

16+

ISSN Online 2587-8751

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»

№ 1 (29) 2023

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ

Главный редактор

А.Н. Николаев, д. б. н.

Заместитель главного редактора, редактор серии «Науки о Земле»

Е.Э. Соловьев, к. г. - м. н., доцент.

Выпускающий редактор

Я.П. Шепелева, к. г. - м. н.

Члены редакционной коллегии:

Верчеба А. А., доктор геолого-минералогических наук, *Гадаль С. Ж.-П.*, доктор географических наук, *Григорьевская А. Я.*, доктор географических наук, *Колейка Я. П.*, доктор географических наук, *Мартынов В. Л.*, доктор географических наук, *Михно В. Б.*, доктор географических наук, *Нестеров Ю. А.*, кандидат географических наук, *Никифорова З. С.*, доктор геолого-минералогических наук, *Носонов А. М.*, доктор географических наук, *Округин А. В.*, доктор геолого-минералогических наук, *Полуфунтикова Л. И.*, кандидат геолого-минералогических наук, *Присяжный М. Ю.*, доктор географических наук, *Саввинова А. Н.*, кандидат географических наук, *Семенов Ю. М.*, доктор географических наук, *Тесленок С. А.*, кандидат географических наук, *Толстов А. В.*, доктор геолого-минералогических наук, *Фридовский В. Ю.*, доктор геолого-минералогических наук, *Часовский В. И.*, доктор географических наук.

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”

№ 1 (29) 2023

EDITORIAL BOARD OF THE SERIES

Editor-in-Chief

A.N. Nikovaev, Doctor of Biological Sciences

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

E.E. Solovyov, Candidate of Geological-mineralogical sciences, Associate Professor

Commissioning Editor

Ia. P. Shepeleva, Candidate of Geological-mineralogical sciences Sciences

Members of the Editorial Board of the Series:

Vercheba A. A. Doctor of geological-mineralogical sciences, Gadal S. J.-P. doctor of geographical sciences, Grigorievskaya A. Ya. doctor of geographical sciences, Kolejka J.P. Doctor of Geographical Sciences, V.L. Martynov, Doctor of Geographical Sciences, V. B. Mikhno, Doctor of Geographical Sciences, D. in Geography, Y.A. Nesterov, Ph, Z. S. Nikiforova, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, A. M. Nosonov, Doctor of geographical sciences, Okrugin A. V. doctor of geological-mineralogical sciences, Semifuntikova L. I. Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, A. N. Savvinova, Ph, M. Semenov, Doctor of geographical sciences, S. A. Teslenok, candidate of geographical sciences, Tolstov A. V. doctor of geological-mineralogical sciences, V. Y. Fridovsky, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences. Yu. doctor of geological-mineralogical sciences, Chasovsky V. I. Doctor of Geological and Mineralogical Sciences.

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/>

© The North-Eastern Federal University, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

- Зинчук Н.Н.*
Литолого-стратиграфические исследования при алмазо-поисковых работах 5
- Кравченко А.А., Березкин В.И., Попов Н.В., Шепелева Я.П.*
Вещественный состав и тектоническое положение дифференцированных магматитов
Унгринского комплекса Алдано-Станового щита..... 29
- Пуляев Н.А.* Месторождения железа в докембрийских железорудных формациях
Алдано-Станового щита..... 50

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

- Асадов И.Х., Данилов Ю.Г.*
Вопросы взаимокалибровки спутниковых средств определения объема сжигаемого
попутного газа в факелах 62
- Захаров М.И., Гадаль*
С. Оценка изменений в горных мерзлотных ландшафтах по архивным данным Landsat
с использованием метода главных компонент 72
- Тесленок С.А., Салямов Р.Ю.*
Географическое распространение геоглифов периода Советского Союза..... 81

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

- Овечкина П.А., Сметанина А.И.*
Развитие сельского туризма на территории Кировской области 94
- Пахомова Л.С.*
Географическое пространство исследований Г.В. Ксенофонтова..... 104

CONTENT

GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION OF SOLID MINERALS, MINERALOGY

- Zinchuk N.N.*
About lithologic and stratigraphic features of ancient diamondiferous thicknesses 5
- Kravchenko A.A., Beryozkin V.I., Popov N.V., Shepeleva Ia.P.*
Geochemistry of the Ungrinsky complex of the Aldan-Stanovoy shield 29
- Puliayev N.A.*
Iron deposits in the precambrian iron-ore formations of the Aldan-Stanovoy shield..... 50

PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY, AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY

- Asadov I.Kh., Danilov Yu. G.*
Issues of mutual calibration of satellite tools for determining the volume
of burned associated gas in flare 62
- Zakharov M.I., Gadal S.*
Assessing mountain permafrost landscape changes by archive Landsat data using
the principal component analysis..... 72
- Teslenok S.A., Salyamov R. Yu.*
Geographical distribution of geoglyphs of the Soviet Union period 81

ECONOMIC, SOCIAL, POLITICAL, AND RECREATIONAL GEOGRAPHY

- Ovechkina P.A., Smetanina A.I.*
Development of rural tourism in Kirov region 94
- Pakhomova L.S.*
Geographical space of the G.V. Ksenofontov's research 104

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 551.311.231:553.08
DOI 10.25587/SVFU.2023.29.1.009

Н.Н. Зинчук

Западно-Якутский научный центр (ЗЯНЦ) АН РС (Я), г. Мирный, Россия
E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ

Аннотация. За последние более 60-и лет в связи с открытием на Сибирской платформе (СП) коренных месторождений алмазов создана и успешно развивается алмазодобывающая промышленность. Разведанные и утвержденные запасы коренных и россыпных месторождений позволяют осуществлять добычу алмазов во все возрастающих объемах. Для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо как открытие новых алмазоносных кимберлитовых диатрем, так и вовлечение в отработку россыпных месторождений (древних и современных россыпей), характеризующихся значительными запасами полезного компонента. Поскольку фонд легко открываемых и выходящих на дневную поверхность коренных месторождений алмазов на территории Якутской алмазоносной провинции (ЯАП) практически исчерпан, то их поиски переместились на закрытые площади, где отмечается широкое развитие разнофациальных континентальных и прибрежно-морских терригенных отложений верхнего палеозоя и мезозоя значительной мощности, перекрывающих кимберлитовые диатремы. Важнейшим этапом стратиграфических исследований в перспективных регионах явилось выделение в Малоботуобинском алмазоносном районе (МБАР) СП континентальных верхнепалеозойских (лапчанская, ботуобинская и боруллойская свиты), терригенных верхнетриасово-нижнеюрских (иреляхская и укугутская свиты) и прибрежно-морских мезозойских (плинсбахский и тоарский ярусы) отложений, в различной степени обогащенных алмазоносным материалом. Литологические особенности этих отложений во многом обусловлены переотложенным материалом широко развитых на этих территориях древних кор выветривания (КВ) на терригенно-карбонатных породах, долеритах, туфогенных образованиях и кимберлитах. Изучение продуктов перемыва этих КВ в мезозойских осадочных толщах основных алмазоносных районов СП позволили восстановить особенности их структурно-формационного формирования. Отмечено, что для мезозойского времени в целом характерны специфические особенности перемыва и переотложения продуктов различных КВ, обусловленные развитием в алмазоносных регионах различных структурно-формационных зон. В МБАР формирование формации продуктов перемыва КВ определялось развитием двух структурно-формационных зон. Проведенными исследованиями подчеркнута важность стратиграфических исследований на всех стадиях проводимых геолого-поисковых работ на алмазы. Очень важно выделять в разрезах осадочных толщ горизонты, обогащенные материалом местных источников сноса, главными среди которых являются коры выветривания различных пород (в том числе кимберлитов).

Ключевые слова: структурно-формационные зоны, коры выветривания, мезозойские отложения, Сибирская платформа, Якутская алмазоносная провинция, фациальная изменчивость, структурно-формационные, генетические особенности.

N.N. Zinchuk

West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny, Russia

E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

ABOUT LITHOLOGIC AND STRATIGRAPHIC FEATURES OF ANCIENT DIAMONDIFEROUS THICKNESSES

Abstract. Over the past 60 years, in connection with the discovery of primary diamond deposits on the Siberian platform (JV), the diamond mining industry has been created and is successfully developing. The explored and approved reserves of primary and alluvial deposits make it possible to mine diamonds in ever-increasing volumes. To replenish diminishing reserves of diamonds, it is necessary both to discover new diamondiferous kimberlite diatremes and to involve placers in the development. Since the fund of easily discovered and emerging indigenous diamond deposits on the territory of the Yakut diamond-bearing province (YAP) is practically exhausted, their searches have moved to closed areas, where there is a wide development of various facies continental and coastal-marine terrigenous deposits of the Upper Paleozoic and Mesozoic of significant thickness, overlying kimberlite diatremes. Complex research of ancient crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks, dolerites, tufogene formations and kimberlites, as well as products of their rewashing in Mesozoic sedimentary thick layers of main diamondiferous regions of the Siberian platform allowed restoring specific features of their structural-formation generation. It is noted that specific features of rewashing and redeposition of various crusts of weathering products are typical of Mesozoic time in whole, conditioned by the development of various structural-formation zones in diamondiferous regions. Thus, generation of products formation of weathering crusts rewashing in Malo-Botuobinsky region was determined by the development of two structural-formation zones. Conditions for accumulation of weathering products existed in one of these zones (south-eastern) at Irelyakh time only on slopes of the central part of Angara-Vilyuy superposed sagging. In the second structural-formation zone (north-western), occupying trapean plateau, crust formation with simultaneous washout and redeposition of products of weathering into occurring nearby local depressions and their partial carry-over beyond the said zone took place practically in the course of all Mesozoic time on elevated plateau-like uplifts. Complex research of ancient crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks, dolerites, tufogene formations and kimberlites, as well as products of their rewashing in Mesozoic sedimentary thick layers of main diamondiferous regions of the Siberian platform allowed restoring specific features of their structural-formation generation. It is noted that specific features of rewashing and redeposition of various crusts of weathering products are typical of Mesozoic time in whole, conditioned by the development of various structural-formation zones in diamondiferous regions. At Malo-Botuobinsky region, the formation of weathering crust rewashing products was determined by two developing structural-formation zones. The studies carried out emphasize the importance of stratigraphic studies at all stages of geological prospecting for diamonds. It is very important to distinguish in the sections of sedimentary strata the horizons enriched with material from local run-offs, with dominant crusts of weathering of various rocks, including kimberlites.

Keywords: structural-formation zones, crusts of weathering, Mesozoic deposits, Siberian platform, Yakut diamond-bearing province, facies variability, structural-formational, genetic features translation.

Введение

За последние более 60-и лет в связи с открытием на Сибирской платформе (СП) коренных месторождений алмазов создана и успешно развивается алмазодобывающая промышленность. Разведанные и утвержденные запасы коренных и россыпных месторождений позволяют осуществлять добычу алмазов во все возрастающих объёмах. Доминирующая часть алмазов обычно добывалась из коренных месторождений Якутской алмазонасной провинции (ЯАП), отдельные из которых (трубки Мир, Интернациональная, Удачная, Айхал, Юбилейная и др.) с поверхности уже в значительной степени отработаны и постепенно переходят на подземные виды добычи, а на некоторых трубках (имени XXIII съезда КПСС, Дачная и Сытыканская) разработка руды вообще прекращена из-за экономической целесообразности. Для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо как открытие новых алмазонасных кимберлитовых диатрем,

так и вовлечение в обработку россыпных месторождений (древних и современных), характеризующихся значительными запасами полезного компонента. Поскольку фонд легко открываемых и выходящих на дневную поверхность коренных месторождений алмазов на территории ЯАП практически исчерпан, то их поиски переместились на закрытые площади, где отмечается широкое развитие разнофациальных континентальных и прибрежно-морских терригенных отложений верхнего палеозоя и мезозоя значительной мощности, перекрывающих кимберлитовые диаграммы. Последние нередко [1-23] интродуцированы пластовыми телами долеритов. Кроме того, для Малоботуобинского алмазоносного района (МБАР) установлен значительный (до 400 м) эрозионный срез кимберлитовых трубок в допозднепалеозойское время, обусловивший впоследствии неоднократный переувлажнение и переотложение индикаторных минералов кимберлитов (ИМК), которые попали в базальные продуктивные верхнепалеозойские и мезозойские толщи. В таких сложных условиях существенно усложняется использование шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений и требуются более тщательные стратиграфические и литолого-минералогические исследования перспективных на алмазы регионов и территорий [24-29].

Объекты, методология исследований и обсуждение полученных результатов

Важнейшее значение при прогнозно-поисковых работах на алмазы принадлежит *стратиграфическим исследованиям* перспективных территорий (рис. 1) с целью выделения потенциально алмазоносных горизонтов и частей разрезов. Для восстановления путей миграции ореолов ИМК и определения предполагаемых областей их сноса необходимо исследование структурно-формационных и генетических особенностей формирования продуктивных на алмазы осадочных отложений [1-4, 12-20]. При этом важным является достоверное расчленение и восстановление условий формирования рассматриваемых осадочных толщ, а также развитие процессов корообразования (рис. 2), предшествовавших накоплению данных отложений, и их сохранность в последующие этапы геологической истории. То есть определяющими в этом отношении являются структурно-тектонические особенности региона до, во время и после формирования рассматриваемых продуктивных толщ верхнего палеозоя. Так, например, верхнепалеозойские осадочные толщи одного из важнейших в плане коренной и россыпной алмазоносности МБАР представлены [24-29] тремя свитами: лапчанской, ботуобинской и боруллойской, средне-позднекаменноугольного, ранне- и позднепермского возраста. *Лапчанская свита* ($C_{2-3}l$) представлена темно-серыми глинами и алевролитами с прослоями песков общей мощностью 20-25 м. В нижней части разреза иногда появляются прослои и линзы гравелитов, галечников и брекчий мощностью до 1 м. В составе местного обломочного материала щебень (до 10 см) терригенно-карбонатных пород, галька (до 3 см) кремней и окремнелых известняков, а чуждого – редкая мелкая хорошо окатанная галька кварца и кварцитов. *Ботуобинская свита* (P_1bt) сложена песками (песчаниками) зеленовато-серыми полимиктовыми и углистыми алевролитами с подчиненным развитием галечников и аргиллитов общей мощностью до 70-95 м. Пески и алевролиты образуют два мезоритма, отвечающие двум подсвитам. Залегает свита с размывом на отложениях лапчанской свиты или на эродированной поверхности пород нижнего палеозоя. Нижняя подсвита (50-55 м) сложена зеленовато-серыми мелко- и среднезернистыми (редко крупнозернистыми до гравелитов) песками кварцевого и граувакко-кварцевого состава. Верхняя часть разреза (10-12 м) представлена темно-серыми до черных плотными глинами, алевролитами и прослоями мелкозернистых песков и углисто-глинистых пород. Горизонты (до 1 м) с крупнообломочным материалом тяготеют к низам разреза и обогащены мелкой галькой преимущественно кварц-кремнистого состава (реже кварцитов и эффузивов) и обломками подстилающих терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя. *Боруллойская свита* (P_2br) представлена песками (песчаниками) зеленовато-серыми и белесыми разнозернистыми, кварц-полевошпатовыми, с линзовидными прослоями алевролитов, местами углистых. В основании отмечаются базальные галечники (конгломераты). В её составе также выделяются две подсвиты общей мощностью в полных разрезах до 100-170 м.

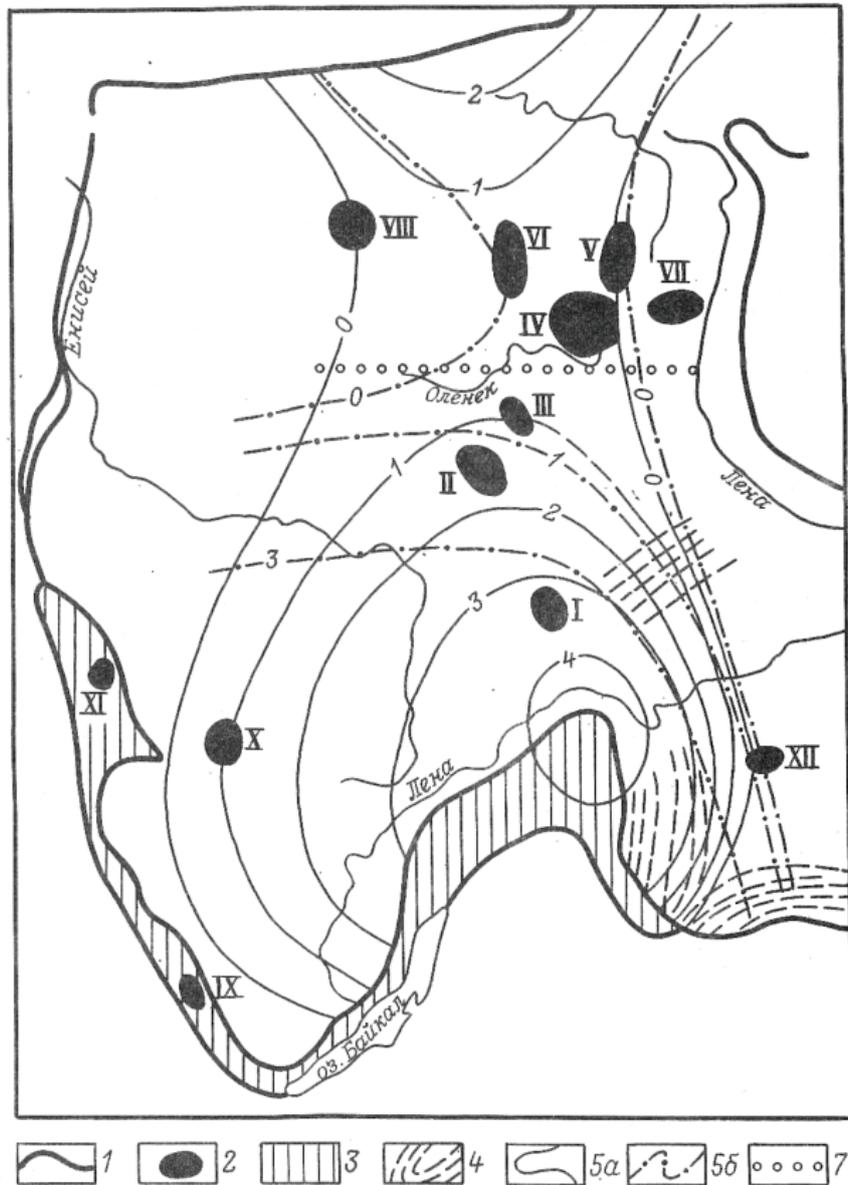


Рис. 1. Схема распространения кимберлитовых и кимберлитоподобных пород на СП:

1-граница СП; 2-районы развития кимберлитов и кимберлитоподобных пород (1-Малоботуобинский; П-Далдыно-Алакитский; Ш-Верхнемунский; 1У-Среднеоленекский; У-Нижнеоленекский; У1-Куонамский; УП-Приленский; УШ-Маймеча-Котуйский; 1Х-Белозиминский; Х-Чадобецкий; Х1-Северо-Енисейский; ХП-Алданский); 3-структурные комплексы нижнего протерозоя; 4-миогесинклинальные зоны байкалид; 5-линии тренда алмазности, в условных единицах (а-для всей провинции; б-для северной части провинции без районов УШ-Х1); 6-граница между Вилуйской и Анабаро-Оленекской алмазными областями

Fig. 1. Scheme of distribution of kimberlites and kimberlite-like rocks on the SP

1-the border of the SP; 2-areas of development of kimberlites and kimberlite-like rocks (1-Malobotuobinsky; P-Daldino-Alakitsky; Sh-Verkhnemunsky; 1U-Sredneoleneksky; U-Nizhneoleneksky; U1-Kuonamsky; UP-Prilensky; USH-Maymecha-Kotuysky; 1X-Beloziminsky; X-Chadobetsky; X1-North Yenisei; CP-Aldansky); 3-structural complexes of the lower Proterozoic; 4-myogeosynclinal zones of the Baikals; 5-trend lines of diamond content, in conventional units (a-for the entire province; b-for the northern part of the province without USH-X1 districts); 6-the border between Vilyuiskaya and Anabaro-Olenekskaya diamond-bearing areas

Группа	Система	Отдел	Обобщенная литологическая колонка и легенда к ней	Эпохи корообразования	Коррелятивные осадки	Примечание
Кайнозойская КЗ	Четвертичная	Q		?		<p>На Сибирской платформе устанавливается развитие указанных эпох корообразования. Однако в рассматриваемом регионе соответствующие им коры выветривания и коррелятивные осадки отсутствуют</p> <p>В депрессиях траппового плато формировались обогащенные продуктами кор выветривания преимущественно глинистые образования, а на остальной территории - чуждые региону песчано-галечные отложения полимиктового состава</p> <p>На отдельных площадях региона фрагментарно накапливались маламочные терригенные отложения D₂-C₁, которые впоследствии были размыты</p> <p>В южной части региона денудационному срезу подвергались терригенно-карбонатные породы S₁, O и E₃</p> <p>Отсутствуют данные об эпохах корообразования PR в регионе</p>
	Неогеновая N	Плиоцен N ₂		?		
		Миоцен N ₁				
	Палеогеновая P	Олигоцен P ₃		?		
		Эоцен P ₂				
Палеоцен P ₁						
Мезозойская МЗ	Меловая K	K ₂				
		K ₁				
	Юрская J	J ₃				
		J ₂				
		J ₁				
	Триасовая T	T ₃				
T ₂						
T ₁						
Палеозойская PZ	Пермская P	P ₂				
		P ₁				
	Каменно-угольная C	C ₃				
		C ₂				
		C ₁	?			
	Девонская D	D ₃				
		D ₂				
	Силурийская S	S ₂				
		S ₁				
	Ордовикская O	O ₃				
O ₂		?				
O ₁						
Кембрийская E	E ₃					
	E ₂					
	E ₁					
Протерозойская PR	Вендская V	V				
Архейская AR			+++ ++			

Рис. 2. Эпохи корообразования в фанерозое Якутской алмазоносной провинции СП

Fig. 2. Epochs of crust formation in the Phanerozoic of the Yakut diamond-bearing province of the SP

Залегают свита с разрывом на различных горизонтах ботубинской свиты и пород нижнего палеозоя. Нижняя часть нижней подсвиты (8-14 м) сложена зеленовато-желтовато-серыми средне- и крупнозернистыми песками с базальными гравелитами и галечниками мощностью до 2 м. Грубообломочный материал представлен галькой кварцитов, кварца, кремней, эффузивов (часто выветрелых) и слабо окатанными обломками терригенно-карбонатных пород. Выше залегают глины и алевролиты с маломощными прослоями углей, с разрывом перекрытые пачкой (30-40 м) желтовато-серых средне- и мелкозернистых песков. Верхняя часть нижней подсвиты сложена темно-серыми алевролитами, плотными глинами и углистыми образованиями. Верхняя подсвита боруллойской свиты (до 25 м) представлена светлыми мелко- и среднезернистыми песками. Несколько отличающийся от описанного выше разрез вулканогенно-терригенных отложений среднего карбона – нижнего триаса отмечен в *Далдыно-Алакитском алмазонасном районе* (ДААР), где они с разрывом, угловым и резким стратиграфическим несогласием залегают на различных горизонтах нижнего палеозоя, коре выветривания (КВ) терригенно-карбонатных пород и перекрывают многие кимберлитовые трубки этой территории. При относительно небольшой мощности (за исключением отдельных участков) эта толща характеризуется сложным строением, фациальной невыдержанностью и изменчивостью по площади. Большинство исследователей делят этот комплекс пород на три толщи: нижнюю среднекаменноугольно-нижнепермского возраста, среднюю, относящуюся к верхней перми, и верхнюю (туфогенную), включающую породы верхней перми и нижнего триаса. Расчленение отложений верхнего палеозоя рассматриваемого региона очень важная задача и тесно связано с многолетними геологическими исследованиями, направленными на поиски месторождений алмазов, а поэтому заслуживает эта задача более детального внимания. Эти отложения в структурном отношении развиты в области юго-восточного замыкания Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы (ТВС), что определило особенности их строения: сокращенные мощности стратиграфических подразделений, насыщенность внутрiformационными размывами, часто скрытыми, существенной долей континентальных фаций осадков и невыдержанностью литологических тел по площади, при довольно однообразном наборе пород. Преобладание субконтинентальных условий верхнепалеозойского осадконакопления сказалось на общей обедненности пород морской фауной, находки которой довольно редки, в связи с чем основное биостратиграфическое значение приобрели флористические и палинологические комплексы. Поэтому применяющиеся до сих пор биостратиграфические схемы верхнепалеозойских отложений региона являются крайне противоречивыми и во многом ошибочными. Исходной позицией развернувшихся стратиграфических работ следует считать постановление Межведомственного стратиграфического комитета от 1960 года, утвердившее расчленение верхнепалеозойских отложений на катскую ($C_{2,3}$), пелятинскую (P_2) и дегалинскую (P_2) свиты. Независимо от возраста свит данная схема отражала объективный факт существования трех литостратонов, то есть трех субпараллельных, пластообразных геологических тел, обладающих индивидуальными литолого-фациальными признаками, позволяющими их идентифицировать и картировать в ранге местных стратиграфических подразделений. Незыблемость этой реальности неоднократно подтверждалась практикой геологосъемочных и алмазописковых работ, поскольку проведение границ между указанными литостратонами никогда не вызывало принципиальных споров. Однако при проведении детальных поисковых работ возникало естественное стремление к более дробному расчленению верхнепалеозойской толщи. Так, с 1964 г. уже выделялась катская ($C_{2,3}$), клинтайгинская (P_1), бургу克林ская (P_1^2), пелятинская (P_2) и дегалинская (P_2) свиты. Впоследствии с 1979 г. вместо катской свиты в её объеме стали выделять лапчанскую (C_{2+3}) и ботубинскую (P_1) свиты. С 1989 г. по настоящее время применяется стратиграфическая схема, в которой введена новая ахтарандинская (P_1) свита. Кроме того, в схеме оставлены лапчанская (C_1^2), и ботубинская ($C_{2,3}$) свиты, возраст которых был понижен в соответствии с биостратиграфическими представлениями. По существу, все эти три свиты вместе взятые соответствуют прежней катской свите как естествен-

ному геологическому телу. В то же время на практике местами ахтарандинская свита выделяется частично или полностью из состава боруллойской (пеляткинской) или ботубобинской свит. В этой схеме изменен и стратиграфический объем лапчанской свиты, так как её часть вошла в состав новой ботубобинской свиты, а возрастной и литологический диапазон новообразованной лапчанской свиты был значительно сужен, и она приобрела свой первоначальный статус пачки (черная пачка или сылагинские слои). Данные преобразования привели к «перекраиванию» границ свит, что в совокупности с расплывчивостью биостратиграфических признаков породило определенную путаницу в корреляции. Поэтому практическое применение указанной стратиграфической схемы сопряжено с большими трудностями. Нами [8-12], на основании анализа внутреннего строения и вещественного состава верхнепалеозойской толщи, проведена оценка правомерности выделения таких дробных литостратиграфических подразделений (свит) и возможности корреляции их в региональном плане, для чего комплексно изучены как поверхности позднедевонского-раннекаменноугольного выравнивая, развитые в регионе доверхнепалеозойских КВ, пофракционное комплексное изучение вещественной составляющей различных типов пород, что позволило провести литолого-палеографические реконструкции перспективных территорий. Комплексный биостратиграфический анализ позволил при этом выявить ряд противоречий в принятой датировке стратонев и внести предложения по её корректировке. Проведенные исследования свидетельствуют, что в верхнепалеозойской толще рассматриваемого региона достоверно выделяются и прослеживаются два крупных геологических тела, формирование которых связано с двумя тектоно-седиментационными макроциклитами. Нижнее тело (нижний макроциклит) объединяет лапчанскую, ботубобинскую и синхронную им ахтарандинскую свиту в единую ботубобинскую свиту. Верхнее тело (верхний макроциклит) соответствует боруллойской свите; в полных (сохранившихся) разрезах в его состав входит дегалинская свита верхней перми. Выделенные геологические тела обладают выраженными идентификационными свойствами в литологическом составе и строении слоевых ассоциаций, а также различаются по комплексам палеонтологических остатков (фаунистических, флористических и палинологических).

Выделяемые в настоящее время рядом исследователей лапчанская, ботубобинская и ахтарандинская свиты не имеют литологических и палеонтологических идентификационных характеристик и, соответствуя мезоциклитам (циклитам II порядка), рассматриваются нередко как подсвиты единой ботубобинской свиты. Количество подсвит (мезоциклитов) непостоянно и изменяется в региональном масштабе в зависимости от фациальных особенностей и мощности накопленных осадков в каждой рассматриваемой структурно-седиментационной зоне. В то же время на локальных участках местное дробное расчленение разреза в соответствии с циклической структурой оправдано и применимо в практической деятельности при анализе погребенных шлиховых ореолов. Отсюда следует, что на основании периодичности и этапности развития палинофлоры и выделения неповторимых во времени развитых ассоциаций миоспор (мегакомплексов), являющихся индикаторами возраста, а также с привлечением комплекса флоры и фауны, разработана новая стратиграфическая схема расчленения отложений верхнего палеозоя. В ней обосновано отсутствие в регионе каменноугольных отложений и наличие двух основных геологических тел (свит) – ботубобинского и боруллойского, соответственно, ранне- и позднепермского возраста, что должно устранить существующее несоответствие в расчленении здесь отложений верхнего палеозоя. Нам представляется целесообразным также выделение в низах верхнепалеозойского разреза и лапчанской свиты (средне-верхнекарбонического возраста), являющейся по сути формацией перемява и переотложения древних КВ, что очень важно для совершенствования методики прогнозирования и поисков алмазных месторождений. Аналогичная история стратиграфических исследований описана [4-8, 17-21] во многих опубликованных работах по мезозойским осадочным толщам МБАР, в разрезе которых выделены (рис. 3) и детально изучены континентальные отложения иреляхской (T_3-J_1ir) и укугутской (J_1uk) свит, а также прибрежно-морские толщи плинсбахского (J_1p) и тоарского (J_1t) ярусов.

Несколько менее изученными в стратиграфическом плане, судя по опубликованным работам, описаны стратиграфические исследования в других алмазоносных районах СП и Восточно-Европейской платформ (ВЕП).

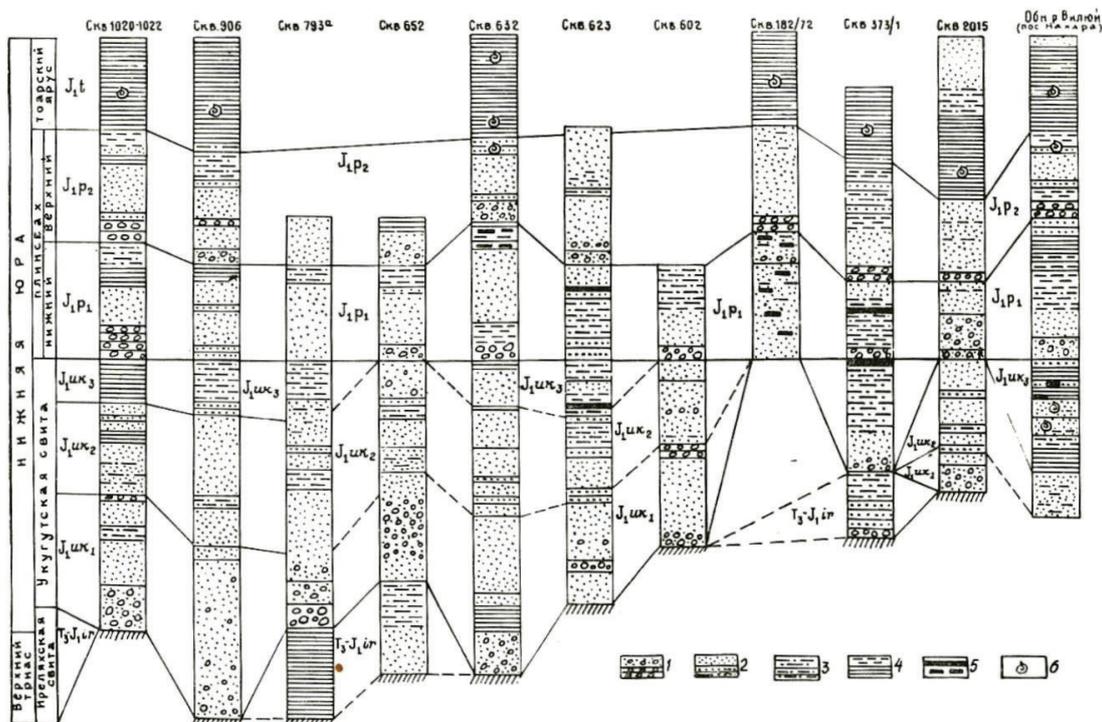


Рис. 3. Сопоставление разрезов мезозойских отложений МБАР СП:

1 – галечники, конгломераты; 2 – пески, песчаники; 3 – алевриты, алевриты; 4 – глины, аргиллиты; 5 – прослой и линзы углей; 6 – фауна и микрофауна. Масштаб 1:1000.

Fig. 3. Comparison of sections of Mesozoic deposits of MBDA SP:

1 – pebbles, conglomerates; 2 – sands, sandstones; 3 – siltstones, siltstones; 4 – clays, mudstones; 5 – interlayers and lenses of coals; 6 – fauna and microfauna. Scale 1:1000.

Важное значения при прогнозно-поисковых работах на алмазы уделяется **литологическим исследованиям** как вмещающих, так и перекрывающим кимберлитовые диатремы осадочным толщам. Так, в продуктивных осадочных толщах, которые являются потенциально алмазоносными и через которые проводят поиски коренных источников алмазов, часто содержатся глинистые образования. Как показали наши исследования таких верхнепалеозойских и мезозойских осадочных толщ основных алмазоносных районов СП [14- 25], источниками таких глинистых образований служили древние КВ на различных породах (рис.4). В последние годы прогнозно-поисковые работы на алмазы развиваются на новых площадях распространения верхнепалеозойских и мезозойских отложений и в первую очередь – в МБАР, ДААР, Среднемархинского (СМАР) и Маркокинском (МАР) алмазоносных районах, расположенных, соответственно в юго-восточной, центральной и северо-восточной частях восточного борта ТС и на северо-востоке Ангаро-Вилонского наложенного мезозойского прогиба (АВНМП). С целью выяснения условий размыва и переотложения материала древних КВ в продуктивных толщах в последние годы проведено комплексное изучение вещественного состава элювия на различных породах, а также верхнепалеозойских и мезозойских осадочных комплексов одного из важнейших алмазоносных районов – МБАР, расположенного в центре ЯАП. В *разрезе верхнепалеозойских отложений* МБАР выделяются континентальные верхнекарбово-нижнепермские образования лапчанской, ботубинской и борулойской свит, кратко охарактеризованными выше.

Мезозойские отложения в МБАР представлены континентальными отложениями иреляхской и укугутской свит, а также прибрежно-морскими и морскими образованиями плинсбахского и тоарского ярусов. Иреляхские отложения сформированы в начале мощного мезозойского этапа осадконакопления в западной части Вилюйской синеклизы и по ним обычно восстанавливают историю заложения и развития этих структур. Эти образования сохранились от размыва в виде останцов в центральной части АВНМП и на его бортах (рис. 5). Они обнажаются вдоль р. Малой Ботубобии и вскрыты в её верхнем течении. Наиболее полные разрезы свиты изучены во впадинах доиреляхского рельефа. Сложены они глинистыми алевролитами, песчано-алевритистыми глинами с прослоями песков и линзами гравелитов, галечников, углистых глин и бурого угля. Зачастую это типичные озёрные и озёрно-болотные осадки с обилием аутигенного пирита и сидерита.

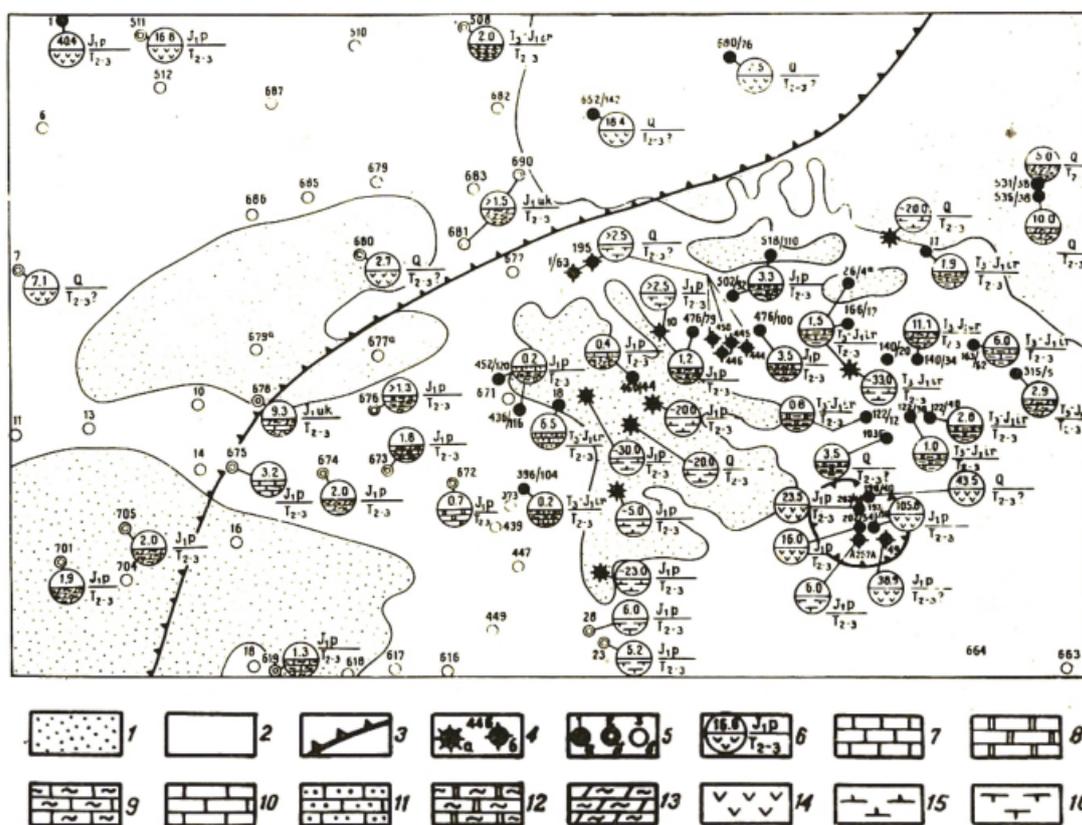


Рис. 4. Карта изученности (фрагмент) КВ среднего-верхнего триаса МБАР СП:

Условные обозначения: Терригенно-карбонатные породы: 1 – уstkутской свиты нижнего ордовика, 2 – илгинской свиты верхнего кембрия, 3 – область максимального распространения пород трапной формации нижнего триаса; 4 – трубки взрыва: а – кимберлитов, б – пород трапной формации; 5 – скважины (цифры сверху – их номера), по которым кора выветривания: а – изучена, б – не изучена, в – не установлена; 6 – обозначения: у круга в числителе – индекс возраста перекрывающих кору выветривания отложений, в знаменателе – индекс возраста коры выветривания; в верхнем секторе круга – мощность коры выветривания в метрах, в нижнем – породы субстрата; 7 – известняки; 8 – доломиты; 9 – известняки глинистые и глины известковистые; 10 – известняки алевритистые, алевролиты известковистые; 11 – известняки песчанистые; 12 – доломиты глинистые; 13 – мергели; 14 – долериты; 15 – агломератовые туфы и туфобрекчии основного состава.

Fig. 4. The study map (fragment) of WC of the Middle-Upper Triassic MBDBA of the SP:

Symbols: Terrigenous-carbonate rocks: 1 – the Ustkuta formation of the Lower Ordovician, 2 – the Ilga formation of the Upper Cambrian, 3 – the area of maximum distribution of rocks of the trap formation of the

Lower Triassic; 4 – explosion tubes: a – kimberlites, b – rocks of the trap formation; 5 – wells (the numbers above are their numbers), according to by which the weathering crust is: a – studied, b – not studied, c – not established; 6 – designations: the circle in the numerator has the age index of the sediments overlapping the weathering crust, in the denominator – the age index of the weathering crust; in the upper sector of the circle – the thickness of the weathering crust in meters, in the lower – substrate rocks; 7 – limestones; 8 – dolomites; 9 – clay limestones and calcareous clays; 10 – silty limestones, calcareous siltstones; 11 – sandy limestones; 12 – clay dolomites; 13 – marls; 14 – dolerites; 16 – agglomerate tuffs and tuff breccias of the main composition.

Иногда наблюдаются аллювиальные отложения – пески, реже галечники. Цвет их в основном серый, зеленовато-бурый, реже бурый. На севере района, в пределах траппового плато (рис. 6), в иреляхском разрезе доминируют слабо отсортированные породы (преимущественно пролювиально-делювиальные фации), состоящие из сильно выветрелых обломков долеритов, гравия и гальки кварц-кремнистых пород, сцементированных глинистым материалом. Залегают иреляхская свита на эродированной поверхности терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя, образований трапповой формации пермо-триаса и с размывом перекрывается отложениями укугутской свиты. Позднетриасовый-раннеюрский возраст свиты устанавливается по определениям флоры, споро-пыльцевых комплексов и положению в разрезе.

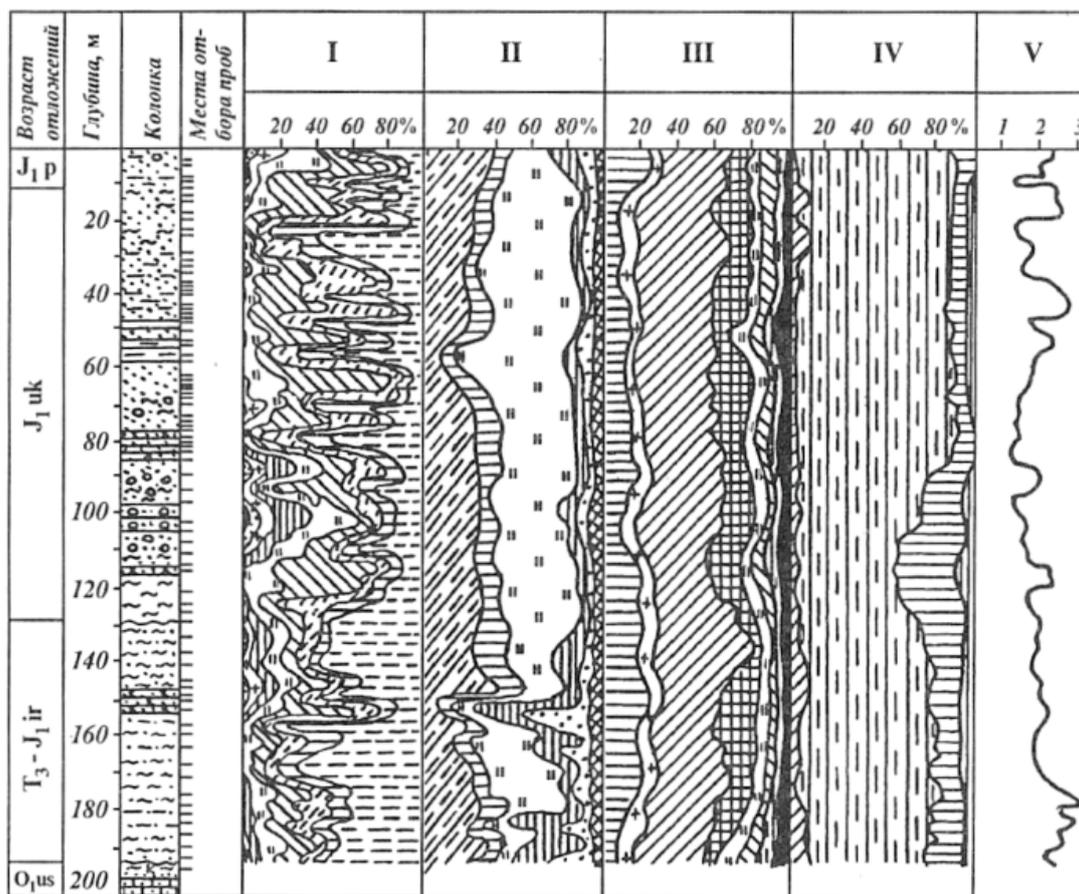


Рис. 5. Литолого-стратиграфический разрез мезозойских отложений, вскрытых скважиной 814 (южная часть МБАР). Условные обозначения смотреть к рис.6.

Fig. 5. Lithological and stratigraphic section of Mesozoic sediments uncovered by well 814 (southern part of MBDBA). See the symbols in Fig.6.

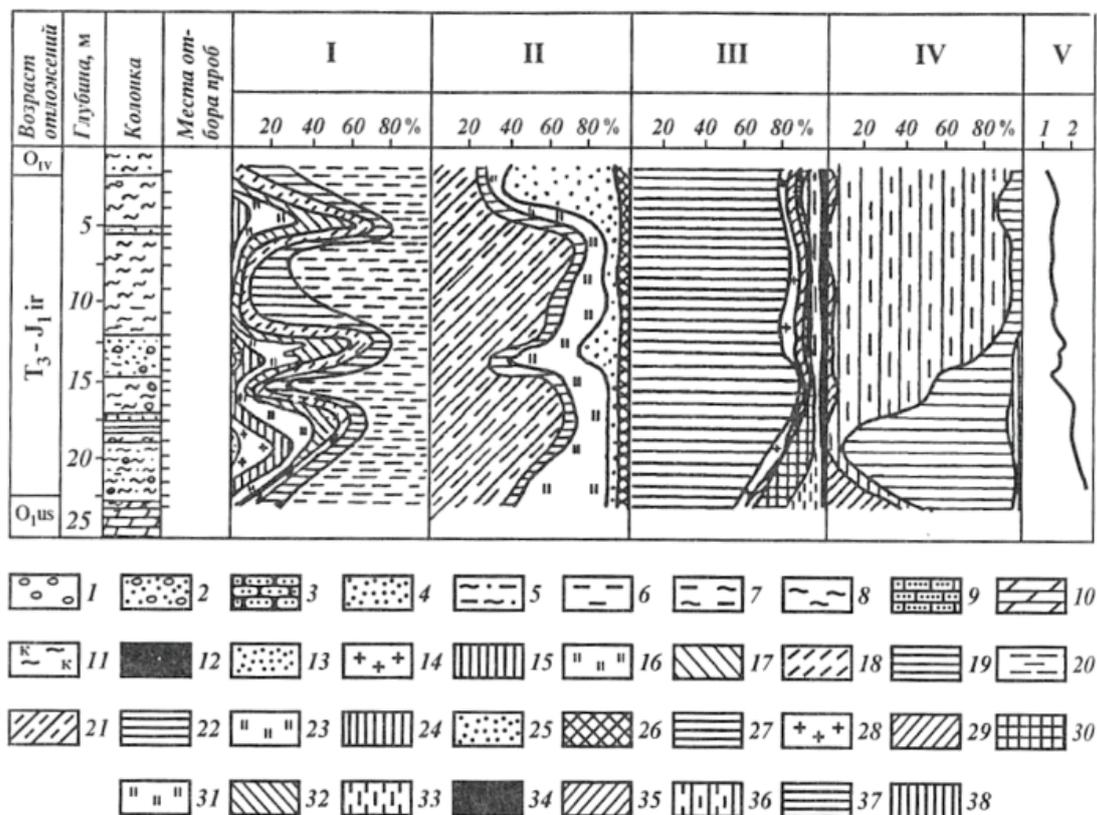


Рис. 6. Литолого-стратиграфический разрез отложений иреляхской свиты, вскрытых скважиной 31,5/5 (центральная часть МБАР). Условные обозначения к рисункам 5 и 6.

Литологическая колонка: 1 – галечники с гравием; 2 – галечники с песком; 3 – песчаники; 4 – пески; 5 – песчано-алеврито-глинистые породы; 6 – алевролиты; 7 – алевритистые глины; 8 – глины; 9 – известковистые песчаники; 10 – доломиты; 11 – коры выветривания; 1 – Гранулометрический состав пород (в мм): 12 – крупнее 2,5; 13 – 2,5-1,0; 14 – 1,0-0,75; 15 – 0,75-0,5; 16 – 0,5-0,25; 17 – 0,25-0,1; 18 – 0,1-0,05; 19 – 0,05-0,01; 20 – мельче 0,01; П – Минеральный состав легкой фракции (0,1-0,05 мм): 21 – кварц; 22 – калиевые полевые шпаты; 23 – плагиоклазы; 24 – кремнисто-глинистые агрегаты; 25 – глинисто-железистые агрегаты; 26 – мусковит, биотит, хлорит и др.; Ш – Минеральный состав терригенной части тяжелой фракции (0,1-0,05 мм): 27 – ильменит и магнетит; 28 – лейкоксенизированный ильменит; 29 – минералы группы эпидота (эпидот, цоизит, клиноцоизит и др.); 30 – амфиболы; 31 – турмалин и апатит; 32 – гранаты; 33 – циркон; 34 – сфен, пироксены, дистен и др.; 1У – Минеральный состав легкой фракции (0,1-0,05 мм): 35 – гидрослюда; 36 – монтмориллонит и неупорядоченные монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования; 37 – каолинит; 38 – хлорит и вермикулит; V – соотношение $J(10 \text{ \AA}) : J(5 \text{ \AA})$.

Fig. 6. Lithological and stratigraphic section of the deposits of the Irelyakh formation, opened by a well 31.5/5 (central part of the MBDBA). Symbols for Figures 5 and 6.

