основные функции и проблемы транспортного комплекса города

В соответствии со Стратегией социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) формирующаяся Якутская городская агломерация включает в себя городской округ Якутск, прилегающие к нему городские поселения поселок Жатай и поселок Нижний Бестях [10]. Город Якутск является центром пересечения основных автомагистралей республики: федеральных «Вилуй» (Якутск – Мирный – Усть-Кут), «Колыма» (Якутск – Магадан), «Лена» (Якутск – Большой Невер) (посредством паромных и ледовых переправ), региональных «Умнас» (Якутск – Олекминск), «Нам» (Якутск – Намцы). В перспективе, кроме обеспечения эффективного и безопасного пропуска внутригородских и пригородных пассажирских перевозок, усилится главная транспортная функция Якутской городской агломерации: деятельность центрального мультимодального транспортного узла, с основными объектами: международный аэропорт «Якутск», региональный аэропорт «Маган», речной порт «Якутск», автовокзал.

Конфигурация улично-дорожной сети города сложилась исторически вдоль пойменной части реки Лена и представлена в радиальной системе, опирающаяся на сформированные вокруг направления заходящих в город главных автодорог (на Вилуйск, Намцы, Покровск, Маган). По данным автомагистралей осуществляется транзитный пропуск пассажирских и грузовых потоков, что крайне негативно отражается на экологической ситуации города, ухудшает состояние автодорог, вызывая колебательность от пропуска большегрузного транспорта. Ожидается, что в ближайшей перспективе, с применением схем доставки грузов по железной дороге от ст. Нижний Бестях, поток грузовых автомобилей будет постоянно увеличиваться [14].

Организация круглогодичного сообщения с прилегающими к городу Якутску муниципальными районами (Горный, Хангаласский Намский, Мегино-Кангаласский) формирует предпосылки вовлечения в экономику городской агломерации трудовых ресурсов [18]. Кроме того, появляется возможность развития услуг придорожного сервиса близ пассажирских автостанций и автобусных остановках, автозаправочных станциях, станциях технического обслуживания; а также сопутствующего сервиса: пунктов питания и отдыха, теплых автостоянок, автомоек и т.д.

Учитывая наиболее активный 2019 (допандемийный) год, в среднем за день городским пассажирским автотранспортом перевозилось 226 тыс. чел. (против 123 в 2010 г.), речным транспортом – 1,5 тыс. чел. (в период навигации), воздушным транспортом – свыше 2,6 тыс. чел. Каждый пассажир в среднем проезжает на общественном автотранспорте 3,5 км [15]. Ежедневно на городских улицах работает около 500 единиц автобусов на 19 регулярных и 11 пригородных маршрутах, неконтролируемое количество легковых такси (по экспертным оценкам, около 2500 машин). Транспортный комплекс Якутска уже не вполне удовлетворяет потребности города в пассажирских перевозках, существенно отстает в качестве транспортного обслуживания. Остро назрела необходимость в новых маршрутах, так как за 10 лет город Якутск

прирос новыми микрорайонами, появились социальные объекты, разрослись пригороды, куда городские автобусы не доезжают. В городе зарегистрировано более 113,8 тыс. ед. автотранспорта, из которых 75 % составляют легковые авто. Обеспеченность легковым авто в городе с 2010 года выросла в 1,6 раз и на 2020 г. составляла 242 ед./1000 чел. [17].

Формирование транспортно-логистического центра в п. Нижний Бестях, относительная близость местоположения к г. Якутску может повлечь за собой необходимость включения этого участка в состав земель, подчинённых мэрии города, как «железнодорожных» ворот столицы (в перспективе расчётное население – 30 тыс. чел., территория 700 га) [10]. Якутск в перспективе станет крупным транспортным узлом республики, состоящим из двух частей: правобережной (п. Нижний Бестях) и левобережной (Якутск). Железнодорожная станция с примыкающим к ней транспортно-логистическим центром в Нижнем Бестяхе (рис. 1), перспективы строительства мостового перехода через р. Лену в районе п. Табага, создают потенциальную возможность роста интенсивности грузового автотранспорта.



Рис. 1. Проект размещения мостового перехода через реку Лена в городской агломерации г. Якутск
Fig. 1. Project location of a bridge crossing over the Lena River in the urban agglomeration of Yakutsk

Всенародная тяга к индивидуальному (частному) домовладению, совершенствование правовых, организационных вопросов, формирование законодательной базы кредитования строительства частных домов создают предпосылки для перевода в будущем в категорию городского жилья дачных территорий по Вилюйскому, Маганскому, Намцырскому трактам. В соответствии с требованиями градостроительной политики необходима будет разработка проектов

планировки данных частей города, предусматривающая строительство новых автомобильных дорог и улиц с развитием маршрутной сети общественного транспорта.

С учетом перспектив развития формирующаяся Якутская городская агломерация будет занимать значительную территорию поймы и надпойменной части реки Лены с охватом ресурсного резервата «Кэнкэмэ» площадью 93045 га, культурных ландшафтов: туристско-рекреационного кластера «Северный мир» на Табагинском мысе (5900 га), таежного ландшафтного парка «Чабыда» (2500 га), национального парка «Сайсары» с полуостровом «Байанай» (45 га), лугового парка «Зеленый луг» (700 га), лугового парка остров «Хатыстах» (550 га), а также крупного культурно-развлекательного комплекса Арктический центр эпоса и искусств («Олонхолэнд») (3,3 га) и архитектурно-этнографического комплекса «Ус Хатын» с расширением до 1000 га [4].

Ввод железной дороги до ст. Нижний Бестях в постоянную эксплуатацию и формирование транспортно-логистического центра на правом берегу р. Лена, обеспечивающего взаимодействие всех видов транспорта, организующего прием, перегрузку, накопление, хранение и отправку прибывающих грузов, будет способствовать тому, что Якутская городская агломерация приобретет черты транспортно-распределительного хаба.

Уже сейчас наблюдается снижение объемов переработки по левому берегу и, соответственно, ежегодное увеличение перерабатываемого груза по правому берегу в районе притяжения Якутского транспортно – логистического узла, что указывает на происходящие изменения основных транспортных схем доставки грузов на территории региона:

- объем переработанного груза в речном порту Якутск упал в 4,4 раза (с 851 тыс. тонн в 2012 г. до 194 тыс. тонн в 2021 г.) [15];

- отмечается динамичный рост объема перевозок грузов по железной дороге до ст. Нижний Бестях (с 2014 по 2021 гг. рост в 4,5 раза). В 2020 г. объем перевезенных грузов по всей номенклатуре составил 1,08 млн. тонн, в 2021 г. – 1,14 млн. тонн, а за 10 месяцев 2022 г. – уже 1,3 млн. т. [8].

Определенная часть улично-дорожной сети города достигла предела пропускной способности и перегружена. Еще в 2012 г., при разработке стратегии социально-экономического развития города Якутска, были предложены приоритеты развития городского транспорта, часть из которых успешно реализована:

- совершенствование маршрутной сети на центральной улице города (проспект Ленина) с исключением дублирующих маршрутов;

- введение скоростных, круговых маршрутов в центральной части города;

- перемещение автовокзала из центральной части города;

- безналичная оплата проезда на общественном транспорте;

- организация информативности остановочных пунктов [4].

Проводится плановая модернизация транспорта общего пользования, внедряются мероприятия повышения эффективности муниципального автотранспортного предприятия; расширяется сеть междугороднего и межрайонного автобусного сообщения.

Возрастающая автомобилизация населения г. Якутска (увеличение в 1,6 раза за последние 10 лет), рост потребности в организации мест постоянного и временного хранения автомобилей (гаражи, стоянки, парковочные места); отсутствие достаточных мест для парковки личного, служебного видов транспорта и такси; отсутствие единой системы водоотводных сооружений; приток на территорию города большегрузного транзитного транспорта после завершения строительства железной дороги и мостового перехода; ухудшение экологической ситуации из-за загруженности городских дорог избыточным количеством неуправляемых транспортных потоков определили направления развития улично-дорожной сети города:

- автоматизация мониторинга и пополнения базы данных по текущему состоянию улично-дорожной сети;

- применение инновационных технологий при строительстве и содержании объектов улично-дорожной сети;

- пополнение материально-технической базы коммунального хозяйства города;
- применение современных методов организации дорожного движения (интеллектуальных транспортных систем);
- повышение связности улично-дорожной сети;
- завершение строительства окружной дороги для транзита грузового автотранспорта в режиме непрерывного движения.

Внедрение современных технологий и совершенствование организации дорожного движения позволяют снизить загруженность транспортных магистралей. От успеха решения данных задач будет зависеть достижение главных стратегических целей развития города – повышение комфортности и качества жизни населения.

Сценарии долгосрочного развития транспортной инфраструктуры городской агломерации «город Якутск».

Стратегия развития транспортного комплекса города Якутска строится на основе перспективных сценариев развития производительных сил и социальной сферы республики, содержащихся в принятых программных документах развития экономики на среднесрочную и долгосрочную перспективу, среди которых выделяются: Стратегия социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) до 2032 г. и с целевым видением до 2050 г. (2018 г.) [7], Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры Республики Саха (Якутия) и комплексной схемы организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом Республики Саха (Якутия) (2022 г.) [11], Стратегия социально-экономического развития городского округа «город Якутск» до 2032 г. (2018 г.) [10;9] и ряд других. Немаловажными факторами, которые учитываются при формировании перспективных объемов транспортной работы по перевозкам грузов и пассажиров в пределах городской агломерации, являются динамика численности населения, рост доходов населения, развитие реального сектора экономики, объемы производства и потребления.

Стратегические цели развития транспортного комплекса: повышение мобильности населения и транспортной доступности, приоритетное развитие транспорта общего пользования, повышение пропускной способности улично-дорожной сети, обеспечение безопасности перевозки пассажиров городским пассажирским транспортом, повышение эффективности работы муниципального транспорта, снижение отрицательного влияния автотранспорта на окружающую среду.

Одним из крупнейших инвестиционных проектов в сфере транспортной инфраструктуры является Ленский мост – важнейший транспортный объект, включённый в Национальную программу развития Дальнего Востока [12]. Ленский мост – комплекс мостового перехода через реку Лена, включающий строительство трех частей автомобильного моста общей протяженностью 3,4 км (в т. ч. 2,5 км основная часть), автодорожных подходов к нему, инженерно-технических сооружений, сооружений охраны и эксплуатации моста. Глубина русла реки в районе мостового перехода составляет 6-8 м при ширине реки в межень 2,3 км. Протяженность автодорожных подходов к мосту составляет 15 км. Началом трассы является 26-й км автодороги Р-004 «Умнас» (Якутск – Покровск – Олекминск – Дабан – Чапаево – Турукта – Ленск) (Покровский тракт), окончанием – 1132-й км федеральной автомобильной дороги А-360 (М-56) «Лена» (рисунки 1). По проекту ожидается трафик в размере более 6 тыс. автомобилей в сутки [6].

Стратегия развития транспортной инфраструктуры Якутской городской агломерации основана на ключевой задаче разработанных ранее программ, предусматривающих «создание опорной сети транспортных магистралей, имеющей выход в единую дорожную сеть страны без «разрывов» и «узких мест»». Стержневым направлением развития транспортной инфраструктуры, непосредственно влияющим на автодорожную сеть городского округа, является:

- строительство и реконструкция федеральных автомобильных дорог «Колыма» (Якутск-Магадан), «Лена» (Якутск – Большой Невер), «Вилуй» (Якутск – Мирный – Усть-Кут),

региональных автодорог «Амга» (Якутск – Усть-Мая), «Кобяй» (Асыма – Сангар), «Умнас» (Якутск – Олекминск);

– развитие сельских дорог для обеспечения связи населенных пунктов с центрами районов и решения социальных проблем сельского населения;

– строительство мостов.

Используя долговременные тенденции объемов перевозок грузов по основным направлениям федеральных и региональных автомобильных трасс, можно выстроить динамическую модель прогнозных значений транзитных грузопотоков, следующих через г. Якутск до 2032 г. Ожидается, что к 2032 году суммарный грузопоток, прибывающий в том числе для перевалки и разгрузки в Якутском транспортном узле, возрастет на 25 % к уровню 2020 г., в фактическом выражении достигнет 10, 95 млн. тонн грузов (левобережная часть). Из этого объема в город Якутск будет направлено 6,7 млн. т, транзит грузов в Вилюйскую группу улусов по автодороге «Вилюй» составит 3,3 млн. т [3].

Обсуждение

Ввод в эксплуатацию железной дороги и строительство автодорог в асфальтобетонном исполнении в прилегающих районах, возведение мостового перехода предполагают рост насыщенности автодорог городской агломерации г. Якутск автотранспортом. В целях снижения негативного влияния на окружающую среду и предупреждения разрушения дорожного полотна от воздействия большегрузного транспорта Стратегией города Якутска предусматривалось строительство объездной дороги западнее г. Якутска для пропуска транзитного автотранспорта в режиме непрерывного движения п. Табага – оз. Чабыда – Вилюйский тракт (рис. 2). Предполагалось, что на первом этапе роль объездной дороги выполнит существующая магистраль, на начало второго этапа планировалось функционирование автодороги в режиме «автомобильной», с исполнением к завершению периода в твердом (гравийном) типе покрытия, третий этап – завершение строительства с асфальтовым покрытием [4].

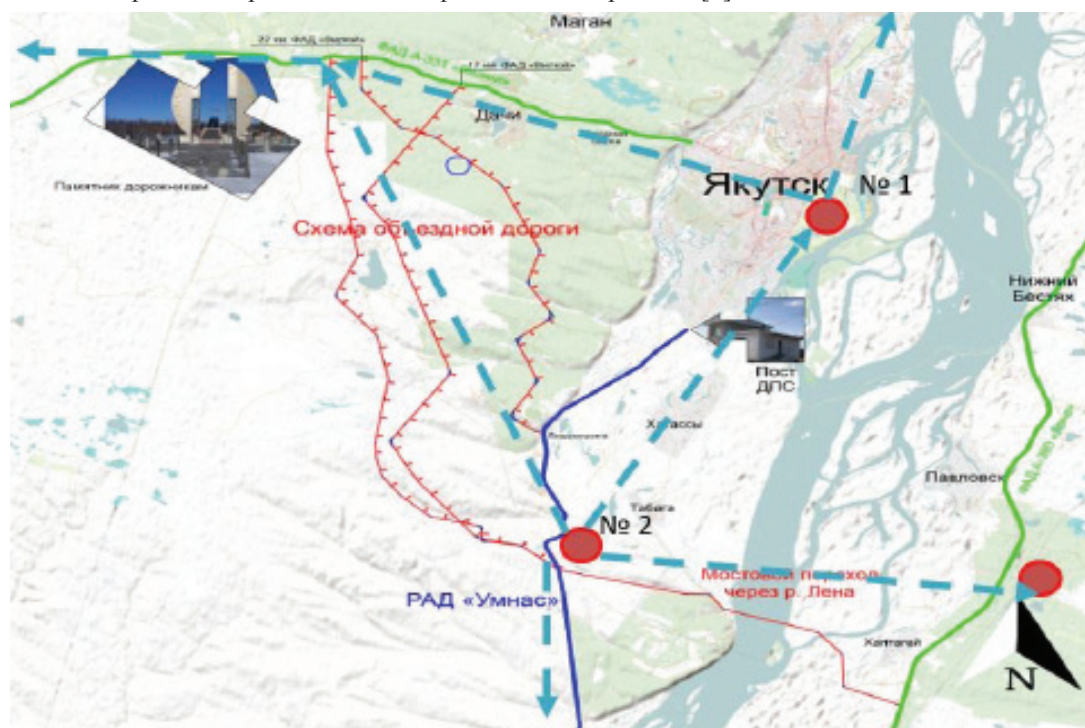


Рис. 2. Схема размещения объездной дороги для пропуска транзитного автотранспорта в городской агломерации г. Якутск

Fig. 2. Layout of the bypass road for transit vehicles in the urban agglomeration of Yakutsk

В целях анализа сценариев социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) и их влияния на транспортный комплекс г. Якутска на Межведомственной научно-практической конференции «Развитие транспортной инфраструктуры города Якутска: предложения и рекомендации», проходящей в Якутске 15-19 августа 2022 года, были обсуждения проблемные вопросы транспортной инфраструктуры Якутской городской агломерации. Также в рамках научно-исследовательской работы «Анализ транспортной инфраструктуры городской агломерации «город Якутск» с учетом строительства мостового перехода через р. Лена» были представлены результаты исследования по разработке прогноза предстоящих изменений в структуре грузовых перевозок городской агломерации город Якутск с учетом реализации мероприятий социально-экономического развития Республики Саха (Якутия).