Lithological column: 1 – pebbles with gravel; 2 – pebbles with sand; 3 – sandstones; 4 – sands; 5 – sandy-siltstone-clay rocks; 6 – siltstones; 7 – siltstone clays; 8 – clays; 9 – calcareous sandstones; 10 – dolomites; 11 – weathering crusts; 1 – Granulometric composition of rocks (in mm): 12 – larger 2,5; 13 – 2,5-1,0; 14 – 1,0-0,75; 15 – 0,75-0,5; 16 – 0,5-0,25; 17 – 0,25-0,1; 18 – 0,1-0,05; 19 – 0,05-0,01; 20 – smaller than 0,01; P – Mineral composition of the light fraction (0,1-0,05 mm): 21 – quartz; 22 – potassium feldspar; 23 – plagioclase; 24 – siliceous-clay aggregates; 25 – clay-ferruginous aggregates; 26 – muscovite, biotite, chlorite, etc.; W – Mineral composition of the terrigenous part of the heavy fraction (0,1-0,05 mm): 27 – ilmenite and magnetite; 28 – leucoxenized ilmenite; 29 – minerals of the epidote group (epidote, zoisite, clinocoisite, etc.); 30 – amphiboles; 31 – tourmaline and apatite; 32 – garnets; 33 – zircon; 34 – sphene, pyroxenes, distene, etc.; 1U – Mineral composition of the light fraction (0,1-0,05 mm): 35 – hydroslude; 36 – montmorillonite and disordered montmorillonite-hydroslude mixed-layer formations; 37 – kaolinite; 38 – chlorite and vermiculite; Y is the ratio of $J(10 \text{ \AA}) : J(5 \text{ \AA})$.

Отложения *укугутской свиты* широко развиты в МБАР. Их полные разрезы установлены в верхнем течении р. М. Ботубии и тяготеют к приосевой, наиболее опущенной части АВНМП (рис. 7), где они залегают с размывом на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя или кластических отложениях иреляхской свиты, иногда на породах траптовой формации, и представляют собой толщу аллювиальных осадков, разделяющуюся на три пачки. Нижняя (30-35 м, иногда до 50-70 м) сложена галечниками и разнозернистыми (чаще крупно- и среднезернистыми) песками серой, тёмно-серой и желтовато-серой окраски с редкими и маломощными (до 1 м) прослоями алевритов и песчаных глин. Средняя пачка (25-35 м, участками до 55 м) представлена разнозернистыми, преимущественно среднезернистыми косослоистыми сероцветными песками с примесью гравийно-галечного материала и маломощными линзами галечников, тяготеющих к низам разреза. Встречаются прослои буровато-серых алевритов, глин и линзочек угля (2-4 см).

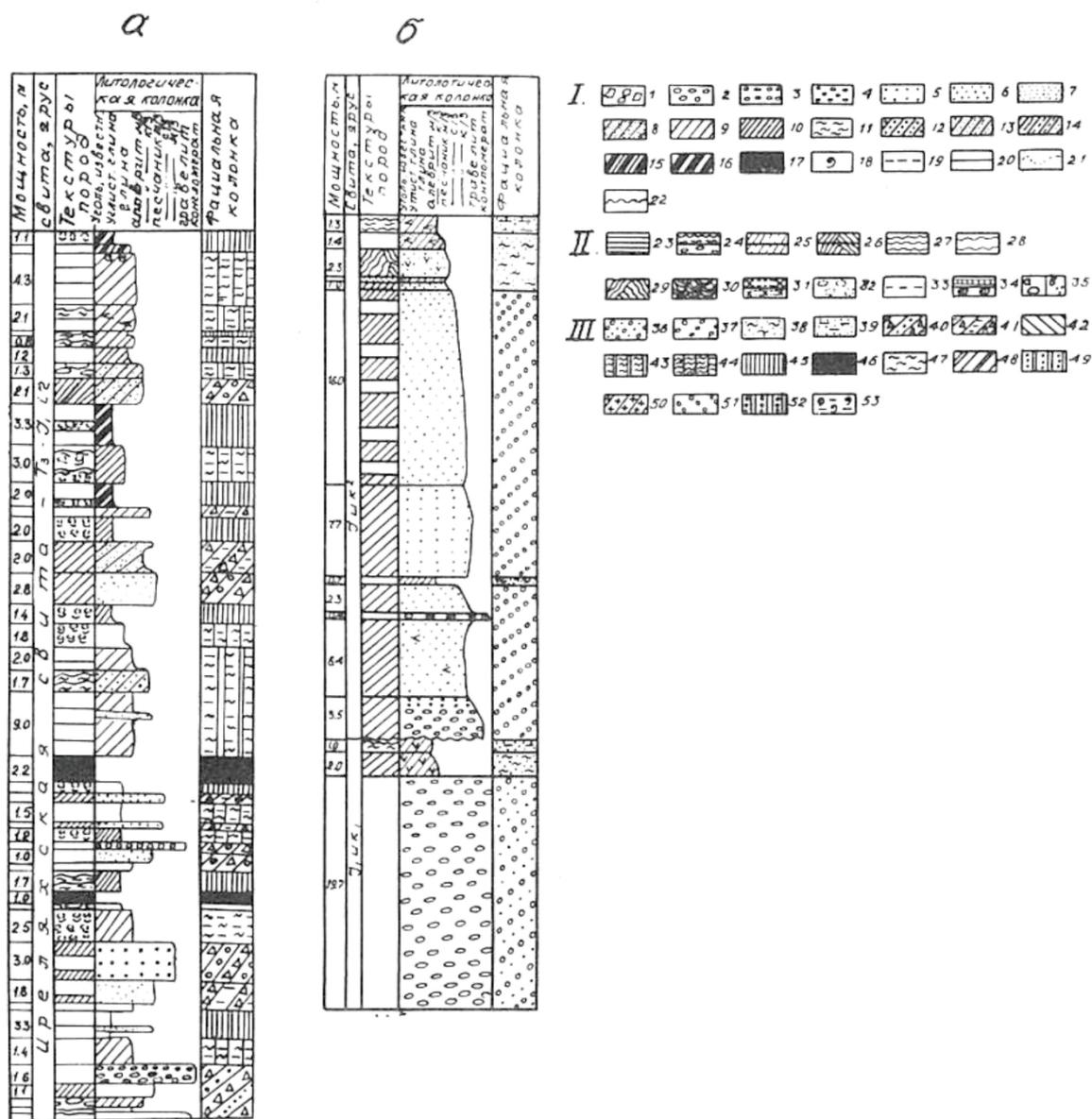


Рис. 7. Литолого-фашиальные характеристики отложений иреляхской (а) и нижней-средней пачек укугутской (б) свит МБАР

Условные обозначения: 1 – Литологические типы пород и другие признаки: 1 – брекчия разнощебенчатая; 2 – конгломерат крупногалечный крупногалечный; 3 – конгломерат средне- и мелкогалечный; 4 – гравелит; 5 – песчаник крупнозернистый; 6 – песчаник среднезернистый; 7 – песчаник мелкозернистый; 8 – алевролит крупнозернистый; 9 – алевролит мелкозернистый; 10 – плотная глина; 11 – глина; 12 – чередование песчаников средне- и мелкозернистых с алевролитами; 13 – чередование мелкозернистых песчаников с алевролитами; 14 – чередование мелкозернистых песчаников с алевролитами и глинами; 15 – углистый алевролит; 16 – углистая глина; 17 – уголь; 18 – места находок фауны; 19 – постепенная смена контактов; 20 – отчетливый контакт; 21 – резкий контакт; 22 – резкий контакт с размывом; П – Типы слоистости: 23 – горизонтальная; 24 – неровно (волнисто)-горизонтальная или линзовидно-горизонтальная; 25 – косая однонаправленная или криволинейная; 26 – косая перекрестная: прямолинейная или криволинейная; 27 – правильно-волнистая; 28 – линзовидно-волнистая; 29 – линзовидно-волнисто-перекрестная; 30 – мульдообразно-перекрестная; 31 – конкреционная или конкреционное сложение; 32 – комковатость породы; 33 – породы неслоистые или слоистость их неясная; 34 – прослой или линзы сидерита; 35 – включения: гальки или гравия; Ш – Фации осадков: 36 – русла горноравных рек; 37 – русла крупных равнинных рек; 38 – прирусловой части поймы; 39 – зарастающих стариц и вторичных водоемов поймы; 40 – делювиально-пролювиальные отложения; 41 – периферической части конусов выноса; 42 – заболоченной прибрежно-морской равнины; 43 – проточных участков зарастающих озёрных водоёмов; 44 – зарастающих озерных водоёмов; 45 – заболоченных озер и заиляющихся участков торфяных болот; 46 – отложения болот; 47 – прибрежной части заливов и лагун морского бассейна; 48 – центральных частей заливов и лагун морского бассейна; 49 – малоподвижного мелководья морского бассейна; 50 – подвижного мелководья морского бассейна; 51 – сильно подвижного мелководья морского бассейна (отложения центральной части подводной дельты); 52 – сильно подвижного мелководья морского бассейна (отложения аккумулятивных форм – баров, подводных валов, кос и пересыпей); 53 – удаленных от побережья частей морского бассейна.

Fig. 7. Lithological and facies characteristics of the deposits of the Irelyakh (a) and lower-middle packs of the Ukugut (b) MBDBA formation

Symbols: 1 – Lithological types of rocks and other signs: 1 – mixed-stone breccia; 2 – coarse-grained conglomerate; 3 – medium- and small-grained conglomerate; 4 – gravelite; 5 – coarse-grained sandstone; 6 – medium-grained sandstone; 7 – fine-grained sandstone; 8 – coarse-grained siltstone; 9 – fine-grained siltstone; 10 – dense clay; 11 – clay; 12 – alternation of medium- and fine-grained sandstones with siltstones; 13 – alternation of fine-grained sandstones with siltstones; 14 – alternation of fine-grained sandstones with siltstones and clays; 15 – carbonaceous siltstone; 16 – carbonaceous clay; 17 – coal; 18 – places of fauna finds; 19 – gradual change of contacts; 20 – distinct contact; 21 – sharp contact; 22 – sharp contact with erosion; N – Types of layering: 23 – horizontal; 24 – uneven (wavy)-horizontal or lenticular-horizontal; 25 – oblique unidirectional or curved; 26 – oblique cross: rectilinear or curved; 27 – correctly wavy; 28 – lenticular-wavy; 29 – lenticular-wavy-cross; 30 – muldoobrazno-cross; 31 – concretion or concretion addition; 32 – lumpiness of the rock; 33 – non-layered rocks or their layering is unclear; 34 – interlayers or lenses of siderite; 35 – inclusions: pebbles or gravel; Sh – Facies of sediments: 36 – beds of mountain-level rivers; 37 – beds of large plain rivers; 38 – the riverbed part of the floodplain; 39 – overgrown old trees and secondary reservoirs floodplains; 40 – deluvial-proluvial deposits; 41 – peripheral part of the removal cones; 42 – swampy coastal-marine plain; 43 – flowing areas of overgrown lake reservoirs; 44 – overgrown lake reservoirs; 45 – swampy lakes and silted areas of peat bogs; 46 – deposits of swamps; 47 – coastal part of bays and lagoons of the marine basin; 48 – central parts of bays and lagoons of the marine basin; 49 – sedentary shallow water of the marine basin; 50 – mobile shallow water of the marine basin; 51 – highly mobile shallow water of the marine basin (deposits of the central part of the underwater delta); 52 – highly mobile shallow water of the marine basin of the basin (deposits of accumulative form bars, underwater shafts, scythes and embankments); 53 – parts of the marine basin remote from the coast.

Верхняя пачка (20-30 м) сохранилась от размыва в центральных частях конседиментационных депрессий и сложена сероцветными тонкослоистыми алевролитами, глинами, мелко- и тонкозернистыми песками. Возраст укугутской свиты определяется по результатам многочисленных палинологических анализов, а также на основании того, что залегает она на флористически охарактеризованных отложениях иреляхской свиты рэт-геттанга и перекрывается прибрежно-морскими образованиями, содержащими фауну и микрофауну плинсбаха, как ранний лейас-

начало среднего лейаса. *Плинсбахские отложения* в МБАР представлены карикскими и домерскими подъярусами и сложены преимущественно континентальными отложениями. В основании отложений карикского подъяруса (30-50 м) наблюдается базальный слой, сложенный галечниками, конгломератами и грубозернистыми песками. Выше залегают серые и зеленовато-серые пески с прослоями глин и алевролитов, а также линзами плотных известковистых песчаников. Верхняя часть разреза сложена алевролитами и глинами с прослоями углей. Состав отложений этого подъяруса относительно выдержан по площади. В мезозойских депрессиях преобладают алевролиты и глины. В юго-восточной половине района карикские образования с размывом залегают на отложениях верхней пачки укугутской свиты, а в северо-западной – на туфогенной толще нижнего триаса, породах палеозоя и трапхах. В основании домерского подъяруса (до 50 м) также повсеместно наблюдается базальный слой галечников, конгломератов и грубозернистых песков, достигающих иногда значительной мощности (до 5 м), хотя в депрессиях он выражен слабо. Выше залегает пачка хорошо отсортированных песчаников, часто с галькой и растительным детритом. Верхняя часть разреза обычно сложена тонкозернистыми песками, алевролитами и глинами. В депрессиях отложения становятся заметно более зернистыми и сменяются глинистыми алевролитами. У возвышенных останцов долеритов с обрывистыми склонами характерно наличие мощной (до 13 м) толщи валунов и гальки, состоящих из тех же долеритов. Вдоль древней береговой линии отмечается толща хорошо отсортированных пляжевых песков. С удалением от этой линии в составе псефитовых обломков базального горизонта домерского подъяруса резко уменьшается содержание местных пород и преобладает экзотическая галька. *Тоарские отложения* представлены тёмно-серыми или тёмно-бурыми глинистыми алевролитами и глинами, часто известковистыми, иногда алевролитистыми с линзами и прослоями глинистых известняков, содержащими обильную фауну (пелециподы, белемниты и др.) и микрофауну (различные виды фораминифер и остракод). По литологическим особенностям эти отложения разделяются на две пачки: нижнюю (до 45 м) – алевролитисто-глинистую (участками с маломощными прослоями тонкозернистых алевролитистых песков в низах разреза) и верхнюю (до 20 м) – песчано-алевролитовую, выделяемую по появлению в разрезе крупнозернистых алевролитов, местами слабо песчанистых. В кровле верхней пачки иногда отмечаются прослой сероцветных известковистых песков и песчаников. Между породами и пачками наблюдаются постепенные переходы. Верхняя пачка представлена осадками регрессирующего моря.

В МБАР и ДААР СП благоприятные условия для формирования мощных КВ существовали в позднедевонское-раннекаменноугольное и средне-позднетриасовое время. В пределах ЯАП *древние коры выветривания* развиты на различных породах: терригенно-карбонатных нижнего палеозоя, долеритах, туфах и туфобрекчиях трубчатых тел, туфогенных образованиях корвунчанской свиты и кимберлитах. В структурном плане древние КВ приурочены преимущественно к конседиментационным палеоподнятиям, в пределах которых в период формирования перекрывающих их отложений развивались обстановки денудационных и денудационно- аккумулятивных равнин. В конседиментационных палеовпадинах, служивших местами аккумуляции переотложенного материала КВ, наоборот, были неблагоприятные условия для интенсивного корообразования. Возможно, здесь протекали только начальные стадии дезинтеграции пород субстрата. Так, в позднедевонское- раннекаменноугольное время в МБАР относительно наиболее полные и мощные (до 15 м) площадные остаточные КВ на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя развивались на Улу-Тогинском, Мирнинском, Джункунском и Чернышевском палеоподнятиям, обрамлявших Кюеляхскую, Улахан-Ботуобинскую и Ахтарандинскую впадины. При этом в отдельных разрезах устанавливаются верхние горизонты КВ, свидетельствующие о формировании в них полных профилей. Подобные палеогеоморфологические особенности развития и распределения характерны и для средне- позднетриасовых КВ (рис. 3). Судя по построенным картам, в пределах МБАР в мезозойское время структуры формировались в двух различных структурно-формационных зонах, резко отличающихся условиями развития

и сохранения доюрских КВ. Одна из них охватывает всю северо-западную половину территории района и в структурном отношении совпадает с северо-западным бортом АВНМП, являющегося на протяжении длительного времени (норий-ранний лейас) денудационной, и только в плинсбахе – денудационно- аккумулятивной поверхностью. Здесь ко времени корообразования были развиты верхнепалеозойские вулканогенно-терригенные отложения, а также породы трапповой формации (долериты и туфы) нижнего триаса. Только в полосе шириной примерно 25-30 км вдоль бровки северо-западного борта того же прогиба в то время обнажались терригенно- карбонатные породы нижнего палеозоя. Здесь в средне-позднетриасовое время, судя по сохранившимся разрезам полного профиля латеритоподобной КВ, существовали благоприятные условия для интенсивного корообразования. Такие профили изучены нами на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя мощностью до 15 м (правобережье нижнего течения р. Малая Ботубобия), на траппах нижнего триаса мощностью до 43,5 м (Хатат-Улегирское междуречье), на кимберлитах мощностью до 15 м (трубка имени XXIII съезда КПСС). Вторая – юго-восточная зона района, совпадающая с центральной частью АВМП, была неблагоприятной для интенсивного корообразования. Здесь в среднем и позднем триасе обнажались терригенно-карбонатные породы нижнего палеозоя. В процессе корообразования разрушенный материал пород субстрата сносился в пониженные участки центральной части прогиба. Синхронность этих процессов подчёркивается отсутствием КВ под глинистыми осадками иреляхской свиты мощностью до 60 м, сохранившимися от размыва в мелких депрессиях. Возможно, на небольших поднятиях в прогибе КВ могла достигать значительной мощности.

Проведёнными нашими более ранними исследованиями показано, что существуют существенные различия в составе продуктов выветривания на различных типах пород в анализируемом регионе. Установлена их различная концентрация в перекрывающие КВ верхнепалеозойских и мезозойских отложениях. Так, в базальных горизонтах *лапчанской свиты* отмечено самое высокое (по сравнению с другими толщами верхнего палеозоя) содержание галек кислых эффузивов, известняков, известковистых песчаников, доломитов, мергелей, что указывает на преобладающую роль при их формировании местного материала. Лапчанская свита отличается несколько обеднённым комплексом терригенных минералов и самыми большими концентрациями аутигенных образований. В глинистых фракциях обычно доминирует обломочный каолинит и диоктаэдрическая гидрослюда $2M_1$. Количество и состав грубообломочного материала, минеральные парагенезисы лёгкой, тяжёлой и глинистой фракций позволяют утверждать о преобладающем влиянии в период формирования лапчанской свиты продуктов перетложения КВ терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя и о значительно меньшем влиянии выветрелых пород основного и ультраосновного состава. В отличие от этого, в грубообломочном комплексе *ботубобинской свиты* отмечено повышенное (до 60 % и больше) количество галек кварцитов. Как и для лапчанской свиты, в базальных горизонтах ботубобинской свиты не обнаружено чётких закономерностей в распределении основных групп минералов легкой, тяжёлой и глинистой фракций, что указывает на неравномерное перетложения материала из древних КВ. В низах разрезов ботубобинской свиты увеличивается концентрация обломочного монтмориллонита, неупорядоченных монтмориллонит-гидрослюдистых (МГСО) и вермикулит-монтмориллонитовых (ВМСО) смешанослойных образований, что свидетельствует об увеличении здесь доли продуктов выветривания основных и ультраосновных пород и о резком уменьшении таковой терригенно-карбонатных пород. В грубообломочных породах *боруллоиской свиты* несколько возрастает количество обломков кварца. Основное отличие этой свиты от нижележащих пермо- каменноугольных толщ сводится к широкому присутствию в лёгкой и тяжёлой фракциях биотита, мусковита и лепидомелана. В пелитовой части преобладают монтмориллонит и неупорядоченные МГСО, а в проницаемых породах (песчаниках и алевролитах) пойменных и озёрно-болотных фаций – каолинит. Анализ минерального состава боруллоиской свиты позволяет говорить о большом влиянии в период её формирования продуктов выветривания

основных пород среднепалеозойского возраста и о подчинённой роли терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя, которые к тому времени в значительной степени были перекрыты отложениями лапчанской и ботубинской свит.

Особенности концентрации продуктов переотложения различных типов КВ в мезозойских отложениях во многом определяются тектонической позицией изучаемых разрезов в пределах, отмеченных выше двух структурно-формационных зон (рис.3). В условиях юго-восточной зоны в условиях низменной аллювиальной равнины (для иреляхской и укугутской свит) накапливались отложения, обогащённые преимущественно чуждым для района полиминеральным материалом. Во второй (северо-западной) зоне, совпадающей с северо-западным бортом АВНМП и расположенной в пределах траппового плато, существовали условия денудационной и денудационно-аккумулятивной равнины, благоприятные для накопления осадков, в которых доминирует местный материал. В это время вдоль бровки северо-западного борта прогиба в пределах МБАР на поверхность выходили источники кимберлитового материала. Анализ минерального состава лёгкой и тяжёлой фракций и их распределение по площади показывает, что в *иреляхской свите* в целом развит сходный с верхнепалеозойскими породами комплекс породообразующих и акцессорных минералов. Сходство морфологического облика минералов и результаты литолого-палеогеографических реконструкций позволяют сделать вывод, что основными источниками поступления этих минералов в бассейны седиментации иреляхского времени являлись широко развитые в районе и на смежных площадях породы нижнего и верхнего палеозоя. Чётко фиксируются здесь продукты переотложения КВ терригенно-карбонатных пород, трапповой формации и кимберлитов, максимальная концентрация которых отмечена в базальных горизонтах и нижних частях иреляхской свиты северо-западного борта АВНМП. Продукты выветривания терригенно-карбонатных пород в образованиях иреляхской свиты этой территории уверенно идентифицируются по постоянному присутствию каолинита и диоктаэдрической гидрослюда $2M_1$. Максимальная их концентрация (до 95 % пелитовой составляющей) отмечена в отложениях свиты в поле развития этой КВ. Иреляхские отложения вдоль бровки северо-западного борта АВНМП характеризуются неравномерной концентрацией материала, поступающего из КВ кимберлитовых пород. При этом отмечается и различная дальность его переноса. Это, кроме различного морфологического облика ИМК, подтверждается и установленным нами присутствием некоторых вторичных минералов, характерных для кимберлитов: Fe-Mg-хлорита, вермикулита и серпентина политипной модификации А. О незначительном переносе этих минералов свидетельствуют их структурно-морфологические особенности и приуроченность к иреляхским алмазонасытым россыпям МБАР, сформированным вблизи от коренных месторождений. В отличие от этого, отложения *укугутской свиты* характеризуются незначительной концентрацией продуктов переотложения древних КВ. Нижние горизонты укугутской свиты сложены довольно мощной толщей конгломератов. Галечный материал в них представлен весьма разнообразными изверженными, метаморфическими и осадочными породами. Подавляющее большинство (до 80-90 %) этих образований являются чуждыми для района. В депрессиях траппового плато (северо-западный борт прогиба) отложения укугутской свиты более обогащены продуктами переотложения древних КВ, чем в центральной части прогиба, но значительно меньше, чем иреляхские породы. Данные комплексного изучения вещественного состава укугутских отложений показывают, что в целом они слабо обогащены продуктами КВ. Только в локальных депрессиях северо-западного борта прогиба, в случае непосредственного залегания их на КВ терригенно-карбонатных пород или траппов, в нижних горизонтах увеличивается концентрация аллотигенных глинистых минералов, связанных с выветриванием указанных пород. Для отложений *плинсбахского и тоарского ярусов* в целом не свойственна высокая концентрация продуктов выветривания других пород, что подтверждается особенностями вещественного состава этих толщ. В частности, это подчёркивается незначительной примесью в них аллотигенных глинистых минералов. В период формирования этих

отложений небольшую роль играли только древние коры выветривания основных пород. На это указывает присутствие в пелитовой составляющей аллотигенного монтмориллонита и неупорядоченных смешанослойных образований, характерных для этих КВ.

Проведёнными исследованиями показано, что формирование отдельных зон в разрезах КВ *безслюдистых изверженных пород* как кислого, так и основного состава имеет в целом общие черты [11, 18-22]. В профиле выветривания обоих типов пород средняя зона характеризуется в основном развитием в виде промежуточной фазы монтмориллонита, а верхняя – весьма устойчивого в зоне гипергенеза каолинита. Отличия заключаются главным образом в кристаллохимической природе монтмориллонита, возникающего в рассматриваемых породах не только по плагиоклазам различной основности, но и по роговой обманке. Это определяет меньшую скорость преобразования, синтезирующегося в элювии основных пород близкого к триоктаэдрической разновидности разбухающего минерала в каолинит. В отличие от рассмотренных выше безслюдистых пород кислого состава, слюдистые образования, как, например, терригенно-карбонатные отложения Якутской алмазоносной провинции (ЯАП), содержат в нижней зоне профиля выветривания диоктаэдрическую гидрослюду ($b = 0,900$ нм) в виде смеси политипных модификаций $1M$ и $2M_1$ ($1M > 2M_1$), триоктаэдрический хлорит ($b = 0,922$ нм) и серпентин ($b = 0,935$ нм). Эти отложения характеризуются развитием на них доверхнепалеозойской и донижнеюрской КВ. Наибольшее преобразования исходные породы претерпели в КВ средне-позднетриасового возраста. В средней зоне КВ рассматриваемых пород хлорит и серпентин полностью исчезают. Подвергается существенной деградации также гидрослюда $1M$ (как менее устойчивая по сравнению с $2M_1$), причём трансформационные процессы в структуре гидрослюды $1M$ обуславливают значительное увеличение количества разбухающих слоёв, в то время как гидрослюда $2M_1$ остаётся относительно стабильной. В результате этого возникает МГСО в начале с содержанием менее 40 % разбухающих пакетов, но в верхней зоне количество последних увеличивается и становится больше 40 %. Вследствие весьма низкого совершенства структуры этой фазы она в кислой среде, свойственной верхней зоне КВ, быстро подвергается деструкции, и из образующихся продуктов возникает полубеспорядочный в структурном отношении каолинит. В результате указанных трансформаций содержание гидрослюды $1M$ к верхам профиля выветривания резко снижается, поэтому здесь наблюдается преобладание политипа $2M_1$ ($2M_1 > 1M$).

Слюдистые породы основного типа, в частности, амфибол-флогопит-плагиоклазовые гнейсы СП [13, 23-29], содержат около 50 % основного плагиоклаза, 30 % флогопита, 20 % амфибола. В нижней зоне коры выветривания они характеризуются наличием, кроме того, примеси триоктаэдрического хлорита ($b = 0,920$ нм), а также три- (или $Mg-Fe^{2+}$ -) и диоктаэдрической (или $Al-Fe^{3+}$ -) разновидностей монтмориллонит (b соответственно 0,920 и 0,891 нм), связанных в последнем случае с начальной стадией трансформации флогопита в свойственной этой зоне восстановительной обстановке и в небольшом объёме с деструкцией плагиоклаза. В слабо выветрелых частях общей верхней зоны в связи с развитием вверх по профилю выветривания всё более окислительной обстановки флогопит трансформируется в вермикулит ($b = 0,916$ нм). Плагиоклаз и амфибол в этих условиях подвергаются интенсивному растворению, причём из продуктов разложения первого, как и в нижней зоне, возникает ди- ($b = 0,996$ нм), а второго – ди-триоктаэдрический, или $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонит ($b = 0,906$ нм). Одновременно в результате деструкции диоктаэдрического монтмориллонита и полностью диоктаэдризированной части триоктаэдрической разновидности этого минерала возникает каолинит, характеризующийся относительно упорядоченной структурой и весьма высокой дисперсностью частиц. Кроме того, благодаря частичной деградации вермикулита образуется ассоциирующий с ним ди-триоктаэдрический монтмориллонит.

Изученные нами [9-13] разности *ультраосновных пород* (такowymi являются кимберлиты) представлены агрегатами серпентина из слоёв типа *A* и *B* ($b = 0,929$ нм) и кальцита с рассеян-

ными выделениями магнетита, а также разнообразными псевдоморфозами по оливину и переменным количеством вкрапленников флогопита. В нижней зоне КВ таких пород содержится, кроме того, примесь хлорита ($b=0,920$ нм), сепиолита, ди-триоктаэдрического Mg-Fe³⁺-монтмориллонита ($b=0,905$ нм) и гидрослюды ($b=0,900$ нм) 1M, ассоциирующей с монтмориллонит-гидрослюдистыми смешанослойными образованиями, относящимися в последних двух случаях к продуктам частичной диоктаэдризации флогопита. В средней зоне отмечается последовательное увеличение количества гидрослюды, а серпентин представлен только слоями А. Одновременно с этим резко увеличивается содержание как Mg-Fe-хлорита, так и близкого к собственно Mg-разновидности, а также Mg-Fe³⁺-монтмориллонита, причём разбухающий минерал, судя по свойственным ему сравнительно узким рефлексам на рентгенограммах, характеризуется относительным совершенством структуры. Смешанослойная фаза в этих двух частях разреза характеризуется тенденцией к упорядоченному чередованию преобладающих – неразбухающих пакетов с подчинёнными – разбухающими. В самых верхних частях профилей выветривания кимберлитов в связи с развитием в них окислительной обстановки хлорит не всегда генерируется, а может чаще всего образовываться вермикулит и рассмотренные выше продукты его дальнейшей трансформации. Одновременно с этим в результате продолжающегося процесса диоктаэдризации монтмориллонита происходит некоторое ухудшение степени совершенства его структуры. Сопровождающая эти преобразования в низах верхней зоны частичная деструкция монтмориллонита обуславливает относительное увеличение содержания в ней гидрослюды. В свою очередь, в структуре смешанослойной фазы содержание неразбухающих пакетов уменьшается, в результате чего последние в этом случае неупорядоченно чередуются с преобладающими – разбухающими. В самих верхах разрезов из продуктов деструкции наиболее разупорядоченной части диоктаэдрического монтмориллонита и смешанослойной фазы синтезируется небольшая примесь каолинита.

Изученные профили КВ слюдяных пород от кислого до ультраосновного состава также характеризуются сходным строением. Особенностью изменения пород уже в нижней зоне является возникновение за счёт первичных – гипогенных минералов (главным образом, триоктаэдрических слюд) гипергенного хлорита. В средней зоне наибольшее развитие имеют разбухающие минералы. Однако, по сравнению с бесслюдяными породами, они представлены наряду с монтмориллонитом смешанослойной фазой. При этом оба указанных минерала в основных и ультраосновных породах относятся не только к собственно диоктаэдрическому типу, но и близкому к триоктаэдрическому с прогрессирующей диоктаэдризацией вверх по разрезам профилей выветривания. Это является необходимым условием для возникновения в дальнейшем из продуктов деструкции разбухающих минералов наиболее устойчивого в гипергенных условиях слоистого минерала – каолинита. Для продуктов выветривания слюдяных разностей основных пород, как и их бесслюдяных аналогов, характерно к тому же, в отличие от кислых пород, более высокое содержание разбухающих минералов. Благодаря этому и вследствие существенной триоктаэдричности значительной части этих минералов в профилях КВ основных пород, они сохраняются более длительное время, включая верхнюю зону. В этих частях профилей выветривания кислых пород (к таковым можно отнести и терригенно-карбонатные образования) в результате более быстрого разложения наименее совершенной в структурном отношении слюдяной фазы политипной модификации 1M и соответственно производной от неё МГСО элювий обогащается устойчивым политипом 2M₁.

Заключение

Подводя итоги проведенным исследованиям, следует еще раз подчеркнуть важность стратиграфических исследований на всех стадиях проводимых геолого-поисковых работ на алмазы. Очень важно выделять в разрезах осадочных толщ горизонты, обогащенные материалом местных источников сноса, главными среди которых являются коры выветривания различных пород (в том числе кимберлитов). Стратиграфические и литолого-палеогеографические исследова-

дования в алмазоносных регионах также определяют задачу определения концентрации в различных типах пород материала древних КВ. При этом следует учитывать, что формирование отдельных зон в профилях выветривания различных типов бесслюдистых и слюдистых пород (от кислых до ультраосновных включительно) определяется не только их минералогией и гидрогеохимией среды на разных уровнях выветривания, но и структурными особенностями породообразующих минералов и механизмом их преобразования в зоне гипергенеза. Главнейшим процессом изменения бесслюдистых пород является растворение исходных минералов и, в зависимости от скорости выноса подвижных элементов из системы минералообразования и соответствующих изменений кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных параметров, последовательно развивающийся синтез определённых новообразований или их ассоциаций. В КВ бесслюдистых основных пород, которые содержат, главным образом, основные плагиоклазы, пироксены и амфиболы, на ранних этапах гипергенного процесса вследствие растворения вначале наименее устойчивых из указанных минералов – основных плагиоклазов образуется ассоциация из относительно более упорядоченного, чем в кислых породах, диоктаэдрического монтмориллонита и CaCO_3 . Универсальный характер развития этой ассоциации подчёркивается присутствием её в нижних зонах элювия, сформировавшегося также на долеритах ЯАП. Одновременно с этим за счёт продуктов разложения несколько устойчивых в процессе гипергенного преобразования пород пироксенов и амфиболов возникает близкий к триоктаэдрической разновидности монтмориллонит. В отличие от диоктаэдрического, эта разновидность монтмориллонита, как и большинство слоистых силикатов триоктаэдрического типа (особенно гипогенных) характеризуется изначально более совершенной структурой. В результате прогрессирующего выноса в процессе выветривания из структуры этого монтмориллонита Mg и полного окисления Fe^{2+} происходит последовательная диоктаэдризация его структуры и гомогенизация с диоктаэдрическим аналогом рассматриваемого минерала, связанная с деструкцией основного плагиоклаза. Учитывая общую направленность кристаллохимических преобразований минералов в зоне гипергенеза, указанный процесс имеет в этом случае необратимый процесс. Следует при этом отметить, что каолинит к верхам разреза характеризуется повышением степени совершенства структуры. В отличие от этого, в слюдистых разновидностях пород как кислого, так и основного состава, наряду с растворением рассмотренных выше минералов, важное значение приобретают процессы преобразования различных разновидностей слюд. Благодаря слоистой структуре минералы слюдистого типа в процессе выветривания подвергаются деградиционной трансформации, причём в зависимости от ди- или триоктаэдричности этих минералов и свойственных им политипных модификаций указанные изменения обладают определёнными особенностями. Одной из них является присутствие преимущественно в нижних и средних частях профилей выветривания, кроме возникающего в ряде случаев (при соответствующем типе исходных пород) собственно монтмориллонита, гаммы различных смешанослойных образований. Так, в профилях выветривания кислых пород (в том числе и терригенно-карбонатных пород, развитых на СП), содержащих смесь диоктаэдрических слюдистых минералов политипных модификаций $1M$ и $2M_1$, особенно в случаях преобладания в исходных породах слабо устойчивого политипа $1M$, наиболее важное значение для образования элювиальных продуктов приобретает различная стабильность отдельных модификаций этих минералов. Уже на ранних этапах выветривания вследствие неоднородного замещения Si на Al в тетраэдрах кристаллической решётки слюды, из части наименее заряжённых межслоевых промежутков структуры $1M$ происходит интенсивный вынос K, что обуславливает развитие смешанослойной фазы. В верхних частях профилей выветривания этого типа за счёт уменьшения смешанослойной фазы $1M$ (в связи с превращением её в каолинит), увеличивается роль более устойчивого политипа $2M_1$. В КВ слюдистых пород основного типа, которые содержат наряду с основными плагиоклазами, пироксенами и амфиболами также тетраэдрические слюды (в основном биотита и флогопита, т.е. минералов, характеризующихся преимущественно политипной модифи-

кации 1M), на ранних этапах элювиального процесса происходит развитие не только различных смешанослойных фаз, но и ряда промежуточных индивидуальных минералов триоктаэдрического типа. При этом, на наиболее ранних стадиях преобразования исходных пород в щёлочной среде и резко восстановительной обстановке флогопит частично трансформируется в хлорит, а на более поздних этапах в близкой к указанной выше среде, но в окислительной обстановке – в вермикулит. Хлорит к верхам разрезов быстро разлагается. За счёт изменения хлорита сначала образуется вермикулит, а за счёт последнего и каолинит. В профилях выветривания ультраосновных пород (в частности кимберлитов) однотипные минералы, встречающиеся как в основных, так и ультраосновных разностях пород характеризуются близким механизмом преобразования. Особенностью гипергенного процесса в этих породах на раннем его этапе благодаря длительному сохранению высокощёлочной среды являются в основном лишь перекристаллизация относительно высокотемпературной политипной модификации серпентина типа В в наиболее низкотемпературную – А. За счёт изменения флогопита образуется гидрослюда, наследующая свойственный первому политип 1M, которая более устойчивая, чем однотипное монтмориллонит-гидрослюдистое смешанослойное образование. Сравнительный анализ рассмотренных выше КВ показывает, что наряду с минералогическими особенностями исходных пород и гидродинамическими условиями среды важное значение в формировании элювиальных продуктов имеют три следующих фактора. Первый – это степень структурной упорядоченности первичных минералов. Второй связан с унаследованностью этих свойств вновь возникающими фазами. И третий включает универсальность процесса преобразования гипогенных и образования гипергенных минералов в профилях выветривания, развитых на различных типах пород. При этом успешное использование этих положений для объективного выявления закономерностей зонального строения КВ может основываться только на комплексном оптико-электронно-микроскопическом и структурно-кристаллохимическом их изучении. Указанная методология позволяет дифференцировать на структурном уровне одни и те же видовые разновидности первичных минералов, а также дифференцировать вторичные слоистые силикаты, различающиеся в последнем случае либо характерном заселении октаэдрических позиций в их структуре, т.е. ди- или триоктаэдрическим мотивом кристаллической решётки, либо способом взаимного наложения отдельных силикатных слоёв в структуре этих минералов или их политипией. В свою очередь, установленные типоморфные особенности слюдястых образований в КВ кимберлитов и широко развитом на СП элювие терригенно-карбонатных пород можно успешно использовать при прогнозно-поисковых работах на алмазы, в частности при палеогеографических реконструкциях верхнепалеозойских и мезозойских толщ и определении в них источников сноса в бассейны седиментации материала местных пород. Особенности литологии осадочных толщ и КВ МБАР можно перенести и на другие алмазоносные районы СП и ВЕП, где они изучены с меньшей детальностью.

Литература

1. Зинчук, Н.Н. Состав и генезис глинистых минералов в верхнепалеозойских осадочных толщах восточного борта Тунгусской синеклизы / Н.Н. Зинчук. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1981. – № 8. – С. 22-29.
2. Зинчук, Н.Н., Стратегия ведения и результаты алмазопоисковых работ / В.М. Зуев, В.И. Коптиль, С.Д. Чёрный. – Текст: непосредственный // Горный вестник. 1997. – № 3. – С. 53-57.
3. Зинчук, Н.Н. Апокимберлитовые породы / Н.Н. Зинчук, Ю.М. Мельник, В.П. Серенко. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1987. – № 10. С. 66-72.
4. Котельников, Д.Д. Типоморфные особенности и палеогеографическое значение слюдястых минера-

лов / Д.Д. Котельников, Н.Н. Зинчук. – Текст: непосредственный // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1996. – № 1. – С. 53-61.

5. Котельников, Д.Д. Особенности глинистых минералов в отложениях различных осадочных формаций / Д.Д. Котельников, Н.Н. Зинчук. – Текст: непосредственный // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1997. – № 2. – С. 53-63.

6. Тектонофизические исследования при алмазопоисковых работах : методическое пособие / А.С. Гладков, С.А. Борняков, А.В. Манаков, В.А. Матросов. – Москва: Научный мир, 2008. – 175 с. – Текст: непосредственный.

7. Дукардт, Ю.А. Авлакогенез и кимберлитовый магматизм : монография / Ю.А. Дукардт, Е.И. Борис. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 161 с. – Текст: непосредственный.

8. Афанасьев, В.П. Минерогения древних россыпей алмазов восточного борта Тунгусской синеклизы / В.П. Афанасьев, Н.Н. Зинчук. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1987. № 1. С. 90-96.

9. Афанасьев, В.П. Полигенез алмазов в связи с проблемой коренных россыпей северо-востока Сибирской платформы / В.П. Афанасьев, Н.Н. Зинчук, В.И. Коптиль. – Текст: непосредственный // Доклады Академии наук. 1998. Т. 361. № 3. С. 366-369.

10. Афанасьев, В.П. Особенности распределения россыпных алмазов, связанных с докембрийскими источниками / В.П. Афанасьев, Н.Н. Зинчук, А.Н. Логвинова. – Текст: непосредственный // Записки Российского минералогического общества, 2009. – Т. 138, № 2. – С. 1-13.

11. Петрохимия кимберлитов: монография / А.Д. Харьков, В.В. Зуенко, Н.Н. Зинчук [и др.]. – Москва: Недра, 1991. – 304 с. – Текст: непосредственный.

12. Хитров, В.Г. Применение кластер-анализа для выяснения закономерностей выветривания пород различного состава / В.Г. Хитров, Н.Н. Зинчук, Д.Д. Котельников. – Текст: непосредственный // Доклады АН СССР, 1987. – Т. 296, № 5. – С. 1228-1233.

13. Егоров, К.Н. Перспективы коренной и россыпной алмазоносности Юго-Западной части Сибирской платформы / К.Н. Егоров, Н.Н. Зинчук, С.Г. Мишенин, В.П. Серов, А.П. Секерин, В.П. Галенко, Е.П. Денисенко, А.С. Барышев, Ю.В. Меньшагин, Д.А. Кошкарев. – Текст: непосредственный // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы Акционерной компании «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения. Дополнительные материалы по итогам региональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы геологической отрасли АК «АЛРОСА» и научно-методическое обеспечение их решений», посвященной 35-летию ЯНИГП ЦНИГРИ АК «АЛРОСА». – Мирный: МГТ, 2003. – С. 50-84.

14. Зольников, Г.В. Гидротермальная стадия серпентинизации кимберлитов трубки Мир / Г.В. Зольников, В.К. Маршинцев. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1965. – № 5. – С. 149-153.

15. Илупин, И.П. Геохимия кимберлитов : монография / И.П. Илупин, Ф.В. Каминский, Е.В. Францессон. – Москва: Недра, 1978. – 352 с. – Текст: непосредственный.

16. Казанский, Ю.П. Выветривание и его роль в осадконакоплении / Ю.П. Казанский. – Москва: Наука, 1969. – 126 с. – Текст: непосредственный.

17. Каминский, Ф.В. Закономерности размещения кимберлитовых (разнофациальных) и родственных им пород на Сибирской платформе / Ф.В. Каминский. – Текст: непосредственный // Доклады АН СССР. 1972. – Т. 204, № 5. – С. 1187-1190.

18. Крючков, А.И. Идентификация кимберлитовых тел, подвергнутых динамическому воздействию траппов (на примере системы тел в районе трубки Юбилейная, Якутия) / А.И. Крючков, А.Д. Харьков, Н.П. Похиленко. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1994. № 3. С. 12-15.

19. Милашев, В.А. Кимберлиты и глубинная геология : монография / В.А. Милашев. – Ленинград: Недра, 1990. – 167 с. – Текст: непосредственный.

20. Никишов, К.Н. Петролого-минералогическая модель кимберлитового процесса : монография / К.Н. Никишов. – Москва: Наука, 1984. – 212 с. – Текст: непосредственный.

21. Котельников, Д.Д. Геологическая интерпретация результатов изучения глинистых минералов в осадочном чехле земной коры / Д.Д. Котельников, Н.Н. Зинчук – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета. Серия : Геология, 2001. – № -12. – С. 45-51.
22. Зинчук, Н.Н. О специфике изучения алмаза при прогнозно-поисковых работах (на примере Сибирской платформы) / Н.Н. Зинчук, Л.Д. Бардухинов – Текст: непосредственный // Руды и металлы, 2021. – № 3. – С. 59-75.
23. Савко, А.Д. Алмазоносность Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, Н.Н. Зинчук, Л.Т. Шевырëв [и др.] // Труды НИИГ Воронежского ун-та, 2003. – Т. 17. – 121 с – Текст: непосредственный
24. Зинчук, Н.Н. Сравнительная характеристика типоморфных особенностей алмазов из терригенных отложений Воронежской антеклизы (Липецкая область) и Украинского щита (Среднее Приднестровье) в связи с проблемой прогнозирования и поисков их коренных источников / Н.Н. Зинчук, А.Д. Савко, В.И. Коптиль, А.И. Чашка, Ю.А. Полканов, Е.Ю. Палкина, А.Я. Хренов, Л.Т. Шевырëв. – Текст: непосредственный // Вестник ВГУ. Серия : Геология. – Воронеж: ВГУ, 2004. – № 2. – С. 99-110.
25. Afanas'ev, V.P. Diamond prospects in the Southwestern plankt of the Tungusk Sineklise / V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk, V.L. Griffin, L.M. Natapov, G.A. Matuchyan. – Text : unmediated // Geology of ore Deposits, 2005. – Т. 47, № 1. – P. 45-62.
26. Vasilenko, V.B. Diamond potential estimation based on Kimberlite major element chemistry / V.B. Vasilenko, L.G. Kuznetsova, N.I. Volkova, N.N. Zinchuk, V.O. Krasavchikov. – Text : unmediated // Journal of Geochemical Exploration, 2002. – Т. 76, № 2. – P. 93-112.
27. Vasilenko, V.B. On the Correlation between the Compositions of mantle Inclusions and Petrochemical Varieties of kimberlites in Yakutian Diatremes / V.B. Vasilenko, L.G. Kuznetsova, N.N. Zinchuk. – Text : unmediated // Petrology, 2001. – Т. 9, № 6. – P. 576-588.
28. Grachanov, S.A. The age of Predictable primary diamond sources in the Northeastern Siberian Platform / S.A. Grachanov, N.N. Zinchuk, N.V. Sobolev. – Text : unmediated // Doklady Earth Sciences, 2015. – N. 465, № 2. – P. 1297-1301.
29. Serov, I.V. Mantle Sources of the kimberlite Volcanism of the Siberian Platform / I.V. Serov, V.K. Garanin, N.N. Zinchuk, A.Ya. Rotman. – Text : unmediated // Petrology, 2001. – Т. 9, № 6. – P. 576-588.

References

1. Zinchuk, N.N. Sostav i genesis glinistyh mineralov v verhnepaleozojskikh osadochnyh tolshhah vostochnogo borta Tungusskoj sineklizy / N.N. Zinchuk. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1981. – № 8. – С. 22-29.
2. Zinchuk, N.N., Strategija vedenija i rezul'taty almazopoiiskovyh rabot / V.M. Zuev, V.I. Koptil', S.D. Chjornyj. – Текст: непосредственный // Горный вестник. 1997. – № 3. – С. 53-57.
3. Zinchuk, N.N. Apokimberlitovye porody / N.N. Zinchuk, Ju.M. Mel'nik, V.P. Serenko. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1987. – № 10. С. 66-72.
4. Kotel'nikov, D.D. Tipomorfnye osobennosti i paleogeograficheskoe znachenie sljudistyh mineralov / D.D. Kotel'nikov, N.N. Zinchuk. – Текст: непосредственный // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1996. – № 1. – С. 53-61.
5. Kotel'nikov, D.D. Osobennosti glinistyh mineralov v otlozhenijah razlichnyh osadochnyh formacij / D.D. Kotel'nikov, N.N. Zinchuk. – Текст: непосредственный // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1997. – № 2. – С. 53-63.
6. Тектонofизические исследования при алмазопoисковых работах : методическое пособие / А.С. Гладков, С.А. Борняков, А.В. Манакoв, В.А. Матросов. – Москва: Научный мир, 2008. – 175 с. – Текст: непосредственный.
7. Dukardt, Ju.A. Avlakogenez i kimberlitovoj magmatizm : monografija / Ju.A. Dukardt, E.I. Boris. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 161 с. – Текст: непосредственный.
8. Afanas'ev, V.P. Mineragenija drevnih rossypej almazov vostochnogo borta Tungusskoj sineklizy /

V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk. – Tekst: neposredstvennyj // Geologija i geofizika : nauchnyj zhurnal / Rossijskaja akademija nauk Sibirskoe otdelenie. – Novosibirsk : SO RAN, 1987. № 1. S. 90-96.

9. Afanas'ev, V.P. Poligenez almazov v svjazi s problemoj korennyh rossypej severo-vostoka Sibirskoj platformy / V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk, V.I. Koptil'. – Tekst: neposredstvennyj // Doklady Akademii nauk. 1998. T. 361. № 3. S. 366-369.

10. Afanas'ev, V.P. Osobennosti raspredelenija rossypnyh almazov, svjazannyh s dokembrijskimi istochnikami / V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk, A.N. Logvinova. – Tekst: neposredstvennyj // Zapiski Rossijskogo mineralogicheskogo obshhestva, 2009. – T. 138, № 2. – S. 1-13.

11. Petrohimija kimberlitov: monografija / A.D. Har'kiv, V.V. Zuenko, N.N. Zinchuk [i dr.]. – Moskva: Nedra, 1991. – 304 s. – Tekst: neposredstvennyj.

12. Hitrov, V.G. Primenenie klaster-analiza dlja vyjasnenija zakonomernostej vyvetrivanija porod razlichnogo sostava / V.G. Hitrov, N.N. Zinchuk, D.D. Kotel'nikov. – Tekst: neposredstvennyj // Doklady AN SSSR, 1987. – T. 296, № 5. – S. 1228-1233.