В состав экспертной группы вошли: к.т.н. Попов А.С. и к.т.н. Прокопьев В.П. (Якутский институт водного транспорта (филиал СГУВТ), Якутск), Покрашенко П.А. (начальник экспертно-аналитического отдела ФАНУ «Востокгосплан», Москва), Заболоцкая-Избекова Ю.Д. (эксперт по логистике, Якутск), Бадин Ю.Ю. (ПАО ЛОРП, Якутск), к.э.н. Полешкина И.О. (МГТУ ГА, Москва), Назаров Н.С. ГКУ РС (Я) «Ленский мост», Татарникова П.А. (АДФ СВФУ), к.э.н. Егорова Т.П., Делахова А. М. (НИИРЭС СВФУ). Были рассмотрены вопросы, касающиеся изменения транспортно-логистических схем грузовых и пассажирских потоков в связи с вводом железной дороги Томмот – Нижний Бестях и Ленского моста, выработаны технологические предложения и рекомендации по улучшению организации транспортного комплекса города Якутска.

Выявлено, что предстоящие изменения транспортно-логистических схем в связи с вводом Ленского моста проявляют ряд положительных и отрицательных эффектов. Положительные эффекты заключаются в создании новых рабочих мест и прироста ВРП, повышении транспортной доступности, возможном снижении цен на все виды товаров за счет увеличения скорости оборачиваемости, развитии бизнеса, развитии туризма, развитии рынка транспортно-экспедиционных услуг, частичном замещении мелкого торгового бизнеса за счет прихода крупных сетевых ритейлеров (что также ведет к снижению цен).

Одновременно с этим могут возникнуть и отрицательные эффекты, связанные с ухудшением экологической ситуации на прибрежных территориях р. Лена (увеличение уровня вредных выбросов в атмосферу и накопление тяжелых металлов в почвах); повышением износа автомобильных дорог общего пользования; нехваткой кадров по специальности «логистика»; ростом уровня шума; рисками транспортного коллапса для города Якутска по причине увеличения транспортных средств (в том числе транзитных); нехваткой парковочных мест; более частому появлению заторов в случае возникновения аварийных ситуаций.

Вместе с тем, открываются дополнительные возможности для бизнеса в связи с появлением моста: увеличение скорости товарооборачиваемости, оборотных средств предприятий; снижение затрат на хранение и ликвидация сезонного хранения; развитие придорожного сервиса; снижение потребности в кредитных ресурсах на период депонирования грузов [14]. Для населения в целом: повышение уровня транспортной мобильности населения, круглогодичная доступность медицинских и образовательных услуг г. Якутска, доступность к культурным и природоохранным объектам. На территории г. Якутска расположено много профильных современных медицинских комплексов (офтальмологическая больница, онкологический центр, кардиологический центр, перинатальный центр, развита стоматология и др.), в Мегино-Кангаласском районе имеются грязевые и термальные источники, что при круглогодичном сообщении дает возможность развивать межрегиональный медицинский туризм и выезды на диагностическое обслуживание.

Заключение

Предстоящие изменения в работе транспортного комплекса накладывают определенные сложности в организации бесперебойной работы транспортного комплекса г. Якутска – центра

притяжения потоков грузов и пассажиров. Проведенный анализ пространственных изменений республики позволяет выработать организационные механизмы по совершенствованию транспортной инфраструктуры и организации пассажирских перевозок в пределах городской агломерации г. Якутск:

1. Вынос оптовых баз с ул. Чернышевского за пределы г. Якутска в район с. Табага, с. Владимировка с формированием кластера оптово-распределительных центров с применением технологий формирования мелких и крупных партий сборных грузов для их последующего распределения;

2. Формирование единой сети смешанных пассажирских перевозок:

– транспортно-пересадочный узел № 1 в г. Якутск – смешанный пассажирский транспортный хаб (автовокзал, причал для маломерных судов) на территории проектируемого 204 мкр. (для перевозки пассажиров до жд/ст. Нижний Бестях);

– транспортно-пересадочный узел № 2 в с. Владимировка – автостанция для обеспечения единой системы пассажирских перевозок в пригороды ГО Якутск;

– транспортно-пересадочный узел № 3 на ст. «Правая Лена» – перевалочный пункт смешанных перевозок «ж/д – авто» для транзитных грузов на ФАД «Вилуй», РАД «Нам», РАД «Умнас», автостанция с началом маршрутных линий пассажирских перевозок. Как дополнение: переименование ст. «Правая Лена» в ст. «Ленский мост»;

3. Организация единого логистического центра для управления мультимодальной транспортной системой северного завоза грузов.

Организацию транспортно-пересадочных узлов возможно совмещать со строительством крупных современных торгово-развлекательных центров вдоль улицы Чернышевского (на месте оптовых баз), Покровского тракта, Объездного шоссе.

Моделирование функционально-пространственного развития города на основе анализа перспектив развития транспортной инфраструктуры, выполнения мероприятий социально-экономического развития Республики Саха (Якутия), выявило рост транзитного автотранспорта через городскую агломерацию город Якутск. Реализация региональной политики и системное решение рассмотренных проблем по повышению агломерационного эффекта и совершенствованию транспортного каркаса Якутской городской агломерации позволят обеспечить устойчивость транспортного обслуживания и улучшить качество жизни населения.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту № FSRG-2020- 0010.

Литература

1. Cats O. The robustness value of public transport development plans/ Journal of Transport Geography. – 2016. – Т.51. – pp. 236-246. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.01.011
2. Антонов, Е.В., Куричев, Н.К., Тревиш, А.И. Исследования городской системы и агломераций в России / Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2022. – Т. 86. – № 3. – С. 310-331.
3. Егорова, Т.П., Делахова, А.М. Сценарии социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) и транспортный комплекс города Якутска / Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. № 4.
4. Егорова, Т.П., Кулаковский, Г.П. Перспективы развития транспортного комплекса г. Якутска // Научно-практическая конференция «Научные основы Стратегии социально-экономического развития городского округа «город Якутск» на период до 2030 года. 19-20 декабря 2012 г., г. Якутск. – Якутск: КнигоГрад. – 2013. – С.370-376
5. Лисененков, А.И., Лосин, Л.А. Формирование расчетного графа на основе анализа транспортной системы городской агломерации // в сборнике: Проблемы преобразования и регулирования региональных социально-экономических систем. Кузнецов С.В. Под редакцией С.В. Кузнецова. – Санкт-Петербург. – 2019. – С. 49-53.

6. Мост через реку Лену. Якутия. Республика Саха. Сайт АО «Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург». Электронный ресурс. Путь доступа <https://gpsm.ru/deyatelnost/lenskij-most/> Дата обращения 01.11.2022
7. О Стратегии социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) до 2032 года с целевым видением до 2050 года (в ред. Закона Республики Саха (Якутия) от 18.06.2020 2247-З N 403-VI), утв. постановлением Государственного Собрания (Ил Тумэн) Республики Саха (Якутия) от 19.12.2018 3 N 46-VI. Электронный ресурс. Путь доступа <https://docs.cntd.ru/document/550299670> Дата обращения 01.11.2022.
8. Отчет о производственно-финансовой деятельности ОАО АК «ЖДЯ». Официальный информационный портал Республики Саха (Якутия) [Электронный ресурс]: Электронный ресурс. Путь доступа <https://www.sakha.gov.ru/>. Дата обращения 01.11.2022
9. Постановление Окружной администрации города Якутска от 30 декабря 2016 года N 380п «Об утверждении муниципальной программы «Комплексное развитие транспортной инфраструктуры городского округа «город Якутск» на 2017-2032 гг.» Электронный ресурс. Путь доступа <https://docs.cntd.ru/document/446171679>
10. Постановление Окружной администрации города Якутска от 29 декабря 2018 года N 334п «Об утверждении проекта актуализации Стратегии социально-экономического развития городского округа «город Якутск» на период до 2032 г.» Электронный ресурс. Путь доступа <https://docs.cntd.ru/document/561496540> Дата обращения 01.11.2022
11. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 29.04.2022 № 256 «Об утверждении программы комплексного развития транспортной инфраструктуры Республики Саха (Якутия) и комплексной схемы организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом Республики Саха (Якутия)» Электронный ресурс. Дата обращения 01.11.2022. Путь доступа <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/1400202205050001>
12. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2020 года N 2464-р «Об утверждении Национальной программы социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года». Электронный ресурс. Путь доступа <https://docs.cntd.ru/document/565853199> Дата обращения 01.11.2022
13. Сукнёва, С.А. Оценка территориальной дифференциации демографических процессов / в сборнике: Устойчивый Север: общество, экономика, экология, политика. сборник трудов IV всероссийской научно-практической конференции. – 2018. – С. 261-266.
14. Татарникова, П.А. Мостовой переход через реку Лену как перспектива развития Республики Саха (Якутия) // Логистика сегодня. – 2019. – № 4. – С. 312-317.
15. Транспорт в Республике Саха (Якутия) в 2010, 2016-2020 годы: Статистический сборник № 23/395. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). – Якутск. – 2021. – 89 с.
16. Фаузер, В.В., Смирнов, А.В., Лыткина, Т.С., Фаузер, Г.Н. Городские агломерации в системе расселения Севера России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2021. – № 4. – с. 77-96. – 10.15838/esc. 2021.4.76.5. DOI: 10.15838/esc.2021.4.76.5
17. Федеральная служба государственной статистики. Регионы России. Социально-экономические показатели – 2021 г. Электронный ресурс. Путь доступа https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm Дата обращения 01.11.2022.
18. Федорова, Е.Н., Пономарева, Г.А. Аспекты агломерационного развития Якутска/ Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – № 39 (391). – С. 18-25.
19. Филиппов, Д.В. Оценка экономической эффективности проектов на примере инфраструктурных транспортных объектов // Russian Economic Bulletin. – 2019. – Т. 2. – № 5. – С. 133-137.

References

1. Cats O. The robustness value of public transport development plans/ Journal of Transport Geography. – 2016. – T.51. – pp. 236-246. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.01.011

2. Antonov, E.V., Kurichev, N.K., Trejvish, A.I. Issledovaniya gorodskoj sistemy i aglomeracij v Rossii / Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya. – 2022. – T. 86. – № 3. – S. 310-331.
3. Egorova, T.P., Delahova, A.M. Scenarii social'no-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Saha (YAkutiya) i transportnyj kompleks goroda YAkutsk / Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya. № 4.
4. Egorova, T.P., Kulakovskij, G.P. Perspektivy razvitiya transportnogo kompleksa g. YAkutsk // Nauchno-prakticheskaya konferenciya «Nauchnye osnovy Strategii social'no-ekonomicheskogo razvitiya gorodskogo okruga «gorod YAkutsk» na period do 2030 goda. 19-20 dekabrya 2012 g., g. YAkutsk. – YAkutsk: KnigoGrad. – 2013. – s.370-376
5. Lisenenkov, A.I., Losin, L.A. Formirovanie raschetnogo grafa na osnove analiza transportnoj sistemy gorodskoj aglomeracii // v sbornike: Problemy preobrazovaniya i regulirovaniya regional'nyh social'no-ekonomicheskikh sistem. Kuznecov S.V. Pod redakciej S.V. Kuznecova. – Sankt-Peterburg. – 2019. – s. 49-53.
6. Most cherez reku Lenu. YAkutiya. Respublika Saha. Sajt AO «Institut Giprostrojmost – Sankt-Peterburg». Elektronnyj resurs. Put' dostupa <https://gpsm.ru/deyatelnost/lenskij-most/> Data obrashcheniya 01.11.2022
7. O Strategii social'no-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Saha (YAkutiya) do 2032 goda s celevym videniem do 2050 goda (v red. Zakona Respubliki Saha (YAkutiya) ot 18.06.2020 2247-Z N 403-VI), utv. postanovleniem Gosudarstvennogo Sobraniya (II Tumen) Respubliki Saha (YAkutiya) ot 19.12.2018 Z N 46-VI. Elektronnyj resurs. Put' dostupa <https://docs.cntd.ru/document/550299670> Data obrashcheniya 01.11.2022.
8. Otchet o proizvodstvenno-finansovoj deyatel'nosti OAO AK «ZHDYA». Oficial'nyj informacionnyj portal Respubliki Saha (YAkutiya) [Elektronnyj resurs]: Elektronnyj resurs. Put' dostupa <https://www.sakha.gov.ru/>. Data obrashcheniya 01.11.2022
9. Postanovlenie Okružnoj administracii goroda YAkutsk ot 30 dekabrya 2016 goda N 380p «Ob utverzhdenii municipal'noj programmy «Kompleksnoe razvitie transportnoj infrastruktury gorodskogo okruga «gorod YAkutsk» na 2017-2032 gg.» Elektronnyj resurs. Put' dostupa <https://docs.cntd.ru/document/446171679>
10. Postanovlenie Okružnoj administracii goroda YAkutsk ot 29 dekabrya 2018 goda N 334p «Ob utverzhdenii proekta aktualizacii Strategii social'no-ekonomicheskogo razvitiya gorodskogo okruga «gorod YAkutsk» na period do 2032 g.» Elektronnyj resurs. Put' dostupa <https://docs.cntd.ru/document/561496540> Data obrashcheniya 01.11.2022
11. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Saha (YAkutiya) ot 29.04.2022 № 256 «Ob utverzhdenii programmy kompleksnogo razvitiya transportnoj infrastruktury Respubliki Saha (YAkutiya) i kompleksnoj skhemy organizacii transportnogo obsluzhivaniya naseleniya obshchestvennym transportom Respubliki Saha (YAkutiya)» Elektronnyj resurs. Data obrashcheniya 01.11.2022. Put' dostupa <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/1400202205050001>
12. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 24 sentyabrya 2020 goda N 2464-r «Ob utverzhdenii Nacional'noj programmy social'no-ekonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka na period do 2024 goda». Elektronnyj resurs. Put' dostupa <https://docs.cntd.ru/document/565853199> Data obrashcheniya 01.11.2022
13. Suknyova, S.A. Ocenka territorial'noj differenciacii demograficheskikh processov / v sbornike: Ustojchivyy Sever: obshchestvo, ekonomika, ekologiya, politika. sbornik trudov IV vs Rossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – 2018. – s. 261-266.
14. Tatarnikova, P.A. Mostovoj perekhod cherez reku Lenu kak perspektiva razvitiya Respubliki Saha (YAkutiya) // Logistika segodnya. – 2019. – № 4. – s. 312-317.
15. Transport v Respublike Saha (YAkutiya) v 2010, 2016-2020 gody: Statisticheskij sbornik № 23/395. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Saha (YAkutiya). – YAkutsk. – 2021. – 89 s.
16. Fauzer, V.V., Smirnov, A.V., Lytkina, T.S., Fauzer, G.N. Gorodskie aglomeracii v sisteme rasseleniya Severa Rossii // Ekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz. – 2021. – № 4. – c. 77-96. – 10.15838/esc.2021.4.76.5. DOI: 10.15838/esc.2021.4.76.5
17. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli – 2021 g. Elektronnyj resurs. Put' dostupa https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm Data obrashcheniya 01.11.2022.

18. Fedorova, E.N., Ponomareva, G.A. Aspekty aglomeracionnogo razvitiya YAkutsk/ Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika. – 2014. – № 39 (391). – s. 18-25.
19. Filippov, D.V. Ocenka ekonomicheskoy effektivnosti proektov na primere infrastrukturyh transportnyh ob"ektov // Russian Economic Bulletin. – 2019. – Т. 2. – № 5. – s. 133-137.

Сведения об авторах

ЕГОРОВА Татьяна Поликарповна, к.э.н, в.н.с., Лаборатория экономики народонаселения и демографии Научно-исследовательского Института региональной экономики Севера Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова

E-mail: tp.egorova@s-vfu.ru

EGOROVA Tatiana Polikarpovna – Candidate of Economic Sciences, leading researcher, Laboratory of Population and Demographic Economics, Institute of Regional Economy of the North, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

А.В. Ефимова, С.А. Иванова

СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

E-mail: sa.ivanova@s-vfu.ru

E-mail: aleksefimova7811@mail.ru

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АТТРАКТИВНОСТИ ТУРИСТСКИХ ОБЪЕКТОВ ЯКУТИИ

Аннотация. В работе осуществлен анализ аттрактивности природных туристских объектов, расположенных на территории Республики Саха (Якутия).