13. Egorov, K.N. Perspektivy korennoj i rossypnoj almazonosnosti Jugo-Zapadnoj chasti Sibirskoj platformy / K.N. Egorov, N.N. Zinchuk, S.G. Mishenin, V.P. Serov, A.P. Sekerin, V.P. Galenko, E.P. Denisenko, A.S. Baryshev, Ju.V. Men'shagin, D.A. Koshkarev. – Tekst: neposredstvennyj // Geologicheskie aspekty mineral'no-syr'evoj bazy Akcionernoj kompanii «ALROSA»: sovremennoe sostojanie, perspektivy, reshenija. Dopolnitel'nye materialy po itogam regional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktual'nye problemy geologicheskogo otasli AK «ALROSA» i nauchno-metodicheskoe obespechenie ih reshenij», posvjashhennoj 35-letiju JaNIGP CNIGRI AK «ALROSA». – Mirnyj: MGT, 2003. – S. 50-84.

14. Zol'nikov, G.V. Hidrotermal'naja stadija serpentinizacii kimberlitov trubki Mir / G.V. Zol'nikov, V.K. Marshincev. – Tekst: neposredstvennyj // Geologija i geofizika : nauchnyj zhurnal / Rossijskaja akademija nauk Sibirskoe otdelenie. – Novosibirsk : SO RAN, 1965. – № 5. – S. 149-153.

15. Ilupin, I.P. Geohimija kimberlitov : monografija / I.P. Ilupin, F.V. Kaminskij, E.V. Francesson. – Moskva: Nedra, 1978. – 352 s. – Tekst: neposredstvennyj.

16. Kazanskij, Ju.P. Vyvetrivanie i ego rol' v osadkonakoplenii / Ju.P. Kazanskij. – Moskva: Nauka, 1969. – 126 s. – Tekst: neposredstvennyj.

17. Kaminskij, F.V. Zakonomernosti razmeshhenija kimberlitovyh (raznofacial'nyh) i rodstvennyh im porod na Sibirskoj platforme / F.V. Kaminskij. – Tekst: neposredstvennyj // Doklady AN SSSR. 1972. – T. 204, № 5. – S. 1187-1190.

18. Krjuchkov, A.I. Identifikacija kimberlitovyh tel, podvergnutyh dinamicheskomu vozdejstvu trappov (na primere sistemy tel v rajone trubki Jubilejnaja, Jakutija) / A.I. Krjuchkov, A.D. Har'kiv, N.P. Pohilenko. – Tekst: neposredstvennyj // Geologija i geofizika : nauchnyj zhurnal / Rossijskaja akademija nauk Sibirskoe otdelenie. – Novosibirsk : SO RAN, 1994. № 3. S. 12-15.

19. Milashev, V.A. Kimberlity i glubinnaja geologija : monografija / V.A. Milashev. – Leningrad: Nedra, 1990. – 167 s. – Tekst: neposredstvennyj.

20. Nikishov, K.N. Petrologo-mineralogicheskaja model' kimberlitovogo processa : monografija / K.N. Nikishov. – Moskva: Nauka, 1984. – 212 s. – Tekst: neposredstvennyj.

21. Kotel'nikov, D.D. Geologicheskaja interpretacija rezul'tatov izuchenija glinistyh mineralov v osadochnom chehle zemnoj kory / D.D. Kotel'nikov, N.N. Zinchuk. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik Voronezhskogo gosuniversiteta. Serija : Geologija, 2001. – № 12. – S. 45-51.

22. Zinchuk, N.N. O specifikje izuchenija almaza pri prognozno-poiskovyh rabotah (na primere Sibirskoj platformy) / N.N. Zinchuk, L.D. Barduhinov. – Tekst: neposredstvennyj // Rudy i metally, 2021. – № 3. – S. 59-75.

23. Savko, A.D. Almazonosnost' Voronezhskoj anteklizy / A.D. Savko, N.N. Zinchuk, L.T. Shevyrvov [i dr.] // Trudy NIIG Voronezhskogo un-ta, 2003. – T. 17. – 121 s. – Tekst: neposredstvennyj

24. Zinchuk, N.N. Sravnitel'naja karakteristika tipomorfnyh osobennostej almazov iz terrigennyh otlozhenij Voronezhskoj anteklizy (Lipeckaja oblast') i Ukrainkogo shhita (Srednee Pridnestrov'e) v svjazi s problemoj prognozirovanija i poiskov ih korennyh istochnikov / N.N. Zinchuk, A.D. Savko, V.I. Koptil', A.I. Chashka, Ju.A. Polkanov, E.Ju. Palkina, A.Ja. Hrenov, L.T. Shevyrev. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik VGU. Serija : Geologija. – Voronezh: VGU, 2004. – № 2. – S. 99-110.

25. Afanas'ev, V.P. Diamond prospects in the Southwestern plinkt of the Tungusk Sineklise / V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk, V.L. Griffin, L.M. Natapov, G.A. Matuchyan. – Text : unmediated // Geology of ore Deposits, 2005. – Т. 47, № 1. – P. 45-62.

26. Vasilenko, V.B. Diamond potential estimation based on Kimberlite major element chemistry / V.B. Vasilenko, L.G. Kuznetsova, N.I. Volkova, N.N. Zinchuk, V.O. Krasavchikov. – Text : unmediated // Jurnal of Geochechal Exploration, 2002. – Т. 76, № 2. – R. 93-112.

27. Vasilenko, V.B. On the Correlation between the Compositions of mantle Inclusions and Petrochemical Varieties of kimberlites in Yakutian Diatremes / V.B. Vasilenko, L.G. Kuznetsova, N.N. Zinchuk. – Text : unmediated // Petrology, 2001. – Т. 9, № 6. – P. 576-588.

28. Grachanov, S.A. The age of Predictable primary diamond sources in the Northeastern Sibirian Platform / S.A. Grachanov, N.N. Zinchuk, N.V. Sobolev. – Text : unmediated // Doklady Eart Sciences, 2015. – N. 465, № 2. – P. 1297-1301.

29. Serov, I.V. Mantle Sources of the kimberlite Vorcanism of the Sibirian Platform / I.V. Serov, V.K. Garanin, N.N. Zinchuk, A.Ya. Rotman. – Text : unmediated // Petrology, 2001. – Т. 9, № 6. – P. 576-588.

Сведения об авторах

ЗИНЧУК Николай Николаевич – д.г.-м.н., профессор, председатель Западно-Якутского научного центра (ЗЯНЦ) АН РС (Я)

E-mail: nzninchuk@rambler.ru

ZINCHUK Nikolay Nikolaevich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chairman, West-Yakutian Scientific Centre of SR (Y) Academy of Sciences

УДК 550.4:551.72 (571.56)
DOI 10.25587/SVFU.2023.29.1.010

А.А. Кравченко¹, В.И. Березкин¹, Н.В. Попов², Я.П. Шепелева³

¹Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

³Северо-Восточный федеральный университет, г. Якутск, Россия

E-mail: freshrock@yandex.ru

E-mail: beryozkin2003@list.ru

E-mail: popovNV@ipggsbras.ru

E-mail: shepelevayap@mail.ru

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ТЕКТОНИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ МАГМАТИТОВ УНГРИНСКОГО КОМПЛЕКСА АЛДАНО-СТАНОВОГО ЩИТА

Аннотация. Описание и интерпретация вещественного состава магматических серий раннего докембрия способствует реконструкции геодинамических обстановок формирования фундамента древних платформ. Центральная часть Алдано-Станового щита Сибирской платформы характеризуется разнообразием магматических комплексов со сложной и длительной историей формирования. В связи с наложенными процессами метаморфизма, изменившими первоначальный облик пород, проблема расчленения и корреляции комплексов, геодинамического районирования на вещественной основе далека от решения. В этой статье описаны вещественные характеристики унгринского магматического комплекса близкого по возрасту образования к палеопротерозойской надсубдукционной обстановке. Рассмотрены его вероятные аналоги среди других магматических комплексов и нерасчленённых ортопород, уточнена площадь распространения. Сделан вывод о внедрении комплекса после аккреционных событий.

Ключевые слова: Алдано-Становой щит, магматические комплексы, петрохимия, известково-щелочная серия, районирование.

A.A. Kravchenko¹, V.I. Beryozkin¹, N.V. Popov², Ya.P. Shepeleva³

¹Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, Yakutsk, Russia

²Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS

³M.K. Ammosov NEFU, Yakutsk.

Novosibirsk, Russia

E-mail: freshrock@yandex.ru

E-mail: beryozkin2003@list.ru

E-mail: popovNV@ipggsbras.ru

E-mail: shepelevayap@mail.ru

MATERIAL COMPOSITION AND TECTONIC POSITION OF DIFFERENTIATED MAGMATITES OF THE UNGRINSKY COMPLEX OF THE ALDAN-STANOVY SHIELD

Abstract. The article presents a description and interpretation of the material composition of the magmatic series of the Early Precambrian which contributes to the reconstruction of geodynamic conditions for the formation of the ancient platforms foundation. The central part of the Aldan-Stanovoy shield of the Siberian Platform is characterized by a variety of magmatic complexes and a complex and long history of formation. Due to the superimposed processes of metamorphism that have changed the original appearance of rocks, the problem of dismemberment and correlation of complexes, geodynamic zoning on a material basis is far from being solved. This article describes the material characteristics of the Ungrinsky magmatic complex associated with the Paleoproterozoic suprasubduction environment. Its probable material analogues among other magmatic complexes and undifferentiated orthopods are considered, the area of distribution is specified. The conclusion is made about the introduction of the complex after accretion events.

Keywords: Aldan-Stanovoy shield, magmatic complexes, petrochemistry, calc-alkaline series, zoning.

Введение

В начальные годы изучения фундамента Алдано-Станового щита метаморфические породы, за исключением гранитов и гипербазитов, относились к стратифицированным образованиям – сериям и свитам. Амфиболиты и плагиогнейсы одной из свит вблизи устья р. Унгра, притока Алдана, впервые были оконтурены в виде массивов метагаббро и диоритов [1]. В результате последовавших геолого-съёмочных и научно-исследовательских работ количество видов пород и география их сильно расширились и метагаббро, и диориты в роли главных входят в состав унгринского габбро-диорит-плагиогранитного дифференцированного комплекса [2]. Согласно современным представлениям [3] гранитоиды унгринского комплекса совместно с ортогнейсами тимптонского комплекса входят в группу с возрастом 2.06 – 2.01 млрд лет, формирование которой связано с надсубдукционной геодинамической обстановкой [4, 5].

Материалы и аналитические методы

Авторы статьи и другие исследователи неоднократно проводили полевые работы в районах обнажения пород этого комплекса, накопили значительное количество силикатных анализов и элементов-примесей, которые с геологическими и географическими привязками, петрографическими данными, опубликованы в информационном сборнике [6]. После этого выпуска продолжено накопление аналитических данных. Силикатные анализы пород выполнялись в основном ИГАБМ СО РАН рентгенофлюоресцентным и химическим методами. Диагностика минералов произведена на оптическом микроскопе и контролировалась на сканирующем электронном микроскопе JSM-6480LV с приставкой INCA Energy-350 Oxford Instruments при напряжении 20 кв.

Дополнительно привлечены силикатные анализы из опубликованных работ, фондов и архивов геолого-съёмочных работ, проводившихся под руководством Г.Н. Киселева и А.С. Княжева.

Геологическое положение

По современным представлениям Алдано-Становой щит сложен террейнами и разделяющими их зонами тектонического меланжа [7]. Массивы и мелкие тела унгринского комплекса находятся в восточной окраине Амгинской зоны тектонического меланжа (АЗТМ) в трех районах: в приустьевой части р. Унгра в пределах Унгринского тектонического клина (петротипический район); в восточной окраине Дес-Леглиерской синклинойной структуре с охватом западной окраины Нимнырского террейна; южнее этих структур в зоне перехода от АЗТМ к Каларской зоне тектонического меланжа (рис. 1).

Наибольший вклад в изучении северных районов внесли В.Л. Дук с соавторами [2]. На геологических картах этих геологов массивы унгринского комплекса в петротипе окружены гранитоидными инфракомплексами, породами курумканской и амедичинской толщ и прорваны палеопротерозойскими гранитами, а Восточные массивы в основном породами федоровской толщи, местами гранито-гнейсами, гнейсами и сланцами амедичинской толщи и прорваны теми же гранитами. В Унгринском клине они установили сложную структурно-метаморфическую эволюцию. Наряду с прогрессивным метаморфизмом высокоградиентной амфиболитовой фации [8] они показали достаточно широкие проявления бластомилонитизации в условиях амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций, наложенных не только на породы унгринского комплекса, но и на окружающие породы. Эти бластомилониты локализованы обычно в пограничных зонах разломов. Амфиболитовые бластомилониты ранее в состав унгринского комплекса не включались, а относились к самостоятельной кудуликанской эффузивной толще. Эти авторы окончательно подтвердили присутствие реликтовых структур и текстур интрузивных пород в непереработанных амфиболитах, описанных [1, 9], а также представили первое определение U-Pb возраста цирконов 2050 млн. лет [4]. В южном районе предполагаемый аналог унгринского комплекса был выделен И.Н. Гусаковой описан под названием хончегринского комплекса в одноименном массиве, который ранее относился к одному из нескольких массивов бурпалинского комплекса. Однако В.Л. Дук считал хончегринский комплекс более древним ($v_{3.4} \ v\delta_{3.4}$), чем унгринский ($v_4 \ v\delta_4$) [10], а другие геологи эти массивы полагали разновозрастными [7, 5].

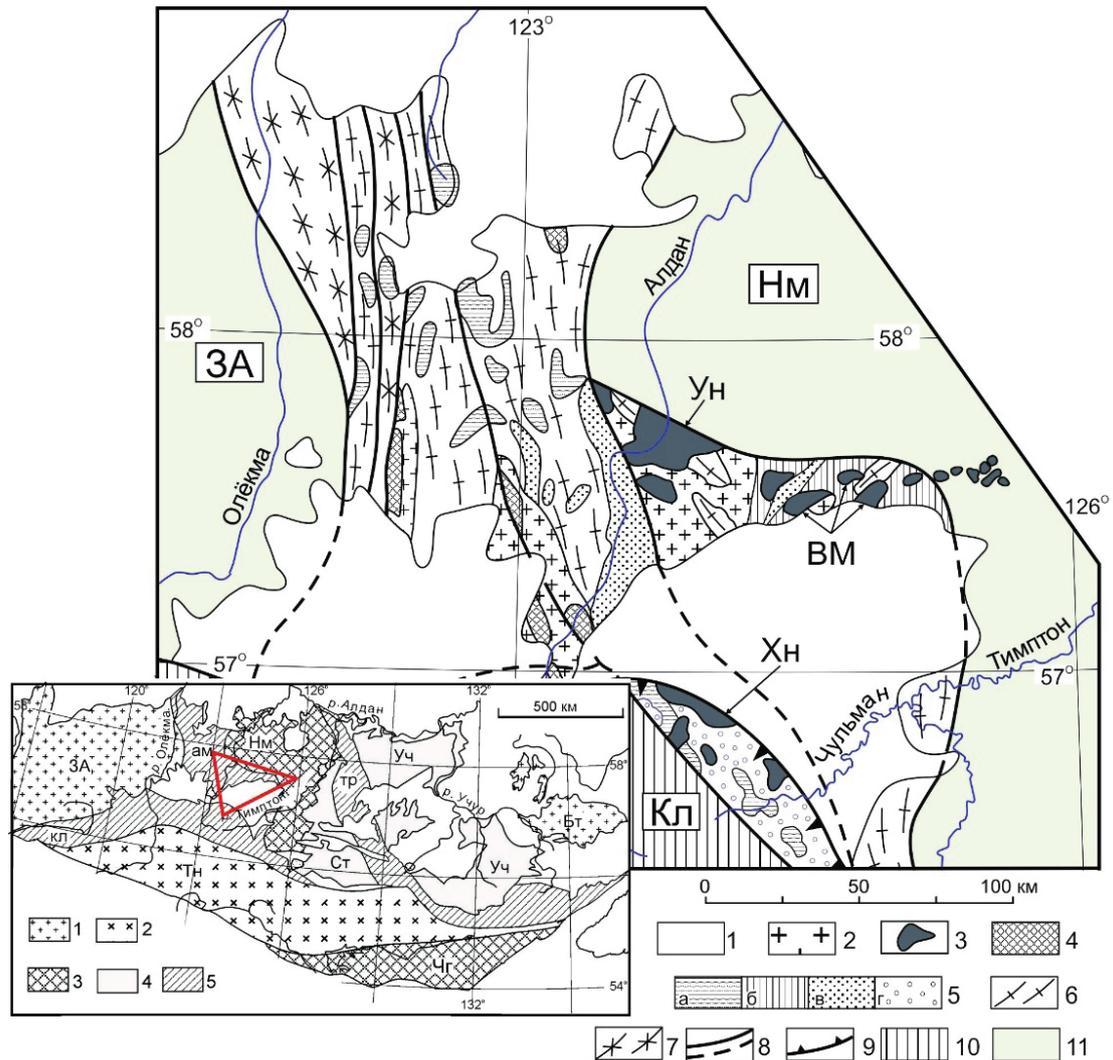


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Амгинской зоны тектонического меланжа (Ам) [7 с упрощениями и изменениями].

1 – чехол Сибирской платформы; 2 – сшивающие палеопротерозойские граниты; 3 – *массивы унгринского комплекса* (Ун – петротипического района, ВМ- Восточных массивов, Хн- хончегринского массива); 4 – тектонические фрагменты (клинья) палеопротерозойских и неoarхейских зеленокаменных поясов; 5 – Палеопротерозойские и неoarхейские гранулитовые и амфиболитовые гнейсовые образования: чугунская (а), федоровская (б), амедичинская (в), зверевская (г) толщи. 6-7 – архейские и палеопротерозойские гранитоиды: 6 – гранито-гнейсы, гнейсовидные граниты; 7 – тоналит-трондьемитовые гнейсы (олекминский комплекс); 8 – разломы; 9 – надвиги; 10 – Каларская (Кл) зона тектонического меланжа; 11 – террейны (3А – Западно – Алданский, Нм – Нимнырский).

На врезке **Карта террейнов Алдано-Станового щита** (Смелов и др. 2001). 1 – 4 – террейны: 1 – гранит-зеленокаменные (3А – Западно-Алданский, Бт – Батомгский), 2 – тоналит-трондьемито-гнейсовые (Тн – Тындинский), 3 – гранулит-ортогнейсовые – (Нм – Нимнырский, Чг – Чогарский), 4 – гранулит-парагнейсовые (Ст – Сутамский, Уч – Учурский). 5 – зоны тектонического меланжа (ам – Амгинская, кл – Каларская, тр – Тыркандинская).

Fig. 1. Schematic geological map of the Amga zone of tectonic melange (Am) [7 with simplifications and changes].

1 – cover of the Siberian platform; 2 – crosslinking Paleoproterozoic granites; 3 – massifs of the Ungrinsky complex (Un – petrotypical area, VM- Eastern massifs, Khn – Khonchegrin massif); 4 – tectonic fragments

(wedges) of Paleoproterozoic and Neoproterozoic greenstone belts; 5 – Paleoproterozoic and Neoproterozoic granulite and amphibolite gneiss formations: Chuginskaya (a), Fedorovskaya (b), amedichinskaya (c), Zverevskaya (d) strata. 6-7 – Archean and Paleoproterozoic granitoids: 6 – granite-gneiss, gneiss-like granites; 7 – tonalite-trondjemite gneisses (Olekminsky complex); 8 – faults; 9 – thrusts; 10 – Kalarskaya (Kl) zone of tectonic melange; 11 – terranes (ZA – Zapadno – Aldansky, Nm – Nimnyrsky).

On the inset Map of the Aldan-Stanovoy Shield terranes (Smelov et al. 2001). 1 – 4 – terranes: 1 – granite-greenstone (ZA – Zapadno-Aldansky, Bt – Batomsky), 2 – tonalite-trondjemite-gneiss (Tn – Tyndinsky), 3 – granulite-orthogneiss – (Nm – Nimnyrsky, Chg – Chogarsky), 4 – granulite-paragneiss (Ct – Sutamsky, Uch – Uchursky). 5 – zones of tectonic melange (am – Amginskaya, kl – Kalarskaya, tr – Tyrkandinskaya).

В.Л. Дук окружающие породы массивов отнес к чугинской и зверевской толщам (рис. 1). Геологическая изученность хончегринского комплекса несравненно слабее, чем изученность северных массивов. Это даже следует из того, что соседние с Хончегринским массивом тела остались неопробованными. К сожалению, И.Н. Гусакова, единственная изучавшая все три района, не завершила свои исследования.

В обобщающих геологическое строение и геохронологию Алдано-Станового щита работах формирование унгринского комплекса приходится на палеопротерозой в интервале 1,99-2,01 млрд. лет [7, 5].

Петрохимия

Изучение докембрия Алдано-Станового щита начиналось в эпоху господства гипотезы региональной гранитизации, когда широко распространенным гранитогнейсам и гранитам приписывалось метасоматическое происхождение из любых пород, в том числе амфиболитов и кристаллосланцев. В настоящее время преобладает концепция изохимичности метаморфизма. Вместе с тем, не отрицаются некоторые локальные незначительные изменения. Такие изменения, иногда переходящие в заметные в метабахитах, от зеленосланцевых до гранулитовых, выявлены нами в разных частях Алдано-Станового щита [10, 11, 12, 13]. Чаще и с наибольшей достоверностью устанавливаются привнос K_2O и/или Na_2O (ощелачивание) до 2-3 % в сумме, реже сопряженный вынос CaO до 3-5 %. Изменения имеют петрографические подтверждения – биотитизация, реже калишпатизация, раскисления плагиоклаза.

Унгринские породы по вопросу о сохранности – измененности их составов не изучены. Л.М. Реутов [14] на основе далеко непредставительного количества анализов унгринский комплекс рассматривал как щелочно-габбровую формацию, а В.Л. Дук и др. [2] пришли к выводу, что «комплекс в целом относится к известково-щелочной серии с некоторым уклоном составов габбро в щелочную область». Нами было высказано мнение, что предполагаемый щелочной уклон вызван наложенным привносом щелочей при метаморфизме на породы известково-щелочной серии [6]. Ниже материалы представлены с целью в том числе доказать это.

Общее расчленение пород комплекса соответствует *Классификация и номенклатура* магматических горных пород [15] и амфиболиты и плагиогнейсы комплекса названы в интрузивной терминологии (Табл., 1,2,3; рис. 2,3). Из-за значительного разнообразия составов габброидов, особенно по содержаниям Al_2O_3 и MgO , считающихся инертными при метаморфизме и характерных для дифференцированных комплексов, они расчленены на умеренно и высокоглиноземистые. Последние в свою очередь, разделены на высоко-, умеренно-, и низкомагнезиальные виды. Сильные вариации содержания в некоторых видах пород щелочей, считающихся наиболее подвижными при метаморфизме, позволяют выделять условно неизменные (не ошелоченные и слабо ошелоченные) и ошелоченные подвиды, если обнаружены достаточное количество анализов таких пород.

Высокие суммы щелочей могут быть связаны как с повышенными содержаниями Na_2O и K_2O или одного из них до аномально высокого. В последнем случае содержание другого оксида, как правило, очень низкое (вынос). Такие аномально ошелоченные породы очень редки.

Редки также пробы с аномально низкими суммами щелочей. Представляется, что неустойчивые содержания и соотношения щелочей подтверждают проявления наложенных изменений, поскольку в магматических сериях (комплексах) соотношения $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ являются важным классификационным признаком для выделения Na, K-Na и Na серий (комплексов) [15]. В этой работе использованы определения Na-ощелачивание, K-ощелачивание в смысле преобладания предполагаемой привнесенной доли щелочей.

Петротипический район характеризуется наибольшим разнообразием видов пород с большей представительностью количества их анализов (табл. 1). Только в петротипе встречаются гипербазиты и анортозиты.

Гипербазиты (перидотиты). Наиболее крупный выход ($\approx 1 \cdot 0,4$ км) в амфиболовых blastomylonитах по габброидам в зоне Кэннэнэйского разлома, ограничивающего Унгринский клин с северо-востока, назван был Кэннэнэйским массивом синийского возраста [1]. Позднее в связи с обнаружением сходных пород в совместных развалах с габбро-амфиболитами в других участках клина гипербазиты включили в состав унгринского комплекса [2]. Породы сложены оливином, роговой обманкой в основном в виде реликтов в серпентиновой массе с актинолитом, иногда со шпинелью. Наложённые изменения химического состава гипербазитов при метаморфизме, за исключением летучих, не отмечены.

Анортозиты, обнаруженные нами [17] в коллекции И.Н. Гусаковой, предыдущими авторами описаны, возможно, под названием плагиоклазитов. Они, по-видимому, очень редко образуют маломощные слои в габбро-амфиболитах. Анализированы только 3 пробы анортозитов с широкими колебаниями содержаний Na_2O и CaO при низких K_2O . Точки анализов двух проб оказались в поле умереннощелочных пород, одна – в поле пород нормальной щелочности, а среднее из трех – на границе полей пород разной щелочности (табл. 1, выборка 5, рис. 2). Микрозондом определены плагиоклазы с основностью от битовнита до олигоклаза. Таким образом, повышенные содержания Na_2O и пониженные CaO скорее всего обусловлены с раскислением плагиоклаза (привнесом Na_2O , выносом? CaO).

Пироксениты и горнблендиты наблюдаются (редко) в виде мелких тел (будин) в габброидах. Главнейший минерал – роговая обманка, редкие – моноклинный пироксен и плагиоклаз. Колебания содержаний этих минералов обуславливает достаточно разнообразный химический состав пород бедных щелочами, средние химические составы находятся в поле пород нормальной щелочности (Табл. 1, рис. 2, выборка 2). В них заметные наложенные изменения не предполагаются.

Габброиды – преобладающее семейство пород в комплексе – расчленены на 7 видов (подвидов) по особенностям химического состава, хотя петрографически представлены амфиболитами с разной меланократовостью. В обнажениях наблюдаются переходы амфиболитов разной меланократовости в друг друга и к меланократовым плагиогнейсам (диоритам). В петротипе количественные соотношения габброидов и диоритов почти сопоставимы, возможно габброиды несколько преобладают. В Унгринском клине В.Л. Дук и др. [2] показали обширное поле (~ 300 км²) преобладания габброидов – Усть-Унгринский массив. В этом же поле в подчинении встречаются диориты и кварцевые диориты, а также рассмотренные гипербазиты и анортозиты. К западу и к северо-западу выделено несколько мелких полей, сложенные диоритами с подчиненными габброидами.

Таблица 1 – Средние химические составы пород унгринского комплекса петроглинического района

Семейства пород № № выборок	Перидотиты					Пироксениты горнблендиты					Габброиды				
	1	2	3а	3б	4а	4б	4в	4г	5						
SiO ₂	43,41 41,15-46,77	48,62 44,45-52,2	49,07 45,45-50,98	50,46 48,59-52,07	46,21 43,15-49,44	48,96 43,32-53,2	50,11 45,13-53,1	48,82 43,71-52,77	48,22 47,42-49,56						
TiO ₂	0,07 0,02-0,17	0,37 0,11-0,91	0,42 0,12-0,95	0,79 0,33-1,01	0,28 0,09-0,80	0,75 0,15-1,50	0,68 0,35-0,92	0,90 0,74-1,24	0,15 0,03-0,31						
Al ₂ O ₃	6,75 4,31-8,30	8,94 4,78-14,02	15,12 14,36-16,11	13,86 12,71-14,65	19,1 16,40-22,38	18,78 16,51-23,52	21,14 18,81-23,45	18,23 16,23-19,62	28,34 26,25-30,12						
TFeO	15,54 12,9-18,08	11,34 8,48-15,39	10 8,95-11,74	10,50 7,30-12,85	8,4 5,24-11,23	10,33 5,55-13,43	9,31 7,00-12,79	10,74 7,52-15,57	2,79 1,16-3,90						
MnO	0,20 0,14-0,23	0,19 0,09-0,29	0,18 0,16-0,21	0,21 0,16-0,29	0,14 0,10-0,20	0,16 0,01-0,24	0,15 0,08-0,23	0,17 0,11-0,22	0,05 0,04-0,07						
MgO	28,22 24,23-30,63	16,58 11,45-22,79	11,15 8,97-14,58	7,04 5,49-7,87	9,86 8,17-12,26	6,19 5,08-8,03	3,56 2,10-4,94	6,27 4,97-8,10	2,42 1,50-2,88						
CaO	5,23 2,75-7,69	12,48 9,34-18,45	11,46 9,52-12,54	13,18 11,90-15,18	13,62 11,21-16,32	10,77 7,34-14,75	9,99 7,79-13,84	9,61 7,50-11,71	14,19 12,33-15,17						
Na ₂ O	0,44 0,37-0,62	1,04 0,2-1,43	1,93 1,48-2,44	2,96 2,23-3,72	1,81 0,97-2,72	3,16 1,75-4,99	4,01 2,60-4,96	3,19 1,39-5,08	3,24 1,89-3,95						
K ₂ O	0,13 0,08-0,20	0,4 0,03-0,83	0,63 0,37-0,81	0,81 0,60-1,08	0,56 0,20-0,91	0,77 0,27-1,29	0,82 0,48-1,22	1,82 1,32-2,87	0,58 0,34-0,82						
P ₂ O ₅	0,01 0,01-0,02	0,04 0,01-0,2	0,03 0,01-0,06	0,19 0,00-0,47	0,03 0,01-0,10	0,14 0,01-0,40	0,24 0,08-0,44	0,26 0,08-0,75	0,02 0,01-0,03						
n	6	16	5	3	13	79	15	15	3						

Окончание таблицы 1

Семейства пород	Диориты		Кварцевые диориты					Гранитоиды		
	6а	6б	7а	7б	7в	7г	8а	8б	8в	
№ № выборок	54,64	55,64	59,37	60,46	60,78	62,00	66,51	71,76	71,76	
SiO ₂	53,19-57,11	53,66-57,78	57,66-62,96	57,32-63,87	57,5-63,71	58,86-64,64	65,68-67,49	68,46-76,16	68,46-76,16	
TiO ₂	<u>0,72</u> 0,37-1,15	<u>0,75</u> 0,51-1,05	<u>0,80</u> 0,70-1,01	<u>0,67</u> 0,18-1,12	<u>0,48</u> 0,29-0,68	<u>0,65</u> 0,56-0,86	<u>0,41</u> 0,30-0,55	<u>0,26</u> 0,02-0,48	<u>0,26</u> 0,02-0,48	
Al ₂ O ₃	18,28 16,12-21,69	18,11 16,28-20,58	15,50 14,59-16,01	17,41 16,11-24,08	19,78 17,58-21,54	17,34 16,60-18,59	17,02 16,21-17,66	14,99 12,91-16,71	14,99 12,91-16,71	
TFeO	<u>7,94</u> 5,99-9,40	<u>7,65</u> 5,75-9,62	<u>8,00</u> 6,00-9,91	<u>6,40</u> 2,56-8,84	<u>4,18</u> 2,14-7,14	<u>6,34</u> 4,68-8,36	<u>4,24</u> 3,35-5,31	<u>2,88</u> 0,65-4,62	<u>2,88</u> 0,65-4,62	
MnO	<u>0,12</u> 0,06-0,23	<u>0,10</u> 0,01-0,17	<u>0,18</u> 0,12-0,34	<u>0,10</u> 0,04-0,15	<u>0,05</u> 0,02-0,09	<u>0,07</u> 0,03-0,13	<u>0,05</u> 0,01-0,10	<u>0,03</u> 0,01-0,06	<u>0,03</u> 0,01-0,06	
MgO	4,48 2,55-5,92	3,74 2,50-4,64	3,96 2,13-4,75	2,93 1,45-3,75	1,60 0,88-2,44	2,53 1,65-3,10	1,26 0,94-1,41	0,84 0,08-2,08	0,84 0,08-2,08	
CaO	<u>7,88</u> 6,39-9,54	<u>6,24</u> 5,08-9,15	<u>6,41</u> 5,26-7,40	<u>5,87</u> 4,40-7,62	<u>5,34</u> 3,52-6,36	<u>3,74</u> 0,67-5,68	<u>3,84</u> 3,22-4,37	<u>3,14</u> 1,53-4,49	<u>3,14</u> 1,53-4,49	
Na ₂ O	4,51 3,45-5,48	4,73 2,66-5,86	4,20 3,76-4,54	4,63 3,06-5,42	6,58 5,55-8,65	3,65 1,86-4,68	5,16 4,34-5,5	4,64 3,80-5,56	4,64 3,80-5,56	
K ₂ O	<u>1,20</u> 0,60-1,76	<u>2,70</u> 1,61-7,44	<u>1,37</u> 0,90-1,77	<u>1,34</u> 0,62-2,4	<u>0,93</u> 0,44-1,69	<u>3,51</u> 2,56-6,26	<u>1,33</u> 0,97-1,94	<u>1,36</u> 0,60-2,35	<u>1,36</u> 0,60-2,35	
P ₂ O ₅	<u>0,23</u> 0,06-0,63	<u>0,34</u> 0,17-0,65	<u>0,21</u> 0,16-0,27	<u>0,20</u> 0,02-0,32	<u>0,28</u> 0,09-0,65	<u>0,17</u> 0,00-0,44	<u>0,17</u> 0,1-0,26	<u>0,09</u> 0,01-0,22	<u>0,09</u> 0,01-0,22	
n	28	20	5	30	10	7	4	23	23	

Пояснения к табл. 1. 1 – *перидотиты*, 2 – *пироксениты*, *горнблендиты*, *Габброиды* (3-5); умеренноглинозёмистые (3а – высокомагнезиальные, 3б – умеренномагнезиальные); высокоглинозёмистые (4а – высокомагнезиальные, 4б – умеренномагнезиальные, 4в – низкомагнезиальные, 4г – К-ощелоченные умеренномагнезиальные), 5 – анортзиты. *Диориты* (6а – высокоглинозёмистые, 6б – те же К-ощелоченные). *Кварцевые диориты* (7а – умеренноглинозёмистые, 7б – высокоглинозёмистые, 7в, 7г – те же Na- и К-ощелоченные). *Гранитоиды* (8 – тоналиты, 9 – трондземиты). Во многих выборках Na-ощелоченные подвиды, в целом преобладающие над К-ощелоченными не выделены из-за недостаточности количества анализов и во избежание усложнений и увеличения листажа таблиц и текста. Краткая оценка соотношений неизменных и измененных (ощелоченных) проб дана в тексте и видно на рис. 2.

Средние химические составы пород (числители) и пределы колебаний оксидов (знаменатели) рассчитаны по химическим анализам проб, пересчитанным на 100 % без учета летучих. n – количества проб в выборках.

Таблица 2 – Средние химические составы пород унгринского комплекса Восточных массивов

№ № выборок	Горнблендиты				Габброиды								
	1а	1б	2а	2б	3а	3б	3в	3г	4	5	6	7	8
SiO ₂	<u>49,78</u> 46,37-52,95	<u>48,21</u> 47,9-48,66	<u>50,08</u> 45,24-52,87	<u>51,82</u> 49,53-52,52	<u>49,01</u> 47,58-51,44	<u>48,42</u> 45,22-50,21	<u>50,38</u> 46,3-53,25	<u>51,32</u> 50,65-51,92					
TiO ₂	<u>0,71</u> 0,58-0,98	<u>0,57</u> 0,51-0,64	<u>0,72</u> 0,40-1,25	<u>0,77</u> 0,19-1,15	<u>0,47</u> 0,2-1,1	<u>0,66</u> 0,46-1,08	<u>0,68</u> 0,26-1,06	<u>0,97</u> 0,45-1,25					
Al ₂ O ₃	<u>9,04</u> 6,43-11,58	<u>10,41</u> 9,41-10,95	<u>14,06</u> 11,26-15,78	<u>14,7</u> 12,86-15,73	<u>17,3</u> 16,18-18,97	<u>17,58</u> 16,23-19,72	<u>17,69</u> 16,23-20,1	<u>17,9</u> 16,28-21,21					
TFeO	<u>9,71</u> 7,36-14,44	<u>10,63</u> 9,78-11,34	<u>10,16</u> 8,15-11,82	<u>10,46</u> 8,77-13,09	<u>8,51</u> 7,05-9,69	<u>9,69</u> 8,04-11,92	<u>10,13</u> 8,01-13,05	<u>10,74</u> 8,58-12,94					
MnO	<u>0,14</u> 0,05-0,34	<u>0,25</u> 0,15-0,29	<u>0,17</u> 0,05-0,30	<u>0,17</u> 0,13-0,29	<u>0,14</u> 0,11-0,2	<u>0,2</u> 0,17-0,26	<u>0,14</u> 0,07-0,2	<u>0,14</u> 0,11-0,19					
MgO	<u>16,97</u> 11,90-19,52	<u>16,17</u> 13,34-18,03	<u>10,32</u> 8,11-14,65	<u>7,23</u> 6,61-7,94	<u>9,49</u> 8,71-10,31	<u>9,07</u> 8,17-10,53	<u>6,63</u> 5,36-8	<u>4,4</u> 3,59-4,99					
CaO	<u>11,30</u> 10,10-12,17	<u>9,67</u> 8,28-12,29	<u>10,87</u> 9,03-14,81	<u>10,46</u> 9,41-11,76	<u>12,2</u> 10,07-13,61	<u>9,77</u> 7,39-10,98	<u>10,59</u> 8,68-12,67	<u>9,26</u> 8,31-10,49					
Na ₂ O	<u>1,87</u> 0,55-2,37	<u>1,05</u> 0,82-1,33	<u>2,80</u> 1,72-4,08	<u>3,47</u> 2,11-4,15	<u>2,26</u> 1,1-4,81	<u>2,49</u> 0,93-3,28	<u>2,88</u> 1,66-4,38	<u>4,02</u> 3,18-4,79					
K ₂ O	<u>0,4</u> 0,1-1,02	<u>2,76</u> 1,76-3,72	<u>0,71</u> 0,21-1,03	<u>0,8</u> 0,15-1,22	<u>0,52</u> 0,18-0,71	<u>1,99</u> 1,07-4,82	<u>0,76</u> 0,51-1,02	<u>0,84</u> 0,29-1,31					
P ₂ O ₅	<u>0,07</u> 0,01-0,2	<u>0,27</u> 0,19-0,36	<u>0,11</u> 0,02-0,26	<u>0,12</u> 0,02-0,27	<u>0,08</u> 0,03-0,18	<u>0,14</u> 0,04-0,45	<u>0,12</u> 0-0,26	<u>0,4</u> 0,08-0,62					
n	10	4	13	13	6	5	10	8					

Окончание таблицы 2

№ № выборки	Диориты				Кварцевые диориты				Гранитоиды			
	4а	4б	4в	5а	5б	5в	6	7	8	9		
SiO ₂	54,57 53,4-57	54,88 53,19-56,51	55,32 53,45-57,51	60,72 57,72-63,6	59,57 57,07-62,79	59,73 57,54-63,81	64,53 64,2-64,86	65,3 64,16-66,44	65,87 64,28-66,76	73,72 69,53-77,3		
TiO ₂	0,77 0,56-1,23	0,79 0,01-1,19	0,84 0,12-1,17	0,81 0,48-1,08	0,75 0,33-0,98	0,75 0,45-1,1	0,69 0,67-0,71	0,82 0,82-0,82	0,64 0,5-0,89	0,21 0,05-0,53		
Al ₂ O ₃	15,1 13,07-15,69	17,99 16,12-23,38	17,27 16,2-19,31	15,51 14,99-15,91	17,22 16,05-20	17,73 15,86-20,92	16,71 15,86-17,55	15,97 15,79-16,14	16,06 15,4-17,27	14,02 12,84-15,08		
TFeO	8,31 6,82-9,76	7,91 2,9-10,57	8,34 7,81-10,94	6,84 5,67-8,12	6,53 3,6-8,57	6,33 3,8-8,39	3,12 2,42-3,82	4,37 3,64-5,1	4,18 3,76-5,03	1,5 0,88-2,92		
MnO	0,11 0,07-0,14	0,11 0,01-0,22	0,12 0,07-0,15	0,1 0,07-0,13	0,09 0,04-0,12	0,08 0,01-0,11	0,05 0,03-0,06	0,05 0,01-0,08	0,05 0,03-0,07	0,01 0,01-0,03		
MgO	6,12 3,92-7,49	4,4 1,13-7,03	4,28 2,75-6,94	3,42 2,56-4,69	3,06 1,74-4,39	2,55 1,08-4,23	2,18 1,86-2,5	1,76 0,87-2,64	1,15 0,01-1,54	0,4 0,01-1,35		
CaO	9,89 8,59-13,96	8,48 6,83-9,9	7,3 6,04-8,56	6,47 4,47-8,16	6,58 5,43-9,11	5,37 3,76-6,78	5,37 4,75-6	4,71 4,1-5,33	3,86 2,6-5,24	4 2,49-6,44		
Na ₂ O	3,79 3,18-4,3	4,25 2,44-5,34	4,09 3,36-5,55	4,22 2,45-5,51	4,31 2,79-5,51	4,3 3,19-5,57	5,68 4,8-6,56	4,53 4,21-4,85	4,61 4,14-5,13	4,95 4,34-5,19		
K ₂ O	1,06 0,57-1,46	0,94 0,47-1,61	2,1 1,89-3,03	1,67 0,94-2,39	1,61 0,61-2,53	2,9 1,35-4,58	1,25 1,1-1,4	2,34 2,25-2,43	3,35 3,04-3,78	1,1 0,51-2,12		
P ₂ O ₅	0,27 0,11-0,49	0,25 0,01-0,61	0,34 0,14-0,63	0,23 0,07-0,42	0,28 0,04-0,74	0,25 0,18-0,41	0,42 0,2-0,65	0,16 0-0,32	0,23 0,18-0,4	0,08 0-0,3		
n	8	26	13	11	27	11	2	2	5	6		

Пояснения к табл. 2. 1а – горнблендиты, 1б – они же К-ощелоченные. Габброиды (2-3): умеренноглиноземистые (2а – высокомагнезиальные, 2б – умеренномагнезиальные); высокоглиноземистые (3а – высокомагнезиальные, 3б – они же К-ощелоченные, 3в – умеренномагнезиальные, 3г – низкомагнезиальные). Диориты (4а – умеренноглиноземистые, 4б – высокоглиноземистые, 4в – они же К-ощелоченные). Кварцевые диориты (5а – умеренноглиноземистые, 5б – высокоглиноземистые, 5в – они же К-ощелоченные). Гранитоиды (6-9): 6 – тоналиты, 7 – гранодиориты (?), 8 – граносиениты (?), 9 – трондьемиты. Другие пояснения см. табл. 1.

Семейства пород	Кварцевые диориты		Гранитоиды			
	5a	5б	6	7	8	8
№ № выборок						
SiO ₂	<u>59,85</u> 57,21-63,76	<u>61,32</u> 57,93-63,63	<u>67,02</u> 66,68-67,36	<u>65,8</u> 64,16-68,06	<u>69,94</u> 68,08-73,21	<u>69,94</u> 68,08-73,21
TiO ₂	<u>0,72</u> 0,59-0,84	<u>0,58</u> 0,25-0,76	<u>0,42</u> 0,39-0,45	<u>0,51</u> 0,47-0,56	<u>0,43</u> 0,27-0,55	<u>0,43</u> 0,27-0,55
Al ₂ O ₃	<u>17,82</u> 16,23-19,43	<u>17,76</u> 15,78-22,8	<u>16,11</u> 15,7-16,52	<u>16,6</u> 15,31-17,59	<u>15,67</u> 14,94-16,83	<u>15,67</u> 14,94-16,83
TFeO	<u>6,52</u> 4,79-8,1	<u>5,66</u> 3,07-7,12	<u>4,46</u> 4,27-4,64	<u>4,54</u> 3,37-5,58	<u>3,41</u> 2,87-4,21	<u>3,41</u> 2,87-4,21
MnO	<u>0,15</u> 0,05-1,12	<u>0,09</u> 0,04-0,13	<u>0,06</u> 0,04-0,07	<u>0,06</u> 0,02-0,09	<u>0,05</u> 0,03-0,06	<u>0,05</u> 0,03-0,06
MgO	<u>2,76</u> 1,16-3,74	<u>2,07</u> 1,32-3,17	<u>1,56</u> 1,35-1,77	<u>1,43</u> 0,7-2,06	<u>0,98</u> 0,43-1,73	<u>0,98</u> 0,43-1,73
CaO	<u>5,97</u> 4,56-6,79	<u>5,09</u> 3,87-6,66	<u>4,19</u> 3,76-4,61	<u>3,6</u> 2,59-4,75	<u>3,2</u> 1,52-4,18	<u>3,2</u> 1,52-4,18
Na ₂ O	<u>4,43</u> 3,78-5,01	<u>4,75</u> 3,8-6,34	<u>4,41</u> 4,17-4,66	<u>4,85</u> 3,99-5,79	<u>4,44</u> 4,04-5,09	<u>4,44</u> 4,04-5,09
K ₂ O	<u>1,53</u> 0,81-2,48	<u>2,49</u> 1,22-3,1	<u>1,63</u> 1,32-1,94	<u>2,47</u> 2,26-2,6	<u>1,76</u> 1,15-2,2	<u>1,76</u> 1,15-2,2
P ₂ O ₅	<u>0,26</u> 0,16-0,36	<u>0,19</u> 0,06-0,28	<u>0,15</u> 0,13-0,17	<u>0,14</u> 0,07-0,17	<u>0,12</u> 0,11-0,14	<u>0,12</u> 0,11-0,14
n	17	10	2	5	5	5

Пояснения к табл. 3. 1 – *горнблендиты*, 2-3) – умеренноглиноземистые (2а – высокомагнезиальные, 2б – умеренномагнезиальные); высокоглиноземистые (3а – высокомагнезиальные, 3б – умеренномагнезиальные, 3в – низкомагнезиальные, 3г – те же К – ошелоченные; 4 – *диориты* (4а – умеренноглиноземистые, 4б – высокоглиноземистые, 4в – те же К – ошелоченные); 5а – *кварцевые диориты* высокоглиноземистые, 5б – те же К – ошелоченные. *Гранитоиды*(6-8): 6 – тоналиты, 7 – гранодиориты (?), 8 – трондьемиты. Другие пояснения см. Табл.1.

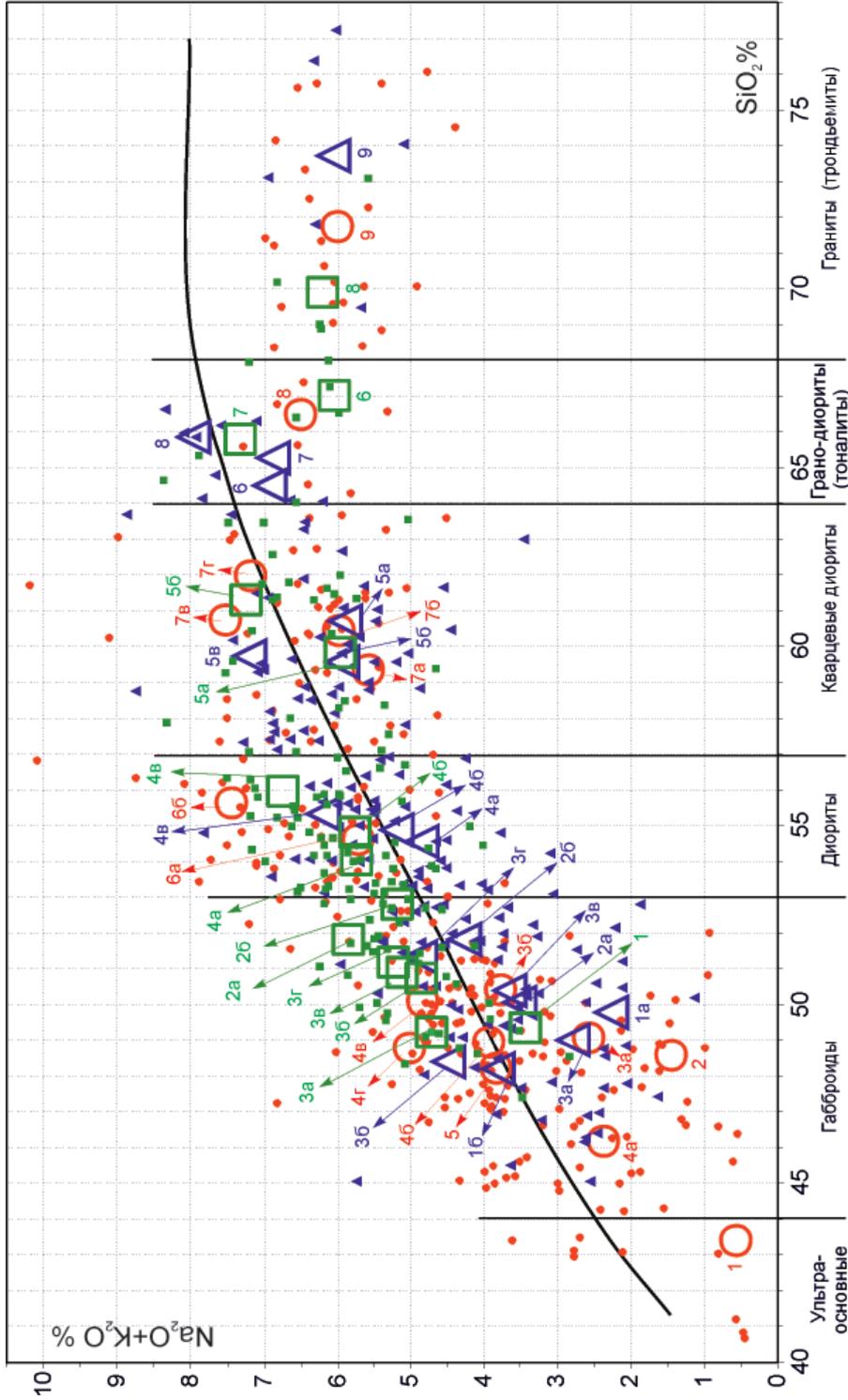


Рис. 2. Распределение фигуративных точек анализов пород унгринского комплекса на упрощенной классификационной диаграмме магматических пород (Классификация ..., 1981). Наклонная линия разделяет поля пород нормального и умереннощелочных рядов, а вертикальные линии ограничивают поля их семейств. Круги фиксируют средние химические составы видов или подвидов пород петроитического района, треугольники – Восточных массивов, квадратики – Хончегринского массива. Точки каждого среднего состава подписаны такими же номерами, что и в Таблицах: 1, 2, 3. Такими же, но мелкими значками отмечены единичные анализы пород.

Fig. 2. Distribution of figurative points of analyses of rocks of the Unginsky complex on a simplified classification diagram of igneous rocks (Classification ..., 1981). An inclined line separates the fields of rocks of normal and moderately alkaline series, and vertical lines limit the field of their families. Circles record the average chemical compositions of species or subspecies of rocks of the petrotypical region, triangles – the Honchegrin massif. The points of each medium composition are marked with the same numbers as in the Tables: 1, 2, 3. The same, but small icons are marked with single analazi rocks.

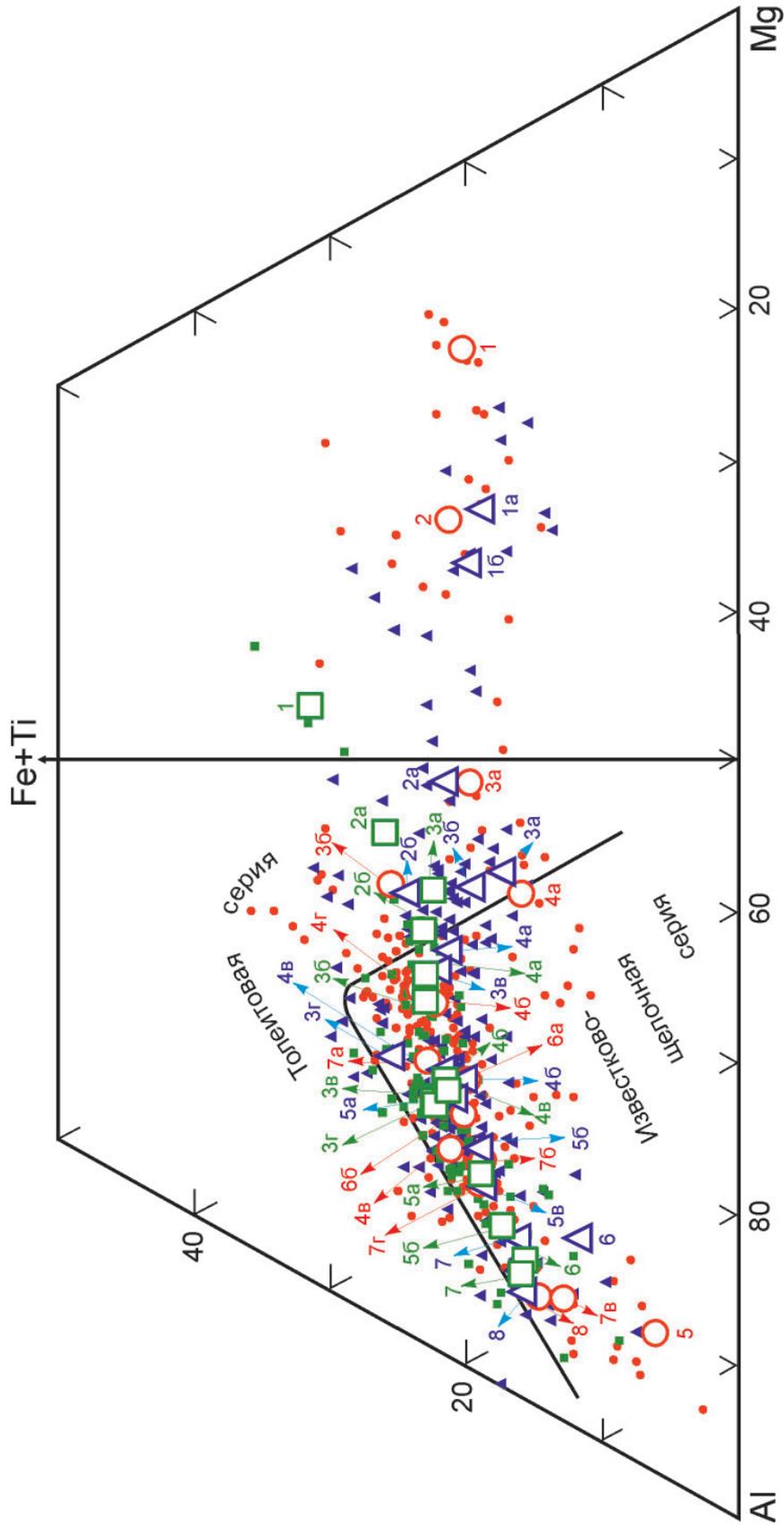


Рис. 3. Распределение фигуративных точек анализов пород унгринского комплекса на упрощенной диаграмме Al-(Fe+Ti)-Mg [16]. Ломаная линия разделяет поля толеитовой и известково-щелочной серий. Остальные обозначения те же, что и на рис. 2.

Fig. 3. Distribution of figurative points of analysis of rocks of the Ungrinsky complex on a simplified diagram of Al-(Fe+Ti)-Mg [16]. A polyline separates the fields of tholeiitic and lime-alkaline series. The other symbols are the same as in Fig. 2.

Средние составы весьма редких умеренноглиноземистых высоко- и умеренно магнезиальных видов (3а и 3б в табл. 1) и высокоглиноземистого и высокомагнезиального вида (4а) находятся в поле пород нормальной щелочности (рис. 2). То есть, можно заключить, что выборки сложены в подавляющем большинстве неизменными и слабоизменными габбро. Точки анализов высокоглиноземистых и умеренномагнезиальных габбро 4б главного вида пород ($n = 79$) почти поровну распределились в полях нормально- и умеренно- Na-щелочных пород, среднее находится на линии раздела полей (рис. 2). Точки анализов высокоглиноземистых низкомагнезиальных габбро (4в) в большем количестве попадают в поле умеренно- Na-щелочных пород, благодаря повышенным Na_2O (привнос). Точки анализов выборки (подвида) 4г – K-ощелоченные высокоглиноземистые умеренно магнезиальные габбро с преобладающим привносом K_2O и меньше Na_2O , попадают в основном в поле умеренно-щелочных пород, имея самую высокую сумму щелочей в среднем составе этого вида (рис. 2). Судя по весьма близким содержаниям других оксидов, кроме K_2O и CaO , с видом 4б, породы 4г являются K-ощелоченными аналогами подвида 4б, наиболее широко распространенного в петротипе. В таблице 1 видно, что в 4г CaO меньше чем в 4б на 1,16 %. То же самое можно увидеть в табл. 1 В.Л. Дука с соавторами [2], где в бластомилонитах по метагаббро и метадиоритам (ранее «кудуликанская толща») среднее содержание щелочей особенно, K_2O больше, а CaO меньше, чем в сохранивших реликтовые структуры и текстуры исходных габбро и диоритов, хотя на это авторы и не акцентировали внимание. Предполагаемые наложенные изменения подтверждаются петрографическими и микрозондовыми данными. Еще В.И. Кицул и К. А. Лазебник [9] обнаружили прямую зональность плагиоклазов в габбро-амфиболитах, а по неопубликованным данным И.Н. Гусаковой (1990) на основе микрозондовых анализов плагиоклазов габброидов разделила их на реликтовые магматические ($\text{An} = 55-90\%$), амфиболовой фации (40-45 %) и зеленосланцевой фации (альбиты). Нами на микрозонде в пределах отдельных шлифов габброидов и диоритов определены плагиоклазы от лабрадора (битовнита) до олигоклаза и альбита. В табл. 1 можно проследить прямую зависимость ощелачиваемости от содержания Al_2O_3 и обратную зависимость от содержания MgO в ряду ультрабазиты – габброиды.

В связи с рассмотрением наложенных химических изменений в габброидах необходимо вспомнить то, что в книге [15] семейство умереннощелочных габброидов, из-за крайней редкости их представителей, не выделяется.

Диориты по химическому составу совершенно постепенно переходят из высокоглиноземистых габбро. Подавляющее количество точек их анализов разместилось в поле умеренно щелочных пород и лишь единичные анализы оказались в поле пород нормальной щелочности (рис. 2). Последние и пробы с содержанием K_2O меньше 1,6-1,7 % объединены в выборку ба, а пробы с K_2O больше 1,6-1,7 % в выборку бб. Это позволило выявить, что среди диоритов преобладают породы с Na- ощелачиванием, меньше K-Na ощелачиванием, редко сохранились неизменные породы. Проба с аномально высоким $\text{K}_2\text{O} = 7,44\%$ сопровождается самым низким $\text{Na}_2\text{O} = 2,65\%$. Средние обеих выборок на рис. 2 находятся в достаточно далеких полях друг от друга из-за более высоких содержаний $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ и SiO_2 . Эти выборки отличаются также по содержаниям CaO и P_2O_5 . Породы б б соответствуют монцонитам и субщелочным диоритам. Калийсодержащие минералы представлены биотитом и калишпатом (решетчатый микроклином).

Кварцевые диориты расчленены на четыре выборки (7а, 7б, 7в, 7г). Точки средних составов: 7а – редких умеренно глиноземистых и 7б – главных высокоглиноземистых кварцевых диоритов находятся в поле пород нормальной щелочности, т.е. они в основном сложены неизменными породами; а средние составы высокоглиноземистых 7в, 7г находятся в поле умеренно щелочных пород и являются Na-ощелоченными и K-ощелоченными аналогам 7б. (рис. 2). В табл. 1 видны широкие пределы колебаний содержаний $\text{Na}_2\text{O} = 1,86-8,65\%$ и $\text{K}_2\text{O} = 0,44-6,26\%$. В табл. 1 видно, что в среднем составе Na-ощелоченных кварцевых диоритов несколько больше содержаний Al_2O_3 , CaO , P_2O_5 и меньше SiO_2 , TFeO , MgO чем в K- ощелоченном подвиде.

Это возможно связано непредставительностью количества анализов в последних. Главным К-содержащим минералом в кварцевых диоритах 7г является калишпат. В одной из проб на микрозонде определено колебания состава плагиоклаза от андезина до альбита. Ощелоченные диориты и кварцевые диориты (аналоги монцодиоритов и кварцевых монцодиоритов) В.Л. Дуком и др. [2], по-видимому, названы сиенито-диоритами и не включены в состав унгринского комплекса.

Гранитоиды ранее описывались под названием плагиогранитов. На геологической карте северной части Унгринского клина В.Л. Дук и его соавторы [2] оконтурили два массива плагиогранитов со сложной конфигурацией до 2-4 км в поперечнике среди выходов диоритов и более молодых протерозойских гранитов. В других частях клина плагиограниты встречаются в виде мелких не картируемых выходов и жил, из которых нами были отобраны пробы. В табл. 1 они подразделены на тоналиты и трондьемиты, химические составы которых в целом сопоставимы со средним составом плагиогранитов по восьми анализам В.Л. Дука с коллегами [2]. Анализы гранитоидов соответствуют породам нормальной щелочности, наложенные изменения их составов не опознаваемы. Анализ маломощной жилы трондьемита с аномально высоким содержанием $\text{Na}_2\text{O} = 7,83\%$ и низким $\text{K}_2\text{O} = 0,32$ не включен в выборку 8б.

Таким образом, точки анализов унгринских пород (за исключением малораспространенных ультрамафитов, габброидов умеренноглиноземистых высоко- и умеренномагнезиальных, высокоглиноземистых высокомагнезиальных, а также пород, содержащих $\text{SiO}_2 > 64\%$) находятся в поле пород нормальной щелочности. Анализы других пород распределились в полях как нормального, так и умереннощелочного рядов. Предполагается, что последние – псевдощелочные образования сформировались в результате привноса щелочей в нормальнощелочные породы при метаморфизме. Это предположение подтверждается на диаграмме, построенной на соотношениях оксидов, считающихся инертными при метаморфизме (рис. 3), где видно распределение точек анализов пород в основном в поле известково-щелочных пород. Только точки анализов редких пород: ультрамафитов и умеренноглиноземистых габброидов оказались вне этого поля (1, 2, 3а, 3б). Ощелоченность пород подтверждается микрозондовыми определениями. Привнос Na_2O связан с раскислением плагиоклаза до альбита даже в габброидах. Как правило, в одном шлифе определяются плагиоклазы разной основности. Привнос K_2O связан в основном биотитизацией в габброидах, калишпатизацией в диоритоидах. Нередко эти минералы развиваются совместно. Привнос Na_2O и K_2O происходит совместно или с преобладанием одного из них, а далее даже один из них выносятся. Все это обуславливает изменчивость $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$. С привносом щелочей, как правило, выносятся CaO .

Восточные массивы от массивов петротипа разделены полем выходов палеопротерозойских гранитов. В восточном районе массивы унгринского типа в отличие от массивов Унгринского клина окружены в основном породами федоровской толщи, а граниты и гранитогнейсы имеют незначительное распространение. Различия наблюдаются и в метаморфизме пород. Здесь бластомилониты и диафториты наблюдаются значительно реже. В амфиболитах шире распространены клинопироксены и встречаются, хотя и очень редко, ортопироксены.

Пироксениты и горнблендиты, как и в петротипе, встречаются в виде мелких редких тел в габброидах и диоритоидах. Они расчленены на две выборки: 1а – неизменные и слабо Na-ощелоченные, а также 1б – K-ощелоченные (табл. 2, рис. 2). Выборка 1а, в основном сложенная из проб западной части района, заметно не отличается от своего химического аналога в петротипе (табл. 1, выборка 2, рис. 2) за исключением более высокого содержания Na_2O . Выборка 1б по сравнению с 1а выделяется высокими K_2O , P_2O_5 и низкими CaO и Na_2O . K-ощелоченные высокомагнезиальные породы обнаружены недавно в восточной части района только в двух соседних железнодорожных выемках вместе с другими видами пород унгринского комплекса, также ощелоченными в разной мере. В книге [6] представлены, более 20 анализов пород из этих выемок. Некоторые из этих проб, в том числе горнблендиты, изучены микрозондом.

Горнблендиты сложены в основном роговой обманкой с примесью плагиоклаза, биотита, неравномерно распределенного в образцах. При диафторезе во всех пробах установлены эпидот, хлорит, актинолит, кальцит. Плагиоклаз серицитизирован, сосюритизирован, альбитизирован. В некоторых шлифах встречается калишпат, т.е. К-ощелоченность ультрамафитов несомненна, Na-ощелоченность некоторых проб весьма вероятна.

Габброиды, судя по количеству анализов, в восточном районе имеют явно подчиненное значение диоритам (табл. 2). Они расчленены на те же виды и подвиды, что в петротипе (табл. 1). Однако встречаемость этих видов, нюансы химического состава и наложенные в них изменения несколько различаются. Умеренноглиноземистые виды (табл. 2, выборка 2а и 2б) в отличие от весьма редких в петротипе по встречаемости здесь сопоставимы с высокоглиноземистыми петротипа (табл. 2, выборки 3а, б, в, г). Последние от аналогов в петротипе (табл. 1, выборки 4а, б, в, г) отличаются меньшей изменчивостью $Al_2O_3 = 16,1-21,2\%$ (в петротипе $Al_2O_3 = 16,2-23,5\%$ с учетом анортозитов $26,2-30,1\%$). На востоке К-ощелачиванию подверглись высокоглиноземистые высокомагнезиальные габбро 3б, напоминая К-ощелоченные горнблендиты 1б. В петротипе такие породы 4а остались практически неизменными, но К-ощелачиванию подверглись высокоглиноземистые умеренномагнезиальные габбро 4г, в меньшей мере чем восточные 3б. В Na-ощелачивании габброидов двух районов имеются также свои особенности, т.е. выявленная зависимость ощелачиваемости пород от содержания Al_2O_3 и MgO в массивах петротипа, в Восточных массивах не подтверждается.

Диориты расчленены на умеренноглиноземистые (4а) отсутствующие в петротипе, высокоглиноземистые и их ощелоченные разновидности (4б, 4в). Последние от неощелоченных высокоглиноземистых отличаются более высокими K_2O и низкими CaO и нахождением в основном в поле умереннощелочных пород. Содержания других оксидов в обеих выборках весьма близки, в них содержание Al_2O_3 и сумма щелочей ниже чем в диоритах петротипа, поэтому большинство точек анализов и среднего состава оказались в поле пород нормальной щелочности. В аномально высокощелочной пробе 0715А определены $Na_2O = 5,53$ и $K_2O = 2,29$ (рис. 2), а на микрозонде – роговая обманка, олигоклаз (андезин), калишпат, кварц. Проба взята в одной из упомянутых выемок железной дороги.

Кварцевые диориты (табл. 2, выборки 5а, 5б, 5в) по химическим составам в поле сопоставимы с такими породами петротипа (табл. 1, выборки 7а, 4б). Однако здесь не обнаружены Na-ощелоченные породы, сходные с 7в петротипа.

Гранитоиды. В восточном районе неизвестно существование самостоятельного плагиогранитного массива. Представленное незначительное количество анализов отобрано в основном из развалов совместно с другими породами унгринского комплекса и маломощных жил. Они подразделены на: тоналиты, гранодиориты (?), граносиениты (?) и трондьемиты (табл. 2, выборки 6-9). В одной из проб тоналита с $Na_2O = 6,56\%$ по-видимому, был Na-привнос, в остальных пробах этих гранитоидов содержания Na_2O – стабильное, а содержание K_2O в «гранодиоритах» и «граносиенитах» заметно выше чем в тоналитах. Это позволяет предположить, что последние могли сформироваться в результате привноса K_2O (калишпатизация) в тоналиты при метаморфизме. Тоналиты и трондьемиты по химизму, учитывая дефицит анализов, достаточно близки с тоналитами и трондьемитами петротипа, за исключением упомянутой пробы тоналита с высоким Na_2O , а также более высокого содержания CaO = $6,44\%$ в пробе трондьемита.

На рис. 3 точки анализов пород Восточных массивов (за исключением горнблендитов, умеренноглиноземистых и высокоглиноземистых высокомагнезиальных габброидов) оказались в поле известково-щелочных пород.

Хончегринский массив своим северо-восточным контактом надвинут на юрские угленосные свиты Чульманской впадины. На юго-западе массив ограничен гранулитами зверевской и чугинской толщ (рис. 1). По данным И.Н. Гусаковой он сложен амфиболитами и плагиогнейсами, сходными, как по минеральному, так и химическому составам с породами северных

районов. Петрографические данные химически анализированных проб пород Хончегринского массива опубликованы [6]. Как видно в табл. 3 и рис. 2 массив сложен видами пород весьма близкими с породами, рассмотренных северных массивов. К общим особенностям относятся: более узкий и менее протяженный рой точек анализов из-за отсутствия как очень низких, так и высоких содержаний щелочей, так же и SiO_2 (рис. 2); это же относится к большинству других оксидов.

Горнblendиты встречаются много реже чем на севере в обнажениях с габброидами как бы их более меланократовые разновидности. Анализированы всего три пробы (табл. 3), в которых определены значительно менее низкие содержания MgO , высокие TiO_2 и Na_2O , чем в северных аналогах (табл. 3, выборка 1, рис. 2). В двух шлифах этих проб микронзондом И.Н. Гусакова определила роговую обманку, клинопироксен и олигоклаз. Не исключена возможность раскисления магматического более основного плагиоклаза при метаморфизме. Поэтому, несмотря на то, что средний состав находится в поле нормально щелочных пород, эти породы можно отнести к слабо Na-ощелоченным образованиям.

Габброиды, судя по количествам анализов их видов, в Хончегринском массиве имеют подчиненное диоритоидам распространение (табл. 3). К сожалению, некоторые их виды представлены по 1 анализу. Точка анализа умеренноглиноземистого высокомагнезиального габбро из-за высокого содержания Na_2O находится в поле умереннощелочных пород, тогда как аналоги этой пробы в петротипе и на востоке по достаточному количеству проб находятся в поле пород нормальной щелочности (табл. 1, выборка 2а; табл. 2, выборка 2а). Из четырех анализов выборки 2б, умеренноглиноземистых, умеренномагнезиальных хончегринских габбро два анализа соответствуют умереннощелочным, два – нормальнощелочным габбро, тогда как на севере подавляющее большинство соответствует нормальнощелочным породам. Высокоглиноземистые габброиды разной магнезиальности (3а, 3б, 3в) с почти одинаковыми содержаниями Al_2O_3 весьма близки по химизму с аналогами в Восточном районе, отличаясь отсутствием крайне высокоглиноземистых (габброанортозитов, анортозитов) в петротипе. К-ощелачиванию в Хончегринском массиве подвергнуты только высокоглиноземистые низкомагнезиальные габбро (3г), тогда как в Восточных массивах – высокоглиноземистые высокомагнезиальные. При этом, судя по средним K_2O и размахом вариаций, интенсивность К-ощелачивания в северных районах сильнее, чем в Хончегринском массиве. Таким образом, хончегринские габброиды испытали в целом более интенсивное и выравненное Na-ощелачивание всех видов габброидов. При этом, также и при К-ощелачивании, судя по средним, CaO выносился. В целом не оощелоченных габброидов в Хончегринском массиве, значительно меньше, чем на севере, что видно и на рис. 2, где средние составы всех видов габброидов находятся в поле умереннощелочных пород и лишь единичные анализы пород находятся в поле пород нормальной щелочности. Na-ощелоченность габбро подтверждается микронзондовыми определениями И.Н. Гусаковой. Например, в пробе 587-1 в рассланцованном и диафторированном лейкогаббро определены андезин и альбит. Кроме того, установлено, что в некоторых пробах присутствуют достаточно постоянно одни олигоклазы, в других битовниты, т.е. можно предположить, что первые подверглись более глубокому раскислению, а последние сохранились заметно в неизменном виде.

Диориты Хончегринского массива расчленены на умеренноглиноземистые (4а) и высокоглиноземистые (4б, 4в, табл. 3) и как бы продолжают особенности состава габброидов по высокой Na-ощелоченностью, из-за чего средние составы которых, как и К-ощелоченные также находятся в поле умереннощелочных пород. Этим они отличаются от диоритов Восточных массивов, средние составы которых соответствуют нормально щелочным породам. А по содержаниям других оксидов диориты этих районов уверенно сопоставимы. А особенности диоритов Унгринского клина выражаются в отсутствии умеренноглиноземистых и более высоких содержаниях Al_2O_3 в них (табл. 1). Также, как и в габброидах микронзондом, в диоритах обнаружено частое раскисление плагиоклазов.

Кварцевые диориты отличаются от диоритов отсутствием умеренноглиноземистой разновидности и значительно меньшей щелочностью высокоглиноземистой разновидности. Это подтверждается и тем, что средние составы всех трех разновидностей диоритов 4а, 4б, 4в находятся в поле умереннощелочных пород, а один из разновидностей кварцевых диоритов 5а находится в поле пород нормальной щелочности, а другой 5б – в поле умереннощелочных пород (рис. 2). Таким образом, кварцевые диориты по петрохимии больше тяготеют к тоналитам, а диориты к габброидам.

Гранитоиды. В хончегринском массиве какие-нибудь площадные выходы гранитоидов не обнаружены. В табл. 3 представлены средние составы анализов малочисленных проб, собранных в делювии из смешанных развалов с диоритоидами в подчиненном количестве, а также редко в виде маломощных жил.

Тоналиты Хончегринского массива (выборка 6, табл. 3) с учетом дефицита анализов, достаточно близки с тоналитами петротипа (выборка 8, табл. 1).

Гранодиориты (7) близки с одноименными породами Восточных массивов, за исключением несколько меньших содержаний СаО. Возможность происхождения их при незначительном привносе К₂О в тоналиты, не исключается.

Трондьемиты (8) сходны с представительно опробованными трондьемитами петротипа.

Несмотря на упомянутые некоторые особенности химического состава пород Хончегринского массива и на неизученность других массивов хончегринского комплекса, представленные материалы не противоречат сопоставлению с северными массивами, находящимися в единой Амгинской зоне тектонического меланжа Алдано-Станового щита. На рис. 3, за исключением редко встречающихся горнблендитов (1) и умеренноглиноземистых габбро (2а, 2б), средние составы других видов пород находятся в поле известково-щелочных серий. При этом исключенные виды пород («толеиты») находятся в едином почти прямом тренде с видами известково-щелочной серии, а не слагают колечато-изгибающееся начало тренда, характерного для толеитовых серий. Близкие распределения обнаруживают и точки анализов исключенных пород северных массивов, что согласуется с включением «толеитов» в единую известково-щелочную серию, как ранние дифференциаты.

Заключение

Согласно проведенным исследованиям унгринский интрузивный комплекс представлен породами нормальной щелочности известково-щелочной серии дифференцированными от габбро до плагиогранитов. Обнаружены псевдощелочные породы, сформированные в результате привноса щелочей при метаморфизме. Оконтурены выходы комплекса к югу и востоку от петротипической местности. Площадь распространения комплекса расширена на восток в пределы Нимнырского гранулит-ортогнейсового террейна и на юг в пределы Амгинской зоны тектонического меланжа. Выходы комплекса в пределах обеих структур свидетельствуют о его принадлежности к «сшивающим» образованиям сформированным после аккреционных событий.

Работа выполнена в рамках проекта № 0381-2019-0003 государственного задания Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

Литература

1. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Алданская, лист О-51-XXII. Объяснительная записка / под общей редакцией Л.М. Минкина. – Москва, 1962.
2. Дук, В.Л. Геология и петрология унгринского габбро-плагиогранитного комплекса / В.Л. Дук, И.Н. Гусакова, С.Н. Павлов и др. – Текст: непосредственный // Ранний докембрий Алданского массива и его складчатого обрамления. Ленинград : Наука, 1985. С. 20-34.

3. Донская, Т.В. Раннепротерозойский гранитоидный магматизм Сибирского кратона : 25.00.01 : диссертация на соискания ученой степени доктора геолого-минералогических наук / Донская Татьяна Владимировна. – Иркутск, 2019. – 410 с. – Текст : непосредственный.
4. Бибилова, Е.В. Изотопный возраст унгринского магматического комплекса Алданского щита / Т.В. Грачева, В.Л. Дук и др. – Текст: непосредственный // Докл. АН СССР, 1984, Т. 276. № 1. С. 206-209.
5. Котов, А.Б. Граничные условия геодинамических моделей формирования континентальной коры Алданского щита : 25.00.01 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук / Котов Александр Борисович. – Санкт-Петербург, 2003. – 78 с. – Текст: непосредственный.
6. Геологическое строение центральной части Алдано-Станового щита и химические составы пород раннего докембрия (Южная Якутия). ИГАБМ СО РАН, ИНГГ СО РАН : монография / В.И. Берёзкин, А.П. Смелов, А.Н. Зедгенизов, А.А. Кравченко, Н.В. Попов, В.Ф. Тимофеев, Л.И. Торопова. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 2015. 459 с. – Текст: непосредственный.
7. Смелов, А.П. Алдано-Становой щит / Смелов А.П. Зедгенизов А.Н., Тимофеев В. Ф. – Текст: непосредственный // Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). Москва : МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001, С. 81-104.
8. Кицул, В.И. Минеральные фации докембрийских метаморфических пород Алданского щита / В.И. Кицул. – Текст : непосредственный // Метаморфические пояса СССР. Ленинград : Наука, 1971. С. 71-91.
9. Кицул, В.И. Геология и петрография докембрийских кристаллических образований района слияния рек Алдана и Унгры (к проблеме «Унгринского клина») / В.И. Кицул, К.А. Лазебник. – Текст : непосредственный // Геология и петрология докембрия Алданского щита. Москва : Наука, 1966. С.135-158.
10. Ранний докембрий Южной Якутии : монография / В.Л. Дук, В.И. Кицул, А.Ф. Петров [и др.]. – Москва : Наука, 1986. 280 с
11. Березкин, В.И. Геохимия метабазитов восточной части Олекминской гранит-зеленокаменной области Алданского щита : монография / В.И. Березкин. – Якутск : Издательство ЯНЦ АН СССР, 1992. – 140 с. – Текст : непосредственный.
12. Березкин, В.И., Смелов А.П. Метавулканиты федоровской свиты докембрия Алдано-Станового щита: наложенные изменения химического состава, первичная сериальность и геодинамическая природа / В.И. Березкин, А.П. Смелов. – Текст : непосредственный // Вулканизм и геодинамика. Материалы II Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. – Екатеринбург, 2003. – С. 606-610.
13. Loskutov, E.E. Geology, geochemistry and mineralogy of gneissic trondhjemites, tonalities, granodiorites and related rocks within the Proterozoic Idzhek-Nuiam and Tyrkanda Faults of the Aldan Shield (North Asian Craton) / E.E. Loskutov, A.A. Kravchenko, V.I. Beryozkin. – Text : electronic. // IOP Conference Series Earth and Environmental Science 609:012027. 2020. Publisher URL: <http://iopscience.iop.org/1755-1315/609/1/012027> DOI: 10.1088/1755-1315/609/1/012027
14. Реутов, Л.М. Докембрий Центрального Алдана : монография / Л.М. Реутов. – Новосибирск: Наука, 1981. – 185 с. – Текст : непосредственный.
15. Классификация и номенклатура магматических горных пород: Справочное пособие / О.А. Богатилов, В.И. Гоньшакова, С.В. Ефремова [и др.]. – Москва: Недра, 1981. – 160 с. – Текст : непосредственный.
16. Jensen, L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks / L.S. Jensen. – Ontario: Division of Mines, Miscellaneous paper, 1976. – 22 p. – Text : unmediated.
17. Березкин, В.И. Малоизвестные анортозиты Алданского щита / В.И. Березкин, А.П. Смелов. – Текст: непосредственный // Тихоокеанская геология, 1997. – Т. 16, № 3. – С. 101-112.

References

1. Geologicheskaja karta SSSR masshtaba 1:200000. Serija Aldanskaja, list O-51-HHII. Ob#jasnitel'naja zapiska / pod obshhej redakciej L.M. Minkina. – Moskva, 1962.

2. Duk, V.L. Geologija i petrologija ungrinskogo gabbro-plagiogranitnogo kompleksa / V.L. Duk, I.N. Gusakova, S.N. Pavlov i dr. – Tekst: neposredstvennyj // Rannij dokembrij Aldanskogo massiva i ego skladchatogo obramlenija. Leningrad : Nauka, 1985. S. 20-34.
3. Donskaja, T.V. Ranneproterozojskij granitoidnyj magmatizm Sibirskogo kratona : 25.00.01 : dissertacija na soiskaniya uchenoj stepeni doktora geologo-mineralogicheskikh nauk : / Donskaja Tat'jana Vladimirovna. – Irkutsk, 2019. – 410 s. – Tekst : neposredstvennyj.
4. Bibikova, E.V. Izotopnyj vozrast ungrinskogo magmaticheskogo kompleksa Aldanskogo shhita / T.V. Gracheva, V.L. Duk i dr. – Tekst: neposredstvennyj // Dokl. AN SSSR, 19841. T. 276. № 1. S. 206-209.
5. Kotov, A.B. Granichnye uslovija geodinamicheskikh modelej formirovanija kontinental'noj kory Aldanskogo shhita : 25.00.01 : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora geologo-mineralogicheskikh nauk / Kotov Aleksandr Borisovich. – Sankt-Peterburg, 2003. – 78 s. – Tekst: neposredstvennyj.
6. Geologicheskoe stroenie central'noj chasti Aldano-Stanovogo shhita i himicheskie sostavy porod rannego dokembrija (Juzhnaja Jakutija). IGABM SO RAN, INGG SO RAN : monografija / V.I. Berjozkin, A.P. Smelov, A.N. Zedgenizov, A.A. Kravchenko, N.V. Popov, V.F. Timofeev, L.I. Toropova. – Novosibirsk : Izdatel'stvo SO RAN, 2015. 459 s. – Tekst: neposredstvennyj.
7. Smelov, A.P. Aldano-Stanovoj shhit / Smelov A.P. Zedgenizov A.N., Timofeev V. F. – Tekst: neposredstvennyj // Tektonika, geodinamika i metallogenija territorii Respubliki Saha (Jakutija). Moskva : MAIK «Nauka/Interperiodika», 20011. S. 81-104.
8. Kicul, V.I. Mineral'nye facii dokembrijskikh metamorficheskikh porod Aldanskogo shhita / V.I. Kicul. – Tekst : neposredstvennyj // Metamorficheskie pojasa SSSR. Leningrad : Nauka, 1971. S. 71-91.
9. Kicul, V.I. Geologija i petrografija dokembrijskikh kristallicheskih obrazovanij rajona slijanija rek Aldana i Ungry (k probleme «Ungrinskogo klina») / V.I. Kicul, K.A. Lazebnik. – Tekst : neposredstvennyj // Geologija i petrologija dokembrija Aldanskogo shhita. Moskva : Nauka, 1966. S.135-158.
10. Rannij dokembrij Juzhnoj Jakutii : monografija / V.L. Duk, V.I. Kicul, A.F. Petrov [i dr.]. – Moskva : Nauka, 1986. 280 s
11. Berezkin, V.I. Geohimija metabazitov vostochnoj chasti Olekminskoj granit-zelenokamennoj oblasti Aldanskogo shhita : monografija / V.I. Berezkin. – Jakutsk : Izdatel'stvo JaNC AN SSSR, 1992. – 140 s. – Tekst : neposredstvennyj.
12. Berezkin, V.I., Smelov A.P. Metavulkanity fedorovskoj svity dokembrija Aldano-Stanovogo shhita: nalozhennye izmenenija himicheskogo sostava, pervichnaja serial'nost' i geodinamicheskaja priroda / V.I. Berezkin, A.P. Smelov. – Tekst : neposredstvennyj // Vulkanizm i geodinamika. Materialy II Vserossijskogo simpoziuma po vulkanologii i paleovulkanologii. – Ekaterinburg, 2003. – S. 606-610.
13. Loskutov, E.E. Geology, geochemistry and mineralogy of gneissic trondhjemites, tonalities, granodiorites and related rocks within the Proterozoic Idzhek-Nuiam and Tyrkanda Faults of the Aldan Shield (North Asian Craton) / E.E. Loskutov, A.A. Kravchenko, V.I. Beryozkin. – Text : electronic. // IOP Conference Series Earth and Environmental Science 609:012027. 2020. Publisher URL: <http://iopscience.iop.org/1755-1315/609/1/012027> DOI: 10.1088/1755-1315/609/1/012027
14. Reutov, L.M. Dokembrij Central'nogo Aldana : monografija / L.M. Reutov. – Novosibirsk: Nauka, 1981. – 185 s. – Tekst : neposredstvennyj.
15. Klassifikacija i nomenklatura magmaticheskikh gornyh porod: Spravochnoe posobie / O.A. Bogatikov, V.I. Gon'shakova, S.V. Efremova [i dr.]. – Moskva: Nedra, 1981. – 160 s. – Tekst : neposredstvennyj.
16. Jensen, L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks / L.S. Jensen. – Ontario: Division of Mines, Miscellaneous paper, 1976. – 22 p. – Text : unmediated.
17. Berezkin, V.I. Maloizvestnye anortozity Aldanskogo shhita / V.I. Berezkin, A.P. Smelov. – Tekst: neposredstvennyj // Tihookeanskaja geologija, 1997. – T. 16, № 3. – S. 101-112.

Сведения об авторах

КРАВЧЕНКО Александр Александрович – к.г.-м.н., заведующий лабораторией металлогении Института Геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

E-mail: freshrock@yandex.ru

KRAVCHENKO Alexander Alexandrovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Laboratory of Metallogeny, Institute of Geology of Diamond and Precious Metals SB RAS.

БЕРЕЗКИН Василий Ионович – к.г.-м.н., с.н.с. лаборатории металлогении Института Геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

E-mail: beryozkin2003@list.ru

BEREZKIN Vasily Ionovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior researcher of the Laboratory of Metallogeny, Institute of Geology of Diamond and Precious Metals SB RAS.

ПОПОВ Николай Васильевич – к.г.-м.н., с.н.с. лаборатории палеонтологии и стратиграфии докембрия и кембрия Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН.

E-mail: popovNV@ipggsbras.ru

ПОПОВ Nikolay Nikolaevich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior researcher of the Laboratory of Precambrian and Cambrian Paleontology and Stratigraphy, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RA.

ШЕПЕЛЕВА Яна Петровна – к.г.-м.н., доцент кафедры прикладной геологии ГРФ СВФУ им. М.К. Аммосова.

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

Н.А. Пуляев

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

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

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В ДОКЕМБРИЙСКИХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ФОРМАЦИЯХ АЛДАНО-СТАНОВОГО ЩИТА

Аннотация. В статье приводится краткая информация о распространении железорудной формации на континентах, с которой связаны крупнейшие месторождения железных руд. Указывается, что значимым компонентом железистых кварцитов многих месторождений мира, а также сформировавшихся за их счет залежей богатых железных руд других формаций являются благородные металлы, выступающие в качестве одного из крупнейших нетрадиционных источников попутной золотой и платиновой добычи в XXI столетии. Обозначены общие черты месторождений железа железорудной формации на разных континентах. Приводится информация о выявленных залежах железных руд этой формации в разных странах и на территории России, в частности, на Алдано-Становом щите (АСЩ), где они развиты в его железорудных районах, выделенных, в своем большинстве, в докембрийских толщах по залежам пород железорудной формации. В качестве примеров приводятся геологические описания нескольких наиболее значимых месторождений железистых кварцитов, открытых на территории Сутамского блока, которые образуют Сутамский железорудный район АСЩ. Приводится краткая характеристика минерального состава руд этих месторождений железа. Месторождения этого района по мнению автора при их вовлечении в добычу железа сыграют важную роль в экономическом развитии Южной Якутии РС (Я).

Ключевые слова: железо, железорудная формация, железистые кварциты, Алдано-Становой щит, Сутамский блок, железорудный район, залежи, рудопроявление, месторождение, минеральный состав руд.

N.A. Pulyayev

M.K. Ammosov NEFU, Yakutsk

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

IRON DEPOSITS IN THE PRECAMBRIAN IRON-ORE FORMATIONS OF THE ALDAN-STANOVVOY SHIELD

Abstract. The article provides brief information about the distribution of the iron ore formation on the continents, with which the largest iron ore deposits are associated. It is indicated that a significant component of the ferruginous quartzites of many deposits of the world, as deposits of rich iron ores of other formations formed due to them, are noble metals, which act one of the largest unconventional sources of associated gold and platinum mining in the 21st century. The common features of iron deposits of iron ore formation on different continents are outlined. Information is provided on the identified iron ore deposits of this formation in different countries and on the territory of Russia, in particular, on the Aldan-Stanovoy shield, where they are developed in its iron ore regions, identified, for the most part, in the Precambrian strata along deposits of iron ore rocks formations. As examples, geological descriptions of several of the most significant deposits of ferruginous quartzites discovered on the territory of the Sutam block, which form the Sutam iron ore region of ASCH, are given. A brief description of the mineral composition of the ores of these iron deposits is given. The deposits of this region, according to the author, when they are involved in iron mining, will play an important role in the economic development of South Yakutia.

Keywords: Iron, iron ore formation, ferruginous quartzites, Aldan-Stanovoy shield, Sutam block, iron ore region, deposits, ore occurrence, deposit, mineral composition of ores.

Введение

Докембрийские железорудные формации выявлены в разных частях земного шара. Как правило, они имеют распространение в зонах развития докембрийских, глубоко метаморфизованных и сильно дислоцированных комплексов. Практически везде они слагают стратиграфические толщи, часто мощностью в несколько сотен метров и протяженностью в сотни и даже тысячи километров на щитах почти всех континентов [1]. Вследствие огромного промышленного значения железорудные формации являются объектом интенсивных и продолжительных исследований и в наше время. Основной составляющей железорудной формации являются железистые кварциты. На территории России в Карелии они установлены в районе Ладожского озера. На Кольском полуострове выявлено более 100 рудных тел, образующих 12 месторождений железистых кварцитов. Наиболее известные и самые крупные из них это Оленегорское, Кировоградское, Костамукшское и Межозерское месторождения. К востоку от Русской платформы докембрийские железорудные формации выявлены на Южном Урале (Тараташское месторождение), Туве (месторождение Мугурское и пять железорудных горизонтов в междуречье Кескелинг-Чангус), Саяно-Байкальском районе (бассейны рек Талая и Иката), на Дальнем Востоке (месторождения Малого Хингана и Уссурийская группа) [2]. На восточном склоне Урала установлено 29 участков, где развиты залежи железистых кварцитов [1]. В Южной Якутии РС (Я) на территории Алдано-Станового щита (АСЩ) рудопроявления и месторождения железистых кварцитов открыты в Ималькском (месторождения Тарынахское, Горкитское и др.), Нелюкинском (месторождения Нелюкинское, Джелтуктатское), Соктокутско-Тасмиелинском (группа рудопроявлений и месторождение Дагда), Чаро-Токинском, Сутамском (месторождение Олимпийское и еще более десятка) и других железорудных районах [3].

В семи месторождениях КМА (Михайловское, Лебединское, Стойленское, Салтыковское, Осколецкое, Лебединское, Коробковское) сосредоточено две трети разведанных запасов железа России и ее прогнозных ресурсов. Крупнейшие зарубежные месторождения железорудной формации известны в США (район оз.Верхнего), Бразилии (штат Минас-Жерайс и др.), Индии, Либерии, Западной Австралии и других странах [1]. За пределами России, на прилегающих территориях, известны такие крупнейшие месторождения как Околовское (Белоруссия), Кременчугское и многие другие месторождения Криворожско-Кременчугской зоны, Большого Кривого Рога и Одесско-Брусиловского железорудного пояса (Украина). В Казахстане месторождения железистых кварцитов известны в районах Улутау, Бетпак-Дала и Карсакпайская группа [4].

Обычно месторождения железистых кварцитов залегают в метаморфизованных морских осадочных комплексах докембрийских геосинклиналей, являющихся составной частью кристаллических щитов, складчатого фундамента древних платформ или выступов древних структур в ядрах антиклинорий более молодых складчатых областей. Подавляющее большинство залежей железистых кварцитов выявлено в докембрийских складчатых областях. Имеются сведения и о более позднем образовании железистых кварцитов. Так, например, в Казахстане железистые кварциты относятся к раннему палеозою [2]. Предполагается, что мощные железорудные формации в разных частях земной коры отложились в течении единой эпохи в истории Земли в период между 1900 и 2500 млн. лет назад [1]. Это предположение подтверждается определениями абсолютного возраста пород железорудной формации на разных континентах. Так абсолютный возраст выявленных железистых кварцитов Лабрадора, Северной Америки, Канады, Кривого Рога, Курской магнитной аномалии, ЮАР и других варьирует в пределах 1600-1900 до 2000-2800 млн. лет [1]. В Гренландии железистые кварциты района Исуа являются древнейшими горными породами Земли с возрастом 3760 млн. лет [3;4].

Для всех кварцитов железорудной формации характерным признаком является слоистость (полосчатость) разного порядка [1]. По ширине полос железистые кварциты разделяются на тонкополосчатые (1-3 мм.), среднеполосчатые (3-5 мм.), широкополосчатые (5-10 мм.), и грубополосчатые (более 10 мм.).

В результате обобщения материалов по геологическому строению железорудных месторождений в железистых кварцитах разных регионов земной коры удалось установить, что они имеют общую последовательность образования своих разновидностей в направлении снизу вверх [1]: 1. магнетит-гранат-хлоритовые; 2. хлорит-магнетитовые; 3. карбонат-магнетитовые; 4. магнетитовые; 5. гематит-магнетитовые; 6. магнетит-гематитовые; 7. гематит-магнетитовые; 8. магнетитовые; 9. карбонат-магнетитовые; 10. магнетит-карбонатные; 11. магнетит-карбонат-хлоритовые.

В зависимости от количества входящих в железистые кварциты породообразующих минералов они делятся на одно-, двух- и трехкомпонентные [2;4]. Однокомпонентные разновидности (магнетитовая, карбонатная и гематитовая) встречаются сравнительно редко. Полосчатость в рудном слое здесь обусловлена чередованием слоев с различным содержанием примеси кварца или различным содержанием углеродистого вещества. Двухкомпонентные разновидности распространены наиболее широко. В рудных слоях этого типа чередуются микрослойки состоят из двух минералов. В каждой разновидности ассоциируются только два минерала, которые стоят рядом в ряду хлорит-сидерит-магнетит-гематит. В связи с этим возможно чередование только сидеритовых и магнетитовых, магнетитовых и гематитовых слоев. При трехкомпонентном составе железистых кварцитов один из трех минералов всегда находится в подчиненном количестве по отношению к двум другим и не образует самостоятельных элементарных слоев. Так, например, в хлорит-магнетит-карбонатном кварците чередуются хлорит-магнетитовые и хлорит-карбонатные слои. Карбонат-гематит-магнетитовый кварцит состоит из перемежающихся гематитовых и карбонат-магнетитовых слоев. Отмечено, что при трехкомпонентном составе элементарные ритмы всегда образуют пару слоев [4].

Геолого-структурная позиция железорудных месторождений и рудопроявлений АСЦ

В России на Сибирской платформе в пределах АСЦ в разные годы было выявлено значительное количество рудопроявлений и месторождений железа в железистых кварцитах, развитых в железорудной формации (месторождения Чаркой и Ималькской групп, Сутамского блока и др.). Установлено, что на территории АСЦ месторождения железных кварцитов приурочены к докембрийским комплексам горных пород, где они располагаются в протяженных синклинальных структурах, вместе с осадочными и эффузивными горными породами. Железистые кварциты на АСЦ обычно имеют позднеархейский или раннепротерозойский возраст. Их залежи вместе с вмещающими горными породами многократно деформированы и претерпели метаморфизм до гранулитовой фации. Они слагают крутопадающие пластообразные или линзовидные тела, согласные с вмещающими породами. Мощность одиночных тел от нескольких сантиметров до 800 м; часто при малой мощности железистые кварциты вместе с переслаивающимися с ними породами образуют залежи протяженностью десятки и сотни километров [3].

Месторождения железистых кварцитов Чарской группы расположены в западной части Алданской железорудной провинции и достаточно хорошо изучены. Они образуют южный фланг Чаро-Токкинского железорудного района, в северной части которого установлены сходные с ними месторождения железистых кварцитов Ималькской группы (месторождения Тарыннахское, Горкитское и др.). Геолого-структурная позиция месторождений Чаро-Токкинского железорудного района трактуется неоднозначно. На тектонических схемах (Е.П. Миронюк и др. 1971, А.Ф. Петров, 1976 г., В.М. Моралев и др. 1982 г.) они приурочены к приразломным прогибам, наложенным на интенсивно гранитизированный складчатометаморфический фундамент и выполненным глубоко метаморфизованными вулканогенными и терригенными породами борсалинской серии верхнего архея [3]. При этом, оба прогиба Тарыннахский, вмещающий месторождения Ималькской группы и Чарский, вмещающий месторождения Чарской группы, приурочены к региональному Чарскому разлому, имеющему субмеридиональное простирание. Единая субмеридиональная зона, включающая обе группы месторождений, разбита продольными и поперечными разломами на ряд блоков.

Для решения спорных вопросов относительно структурного плана Сутамского блока в его пределах неоднократно проводились детальные структурные исследования докембрийских образований (В.Л. Дук, В.В. Балаганский, А.Н. Зедгенизов, 1985; Р.Н. Ахметов, В.М. Никитин, В.И. Жижин, 1988. и др). Результаты этих работ позволили прояснить картину в целом. Наиболее отчетливо складчатый рисунок блока прослеживается на участках железорудных проявлений и горных выработок, вскрывших железистые кварциты [3;5]. В них надежными маркирующими горизонтами являются прослой и линзы железистых кварцитов, конфигурацию залегания которых можно проследить не только в отдельных останцах и береговых обнажениях (как это свойственно для АСЦ в целом), но и по данным магниторазведки [5;6].

Структура раннеархейских образований Сутамского блока обусловлена главным образом, двумя этапами деформаций. Первый этап – смятие толщ в линейные, сжатые до изоклинальных складки, сопровождающиеся разрывами со смещениями параллельно осевым плоскостям и с внедрением по ним плитообразных расслоенных тел ультраосновных и основных плутонических пород. Породы этого этапа подвергались метаморфизму гранулитовой фации. Второй этап – смятие этого сложного пакета пород в поперечные складки северо-западного простирания, сопровождающиеся также разрывными параллельно осевыми плоскостями с внедрением сначала силлов основных пород, а затем жил гранитов. Породы этапа подвергались метаморфизму амфиболитовой фации.

Кроме раннеархейской двухэтапной складчатости, образования Сутамского блока подверглись и последующим, более молодым деформациям. Однако они не оказали существенной роли на структурное преобразование пород раннего архея.

По сравнению с месторождениями других железорудных районов АСЦ, месторождения железистых кварцитов Сутамского блока изучены крайне недостаточно. Из открытых 29 рудопроявлений и месторождений хорошо изучены только шесть. Данные по геолого-структурному положению этих объектов и их ресурсов приводятся в таблице 1 [6].