Актуальность исследования. В Республике Саха (Якутия) располагаются уникальные туристские объекты, такие как Полюс холода Северного полушария, Ленские столбы, река Лена и др. При этом многие объекты остаются неизвестными широкому кругу потенциальных туристов, что значительно снижает туристский поток и негативно сказывается на состоянии туризма. Выявление аттрактивных туристских объектов и их оценка необходимы для создания новых туристских продуктов, а также повышения туристско-рекреационного потенциала Республики Саха (Якутия).

Цель исследования: анализ пространственных особенностей аттрактивности природных туристских объектов Якутии.

Задачи исследования:

1. Изучить понятие «аттрактивность» в туризме;
2. Выявить индикаторы аттрактивности туристских объектов;
3. Оценить аттрактивность туристских объектов Республики Саха (Якутия);

Методика исследования. Информационной основой работы являются 80 природных туристских объектов, включенных в «Реестр природных достопримечательностей Республики Саха (Якутия)». В статье выявлены компоненты и индикаторы понятия «аттрактивность». Для каждого компонента разработана балльная шкала. В соответствии с данной шкалой проведен покомпонентный анализ аттрактивности природных туристских объектов Якутии. Результатом исследования стала карта аттрактивности туристских объектов по улусам (районам) Республики Саха (Якутия). Результаты исследования могут быть использованы в планировании развития туристской отрасли, разработке туристских продуктов.

Ключевые слова: аттрактивность, оценка аттрактивности, индикаторы аттрактивности, туризм, география туризма, туристские ресурсы, туристские объекты, Якутия.

A.V. Efimova, S.A. Ivanova

North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

E-mail: sa.ivanova@s-vfu.ru

E-mail: aleksefimova7811@mail.ru

GEOGRAPHICAL ATTRACTIVENESS OF TOURIST SITES IN YAKUTIA

Abstract. The article analyses the attractiveness of Yakutian tourist sites.

The relevance of research. The largest subnational administrative territory in the world, the Republic of Sakha (Yakutia) is home to unique tourist attractions, including the Cold Pole of the Northern Hemisphere, the Lena Pillars, and the Lena River. At the same time, many sites remain unknown to a wide range of potential tourists, which significantly reduces the tourist flow and negatively affects the state of tourism. Identification of attractive tourist sites and their evaluation are necessary to create new tourist products, as well as to increase the tourist and recreational potential of Yakutia.

The purpose of the article is an analysis of the spatial features of the attractiveness of natural tourist sites of Yakutia.

Research objectives:

1. To study the concept of “attractiveness” in tourism;
2. Identify indicators of attraction of tourist objects;
3. To evaluate the attractiveness of tourist sites in the Republic of Sakha (Yakutia);

Methods of research. The “Register of attractions of Yakutia” is the basis of this research. The article identifies the components and indicators of the concept of “attractiveness”. A point scale was developed for each component. In accordance with this scale, a component-by-component analysis of the attractiveness of natural tourist sites in Yakutia was carried out. The result of the study was a map of the attractiveness of tourist sites by *uluses* (districts) of the Republic of Sakha (Yakutia). The research results can be used in management of the tourism in Yakutia, the development of tourist products.

Keywords: attractiveness, assessing attractiveness, attractiveness indicators, tourism, geography of tourism, tourist resources, tourist sites, Yakutia.

Введение

В «Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 г.» отмечается, что «основу повышения конкурентоспособности туристского продукта Российской Федерации составляют развитие узнаваемости и привлекательности бренда» [1]. «Анализ узнаваемости и отношения к туристским территориям предлагается как базовый элемент развития системы продвижения туристского продукта» (там же). Таким образом, оценка аттрактивности (привлекательности) туристских объектов, является необходимым элементом создания и продвижения туристского продукта на российском и международном рынках.

Аттрактивность как свойство туристских объектов

Роль аттрактивности в туризме чрезвычайно высока. Именно от данного показателя зависит число ежегодно прибывающих туристов [2]. Однако в настоящее время в рекреационной географии отсутствует единый подход к определению этого понятия. По мнению ряда авторов «аттрактивность — это одно из ключевых свойств туристских ресурсов, свидетельствующих об их ценности, способность ресурса привлекать внимание туриста, вызывать эмоции, возбуждать интерес» [3]. В. Назаренко, Д.А. Рубан и П.П. Заяц отмечают, что «аттрактивность (привлекательность) является некоторой универсальной характеристикой всех объектов, используемых в туристско-рекреационных целях, и определяет их способность привлекать определенное количество посетителей и/или их внимание» [4].

Мы будем понимать под аттрактивностью основное свойство туристских объектов, как природных, так и культурно-исторических, которое выражается в их способности привлекать внимание и возбуждать интерес.

Аттрактивность туристских объектов представляет из себя сочетание нескольких компонентов (рис. 1).



Рис. 1. Компоненты аттрактивности

Fig. 2. Components of attraction

Методика исследования

Оценка аттрактивности туристских объектов носит комплексный характер, так как оценке подвергаются разнокачественные показатели. Поэтому наибольшее распространение получили метод балльных и экспертных оценок, а также опросы.

Для оценки аттрактивности предлагается шкала, которая была разработана по компонентам аттрактивности (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели оценки аттрактивности туристских объектов

Компоненты аттрактивности	Индикаторы	Максимальный балл
Уникальность и известность	Известность	1
	Значимость	3
	Уникальность	4
Доступность	Транспортная доступность	3
	Экологическая безопасность	5
Эстетичность	Живописность	2
	Рельеф	2
	Ландшафтное разнообразие	5

В современных условиях, потенциальные туристы получают информацию преимущественно из интернет-источников: официальных сайтов туристских организаций, социальных сетей, мессенджеров, картографических сервисов. В связи с этим, мы предлагаем для оценки известности использовать ресурс Яндекс-карты. Это популярный источник информации, при этом довольно достоверный и надежный, так как вся информация предварительно модерируется. На картах информация об объекте представлена в виде метки, описания объекта, фотографии и отзывов. При отсутствии метки на карте туристский объект получал 0 баллов, если объект имеется на карте – 0,5 баллов, при наличии не только метки, но и отзывов объект получал 1 балл.

Объектами туристского показа являются, прежде всего, те природные или культурно-исторические объекты, которые имеют ценность, иначе говоря, значимость, для природы, истории, культуры региона [5]. С понятием значимость связано понятие уникальность как антипод типичности. «Уникальность порождает разнообразие, в отличие от типичности, которая образует однообразие и потерю ощущения новизны. Объединение туристических объектов в туристический кластер с образованием нового уникального турпродукта формирует почву для увеличения туристического потока»[6]. Уникальность объекта подразумевает отсутствие аналогов в регионе, стране или в мире. Как правило, такие объекты зарегистрированы в туристских реестрах муниципалитетов и региональных туристских ведомств. Мы оценивали значимость и уникальность туристских объектов на основе их включения в реестры разного уровня: Оценка проводилась по следующей шкале – местного значения (1 балл) , национального – 2 балла, мирового (объект Всемирного наследия Юнеско) – 3 балла.

Доступность туристских объектов один из ведущих факторов возможности их посещения. Как правило, те объекты, до которых несложно добраться, популярны и известны. Доступность мы разделили на две части – транспортную и экологическую. Показатель «Транспортная доступность» оценивался по удаленности туристских объектов от населенных пунктов, а также по сезонности посещения. Труднодоступным принимались объекты, посещение которых по суше возможно только в определенный сезон (зимой по зимникам, либо летом на вездеходе), затраты времени на транспортировку туристов или пеший переход превышают 6 часов. Среднедоступным объект признавался при возможности и летнего, и зимнего посещения объекта, затраты времени не превышают 6 ч. Под легкодоступностью туристского объекта понималась все сезонность посещения, при этом временные затраты не превышают одного часа. При оценке данного показателя использовалась следующая шкала: труднодоступные объекты полу-

чали один балл, два балла получили объекты, расположенные в менее труднодоступных местах и наивысший балл – 3 получали объекты, до которых добраться не составляет большого труда [7].

Экологическая доступность подразумевает безопасность посещения объекта. Для оценки показателя «Экологическая безопасность» учитывалась близость источников загрязнения. Если таковой расположен рядом с туристским объектом и влияет на состояние окружающей среды, то объекту присваивается – 1 балл. Отсутствие источников загрязнения позволяло присвоить объекту 5 баллов.

Наибольшую сложность представляет оценка эстетичности туристских объектов, в силу высокой доли субъективности данного параметра. «Немаловажными критериями в оценке являются также наличие панорамного вида, дальность горизонта и открывающейся перспективы, обзорность видимого горизонта и просматриваемость ближнего плана, условия и характер растительности, контрастность цветовой гаммы, сочетание стихий («вода-земля»), присутствие площадных и линейных водных объектов, характер деятельности человека, способствующий повышению/снижению привлекательности ландшафтов, наличие точек обзора на линии маршрута, разнообразие и сложность ландшафта» [8].

Для оценки эстетичности туристских объектов использовались данные опроса населения, карты рельефа, ландшафтные карты и снимки дистанционного зондирования Земли.

Живописность объектов часто привлекает туристов и повышает популярность. Оценка производилась на основе опроса, при котором респондентам предлагались для оценки фотографии туристских объектов. Респонденты оценивали свои эмоции, которые вызывали у них фотографии. При отсутствии эмоционального отклика у большинства опрошенных (более 75 %) объект получал 1 балл, при наличии положительных эмоций – 2 балла.

Рельеф также вносит свой вклад в эстетичность объектов. Равнинная однообразная территория без перепадов высот снижает эстетичность местности, пересеченный рельеф, наоборот, ее повышает. Оценка рельефа производилась на основе географических карт. Объекты, расположенные в местностях с большими перепадами высот, получали более высокий балл, нежели равнинные объекты.

Ландшафтное разнообразие территории также вносит свой вклад в эстетичность объекта. Чем оно выше, тем, как правило, улучшается восприятие территории. Данный показатель колебался от 1 до 5 баллов в зависимости от числа ландшафтных комплексов, встречающихся на прилегающей к объекту территории [7].

Интегральная оценка аттрактивности природных туристских объектов проводилась в виде суммы баллов, которые набрали туристские объекты. На основе данного показателя улусы (районы) были разделены на 4 группы – с низкой (0-45 баллов), средней (90-135 баллов), высокой аттрактивностью (выше 135 баллов).

Результаты исследования и обсуждение

В исследовании были проанализированы туристские объекты, предоставленные в «Реестре природных достопримечательностей Республики Саха (Якутия)» [9]. Эти объекты показаны на карте (рис. 2).

Анализ известности туристских объектов показал, что большинство из них практически не представлены в картографических сервисах, то есть неизвестны, либо слабо известны потенциальным туристам (рис. 3). Данный фактор заметно снижает уровень развития туризма в Якутии. Наибольшую известность имеют объекты, которые либо обладают высокой ценностью (Ленские столбы), либо посещаются в любое время года и располагаются в доступном месте (наледь Булуус).

Все изученные туристские объекты обладают разной культурной и научной значимостью. Самой высокой ценностью обладает национальный парк «Ленские столбы», 41,25 % объектов – национальное российское значение. Большинство туристских объектов Якутии имеют местное значение – 57,5 % (рис. 4).

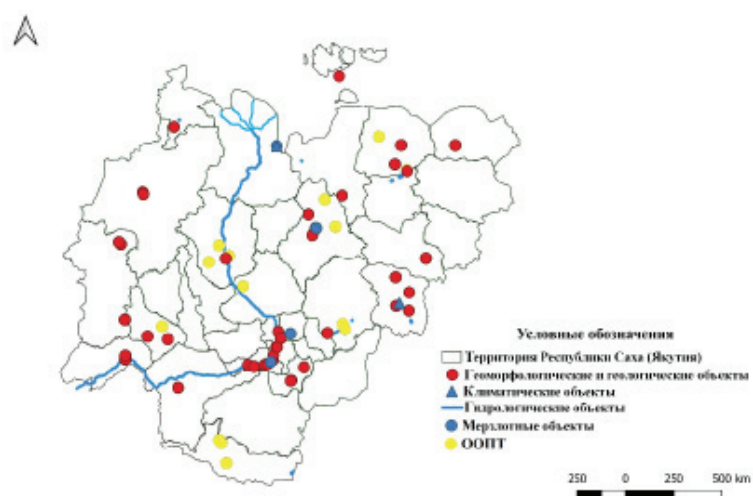


Рис. 2. Природные туристские объекты Республики Саха (Якутия)
Fig. 2. Nature sites of the Republic of Sakha (Yakutia)

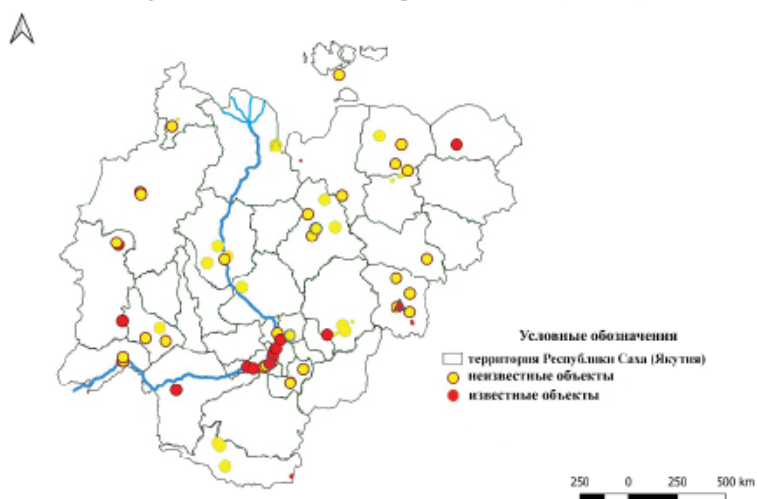


Рис. 3. Известность туристских объектов
Fig. 3. Knownness of tourist sites

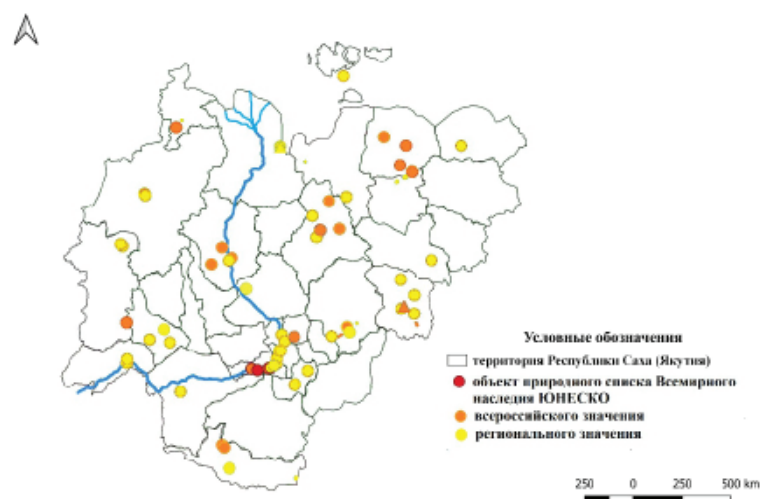


Рис. 4. Значимость природных туристских объектов
Fig. 4. Significance of nature tourist sites

Туристские объекты Якутии расположены преимущественно на территориях с довольно пересеченным рельефом, что дает возможность оценить их в два балла (табл. 2). Например, к числу таковых относятся Ленские и Синские столбы, останцы Кисилих в Верхоянском улусе, наледь Булуус и другие.

Таблица 2 – Оценка рельефа

Баллы	Количество объектов, ед.	Удельный вес, %
1	27	33,75
2	53	66,25
Всего:	80	100,0

Еще один фактор, сдерживающих развитие туризма – это труднодоступность туристских объектов. Многие из них расположены на большом удалении от населенных пунктов и круглогодичных транспортных магистралей. 31 % изученных природных туристских объектов находятся в крайне труднодоступных местах – их посещение возможно лишь летом (по рекам) или зимой (по автозимникам), а также объекты, расположенные в удаленных северных районах (рис. 5).

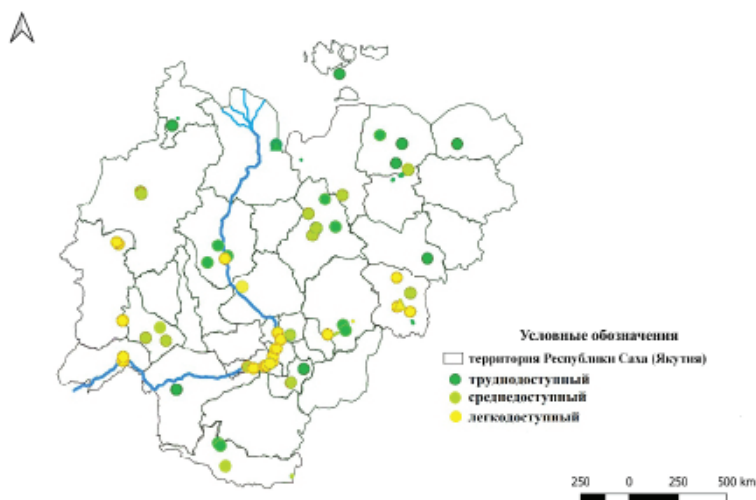


Рис. 5. Транспортная доступность природных туристских объектов
 Fig. 5. Transport accessibility of nature tourist sites

Якутия, благодаря большим размерам и слабой освоенности территории, является регионом со сравнительно благополучным состоянием окружающей среды. Подавляющее большинство туристских объектов расположены вдали от техногенных загрязнителей (табл. 3).

Таблица 3 – Оценка экологического состояния

Баллы	Количество объектов, ед.	Удельный вес, %
1	0	0
2	3	3,75
3	6	7,5
4	9	11,25
5	62	77,5
Всего:	80	100

Эстетические свойства туристских объектов вызывают восхищение, положительные эмоции у рекреантов. Исследование показало, что практически все изученные туристские объекты можно признать эстетически привлекательными (табл. 4).

Таблица 4 – Эстетические свойства природной среды

Баллы	Количество объектов, ед.	Удельный вес, %
1	8	10
2	72	90
Всего:	80	100

Разнообразие природных комплексов, наблюдаемых на ограниченной территории, благотворно сказывается на восприятии местности. Для его оценки использовался критерий «Ландшафтное разнообразие». Анализ данного показателя продемонстрировал, что основная часть туристских объектов расположена в ландшафтно разнообразных местностях (таб. 5).

Таблица 5 – Ландшафтное разнообразие туристских объектов

Баллы	Количество объектов, ед.	Удельный вес, %
1	5	6,25
2	3	3,75
3	13	16,25
4	0	0
5	59	73,75
Всего:	80	100,0

Следующим этапом исследования стало определение интегрального показателя аттрактивности в разрезе административных районов Республики Саха (Якутия).

Самые высокие значения показателя аттрактивности были зафиксированы у туристских объектов Верхоянского, Оймяконского и Хангаласского улусов (районов). Суммарный балл здесь имеет значения выше 135 баллов (рис. 6). На территории этих улусов расположены самые известные туристские объекты Якутии: оба Полюса холода Северного полушария, водопады «Курулуур», наледь «Булуус», «Ленские столбы», «Синские столбы» и др.

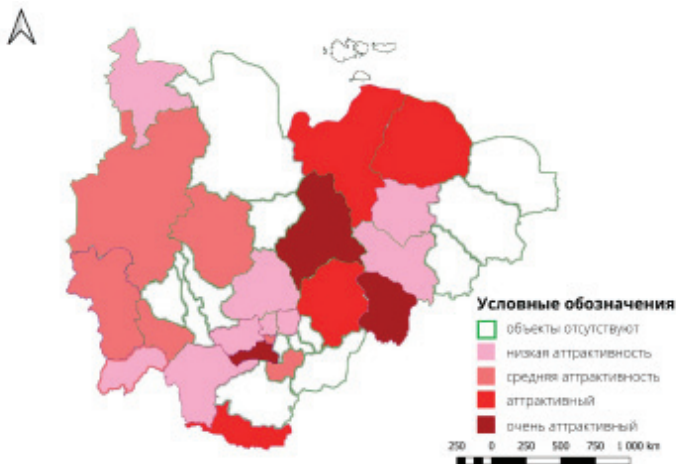


Рис. 6. Группировка улусов (районов) Республики Саха (Якутия) по аттрактивности природных туристских объектов

Fig. 6. Grouping of uluses (districts) of the Republic of Sakha (Yakutia) by the attractiveness of nature tourist sites

Вторая группа включает в себя 4 улуса (района) – Аллаиховский, Нерюнгринский, Томпонский и Усть-Янский. Суммарное значение аттрактивности здесь колеблется от 90 до 135 баллов. Высокие показатели группы были достигнуты благодаря таким туристским объектам как Мамонтова гора, Шаман-ручей, водопады Томпонского улуса, Берелехское кладбище мамонтов в Аллаиховском улусе, озеро Большое Токо и река Хатыми Нерюнгринского района и т.д.

Третья группа со средними значениями аттрактивности туристских объектов включает, Амгинский, Жиганский, Мирнинский, Оленекский, Сунтарский улусы (районы) и городской округ Якутск. Баллы аттрактивности принимают значения 45 – 90 баллов. Туристские объекты данной группы разнообразны. Например, это остров Аграфена на реке Лена в Жиганском улуса, берег реки Амга «Харама хайата» с ликом девушки, соленое озеро Мохсоголлох и др.

В последнюю группу вошли 9 улусов (районов) Якутии – Абыйский, Анабарский, Горный, Кобяйский, Ленский, Момский, Намский, Олекминский и Усть-Алданский улусы. Туристские объекты данных улусов получили самые низкие баллы аттрактивности (0–45), что стало следствием слабой известности туристских объектов. В реестр природных достопримечательностей Республики Саха (Якутия) включено очень мало объектов из данных улусов. Для повышения уровня аттрактивности улусам (районам) группы рекомендуется более широкое освещение путешествий и описаний туристских объектов в сети Интернет, средствах массовой информации. Здесь расположены такие аттрактивные объекты как гора Победа, Большая Момская наледь, хребет Черского, Верхоянский хребет и др.

Таким образом, туристские объекты Республики Саха (Якутия) обладают высокой аттрактивностью и могут служить ресурсной базой развития туризма в Якутии.

Литература

1. Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2019 года N 2129-р. // Федеральное агентство по туризму: официальный сайт – 2019. – URL: <https://tourism.gov.ru/documents/strategii/strategiya-razvitiya-turizma-v-rossiyskoy-federatsii-v-period-do-2035-goda/>
2. Буздина, Д.Е. Перспективы туристического потенциала Тульской области как претендента на включение в национальный туристский маршрут «Золотое кольцо России» / Д.Е. Буздина // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2009 г. – № 6. – С.60-64.
3. Кривошеева, Т.М., Маркова, С. А. Вопросы формирования системы туристской аттрактивности / Т.М. Кривошеева, С.А. Маркова // Человек в российской повседневности: история и современность: Материалы IV Международной научно-практической конференции. - Пенза : РИО ПГСХА, 2011.
4. Назаренко, О.В., Рубан, Д.А., Заяц, П.П. Эстетическая аттрактивность водных объектов (родников и водопадов) на юге России: апробация новой методики // Географический вестник. 2015. № 3 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esteticheskaya-attraktivnost-vodnyh-obektov-rodnikov-i-vodopadov-na-yuge-rossii-aprobatsiya-novoy-metodiki> (дата обращения: 30.11.2021).
5. Богданова, Л.О. Перспективное использование объектов историко-культурного наследия в целях туризма / Л.О. Богданова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ, 2014. - 1. - С.7-9.
6. Бакурова, А.В. Метод оцінювання унікальності туристичного продукту / А. В. Бакурова, А. В. Діденко, О. Ю. Попова // Бизнес-информ. - Харьков : Научно-исследовательский центр индустриальных проблем развития НАН Украины, 2015 г. - № 6. - С.73-78.
7. Ефимова, А.В. Оценка аттрактивности туристских объектов на примере Республики Саха (Якутия): выпускная квалификационная работа / Ефимова Александра Верьевна; Северо-восточный федеральный университет. - Якутск :, 2022 г. – 64 с.
8. Кириллова, А.В. Рельеф как фактор эстетической привлекательности ландшафта / А.В. Кириллова // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. - 2012 - № 2. - С.104-108.

9. Реестр природных достопримечательностей Республики Саха (Якутия) // Агентство развития туризма и территориального маркетинга [сайт] – 2021 – URL: [https://disk.yandex.ru/d/v0fykca8b2OHbA/PEESTP%20ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТЕЙ%20РС%20\(Я\)%20\(3\).xlsx](https://disk.yandex.ru/d/v0fykca8b2OHbA/PEESTP%20ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТЕЙ%20РС%20(Я)%20(3).xlsx).

References

1. Strategija razvitiya turizma v Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda: utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 20 sentjabrja 2019 goda N 2129-р. // Federal'noe agentstvo po turizmu: oficial'nyj sajt – 2019. – URL: <https://tourism.gov.ru/documents/strategii/strategiya-razvitiya-turizma-v-rossijskoj-federacii-v-period-do-2035-goda/>
2. Buzdina, D.E. Perspektivy turistscheskogo potentsiala Tul'skoj oblasti kak pretendenta na vključenje v nacional'nyj turistskij marshrut «Zolotoe kol'co Rossii» / D.E. Buzdina // Jekonomika i biznes: teorija i praktika. – 2009 g. – № 6. – S.60-64.
3. Krivosheeva, T.M., Markova, S. A. Voprosy formirovanija sistemy turistskoj attraktivnosti / T.M. Krivosheeva, S.A. Markova // Chelovek v rossijskoj povsednevnosti: istorija i sovremennost': Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Penza : RIO PGSHA, 2011.
4. Nazarenko, O.V., Ruban, D.A., Zajac, P.P. Jesteticheskaja attraktivnost' vodnyh ob#ektov (rodnikov i vodopadov) na juge Rossii: aprobacija novoj metodiki // Geograficheskij vestnik. 2015. № 3 (34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esteticheskaya-attraktivnost-vodnyh-obektov-rodnikov-i-vodopadov-na-yuge-rossii-aprobatsiya-novoy-metodiki> (data obrashhenija: 30.11.2021).
5. Bogdanova, L.O. Perspektivnoe ispol'zovanie ob#ektov istoriko-kul'turnogo nasledija v celjah turizma / L.O. Bogdanova // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V. G. Shuhova. – Belgorod : BGTU, 2014. – 1. – S.7-9.
6. Bakurova, A.V. Metod ocinjuvannja unikal'nosti turistichnogo produktu / A. V. Bakurova, A. V. Didenko, O. Ju. Popova // Biznes-inform. – Har'kov : Nauchno-issledovatel'skij centr industrial'nyh problem razvitiya NAN Ukrainy, 2015 g.. – № 6. – S.73-78.
7. Efimova, A.V. Ocenka attraktivnosti turistskih ob#ektov na primere Respubliki Saha (Jakutija): vypusknaja kvalifikacionnaja rabota / Efimova Aleksandra Ver'evna; Severo-vostochnyj federal'nyj universitet. – Jakutsk :, 2022 g.. – 64 s.
8. Kirillova, A.V. Rel'ef kak faktor jesteticheskoi privlekatel'nosti landshafta / A.V. Kirillova // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser. Biologija. Nauki o Zemle. – 2012 – № 2. – S.104-108.
9. Reestr prirodnyh dostoprimechatel'nostej Respubliki Saha (Jakutija) // Agentstvo razvitiya turizma i territorial'nogo marketinga [sajt] – 2021 – URL: [https://disk.yandex.ru/d/v0fykca8b2OHbA/REESTR%20DOSTOPRIMEChATEL'NOSTEJ%20RS%20\(Ja\)%20\(3\).xlsx](https://disk.yandex.ru/d/v0fykca8b2OHbA/REESTR%20DOSTOPRIMEChATEL'NOSTEJ%20RS%20(Ja)%20(3).xlsx).

Сведения об авторах

ИВАНОВА Светлана Алексеевна, к.п.н., доцент ЭГО СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: sa.ivanova@s-vfu.ru

IVANOVA Svetlana Alekseevna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K.Ammosov North-Eastern Federal University

ЕФИМОВА Александра Валерьевна, магистрант 1 курса Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: aleksefimova7811@mail.ru

EFIMOVA Aleksandra Valerievna – Master's student, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

О.А. Лазебник¹, В.В. Филиппова², А.Н. Саввинова², А.С. Федорова²¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия² Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

E-mail: lazebniko@yandex.ru

E-mail: Sava_73@mail.ru

E-mail: filippovav@mail.ru

E-mail: Fedas78@mail.ru

Статья посвящена 45 летию лаборатории электронных картографических систем (лаборатории картографии) ИЕН СВФУ

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЯКУТИИ

Аннотация. В статье рассматриваются социально-экономические карты и атласы Республики Саха (Якутия), в том числе созданные в лаборатории электронных картографических систем СВФУ. Установлено, что первым комплексным картографическим произведением, отображавшим совокупность природных и социально-экономических условий Якутской АССР, является рукописный атлас, выполненный В.А. Кротовым в 1930-1940-х гг. Выявлено, что атласное социально-экономическое картографирование территории республики непосредственно связано с историей открытия кафедры географии Якутского государственного университета в 1956 г. До 1961 г. на кафедре выполнялись инициативные картографические работы, впоследствии сотрудники кафедры были привлечены для работы по созданию первого учебного атласа Якутии. Опыт работы над первыми региональными атласами поспособствовал созданию Атласа сельского хозяйства Якутской АССР и, как результат, в 1977 г. была образована отдельная структура при кафедре – лаборатория картографии. Основной тематикой научно-исследовательских тем лаборатории картографии все эти годы стало комплексное и социально-экономическое картографирование.

Анализ картографических произведений, изданных лабораторией электронных картографических систем СВФУ, показал, что в них львиную долю занимают карты социально-экономического содержания. В данных картах отображено социально-экономическое развитие региона. Установлено, что основной особенностью карт населения, хозяйства и социальной инфраструктуры является их практическая направленность. Определяются постоянно растущие потребности общества в изучении и анализе территориальных закономерностей социально-экономических явлений и процессов. Перспективы развития социально-экономического картографирования связаны с широким внедрением геоинформационных технологий и использованием данных дистанционного зондирования для изучения и пространственного отображения социально-экономических особенностей северных территорий в интересах их устойчивого развития.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, геоинформационные системы, население, хозяйство, социальная инфраструктура, атласное картографирование, тематические карты.

О.А. Lazebnik¹, V.V. Filippova², A.N. Savvinova², A.S. Fedorova²¹ Saint Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia² M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

E-mail: lazebniko@yandex.ru

E-mail: Sava_73@mail.ru

E-mail: filippovav@mail.ru

E-mail: Fedas78@mail.ru

The article is dedicated to the 45th anniversary of the Electronic Cartographic Systems Laboratory (Cartography Laboratory) of NEFU

PRACTICES AND PERSPECTIVES OF SOCIOECONOMIC MAPPING IN YAKUTIA

Abstract. The paper reviews socioeconomic maps and atlases of the Republic of Sakha (Yakutia), including some those created at the Laboratory of Electronic Cartographic Systems of the North-Eastern Federal University.

We found that the first comprehensive cartographic work which reflected the aggregate environmental and socioeconomic context of the Yakut ASSR, a manuscript atlas, was made by V.A. Krotov in 1930s-1940s. We revealed that the atlas socioeconomic mapping of the republic is directly related to the history of the Department of Geography, Yakutsk State University, founded in 1956. Until 1961, the Department carried out initiative cartographic work; subsequently the Department staff were involved in the work on creating the first educational atlas of Yakutia. The experience of working on the first regional atlases promoted the development of the Atlas of Agriculture of the Yakut ASSR, and as a result, in 1977 there was formed a separate structure at the Department – Cartography Laboratory. Over all those years, the Cartography Laboratory has been focused on complex and socioeconomic cartography.

The analysis of cartographic works published by the Laboratory of Electronic Cartographic Systems of NEFU showed that socioeconomic maps make the bulk. These maps reflect the socioeconomic development of the region. The main feature of the maps of population, economy and social infrastructure is their practice-oriented characteristic. The constantly growing needs of the society in the study and analysis of territorial patterns of socioeconomic facts and processes were determined. The prospects for the development of socio-economic mapping were associated with the widespread introduction of geoinformation technologies and the use of remote sensing data for the study and spatial representation of socio-economic features of the northern territories for their sustainable development.