Обобщение материалов по изученности на территории Сутамского блока железорудных месторождений и рудопроявлений, а также отдельных залежей железных руд показал, что общим для всех месторождений железистых кварцитов Сутамского блока является пластово-линзовидная форма залежей, сравнительно небольшие их размеры (протяжённость 0,5-3 км, редко до 9 км, мощностью 10-60 м, редко до 200 м, крутое падение (50-85°), согласное залегание с вмещающими породами, нахождение наиболее мощных тел или их частей в ядрах синклинальных складок, где происходит складчатое удвоение рудного горизонта, высокоградиентная гранулитовая фация метаморфизма, обуславливающая кристаллобластические структуры руд. Наиболее широким распространением пользуются проявления железных руд осадочно-метаморфогенного типа. Известно 4 месторождения этого типа (Олимпийское, Даурка, Молодежное, Нижне-Джелиндинское) и целый ряд рудопроявлений.

Таблица 1 – Структурное и геологическое положение месторождений железистых кварцитов Сутамского блока

Название, ресурсы, млн т	Породы, контактирующие с рудами	Структура	Состав руд	Содержание	Число и параметры залежей
Олимпийское, 610	Мт-Сл-Гп гнейсы и кристаллические сланцы, прослой Би-Гр гнейсов	Антиклиналь с синклинальным перегибом в замке	Гп-Мт кварциты	25, 8-32, 99 29,68-36,4	11 линзовидных залежей, Д 0,5 – 4 км, М 20 – 200 м

Кабактинское, 220	Гп и Мт-Гп гнейсы, прослой Гр кварцитов	Сжатые до изоклинальных складки смятые поперечными складками	Гп-Мт и Мт кварциты	<u>29,4</u> 35,84	4 линзовидных залежи, Д 1-4 км, М до 30-50 м
Субтугутурское, 130	Мт-Сл-Гп кристаллические сланцы и Гп гнейсы	Синформная поперечная складка в крыле антиклинали 1 генерации	Гп-Мт кварциты	<u>35.1-35.5</u> 37,5-39,2	Пластообразная залежь Д=9 км, М 10-56 м
Худучинское, 180	Гр-Би, Би-Гр гнейсы, кальцифиры, Мт-Гп кристаллические сланцы	Опрокинутые синклинали сжатые поперечными складками	Гп-Мт, Мт, Жс-Мт кварциты и Мт гиперстениты	<u>23-35,4</u> 36,4-39,5	14 линзовидных залежей, ДО, 5-2,5 км, М до 100 м
Ягиндя, 166	Би-Гр, Гф-Гр, Гр-Гп. гнейсы	Опрокинутая синклиналь осложнённая поперечным изгибом	Кл-Мт, Мт-Жс кварциты	<u>12-25</u> 20-36	2 линзовидных залежи, Д 0,3 и 2,2 км, М до 50 и 200 м
Гиперстеновое, 31	Пш, Гр, Гр-Сил кварциты, кальцифиры и диопсидиты	Ядерная часть синклинали	Мт гиперстениты, Сп-Мт, Мт кварциты	<u>8,7- 26.7</u> 32-41	Пластообразная залежь, Д-3, 5 км, М до 15- 36 м

Сокращения и символы: Би – биотит, Гп – гиперстен, Гр – гранат, Гф – графит, Же – железная слюдка, Кл – клинопироксен, Мт – магнетит, Пш – полевые шпаты, Сил – силлиманит, Сл – салит, Сп – спессартин, Д – длина, М – мощность.

В процессе изучения также установлено, что железные руды блока относятся к ведущему для докембрия формационному типу – железистым кварцитам. Главными минералами железистых кварцитов Сутамского блока являются: магнетит (8-53 %), железная слюдка (5-40 %), кварц (15-74 %), гиперстен (5-25 %), салит (1-10 %), альмандин (3-10 %), спессартин (0-10 %) и в зависимости от их изменчивых соотношений определяются подтипы и разновидности.

Геологическое строение Сутамского блока

Проведенные комплексные исследования по изучению геологического строения Сутамского блока позволили обособить две свиты [6]: нижнюю существенно вулканогенную нельгюйскую и верхнюю существенно осадочную сеймскую, объединенные в гидатскую серию. Их стратиграфическое положение относительно друг друга уверенно устанавливается по р.Сутам ниже устья р.Большая Даурка.

Раннеархейский возраст рассматриваемых образований подтверждается определением по самарий-неодимовому методу (В.М. Шемякин и др.) и составил 3000 млн. лет По данным других геологов (О.П. Стеценко, Р.А. Ахметов, В.М.Никитин, 1988) абсолютный возраст пород сеймской и нельгюйской свит составил 3100, 3450 и 4050 млн. лет, что также свидетельствует о раннеархейском возрасте рассматриваемых образований.

Главная особенность нельгюйской свиты заключается в том, что она является перспективной на поиски железорудных месторождений. В верхней части свиты выявлены многочисленные проявления магнетитовых и гиперстен-магнетитовых кварцитов. Они расположены ниже кровли свиты на Усть-Джелиндаканском проявлении – в 400 м., Субтугутурском – в 300 м., Олимпийском – в 370 м., Кыллахском – в 450 м., Даурском – в 270 м., Левобережном – 170 м.

Мощность тел магнетитовых кварцитов изменяется в широких пределах: от первых метров до 200 м., установленная протяженность отдельных тел составляет 5-9 км. Залегают железистые кварциты в монотонной части разреза нельгуйской свиты, сложенной магнетит-гиперстеновыми гнейсами, отделяясь от них маломощными прослоями гранат-гиперстеновых кварцитов, биотит-гранатовых гнейсов и магнетит-гиперстеновых кристаллических сланцев.

Имеющийся фактический материал свидетельствует о том, что пласт железистых кварцитов мощностью 10-40 м., располагающийся в 170-400 м. ниже кровли свиты, имеет в пределах Сутамского блока повсеместное распространение и может рассматриваться в качестве стратиграфического горизонта (Р.А. Ахметов, В.М. Никитин, 1986).

Железистые породы в разрезе сеймской свиты представлены гиперстен-магнетитовыми, диопсид-, куммингстонит-магнетитовыми, железослюдково-магнетитовыми, спессартин-магнетитовыми кварцитами и кварц-, гранат-, магнетитсодержащими гиперстенидами. Они слагают отдельные, часто незначительной мощности пласты и линзовидные прослои в ассоциации с гранатовыми кварцитами и кальцифирами. В нижнем течении р. Б.Даурка и бассейне р. Усмун (рудопоявление Ягиндя) железистые кварциты слагают крупные рудные тела мощностью 25-150 м. и простирающиеся на 8900-3000 м. Железослюдково-магнетитовые кварциты в качестве маломощных линз встречены лишь в магнетитовых кварцитах проявления Ягиндя. Магнетитовые гиперстениды пользуются меньшим распространением и встречаются совместно с магнетитовыми кварцитами или без них, являясь их фациальными аналогами.

К верхней подсвите сеймской свиты отнесены мощные (ширина выходов до 550 м.) линзовидные выходы кварцитов, расположенные на водоразделе рек Усмун – Тас-Юрх – Сутам. Наиболее представительный выход пород подсвиты наблюдается в верховьях р. Худучи, где он представлен тектоническим клином, зажатым между породами нельгуйской свиты. Протяженность выхода около 8 км., наибольшая ширина выхода 450 м. Породы в пределах этого тектонического клина имеют простирание, параллельное тектоническим ограничениям, т.е. запад-северо-западное, крутое (70-85°) падение на юг. В сходной тектонической позиции залегает еще один выход кварцитов подсвиты сеймской свиты на водоразделе р. Усмун-руч. Быстрый. Здесь выходы верхней подсвиты сеймской свиты залегают в тектоническом блоке. В юго-западной части породы подсвиты через разлом граничат с гиперстеновыми гнейсами нельгуйской свиты, а северо-западнее, в пределах тектонического блока наблюдается налегание кварцитов подсвиты на гранатовые гнейсы сеймской свиты.

Геологическое строение докембрийских железорудных рудопоявлений и месторождений Сутамского блока

В пределах Сутамского блока выявлено более 100 железорудных проявлений, которые подразделяются на следующие типы.

1. *Железистые кварциты.* С этим типом связано выделение Сутамского железорудного района. Железистые кварциты слагают два железорудных горизонта на двух стратиграфических уровнях разреза раннеархейских образований; в верхней части разреза метавулканогенной нельгуйской свиты (нижний горизонт) и в подошве разреза метаосадочной сеймской свиты (верхний горизонт) Преобладающими минеральными разновидностями руд являются магнетитовые и гиперстен-магнетитовые кварциты. В составе верхнего горизонта, кроме того, присутствуют спессартин-магнетитовые и магнетит-железослюдковые кварциты.

2. *Железистые гиперстениды.* Установлены только в составе верхнего железорудного горизонта, где они ассоциируют с железистыми кварцитами, диопсидитами, безрудными кварцитами. Они кроме магнетита часто содержат спессартин, с чем связана в них повышенная концентрация марганца. Самостоятельного практического значения этот тип руд не имеет, поскольку незначительно распространен.

Богатые апатит-магнетитовые руды. Обнаружены лишь на Олимпийском месторождении в залежи 4, слагают маломощные (10-30 см.) линзы в составе нижнего железорудного

горизонта. Генезис их не ясен. Ввиду крайне ограниченного распространения практического значения они не имеют.

4. *Магнетитовая вкрапленная минерализация.* Обнаружена в основных кристаллических сланцах и гнейсах нельгюйской свиты. Этот тип минерализации весьма широко распространен в районе, мощности пластов, содержащих магнетитовую минерализацию, достигает 100-200 м., но из-за низких содержаний магнетита (3-10, редко 15-20 %) в обозримом будущем вряд ли этот тип будет иметь практическое значение.

5. *Оолитовые гематитовые руды.* Слагают горизонты мощностью до 3 метров и протяженностью до 400 м. И размещаются в железистых алевролитах среди толщ кварцевых песчаников в протерозойских отложениях Атугей-Нуямского грабена, ограничивающего Сутамский блок с севера. Представляют интерес лишь как маркирующие горизонты при сопоставлении разрезов протерозойских отложений Атугей-Нуямского грабена.

Детально изучены те объекты, на которых ранее были известны проявления железистых кварцитов, которые могут иметь потенциально промышленное значение [6]. К таким объектам относятся: Олимпийское, Левобережное, Усть-Джелиндинское, Худучинское, Верхне-Худучинское, Субтугутурское, Кыллахское, Талангское, Кабактинское, Ягиндя, Даурское. Часть из этих объектов (проявлений) обладает сходными чертами геологического строения, поэтому автор статьи приводит характеристики только типичных объектов (проявлений), в которых наиболее четко раскрывается их стратиграфическое и структурное положение.

В качестве примера месторождения, в строении которого принимают участие нижний и верхний железорудный горизонты, рассмотрим месторождение Олимпийское и примыкающее к нему проявление Гиперстеновое. Геологическое строение проявлений с нижним железорудным горизонтом показано на примере Субтугутурского, Кабактинского и Талангского проявлений, отличающихся друг от друга структурным положением железорудного горизонта. Особенности строения проявлений с верхним железорудным горизонтом охарактеризованы на примере месторождений Ягиндя, Худучинское и Гиперстеновое, отличающихся друг от друга, главным образом, составом железорудного горизонта.

Олимпийское месторождение

Месторождение расположено на водоразделе рек Сутам и Большая Даурка, вытянуто в северо-западном направлении на 11 км. при ширине 3-4 км. Месторождение подразделяется на два участка: собственно, Олимпийский (залежи 1-6) и Юхтинский (рудные залежи 7-11). В геологическом строении месторождения принимают участие стратифицируемые раннеархейские образования нельгюйской и сеймской свит, раннеархейские и протерозойские гранитоиды, архейские ультраосновные образования и метагабброиды.

Нельгюйская свита представлена магнетит-двупироксеновыми, биотит-гиперстеновыми, магнетит-двупироксеновыми гнейсами и их мигматизированными разностями с прослоями и пачками амфибол двупироксеновых и магнетит двупироксен-плагиоклазовых кристаллических сланцев мощностью от 10 до 50 метров, а на Юхтинском участке мощность этих пород достигает 100-150 метров. В структурном плане породы нельгюйской свиты слагают антиклинальную складку, опрокинутую на запад и осложненную в замковой части синклиналильным перегибом. Железорудный горизонт приурочен к внешней части складки и находится ниже подошвы сеймской свиты на 170-250 м. Основные перспективы месторождения связаны именно с этим железорудным горизонтом, представленным магнетитовыми и гиперстен-магнетитовыми кварцитами. Сеймская свита в пределах месторождения представлена двумя подсвитами. Образования нижней подсвиты при плохой обнаженности удалось выделить только на трех участках месторождения. Северные два выхода слагают ядерную часть синклиналильной складки, а юго-западный выход залегает на крыле опрокинутой на юг синклиналильной складки. Подсвита сложена полевошпатовыми кварцитами с прослоями гранат- и силлиманит содержащих разновидностей. Отмечаются единичные прослои диопсидитов и кальцифиров.

К подошве свиты приурочен второй железорудный горизонт, который на проявлении Гиперстеновом представлен магнетитовыми и спессартин-магнетитовыми гиперстенидами мощностью от 15 до 36 метров и прослеженной протяженностью до 3.5 км. В северо-восточном выходе верхней подсвиты сеймской свиты наряду с гиперстенидами в железорудном горизонте установлены спессартин-магнетитовые кварциты и диопсидиты.

Средняя подсвита сеймской свиты на месторождении представлена, главным образом, гранатовыми гнейсами. Горные породы подсвиты приурочены к Юкта-Мугиктинской опрокинутой синклинальной складке дугообразной формы, возникшей в результате наложения поперечной складчатости.

Месторождение представлено одиннадцатью залежами линзовидной формы протяженностью 0.5-4 км. и мощностью от 20 до 200 м. Все залежи сложены средне- и крупнозернистыми гиперстен-магнетитовыми кварцитами грубополосчатой, гнейсовидной структуры. Содержание железа магнетитового варьирует от 25.3 до 35.98 %, серы – 0.08-0.13 %. В залежи 4, в коренном обнажении железистых кварцитов, отмечаются единичные согласные с полосчатостью линзы мощностью до 30 см. богатых апатит-магнетитовых руд, в которых содержание железа магнетитового составляет 61 %, P_2O_5 – 0.4-11.0 %.

На месторождении зафиксированы разрывные нарушения северо-восточного и северо-западного направлений. Наиболее крупным из них является разлом северо-западного простирания, пересекающий залежь 1 и разделяющий залежи 3 и 4. В этой зоне наблюдаются эпидотизированные гнейсы, а крупнозернистые железистые кварциты превращены в тонкозернистые диафторированные разности.

Кабактинское рудопроявление

Кабактинское рудопроявление железа расположено в истоках руч. Кабакта и на водоразделе ручьев Кабакта и Таланга-Макит (центральная часть Сутамского железорудного района). Локализовано в метаморфических породах нельгуйской свиты, представленной монотонной толщей гиперстеновых и магнетит-гиперстеновых гнейсов с редкими прослоями гиперстен-плагиоклазовых и магнетит-двупироксен-плагтоклазовых кристаллических сланцев. Рудопроявление представлено четырьмя крутопадающими (60-85) залежами линзовидной формы протяженностью от 1 до 4 км и мощностью до 30-50м. Залежи вытянуты цепочкой друг за другом и в плане образуют фигуру S-образной формы, протяженностью 10 км и шириной от 100 до 700м. Руды представлены среднезернистыми полосчатыми гнейсовидными магнетитовыми и гиперстен-магнетитовыми кварцитами с содержанием железа общего 35.84 %, магнетитового 29.39 %, серы 0.088 % и пятиокси фосфора 0.188 %

Талангское рудопроявление

Рудопроявление расположено в центральной части Сутамского блока на водоразделе рек Таланга и Таланга-Макит. Проявление локализовано, так же, как и Кабактинское среди магнетит-гиперстеновых гнейсов нельгуйской свиты и представлено семью рудными телами и серией более мелких линз магнетитовых и гиперстен-магнетитовых кварцитов, распространенных на площади проявления дугообразной формой длиной 6 км и шириной 0.5-1 км. Рудные тела имеют крутое падение (60-70), линзовидную форму и вытянуты цепочкой друг за другом. Каждое рудное тело состоит из двух сближенных на расстояние 10-40 м пластов магнетитовых кварцитов, которые на концах тел смыкаются, т.е. они формируют центральные части мелких изоклинальных складок. Суммарная мощность пластов каждого тела колеблется в пределах 35-40 м. Среднее содержание железа общего в рудах составляет 40.16 %, железа магнетитового 35.87 %, серы 0.1 % и пятиокси фосфора 0.16 %.

Субтугутурское рудопроявление

Расположено на правом берегу среднего течения реки Нижняя Джелинда, в пределах наиболее высокой в районе горы Субтугутур и ее южных отрогов. В геологическом строении участка принимают участие раннеархейские метаморфизованные образования нельгуйской и сеймской

свит, позднеархейские метаморфизованные метагаббро. Нельгюйская свита представлена монотонной толщей гиперстеновых плагиогнейсов с редкими прослоями амфибол-пироксеновых кристаллических сланцев. В 350-400 м от кровли свиты залегает железорудный горизонт, который подстилается пачкой мощностью 40-50 м магнетит-пироксен-плагтоклазовых кристаллических сланцев и перекрывается гиперстеновыми гнейсами с прослоями гранат-гиперстеновых гнейсов. Мощность горизонта 10-56 м. Мощность свиты более 2000 м.

Сеймская свита сложена гранатовыми плагиогнейсами с прослоями гранат-кордиеритовых, графит-биотит-гранатовых диопсидовых гнейсов и полевошпатовых и гранатовых кварцитов. В нижней части свиты отмечаются редкие линзы гиперстен-магнетитовых железистых кварцитов. Мощность свиты более 1000 м. Рудопроявление представлено залежью плоскообразной формы длиной 9 км и мощностью от 10 до 56 м. На северо-западном конце залежи отмечается крючкообразный изгиб. Падение залежи крутое на восток-северо-восток. В северо-восточной части проявления структура залежи представляет собой синформную складку, в ядре которой залегают нижние части нельгюйской свиты, на крыльях – верхние части и образования сеймской свиты. Залежь сложена средне- крупнозернистыми гиперстен-магнетитовыми кварцитами гнейсовидной или полосчатой текстуры, содержание магнетита колеблется от 30 до 50 %, гиперстена 5-10 %. Мощности отдельных рудных тел залежи определялись по методу касательных по 10 профилям и варьируют от 10 м до 56 м.

Худучинское рудопроявление

Расположено на правом берегу р. Тас-Юрх (левый приток р. Сутам), в бассейне руч. Худучи. Основные железорудные залежи выявлены в его центральной части (в полосе северо-восточного простирания длиной 8 км и шириной до 3 км.). Наибольшим распространением (около 80 % площади) пользуются образования нельгюйской свиты. Выходы пород сеймской свиты резко ограничены (около 20 % площади) и дешифрируются на АФС в виде зигзагообразных полос. Нельгюйская свита представлена гиперстеновыми и биотит-двупироксеновыми гнейсами с пачками и линзовидными прослоями магнетит-амфибол-двупироксеновыми кристаллическими сланцев. Мощность свиты более 3000 м.

В сеймской свите выявлен железорудный горизонт, сложенный средне- крупнозернистыми, полосчатыми, грубополосчатыми, гнейсовидными гиперстен-магнетитовыми кварцитами. Мощность горизонта в центральной части 30-40 м, в северо-западном и юго-восточном направлениях мощность уменьшается до 5-20 м.

Рудопроявление представлено тринадцатью крутопадающими залежами линзовидной формы протяженностью от 0.5 до 2.5 км и мощностью до 100 м. Наиболее крупными из них являются залежи 3, 8, 9, 10, остальные рудные тела представлены маломощными линзами с незначительной протяженностью и глубиной погружения. Содержание магнетита достигает 35-50 %. По данным химического анализа содержание суммы окислов железа составляет 40-52 %. Все рудные тела имеют согласные контакты с вмещающими породами.

Рудопроявление Ягиндя

Расположено в западной части Сутамского района, на левом берегу р. Усмун, в 20 км севернее устья. Рудопроявление представлено двумя залежами линзовидной формы. Первая из них протяженностью 2.2 км и мощностью до 120 м имеет форму дуги, обращенной выпуклой частью к северо-западу. Падение залежи крутое (60-85) северо-восточное в участках параллельных крыльев и крутое (50-60) северо-западное в участке ее перегиба.

В результате проведения структурных исследований установлено, что первая залежь представляет собой смятую в дугу ядерную часть опрокинутой синклинали складки, а в северо-западной части залежи в ядре складки сохранились перекрывающие железорудный горизонт гранат-биотитовые и графит-гранат-биотитовые гнейсы.

Вторая залежь линзовидной формы протяженностью 270 м и максимальной мощностью 50 м расположена параллельно северо-восточному крылу первой залежи. По периметру залежь

от подстилающих гранатовых гнейсов отделяется маломощной (первые метры) пачкой оливин-пироксеновых грубозернистых пород. Внутренняя структура залежи расшифровывается как опрокинутая на юго-запад изоклиальная складка. Сложена залежь преимущественно грубополосчатыми средне-, крупнозернистыми магнетитовыми кварцитами с содержанием магнетита от 5 до 40 %. Отмечаются отдельные прослои мощностью до 1-2 м., сложенные магнетитовыми кварцитами с содержанием магнетита 2-5 %. Наряду с магнетитовыми кварцитами в краевых частях залежи присутствуют пироксен-магнетитовые и гранат-магнетитовые железистые кварциты. Таким образом, на месторождении Ягиндя отмечается четкая минералогическая зональность железорудного горизонта, выразившаяся сменой пироксен-магнетитовых, гранат-магнетитовых кварцитов краевых частей горизонта последовательно магнетитовыми и магнетит-железнослюдковыми кварцитами к средней части горизонта. По этому признаку, а также по наличию прослоев магнетит-железнослюдковых кварцитов рудопроявление Ягиндя отличается от других изученных в Сутамском районе.

Общие черты геологического строения рудопроявлений железа гидатской серии

Как было отмечено выше, стратиграфический разрез раннеархейской гидатской серии пород в пределах Сутамского блока расчленен на две свиты: нижнюю – нельгюйскую и верхнюю – сеймскую. К верхней части разреза нельгюйской свиты приурочен железорудный горизонт, представленный магнетитовыми, гиперстен-магнетитовыми кварцитами. На отдельных участках в пределах сеймской свиты выделяются три подсвиты: нижняя – кальцифир-кварцитовая с железорудным горизонтом, представленным гиперстен-, диопсид-магнетитовыми, спессартин-диопсид-магнетитовыми, диопсид-железослюдково-магнетитовыми кварцитами и магнетитовыми гиперстенитами; средняя – существенно гранато-гнейсовая и верхняя – кварцитовая.

Наиболее широким распространением пользуются проявления магнетитовых кварцитов, приуроченные к нижнему железорудному горизонту, характеризующемуся однородным внутренним строением и относительно устойчивым составом руд. Это средне-, крупнозернистые полосчатые магнетитовые и гиперстен-магнетитовые железистые кварциты, имеющие резкие контакты с вмещающими породами. В изученных проявлениях мощность железорудного горизонта варьирует от 10 м. до 40 м., на остальных участках она становится меньше вследствие наложенных деформаций (тектоническое расланцевание и разлинзование).

В отличие от нижнего горизонта верхний железорудный горизонт характеризуется изменчивостью как минерального состава, так и мощностей. Наибольшая мощность (60м) верхнего горизонта наблюдается на проявлении Ягиндя. Здесь же отмечается минералогическая зональность, выразившаяся в смене от краевых частей к центральной силикатно-магнетитовых руд магнетитовыми и магнетит-железно-слюдковыми. Восточнее, на Худучинском рудопроявлении, мощность горизонта становится меньше (5-30м.), практически не выражена минералогическая зональность горизонта (хотя в редких образцах руд встречается железная слюдка до 1 %). Наряду с магнетитовыми кварцитами, в составе горизонта появляются магнетитовые гиперстениты.

Еще восточнее, на Олимпийском месторождении и проявлении Гиперстеновом наряду с магнетитовыми кварцитами и гиперстенитами появляются разности этих пород, содержащие спессартин. Аналогичная ассоциация руд наблюдается и в Ампардахской группе проявлений. Железорудные горизонты, как и вмещающие породы, метаморфизованы в гранулитовой фации метаморфизма, имеют согласное залегание и смяты двумя генерациями складок, что свидетельствует об их существовании еще до образования раннеархейских гранитоидов района и отсутствии генетической связи железных руд района с гранитоидами.

Важное рудоцентрирующее значение для железистых кварцитов имеют дважды проявленная складчатость. Наиболее перспективные проявления слагают ядерные части мелких изоклиальных синклинальных складок (рудопроявления Ягиндя, Худучи, Талангское, Кабактинское), где происходит складчатое удвоение мощности железорудного горизонта. Наложение поперечной складчатости еще в большей мере привело к концентрации вещества железорудного горизонта и

образованию зигзагообразных и дугообразных форм железорудных залежей.

Наряду с проявлениями, залегающими в ядрах синклиналиных складок, выявлены проявления слагающие крылья (Олимпийское) или крыло (Субтугутурское) антиклиналиных складок, осложненных также поперечной складчатостью. Проведенные исследования показали, что большинство изученных проявлений обладают ограниченными перспективами на глубину поскольку залегают в ядрах мелких синклиналиных складок. Большими перспективами на глубину обладают проявления, залегающие на крыльях антиклиналиных структур (Олимпийское и Субтугутурское).

Заключение

Современный период экономического и социального развития как Российской Федерации, так и непосредственно Республики Саха (Якутия) ставит перед горно-геологической службой задачи расширения и экономически выгодного освоения минерально-сырьевых ресурсов. Вовлечение в эксплуатацию месторождений железа Сутамского блока АСЦ, наряду с разработкой Эльгинского угольного месторождения, существенно снизит себестоимость эксплуатации железной дороги и придаст региону исключительное экономическое развитие вплоть до создания вместе с железорудными месторождениями других районов мощной металлургической базы. В создании такой базы Сутамский район по объему ресурсов является третьим, после Чаро-Токкинского и Южно-Алданского железорудным районом Алданской провинции (>3 млрд. т), ближе всех расположенных к Эльгинскому месторождению (менее 90 км) [5].

Важнейшим компонентом железистых кварцитов многих месторождений, а также сформировавшихся за их счет залежей богатых железных руд других формаций являются благородные металлы, выступающие в качестве одного из крупнейших нетрадиционных источников попутной золото-платиновой добычи [7; 8].

Хотя отдельные месторождения в докембрийских железорудных формациях имеют относительно небольшие размеры, общие же запасы их руд огромны, поэтому и они имеют важное промышленное значение. Кроме того, изучение географического положения, характера их распределения и способа образования дают ценную информацию относительно природы и тектонических особенностей ранней докембрийской коры.

Литература

1. Александров, Ю.А. Докембрийские железорудные формации СССР / Ю.А. Александров. – Текст : непосредственный // Докембрийские железорудные формации мира. – Москва : Мир, 1975. – С. 172-205.
2. Рудные месторождения СССР : в 3 томах. Т. 1. : монография / под редакцией академика В. И. Смирнова. – издание 2, переработанное и дополненное. – Москва : Недра, 1974. – 352 с. – Текст : непосредственный.
3. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / под редакцией Л.М. Парфенова, М.И. Кузьмина. – Москва : Наука/Интерпериодика, 2001. – 571 с. – Текст : непосредственный.
4. Смирнов, В.И. Курс рудных месторождений : Учебник для ВУЗов./ В.И. Смирнов, А.И. Гинзбург, В.М. Григорьев, Г.Ф. Яковлев. – 2 издание, переработанное и дополненное – Москва : Недра, 1986. – 360 с. – Текст : непосредственный.
5. Жижин, В.И. Роль железных руд Сутамского района в экономическом развитии востока Южной Якутии и их характеристика / В.И. Жижин, В.М. Никитин. – Текст : непосредственный // Материалы второй республиканской научно-практической конференции «Пути решения актуальных проблем добычи и переработки полезных ископаемых Южной Якутии». – Нерюнгри, 2004. – С.146-150.
6. Дук, В.Л. Последовательность деформаций в архейских образованиях Сутамского блока / В.Л. Дук, В.В. Балаганский, А.Н. Зедгенизов. – Текст : непосредственный // Структурная и метаморфическая петрология раннего докембрия Алданского щита. – Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1975. – С. 19-41.

7. Чернышов, Н.М. Первые находки минеральных форм элементов платиновой группы в железистых кварцитах КМА (Центральная Россия) / Н.М. Чернышов, В.М. Изоитко, С.В. Петров, С.П. Молотков – Текст : непосредственный // Доклады РАН, 2003. – Т. 3, № 1. – С. 104-107.

8. Чернышов, Н.М. Новые минеральные формы платиноидов и золота в железистых кварцитах Лебединского месторождения КМА (Центральная Россия) / Н.М. Чернышов, С.В. Петров – Текст : непосредственный // Доклады РАН, 2006. – Т. 408, № 4. – С.586-589.

Referenses

1. Aleksandrov, Ju.A. Dokembrijskie zhelezorudnye formacii SSSR / Ju.A. Aleksandrov. – Tekst : neposredstvennyj // Dokembrijskie zhelezorudnye formacii mira. – Moskva : Mir, 1975. – S. 172-205.

2. Rudnye mestorozhdenija SSSR : v 3 tomah. T. 1. : monografija / pod redakciej akademika V. I. Smirnova. – izdanie 2, pererabotannoe i dopolnennoe. – Moskva : Nedra, 1974. – 352 s. – Tekst : neposredstvennyj.

3. Tektonika, geodinamika i metallogenija territorii Respubliki Saha (Jakutija) / pod redakciej L.M. Parfenova, M.I. Kuz'mina. – Moskva : Nauka/Interperiodika, 2001. – 571 s. – Tekst : neposredstvennyj.

4. Smirnov, V.I. Kurs rudnyh mestorozhdenij : Uchebnik dlja VUZov./ V.I. Smirnov, A.I. Ginzburg, V.M. Grigor'ev, G.F. Jakovlev. – 2 izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe – Moskva : Nedra, 1986. – 360 s. – Tekst : neposredstvennyj.

5. Zhizhin, V.I. Rol' zheleznyh rud Sutamskogo rajona v jekonomicheskom razvitii vostoka Juzhnoj Jakutii i ih harakteristika / V.I. Zhizhin, V.M. Nikitin. – Tekst : neposredstvennyj // Materialy vtoroj respublikanskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Puti reshenija aktual'nyh problem dobychi i pererabotki poleznyh iskopaemyh Juzhnoj Jakutii». – Nerjungri, 2004. – S.146-150.

6. Duk, V.L. Posledovatel'nost' deformatsij v arhejskih obrazovanijah Sutamskogo bloka / V.L. Duk, V.V. Balaganskij, A.N. Zedgenizov. – Tekst : neposredstvennyj // Strukturnaja i metamorficheskaja petrologija rannego dokembrija Aldanskogo shhita. – Jakutsk : JaF SO AN SSSR, 1975. – S. 19-41.

7. Chernyshov, N.M. Pervye nahodki mineral'nyh form jelementov platinovoj grupy v zhelezistyh kvarcitech KMA (Central'naja Rossija) / N.M. Chernyshov, V.M. Izoitko, S.V. Petrov, S.P. Molotkov – Tekst : neposredstvennyj // Doklady RAN, 2003. – Т. 3, № 1. – С. 104-107.

8. Chernyshov, N.M. Novye mineral'nye formy platinoidov i zolota v zhelezistyh kvarcitech Lebedinskogo mestorozhdenija KMA (Central'naja Rossija) / N.M. Chernyshov, S.V. Petrov – Tekst : neposredstvennyj // Doklady RAN, 2006. – Т. 408, № 4. – С.586-589.

Сведения об авторах

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

E-mail: pna-svfu@mail.ru

PULIAEV 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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 622.276

DOI 10.25587/SVFU.2023.29.1.003

И.Х. Асадов¹, Ю.Г. Данилов²

¹Национальное Аэрокосмическое Агентство Республики Азербайджан. г. Баку, Республика Азербайджан

²Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

E-mail: asadzade@rambler.ru

E-mail: dan57sakha@mail.ru

ВОПРОСЫ ВЗАИМОКАЛИБРОВКИ СПУТНИКОВЫХ СРЕДСТВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА СЖИГАЕМОГО ПОПУТНОГО ГАЗА В ФАКЕЛАХ

Аннотация. Проанализирована возможность проведения взаимной калибровки спутниковых средств определения объема сжигаемого попутного газа в факелах на нефтяных месторождениях. Рассмотрены существующие спутниковые методы оценки общего количества сжигаемого в факелах углеводородного попутного газа, реализуемые на базе данных MODIS и VIIRS. Произведен анализ методики определения мощности оптического радиационного излучения факелов на базе данных MODIS. Разработаны методы межсенсорной калибровки спутниковых измерителей, реализуемые путем внесения аддитивной калибровочной поправки на измеренную температуру объектов вне факела в первом случае, когда данные MODIS калибруются по показаниям VIIRS и на излучательность факела, в случае если показания VIIRS калибруются по показаниям MODIS. Приведены расчеты определения температуры факела, площади поверхности факела и радиационного тепла на единичную площадь. Определены алгоритмы межсенсорной калибровки. Рассмотрена и решена задача оптимального выбора температуры факелов углеводородного попутного газа, при котором эмиссия аэрозоля типа элементарного углерода (BC) может быть уменьшена по сравнению с максимальным уровнем генерации. Проведен анализ при какой средней температуре следует ожидать максимальную эмиссию BC, если статистика частотности факелов углеводородного попутного газа полностью известна. Определены значения, при которых эмиссия BC была бы максимальной.

Ключевые слова: попутный газ, калибровка, спутниковые измерения, факел, температура

I.Kh. Asadov¹, Yu.G. Danilov²

¹National Aerospace Agency of the Republic of Azerbaijan. Baku, Republic of Azerbaijan

²North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

E-mail: asadzade@rambler.ru

E-mail: dan57sakha@mail.ru

ISSUES OF MUTUAL CALIBRATION OF SATELLITE TOOLS FOR DETERMINING THE VOLUME OF BURNED ASSOCIATED GAS IN FLARE

Abstract. The possibility of carrying out mutual calibration of satellite means for determining the volume of associated gas burned in flares at oil fields is analyzed. Existing satellite methods for estimating the total amount of associated hydrocarbon gas flared, implemented on the basis of MODIS and VIIRS data, are considered. An analysis was made of the technique for determining the power of optical radiation from torches on the basis of the MODIS database. Methods were developed for intersensor calibration of satellite meters, implemented by introducing an additive calibration correction for the measured temperature of objects outside the plume in the

first case, when the MODIS data were calibrated according to the VIIRS readings and for the plume emissivity, in the case when the VIIRS readings are calibrated according to the MODIS readings. Calculations were given for determining the temperature of the torch, the surface area of the torch and radiation heat per unit area. Algorithms for intersensor calibration were determined. The problem of the optimal choice of the temperature of hydrocarbon associated gas torches, at which the emission of an aerosol of the elemental carbon (BC) type can be reduced in comparison with the maximum level of generation, is considered and solved. An analysis was made at what average temperature should the maximum BC emission be expected, if the statistics of the frequency of hydrocarbon associated gas flares are fully known. The values at which the BC emission would be maximum were determined.

Keywords: associated gas, calibration, satellite measurements, flame, temperature

Введение

Сжигание попутного газа, появляющегося при нефтедобыче, или при сжигании природного газа в факелах является технологической операцией высокотемпературного окисления этой продукции в факельных установках. Сжигание углеводородных газов в факелах неизбежно приводит к выбросу в атмосферу CO_2 , являющегося основным фактором глобального потепления климата [1, 2]. Согласно оценкам Всемирного Банка, каждый год в факелах сжигается около 150 миллиардов кубических метров природного газа, что эквивалентно 30 % всего объема потребляемого газа в Европейском Союзе. Сжигание ежегодно газа в объеме 400 миллионов тонн в год приводит к выбросу в атмосферу такого объема CO_2 , который эквивалентен 1,2 % всех ежегодных эмиссий этого газа на планете [3]. Первые работы по спутниковому контролю объемов сжигаемого в факелах газа появились в 70-х, 80-х годах прошлого столетия [4, 5]. Принцип такого контроля заключался в регистрации светового излучения факелов, поступающего на вход фоточувствительной бортовой аппаратуры. Первые практические работы были осуществлены по программе GGFR Всемирного Банка с помощью спутников NOAA в 2002 году. Бортовая аппаратура, установленная на этих спутниках, регистрировала световой сигнал в спектральном диапазоне 0,5-0,9 мкм с пространственным разрешением 2,7 км. При этом, для каждой страны была разработана индивидуальная модель калибровки данных измерений. Для устранения таких недостатков как низкое пространственное разрешение, отсутствие калибровки на борту, невозможность учета некоторых стран было предложено использовать для этой цели данные спектрорадиометра MODIS [6]. Была разработана методика измерений, в которой использовались данные как среднего инфракрасного диапазона (MIR), так и термального инфракрасного диапазона (TIR) [7, 8]. Национальный центр Геофизических данных (NGDC) также разработал методику, основанную на информации получаемой только с каналов MIR диапазона [1, 6]. Начиная с 2011 года NGDC используют данные спектрорадиометров VIIRS, которые имеют высокое пространственное разрешение, высокую чувствительность, а также средства калибровки, что позволило различить газовые факела от сжигания биомассы и вулканов.

Анализ методик, используемых для спутниковой оценки объема сжигаемого газа

Одна из наиболее практичных методик определения мощности оптического радиационного излучения факелов на базе данных MODIS была предложена в работе [9]. Согласно этой методике радиационная мощность газового факела может быть определена по формуле.

$$FRP = 4,34 \cdot 10^{-19} (T_4^8 - T_{4b}^8) \left(\frac{\text{Вм}}{\text{М}^2} \right) \quad (1)$$

где:

T_4 – яркостная температура, измеренная на длине волны 4 мкм (MIR), факела;

T_{4b} – яркостная температура, измеренная на той же длине волны, окружающих факел объектов.

Согласно [10], формула (1) верна для факелов в диапазоне температур (600-1500 K).

Согласно работе [11], разработана регрессионная модель между показателем объема сжигаемого газа и FRP в виде

$$GFV_1 = 2442,7 \cdot FRP \quad (2)$$

где GFV_1 – объем сжигаемого газа в $см^3$.

Точность оценки GFV по формуле (2) не превышает 2 %. Соответствующая регрессионная кривая приведена на рис. 1.

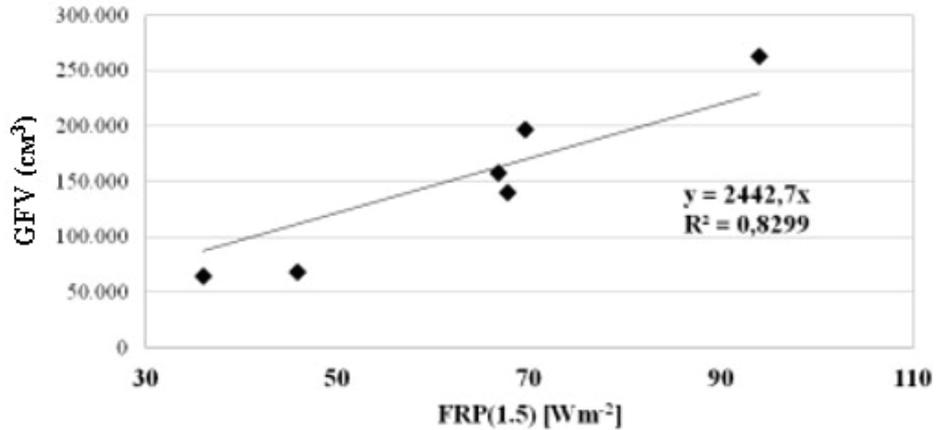


Рис. 1. Регрессионная зависимость между показателями GFV и FRP

Fig. 1 Regression relationship between GFV and FRP

Вместе с тем, существует методика определения объема сжигаемого газа по программе GGFR Всемирного Банка в сотрудничестве с NOAA примененных для спутников, запущенных в 2012 и 2017 годах, в которых используется спектрорадиометры VIIRS. Согласно [12], эти спутники проводят ночные измерения несколько раз за ночь и работают на длине волны, в которой эмиссия максимальна. Детекторы VIIRS позволяют ежегодно обнаруживать более 10000 факелов сжигания газа [13].

Согласно [13], также существует линейная регрессионная связь между оценками радиационного тепла VIIRS и оценками объема сжигаемого газа (рис. 2).

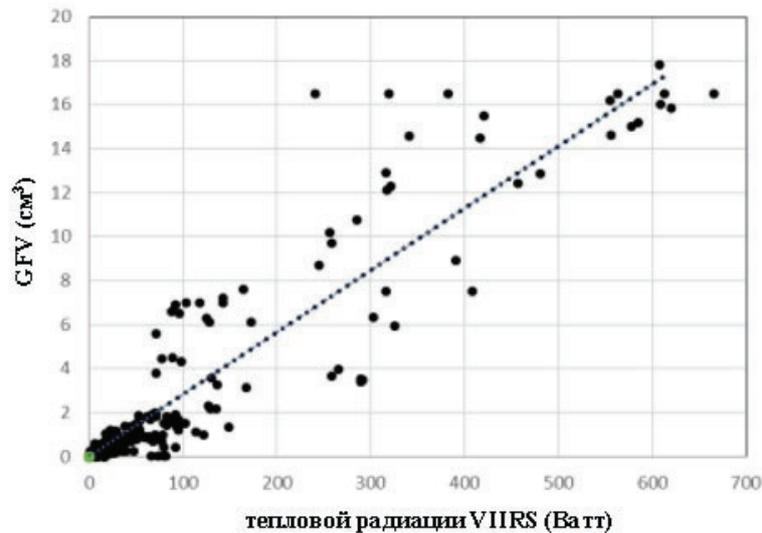


Рис. 2. Регрессионная связь между показателями оценками тепловой радиации VIIRS и GFV

Fig. 2. Regression relationship between indicators of thermal radiation estimates VIIRS and GFV

Методика оценки GFV на базе данных VIIRS заключается в следующем [13]. Температура факела определяется по формуле:

$$T = b/\lambda_{max} \quad (3)$$

где: T измеряется в К;

b – постоянная Вина;

λ_{max} – длина волны, на которой кривая Планка достигает максимума.

Радиационное тепло на единичную площадь J определяется как

$$J = \sigma \cdot \varepsilon \cdot T^4 \quad (4)$$

где: J измеряется в (Ватт/м²); ε – излучательность; σ – постоянная Стефана-Больцмана.

Площадь поверхности факела (м²), S определяется по формуле:

$$S = \frac{h_0}{h_d} \cdot S_0 \quad (5)$$

где: h_0 – высота кривой Планка при текущем измерении радиации;

h_d – максимально возможная высота кривой Планка при проводимых измерениях;

S_0 – площадь чувствительной поверхности фотоприемника.

Общее радиационное тепло RH определяется в Ваттах как

$$RH = J \cdot S \quad (6)$$

Объем сжигаемого газа в м³ определяется как

$$GFV_2 = RH \cdot J \cdot 0,0281 \quad (7)$$

Предлагаемый метод

С учетом вышеизложенных методик определения показателя GFV по показаниям MODIS и VIIRS можно предложить следующие методы межсенсорной калибровки указанных приборов.

1. Калибровка MODIS по показаниям VIIRS. С учетом (1), (2) и (7) запишем: $GFV_1 = GFV_2$, или

$$2442,7 \cdot 4,34 \cdot 10^{-19} [T_4^8 - (T_{4b} \pm \Delta T_{4b})^8] = \frac{RH \cdot J \cdot 0,0281}{10^6} \quad (8)$$

Как видно из (8), здесь используется калибровочная аддитивная составляющая применительно к T_{4b} . Из (8) получим

$$[T_4^8 - (T_{4b} \pm \Delta T_{4b})^8] = 0,0264 \cdot 10^8 \cdot J \cdot RH \quad (9)$$

Из (9) получаем

$$(T_{4b} \pm \Delta T_{4b})^8 = T_4^8 - 0,0264 \cdot 10^8 \cdot J \cdot RH \quad (10)$$

или

$$T_{4b} \pm \Delta T_{4b} = \sqrt[8]{T_4^8 - 0,0264 \cdot 10^8 \cdot J \cdot RH} \quad (11)$$

Таким образом после измерений показателей, и можно вычислить калибровочную поправку ΔT_{4b} .

2. Калибровка VIIRS по показаниям MODIS. С учетом (2), (4) и (7) получим

$$2442,7 \cdot FRP = \sigma(\varepsilon \pm \Delta\varepsilon)T^4 \cdot RH \cdot 2,81 \cdot 10^4 \quad (12)$$

Из (12) находим

$$(\varepsilon \pm \Delta\varepsilon) = 8,66 \cdot 10^2 \frac{FRP}{\sigma \cdot T^4 \cdot RH} \quad (13)$$

Таким образом, при известных значениях ε , FRP , σ , T и RH можно определить калибровочную поправку $\pm\Delta\varepsilon$.

Следовательно, предлагаемые методы межсенсорной калибровки могут быть реализованы по следующему единому алгоритму:

1. Определение величин GFV_1 и GFV_2 по формулам (2) и (7), составление равенства

$$GFV_1 = GFV_2 \quad (14)$$

2. Определение калибруемого показателя путем добавления к его величине калибровочной аддитивной поправки.

3. Определение калибровочной поправки на основе равенства (14).

В целом, согласно [14], чем выше температура факела, тем полное сгорает углеводородный газ и тем меньше генерируется аэрозоль. В этой работе введено понятие коэффициента эмиссии ВС, зависящий от температуры факела. Соответствующий график зависимости коэффициента эмиссии $\omega(x)$ приведен на рис. 3. где на оси x – температура в К.

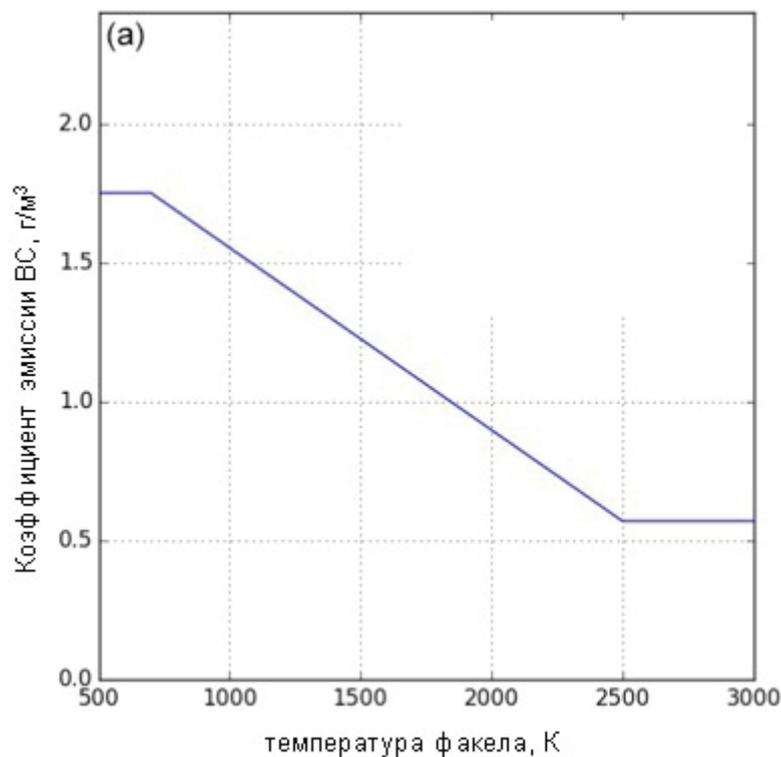


Рис. 3. График зависимости коэффициента эмиссии ВС от температуры факела

Fig. 3 Plot of emission factor BC versus flame temperature

При этом статистики температур сжигания факелов составленные по данным SLSTR и VIIRS почти одинаковы [14]. На рис. 4. Приведена гистограмма распределения температур сжигания газа в факелах [14].