Keywords: socioeconomic development, geographic information system, population, economy, social infrastructure, atlas mapping, thematic maps.

Введение

Социально-экономическое картографирование как одно из основных направлений тематической картографии развивается в тесном взаимодействии с экономической географией, играя роль важнейшего метода исследования. Основной чертой социально-экономической картографии является её практическая направленность, которая определяется постоянными все возрастающими потребностями общества в объективном учёте и познании сложных и многообразных территориальных закономерностей социально-экономических явлений и процессов. Большой объем данных (текстовых, цифровых, графических) могут быть эффективно представлены в виде социально-экономических карт для нужд социального проектирования. В рамках разработки и реализации социальной политики, разработки комплексных программ территориального развития требуется пространственный анализ динамичных и многофакторных социальных и демографических процессов.

Подробные научно-справочные социально-экономические карты предоставляют обширную сводную информацию и дают возможность для её анализа и оценки в различных научных и практических целях. Научно – справочное социально-экономическое картографирование в последние годы получило наибольшее развитие в комплексных региональных атласах, имеющих широкое научное и практическое назначение. В атласах представлены детальные фактологические социально-экономические карты: населения, промышленности, сельского хозяйства, транспорта, сферы обслуживания и др.

Создание первых социально-экономических карт Якутии

Одним из первых работ по социально-экономическому картографированию Якутии являются результаты исследований В.А. Кротова. В 1930-1940-х гг. им был разработан «Экономико-географический атлас ЯАССР», который предназначался для территориального планирования и управления регионом. Экономико-географический атлас формата 31х34 состоял из 38 листов и включал в себя 87 карт, 15 профилей и планов, 48 картограмм и картодиаграмм, 195 диаграмм и таблиц, всего 345 отдельных форм картографического или статистического (диаграммного) показа природы и хозяйства Якутии, а также около 1600 топонимов, в том числе около 1300 по ЯАССР. Экономико-географическая часть атласа включала в себя разделы: «Население», «Транспорт», «Промышленность», «Сельское хозяйство и промыслы», «Социальная инфраструктура». Атлас, в силу многих обстоятельств не был опубликован, но он может рассматри-

ваться как ценнейший исторический и географо-картографический источник знаний о социально-экономическом положении Якутии того периода [1]. Это был первый атласный труд, впервые комплексно раскрывший всю совокупность природных и экономических условий республики, в то время практически почти не изученной.

Дальнейшие географические исследования Якутии стали возможны в связи с открытием выпускающей кафедры географии во вновь организованном в 1956 г. Якутском государственном университете, открывшим возможность получения высшего профессионального географического образования. В стенах кафедры стали создаваться первые карты. Так, в начале 1960-х годов были составлены рукописные экономико-географические карты Орджоникидзеовского и Намского районов ЯАССР. Также во главе с В.Д. Богуславским было предпринято картографирование п. Лабуя Среднеколымского улуса на предмет переноса районного центра.

В конце 1960-х гг. кафедра географии ЯГУ получила от Новосибирской картографической фабрики предложение принять участие в разработке первых учебных карт Якутской АССР. Под руководством преподавателей кафедры географии ЯГУ А.И. Сивцевой и З.М. Дмитриевой в 1972 г. была создана и опубликована учебная экономическая карта Якутской АССР в масштабе 1:2 500 000 [2]. Данной картой, выпущенной большим тиражом, были укомплектованы все школы республики, что, несомненно, стало сказываться на повышении качества школьного образования. Вместе с тем, несмотря на то, что карта была учебной, она стала незаменимым наглядным пособием во многих учреждениях и организациях республики. В последующие годы карта многократно переиздавалась с небольшими дополнениями.

В эти же годы З.М. Дмитриева и Г.А. Гнатюк, Г.Н. Гольберг как специалисты по населению Якутии, были приглашены в авторский коллектив фундаментального труда государственного значения – «Карты населения СССР» (1977 г.) создаваемой по материалам Всесоюзной переписи населения 1970 г., разработка которой началась в Проблемной лаборатории комплексного картографирования и атласов географического факультета Московского государственного университета, под руководством редакционной коллегии во главе с М.И. Никишовым. В 1975 г. под научным руководством З.М. Дмитриевой была издана настенная карта «Население Якутской АССР» масштаба 1:2 500 000, специальное содержание которой было разработано преподавателями кафедры географии Якутского государственного университета [3].

Развитие атласного картографирования Якутии

Исходя из активно складывавшейся в те годы методологии школьно-краеведческого атласного картографирования, А.Н. Добронравова подготовила принципиальную концепцию будущего комплексного географического атласа Якутии, составила список карт и элементов тематического содержания карт. Под руководством З.М. Дмитриевой была проделана огромная организационная работа, итогом которой стало подписание хозяйственного договора между Якутским государственным университетом и Министерством просвещения Якутской АССР на выполнение научно-исследовательской работы по теме: «Разработка школьно- краеведческого атласа Якутской АССР» [4]. (Рис. 1.) Именно это событие следует считать началом деятельности лаборатории картографии в Якутском государственном университете. Осенью 1977 г. приняты на работу первые штатные сотрудники: картограф К.Н. Наумова, географ А.И. Калмыкова. В том же году специально для организуемого подразделения по рекомендации заведующего кафедрой географии С.Е. Мостахова в Ленинградский университет, на кафедру картографии была направлена для завершения образования по специальности «Картография» студентка О.А. Бушуева (Лазебник).

Созданию школьно-краеведческого атласа Якутской АССР сразу был придан высокий статус: вышло постановление Правительства Якутской АССР, редакционную коллегию возглавил председатель Государственного планового комитета ЯАССР Т.Д. Сивцев. Научное руководство работ было возложено на к.г.н. З.М. Дмитриеву, а консультантом-методистом стала основательница кафедры географии ЯГУ А.И. Сивцева. Авторами тематического содержания карт атласа стали

преподаватели кафедры географии – З.М. Дмитриева, А.Н. Добронравова, Г.А. Гнатюк, М.П. Сергеева, Г.Н. Максимов, С.Е. Мостахов, П.Д. Павлов. Привлекались также сотрудники из других подразделений университета, научно-исследовательских институтов Якутского филиала СО АН СССР, ЯНИИСХ и т.д. Немалая заслуга в этом и многих студентов кафедры географии того времени. Школьно-краеведческий атлас Якутской АССР был издан в 1981 г. тиражом более 50 тыс. экземпляров. В атласе, наряду с реализацией традиционной модели географической характеристики региона «природа-население-хозяйство», нашли отражение исторические, природоохранные и туристические сюжеты. В структуру комплексного географического атласа было включено 18 карт социально-экономической тематики, многие из которых были разработаны впервые. Уделено внимание сугубо региональным отраслям хозяйства – оленеводству, пушному промыслу и звероводству, лесному хозяйству.

В тот же период под руководством З.М. Дмитриевой было начато создание второго атласа – юбилейного пропагандистского атласа «Якутия социалистическая», посвященного 60-летию образования Якутской АССР и 350-летию вхождения Якутии в состав Российского государства [5] (рис. 1.). Атлас «Якутия социалистическая», вышел в 1982 г. и раскрывал успехи социалистического строительства в республике за 60 лет. В данном атласе в отличие от предыдущего большое внимание было уделено социально-экономическим картам, которые отражали состояние населения, хозяйства, социальной инфраструктуры, проблемы и перспективы хозяйственного освоения территории республики. За вклад в создание этих социально-значимых произведений З.М. Дмитриевой было присвоено почётное звание «Отличник геодезии и картографии СССР».



Рис. 1. Атлас Якутской АССР (1981 г.), атлас Якутия социалистическая (1982 г.)

Fig. 1. Atlas of the Yakut ASSR (1981), Atlas of Socialist Yakutia (1982)

Одновременно велись подготовительные работы по заключению договора с Министерством сельского хозяйства ЯАССР о создании серии сельскохозяйственных карт Якутии. Инициаторами этой работы были начальник отдела землепользования и землеустройства МСХ ЯАССР Л.Ф. Мушинский и доцент кафедры географии к.г.н. М.П. Сергеева, большой вклад был внесён А.Н. Добронравовой. В 1979 г. между Якутским университетом и Министерством сельского хозяйства республики был заключён хозяйственный договор, позволивший существенно расширить штат лаборатории картографии. В лаборатории приступили к работе выпускники кафедры географии ЯГУ М.Л. Соколова (Мурзина), В.П. Строева (Бекетова), В.Е. Гаврильев, Е.С. Барашкова, Г.А. Захарова (Пономарева), О.А. Бушуева (Лазебник).

Развернувшиеся в лаборатории картографии, созданной в 1977 г., работы по сельскохозяйственному картографированию выявили возможность и необходимость создания полноформатного научно-справочного атласа сельского хозяйства Якутской АССР. Научным руководителем

работ была назначена доцент кафедры географии, к.г.н. М.П. Сергеева, ответственным исполнителем О.А. Лазебник, которая разработала концепцию атласа, математические элементы и тематическое содержание карт.

Сотрудниками лаборатории для составления отраслевых карт был собран и обработан солидный картографо-статистический материал – от карт внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных предприятий до показателей хозяйственной деятельности отделений совхозов за многолетний период. Преподаватели кафедры географии – З.М. Дмитриева, А.Н. Добронравова, Г.А. Гнатюк, С.Е. Мостахов, Г.Н. Максимов, К.Е. Кононов, И.И. Жирков, кафедры зоологии – И.И. Мордосов, сельскохозяйственного факультета – А.Д. Курилюк и др. приняли участие в работе в качестве авторов карт.

Атлас сельского хозяйства Якутской АССР был издан в 1989 г. [6]. Он включал более ста карт и большой текстовый материал, которые всесторонне характеризовали сложную территориальную сельскохозяйственную систему Якутии. По широте и полноте содержания атлас имел научно-справочный характер, и, несмотря на то, что он носил отраслевой характер, представлял собой наибольший свод географических знаний о Якутии на тот период (рис.2.)



Рис. 2. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР (1989 г.)

Fig. 2. Atlas of Agriculture of the Yakut ASSR (1989)

За большую и многолетнюю работу и за вклад в создание Атласа сельского хозяйства Якутской АССР М.П. Сергеева была удостоена высокого звания «Заслуженный работник народного хозяйства Якутской АССР». О.А. Лазебник успешно защитила кандидатскую диссертацию по специальности «Картография» на тему: «Атласное картографирование сельского хозяйства региона Севера (на примере Якутии)» в Санкт-Петербургском государственном университете.

Большой научно-методический и фактический материал, накопленный в ходе работ позволил лаборатории картографии продолжить картографические исследования социально-экономической тематики. По договору с Госагропромом республики под руководством О.А. Лазебник в 1990-1994 гг. велась разработка и составление серии карт агропромышленного пояса г. Якутска. Эта тема предусматривала переход к среднемасштабному картографированию районов и сельскохозяйственных предприятий Центральной Якутии с использованием материалов воздушных съемок. Главными темами картографирования были: земельные угодья, использование земель, производство, переработка и реализация сельскохозяйственной продукции, производственная инфраструктура сельскохозяйственных предприятий.

В 1996 г. Ученым советом университета было принято решение о преобразовании хозяйственной лаборатории картографии в учебно-научную лабораторию географической картографии, а затем – электронных картографических систем под научным руководством к.г.н. О.А. Лазебник. Педагогическая, научная и общественная деятельность О.А. Лазебник была оценена: знаком «Отличник образования Республики Саха (Якутия)» (2002 г.), Дипломом Русского Географического общества за выдающиеся научные работы в области географии (2004 г.), Почетной грамотой Министерства образования и науки Российской Федерации (2005 г.), присуждена Государственная премия Республики Саха (Якутия) им. П.А. Петрова в области здравоохранения и медицинской науки (2005 г.). Благодаря оснащению учебно-научной лаборатории программно-техническим парком электронного картографирования, лаборатория перешла на использование геоинформационных технологий.

В 2000-х гг. были начаты работы по разработке Учебного географического атласа Республики Саха (Якутия), в который было включено около 80 карт по более чем 30 темам. Карты освещали историю заселения, природу, население, хозяйство, общественную среду. В раскрытии сущности и особенностей территориальных комплексов и систем, их динамики, связей и взаимодействий использованы рисунки, фотографические материалы, диаграммы и графики, таблицы, хронологические ряды, схемы, профили, текстовые материалы [7]. В атласе были представлены наиболее полные и актуальные для того времени сведения, соответствующие новым взглядам на структуру, объём и содержание национально-регионального компонента географического и экологического образования в Якутии. Новыми картами для социально-экономического раздела стали темы, характеризующие традиционные отрасли хозяйства (оленоводство, пушной промысел и звероводство, рыбный промысел) (рис. 3)

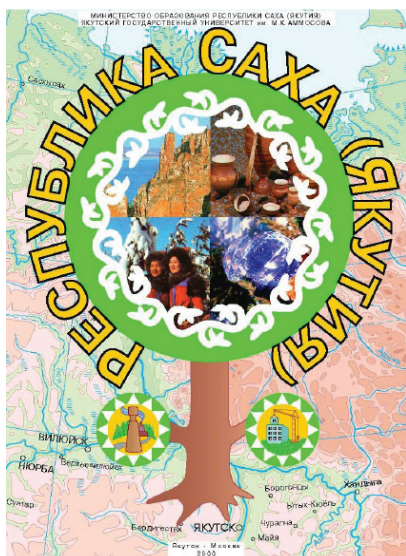


Рис. 3. Атлас Республика Саха (Якутия) (2000 г.)

Fig. 3. Atlas of the Republic of Sakha (Yakutia) (2000)

Учебный географический атлас «Республика Саха (Якутия)» и его авторы О.А. Лазебник (научный руководитель), Г.Н. Максимов, Г.А. Гнатюк, О.М. Кривошапкина были отмечены дипломами Русского Географического Общества «За выдающиеся научные труды в области географии».

В числе исследований по социальной тематике проводилось изучение и картографирование здоровья населения и здравоохранения республики в сотрудничестве с учёными Медицинского института университета (д.м.н. П.М. Иванов, д.м.н. Г.Д. Тихонов), Института здоровья АН

РС (Я) (д.м.н. В.Г. Кривошапкин, д.м.н. Л.Ф. Тимофеев). По итогам работ были изданы научно-справочные географические атласы – «География заболеваемости населения Республики Саха (Якутия) злокачественными заболеваниями» (2004.) [9], «Здоровье населения и здравоохранение Республики Саха (Якутия) на рубеже веков» (2005) [10] (рис. 4-5), «Охрана здоровья населения в Республике Саха (Якутия): Медико-географический атлас» (2012) [11]



Рис. 4. Атлас География заболеваемости населения Республики Саха (Якутия) злокачественными заболеваниями (2004 г.)

Fig. 4. Atlas on Geography of the incidence of malignant diseases among the population of the Republic of Sakha (Yakutia) (2004)

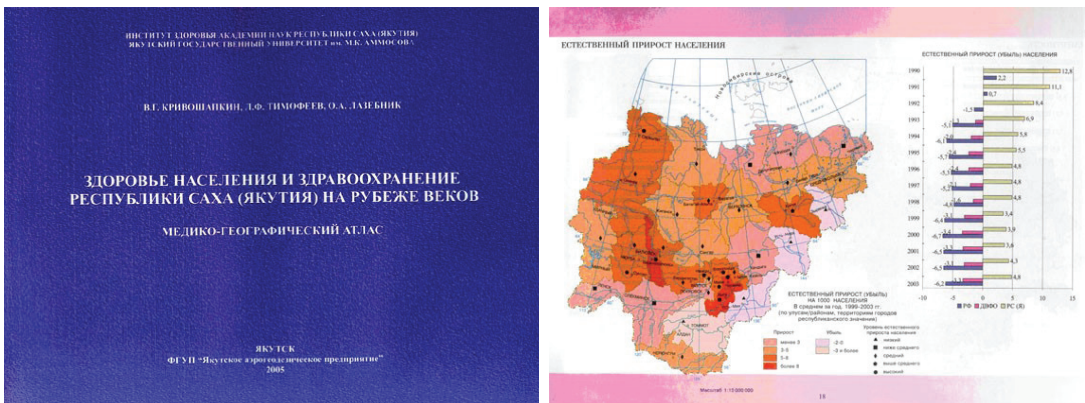


Рис. 5. Атлас Здоровье населения и здравоохранение Республики Саха (Якутия) на рубеже веков (2005 г.)