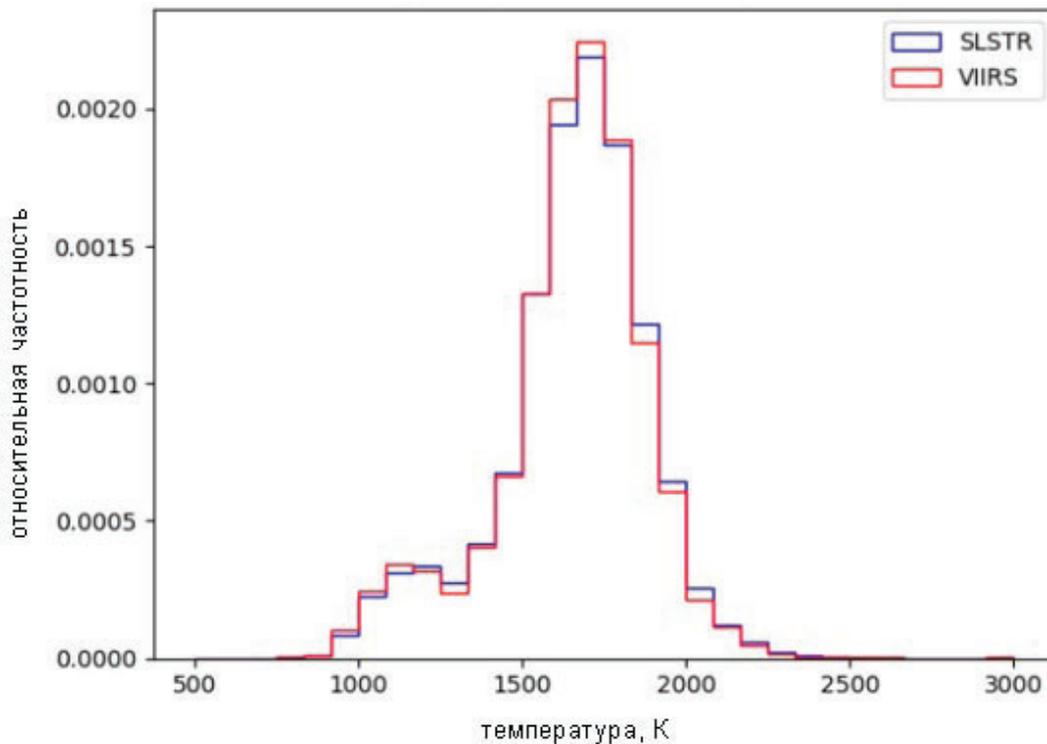


Рис. 4. Гистограмма распределения температур сжигания газа в факелах

Fig. 4 Histogram of distribution of gas combustion temperatures in flares

Как видно из гистограммы, приведенной на рис. 4 общий вид этой кривой напоминает сложение двух гауссовских кривых центрированных в точках $T = 1200 \text{ K}$ и $T = 1700 \text{ K}$.

Отсюда возникает следующая задача исследования: Следует определить, при какой средней температуре следует ожидать максимальную эмиссию ВС, если статистика частотности факелов полностью известна.

Далее, для проводимого анализа примем следующие исходные предположения:

1. Температура факелов рассматривается в качестве случайной величины являющейся суммой двух независимых случайных величин x_1, x_2 . При этом имеется в виду не алгебраическое суммирование, а статистическое суммирование, т.е. суммируются частотности появления этих двух случайных температур факелов.

2. Вышеуказанными двумя случайными величинами являются появление низкотемпературных факелов и появление высокотемпературных факелов.

3. Вводятся на рассмотрение случайные величины

$$z_1 = \omega(x_1) \cdot x_1 \quad (15)$$

$$z_2 = \omega(x_2) \cdot x_2 \quad (16)$$

где:

x_1 – случайная величина, показывающая появление низкотемпературного факела;

$\omega(x_1)$ – частотность появления низкотемпературного факела;

x_2 – случайная величина, показывающая появление высокотемпературного факела;

$\omega(x_2)$ – частотность появления высокотемпературного факела.

Хорошо известно, что плотность распределения вероятности двух независимых случайных величин определяется путем произведения соответствующих плотностей, т.е.

$$f_0(z_1, z_2) = f_1(z_1) \cdot f_2(z_2) \quad (17)$$

где f_1, f_2 – соответствующие плотности вероятности z_1 и z_2 .

С учетом (15) и (16), выражение (17) перепишем как

$$f_0(z_1, z_2) = f_1(\omega(x_1) \cdot x_1) \cdot f_2(\omega(x_2) \cdot x_2) \quad (18)$$

Целью исследования является определение такого соотношения между f_1 и f_2 при котором $f(z_1, z_2)$ достиг бы экстремальной величины. Взяв производную f_1 и f_2 по z_1 и z_2 соответственно и приравняв результат нулю получим

$$\frac{\partial f_0}{\partial f_1} \cdot \frac{df_1}{dz_1} + \frac{\partial f_0}{\partial f_2} \cdot \frac{df_2}{dz_2} = 0 \quad (19)$$

С учетом

$$\frac{\partial f_0}{\partial f_1} = f_2; \quad \frac{\partial f_0}{\partial f_2} = f_1 \quad (20)$$

Из (19) и (20) получаем

$$f_2 \cdot \frac{df_1}{dz_1} + f_1 \cdot \frac{df_2}{dz_2} = 0 \quad (21)$$

Из (21) можем написать

$$\frac{f_1'}{f_1} = -\frac{f_2'}{f_2} \quad (22)$$

Интегрируя левую и правую стороны (22) получим

$$\ln f_1 + \ln f_2 = C; \quad C = const \quad (23)$$

где: – постоянная интегрирования.

Из выражения (23) окончательно получим:

$$f_1 \cdot f_2 = C_1; \quad C_1 = const \quad (24)$$

или

$$f_1 = \frac{C_1}{f_2} \quad (25)$$

Следовательно, при выполнении условия (25) f_0 достигает экстремума тип которого (минимум или максимум) может быть определен при рассмотрении конкретных типов распределений.

Рассмотрим пример. Допустим, что f_1 и f_2 являются Гауссовскими функциями:

$$f_1 = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{z_1}^2}} \exp \left[-\left(\frac{z_1 - m(z_1)}{2\sigma_{z_1}} \right)^2 \right] \quad (26)$$

$$f_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{z_2}^2}} \exp \left[-\left(\frac{z_2 - m(z_2)}{2\sigma_{z_2}} \right)^2 \right] \quad (27)$$

Очевидно, что в (19) $\frac{\partial f_0}{\partial f_1}$ и $\frac{\partial f_0}{\partial f_2}$ являются положительными величинами.

Вычислим производные $\frac{df_1}{dz_1}$ и $\frac{df_2}{dz_2}$. Имеем:

$$\frac{df_1}{dz_1} = \frac{-2}{\sqrt{2\pi\sigma_{z_1}^2}} \exp \left[-\left(\frac{z_1 - m(z_1)}{2\sigma_{z_1}} \right)^2 \right] \cdot \frac{(z_1 - m(z_1))}{2\sigma_{z_1}^2} \quad (28)$$

$$\frac{df_1^2}{dz_1^2} = \frac{-2 \cdot 2}{\sqrt{2\pi\sigma_{z_1}^2}} \left[\exp \left[-\left(\frac{z_1 - m(z_1)}{2\sigma_{z_1}} \right)^2 \right] \cdot \left[\frac{(z_1 - m(z_1))}{2\sigma_{z_1}^2} \right]^2 + \frac{\exp \left[-\left(\frac{z_1 - m(z_1)}{2\sigma_{z_1}} \right)^2 \right]}{2\sigma_{z_1}^2} \right] \quad (29)$$

Как видно из (29) $\frac{df_1^2}{dz_1^2}$ всегда отрицательна. Аналогично (28) можно показать, что $\frac{df_2^2}{dz_2^2}$ также всегда отрицательно.

Следовательно, при решении (25) функционал (18) достигает максимума. Это означает, что z значения, при котором эмиссия ВС была бы максимальной может быть вычислена с учетом (25), (26) и (27) из условия

$$\sqrt{\frac{2\pi\sigma_{z_2}^2}{2\pi\sigma_{z_1}^2} \exp \left[-\left(\frac{z_1 - m(z_1)}{2\sigma_{z_1}} \right)^2 + \left(\frac{z_2 - m(z_2)}{2\sigma_{z_2}} \right)^2 \right]} = C_1 \quad (130)$$

Таким образом, согласно (30) при наличии значений пяти величин из множества $\{\sigma_{z_1}, \sigma_{z_2}, m(z_1), m(z_2), z_1, z_2\}$ можно вычислить остальную шестую, при которой f_0 достигнет максимума, т.е. генерация ВС достигнет максимального значения. Эвристически ясно, что на практике этого вычисленного значения искомого показателя надо избегать, чтобы не допустить максимальной генерации аэрозоля типа ВС.

Заключение

Проанализированы существующие спутниковые методы оценки общего количества сжигаемого в факелах углеводородного попутного газа, реализуемые на базе данных MODIS и VIIRS. Предложены методы межсенсорной калибровки спутниковых показателей, предусматривающие внесение аддитивной калибровочной поправки на измеренную температуру объектов вне факела в первом случае, когда данные MODIS калибруются по показаниям VIIRS и на излучательность факела, в случае если показания VIIRS калибруются по данным MODIS. Рассмотрена и решена задача оптимального выбора температуры факелов газа, при котором эмиссия аэрозоля типа элементного углерода (BC) может быть уменьшена по сравнению с максимальным уровнем генерации. Получено аналитическое выражение, позволяющее вычислить такие значения основных показателей факела, при которых уровень эмиссии аэрозоля мог бы достичь максимальной величины.

Литература

1. Elvidge C. D., Zhizhin M., Hsu F. C., Baugh K. E. VIIRS nightfire: satellite pyrometry at night// Remote Sens. 5. 4423-4449. doi:10.3390/rs5094423. 2013.
2. Ismail O. S., Umukoro G. E. Global impact of gas flaring, energy and power engineering. 4. 290-302. doi:10.4236/epe.2012.44039. 2012.

3. World Bank: Global Gas Flaring Reduction. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTGGFR/0>. 2012.
4. Croft T. A. Night-time images of the earth from space// *Sci. Am.* 239. 68-79. 1978.
5. Muirhead K., Cracknell A. P. Identification of gas torches in the North Sea using satellite data// *Int. J. Remote Sens.* 5. 199-212. doi:10.1080/01431168408948798. 1984.
6. Elvidge C. D., Baugh K. E., Anderson S., Ghosh T., Ziskin D. Estimation of gas flaring volumes using NASA MODIS fire detection products// NOAA National Geophysical Data Center (NGDC). 2011.
7. Marchese F., Lacava T., Pergola N., Hattori K., Miraglia E., Tramutoli V. Inferring phases of thermal unrest at Mt. Asama (Japan) from infrared satellite observations// *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 237-238. 10-18. 2012.
8. Steffke A. M., Harris A. J. A review of algorithms for detecting volcanic hot spots in satellite infrared data// *B. Volcanol.* 73. 1109-1137. 2011.
9. Kaufman Y. J., Justice C. O., Flynn L. P., Kendall J. D., Prins E. M., Giglio L., Ward D. E., Menzel W. P., Setzer A. W. Potential global fire monitoring from EOS-MODIS// *J. Geo-phys. Res.* 103. 32215-32238. 1998.
10. Wooster M. J., Shukiv B., Oertel D. Fire radiative energy for quantitative study of biomass burning; derivation from the BIRD experimental satellite and comparison to MODIS fire products// *Remote Sens. Environ.* 86. 83-107. 2003.
11. Faruolo M., Coviello I., Filizzola C., Lacava T., Pergola N., Tramutoli V. A satellite-based analysis of the Val d'Agri (South of Italy) oil center gas flaring emissions// *Natural Hazards and Earth System Sciences.* 2. 4101-4133. 2014. doi:10.5194/nhessd-2-4101-2014.
12. World Bank's Global. Methodology for determining the gas flare volumes from satellite data.
13. Elvidge C. D., Zhizhin M., Baugh K., Hsu F. C., Ghosh T. Methods for global survey of natural gas flaring from visible infrared imaging radiometer suite data// *Energies* 2016. 9. 14. <https://doi.org/10.3390/en9010014>.
14. Caseiro A., Gehrke B., Rucker G., Leimbach D., Kaiser J. Gas flaring activity and black carbon emissions in 2017 derived from Sentinel-3A SLSTR// <https://doi.org/10.5194/essd-2019-99>

References

1. Elvidge C. D., Zhizhin M., Hsu F. C., Baugh K. E. VIIRS nightfire: satellite pyrometry at night// *Remote Sens.* 5. 4423-4449. doi:10.3390/rs5094423. 2013.
2. Ismail O. S., Umukoro G. E. Global impact of gas flaring, energy and power engineering. 4. 290-302. doi:10.4236/epe.2012.44039. 2012.
3. World Bank: Global Gas Flaring Reduction. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTGGFR/0>. 2012.
4. Croft T. A. Night-time images of the earth from space// *Sci. Am.* 239. 68-79. 1978.
5. Muirhead K., Cracknell A. P. Identification of gas torches in the North Sea using satellite data// *Int. J. Remote Sens.* 5. 199-212. doi:10.1080/01431168408948798. 1984.
6. Elvidge C. D., Baugh K. E., Anderson S., Ghosh T., Ziskin D. Estimation of gas flaring volumes using NASA MODIS fire detection products// NOAA National Geophysical Data Center (NGDC). 2011.
7. Marchese F., Lacava T., Pergola N., Hattori K., Miraglia E., Tramutoli V. Inferring phases of thermal unrest at Mt. Asama (Japan) from infrared satellite observations// *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 237-238. 10-18. 2012.
8. Steffke A. M., Harris A. J. A review of algorithms for detecting volcanic hot spots in satellite infrared data// *B. Volcanol.* 73. 1109-1137. 2011.
9. Kaufman Y. J., Justice C. O., Flynn L. P., Kendall J. D., Prins E. M., Giglio L., Ward D. E., Menzel W. P., Setzer A. W. Potential global fire monitoring from EOS-MODIS// *J. Geo-phys. Res.* 103. 32215-32238. 1998.
10. Wooster M. J., Shukiv B., Oertel D. Fire radiative energy for quantitative study of biomass burning; derivation from the BIRD experimental satellite and comparison to MODIS fire products// *Remote Sens. Environ.* 86. 83-107. 2003.
11. Faruolo M., Coviello I., Filizzola C., Lacava T., Pergola N., Tramutoli V. A satellite-based analysis of the Val d'Agri (South of Italy) oil center gas flaring emissions// *Natural Hazards and Earth System Sciences.* 2. 4101-4133. 2014. doi:10.5194/nhessd-2-4101-2014.

12. World Bank's Global. Methodology for determining the gas flare volumes from satellite data.
13. Elvidge C. D., Zhizhin M., Baugh K., Hsu F. C., Ghosh T. Methods for global survey of natural gas flaring from visible infrared imaging radiometer suite data// *Energies* 2016. 9. 14. <https://doi.org/10.3390/en9010014>.
14. Caseiro A., Gehrke B., Rucker G., Leimbach D., Kaiser J. Gas flaring activity and black carbon emissions in 2017 derived from Sentinel-3A SLSTR// <https://doi.org/10.5194/essd-2019-99>

Сведения об авторах

АСАДОВ И.Х. – докторант Национального аэрокосмического агентства Республики Азербайджан. г. Баку, Республика Азербайджан.

E-mail: asadzade@rambler.ru

ASADOV I.Kh. – doctoral student, National Aerospace Agency of the Republic of Azerbaijan. Baku, Republic of Azerbaijan.

ДАНИЛОВ Юрий Георгиевич – заместитель ректора СВФУ по вопросам устойчивого развития арктических территорий, профессор ИЕН СВФУ, к.г.н., доцент. г. Якутск, Российская Федерация.

E-mail: dan57sakha@mail.ru

DANILOV Yuri Georgievich – Deputy Rector for Sustainable Development of the Arctic Territories, Professor, Institute of Natural Sciences, Ammosov North-Eastern Federal University, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor. Yakutsk, Russian Federation

*М.И. Захаров^{1,2}, С. Гадаль^{1,2}*¹ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия² Университет Экс-Марсель, г. Экс-ан-Прованс, Франция

E-mail: mi.zakharov@s-vfu.ru

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

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ В ГОРНЫХ МЕРЗЛОТНЫХ ЛАНДШАФТАХ ПО АРХИВНЫМ ДАННЫМ LANDSAT С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Аннотация. Обнаружение ландшафтных изменений на основе разновременных, мультиспектральных и мультисенсорных спутниковых изображений с накоплением огромного массива архивных данных и многочисленных методологических разработок становится главным инструментом для территориального планирования и оценок устойчивости геосистем. Динамика и эволюция горных мерзлотных ландшафтов Арктики и северотаежных регионов представляют интерес процессам в контексте изменения климатических условий в следствии глобального потепления. Для изучения структурным и хронологическим процессов ландшафтных изменений часто используются большие массивы разновременных спутниковых данных, охватывающих 30-летний период. Как показывают многочисленные публикации, по-прежнему трудным является выбор подходящего метода обнаружения изменений, особенно в сложных горных территориях с ярко выраженными функциональными изменениями в ландшафтах. В этой статье мы демонстрируем методику моделирования динамики горных мерзлотных ландшафтов на восточном склоне хребта Орулган (Северо-Восток Сибири). Анализ главных компонент был использован для улучшения информации об изменениях из суммированных мультиспектральных разновременных данных. Результаты показали, что в период с 1999 по 2021 год в горных мерзлотных ландшафтах произошли значительные изменения, связанные с процессами сдвигов границ бореальных лесов и «озеленения» тундры.

Ключевые слова: ландшафтные изменения, динамика ландшафтов, эволюция ландшафтов, мерзлотные ландшафты, Landsat, ландшафтная структура, разновременные снимки, анализ главных компонент, ГИС, дистанционное зондирование, хребет Орулган, Северо-Восток Сибири

*M.I. Zakharov^{1,2}, S. Gadal^{1,2}*¹ North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia² Aix Marseille Univ, Université Côte d'Azur, Avignon Université, Aix-en-Provence, France

E-mail: mi.zakharov@s-vfu.ru

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

MOUNTAIN PERMAFROST LANDSCAPE CHANGES ASSESSMENT BY ARCHIVE LANDSAT DATA USING THE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Abstract. Detection of landscape changes based on multitemporal, multispectral and multisensor satellite imagery with the accumulation of a vast array of archival data and numerous methodological developments is becoming a major tool for spatial planning and assessments of geosystem resilience. The dynamics and evolution of mountain permafrost landscapes in the Arctic and boreal regions are of interest in the context of climate regime change as a consequence of global warming. Large multi-temporal satellite data sets covering a 30-year period are often used to study the structural and chorological processes of landscape change. As numerous publications show, selecting a suitable method of change detection remains a challenge, especially in complex mountainous areas with pronounced functional changes in landscapes. In this paper, we demonstrate a methodology for modelling the dynamics of mountain permafrost landscapes on the eastern slope of the Orulgan Ridge (North-Eastern Siberia). Principal component analysis was used to improve information on changes from summarized

multispectral multitemporal data. The results showed that between 1999 and 2021, the mountain permafrost landscapes underwent significant changes associated with the processes of boreal forest boundary shifts and “greening” of the tundra.

Keywords: landscape changes, landscape dynamics, landscape evolution, permafrost landscapes, Landsat, landscape structure, multi-temporal imagery, principal component analysis, GIS, remote sensing, Orulgan Ridge, North-East Siberia

Введение

По данным Global Mountain Explorer, горы в Якутии занимают 60 % всей территории [1]. По ландшафтному районированию на территории Якутии в качестве периферии Байкальского рифта выделяются 9 плоскогорных, 7 низкогорных и 7 среднегорных провинций Северо-Восточной Сибири и Южной Сибири [2].

Согласно описанию [3], высотная поясность Северо-Востока Сибири представлена четырьмя типами ландшафтов. Горные пустыни представлены эпилитно-лишайниковым покровом, приуроченным к водоразделам среднегорья и высокогорья. Горные тундры характеризуются двумя типами растительного покрова: лишайниково-моховым и кустарничково-разнотравно-дриадовыми. Кустарниковыми зарослями называют горные мерзлотные ландшафты, отличающиеся наличием кедрового стланика в сочетании с ольховниками, характерными для верхних частей склонов. Нижний ярус представлен горными лиственничными редколесьями с множеством вариантов подлесков: кустарниковой, кустарничково-лишайниковой, лишайниково-моховой, лишайниковой и др. По днищам горных долин широко распространены интразональные ландшафты. В долинах рек за счет согревающего действия воды и выделения внутренней энергии Земли по тектоническим разломам биоразнообразие и биопродуктивность ландшафтов значительно выше, чем в зональных.

Одним из важных понятий, которое необходимо учитывать, является понятие темпоральности в исследованиях пространственной динамики ландшафтов, географических пространств и территорий [4]. Это приводит к необходимости учитывать, как прошлые, так и будущие изменения, и в этом случае моделирование может принимать форму как ретроспективного, так и перспективного. В вопросах временной организации мерзлотных ландшафтов используется два понятия динамика и эволюция, согласно представлениям геосистемной концепции В.Б. Сочавы. Динамикой называют изменения состояния ландшафтов, происходящие в пределах одного инварианта [5], к таковым, прежде всего, относятся послепожарные восстановительные сукцессии. Эволюция – необратимое коренное преобразование структуры, связанное с трансформацией инвариантных свойств, к таким процессам мы можем отнести, например, экспансию лесов в сторону тундры.

В этом исследовании мы ставим цель выявить динамические и эволюционные процессы ландшафтных изменений с помощью доступных архивных данных Landsat.

Объект исследования

Район исследования выбран ключевой участок на восточном склоне хребта Орулган (рис. 1). В наших предыдущих публикациях [6, 7], мы провели геоинформационное картографирование и ландшафтный анализ этого участка с выявлением 22 типов урочищ; 8 типов местности и 6 типов (подтипов) зональных(высотно-поясных) и интразональных ландшафтов. В растительности преобладают горные лиственничные редколесья с постепенным переходом в редины близ верхних границ и на переувлажненных участках.



Terrain type	Landscape class							
	Mountain desert	Mountain tundra		Mountain woodland			Intrazonal	
	Land cover classes (geobotanic unit)							
	Epilithic lichen and bare rock	Moss, lichen and low shrub	Grass, forbs and low shrub	Sparse forest with lichen and grass	Sparse forest with low shrub, moss, lichen and grass	Sparse forest with low shrub and moss	Bogged sparse forest and shrub	Valley forest with shrub and meadow
Rock-ridge	1 -11...-13 0,5-1,0	3 -8...-11 0,7-2,0						
Glacial-valley		16 -2...-5 0,6-1,4					17 -2...-5 0,8-1,4	
Colluvial	2 -11...-13 1,0-1,5		4 -8...-11 0,7-2,0			10 -2...-6 2,0-3,0		
Deluvial colluvial			5 -8...-11 0,5-1,5	7 -2...-6 1,5-2,5	8 -2...-6 1,5-2,5	9 -2...-6 2,0-3,0		
Outwash				12 -4...-8 0,8-1,4	11 -4...-8 0,8-1,4		13 -4...-8 0,8-1,4	
Moraine		6 -8...-11 0,7-2,0	14 -0,5...-1,5 1,5-2,5			15 -4...-8 0,8-1,4		
Mid-terrace			18 -3...-5 0,8-1,2			19 -3...-5 0,8-1,2		
Low terrace					20 -2...-6 0,7-1,2	21 -1...-4 0,7-1,2	22 -2...-6 0,7-1,2	

Рис. 1. Ландшафтная структура района исследования на восточном склоне хребта Орулган

Fig. 1. Landscape structure of the research area on the eastern slope of the Orulgan ridge

Горная тундра непосредственно граничит с редколесьем, подгольцово-кустарниковые заросли не создают отдельный высотный тип. На сухих крутых и покатых склонах напочвенный покров представлен зелеными мхами и лишайником, реже встречается ерник. Более увлажненные пологие склоны преимущественно заняты кустарничково-зеленомошными лиственничными редколесьями. Ведущую роль в ландшафтном разнообразии восточного склона хребта Орулган играет сочетание различных геологических структур, которое обусловлено верхнечетвертичными тектоническими поднятиями и создает эрозионно-тектонические типы местности.

Методика и данные Landsat

Как правило, обнаружение изменений включает в себя применение мультивременных наборов данных для количественного анализа временных эффектов явления. Для мерзлотных ландшафтов для распознавания различных изменений используется множество различных подходов моделирования данных дистанционного зондирования [8].

В платформе Google Earth Engine мы использовали коллекции Top of Atmosphere, доступные для спутников Landsat 5, 7 и 8. Все спутниковые сцены в этих коллекциях скорректированы с учетом атмосферных эффектов с помощью алгоритмов TOA. Для всех изображений, полученных в период с 1 июля по 30 августа каждого года, мы маскировали облака, тени облаков и снег, определенные BQA, и рассчитывали NDVI на основе красного и ближнего инфракрасного диапазонов. Значения NDVI выше и ниже 0,9 и -0,9 были замаскированы чтобы удалить оставшиеся артефакты, которые возникли локально, например, из-за ошибки коррекции линии развертки Landsat 7. Впоследствии мы создали мозаику NDVI, рассчитав минимальное значение NDVI всех доступных сцен по трехлетним периодам с 1999-2021 гг.

В этой статье мы демонстрируем возможности обнаружения изменений на основе анализа главных компонент (PCA) [9], которое фиксирует максимальные отклонения в конечном числе ортогональных компонент на основе анализа собственных векторов матрицы корреляции данных, используемых для обнаружения изменений в различных исследованиях из-за того, что этот метод прост в применении и значительно обогащает информацию об изменениях [10]. Методика заключается в объединении исходных разновременных минимальных значений нормализованных вегетационных индексов (NDVI) в мозаику по трехлетним периодам данных Landsat в пространстве уменьшенной размерности путем определения новых полос значений, обобщающих информацию, содержащуюся в исходных, таким образом, чтобы максимизировать, со статистической точки зрения, количество исходной информации в ограниченное количество компонент (рис. 2).



Рис. 2. Методологическая схема изучения ландшафтных изменений по анализу главных компонент
 Fig. 2. Methodological scheme of studying landscape changes based on the analysis of the main components

Для обнаружения изменений с помощью основных компонент мы использовали плагин PCA4CD (<https://github.com/SMBuC/PCA4CD>), адаптированный для работы в QGIS. Мы также сравниваем обнаруженные изменения с картой типов урочищ.

Результаты

Мы применили PCA к 6 мозаикам со средним значением NDVI. Таким образом, полученные главные компоненты (4 главных компонента) соответствуют не точной дате, а сумме активности хлорофилла за весь период наблюдений (в данном случае за июль и август 1999-2021 гг.) (рис. 3). Кроме того, в каждом из них концентрируется процент информации, соответствующий той или иной сводке активности хлорофилла в изучаемом районе. Первый компонент имеет самую большую сводку информации из всех наших спутниковых изображений Landsat NDVI и составляет 93,64 % информации. От второго компонента объединенная информация становится гораздо менее значимой в процентном отношении, так как второй компонент концентрирует 2,46 %, третий 1,36 % и четвертый 1,04 %.

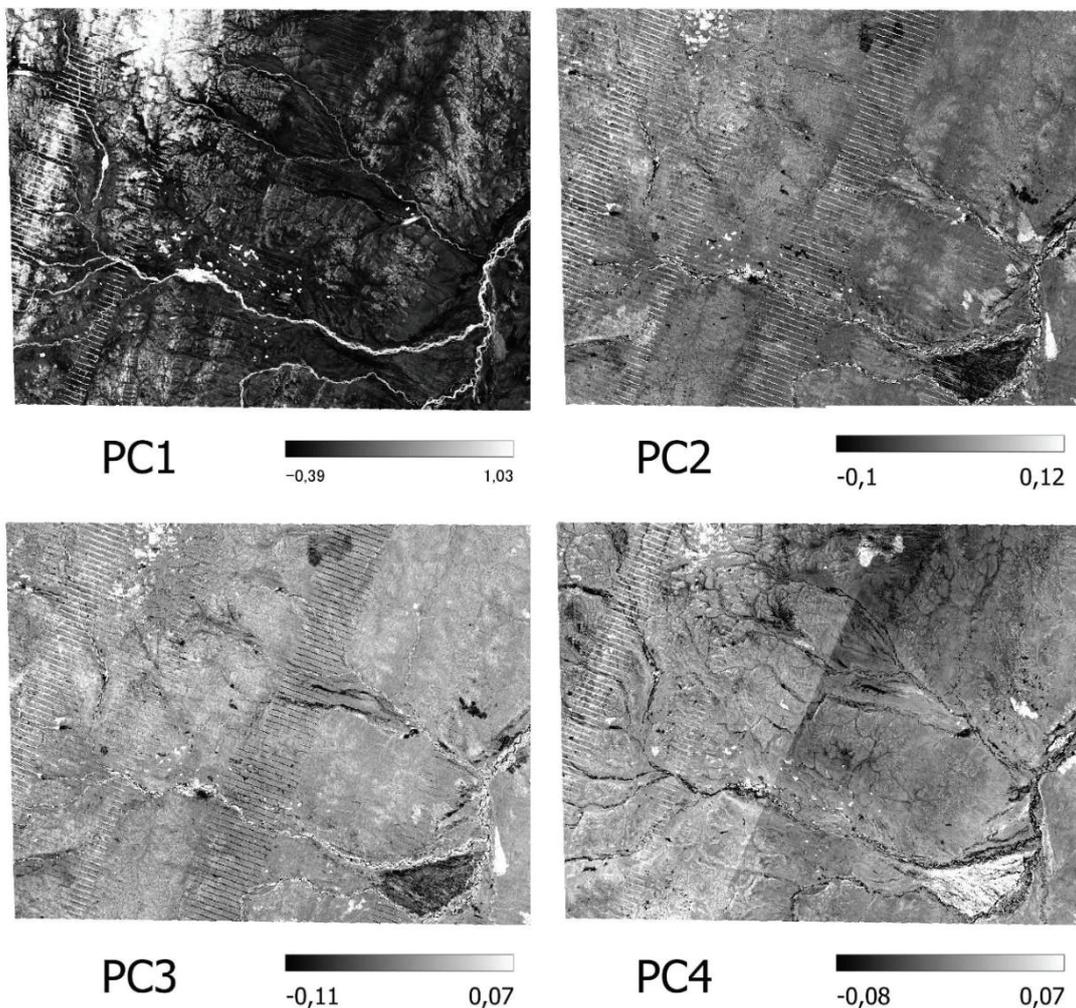


Рис. 3. Четыре главных компонента по использованным датасетам Landsat

Fig. 3. The four main components of the used Landsat datasets

Результаты анализа главных компонент показаны на рисунке 4. Анализ изменения первого главного компонента хорошо показывает многолетние процессы изменения ландшафтов и продуктивности биомассы, прежде всего процесс озеленения тундры и наступление на горную

пустыню, т. е. миграцию кустарников в высокогорья (рис. 4, а). Как показывают исследования [11] в условиях глобального потепления наблюдаются тенденции роста продуктивности тундровой зональной растительности, а также в ответ на нарушения целостности растительного покрова.

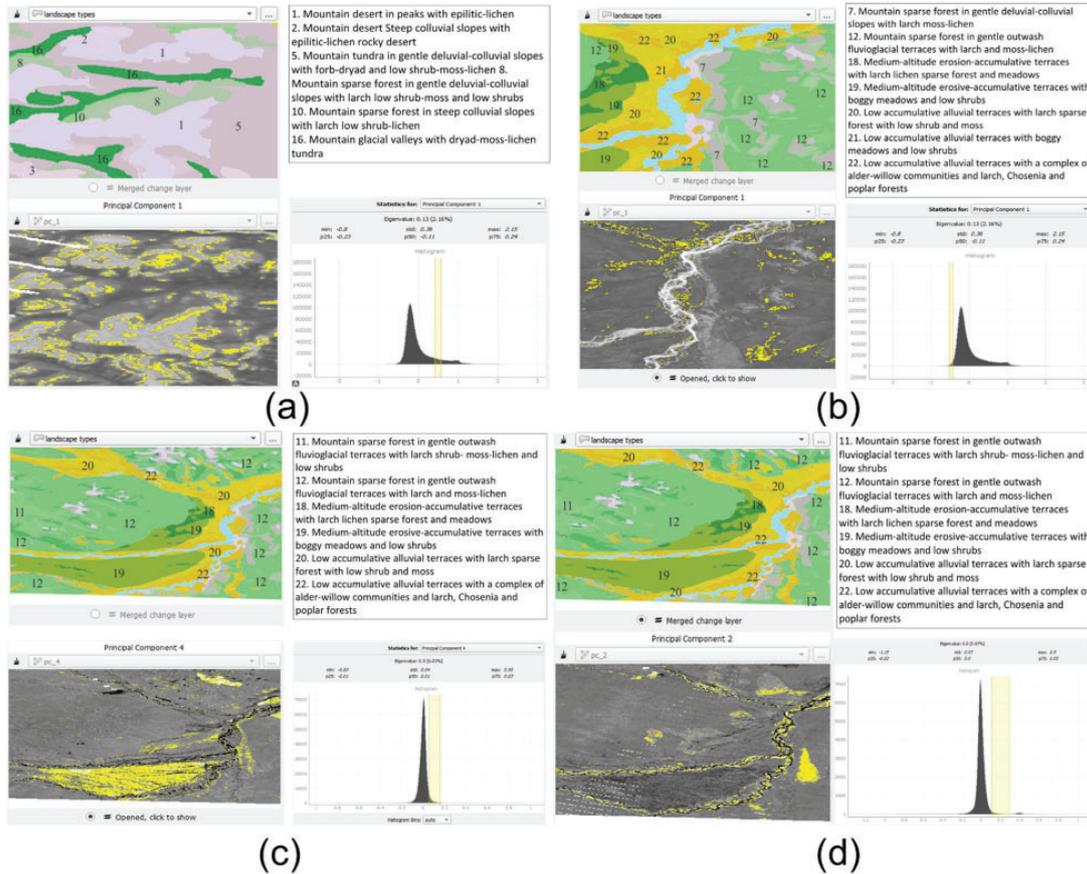


Рис. 4. Анализ изменений по главным компонентам (а) “озеленение” тундры; (б) структурные изменения в северотаежных лесах; (с) сукцессионная динамика лиственничных редколесий (молодая гарь); (д) сукцессионная динамика лиственничных редколесий (старая гарь)

Fig. 4. Analysis of changes in the main components (a) “greening” of the tundra; (b) structural changes in the North taiga forests; (c) successional dynamics of larch woodlands (young ash); (d) successional dynamics of larch woodlands (old ash)

Первый главный компонент (рис. 4, б) выявляет изменения в высокопродуктивных северотаежных интразональных ландшафтах, также связанные с долгосрочным повышением продуктивности лесов, и колебания низинных лугов, связанные с послепожарными сукцессиями. Эти изменения на исследуемой территории наблюдаются в интразональной тайге, преимущественно по долинам рек Бытантай и Омолой, а также в горных редколесьях задровых пологих склонов.

Существенные изменения наблюдаются при анализе четвертого главного компонента. Выделяется горелый лес 2000 г, который к 2021 г. практически вернулся в исходное состояние, то есть первый компонент проявляет постепенную тенденцию к восстановлению и прохождению сукцессионных стадий. Примечательно, что остальные пожары 2016 и 2019 годов не отображались в первой компоненте. Но второй основной компонент хорошо выделяет старые

гари и изменения, связанные с лесными пожарами. Негативные изменения более заметны для долинных ландшафтов, представленных на рис. 4 с и d, где такие потери зеленой массы фиксируются для некоторых участков густой растительности, что, безусловно, связано с речной эрозией, так как для горных рек характерна частая смена полос и резкие подъемы русла, подмывающие берега.

Ландшафтные изменения приводят к переходу лиственнично-лишайниковых редколесий в лиственничные кустарничково-мохово-лишайниковые редколесья. Это достаточно существенные эволюционные изменения, не связанные с лесными пожарами, и большинство вероятно, спровоцировано изменением климата.

Заключение

Всего на исследуемой территории выделено 5 категорий эволюционных и динамических ландшафтных изменений: 1) «озеленение» тундры; 2) «залесение» и расширение лесов; 3) осадконакопление и речная эрозия; 4) молодая гарь; 5) старый сгоревший участок.

Очевидно, что на изучаемой территории проявляется больше свидетельств смены структуры типов тундрового ландшафта. Таким образом, за последние два десятилетия в горной тундре, по сравнению с другими типами ландшафтов, произошли более качественные изменения, связанные с распространением отдельных видов кустарников и травянистой растительности. Эти сдвиги можно рассматривать как увеличение количества зелени на полученных картах NDVI. Интенсивность роста таких видов растительности, как *Dryas punctata*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex starts*, *C. rariflora*, *C. chordorrhiza*, *C. rotundata*, *Dupontia psilosantha* является реакцией на глобальное потепление и увеличение вегетационного периода этих преобладающих растительных сообществ. в тундре существенно изменяются [11]. Распространение тундры на возвышенные участки сильно ограничивается высотой и высокой устойчивостью горных пустынь, в которых сосудистые растительности довольно трудно приживаются, поэтому увеличения тундры не отмечено.

Наблюдается значительное увеличение площади леса за счет увеличения высоты, захватывающая тундровую зону. Преобладающие древесные породы (*Larix cajanderi*) и подрост кедра (*Pinus pumila*), низкорослые кустарники (*Betula divaricata*, *B. exilis*, *B. middendorffii*), ольха (*Duschekia fruticosa*) проявляют высокую устойчивость к изменению климата и, вероятно, составляют наиболее биопродуктивные лесные пейзажи горного хребта. Настоящее исследование доказало, что можно обнаружить и оценить композиционные и структурные сдвиги в типах ландшафта во время глобального потепления, используя временные ряды Landsat. Однако нельзя отрицать, что реакция каждого вида растительности на потепление не одинакова, что, вероятно, связано с их особыми экологическими характеристиками и основными потребностями, а также состоянием местонахождения. Степень реакции различных макросклонов на глобальное потепление еще предстоит выяснить, и в дальнейших исследованиях необходимо изучить виды растительности. Для горных районов характерны изменения растительного покрова в результате речных процессов. Отрицательные тренды в биомассе интразональных бореальных ландшафтов низкой террасы являются следствием процесса речной эрозии и лесных пожаров. Как правило, полосовые процессы 188 носят не деструктивный, а флуктуационный характер, учитывая еще и низкую вовлеченность этих территорий в землепользование.

Литература

1. Karagulle, D. Modelling global Hammond landform regions from 250-m elevation data / D. Karagulle, C. Frye, R. Sayre, S. Breyer, P. Aniello, R. Vaughan, D. Wright // Transactions in GIS – 2017. – 21. – P.1040–1060. <https://doi.org/10.1111/tgis.12265>
2. Федоров, А.Н. Мерзлотные ландшафты Якутии: методика выделения и вопросы картографирования / А.Н. Федоров. – Якутск, 1991. – 140 с.

3. Федоров, А.Н. Эволюция и динамика мерзлотных ландшафтов : 25.00.08 автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук: / Федоров Александр Николаевич. – Якутск, 2020. – 38 с. – Текст : непосредственный.
4. Арманд, А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А.Д.Арманд. – Москва : Наука, 1988. – 264 с.
5. Сочава, В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с
6. Захаров, М.И. Анализ ландшафтной структуры восточного склона хребта Орулган / М.И. Захаров, Ю.Г. Данилов, С. Гадал [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 3. – С. 49-55. <https://dx.doi.org/10.17513/use.37791>
7. Захаров, М.И. Мерзлотные ландшафты восточного склона хребта Орулган (на примере ключевого участка озера Булгунняхтах / М.И. Захаров, Ю.Г. Данилов, С. Гадал [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 3, ч. 2. – С. 68-72. <https://dx.doi.org/10.23670/IRJ.2022.117.3.050>
8. Jorgenson, M.T. Remote Sensing of Landscape Change in Permafrost Regions. / M.T. Jorgenson, G. Grosse. // Permafrost and Periglacial Process. – 2016 – 27: – P. 324-338. <https://doi.org/10.1002/ppp.1914>
9. Jolliffe, I.T. Principal Components Analysis / I. T. Jolliffe // 2nd ed. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer. – 2002 – 488 pp. <https://doi.org/10.1007/b98835>
10. Deng, J.S. PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data / J.S. Deng, K. Wang, Y.H. Deng, G.J. Qi // International Journal of Remote Sensing. – 2008. – 29:16. – P. 4823-4838. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160801950162>
11. Epstein, H. Tundra Greenness / H. Epstein, U. Bhatt, M. Raynolds, D. Walker, B.C. Forbes, T. Horstkotte, [et. al.] // Arctic Report Card. – 2018

References

1. Karagulle, D. Modeling global Hammond landform regions from 250-m elevation data. / D. Karagulle, C. Frye, R. Sayre, S. Breyer, P. Aniello, R. Vaughan, D. Wright // Transactions in GIS – 2017. – 21. – P.1040-1060. <https://doi.org/10.1111/tgis.12265>
2. Fedorov A.N. Permafrost landscapes of Yakutia: identification technique and mapping issues / A.N. Fedorov. – Yakutsk, 1991. – 140 p.
3. Fedorov A.N. Evolution and dynamics of permafrost landscapes: dis. ... dr geogr. Sciences: 25.00.08 / Fedorov Alexander Nikolaevich. – Yakutsk, 2020. – 38 p.
4. Armand A.D. Self-organization and self-regulation of geographic systems / A.D. Armand. – M.: Nauka, 1988. – 264 p.
5. Sochava V.B. Introduction to the doctrine of geosystems / V.B. Sochava. – Novosibirsk: Nauka, 1978. – 318 p.
6. Zakharov, M.I. Analysis of the landscape structure of the eastern slope of the Orulgan ridge / M.I. Zakharov, Yu.G. Danilov, S. Gadal [et al.] // Successes of modern natural sciences. – 2022. – No. 3. – P. 49-55. <https://dx.doi.org/10.17513/use.37791>
7. Zakharov, M.I. Permafrost landscapes of the eastern slope of the Orulgan ridge (on the example of the key area of Lake Bulgunnyakhtakh / M.I. Zakharov, Yu.G. Danilov, S. Gadal [et al.] // International Scientific Research Journal. – 2022. – No. 3 hours. 2. – pp. 68-72 <https://dx.doi.org/10.23670/IRJ.2022.117.3.050>
8. Jorgenson, M.T. Remote Sensing of Landscape Change in Permafrost Regions. / M.T. Jorgenson, G. Grosse. // Permafrost and Periglacial Process. – 2016 – 27: – P. 324-338. <https://doi.org/10.1002/ppp.1914>
9. Jolliffe, I.T. Principal Components Analysis / I. T. Jolliffe // 2nd ed. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer. – 2002 – 488 pp. <https://doi.org/10.1007/b98835>
10. Deng, J.S. PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data / J.S. Deng, K. Wang, Y.H. Deng, G.J. Qi // International Journal of Remote Sensing. – 2008. – 29:16. – P. 4823-4838. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160801950162>
11. Epstein, H. Tundra Greenness / H. Epstein, U. Bhatt, M. Raynolds, D. Walker, B.C. Forbes, T. Horstkotte, [et. al.] // Arctic Report Card. – 2018.

Сведения об авторах

ЗАХАРОВ Моисей Иванович – к.г.н., доцент эколого-географического отделения и с.н.с. лаборатории климата и северных экосистем ИЕН СВФУ, ассоциированный член лаборатории UMR ESPACE CNRS, г. Экс-ан-Прованс, Франция.

E-mail: mi.zakharov@s-vfu.ru

ZAKHAROV Moisei Ivanovich – Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Geography and Senior Researcher at the Laboratory of Climate and Northern Ecosystems, Institute of Natural Sciences, Ammosov North-Eastern Federal University, Associate Member of the UMR ESPACE CNRS Laboratory, Aix-en-Provence, France.

ГАДАЛЬ Себастьян – профессор Университета Экс-Марсель, г. Экс-ан-Прованс, Франция и профессор эколого-географического отделения ИЕН СВФУ.

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

GADAL Sébastien – Full Professor, Habilitation Doctor, Aix-Marseille University, Aix-en-Provence, France.

С.А. Тесленок, Р.Ю. Салямов
МГУ им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Россия
E-mail: teslenok-sa@mail.ru
E-mail: ru8tik@yandex.ru

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЕОГЛИФОВ ПЕРИОДА СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Аннотация. Главной целью данного исследования стало выявление мест распространения на территории Российской Федерации особого вида геоглифов – лесоглифов, сформированных в период существования Советского Союза, с целью последующего проектирования, создания, анализа и определения возможностей практического использования карт геоглифов, полученных с использованием возможностей геоинформационных систем и технологий. На основе анализа литературных и интернет-источников, и данных дистанционного зондирования получены геоизображения лесоглифов – геоглифов, созданные путем посадки деревьев, формирующих необходимый рисунок.

Лесоглифы являются наиболее интересными и крайне специфическими геоглифами более молодого (в отличие от наиболее известных) возраста, созданными в период существования Союза Советских Социалистических Республик. Подобные лесоглифы в виде надписей создавались к юбилейным датам, чаще всего Дня Победы. Но посвящались они и какому-нибудь другому особенному празднику или событию и могли быть посвящены, например, самому В. И. Ленину или годовщинам со дня рождения вождя трудящихся мирового пролетариата, Великой Октябрьской социалистической революции, образования Союза Советских Социалистических Республик, Коммунистическому союзу молодежи, Коммунистической партии Советского Союза либо ее съездам. Представляя собой надписи в виде разного рода поздравлений и лозунгов, чаще всего они имеют идеологическую направленность. Их делали массово, и сегодня сохранилось более пятидесяти подобных геоглифов. При этом наибольшее количество лесоглифов в разных вариантах посвящены именно В.И. Ленину и один из наиболее старых из них был высажен вблизи д. Макачёво Вологодской области в год его смерти в 1924 г. В больших количествах геоглифы советского времени начали появляться в СССР в 70-х годах XX в., когда по стране массово высаживалось огромное число деревьев. Тем не менее, информация о них стала известной не только местным жителям и широко доступной лишь с начала XXI в. – с развитием сети Интернет и увеличением доступности спутниковых снимков высокого разрешения.

На данном этапе исследования с использованием методов анализа литературных и интернет-источников исследуемой тематики, инвентаризации, описания, сравнения, анализа, оценки, дистанционного зондирования Земли были выявлены местоположение, особенности пространственного распространения, количество и важнейшие характеристики лесоглифов на территории современной России.

Ключевые слова: геоизображения; геоглифия; геоглифы; изучение геоглифов; лесоглифы; советские лесоглифы; данные дистанционного зондирования.

S.A. Teslenok, R. Yu. Salyamov
N.P. Ogarev Mordovian State University, Saransk, Russia
E-mail: teslenok-sa@mail.ru
E-mail: ru8tik@yandex.ru

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF GEOGLYPHS OF THE SOVIET UNION PERIOD

Abstract. The main purpose of this study was to identify the distribution sites on the territory of the Russian Federation of a special type of geoglyphs – forest glyphs formed during the existence of the Soviet Union, with the aim of subsequent design, creation, analysis and determination of opportunities for the practical use of geoglyph maps obtained using the capabilities of geoinformation systems and technologies. Based on the analysis of literary

and Internet sources and remote sensing data, geo-images of forest glyphs – geoglyphs created by planting trees forming the necessary pattern were obtained.

Forest glyphs are the most interesting and extremely specific geoglyphs of a younger (as opposed to the most famous) age, created during the existence of the Union of Soviet Socialist Republics. Similar forest glyphs in the form of inscriptions were created for anniversaries, most often Victory Day.

However, they were also dedicated to some other special holiday or event and could be dedicated, for example, to Vladimirt Lenin himself or the anniversaries of the birth of the leader of the working people of the world proletariat, the Great October Socialist Revolution, the formation of the Union of Soviet Socialist Republics, the Communist Youth Union, the Communist Party of the Soviet Union or its congresses. Representing inscriptions in the form of various kinds of congratulations and slogans, most often they have an ideological orientation. They were made en masse, and today more than fifty similar geoglyphs have been preserved. At the same time, the largest number of forest glyphs in different versions are dedicated to Lenin and one of the oldest of them was planted near villages Makachevo, Vologda region, in the year of his death in 1924. In large quantities, geoglyphs of the Soviet era began to appear in the USSR in the 1970s, when a huge number of trees were planted en masse across the country. Nevertheless, information about them has become known not only to local residents and widely available only since the beginning of the 21st century – with the development of the Internet and the increasing availability of high-resolution satellite images.

At this stage of the study, using methods of analyzing literary and Internet sources of the subject under study, inventory, description, comparison, analysis, evaluation, remote sensing of the Earth, the location, spatial distribution features, the number and most important characteristics of forest glyphs on the territory of modern Russia were identified.

Keywords: geoimages, geoglyphics, geoglyphs, study of geoglyphs, forest glyphs, Soviet forest glyphs, remote sensing data.

Введение

Практически каждый человек в течение своей жизни неоднократно совершает различные путешествия по разным территориям земного шара, прежде всего – для того, чтобы увидеть самые известные места и разнообразные исторические и природные памятники, которые являются своеобразной визитной карточкой той или иной страны или ее региона. Но существуют и такие памятники, которые можно увидеть лишь с высоты птичьего полета и их называют геоглифами. Изучением геоглифов занимается геоглифия, наука, задача которой – исследование надписей, изображений, символов и остатков построек (в том числе и древних) на земной поверхности при их обзоре с большой высоты (более одного километра).

Геоглифы – это художественные изображения на земной поверхности, геометрические или фигурные узоры, длина которых составляет более 4 м, и наблюдать их целиком можно только лишь с высоты. Известны несколько способов создания геоглифов: путем снятия верхнего слоя почвы и выкапывания рвов и канав по периметру узора; путем насыпания щебня и выкладывания камней в месте прохождения линии узора; путем посадки деревьев, формирующих необходимый рисунок (для таких геоглифов есть собственное название – лесоглифы). К использованию геоглифов в художественных целях прибегают и в настоящее время дни.

Целью данного исследования стало выявление мест распространения на территории России особого вида геоглифов – лесоглифов, сформированных в период существования Советского Союза, с целью последующего проектирования, создания, анализа и определения возможностей практического использования карт геоглифов, полученных с использованием возможностей геоинформационных систем (ГИС) и интернет-технологий. Перед началом комплекса работ по геоинформационному и интерактивному интернет-картографированию [2; 4; 6; 18] (начальный этап которых был реализован А. Медвиженковой при участии и под руководством авторов в виде Google-карты геоглифов мира [7]), наряду с деятельностью по проектированию и созданию геоинформационного проекта [12], подготовке исходных цифровых слоев (административное деление; дорожная сеть; реки, озера и водохранилища; крупные города) и создания базы

данных в специализированной ГИС [10; 11; 15], было необходимо выявить местоположение, особенности пространственного распространения, количество и важнейшие характеристики лесоглифов на территории современной Российской Федерации. Для этого на данном этапе исследования были использованы **методы** анализа литературных и интернет-источников исследуемой тематики, инвентаризации, описания, сравнения, анализа, оценки, дистанционного зондирования Земли. В частности, с использованием возможностей системы Google Earth [20] и навигационной программы SAS.Планета [13; 16; 22] лесоглифы выявлялись на спутниковых снимках и определялись их координаты.

История изучения геоглифов, как и представления о том, что считать геоглифами и каковы их виды, в разных странах существенно различаются. Тем не менее, рассмотрение и выявления значения геоглифов в исследованиях истории различных этносов играют немаловажную роль.

Интересно, что в течение достаточно длительного времени отечественные ученые не подключались к изучению геоглифов. Некоторые исследователи и сейчас считают, что указанная тема поднимается неоправданно крайне редко [17]. Определенный всплеск поиска и исследований геоглифов в настоящее время характерен не только для России, но бывших союзных республик СССР, в частности, Казахстана и Литвы [5]. В создании рукотворных геоглифов несуществующих объектов (например, новой земли «Атлантропы») участвуют некоторые художники, известны и коллекционеры современных геоглифов.

Наиболее известные геоглифы мира

В Южной Америке, в Перу, расположен комплекс наиболее известных во всем мире геоглифов – линии и рисунки плато Наска. Они продолжаются и на прилегающем к Наска соседнем, но менее известном плато Пальпа [21].

Из отдельных изображений наиболее известны, например, большой антропоморфный геоглиф «Гигант» («Тарапака») (рис. 1) на горе Сьерро Уника в пустыне Атакама вблизи города Уара в Чили (это крупнейший доисторический антропоморфный геоглиф мира длиной 86 м и возрастом более 3 тыс. лет) [1; 19] и андский «Канделябр» на полуострове Паракас в районе города Писко в Перу (до 250 м высотой и 100 м шириной) [8; 21].



Рис. 1. Геоглиф «Гигант» из пустыни Атакама [19]

Fig. 1. Geoglyph “Giant” from the Atacama desert [19]

Менее многочисленные геоглифы характерны для Северной Америки, в частности, близ города Блайт на юге штата Калифорния, США (Блайтские фигуры возрастом от 450 до 2 тыс. лет). Самым известным геоглифом в Европе является лошадь из Уффингтона (Уффингтонская белая лошадь, фигура длиной до 110 м и шириной до 30 м, единственный английский доисторический геоглиф), в графстве Оксфордшир. Другим крупным геоглифом Великобритании является «Великан» («Великан из Серн-Эббас», вблизи одноименной деревни в графстве Дорсет, высотой 55 м и шириной 51 м).

Геоглифы на территории России

Геоглифы на территории современной России крайне разнообразны. Среди них, прежде всего, известны: самый большой в Евразии геоглиф тотемного животного – «Зюраткульский (Русский) лось» в Челябинской области (рис. 2) (к слову сказать, по возрасту и происхождению которого существуют противоречивые точки зрения [3]) и древние «Звездная карта» в Красноярском крае, «Загадочные треугольники» в Приморском крае и многие другие.



Рис. 2. Геоглиф «Зюраткульский лось» (Челябинская область)

Fig. 2. Geoglyph “Zyuratkul moose” (Chelyabinsk region)

Результаты

Наиболее интересными и крайне специфическими являются другие геоглифы, более молодого возраста, созданные в период существования Союза Советских Социалистических Республик. Прошли уже более тридцати лет после развала СССР, а послания из далекого советского прошлого в виде поздравлений и лозунгов (чаще всего идеологической направленности, выполнявших, в том числе, и воспитательные функции [14]) все еще сохраняются, но их можно рассмотреть только с высоты птичьего полета. Когда-то это можно было сделать, находясь только в вертолете или самолете, а сейчас эта возможность предоставляется беспилотными летательными аппаратами и снимками с искусственных спутников Земли (рис. 3).



Рис. 3. Вид геоглифов со спутникового снимка

Fig. 3. View of geoglyphs from satellite image

Как мы уже отмечали, геоглифы могут создаваться разными способами, но в СССР для этих целей применяли лесоглифы. В больших количествах геоглифы советского времени начали появляться в СССР в 70-х годах XX в., когда по стране массово высаживалось огромное число деревьев. Еще большее их число было высажено только в процессе реализации некоторых направлений комплексной программы научного регулирования природы в СССР – Сталинского (Великого) плана преобразования природы [9] и массового развертывания сети агролесомелиоративных работ и лесомелиоративных станций. Но в данном случае создавались не лесоглифы, а протяженные системы крупных государственных полей защитных лесных полос общей длиной более 5300 км и лесопокрытой площадью почти 120 тыс. га [9].

Тем не менее, информация о такого рода геоглифах стала известной не только местным жителям и широко доступной лишь с начала XXI в. – с развитием сети Интернет и увеличением доступности спутниковых снимков высокого пространственного разрешения [13; 16; 20; 22]. Так, одна из самых старых геоглифических надписей, созданных посадкой деревьев, была посвящена 30-летию Победы в Великой Отечественной войне и формировалась в 1975 г. Она находится в городе Благовещенске Республики Башкортостан, но в настоящее время заросла и уже практически неразличима. Однако спустя тридцать лет, в 2005 г. несмотря на то, что Советского Союза уже не было, в городе решили продолжить хорошую традицию и высадили еще одну систему лесополос, посвященную уже 60-летней годовщине Великой Победы (см. рис. 3). Значительно лучше (прежде всего в силу возраста) сохранился более «молодой» лесоглиф, так же посвященный годовщине победы в Великой отечественной войне, но уже ее 40-летию. Он расположен в с. Кузедеево Кемеровской области (рис. 4). Аналогичный геоглиф находится вблизи с. Важное в Усть-Джегутинском районе Карачаево-Черкесской Республики.



Рис. 4. Геоглиф «40 лет ПОБЕДЫ» (Кемеровская область, создан в 1985 г.)

Fig. 4. Geoglyph “40 years of VICTORY” (Kemerovo region, created in 1985)



Рис. 5. Геоглиф «ЛЕНИН» (Вологодская область, создан в 1924 г.)

Fig. 5. Geoglyph “LENIN” (Vologda region, created in 1924)

Подобные лесоглифы в виде надписей обычно создавались не только к юбилейным датам Дня Победы, но и посвящались какому-нибудь другому особенному празднику или событию. Они могли быть посвящены, например, самому В. И. Ленину (рис. 5) или годовщинам (юбилеям, круглым датам) со дня рождения вождя трудящихся мирового пролетариата, Великой Октябрьской социалистической революции (рис. 6), образования Союза Советских Социалистических Республик (рис. 7), Коммунистическому союзу молодежи, Коммунистической партии Советского Союза (рис. 8) либо ее съездам. Например, надпись из высаженных деревьев, посвященная 50-летию со дня Великой Октябрьской социалистической революции до сих пор прекрасно различима с высоты в селе Тогул Алтайского края (см. рис. 7).

Их создавали массово, и сегодня сохранилось более пятидесяти подобных геоглифов. При этом наибольшее количество лесоглифов в разных вариантах посвящены именно В.И. Ленину.

Один из наиболее старых лесоглифов «ЛЕНИН» расположен вблизи д. Макачёво Вытегорского района Вологодской области представляет собой еловую аллею, образующую слово «Ленин» (см. рис. 5). Она была высажена учениками местной школы по инициативе учителей в год смерти В.И. Ленина в 1924 г. В 1970 г. дополнительно были высажены кусты акации, образующие число «100».

Подобные геоглифы находятся в областях Омской (юго-западнее г. Тюкалинска, так же создан в 1970 г.), Пензенской (у с. Русский Камешкир Камешкирского района), Новосибирской (северо-восточнее с. Верх-Чекино Кыштовского района), Челябинской (западнее г. Верхнеуральска), а также в г. Ульяновске.

Поскольку речь идет о лесоглифах периода Советского Союза, посвященные В.И. Ленину, характерны и для территорий бывших союзных республик в его составе: Котайкской области Армении, Брестской области Республики Беларусь (д. Лясковичи) (рис. 9). Вариантами являются лесоглифы «ЛЕНИН» и «ЛЕНИНУ» на бывшей Украине, в с. Гарасимов Тлумацкого района Ивано-Франковской области и на южной окраине города Люботин Харьковской области соответственно.

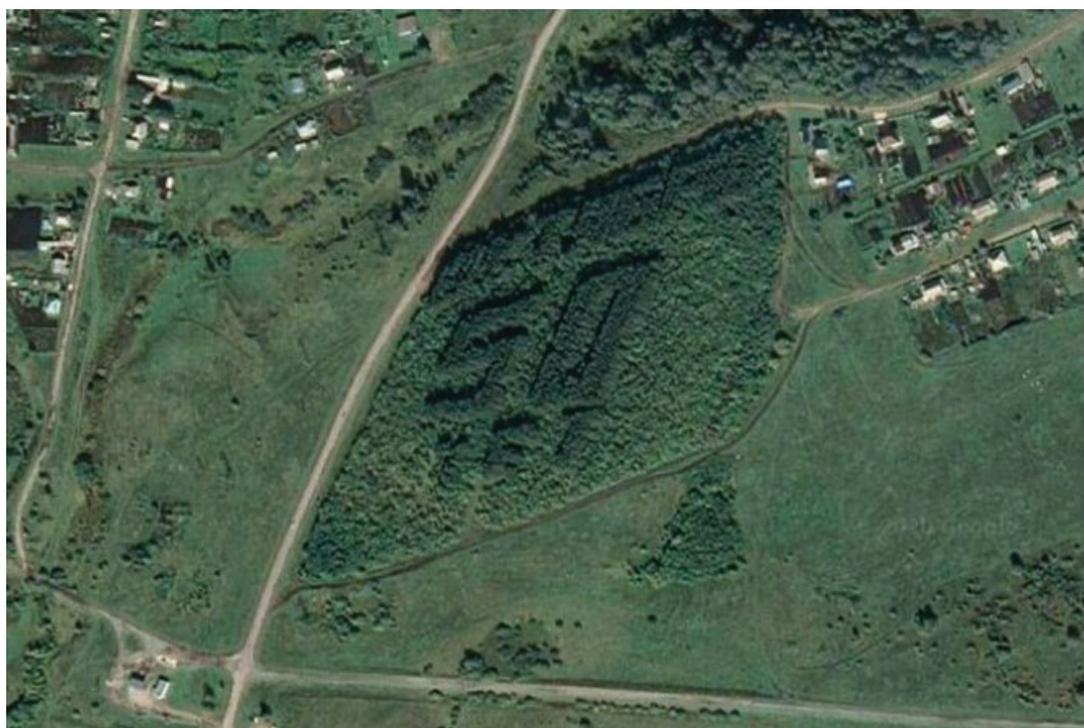
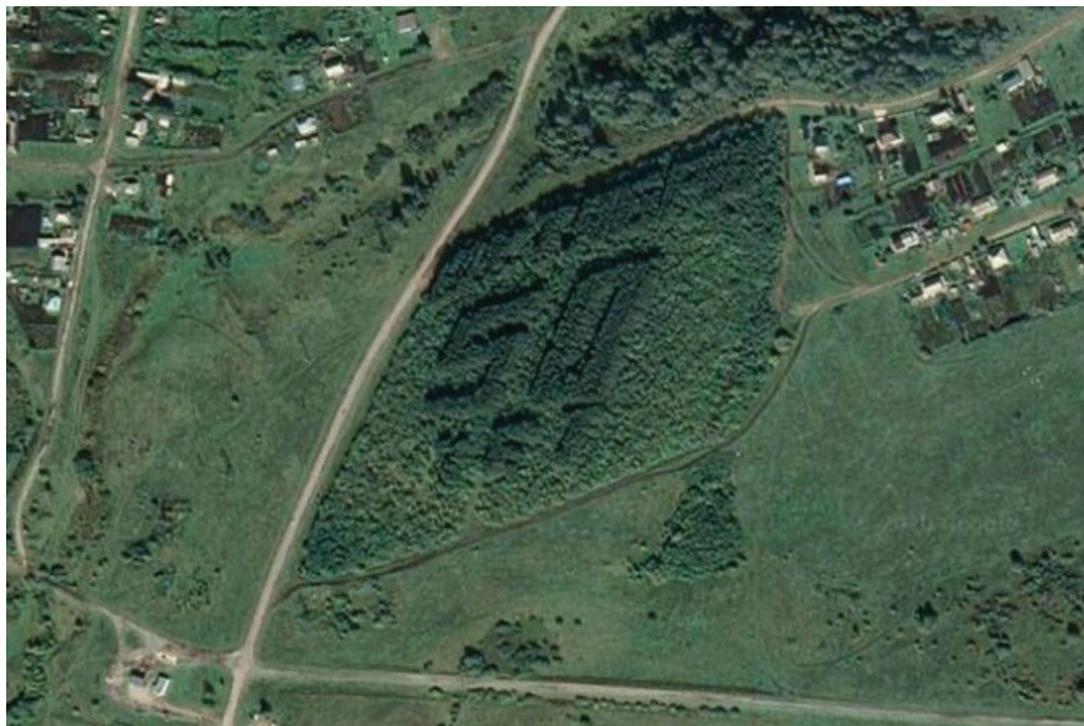


Рис. 6. Геоглиф посвященный 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции (Алтайский край, создан в 1967 г.)

Fig. 6. Geoglyph dedicated to the 50th anniversary of the Great October Socialist Revolution (Altai Territory, established in 1967)



Рис. 7. Геоглиф, посвященный 50-летию СССР
(Ивановская область, создан в 1972 г.)

Fig. 7. Geoglyph dedicated to the 50th anniversary of the USSR
(Ivanovo region, established in 1972)



Рис. 8. Геоглиф «СЛАВА КПСС!» (г. Верхняя Тура, Свердловская область)

Fig. 8. Geoglyph "GLORY of the CPSU!" (Verkhnyaya Tura, Sverdlovsk region)



Рис. 9. Геоглиф «ЛЕНИН»
(д. Лясковичи Брестской области Республики Беларусь)

Fig. 9. Geoglyph “LENIN”
(Lyaskovichi village, Brest region, Republic of Belarus)

На окраине ранее упомянутого Благовещенска в Республике Башкортостан лес в виде слов и чисел был высажен посвящением не только Дню Победы, но и 100-летию со дня рождения В.И. Ленина («ЛЕНИНУ 100 лет») (рис. 10). Геоглиф в виде аналогичной надписи известен в Республике Башкортостан и вблизи у с. Архангельское. Другими вариантами являются геоглифы «ЛЕНИН С НАМИ» в Муромцевском районе Омской области, «ЛЕНИН 100» у с. Усть-Уза Пензенской области, «100 – ЛЕНИНУ» у с. Бельшево Ветлужского район Нижегородской области.

Чаще всего геоглифы советского времени создавали именно с помощью деревьев: для того, чтобы получить лесоглиф в виде слова или фразы, их было необходимо высадить тысячи, иногда и десятки тысяч.



Рис. 10. Геоглиф, посвященный 100-летию со дня рождения В.И. Ленина («Ленину 100 лет»)
(Республика Башкортостан, создан в 1970 г.)

Fig. 10. Geoglyph dedicated to the 100th anniversary of the birth of V.I. Lenin
 (“Lenin is 100 years old”) (Republic of Bashkortostan, established in 1970)

Известно, что самая большая подобная надпись была создана в 1970 г. к 100-летию со дня рождения Владимира Ильича Ленина, в полутора часах езды от города Кургана, в Звериноголовском районе, между селами с символическими названиями (в духе советского времени) Труд и Знание (рис. 11). Для формирования букв этого лесоглифа потребовалось более 40 тыс. маленьких сосновых саженцев. Длина самых больших букв и цифр достигает 80 м, а общая длина надписи – 600 м. Находящемуся на поверхности Земли в подобных лесных насаждениях человеку невозможно догадаться, что он не просто зашел в искусственные посадки, где деревья высажены стройными ровными рядами, а оказался в самом центре какого-нибудь послания (рис. 12).



Рис. 11. Один из геоглифов, приуроченных к 100-летию со дня рождения В.И. Ленина (Курганская область)

Fig. 11. One of the geoglyphs dedicated to the 100th anniversary of the birth of V.I. Lenin (Kurgan region)



Рис. 12. Вид лесоглифов на местности (район сел Труд и Знание Курганской области)

Fig. 12. The appearance of forest glyphs on the ground (the area of the villages of Labor and Knowledge of the Kurgan region)

Заключение

В результате проведенных исследований были выявлены места и особенности пространственного распространения на территории регионов современной Российской Федерации особого вида геоглифов – лесоглифов, сформированных в советское время и выполнявших важные идеологические и воспитательные функции. Полученные результаты были использованы в комплексе работ по проектированию, созданию, анализу и определению возможностей практического использования карт геоглифов, полученных в процессе геоинформационного и интерактивного интернет-картографирования, а также включения в перечень туристско-рекреационных объектов.

Литература

1. Голяндин, А. Геоглифы Наска: земное, слишком земное / А. Голяндин // Знание – сила, 2009. № 10. – Режим доступа: http://www.tainoe.ru/civil/civil_naska.htm (дата обращения: 18.11.2022).
2. Грушина, А.В. Использование современных технологий для создания электронного атласа административного района / А.В. Грушина, С.А. Тесленок, А.П. Муштайкин // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф., 2021. – Т. 27. – Ч. 2. – С. 89-101. DOI 10.35595/2414-9179-2021-2-27-89-101.
3. Димова, Ю. Зюраткульскому геоглифу всего 10 лет? / Ю. Димова. Челябинск: Новый День. Российское информационное агентство. (01.11.2013). – Режим доступа: <https://newdaynews.ru/chel/468409.html> (дата обращения: 18.11.2022).
4. Ивлиева, Н.Г. Создание карт с использованием ГИС-технологий: учеб. пособие / Н.Г. Ивлиева. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – 124 с.
5. Логвин, А. Геоглифы Костанайской области / А. Логвин. – Режим доступа: <http://deydi.narod.ru/> (дата обращения: 18.11.2022).
6. Медведев, А.А. Методика создания мультимедийного регионального атласа (на примере атласа Курильских островов): автореф. дис. ... канд. геогр. наук / А.А. Медведев. – М., 2008. – 26 с.
7. Медвиженкова, А. / А. Медвиженкова. Карта геоглифов. – Режим доступа: https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1Re2V6ICOPEWMwdiDgx_ZU2pZK4c1BbOY&ll=19.58139392718523_%2C0&z=2 (дата обращения: 18.11.2022).
8. Риз М.Р. Канделябр Паракаса // Достояние планеты / М.Р. Риз. – Режим доступа: <https://dostoyanieplaneti.ru/813-kandeliabr-parakasa-tainstviennyi-doistorichieskii-ghieoghlif?ysclid=le071j8yw9208545021> (дата обращения: 18.11.2022).
9. Сталинский план преобразования природы. – Режим доступа: <http://www.eco-blagodat.ru/zakon/7.%20%D1%F2%E0%EB%E8%ED%F1%EA%E8%E9%20%EF%EB%E0%ED%20%EF%F0%E5%EE%E1%F0%E0%E7%EE%E2%E0%ED%E8%FF%20%EF%F0%E8%F0%EE%E4%FB.pdf> (дата обращения: 18.11.2022).
10. Тесленок, К.С. Геоинформационное картографирование и моделирование в управлении земельными ресурсами Республики Мордовия / К.С. Тесленок // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития: материалы XV междунар. науч. конф. (Минск, 23-24 окт. 2014 г.): в 3 т. Т. 3. – Минск, 2014. – С. 264-266.
11. Тесленок, К.С. Геоинформационные технологии в изучении земельных ресурсов Республики Мордовия / К.С. Тесленок // Научное обозрение: электронный журнал, 2016. – № 2. – Режим доступа: <https://srjournal.ru/2016/id19> (дата обращения: 18.11.2022).
12. Тесленок, К.С. Создание геоинформационного проекта и его использование в целях развития хозяйственных систем / К.С. Тесленок // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (10-12 декабря 2015 г.). – Воронеж: Научная книга, 2015. – С. 134-138.
13. Тесленок, К.С. Технология получения аэрокосмической информации для решения проблем природопользования / К.С. Тесленок, С.А. Тесленок // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России : сб. статей XIII Междунар. науч.-практич. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 90-94.

14. Тесленок, С.А. Возможности экологического образования и воспитания при рекреационном использовании лесов Тамбовской гряды / С.А. Тесленок, М.Е. Ямашева, М.А. Морозова // Экологические проблемы рекреационного использования горных лесов. Мат-лы II Всерос. научно-практич. конф. Краснодар, 26 нояб. 2021 г. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021. – С. 286-291.
15. Тесленок, С.А. Об опыте геоинформационного картографирования и геоинформационного моделирования / С.А. Тесленок, К.С. Тесленок // XI Зырянские чтения. Материалы Всерос. науч.-практич. конф. (Курган, 5-6 дек. 2013 г.). – Курган: Изд-во Курган. гос. ун-та, 2013. – С. 195-197.
16. Ткачёва, А.Ю. Анализ топографических карт и космоснимков навигационной программы SAS. Планета с целью выявления изменений гидрографической сети на территории города Инсар / А.Ю. Ткачёва, А.В. Алферица, С.А. Тесленок // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия «Науки о Земле», 2019. – Вып. 2 (14). – С. 85-95. <https://doi.org/10.25587/SVFU.2019.14.35450>.
17. Уткин, О. Геоглифы / О. Уткин. – Режим доступа: <http://anomalial.kulichki.ru/text8/090.htm> (дата обращения: 18.11.2022).
18. Eboy, O. Tourism mapping: an overview of cartography and the use of GIS / O. Eboy. Kota Kinabalu: University Malaysia Sabah Publishing house, 2017. P. 12-18.
19. Geoglyphs Of The Atacama Desert // Wayback Machine. – Режим доступа: <http://www.nazcamystery.com/atacama.htm> (дата обращения: 18.11.2022).
20. Google Earth. – Режим доступа: <https://earth.google.com.my/> (дата обращения: 18.11.2022).
21. Palpa milenaria y misteriosa. – Режим доступа: <http://palpamilenaria.blogspot.com/> (дата обращения: 18.11.2022).
22. SAS. Планета // SASGIS – Веб-картография и навигация. – Режим доступа: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 18.11.2022).

References

1. Goliandin, A. Geoglify Naska: zemnoe, slishkom zemnoe / A. Goliandin // Znanie – sila, 2009. № 10. – Rezhim dostupa: http://www.tainoe.ru/civil/civil_naska.htm (data obrashcheniia: 18.11.2022).
2. Grushina A.W., Teslenok S.A., Mushtaykin A.P. Using modern technologies to create an electronic atlas of the administrative district InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. 2021. V. 27. Part 2. P. 89–101. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-89-101 (In Russian)
3. Dimova, Iu. Ziuratkul'skomu geoglifu vsego 10 let? / Iu. Dimova. Cheliabinsk: Novyi Den'. Rossiiskoe informatsionnoe agentstvo. (01.11.2013) . – Rezhim dostupa: <https://newdaynews.ru/chel/468409.html> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
4. Ivlieva N.G., Manuhov V.F. On the creation of a school and local history atlas of a separate municipal district. Geodesy and cartography, 2010. No 11. P. 34–42 (in Russian).
5. Logvin, A. Geoglify Kostanaiskoi oblasti / A. Logvin. – Rezhim dostupa: <http://deydi.narod.ru/> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
6. Medvedev A.A. Methodology for creating a multimedia regional atlas (using the example of the Kuril Islands Atlas): avtoref. dis. ... candidate of geographical sciences. Moscow, 2008. 26 p. (in Russian).
7. Medvedev, A.A. Metodika sozdaniia mul'timediinogo regional'nogo atlasa (na primere atlasa Kuril'skikh ostrovov): avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk / A.A. Medvedev. – M., 2008. – 26 p.
8. Медвиженкова, А. / А. Медвиженкова. Карта геоглифов. – Режим доступа: https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1Re2V6ICOPEWMwdiDgx_ZU2pZK4c1BbOY&ll=19.58139392718523%2C0&z=2 (дата обращения: 18.11.2022).
9. Riz M.R. Kandeliabr Parakasa // Dostoianie planety / M.R. Riz. – Rezhim dostupa: <https://dostoyanieplaneti.ru/813-kandeliabr-parakasa-tainstviennyi-doistorichieskii-ghieoghlif?ysclid=le071j8yw9208545021> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
10. Stalinskii plan preobrazovaniia prirody. – Rezhim dostupa: <http://www.eco-blagodat.ru/zakon/7.%20%D1%F2%E0%EB%E8%ED%F1%EA%E8%E9%20%EF%EB%E0%ED%20%EF%F0%E5%EE%E1%F0%E0%E7%EE%E2%E0%ED%E8%FF%20%EF%F0%E8%F0%EE%E4%FB.pdf> (data obrashcheniia: 18.11.2022).

10. Teslenok, K.S. Geoinformatsionnoe kartografirovaniye i modelirovaniye v upravlenii zemel'nyimi resursami Respubliki Mordoviia / K.S. Teslenok // Problemy prognozirovaniia i gosudarstvennogo regulirovaniia sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiia: materialy XV mezhdunar. nauch. konf. (Minsk, 23-24 okt. 2014 g.): v 3 t. T. 3. – Minsk, 2014. – S. 264-266.
11. Teslenok, K.S. Geoinformatsionnye tekhnologii v izuchenii zemel'nykh resursov Respubliki Mordoviia / K.S. Teslenok // Nauchnoe obozrenie: elektronnyi zhurnal, 2016. – № 2. – Rezhim dostupa: <https://srjournal.ru/2016/id19> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
12. Teslenok, K.S. Sozdaniye geoinformatsionnogo proekta i ego ispol'zovaniye v tseliakh razvitiia khoziaistvennykh sistem / K.S. Teslenok // Geo-informatsionnoe kartografirovaniye v regionakh Rossii: materialy VII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (10-12 dekabria 2015 g.). – Voronezh: Nauchnaia kniga, 2015. – S. 134-138.
13. Teslenok K.S., Teslenok S.A. Tehnologiya polucheniya ajerokosmicheskoi informatsii dlja resheniya problem prirodopol'zovaniya // Prirodnoresursnyj potencial, jekologiya i ustojchivoe razvitiye regionov Rossii: sb. statej XIII Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. – Penza: RIO PGSHA, 2015. – S. 90–94
14. Teslenok, S.A. Vozmozhnosti ekologicheskogo obrazovaniia i vospitaniia pri rekreatsionnom ispol'zovanii lesov Tambovskoi grivy / S.A. Teslenok, M.E. Iamasheva, M.A. Morozova // Ekologicheskie problemy rekreatsionnogo ispol'zovaniia gornyx lesov. Mat-ly II Vseros. nauchno-praktich. konf. Krasnodar, 26 noiab. 2021 g. – Krasnodar: Kubanskii gos. un-t, 2021. S. 286-291.
15. Teslenok, S.A. Ob opyte geoinformatsionnogo kartografirovaniia i geoinformatsionnogo modelirovaniia / S.A. Teslenok, K.S. Teslenok // KhI Zyrianovskie chteniia. Materialy Vseros. nauch.-praktich. konf. (Kurgan, 5-6 dek. 2013 g.). – Kurgan: Izd-vo Kurgan. gos. un-ta, 2013. – S. 195-197.
16. Tkacheva, A.Iu. Analiz topograficheskikh kart i kosmosnimkov navi-gatsionnoi programmy SAS.Planeta s tsel'iu vyivleniia izmenenii gidro-graficheskoi seti na territorii goroda Insar / A.Iu. Tkacheva, A.V. Alferina, S.A. Teslenok // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya «Nauki o Zemle», 2019. – Vyp. 2 (14). – S. 85-95. <https://doi.org/10.25587/SVFU.2019.14.35450>.
17. Utkin, O. Geoglify / O. Utkin. – Rezhim dostupa: <http://anomalii.kulichki.ru/text8/090.htm> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
18. Eboy O. Tourism mapping: an overview of cartography and the use of GIS. Kota Kinabalu: University Malaysia Sabah Publishing house, 2017. P. 12–18.
19. Geoglyphs Of The Atacama Desert // Wayback Machine. – Rezhim dostupa: <http://www.nazcamystery.com/atacama.htm> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
20. Google Earth. – Rezhim dostupa: <https://earth.google.com/my/> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
21. Palpa milenaria y misteriosa. – Rezhim dostupa: <http://palpamilenaria.blogspot.com/> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
22. SAS.Planeta // SASGIS – Veb-kartografiia i navigatsiia. – Rezhim dostupa: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (data obrashcheniia: 18.11.2022).

Сведения об авторах

ТЕСЛЕНОК Сергей Адамович – к.г.н., доцент кафедры геодезии, картографии и геоинформатики Института геоинформационных технологий и географии МГУ имени Н.П. Огарёва.

E-mail: teslenok-sa@mail.ru

TESLENOK Sergei Adamovich – Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor, Department of Geodesy, Cartography and Geoinformatics, Institute of Geoinformation Technologies and Geography, N.P. Ogarev Mordovian State University.

САЛЯМОВ Руслан Юнирович – студент Института геоинформационных технологий и географии МГУ имени Н.П. Огарёва.

E-mail: ru8tik@yandex.ru

SALYAMOV Ruslan Yunirovich – student, Institute of Geoinformation Technologies and Geography, N.P. Ogarev Mordovian State University.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 379.85

DOI 10.25587/SVFU.2023.29.1.001

П.А. Овечкина, А.И. Сметанина

Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

E-mail: polina.ovechkina.2019@bk.ru

E-mail: ai_kuznetsova@vyatsu.ru

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Сельский туризм – один из динамично развивающихся за последнее время видов туризма в России, особенностью которого является пребывание туристов в сельской местности. Этот вид путешествий сочетает в себе разные направления. Например, культурно-исторические, гастрономические, этнографические поездки и не только. В данной статье была проанализирована нормативно-правовая база по сельскому туризму. Основным документом является ФЗ № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в РФ», который определяет необходимые объекты для формирования сельского туризма в регионе, проанализированы и другие нормативно-правовые документы. Также были рассмотрены работы авторов по развитию сельского туризма, как в отдельных регионах, так и в России в целом. Кировская область перспективна для развития сельского туризма. Стоит отметить, что на территории Кировской области есть нормативно-правовые документы, в которых отмечена значимость сельского туризма и сельских территорий. Кроме этого, в исследовании, благодаря методу систематизации перечислены имеющиеся объекты с действующей инфраструктурой, проанализированы предоставляемые услуги для развития сельского туризма на территории Кировской области. Помимо этого, отмечены событийные мероприятия, которые могут оказывать стимулирующие действие на развитие сельского туризма в регионе.

Ключевые слова: сельский туризм, агротуризм, сельская местность, Кировская область, внутренний туризм, нормативно-правовое обеспечение, развитие туризма, событийные мероприятия, база отдыха, ферма.

P.A. Ovechkina, A.I. Smetanina

Vyatka State University, Kirov, Russia

E-mail: polina.ovechkina.2019@bk.ru

E-mail: ai_kuznetsova@vyatsu.ru

DEVELOPMENT OF RURAL TOURISM IN KIROV REGION

Abstract. Rural tourism is one of the dynamically developing types of tourism in Russia in recent years, a feature of which is the stay of tourists in rural areas. This type of travel combines different directions. For example, cultural and historical, gastronomic, ethnographic trips and others. This article analyzed the regulatory framework for rural tourism. The main document is Federal Law No. FZ № 132- FZ “On the Basics of Tourist Activities in the Russian Federation,” which defines the necessary facilities for the formation of rural tourism in the region, and other regulatory documents have been analyzed. The authors’ work on the development of rural tourism, both in certain regions and in Russia as a whole, was also considered. Kirov region is promising for the development of rural tourism. It is worth noting that on the territory of Kirov region there are regulatory documents in which the importance of rural tourism and rural areas is noted. In addition, the study, thanks to the systematization method, lists the available facilities with the existing infrastructure, analyzes the services provided for the development

of rural tourism in Kirov region. In addition, event events were noted that can have a stimulating effect on the development of rural tourism in the region.

Keywords: rural tourism, agrotourism, countryside, Kirov region, domestic tourism, regulatory support, tourism development, event events, recreation center, farm.

Введение

Сельский туризм – это разновидность туризма, предполагающая временные выезды (путешествия) в сельскую местность с целью отдыха с предоставлением услуг гостеприимства, ориентированная на сохранение природного, культурного наследия и использование природных, агроклиматических, культурно-исторических и других ресурсов, характерных для данной местности с учетом ее специфики [1]. На сегодняшний день активно популяризируются внутренние путешествия и государство предоставляет различные меры поддержки для его развития, разрабатываются новые маршруты, продвигаются малоизвестные ранее в сфере туризма территории, поэтому уделяется внимание всем направлениям, в том числе и сельскому туризму.

По данным Росстата основное население России – городские жители (рис. 1).

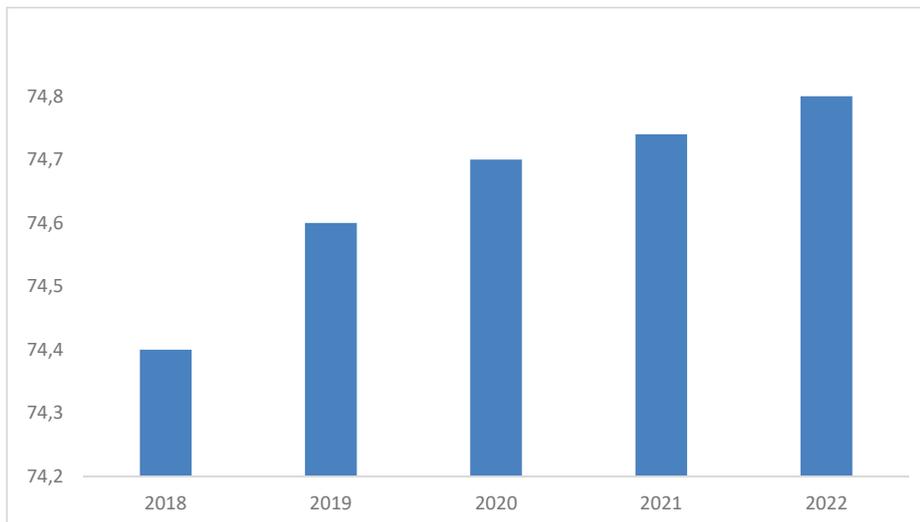


Рис. 1. Доля городского населения в общей численности населения на 1 января в РФ (процент) [2]

Fig. 1 – The share of the urban population in the total population as of January 1 in the Russian Federation (percentage) [2]

Проживая в городе, люди сталкиваются с такими проблемами, как шум, плохая экологическая обстановка, огромный поток людей и все это неблагоприятно сказывается на организме. Благодаря развитию сельского туризма, который предполагает отдых в сельской местности или малых городах, знакомство с местными обычаями, участие в сельскохозяйственных работах, люди переключаются от городской суеты, проводят время на свежем воздухе, получают новые впечатления, снимают стресс и это благоприятно влияет на организм. У данного направления много положительных моментов, поэтому необходимо рассмотреть вопрос развития сельского туризма, опираясь на конкретную территорию.

Кировская область является примером территории для развития сельского туризма. В муниципальных образованиях области сосредоточены объекты, имеющие прямое отношение к сельскому туризму, поэтому необходимо более детально их рассмотреть. На данный момент остро стоит проблема деградации сельской местности, вызванная снижением экономического состояния, оттоком местных жителей (рис. 2).

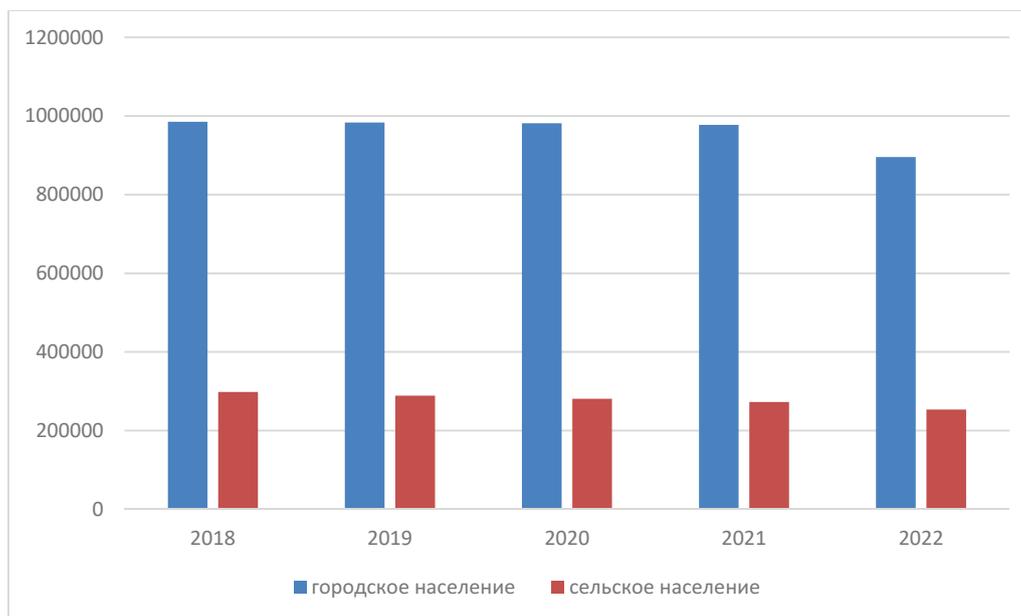


Рис. 2. Статистика городского и сельского населения Кировской области [3]

Fig. 2 – Statistics of urban and rural population of the Kirov region [3]

Сельский туризм обуславливает воздействие на социально–демографическое развитие сельских территорий, как отдельно, так и на благосостояние Кировской области в целом. Цель заключается в выявлении действующих объектов сельского туризма на территории Кировской области.

Для ее реализации были поставлены следующие задачи:

- 1) ознакомиться с работами авторов, в которых поднимался вопрос сельского туризма;
- 2) изучить нормативно-правовые документы, регламентирующие сельский туризм
- 3) проанализировать имеющиеся ресурсы для сельского туризма на территории Кировской области.

Методы анализа и систематизации были основным при подготовке работы.

Для того, чтобы приступить к исследованию проблемы необходимо сделать обзор научных статей, в которых поднимался вопрос развития сельского туризма. Так, например, автор Беликова Р.М рассматривала условия развития сельского туризма в Алтайском крае. В данной работе были выделены следующие особенности сельского туризма: знакомство с новыми ремеслами и бытом местных жителей, отсутствие зависимости от сезонности, экологическая безопасная обстановка. Также в статье выделены и описаны наиболее популярные районы Алтайского края для отдыха в сельской местности [4].

Башкирцева В.Р., Суровенков А.В., в своем исследовании рассматривали основные принципы формирования комплексов в сфере агротуризма, они предложили оптимальную модель комплексов для создания в сельской местности Российской Федерации. Авторы считают, что развитие данной модели способствует решению экологических и социальных проблем, например, уменьшения чрезмерного оттока сельского населения, кроме этого, окажет положительное влияние на психологическое и физиологическое состояние организма человека [5].

Ахметов В.Я., Юлдыбаев Б.Р., проводят анализ роли этнокультурного туризма на примере Республики Башкортостан. В работе указывается, что именно данное направление является перспективным в регионах Российской Федерации. Помимо этого, авторы разработали проект в области этно- и джайлоо-туризма «Зауралтур». Также Ахметов В.Я., Юлдыбаев Б.Р., отразили

ожидаемые результаты в ходе реализации, например, создание малых предприятий, дополнительных рабочих мест, увеличение притока туристов, снижение миграции сельских жителей в города, достижение финансово-бюджетной самодостаточности сельских районов и не только [6].

Груздев Г.В., Груздева В.В., Ключева Ю.С., на примере трех сельских территорий Нижегородской области предлагают перспективные виды туристской деятельности, среди которых наиболее востребованным будет агротуризм. На основе анализа ресурсов авторами представлена шестикомпонентная модель туристско-рекреационного потенциала, а также обозначены некоторые проблемы социально-экономического, инфраструктурного и сервисного характера [7].

В статье Коньшева Е.В. отражено формирование агротуризма как важного направления импортозамещения в сфере туризма, способного решать социально-экономические задачи развития сельской местности. Автор опирается на Стратегию развития туризма до 2035 года и рассматривает положения из данного документа, например, среди «важнейших цифровых решений» выделяется создание туристского маркетплейса и централизацию усилий по продвижению туристского продукта Российской Федерации; внедрение и развитие мультязычных сервисов помощи туристам и другие. Также в исследовании Коньшева Е.В., проводилась оценка уровня применения цифровых технологий при формировании туристского продукта в агротуризме, для этого использовались методы опроса и балльной оценки. За основу сравнения были взяты Ленинградская и Кировская области [8].

Значимой частью работы является рассмотрение теоретического материала по сельскому туризму, для этого обратимся ФЗ № 132 «Об основах туристской деятельности в РФ». Согласно данному нормативно-правовому документу, сельский туризм – посещение сельской местности, малых городов с численностью населения до тридцати тысяч человек, в целях отдыха, приобщения к традиционному укладу жизни, ознакомления с деятельностью сельскохозяйственных товаропроизводителей и (или) участия в сельскохозяйственных работах без извлечения материальной выгоды с возможностью предоставления услуг по временному размещению, организации досуга, экскурсионных и иных услуг [9].

Согласно иной трактовке, сельский туризм – комплексный туризм в сельской местности, способствующий устойчивому развитию сельских территорий. Данное направление включает в себя культурный туризм, этнографический, гастрономический, событийный, аграрный туризм и т.д., то есть любой вид содержательного досуга туристов в сельской местности [9]. Однако существует подвид сельского туризма, а именно агротуризм. Под ним понимается вид отдыха в сельской местности с участием в сельскохозяйственной деятельности предприятия [10].

После изучения теоретического материала важно рассмотреть нормативно-правовые документы, которыми необходимо руководствоваться в ходе дальнейшего исследования (табл. 1).

Таблица 1 – Нормативно-правовое обеспечение, регулирующее «Сельский туризм»

Документ	Характеристика
Федеральный закон от 24 ноября 1996 г. № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в РФ» [9].	Настоящий Федеральный закон определяет принципы государственной политики, направленной на установление правовых основ единого туристского рынка в Российской Федерации, и регулирует отношения, возникающие при реализации права граждан Российской Федерации, иностранных граждан. Также в нем раскрывается понятие сельского туризма, отражающее особенности данного направления.

ГОСТ Р 56642–2015 Туристские услуги. Экологический туризм [12].	Настоящий стандарт устанавливает общие требования к экологическому туризму. Однако в нем есть положение, имеющее прямое отношение к сельскому туризму. Например, в стандарте в рамках экологического туризма упомянуты агротуры и сельские туры, которые предусматривают проживание на фермах, в сельских гостевых домах, сельских усадьбах.
Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года [13].	Направлена на создание условий для обеспечения стабильного повышения качества и уровня жизни сельского населения на основе преимуществ сельского образа жизни, что позволит сохранить социальный и экономический потенциал сельских территорий и обеспечит выполнение ими общенациональных функций.
Приказ «Об утверждении требования к средствам размещения, используемым для осуществления деятельности по оказанию услуг в сфере сельского туризма в сельской местности» [14].	Данное положение утверждает прилагаемые требования к средствам размещения, используемым для осуществления деятельности по оказанию услуг в сфере сельского туризма в сельской местности. Его действие вступает в силу с 1 марта 2023 г. до 1 марта 2029 г.

Таким образом, в таблице были отражены основополагающие документы, регламентирующие сельский туризм.

Туристско-рекреационный потенциал для развития сельского туризма

Для дальнейшего исследования необходимо указать общую информацию и определить какие существуют ресурсы для развития сельского туризма. Кировская область располагается на границе Поволжья, Урала и Русского Севера. Это единственный в России регион, который граничит с 9 субъектами Российской Федерации. В городах и поселках городского типа проживает 72 процента населения области, в сельской местности – 28. Также территория насчитывает 18 городов и 39 муниципальных районов [15]. Рассмотрим имеющиеся ресурсы, проанализируем Кировскую область на наличие таких объектов (табл. 2).

Таблица 2 – Объекты сельского туризма в Кировской области [16]

Наименование объекта	Местонахождение	Инфраструктура	Предоставляемые услуги
МАУ «Туристическая база «Вятская лошадка»	Афанасьевский район Гординское сельское поселение, д. Шердынята	Гостевой домик, дом для персонала, музей под открытым небом, зимний и летний манеж, детская площадка, беседки	Конные прогулки, катание на снегоходе, услуги экскурсовода, услуги инструктора, сувенирная продукция, развлекательные мероприятия, прокат: лыжи, санки, ватрушки, мангал
База отдыха «Кобра»	Даровской район село Кобра	Большой дом со всеми удобствами, баня, бильярд, бесплатный wi-fi, приготовление разных яств на мангале, гриле или казане	Охоты и отдыха предлагаются грибные и ягодные туры

Крестьянско-фермерское хозяйство Савковых («Савков хутор»)	Котельничский район д. Фомичи	Баня, фермерское хозяйство, гостевой домик	Мастер-классы по кузнечному и плотницкому делу, рыбалка, экскурсии по природным достопримечательностям района
Спортивно-оздоровительный комплекс «Ивкинские луга»	Куменский район п. Нижнеивкино, д. Холуй	Конюшня, тренировочная площадка, чайные домики, русская баня, мангальное место, деревенская изба	Обучение верховой езде, конные прогулки, конный туризм, организация и проведение культурмассовых мероприятий, проведение открытых уроков для школьников о животных, катание на северных оленях, активпарк (сплав по реке, турпоходы и т.д.)
Страусиная ферма «Яков парк»	Омутнинский район с. Красноглинье	Зоопарк, конный клуб, беседка	Контактный зоопарк (страусы, кролики, гуси, утки, козы), конный клуб, пейнтбольный клуб, кафе, баня на дровах, зона отдыха с беседкой, мангалом, самоваром
Эко-усадьба «ОШЕТЬ»	Сунский район с. Ошеть	Гостевой дом, футбольное и волейбольное поля, детские качели. Неподалеку от усадьбы находятся: форелевое хозяйство, конеферма, горнолыжный склон с подъемником.	Отдых в гостевом доме, катание на тюбингах, лыжные прогулки, организация корпоративов, посещение сыроварни, экскурсия «Васнецовские тропинки»
База отдыха «Благодать деревенская»	Яранский район д. Катанур д. 20	Банный комплекс, дом для торжественных мероприятий	Услуги банного комплекса, прокат лодок, спортивного и рыболовного инвентаря, семейный отдых и празднование торжеств на чистом воздухе в сельской тишине
Гостевой дом «Забава»	Яранский район д. Тарасово, д. 50	Надворные постройки, русская баня, беседка, сад с плодовыми деревьями, огород, детская площадка для игр	Конные прогулки, организация рыбалки, сбор целебных трав, ягод и грибов, знакомство с местными обычаями, народными промыслами, хождение на святой ключ, прокат спортивного инвентаря, купание в речке, экопитание, ипотерапия

Исходя из представленных данных, наблюдается существенное наличие ресурсов для развития сельского туризма на территории Кировской области, в таблице представлены имеющиеся ресурсы в разных муниципальных образованиях.

Также для наглядности обратимся к картографическому материалу (рис. 3).



Рис. 3. Месторасположение объектов сельского туризма в Кировской области
 Fig. 2 – Statistics of urban and rural population of the Kirov region [3]

Кроме того, в Кировской области действует Стратегия развития туристско-рекреационно-го кластера по 2024 год, где указываются, что действительно на территории существуют условия для развития сельского туризма. Так, наличие различных событийных мероприятий выступают в качестве брендов для улучшения восприятия сельской местности. Среди таких можно выделить следующие: фестиваль «Истобенский огурец» в п. Истобенск, «Вятский лапот» в п. Кильмезь, ярмарка «Сабантуй» в г. Малмыж, «Вятские рыжики» в Сунском районе, Великорецкий крестный ход, фестиваль шляп “Карнавал цвета” в г. Вятские Поляны. Данные мероприятия подчеркивают самобытность территорий, позволяют за короткий срок увидеть самое привлекательное. Однако здесь выделяется проблема, связанная с продвижением уже существующих проектов и слабая поддержка новых идей из-за ограниченности ресурсов на реализацию [17].

Заключение

Таким образом, сельский туризм перспективное направление для развития внутреннего туризма. Это вид туризма, который предполагает выезды за пределы городской среды, в деревню или населенный пункт. Главной особенностью сельского туризма является рекреационная деятельность, сосредоточенная в основном на природе, а именно рыбалка, лыжные и конные прогулки, и не только.

Исходя из проведенного исследования видно, что Кировская область обладает всеми необходимыми ресурсами и объектами сельского туризма, соответственно можно говорить о развитии этой отрасли. Важно учесть, что благодаря продвижению данного направления путешествий возможно улучшить социально-экономическое состояние сельских территорий и тем самым оказать положительное влияние на экономику области в целом.