Fig. 5. Atlas on Population Health and Health Care in the Republic of Sakha (Yakutia) at the Turn of the Century (2005)

Одним из последних комплексных географических атласов региона можно считать разработанный совместно с ФГУП Якутским аэрогеодезическим предприятием атлас «Республика Саха (Якутия)» [12] научным редактором которого была к.г.н. О.А. Лазебник. Атлас является справочным картографическим произведением научно-популярного характера. Даёт разностороннюю пространственную характеристику современного состояния природы, населения, экономической деятельности, экологии региона. Карты социально-экономического содержания атласа подробно отражают население и хозяйственное развитие республики (рис. 6).

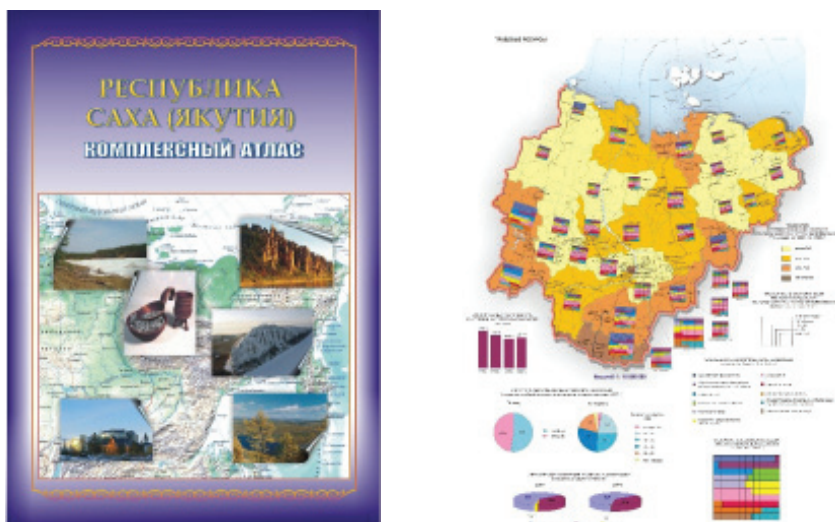


Рис. 6. Комплексный географический атлас Республика Саха (Якутия) (2009 г.)
Fig. 6. Comprehensive geographical atlas of the Republic of Sakha (Yakutia) (2009)

Сотрудники лаборатории картографии

В 2022 г. исполнилось 45 лет лаборатории картографии. За эти годы через лабораторию прошли многие десятки сотрудников и студентов кафедры географии. В разные годы в лаборатории работали: К.Н. Наумова, А.И. Калмыкова, Н.С. Перескокова (Ярыгина), М.В. Тимофеева, Н.И. Романова, Л.П. Егорова, М.Л. Соколова (Мурзина), В.П. Строева (Бекетова), Г.А. Захарова (Пономарева), Е.С. Барашкова, В.Е. Гаврильев, В. Гріднева, Л.В. Полятинская, О.Н. Бочкарева, Т.И. Прокопчук, Л.Д. Афанасьева, Т.П. Кочегарова, Т.Ф. Карпенко, Н.В. Бекетов, Т.Н. Федорова, С.И. Слепцова (Васильева), Е.Т. Сметанина, Е.Г. Аргунова, И.А. Смольская, Г.Д. Макарова, О.С. Романова, Н.Г. Васильев. Они внесли свой вклад в становление и развитие учебно-научного картографического направления кафедры географии Якутского государственного университета (рис. 7-8).



Рис. 7. Встреча сотрудников лаборатории картографии разных лет
 в честь 15-летия лаборатории картографии (1992 г.)
Fig. 7. Meeting of the Cartography Laboratory's staff of different years
 in honor of the 15th anniversary
 of the Cartography Laboratory (1992)



Рис. 8. Сотрудники лаборатории картографии на юбилейных мероприятиях посвященных 75-летию З.М. Дмитриевой (2008 г.)

Fig. 8. Cartography Laboratory's staff at the events dedicated to the 75th anniversary of Z.M. Dmitrieva (2008)



Рис. 9. Ольга Анатольевна Лазебник

Fig. 9. Olga Anatolievna Lazebnik

До 2006 г. научным руководителем лаборатории бесценно работала к.г.н., профессор О.А. Лазебник (ныне доцент кафедры картографии и геоинформатики Санкт-Петербургского государственного университета), внёсшая значительный вклад в развитие картографической науки и атласного картографирования Якутии (рис. 9).

В настоящее время учебно-научная лаборатория электронных картографических систем эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ выполняет географические исследования северных территориальных систем методами геоинформационного картографирования. Особое внимание уделяется созданию социально-экономических тематических карт и баз данных. В нынешнем составе научным руководителем является к.г.н. А.Н. Саввинова, заведующей лабораторией А.С. Федорова, инженеры-картографы к.и.н. В.В. Филиппова, И.М. Архипова, ведущие инженеры – Г.Е. Дьячковский, М.И. Захаров.

Заключение

Научные исследования лаборатории неоднократно поддерживались Российским научным фондом, федеральной программой Министерства образования РФ, республиканскими научно-техническими программами. В рамках научных проектов исследуются территории традиционного природопользования и хозяйствования коренных малочисленных народов Севера Якутии. По проекту Российского научного фонда № 21-17-00250 проводится изучение и картографирование межрегиональных и внутрирегиональных коммуникаций коренных малочисленных народов Севера в условиях глобальных вызовов (2020-2023 гг.). Перспективы социально-экономического картографирования региона связаны с широким внедрением геоинформационных технологий и использованием данных дистанционного зондирования для изучения и пространственного отображения социально-экономических особенностей северных территорий в интересах их устойчивого развития.

Литература

1. Лазебник, О. А. Пионер тематического картографирования Якутии В.А. Кротов / О. А. Лазебник // Арктическая зона Российской Федерации: Северо-Восточный вектор развития: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 380-летию вхождения Якутии в состав Российского государства, Санкт-Петербург, 28–30 ноября 2012 года. Том Часть II. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «КнигоГрад», 2013. – С. 60-65.
2. Дмитриева, З.М., Гнатюк, Г.А., Сергеева, М.П. Якутская АССР. Масштаб 1 : 2 500 000. Экономическая учебная карта. – М.: ГУГК, 1972. – 2л.
3. Население Якутской АССР. Карта масштаба 1 : 2 500 000 для служебного пользования / Дмитриева З.М. [и др.]. – М.: Фабрика № 3 ГУГК, 1976 г. – 2 л.
4. Атлас Якутской АССР / Предс. ред. кол. Т.Д. Сивцев; науч. рук. З.М. Дмитриева. – М.: ГУГК, 1981. – 40 с.
5. Якутия социалистическая / Предс. ред. кол. Т.Д. Сивцев; науч. рук. З.М. Дмитриева. – М.: ГУГК, 1982 – 42 с.
6. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР / Предс. ред. кол. И.А. Матвеев; науч. руков. М.П. Сергеева – М.: ГУГК, 1989. – 117 с.
7. Лазебник, О.А., Кривошапкина, О.М., Саввинова, А.Н. Использование региональных атласов в процессе изучения географии Якутии в школе // География в школе. Чебоксары, Изд-во ИПК Чувашия, 2020, № 2 С. 29-40
8. Республика Саха (Якутия). Атлас / Предс. ред. кол. Е.И. Михайлова; науч. руков., ред. О.А. Лазебник. – Якутск-Москва: Роскартография, 2000. – 64 с.
9. Лазебник, О.А., Иванов, П.М., Тихонов, Д.Г. География заболеваемости населения Республики Саха (Якутия) злокачественными новообразованиями / Медико-географический атлас. – Новосибирск: СИФ «Наука», 2004. – 159 с.
10. Кривошапкин, В.Г., Тимофеев, Л.Ф., Лазебник, О.А. Здоровье населения и здравоохранение Республики Саха (Якутия) на рубеже веков: Медико-географический атлас. – Якутск: ФГУП «ЯкутАГП», 2005. – 117 с.
11. Тимофеев, Л.Ф., Кривошапкин, В.Г., Лазебник О.А. Охрана здоровья населения в Республике Саха (Якутия): Медико-географический атлас. – Якутск: Компания «Дани Алмас», 2012. – 212 с.
12. Республика Саха (Якутия): Комплексный атлас / Науч. рук. О.А. Лазебник. – Якутск: ФГУП «Якутское аэрогеодезическое предприятие», 2009. – 239 с.

References

1. Lazebnik, O. A. Pioneer tematiceskogo kartografirovanija Jakutii V.A. Krotov / O. A. Lazebnik // Arkticheskaja zona Rossijskoj Federacii: Severo-Vostochnyj vektor razvitija: Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhjonnoj 380-letiju vhozhdenija Jakutii v sostav Rossijskogo gosudarstva, Sankt-Peterburg, 28–30 nojabrja 2012 goda. Tom Chast' II. – Sankt-Peterburg: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju «KnigoGrad», 2013. – S. 60-65.
2. Dmitrieva, Z.M., Gnatjuk, G.A., Sergeeva, M.P. Jakutskaja ASSR. Masshtab 1 : 2 500 000. Jekonomicheskaja uchebnaja karta. – M.: GUGK, 1972. – 2l.
3. Naselenie Jakutskoj ASSR. Karta masshtaba 1 : 2 500 000 dlja sluzhebnogo pol'zovanija / Dmitrieva Z.M. [i dr.]. – M.: Fabrika № 3 GUGK, 1976 g. – 2 l.
4. Atlas Jakutskoj ASSR / Preds. red. kol. T.D. Sivcev; nauch. ruk. Z.M. Dmitrieva. – M.: GUGK, 1981. – 40 s.
5. Jakutija socialisticheskaja / Preds. red. kol. T.D. Sivcev; nauch. ruk. Z.M. Dmitrieva. – M.: GUGK, 1982 – 42 s.
6. Atlas sel'skogo hozjajstva Jakutskoj ASSR / Preds. red. kol. I.A. Matveev; nauch. rukov. M.P. Sergeeva – M.: GUGK, 1989. – 117 s.

7. Lazebnik, O.A., Krivoschapkina, O.M., Savvinova, A.N. Ispol'zovanie regional'nyh atlasov v processe izuchenija geografii Jakutii v shkole // Geografija v shkole. Cheboksary, Izd-vo IPK Chuvashija, 2020, № 2 S. 29-40
8. Respublika Saha (Jakutija). Atlas / Preds. red. kol. E.I. Mihajlova; nauch. rukov., red. O.A. Lazebnik. – Jakutsk-M.: Roskartografija, 2000. – 64 s.
9. Lazebnik, O.A., Ivanov, P.M., Tihonov, D.G. Geografija zabolevaemosti naselenija Respubliki Saha (Jakutija) zlokachestvennymi novoobrazovanijami / Mediko-geograficheskij atlas. – Novosibirsk: SIF «Nauka», 2004. – 159 s.
10. Krivoschapkin, V.G., Timofeev, L.F., Lazebnik, O.A. Zdorov'e naselenija i zdavoohranenie Respubliki Saha (Jakutija) na rubezhe vekov: Mediko-geograficheskij atlas. – Jakutsk: FGUP «JakutAGP», 2005. – 117 s.
11. Timofeev, L.F., Krivoschapkin, V.G., Lazebnik, O.A. Ohrana zdorov'ja naselenija v Respublike Saha (Jakutija): Mediko-geograficheskij atlas. – Jakutsk: Kompanija «Dani Almas», 2012. – 212 s.
12. Respublika Saha (Jakutija): Kompleksnyj atlas / Nauch. ruk. O.A. Lazebnik. – Jakutsk: FGUP «Jakutskoe ajerogeodezicheskoe predprijatje», 2009. – 239 s.

Сведения об авторах

ЛАЗЕБНИК Ольга Анатольевна, к.г.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, доцент кафедры картографии и геоинформатики.

E-mail: lazebniko@yandex.ru

LAZEBNIK Olga Anatolevna – Candidate of Geographical Sciences, Docent, Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, Institute of Earth Sciences, Saint Petersburg State University.

САВВИНОВА Антонина Николаевна – к.г.н., Институт естественных наук, доцент эколого-географического отделения, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова.

E-mail: Sava_73@mail.ru

SAVVINOVA Antonina Nikolaevna – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

ФИЛИППОВА Виктория Викторовна – к.и.н., Институт естественных наук, доцент эколого-географического отделения, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова.

E-mail: filippovav@mail.ru

FILIPPOVA Victoria Viktorovna – Candidate of Historical Sciences, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

ФЕДОРОВА Алла Семеновна – зав. лабораторией электронных картографических систем, Институт естественных наук эколого-географического отделения, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

E-mail: Fedas78@mail.ru

FEDOROVA Alla Semenovna – Head of the Laboratory of Electronic Cartographic Systems, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

Н.М. Хаванская

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

E-mail: khavanskaya@volsu.ru

РАЗВИТИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТУРИЗМА В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Развитие туристско-рекреационной сферы региона невозможно представить без формирования качественного информационного пространства. Именно оно формирует притягательный туристский образ, предоставляя для жителей и гостей региона данные о спектре предоставляемых туристских услуг, продуктов, а также объектах туристской инфраструктуры в on-line формате.

В настоящее время во многих регионах России есть туристские порталы и интерактивные туристские карты. Волгоградская область не является исключением. Однако, электронные туристские ресурсы региона находятся в стадии наполнения и оформления. Автор принимал участие в одном из проектов по составлению электронной туристской карты Волгоградской области. В связи с чем, в статье приведены этапы работы над проектом карты: от подготовительного этапа, включающего анализ потребительских запросов туристской направленности в сети Интернет, обзора содержания и оформления карт схожей тематики, до составления программы карты и ее компьютерного составления.

По итогам работы в структуре электронной туристской карты выделено 8 главных разделов: достопримечательности, места массового отдыха, продажа изделий народных промыслов Волгоградской области (сувенирная продукция), развлечения, активный отдых, объекты размещения, объекты питания, туристские маршруты и экскурсии. Сформулированы выводы о состоянии электронного туристского картографирования в Волгоградской области. Отмечено, что оно находится в стадии развития, при этом комплексное картографическое решение, имеющее открытый доступ в сети Интернет пока не представлено.

Результаты исследования имеют значение методологической базы и практической основы для развития электронного картографирования туризма и туристской деятельности, для прикладных исследований в сфере развития регионального туризма.

Ключевые слова: геоинформационное картографирование, тематические карты, туристские карты, объекты туристского показа, объекты туристской инфраструктуры, Волгоградская область, ArcGis, программа карты, составление туристской карты, система условных знаков.

N.M. Khavanskaya

Volgograd State University, Volgograd, Russia

E-mail: khavanskaya@volsu.ru

DEVELOPMENT OF CARTOGRAPHIC SUPPORT FOR TOURISM IN THE VOLGOGRAD REGION

Abstract. The development of the tourism and recreational sphere of any region requires a high-quality information space. It forms an attractive tourist image, providing residents and guests of the region with data on the range of provided tourism products and services, as well as tourism infrastructure in an on-line format.

Currently, many regions of Russia have tourist portals and interactive tourist maps. The Volgograd region is no exception. However, electronic tourism resources of the region are in the process of formation and registration. The author took part in one of the projects for compiling an electronic tourist map of the Volgograd region. In this connection, the article presents the stages of work on the map project: from the preparatory stage, which includes an analysis of consumer searches for tourism on the Internet; a review of the content and design of similar maps; to the preparation of a map software and its online implementation.

Based on the results of the study, eight main sections were identified in the structure of the electronic tourist map: attractions, places of mass recreation, sale of handicrafts of the Volgograd region (souvenirs), entertainment, outdoor activities, accommodation facilities, food facilities, tourist routes and excursions.

Conclusions about the state of electronic tourist mapping in the Volgograd region are formulated. It is noted that it is in the development stage, since a comprehensive cartographic solution with the open access on the Internet has not been presented yet.

The results of the study presented in the article are of value as a methodological and practical basis for developing electronic mapping of tourism and tourism activities, as well as applied research in the field of regional tourism development.

Keywords: geo-informational mapping, thematic maps, tourist maps, objects of tourist display, tourism infrastructure, Volgograd region, ArcGis, map program, drawing up a tourist map, system of symbols.

Введение

Возрастающее значение туризма в различных сферах жизни общества определило актуализацию отдельных вопросов, связанных с туристской деятельностью, так как туристическая отрасль является открытой и быстроразвивающейся системой. По оценкам ЮНВТО (Всемирная туристская организация) туризм входит в число трех крупнейших экспортных отраслей, конкурируя с нефтеперерабатывающей промышленностью и автомобилестроением.

Волгоградская область имеет выгодное географическое положение, являясь главными воротами из центра России на юг страны, благоприятные природные условия, богатое историческое прошлое. Полиэтнический состав населения региона в прошлом и в настоящее время, оставил значительный пласт культурного наследия. Все перечисленные условия открывают перспективы развития современных форм туризма и рекреации.

Постановка проблемы

В настоящее время в регионе разрабатываются патриотический туристический кластер «Территория побед» и эколого-рекреационные кластеры на оз. Эльтон и в Волго-Ахтубинская пойме. Однако, несмотря на действующие в регионе программные акты развития туризма (например, «Концепция развития внутреннего и въездного туризма в Волгоградской области на период до 2020 года») туристско-рекреационный сектор остается недостаточно реализованным. До сих пор отсутствует подробный путеводитель по Волгоградской области, в котором была представлена информация, необходимая для туриста. При этом информационные порталы Волгоградской области находятся в стадии наполнения. Прежде всего это относится к единому региональному туристскому portalу «www.welcomevolgograd.com».

В период 2018-2019 гг. общий вид электронной туристской карты Волгоградской области Агентства развития туризма и социокультурных проектов имел следующий вид (рис. 1). Базовыми слоями служили слои Яндекс.Карты. Тематические слои разделялись по рубрикам: здоровье, памятники, парки, религия, спорт, досуг, но заполнены не все. Всплывающие окна настроены, при нажатии мышкой на объект появлялось окно с фотографией объекта, названием и адресом, и ссылкой на текст с описанием.

В настоящее время туристский раздел электронной карты области существенно переформирован. Вместо обзорной карты объектов туристского интереса и туристской инфраструктуры, появились локальные картографические данные к каждому объекту (рис. 2). Базовой основой картографических слоев является АРІ 2ГИС.

Основная цель разработки электронной туристской карты – популяризация туристско-рекреационного облика Волгоградской области в информационном пространстве, увеличение туристского интереса жителей региона, привлечение туристов из других регионов.

Понятие «туристская карта». Туристская электронная карта представляет собой соединение двух терминов: туристская карта и электронная карта. Согласно ГОСТ Р 50828-95 «Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования» [3] электронная карта – векторная или растровая карта, сформированная на машинном носителе (например, на оптическом диске) с использованием программных

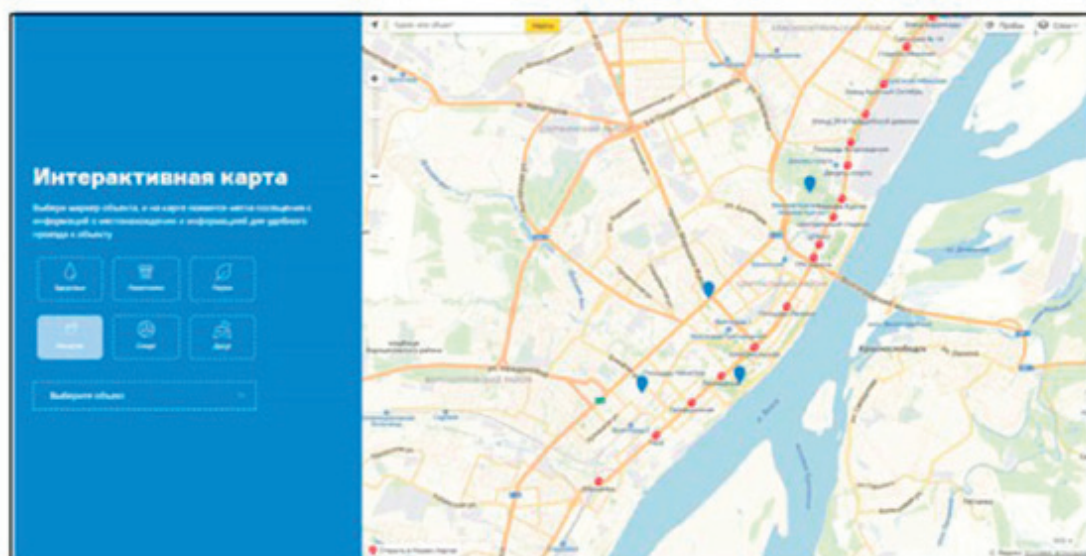


Рис. 1. Интерактивная карта Волгоградской области [1], 2019 г.

Fig. 1. Interactive map of Volgograd region [1], 2019

Описание

Волгоград. Памятник-ансамбль «Героям Сталинградской битвы» на Мамаевом кургане

Главной культурной ценностью и гордостью города-героя Волгограда является историко-мемориальный комплекс «Героям Сталинградской битвы» на Мамаевом кургане.

Сегодня Мамаев курган — одна из господствующих над Волгоградом высот. По легенде, во времена правления хана Мамая с этих высот монгольские стражники контролировали движение судов по Волге, что послужило одной из версий названия холма. В 1942-1943 гг. Мамаев курган стал местом ожесточенных боев между оборонявшимися Сталинград советскими войсками и солдатами наступающей 6-й армии вермахта, стремившихся овладеть стратегически важной «высотой 102.0», с которой открывалась отчетливая панорама на северную и южную часть города, а также на Заволжье, откуда в горящий город переправлялись части Красной армии. Защитники Сталинграда, прекрасно понимая значение кургана, уже тогда стали называть его «главной высотой России», и, клятвенно произнося знаменитые приказы и лозунги «Ни шагу назад!», «Стоять насмерть!», «За Волгой для нас земли нет!», останавливали натиск врага и шли на него в атаку. Склоны кургана были перепачканы пулями, минами и снарядами, на квадратный метр приходилось от 500 до 1500 осколков, а его земля была настолько обожжена огнем и смешана с металлом, что несколько лет подряд после битвы от подножья до вершины не могла прорасти даже трава. За 200 дней и ночей в боях за Сталинград пали сотни тысяч советских бойцов, в память об их героическом подвиге было решено соорудить на вершине кургана величественный монумент, олицетворявший стойкость и мужество защитников города, а также его значение в ходе войны.

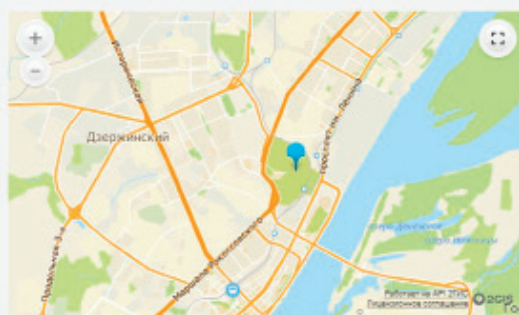


Рис. 2. Описание туристических объектов на сайте ГАУ ВО «Агентство развития туризма» [2], 2021 г.

Fig. 2. Description of tourist sites on the website of the State Autonomous Establishment "Tourism Development Agency". [2], 2021 г.

и технических средств в принятой проекции, системе координат и высот, условных знаках, предназначенная для отображения, анализа и моделирования, а также решения информационных и расчетных задач по данным о местности и обстановке. Электронные карты создаются на основе данных цифровых карт и баз данных географических информационных систем [4]. На электронной карте любой конкретный или абстрактный географический объект реального мира представляется в виде графической (картографической) модели – пространственного объекта. Пространственный объект описывается набором данных (геоданных), в котором выделяются две составляющие [4]:

1) координатные (метрические) данные, определяющие его положение на поверхности Земли и его форму;

2) атрибутивные данные, описывающие его качественные или количественные свойства.

Туристская карта – вид тематической карты. Этим понятием обозначают карты, на которых показаны маршруты путешествий и экскурсионные объекты, центры и районы туризма, а также условия и ресурсы его развития. Это взаимосвязанная система карт туристско-рекреационного содержания с различными информационными функциями [5]. К туристским картам относят разнообразные карты с туристско-рекреационной информацией. Роль «базового слоя» в них выполняет общегеографическая основа, в том числе облегченная – без отдельных элементов. По мнению К.А. Салищева, туристские карты могут представлять собой «облегченные варианты общегеографических карт крупного масштаба» и «видоизменения топографических карт» [6].

Таким образом, электронные туристские карты – векторные или растровые тематические карты, основанные на базах геоданных, отображающие объекты туристического показа и туристской инфраструктуры.

В картографической науке рассматриваются отдельные теоретические проблемы роли информационных систем в туризме [7], разрабатываются технологические основы создания электронных рекреационно-туристских карт [8-10].

Настоящая работа является продолжением исследований автора в сфере электронного картографирования туризма в обобщенном виде [11] и региональном аспекте [12].

Результаты исследований и их обсуждение

Работа по составлению карты включала в себя последовательные этапы.

1. Подготовительный этап. Цель этапа сформировать предварительный образ содержания и оформления туристской карты. Для определения специфики содержания и тематической рубрикации электронной туристской карты был проведен мониторинг и анализ интерактивных карт схожей тематики, а также мониторинг и анализ поисковых запросов в сети Интернет потребителей туристских услуг в Волгоградской области, направленный на выявление ключевых запросов.

На портале <http://www.orangesmile.com> можно построить запросы по поиску туристических объектов отдельных стран, включая Россию, и городов. Рубрикатор расположенного на этом сайте туристического гида позволяет настраивать фильтры по категориям: отели/прокат авто, достопримечательности, отдых/развлечения, транспорт, здоровье/спорт, красота/медицина, питание/деньги, сервисы города, шопинг и магазины, полезные сервисы.

По территориальному принципу проанализированные интерактивные туристические карты РФ делятся на 3 группы:

1. Карты регионов Российской Федерации, например: интерактивная туристическая карта Архангельской области, Ростовской области, Ленинградской области, республики Башкортостан, Владимирской области, Новосибирской области и т.д.

2. Карты отдельных городов, среди которых можно отметить интерактивные карты Костромы, Казани, Краснодар и т.д.

3. Карты, в названии которых фигурирует физико-географический регион, например: карты Южного Прионежья, Алтай.

В качестве предварительных выводов отметим общие черты в оформлении и содержании интерактивных туристических карт:

1. Использование слоев категорий объектов с настраиваемой визуализацией.
2. Применение мультимасштабного картографирования, когда с увеличением масштаба увеличивается детальность картографируемых объектов, в первую очередь их количество.
3. Использование простых по форме и цвету условных знаков, при этом вид знака (геометрический знак или художественная иконка) не всегда определяется масштабом карты.
4. Во всех случаях в карту встроены всплывающие окна, от простых с названием объекта, до сложных, с встроенными гиперссылками на адреса HTML страниц, где размещаются фотографии и описания объектов (от справочных данных до статей).
5. В общем плане категории картографируемых объектов можно отнести к инфраструктуре, объектам показа, культурно-историческим и природным достопримечательностям, объектам питания, объектам размещения.
6. В основном все карты совмещены с сервисом Яндекс.карты.

Мониторинг и анализ поисковых запросов в сети Интернет потребителей туристских услуг был проведен с использованием сервиса <https://trends.google.ru/trends/?geo=RU>, представленным крупнейшим поисковиком Google. Данный сервис позволяет проанализировать популярность тематических запросов по регионам России за отчетный период, в данном случае был выбран период 12 месяцев. При этом при конструировании поисковых запросов были использованы как обобщенные понятия туризма, отраслевые, и отдельные туристические объекты. Анализ популярности запросов туристической тематики из Волгоградской области показал следующее:

1. Поисковые запросы: «Интерактивная туристическая карта», «Туризм Волгоградская область», «Донской природный парк», «Отдых Волгоградская область», «Экстремальный туризм», «Исторические памятники», «Природные памятники», «Туристическая карта», «Охота и рыбалка», «карта туриста», «Туристические маршруты», «Детские лагеря» в нашем регионе либо настолько редки, что система выдает «данных по этому запросу слишком мало», либо область не входит в список регионов РФ, в которых количество обращений с этими запросами значимо.

2. Поисковые запросы, в формировании которых Волгоградский регион принимает участие. Приведем их в порядке уменьшения значимости (в скобках указано место в рейтинге среди регионов РФ):

- 1) «Мамаев курган», «музейный комплекс Панорама Сталинградской битвы», «Эльтон», «достопримечательности Волгограда» (1 место).
- 2) «Турбазы» (2 место).
- 3) «Волгоград-Арена» (5 место)
- 4) «Боулинг» (9 место)
- 5) «Каток», «Развлечения» (11 место).
- 6) «Парашют» (12 место)
- 7) «Футбол» (25 место)
- 8) «Музеи» (26 место)
- 9) ООПТ (27 место)
- 10) «Монастыри» (30 место)
- 11) «Театры» (38 место)
- 12) «Памятники» (39 место)
- 13) «Отели» (48 место)
- 14) «Кинотеатры» (53 место)
- 15) «Туризм» (66 место)

Анализ распределения интернет-запросов показывает, что в основном жители нашего региона ищут конкретные туристические объекты, при этом в лидерах объекты федерального

значения, построенные в честь событий Сталинградской битвы, природные объекты, индустрия спорта и развлечений. Меньшей популярностью пользуются культурные объекты. При этом нет целостного понятия о региональном туризме, как и, соответственно, о его картографическом обеспечении.

Результатом проведенных выше исследований, стала разработка методики формирования содержания электронной туристской карты Волгоградской области, который включает в себя три разнокачественных компонента: картографический (система условных картографических знаков, нанесенных на картографическую основу), графический (фотографии), текстовый (справочная информация об объектах).

Для определения структурных особенностей рабочего плана над проектом, системы рубрик и подрубрикаторов, а также их наполнения был осуществлен следующий вид работ: выявление, описание, типологизация и определение туристского потенциала объектов туристской привлекательности и объектов туристской индустрии Волгоградской области. В соответствии с планом выделено 8 главных разделов (табл. 1):

Таблица 1 – Тематическая структура электронной туристической карты

№ п/п	Рубрика (категории объектов)	Подрубрики (типы объектов)
1.	Достопримечательности	природные памятники; археологические памятники; объекты культурного наследия; памятники градостроительства и архитектуры; музеи; исторические памятники; религиозные памятники
2.	Места массового отдыха	торгово-развлекательные центры; театры; кинотеатры
3.	Продажа изделий народных промыслов Волгоградской области (сувенирная продукция)	
4.	Развлечения	боулинг; каток; батутный парк; скаладром; пейнтбольный клуб; бассейн; спортивный комплекс; аквапарк; бильярд
5.	Активный отдых	велотуризм; охоты и рыбалка; байдарочные сплавы; конный туризм; экстремальный отдых
6.	Объекты размещения	гостиницы; мотели и hostels; санатории, профилактории и пансионаты; турбазы и кемпинг; детские лагеря
7.	Объекты питания	рестораны; кафе и бары
8.	Туристические маршруты и экскурсии	11 экскурсионных маршрутов

Наполнение карты содержанием – фотографиями и качественными описаниями. Всего было закартировано более 900 точечных объектов и построено 11 туристических маршрутов; собрано более 100 фотографий объектов туристического интереса по типам: археологические памятники, памятники градостроительства и архитектуры, исторические памятники Волгограда, исторические памятники Волгоградской области, музеи Волгоградской области, музеи Волгограда. Составлено 200 кратких описаний объектов, относящихся к типам: археологические памятники, памятники градостроительства и архитектуры, исторические памятники Волгограда, исторические памятники Волгоградской области, музеи Волгограда, музеи Волгоградской области. Каждое описание включает в себя: объект, наименование, местоположение (адрес), краткое описание. Для объектов питания дополнительно указаны сведения о стоимости услуг, режим работы, контактная информация.

2. Этап, включающий анализ системных требований программного обеспечения геоинформационных систем. Выбор ГИС-пакета, с оптимальными функциональными возможностями и системными требованиями. Ведущим фактором, определившим выбор ГИС пакета

компании ESRI ArcGis, именно на этой базе на момент работы над проектом осуществлял свою деятельность Центр информационных технологий Волгоградской области.

3. Основной этап, включающий разработку программы электронной карты. В программе дается назначение карты, математическая основа, содержание карты, способы изображения и оформления, принципы генерализации, источники и указания по их использованию, подробность географической основы, географическая характеристика территории.

Разработка содержания карты предусматривает: определение общих принципов картографирования и конкретных элементов содержания, выбор способов их качественной и (или) количественной характеристики.

4. Этап компьютерного составления карты.

1. Загрузка базовой карты в геоинформационную систему и последующая ее обработка. Последовательное создание тематических слоев рубрик. Отбор изображаемых объектов и явлений в каждой рубрике, в соответствии с тематикой.

Создание тематических слоев начинается с нанесения точечных туристических объектов на карту для чего необходимо знание их координат. На базовом слое Яндекс.карты были составлены метки объектов в соответствии с почтовыми адресами либо при визуализации объектов без адреса (например памятники). Затем полученный слой меток сохранялся в формате *.grx, после чего производилась его конвертация в программе ArcGis в класс объектов и в последствие в shape_файл. Проверка точности размещения объектов производилась при загрузке карты подложки, содержащей названия населенных пунктов, улиц домов, и сопоставление сгенерированных объектов с объектами карты. Таким способом в геоинформационную среду были внесены туристические объекты по всем рубрикам. При построении маршрутов был использован сервис GraphHopperMaps <https://graphhopper.com/maps/>. С его помощью были закартированы поворотные точки маршрутов в соответствии с дорожным полотном. В итоге был получен файл *.grx, который был импортирован в программную среду ArcGIS для визуализации линий маршрута.

2. Разработка легенды карты. Подбор условного знака для каждого элемента рубрики. Для создания системы условных знаков (рис. 3) был выбран единый стиль: форма круга, внутреннее содержание которого основано на ассоциативной связи с типом картографируемого объекта; использование в одном знаке не более 3-х цветов. Все точечные знаки созданы в программе PhotoshopCS5, при оформлении соответствующих шаблонов. Линии маршрутов показаны сплошными линиями разного цвета. Всего разработано 31 точечный условный знак с разрешением 200 dpi в формате *.png.

По окончании этапа, для туристических объектов, обладающих наибольшей аттрактивностью, производится настройка всплывающих окон, содержащих фотографию и справочное описание. Таким образом, интерактивная туристическая карта будет выполнять справочно-информационные функции. Туристы, планирующие посетить наш регион, смогут заранее ознакомиться с его туристско-рекреационным потенциалом, подобрать в удобном месте гостиницу, запланировать экскурсии к наиболее интересным объектам, познакомиться с культурной жизнью Волгограда и области.

5. Заключительный этап – корректура карты, проверка следующих элементов:

1. Актуальность использованных картографических и других источников.
2. Точность нанесения всех элементов содержания карты и их взаимное согласование.
3. Классификация и рисунок условных знаков.
4. Правильность географических названий.
5. Качество оформления карты, общий дизайн и восприятие.

В настоящее время на электронную карту нанесено более 1000 объектов. Добавим, что по окончании сроков проекта планируется дальнейшее наполнение и актуализация тематических слоев.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ		
Активный отдых	Достопримечательности	Границы
 Охота и рыбалка	 Музеи	 Государственная граница
 Сплав на байдарках	 Исторические памятники	 Граница субъектов РФ
 Конный туризм	 Религиозные памятники	 Граница муниципальных районов Волгоградской области
 Велотуризм	 Археологические памятники	Пути сообщения
 Экстремальный туризм	 Природные памятники	 Железные дороги
Объекты размещения	Населенные пункты	 Автомобильные дороги
 Базы отдыха	 более 1 000 000 жителей	Гидрография и рельеф
 Гостиницы и мотели	 от 30 000 до 300 000 жителей	 Реки
 Детские оздоровительные лагеря	 от 10 000 до 30 000 жителей	 Пресные озера
 Санатории	 от 3 000 до 10 000 жителей	 Солёные озера
	Волгоград Областной центр	 358 Отметки высот над уровнем моря
	Волжский Города	
	Иловка Посёлки городского типа	
	Комельниково Сельские поселения	

Рис. 3. Таблица условных знаков (фрагмент)

Fig. 3. Table of symbols (fragment)

Заключение

На современном этапе информатизации общества электронное картографирование становится важным инструментом популяризации и продвижения туристических продуктов. Знание туристических ресурсов местности, оценка общего туристско-рекреационного потенциала территории, его территориального распределения необходимы при планировании отдыха и досуга, для реализации научно-познавательных и культурно-исторических потребностей человека, а также для управления туристическим комплексом на уровне администраций регионов и муниципальных образований.

Что касается состояния электронного туристского картографирования в Волгоградской области, очевидно, что оно находится в стадии развития. Комплексных картографических решений, имеющих открытый доступ в сети Интернет пока не представлено. Тем не менее, работа в этом направлении продолжается как со стороны органов Администрации, так и научного общества.

Результаты представленного в работе исследования имеют значение методологической базы и практической основы для развития электронного картографирования туризма и туристской деятельности, для прикладных исследований в сфере развития регионального туризма, в профессиональной деятельности работников туроператоров и туристических агентств, а также иных организаций, предоставляющих услуги в сфере туризма. При этом турфирмы, а также органы исполнительной власти Волгоградской области и Администрации г. Волгограда, заинтересованные в развитии въездного и внутреннего туризма, могут использовать научно-методические наработки и электронную карту в стратегическом планировании формирования туристской инфраструктуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке соглашения о предоставлении государственного научного гранта Волгоградской области в форме субсидии № 4 от 18 декабря 2017 г.

Литература

1. Туристско-информационный центр Волгоградской области [Электронный ресурс]: – Режим доступа <http://welcomevolgograd.com> (дата обращения 12.04.19).
2. ГАУ ВО «Агентство развития туризма» <https://welcomevolgograd.com/visit/pamyatniki/pamyatnik-ansambl-geroyam-stalingradskoy-bitvy/> (дата обращения 01.11.21)
3. ГОСТР 50828-95 «Геоинформационное картографирование пространственные данные, цифровые и электронные карты общие требования». – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.
4. Прозорова, В.Г. Основы создания электронных карт в программных продуктах семейства ArcGis: учеб.-метод. пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 124 с.
5. Яковлева, С.И. Туристские карты [Электронный ресурс]: Учебное пособие. 3-е доп. издание. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. – 165 с.
6. Салищев, К.А. Картоведение: учебник. 3-е изд. М, 1990.[Электронная версия учебника].
7. Вишневская, Е.В. Роль внедрения мультимедийного и интерактивного контента для повышения туристской привлекательности территории / Е.В. Вишневская, Т.Б. Климова, И.В. Богомазова // Научный результат: сетевой научно-практический журнал. – 2014. – № 2. – С. 4-9.
8. Олзоев, Б.Н. Технологические основы создания электронных рекреационно-туристских карт (на примере национального парка «Тункинский») / Б.Н. Олзоев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 11 (82). – С. 105-111.
9. Олзоев, Б.Н. Особенности технологии создания электронных рекреационно-туристских карт / Б.Н. Олзоев, Л.В. Дархаева, В.М. Ермоленко // Гео-Сибирь. – 2011. – Т. 1. – № 2. – С. 68-73.
10. Касьянова, Е.Л. Электронные туристские карты / Е.Л. Касьянова // Гео-Сибирь. – 2006. – Т. 1. – № 2. С. 246-249.
11. Хаванская, Н.М. Современное состояние электронного картографирования в сфере туризма: сравнительно-географический обзор / Н.М. Хаванская // Вестник СВФУ. Серия: Науки о Земле. – 2019. – № 4 (16). – С. 62-70.
12. Хаванская, Н.М. Проектирование интерактивной туристической карты волгоградской области / Н.М. Хаванская // В сборнике: Геоинформационное картографирование в регионах России. материалы X Всероссийской научно-практической конференции. ВГУ. – 2018. – С. 166- 169.

References

1. Turistsko-informatsionnyi tsentr Volgogradskoi oblasti [Elektronnyi resurs]: – Rezhim dostupa <http://welcomevolgograd.com> (data obrashcheniya 12.04.19).
2. GAU VO “Agentstvo razvitiya turizma” <https://welcomevolgograd.com/visit/pamyatniki/pamyatnik-ansambl-geroyam-stalingradskoy-bitvy/> (data obrashcheniya 01.11.21)
3. GOSTR 50828-95 «Geoinformatsionnoe kartografirovaniye prostranstvennyye dannyye, tsifrovyye i elektronnyye karty obshchie trebovaniya». – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 1996.
4. Prozorova. V.G. Osnovy sozdaniya elektronnykh art v programmnykh produktakh semeystva ArcGis: ucheb.-metod. posobie. – Tyumen': TyumGNGU, 2012. – 124 s.
5. Yakovleva, S.I. Turistskie karty [Elektronnyi resurs]: Uchebnoe posobie. 3-e dop. izdanie. – Tver': Tver. gos. un-t, 2015. – 165 s.
6. Salishchev, K.A. Kartovedenie: uchebnik. 3-e izd. M, 1990.[Elektronnaya versiya uchebnika].
7. Vishnevskaya, E.V. Rol' vnedreniya mul'timedii'nogo i interaktivnogo kontenta dlia povysheniya turistskoi privlekatel'nosti territorii / E.V. Vishnevskaya, T.B. Klimova, I.V. Bogomazova // Nauchnyi rezul'tat: setevoy nauchno-prakticheskii zhurnal. – 2014. – № 2. – S. 4-9.
8. Olzoev, B.N. Tekhnologicheskie osnovy sozdaniia elektronnykh rekreatsionno-turistskikh kart (na primere natsional'nogo parka «Tunkinskii») // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2013. – № 11 (82). – S. 105-111.

9. Olzoev, B.N. Osobennosti tekhnologii sozdaniia elektronnykh rekreatsionno-turistskikh kart / B.N. Olzoev, L.V. Darkhaeva, V.M. Ermolenko // *Geo-Sibir*. – 2011. – Т. 1. – № 2. – С. 68-73.
10. Kas'ianova, E.L. Elektronnye turistskie karty // *Geo-Sibir*. – 2006. – Т. 1. – № 2. С. 246-249.
11. Khavanskaya, N.M. Sovremennoe sostoyanie elektronnoy kartografirovaniya v sfere turizma: sravnitel'no-geograficheskii obzor / N.M. Khavanskaya // *Vestnik SVFU. Seriya: Nauki o Zemle*. – 2019. – № 4 (16). – С. 62-70.
12. Khavanskaya, N.M. Proektirovanie interaktivnoi turisticheskoi karty volgogradskoi oblasti / N.M. Khavanskaya // *V sbornike: Geoinformatsionnoe kartografirovanie v regionakh Rossii. materialy Kh Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. VGU*. – 2018. – С. 166-169.

Сведения об авторах

ХАВАНСКАЯ Наталья Михайловна – к.г.н., доцент Института естественных наук Волгоградского государственного университета

E-mail: khavanskaya@volsu.ru

KHAVANSKAYA Natalya Mikhailovna – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Institute of Natural Sciences, Volgograd State University.

ТРЕБОВАНИЯ, К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПУБЛИКУЕМЫХ В НАУЧНОМ РЕЦЕНЗИРУЕМОМ ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК СВФУ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

К публикации принимаются научные статьи от авторов из всех регионов России:

- преподавателей вузов,
- докторантов,
- аспирантов,
- магистрантов,
- а также других лиц, занимающихся научными исследованиями.

Требования к содержанию статей

Научные направления:

В серию «Науки о Земле», электронной версии журнала «Вестник СВФУ им. М.К. Аммосова», принимаются статьи, соответствующие Номенклатуре научных специальностей, по которым присуждаются научные степени:

25.00.00	НАУКИ О ЗЕМЛЕ	
25.00.11	Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения	Геолого-минералогические Технические
25.00.14	Технология и техника геологоразведочных работ	Технические
25.00.23	Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов	Географические Геолого-минералогические
25.00.24	Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география	Географические
25.00.36	Геоэкология (по отраслям)	Геолого-минералогические Географические Технические

УДК проставляется в научной библиотеке.

Аннотация: Композиционно построена по принципу IRMAD (Introduction, Methods, Results and Discussion): Актуальность, цели и задачи исследования. Как проводилось исследование, какие методы использовались. Основные выводы, результаты исследования; каковы перспективы исследования, направления дальнейшей работы. Объем аннотации не менее 100 слов. Разделы «Хроника» и «Юбилей» предоставляются без аннотаций.

Ключевые слова: не менее 10 слов/словосочетаний, они должны быть лаконичными, отражать содержание и специфику рукописи.

Структура статьи:

Введение – постановка рассматриваемого вопроса, краткий обзор научной литературы по теме (ссылки на источники), критика недостатков и преимущества предлагаемого подхода. Обязательна четкая постановка цели работы.

Основная часть работы должна быть озаглавлена, исходя из содержания, разбита на разделы. Разделы должны иметь содержательные названия. Введение, разделы и заключение не нумеруются.

Заключение – приводятся основные выводы по содержательной части работы. Следует избегать простого перечисления предоставленного в статье материала.

Литература приводится под заголовком «Литература». Дополнительно дублируется латиницей по системе Библиотеки Конгресса США (LC), сайт для транслитерации: <http://translit.ru>. Все источники перечисляются по порядку упоминания ссылок в тексте. Для периодических изданий необходимо указать фамилию автора, инициалы, название статьи, название журнала, год издания, том, номер или выпуск, начальную и конечную страницу работы.

Сведения об авторе(-ах) на русском и английском языках даются на отдельной странице:

Ф.И.О. полностью, ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), место работы, должность, почтовый адрес с ИНДЕКСОМ (для пересылки авторского экземпляра иногородним), e-mail, контактный тел. (для мобильной связи с редакцией);

Объем статьи: включая иллюстративный материал и «Литературу», до 24 страниц, хроника и юбилей 1-2 страницы.

Требования к техническому оформлению

- Редактор MS Word, формат А-4, ориентация – книжная, поля – верхн. 2,0 см; нижн. 3,0 см; левое и правое 2,5 см; абзацный отступ – 1,25 см; интервал – полуторный; кегль основного текста – 14, кегль аннотации – 12, шрифт - Times New Roman.

- Сокращения – только общепринятые (и в тексте и таблицах). Все аббревиатуры и сокращения должны быть расшифрованы при первом их употреблении в тексте. Все таблицы должны иметь заголовки и сквозную нумерацию в пределах статьи, обозначаемую арабскими цифрами (например, таблица 1), в тексте ссылки нужно писать сокращенно (табл. 1). Текст таблицы должен быть напечатан через два интервала. В работах биологического цикла в заголовке и в тексте таблицы даются только латинские названия видов, родов и семейств. Комментарий к таблице должен быть размещен непосредственно под таблицей.

- Формулы должны иметь сквозную нумерацию. Номер пишется в конце строки арабскими цифрами в круглых скобках. Между формулами, выделенными в отдельную строку, и текстом, а также между строками формул следует оставлять пробелы не менее 1,5-2 см.

- Иллюстративный материал (графики, карты, схемы, фотографии) именуется рисунком, имеет сквозную порядковую нумерацию арабскими цифрами и пишется сокращенно (например, рис. 1). Допускаются цветные изображения (графики, диаграммы). Размер рисунка – не менее 40х50 мм и не более 120х170 мм. К рисунку прилагается подрисочный текст, в который содержит указания размерности приведенных на рисунке величин.

- Ссылки в тексте пишутся в виде номера арабской цифрой, взятой в квадратную скобку.

Предоставление статей в редакцию

Сначала предоставляется электронный вариант статьи (рисунки в формате tiff с разрешением не менее 300 dpi) по электронной почте: vestnik_geo@mail.ru.

После устранения всех замечаний в редакцию направляется печатный вариант статьи в двух экземплярах. 2-й печатный экземпляр – без указания имени автора (для слепого рецензирования). Адрес редакции: 677027, г. Якутск, ул. Кулаковского, 42, ГУК, каб. 401,

Если автор – аспирант, или магистрант, то необходим отзыв руководителя.

При положительной рецензии рукописи публикуются в порядке их поступления в течении 3-6 месяцев.

Окончательное решение о публикации статьи принимает редколлегия.

Плата за публикацию рукописей не взимается.

Статьи, присланные без соблюдения изложенных выше требований, не подлежат рассмотрению.

**Вестник Северо-Восточного федерального университета
им. М.К. Аммосова.
Vestnik of North – Eastern Federal University.
Серия ”Науки о Земле. Earth Sciences”**

Сетевое научное периодическое издание

№ 4(28) 2022

Технический редактор *А.Н. Егорова*
Компьютерная верстка *Л.М. Винокурова*
Оформление обложки *П.И. Антипин*

Подписано в печать 26.12.2022. Формат 70x108/16.
Дата выхода в свет 26.12.22.