Литература

1. Логвина, Е. В. Сельский туризм как фактор влияния на развитие туристской отрасли Российской Федерации / Е. В. Логвина // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2021. – Т. 7, № 3.
2. Доля городского населения в общей численности населения на 1 января. – Текст: электронный // ЕМИСС: [сайт]. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36057> (дата обращения: 12.03.2023).
3. Численность постоянного населения. – Текст: электронный // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кировской области: [сайт]. – URL: <http://statkirov.ru/dg/dg6/dbinet.cgi> (дата обращения: 12.03.2023).
4. Беликова, Р. М. Перспективы развития сельского туризма в Алтайском крае как фактора устойчивого развития региона / Р. М. Беликова // Приоритетные направления и проблемы развития внутреннего и международного туризма: материалы VI Международной научно – практической конференции, п. Форос, г. Ялта, Республика Крым, 13–14 мая 2021 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – С. 203-206.
5. Башкирцева, В. Р. // Суровенков А. В. Принципы формирования агротуристических комплексов на примере Республики Карелия / Башкирцева, В. Р. // Суровенков А. В. // Журнал инновации и инвестиции. – 2022. – № 7. – С. 177-180. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiy-formirovaniya-agroturisticheskikh-kompleksov-na-primere-respubliki-kareliya/viewer>
6. Ахметов, В. Я. // Б. Р. Юлдыбаев Б. Р. // Роль этнокультурного туризма в развитии сельских территорий (на примере Республики Башкортостан) / В. Я. Ахметов, Б. Р. Юлдыбаев // Журнал прикладных исследований. – 2022. – Т. 1, № 11. – С. 61-65. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-etnokulturnogo-turizma-v-razviti-i-selskih-territoriy-na-primere-respubliki-bashkortostan>
7. Груздев, Г. В. Развитие сельских территорий на основе использования рекреационного потенциала / Г. В. Груздев, В. В. Груздева, Ю. С. Ключева // Вестник НГИЭИ. – 2021. – № 8(123). – С. 120-134. – DOI 10.24412/2227-9407-2021-8-120-134.
8. Tanina, A. Agritourism development model in digital economy / A. Tanina, E. Konyshev, K. Tsahaeva // ACM International Conference Proceeding Series, Saint – Petersburg, 22–23 октября 2020 года. – Saint – Petersburg, 2020. – P. 3444518. – DOI 10.1145/3444465.3444518.
9. Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» от 24.11.1996 N 132-ФЗ (ред. от 28.05.2022). – Текст: электронный // Законодательство Российской Федерации: [сайт]. – URL: <https://fzrf.su/zakon/ob-osnovah-turistskoj-deyatelnosti-132-fz/> (дата обращения: 24.02.2023).
10. Сельский туризм как средство развития сельских территорий. – Текст: электронный // просельскийтуризм.рф : [сайт]. – URL: <https://просельскийтуризм.рф/assets/files/books/metodichka-final.pdf> (дата обращения: 24.02.2023).
11. Сельский и агротуризм: подходы к определению. – Текст: электронный // КиберЛенинка: [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/selskiy-i-agroturizm-podhody-k-opredeleniyu/viewer> (дата обращения: 26.02.2023).
12. ГОСТ Р 56642–2015 Туристские услуги. Экологический туризм. Общие требования. – Текст: электронный // Юридическая фирма Интернет и право: [сайт]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/60969/> (дата обращения: 24.02.2023).
13. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. – Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174933/2844094b7ba6e57e91fd5bb036ee91d9f6727238/ (дата обращения: 24.02.2023).

14. Приказ Минэкономразвития России от 11 ноября 2022 г. № 617 «Об утверждении требований к средствам размещения, используемым для осуществления деятельности по оказанию услуг в сфере сельского туризма в сельской местности» (Зарегистрирован 29.11.2022 № 71204). – Текст: электронный // Министерство экономического развития Российской Федерации: [сайт]. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/normativno_pravovye_aktu/prikaz_ministerstva_ekonomicheskogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_ot_11112022_617.html (дата обращения: 24.02.2023).

15. Общие сведения. – Текст: электронный // Правительство Кировской области: [сайт]. – URL: <https://www.kirovreg.ru/region/> (дата обращения: 26.02.2023).

16. Объекты сельского туризма Кировской области. – Текст: электронный // Правительство Кировской области: [сайт]. – URL: https://www.kirovreg.ru/culture/tourism/tour_objects/sel.php (дата обращения: 26.02.2023).

17. Распоряжение от 30 декабря 2020 года N 385 Об утверждении стратегии развития туристско-рекреационного кластера Кировской области по 2024 год. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/571065148?ysclid=lemhvzblkv425849255> (дата обращения: 27.02.2023).

References

1. Logvina, E.V. Rural tourism as a factor of influence on the development of the tourism industry of the Russian Federation/E.V. Logvina//Geopolitics and ecogeodynamics of the regions. – 2021. – Т. 7, NO. 3.

2. The share of urban population in the total population as of January 1. – Text: electronic//EMISS: [site]. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/36057> (accessed date: 12.03.2023).

3. The resident population. – Text: electronic//Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Kirov Region: [website]. – URL: <http://statkirov.ru/dg/dg6/dbinet.cgi> (accessed date: 12.03.2023).

4. Belikova, R. M. Prospects for the development of rural tourism in the Altai Territory as a factor in the sustainable development of the region/R. M. Belikova//Priority areas and problems of the development of domestic and international tourism: materials of the VI International Scientific and Practical Conference, Foros, Yalta, Republic of Crimea, May 13-14, 2021. – Simferopol: Limited Liability Company «Publishing House» Arial, «2021. – S. 203-206.

5. Bashkirtseva, V.R./Surovenkov A.V. Principles of the formation of agritouristic complexes on the example of the Republic of Karelia/Bashkirtsev, V.R./Surovenkov A.V.//Journal of Innovation and Investment. – 2022. – № 7. – S. 177-180. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-formirovaniya-agroturisticheskikh-kompleksov-na-primere-respubliki-kareliya/viewer>

6. Akhmetov, V. Ya. //B. R. Yuldybaev B. R.//The role of ethnocultural tourism in the development of rural areas (on the example of the Republic of Bashkortostan)/V. Ya. Akhmetov, B. R. Yuldybaev//Journal of Applied Research. – 2022. – Т. 1, NO. 11. – S. 61-65. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-etnokulturnogo-turizma-v-razviii-selskih-territoriy-na-primere-respubliki-bashkortostan>

7. Gruzdev, G.V. Rural development based on the use of recreational potential/G.V. Gruzdev, V.V. Gruzdev, Yu. S. Klyueva//Bulletin of the NGIEI. – 2021. – № 8(123). – S. 120-134. – DOI 10.24412/2227-9407-2021-8-120-134.

8. Tanina, A. Agritourism development model in digital economy / A. Tanina, E. Konyshov, K. Tsahaeva // ACM International Conference Proceeding Series, Saint – Petersburg, 22–23 октября 2020 года. – Saint – Petersburg, 2020. – P. 3444518. – DOI 10.1145/3444465.3444518.

9. Federal Law «On the Basics of Tourist Activities in the Russian Federation» dated 24.11.1996 N 132-FZ (ed. 28.05.2022). – Text: electronic//Legislation of the Russian Federation: [website]. – URL: <https://fzrf.su/zakon/ob-osnovah-turistskoj-deyatelnosti-132-fz/> (accessed date: 24.02.2023).

10. Rural tourism as a means of developing rural areas. – Text: electronic// просельскийтуризм.пф: [site]. – URL: <https://просельскийтуризм.пф/assets/files/books/metodichka-final.pdf> (accessed date: 24.02.2023).

11. Rural and agritourism: approaches to definition. – Text: electronic//CyberLeninka: [site]. – URL: <https://>

- cyberleninka.ru/article/n/selskiy-i-agroturizm-podhody-k-opredeleniyu/viewer (дата обращения: 26.02.2023).
12. GOST R 56642-2015 Tourist services. Ecological tourism. General requirements. – Text: electronic//Law firm Internet and law: [site]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/60969/> (accessed date: 24.02.2023).
13. Strategy for Sustainable Development of Rural Areas of the Russian Federation until 2030. – Text: electronic//ConsultantPlus: [site]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_174933/2844094b7ba6e57e91fd5bb036ee91d9f6727238/ (accessed date: 24.02.2023).
14. Order of the Ministry of Economic Development of Russia of November 11, 2022 No. 617 «On approval of requirements for accommodation facilities used for the provision of services in the field of rural tourism in rural areas» (Registered 29.11.2022 No. 71204). – Text: electronic//Ministry of Economic Development of the Russian Federation: [website]. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/normativno_pravovye_akty/prikaz_ministerstva_ekonomicheskogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_ot_11112022_617.html (дата обращения: 24.02.2023).
15. General information. – Text: electronic//Government of the Kirov region: [site]. – URL: <https://www.kirovreg.ru/region/> (accessed date: 26.02.2023).
16. Objects of rural tourism of the Kirov region. – Text: electronic//Government of the Kirov region: [site]. – URL: https://www.kirovreg.ru/culture/tourism/tour_objects/sel.php (accessed date: 26.02.2023).
17. Decree of December 30, 2020 No. 385 On the approval of the Strategy for the Development of the Tourist and Recreational Cluster of the Kirov Region by 2024. – Text: electronic // Electronic Fund of Legal and Regulatory Technical Documents: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/571065148?ysclid=lemhvhzblkv425849255> (дата обращения: 27.02.2023).

Сведения об авторах

ОВЕЧКИНА Полина Алексеевна – студентка 3 курса направления «Туризм», Вятский государственный университет.

E-mail: polina.ovechkina.2019@bk.ru

OVECHKINA Polina Alekseevna – 3rd year student of the direction “Tourism”, Vyatka State University.

СМЕТАНИНА Алёна Игоревна – старший преподаватель кафедры туризма и управления персоналом Вятский государственный университет.

E-mail: ai_kuznetsova@vyatsu.ru

SMETANINA Alyona Igorevna – Senior Lecturer, Department of Tourism and Personnel Management, Vyatka State University.

Л.С. Пахомова

Северо-Восточный федеральный университет, Якутск, Россия

E-mail: lsp0803@mail.ru

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО ИССЛЕДОВАНИЙ Г.В. КСЕНОФОНТОВА

Аннотация. В статье рассматривается экспедиционная деятельность известного якутского ученого-филолога, этнографа Г.В. Ксенофонтова, который первым взглянул с научной точки зрения на происхождение якутов – местообитания предков якутского народа. Научные труды Г.В. Ксенофонтова исследованы довольно подробно, опубликовано множество научных исследований филологов, историков, этнографов и краеведов и не теряют своей актуальности. Но его научные исследования имеют востребованность и в других науках, в частности имеют тесную связь с географией.

Географический и пространственный подходы к научным исследованиям ученого обозначили маршрутные этнографические экспедиции в аспекте географического пространства. Актуальность заключается в описании территорий этнографических экспедиций Г.В. Ксенофонтова, которые были проведены в 1921–1926 гг., как маршрутные полевые исследования на географическом пространстве Восточной Сибири.

Объект и предмет исследования: научная деятельность Г.В. Ксенофонтова и описание маршрутов экспедиционной деятельности по междуречью рек Енисей и Лена.

Материалы и методы

Обзор научной литературы позволил раскрыть ключевые вопросы по теме статьи: понятие географического пространства обосновано на исследованиях Э.Б. Алаева, Ю.Н. Гладкого, В.Д. Сухорукова [1, 2, 3]; монография А.И. Дьячковой [4, 8] и другие источники раскрыли сведения о личной, общественной и научной деятельности Г.В. Ксенофонтова; деятельность ученого в ВСОРГО и Якутском отделе РГО основана на работах А. Мальковой [7], Ю.А. Зуляря Л.М. Корытного [10], и др.

В исследовании применены методы анализа и обобщения, исторический, сравнительный и картографический методы при рассмотрении маршрутов экспедиций на географическом пространстве. Анализ работы Г.В. Ксенофонтова «Легенды и рассказы о шаманах у якутов, бурят и тунгусов (материалы к мифологии урало-алтайских племен в Северной Азии)» [9] обозначил основные маршруты по территориям.

В результате автором определены территории и события научной экспедиционной деятельности ученого как географическое пространство. Экспедиционная деятельность Г.В. Ксенофонтова во время полевых экспедиций обобщена в 4 таблицах и разработана карта маршрутов четырех экспедиций протяженностью 8 тыс. км, охватив территорию около 2 млн. кв. км. на географическом пространстве Восточной Сибири.

Ключевые слова: географическое пространство, Г.В. Ксенофонтов, этнографическая экспедиция, Лена, Вилюй, Нижняя Тунгуска, Западная Бурятия, Якутия.

L.S. Pakhomova

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

E-mail: lsp0803@mail.ru

GEOGRAPHICAL SPACE OF G.V. KSENOFONTOV'S RESEARCH

Abstract. The article examines the expedition activity of the famous Yakut philologist, ethnographer Gavrill Ksenofontov, who was the first to look from a scientific point of view at the origin of the Yakuts – the habitat of the ancestors of the Yakut people. The scientific works of G.V. Ksenofontov have been studied in some detail, many scholarly studies of philologists, historians, ethnographers and local historians have been published and do not lose their relevance. However, his research is also in demand in other sciences, in particular, it has a close connection with geography.

The geographic and spatial approaches to the research of the scholar review the routes of his ethnographic expeditions in the aspect of geographical space. The relevance lies in the description of the territories of the

ethnographic expeditions of Ksenofontov, which were carried out in 1921–1926, as route field studies in the geographic space of Eastern Siberia.

Object and subject of research: research activity of Ksenofontov and description of his expedition routes along the interfluvium of the Yenisei and Lena Rivers.

Materials and Methods. The review of scientific literature allowed to reveal the key issues on the topic of the article: the concept of geographical space is based on the research of E.B. Alaev, Yu.N. Gladkiy, V.D. Sukhorukov [1, 2, 3]; A.I. Dyachkova's monograph [4, 8] and other sources revealed information about Ksenofontov's personal, social and scientific activities. Ksenofontov's activities in the East Siberian branch of the Russian Geographic Society and the Yakut Office of the RGS is based on the works of A. Malkova [7], Yu.A. Zulyar L.M. Korytny [10], and others.

As a result, the author defined the territories and events of the scientific expeditionary activity of the scholar as a geographical space. The Ksenofontov's activity during field expeditions is summarized in 4 tables and a map of the routes of four expeditions with a length of 8,000 km, covering an area of about 2,000,000 square kilometers in the geographic space of Eastern Siberia, was compiled.

Keywords: geographical space, Gavril Ksenofontov, ethnographic expedition, Lena, Vilyui, Lower Tunguska, Western Buryatia, Yakutia.

Введение

Представления о пространстве зародились в глубокой древности. На уровне повседневного восприятия пространство понималось как место или территория, где происходили события, действия и явления. Исследованию о географическом пространстве отражены в работах известных отечественных географов Э.Б. Алаева [1], Ю.Н. Гладкого [2], В.Д. Сухорукова [3] и др.

Алаев Э.Б. указывает, что категория пространства всегда играла важную роль в научных географических концепциях, однако четкого определения еще не сложилось, в результате чего сам термин и его производные страдают многозначностью. Общенаучное толкование понятия «пространство» – а точнее «пространство и время», поскольку эти две формы бытия материи неразделимы, формируется не в рамках географии и физики, а философии. Географическое пространство, в географии широко используется это общенаучное понятие в силу пространственного и временного подхода в географической науке. Но в географии пространство используется как синоним термина «территория». Он считает, что географическое пространство уточняется и понимается как «совокупность отношений между географическими объектами, расположенными на конкретной территории и развивающимися во времени». Спецификой географического пространства, в частности, является то, что оно формируется какими угодно объектами, явлениями и отношениями (если эти объекты, явления и отношения географичны), но обязательным условием необходимо считать присутствие среди этих объектов территории [1, С. 159].

Ю.Н. Гладкий отмечает, что пространство, изучением которого занимается география, – земное пространство. Оно сферично и в силу этого замкнуто. Земное пространство иначе можно назвать географическим. Его исходными единицами выступают «формы созерцаемого». Это означает, что географическое пространство идентично акту его восприятия, осуществляемого целенаправленным наблюдением, глубоким осмыслением и пониманием облика Земли. При этом выражение «облик Земли» в географии подразумевает пространство взаимного проникновения всех планетных сфер (литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы), включая антропосферу. Таким образом, специфической чертой географического пространства является разнообразие поверхности планеты, вытекающее из различий в характере, способах и механизмах взаимодействия контактных земных оболочек [2, С. 133].

Сухоруков В.Д. продолжает и поддерживает мысль Алаева Э.Б., что понятие территории отличается от понятия пространства своей конкретностью и привязанностью к определенным координатам. Территория – часть поверхности земной суши с присущими ей природными, а также созданными в результате человеческой деятельности свойствами и ресурсами [3, С. 134].

Географическое пространство экспедиций Г.В. Ксенофонтова занимает Среднюю Сибирь и Алтайско-Саянскую физико-географические страны. Маршрут пролегал по междуречью Средней Лены и Вилюя, низовьев рек Лены и Оленёк, далее продолжается по реке Нижняя Тунгуска и Енисей. Административно – это территории Якутского, Вилюйского и Булунского округов, Красноярского края (Туруханский край), Хакасии (Минусинский край), Западной Бурятии и Тувы. Это географическое пространство создано природными объектами, поселениями и сухопутными, также водными путями сообщения.

Г.В. Ксенофонтов (4.01 (16.01.1888 – 28.08.1938) – крупный ученый, исследователь истории, этнографии и фольклора якутов, эвенков и бурят, член Русского географического общества. Он оставил огромный неопределимый вклад в научной среде в области этнографии якутов, бурят и тувинцев. Он – один из первых учёных из числа якутской интеллигенции [4, С. 8].

Родом из Западно-Кангаласского улуса. Родился на урочище Тиит Арыы 4-го Мальжегарского наслега (*ныне село Тиит-Арыы, Хангаласский улус*). Семья была состоятельная, многодетная: 5 сыновей и 2 дочери. Отец Василий Николаевич уделял огромное внимание на образование своих детей. Гавриил в 1907 г. после окончания Якутского реального училища в Якутске, (по совету отца о необходимости юридического образования) поступил на юридический факультет Томского университета, в 1912 г. получил диплом юриста II степени. В 1913 – 1917 гг. работал в Якутске. В 1919 г. учительствовал и принимал участие в проведении судебной реформы по советским декретам. Как член областного Комитета общественной безопасности, областной земской управы Ксенофонтов был одним из создателей возникшего 25 июня 1917 г. «Якутского трудового союза федералистов», от которого был избран во Всероссийское Учредительное собрание, после был включен в состав Сибирской областной думы [4, С. 8-9].



22 апреля 1938 г. был арестован по «якутскому делу» вместе с П.А.Ойунским. 28 августа 1938 г. приговорён к высшей мере наказания и в тот же день расстрелян. Место захоронения – полигон НКВД «Коммунарка». Реабилитирован в 1957 г. [4, С.81].

Началом научной деятельности Ксенофонтова стал город Иркутск, когда в 1920 г. поступил в Иркутский университет. Был принят ассистентом и начал специализироваться по этнографии и истории народов Азии под руководством Б.Э. Петри и так проработал до 1923 года. В 1930 г. работал научным сотрудником НИИ языка и культуры при СНК Якутской АССР. Исследователь подготовил две большие работы: «Эллэйада» и «Ураангхай-сахалар» – сборник устных преданий, посвящённых легендарному первопредку якутов Элляю [6] и монографию «Ураангхай-сахалар». В 1937 с семьёй переехал в г. Дмитров, где работал над 2-м томом «Ураангхай-сахалар».

На формирование Ксенофонтова как ученого-этнографа повлияла научная среда в г. Иркутске, когда здесь был открыт Иркутский университет, где с интересом изучали историю, быт и культуру народов Восточной Сибири. Когда правление Иркутского университета предложило ему место ассистента на кафедре восточных языков. Потом по приглашению профессора Б.Э. Петри он перешел на кафедру археологии и этнографии, где он начал специализироваться по этнографии и истории кочевых народов Азии.

Б. Э. Петри оказал огромное влияние на теоретическую подготовку для занятий этнографией. В университете он принимал участие в деятельности студенческого научного кружка «Народоведение» [4, С. 55]. Кружок не зря имел такое название, основным направлением были краеведческие исследования.

Г.В. Ксенофонтов и РГО

25 августа 1913 года был создан Якутский отдел Русского географического общества, которое положило начало научным исследованиям в Якутии, независимо от ВСОРГО. Первое заседание было проведено в здании публичной библиотеки, одной из красивых зданий Якутска. Председателем Якутского отдела Русского географического общества был избран И.И. Крафт, его заместителем – А.И. Попов. Собрание избрало почетными членами политических ссыльных, ученых, внесших научный вклад в исследования Якутии – это В.Г. Богораз-Тан, В.И. Иохельсон, Н.А. Виташевский, И.И. Майнов, В.М. Ионов, Э.К. Пекарский [5, С.179].

Якутский отдел РГО стал продолжать и поддерживать научные традиции, проводимые Академией наук, и ВСОРГО. В общество записались известные представители якутской интеллигенции статский советник А.И. Попов, историк Г.В. Ксенофонтов, библиограф Н.Н. Грибановский, поэт А.Е. Кулаковский – Өксөкүлээх Өлөксөй, археолог Е.Д. Стрелов, краеведы П.Х. Староватов, Н.М. Харитонов, врач П.Н. Сокольников, лингвист С.А. Новгородов, глава М.Н. Тимофеев – Терёшкин, В.В. Никифоров – Күлүмнүүр и др. Среди местной интеллигенции из числа якутов яркой личностью был Гавриил Васильевич Ксенофонтов. В 1913-1917 гг. работал адвокатом в Якутске и при создании Якутского отдела РГО он был избран в состав Распорядительной комиссии [8, С.420].

В 1921 г. решил продолжить образование и поступил на общественный факультет Иркутского университета, где начал принимать активное участие в работе ВСОРГО: «С 1921 г., состоя членом Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества, пишущий эти строки принимал посильное участие в общей работе иркутских этнографов по изучению старой и быстро исчезающей культуры туземных племен Восточной Сибири» Научная деятельность Г.В. Ксенофонтова в области этнографии и фольклора была из рекомендованных направлений Туземного отдела Забайкальского отдела РГО [9, С.5].

Многие студенты – якутяне принимали участие в деятельности ВСОРГО: «Студенты Иркутских вузов, учившиеся у преподавателей – членов ВСОРГО, впоследствии стали основоположниками научной и творческой интеллигенции Бурятии, Якутии, Монголии и Читинской области» [10, С. 13].

Географическое пространство этнографических экспедиций Г.В. Ксенофонтова

Ниже представлено описание территорий, по которым проходили маршруты экспедиций Ксенофонтова. Пространственный подход к расселению якутов, эвенков, бурят, хакасов и тувинцев выявил маршруты экспедиций Г. В. Ксенофонтова, его перемещения по обширной территории Восточной Сибири.

Географическое пространство проходило по разнообразным ландшафтам Лено-Енисейского междуречья, через центральные улусы Якутского округа, якутские улусы Вилюйского округа, охватило Нижнюю Тунгуску к тунгусам, в Минусинский край к хакасам и Западную Бурятию к эхирит – булагатам [11].

В те времена в Восточной Сибири имелись официальные пути сообщения как Якутско – Иркутский, Якутско – Вилюйский, Якутско -Жиганский почтовые тракты [16] и судоходное движение по р. Лена. По датам путевых записок ученого примерно определены возможные пути передвижения в зависимости от времени года и природных условий [9, 18].

Первая экспедиция: 1921 год. На первую экспедицию Г.В. Ксенофонов был командирован в качестве члена экспедиции Б.Э. Петри и направлен в Якутию для сбора материалов по дохристианским верованиям якутов. По пути следования были зарисованы и описаны наскальные изображения на р. Лена в пределах Якутского округа. Публикация «Изображения на скалах р. Лены в пределах Якутского округа» в журнале «Бурятияведение» имела очень важный научный вклад в дальнейшие исследования наскальных писаниц Средней Лены [17, 3-4].

По приезду в Якутию начал этнографические исследования на Средней Лене, которая считается колыбелью якутского народа, где находилась его родина. В первую экспедицию он открыл, исследовал и описал стоянку Куллаты эпохи неолита и более поздних эпох в долине Эркээни

(таб.1). Как отметила известный археолог Якутии С.А. Федосеева эта стоянка в дальнейшем стала одним из опорных памятников А.П. Окладникова для написания древней истории Якутии, особенно в разделе о неолите [4, С.9]. Описание маршрута представлена ниже в (табл. 1).

Таблица 1 – Маршрут Г.В. Ксенофонтова (1921 г.)

№	Наслег	Описание объекта	Географическое положение	Время посещения	Пути сообщения
ЯКУТСКИЙ ОКРУГ					
1	Западно-Хангаласский улус	Ленские пещеры – наскальные изображения	Средняя Лена	Август 1921	Иркутско-Якутский тракт
2	Западно-Хангаласский улус	Стоянка Куллаты – стоянка Кэтэмэ [12, С. 8]	Тиит Ары Левый берег Лены	31.06.1921	Иркутско-Якутский тракт

Средняя Лена. Великие долины

Просторные, обширные долины на левом берегу Средней Лены известны как Великие долины (Улуу хочолор), которые отличаются широкими равнинами, разделенными Кангаласским и Табагинским мысами. Долины разделяют на три части: Эркээни к югу от Табагинского мыса, Туймаада, которую занимает город Якутск расположена между двумя мысами, Энгсиэли – к северу от Кангаласского мыса. Долины Туймаада, Эркээни и Энгсиэли в широтном направлении пересекает Центральная якутская равнина, имеющая два уровня с абсолютными высотами от 60 до 300-400 м, где распространены равнинные ландшафты.

Вторая экспедиция: 1922 год. Экспедиция была запланирована на территорию Западной Бурятии (Бурят-Монгольской АССР), который занимает на северо-западную часть республики. Цель экспедиции: исследование месте шаманской веры бурят (эхирит-булагатов). В эту экспедицию он направился по поручению Бурят-Монгольской научного общества им. Д. Банзарова, членом которого он состоял и изучал религии (шаманства) кочевых племен Азии [9, С.8]. Также экспедиция была связана с общим направлением этнологической секции Восточно-Сибирского отдела РГО (ВСОРГО).

Бурятия. Аларский аймак Западной Бурятии находится на северо-западе в 180 км от Иркутска на Приангарье и занимает часть Иркутско – Черемховской равнины. Представляет собой краевой прогиб Среднесибирского плоскогорья, с характерным холмисто – увалистым рельефом. Плоские поверхности междуречий имеют абсолютную высоту 550 – 650 м, ближе к горам Восточного Саяна, вдоль рек располагаются болотистые равнины [13]. Кутулик – центр аймака, один из старейших населённых пунктов Приангарья. Возник в первой трети XVIII в. как почтовая станция на Московском тракте [14] или Транссибирской железнодорожной магистрали (табл. 2).

Таблица 2 – Маршрут Г.В. Ксенофонтова (1922 г.)

№	Наслег	Поселение	Географическое положение	Время посещения	Пути сообщения
ЗАПАДНАЯ БУРЯТИЯ (БУРЯТСКАЯ АССР)					
3	Аларский аймак (Западная Бурятия)	Кутулик, центр	Иркутско-Черемховская равнина	1922	Транссибирская ж/д магистраль

Третья экспедиция: 1923 -1924 годы. 1923 году вернулся на родину для сбора этнографических материалов и продолжения своей научной деятельности в Якутии. Тогда же поступил на службу секретарем Северного отделения Якутского наркомата для сбора материалов по этнографии, фольклору, шаманству у северных якутов [15]. Объектом третьей экспедиции была выбрана территория Нижней Лены.

Низовья Лены и река Оленёк. Осенью 1923 года он направился в Булунский округ, Г.В. Ксенофонтов направился от Якутска до Жиганска, по действующему Якутско – Жиганскому почтовому тракту. Между Якутском и Жиганском основным путем сообщения был сплав по р. Лена. Но со временем возникла необходимость постоянного зимнего сообщения и поэтому в 1784 г. началась прокладка Якутско – Жиганского почтового тракта [16]. Можно предположить, он в низовья Лены в Булунский округ отправился этим путем и добрался до с. Булун, которое находилось на правом берегу р. Булун. В этом поселении он прожил целый год с выездом в с. Усть – Оленёк для сбора материала (табл. 3). Видимо добирался до Усть- Оленка на оленях. В октябре 1924 г. вернулся в Якутск, собрав огромный материал по верованиям, фольклору и быту северных якутов (табл. 3).

Таблица 3 – Маршрут Г.В. Ксенофонтова (1923 – 1924 гг.)

№	Наслед	Поселение	Географическое положение	Время посещения	Пути сообщения
БУЛУНСКИЙ ОКРУГ					
1	Булунский округ	Булун	Нижняя Лена, левый приток Лены	Октябрь 2023	Якутско-Жиганский почтовый тракт
2		Усть-Оленёк	Устье реки Оленек	Лето 1924	Вьючный

Четвертая экспедиция: 1925 -1926 годы. Это экспедиция была самая длительная, продолжительная и утомительная, но результативная экспедиция. В этот период он запланировал и предпринял значимую поездку по следующему маршруту: Якутск – остров Тойон-Арыы на Лене, через таежные наслеги Западно-Кангаласского и Средне-Виллюйского улусов – Виллюйск – Верхне-Виллюйск – Марха – Нюрба – Шея – Сунтар – Хадан, в Хочинском улусе в Брангатском наслеге – Садын – Чона – через горный перевал в Ербогачён – Ново-Туруханск – Красноярск, оттуда в Абакан и обратно в Красноярск (табл. 4). Здесь нет описаний поездки в Туву.

Таблица 4 – Маршрут Г.В. Ксенофонтова (1925-1926 гг.)

ЯКУТСКИЙ ОКРУГ					
<i>Западно-Хангаласский улус</i>					
№	Наслед/поселение	Поселение	Географ. положение	Время посещения	Пути сообщения
1	Якутск		город	21.12.1924	Внутр пути
2	1-й Мальжегарский наслег (Джобулгинский наслег)	Тоён-Арыы, Джобулга (Тойон-Арыы)	остров Тоён-Арыы на р. Лена	06.01.1925-17.01.1925-31.01.1925	Внутр пути
3	3-й Мальжегарский наслег	О. Хатыц-Арыы	остров	27.01.1925	Внутр пути
4	3-й Мальжегарский наслег	Урочище Усун-Кытыл	Урочище Река Лена	11.02.1925-28.01.1925	Внутр пути

5	4-й Мальжегарский наслег	О. Тиит-Арыы	Остров на р. Лена, равнина Кудай	30.01.1925 7.03.1925 1.03.1925	Внутр пути
6	3-й Мальжегарский наслег	Бёртё	Урочище	16.01.1925	Внутр пути
7	4-й Малтанский наслег	Малтаны		10.02.1925	Внутр пути
8	Мытахский наслег	Мытах	Плоскогорье между Леной и Вилюем по притокам речки Сиинэ	11.02.1925	Внутр пути
9	Одунинский наслег	Магарас			Внутр пути
10	Багарахский наслег	Урочище на речке Ботома		7.03.1925	Внутр пути
<i>Восточно-Кангаласский улус</i>					
11		Качикатский наслег Качикат	Урочище	10.01.1925	Внутр пути
<i>Борогонский улус</i>					
12	Курбусахский наслег	Ольтек		23.12.1925	Внутр пути
<i>Намский улус</i>					
ВИЛЮЙСКИЙ ОКРУГ					
<i>Средневиллюйские улусы (19.02-5.03.1925)</i>					
13	Маганинский		Граница между Якутским и Вилюйским округами	17.02.1925	(Я-В тракт)
14	Виллюйск		город	1.03.1925 - 3.03.1925	(Я-В тракт)
15	Одейский наслег			6.03.1925	
16	Кангаласский			7.03.1925	(Я-В тр)
<i>Верхне-Виллюйский улус</i>					
17	Харбалахский наслег			19.02.	Я-В тракт)
18	Быраканский наслег			28.02.1925	Я-В тракт)
19	Хоринский наслег			4.03-5.03. 1925	Я-В тракт)
20	Удюгейский наслег			9.03.1925	Я-В тракт)
21	Кэнтикский наслег				Я-В тракт)
22	Чечуйский наслег				Я-В тракт)
<i>Средневиллюйский улус</i>					
23	Баппагайский наслег			4.03-5.03.1925	Я-В тракт)
<i>Нюрбинский улус</i>					
24	Накасский наслег	Селение Нюрба		6-7.03.1925 11.03.1925	Я-В тракт)
25	1-й Бордонский наслег				Я-В тракт)
26	Сюльский наслег	Сюля		13.03.1925	Я-В тракт)
27		Маганы		17.02.1925	Я-В тракт)

<i>Хочинский улус</i>					
28	Хаданский наслег	Селения Шея, Сунтар	Река Вилюй	22.03.1925	Я-В тракт)
29	Брангатский наслег	Селение Садын – р. Чона	Река Чона		Водный
Переход через перевал на бассейн р. Нижняя Тугуска					вьючный
КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ					
<i>Киренский округ</i>					
30		Селение Ербогачён	На р. Нижняя Тугуска	17.05.1925	Плавание на лодке до Ново- Туруханска
31		Ново-Туруханск	Устье р. Ниж. Тугуска	31.05.1925	Водный - р. Ниж. Тугуска
<i>Туруханский край</i>					
32	Туруханский край	Урочище Ингаарыкта	урочище на Ниж. Тугуске	31.05.1925	Водный -Ниж. Тугуска
33		Сизьтома	Устье речки, впадает в Н.Тугуску	7.06.1925	Водный -Ниж. Тугуска
34		Ново-Туруханск	селение		Водный -Ниж. Тугуска
35		Красноярск	город		Водный - р. Енисей
36		Иркутск	город		Транссиб. ж/д
ХАКАСИЯ					
37	Минусинский край Красноярск-Абакан- Красноярск	Абакан	город	22.03.1925	Транссиб. ж/д
ЗАПАДНАЯ БУРЯТИЯ					
38	Эхирит-Булагатский аймак	Булагатский хошун		25-28.10.1926	Транссиб. ж/д магистраль
39	Басаевский улус	Ользонского хошун. Олоевский бул		29.10.1926 3.11.1926	Транссиб.ж/д магистраль

Географическое пространство четвертой экспедиции пролегалo через просторы Лено-Вилюйского междуречья, занимая территорию от левобережья р. Лена до р. Вилюй. Рельеф междуречья ограничен Среднесибирским плоскогорьем на западе, Приленским плато на юге и востоке, Центральнаякутской равниной на севере и северо-западе. Орографический рисунок территории выражен плато, равнинами и низменностями [9, С. 27] по которым проходил известный, хоженный Якутско-Вилюйский тракт и водный путь по р. Вилюй до её правого притока р. Чоны.

Г.В. Ксенофонов начал экспедицию со сбора этнографического материала со своих родных мест – с урочища Тиит-Ары в 1-м Мальжегарском наслеге Западно-Кангаласского улуса, с места знакомого с детства, где он родился. «Джобулга – местное название одного рода в Западно-Кангаласском улусе (1-го Мальжегарского наслега). Земли этого наслега находятся

на о. «Тоён-Арыы» («Главный остров») – один из самых больших по всей Лене. Население в Джобулгинском наслеге считается самым богатым и скотоводческим в виду обеспеченности хорошими покосами и лугами» [4, С. 106].

Лено-Вилуйское междуречье. Занимает территорию от левобережья реки Лена до правобережья реки Вилуй. Междуречье окружают Среднесибирское плоскогорье на западе, Приленское плато на юге и востоке, а Центральнаякутская равнина на севере и северо-востоке. Орографический рисунок территории выражен плато, равниной и низменностями. Далее путь пролегал по Лено-Вилуйскому междуречью по реке Вилуй и его поселениям до реки Чона. Здесь по р. Чона, правый приток Вилуя, вывела Ксенофонта на перевал, точнее водораздел между Нижней Тунгуской и Чоной. Этот путь был впервые освоен еще в XVII в. отрядом мангазейских служилых людей Антона Добрынского и Мартына Васильева, которые двигались по Нижней Тунгуске вверх против течения, затем перешли волоком на верховья р. Чоны и по Вилую спустились к реке Лена [20].

После перехода по перевалу между Чоной и Нижней Тунгуской, его маршрут пролегал до территории Туруханского края, по труднодоступным и отдаленным, малолюдным местностям в бассейне р. Енисей. Ксенофонт по этому пути, перевалу доехал до селения Ербогачён (61,3 с.ш., 108.0 в.д.) примерно в конце марта 1925 года. Затем на лодке доехал (бесплатно и совершая по пути исследования) до Ново-Туруханска за 25 дней [18]. Потом вверх по Енисею доплыл до Красноярска, отсюда выезжал в Абакан (Хакасию), потом через Красноярск провел свои исследования в Эхирит-Булагатском аймаке.

Эхирит-Булагатский аймак был образован в 1918 г. Название аймака обусловлено проживанием крупных родоплеменных групп бурят – эхиритов и булагатов, которые сформировались на этой территории и расселились по всему Прибайкалью. Тогда были созданы два бурят-монгольских национальных округа: Агинский в составе Читинской области и Усть-Ордынский в составе Иркутской области с центром в с. Усть-Орда. В состав Усть-Ордынского округа были включены три аймака: Аларский, Боханский, Эхирит-Булагатский [21]. В Эхирит-Булагатский аймак вошли Ользонский улус и Басаевский улус, селение Ользоны в Ользонском хошуне, где Ксенофонт проводил свои полевые исследования во время четвертой экспедиции.

Так были завершены четыре этнографические маршрутные экспедиции Г.В. Ксенофонта с 1921-1926 годы по просторам Восточной Сибири. Маршруты полевых экспедиций пролегли по территории физико-географических стран: Средняя Сибирь и Алтае-Саянская (Саянской и Тувинской провинциях). Маршруты были привязаны к путям сообщения этой обширной территории – к речным системам и почтовым трактам, а также по проложенным путям, тропам известным кочевникам и жителям, особенно в удаленных местностях, где проживали центральные и северные якуты, тунгусы, хакасы и буряты [11].

Ниже представлена карта маршрутов – географического пространства, разработанная автором (рис. 1).

Маршруты экспедиций Г.В. Ксенофонтова (1921 - 1926 гг.)

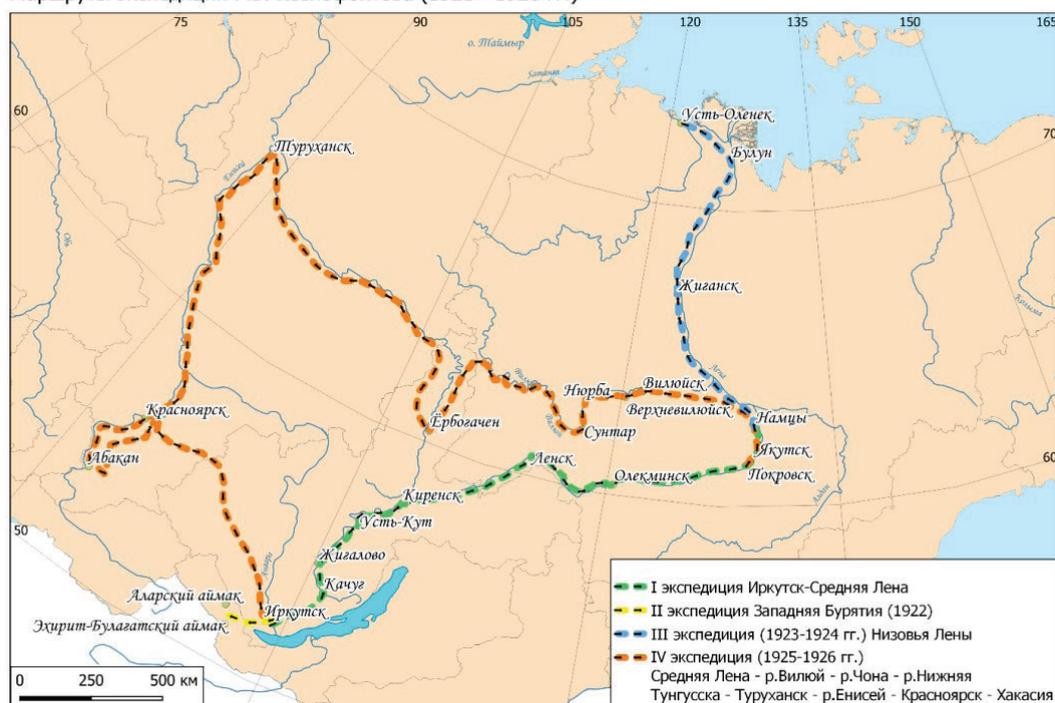


Рис. 1. Географическое пространство и маршруты экспедиций Г.В. Ксенофонтова (составлена автором и картографический дизайн разработан М.И. Захаровым)

Fig. 1. Geographical space and routes of G.V. Ksenofontov's expeditions (compiled by the author and cartographic design developed by M.I. Zakharov)

Географическое пространство научных исследований Г.В. Ксенофонтова сформировалось и наполнилось природными объектами, поселениями, путями сообщения и населением этих территорий, местными жителями и их отношениями к своим истокам – преданиям, фольклору, но обязательным условием необходимо считать присутствие среди этих объектов территории и их местоположением.

В память известного земляка Г.В. Ксенофонтова в Хангаласском улусе (районе) увековечены следующих объекты: Хангаласский улусный краеведческий музей имени Г.В. Ксенофонтова, г. Покровск, (1993 г.); памятник братьям Гавриилу и Павлу Ксенофонтовым, который установлен в сквере Братьев Ксенофонтовых, г. Покровск (2002 г.); на родине в с. Тиит Арыы его имя присвоено Тит Аринской СОШ им. Г.В. Ксенофонтова (1993 г.).

Заключение

Полевые маршрутные исследования Г.В. Ксенофонтова во время этнографических экспедиций с 1921 по 1926 годы завершились с отличными результатами. При этом следует учесть, что Г.В. Ксенофонтов во время экспедиций был один, и благодаря его научной целеустремленности, кропотливости, умению общаться с людьми, сельскими жителями и знаниям якутского языка способствовали сбору полевого материала, которые стали основой достижения его научных исследований. В научной среде изданные монографии по результатам экспедиций были оценены очень высоко, его научные труды стали классическими научные труды произведениями. В современное время монографии «Легенды и рассказы о шаманах у якутов, бурят и тунгусов», «Изображения на скалах р.Лена в пределах Якутского округа», «Эллаида» и другие источники не теряют своей актуальности не только у специалистов, но и у краеведов.

Анализ экспедиционной деятельности по изданным работам Г.В. Ксенофонтова по географическому пространству Восточной Сибири, по территориям и поселениям Западной Бурятии, Якутии, Красноярского края, Хакасии, Тувы привел к таким обобщениям и результатам:

- Территории научных экспедиций Г.В. Ксенофонтова являются географическим пространством Восточной Сибири;

- Маршрут пролегал по физико-географическим странам Средней Сибири и Алтае – Саянской;

- Рассчитаны протяженность экспедиций по маршрутам, которая составляет около 8 тыс. км, охватив пространство около 2 млн. кв. км.

- Автором анализировано и обобщено 4 этапа и направления экспедиций, в результате составлены 4 таблицы по маршрутам Г.В. Ксенофонтова»;

- в результате им посещено: 6 улусов, 2 аймака, наслегов (хошунов) – 39, 2 стойбища тунгусов на р. Нижняя Тунгуска и 6 городов восточной Сибири.

Г.В. Ксенофонтов был активным членом ВСОРГО и Якутского отдела РГО, в этой связи автор рекомендует обсудить вопросы по увековечиванию памяти ученого:

1. Якутскому отделению РГО надо организовать комплексную географо-историческую экспедицию «По следам Г.В. Ксенофонтова «Ураацхайдар суолларынан-иистэринэн» силами членов Якутского отделения Русского географического общества в Республике Саха (Якутия) по следующему маршруту: Якутия, Туруханский округ Красноярского края – Хакасия – Западная Бурятия.

2. Составить справочник – путеводитель по маршруту Г.В. Ксенофонтова.

В итоге хочется отметить, что географическое пространство Ксенофонтова не ограничивается Восточной Сибирью, география его исследований расширяется за его пределы, охватывая центральную и северо-западную Россию и европейский юг России, Камеральные исследования Г.В. Ксенофонтова при обработке экспедиционных материалов и данных, написании научных статей, монографий охватывает города Сибири: Якутск, Иркутск, Томск, Красноярск, Абакан, Кызыл; черноморское побережье Северного Кавказа – Сухуми и Ялту. Крупные научные центры страны – библиотеки и архивы Москвы, Ленинграда, Казани и последнее место проживания г. Дмитров Подмосковья стали местами его научных исследований.

Изучение научных исследований Г.В. Ксенофонтова имеет дальнейшую перспективу, можно рассмотреть различные подходы и методы его научных исследований.

Литература

1. Алаев, Э.Б. Экономико-географическая терминология : Понятийно-терминологический словарь / Алаев, Э.Б. – Москва : Издательство «Мысль», 1977. – С. 199. – Текст : непосредственный.

2. Гладкий, Ю.Н. Гуманитарная география: научная экспликация / Ю.Н. Гладкий. – Санкт-Петербург : Филологический факультет Санкт-Петербургского государственного университета, 2010. – С. 663 с. – Текст : непосредственный.

3. Сухоруков, В.Д. К вопросу о научной экспликации географического пространства / В.Д. Сухоруков, Ю.Н. Гладкий. – Текст : непосредственный // Региональные геосистемы, 2021. – Том 45, № 2. С. 133–143.

4. Дьячкова, А.Н. Г.В. Ксенофонтов: ученый о общественно-политический деятель / А.Н. Дьячкова. – Якутск, 2000. – С. 81-81. – Текст : непосредственный.

5. Пестерев, В. И. История Якутии в лицах / Владимир Пестерев. – Якутск : Бичик, 2001. – 461 с. – Текст : непосредственный.

6. Ксенофонтов, Г.В. Ураанхай-сахалар : в 2 х книгах. Том. 1 : Очерки по древней истории якутов / Г.В. Ксенофонтов – Якутск : Бичик, 1992 г. – 426 с. – Текст : непосредственный.

7. Малькова, А. Василий Никифоров : События. Судьбы. Воспоминания / А. Малькова. – Якутск : Якутское книжное издательство, 1994. – 269 с. – Текст непосредственный.

8. Якутия. Хроника. Факты. События: 1632-1917 гг. – Якутск: Бичик, 2002. – 504 с.
9. Ксенофонов, Г. В. Легенды и рассказы о шаманах у якутов, бурят и тунгусов : материалы к мифологии урало-алтайских племен в Северной Азии). Часть первая // Очерки по изучению Якутского края: сборник / Восточно-Сибирский Отдел Государственного Русского Географического О-ва, Якутская секция. Вып. 2, 1928. – Иркутск, 1928. – С. 53-55.
10. Историческая география Азиатской России : материалы Всероссийской научной конференции, Иркутск, 28-30 ноября 2011 г. / Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт географии имени В. Б. Сочавы, Русское географическое общество, Иркутское областное отделение ; под редакцией Ю. А. Зуляра, Л. М. Корытного. – Иркутск : Издательство Института географии имени В. Б. Сочавы СО РАН, 2011. – 214 с. 160-летию ВСОРГО посвящается. – Текст : непосредственный.
11. Гавриил Васильевич Ксенофонов. Фотографии. Документы. – Якутск: Бичик, 2009. – С. 60.
12. Очерки по истории Хангаласского улуса : книга для чтения ; под редакцией Р.Е. Тимофеевой. – СПб, 2005. – С.8.
13. Аларский район <https://alar.irkmo.ru/>
14. Кутулик <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
15. Ксенофонов Г.В. Биобиблиографический указатель. – Покровск, 2018 г.
16. Казарян П.Л. Сухопутное сообщение Северо-Восточной России (XVII в.– 1920 г.) / П.Л. Казарян. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2012. – 147 с.
17. Ксенофонов, Г.В. Изображения на скалах реки Лены в пределах Якутского округа : Краткий автореферат доклада, сделанного в Археологической комиссии Восточно-Сибирского отделения Русского географического общества) / Г. В. Ксенофонов ; Бурят-Монгольское научное общество имени Доржи Банзарова. – Верхнеудинск, 1927. – 7 с.
18. Ксенофонов, Г.В. Легенды и рассказы о шаманах у якутов, бурят и тунгусов / Г. В. Ксенофонов ; с пред. С. А. Токарева ; Обложка: П. Кузанын. – 2 издание, дополненное и переработанное. – Москва : Безбожник, 1930 (тип. “Гудок”). – 123 с.
19. Коржуев, С.С. Геоморфология долины Средней Лены и прилегающих районов / С.С. Коржуев. – Москва: Издательство АН СССР, 1959. – С. 27.
20. Нюрбинский улус : история, культура, фольклор / Администрация муниципального образования «Нюрбинский улус (район)», Институт гуманитарных исследований ; главный редактор В. Н. Иванов. – Якутск : Бичик, 2006. – 551 с.
21. Эхирит-Булагатский аймак <https://irkutskstat.gks.ru/new/document/198450>

Reference

1. Alaev, Je.B. Jekonomiko-geograficheskaja terminologija : Ponjatijno-terminologicheskij slovar' / Alaev, Je.B. – Moskva : Izdatel'stvo «Mysl'», 1977. – S. 199. – Tekst : neposredstvennyj.
2. Gladkij, Ju.N. Gumanitarnaja geografija: nauchnaja jeksplikacija / Ju.N. Gladkij. – Sankt-Peterburg : Filologicheskij fakul'tet Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2010. – S. 663 s. – Tekst : neposredstvennyj.
3. Suhorukov, V.D. K voprosu o nauchnoj jeksplikacii geograficheskogo prostranstva / V.D. Suhorukov, Ju.N. Gladkij. – Tekst : neposredstvennyj // Regional'nye geosistemy, 2021. – Tom 45, № 2. S. 133–143.
4. D'jachkova, A.N. G.V. Ksenofontov: uchenyj o obshhestvenno-politicheskij dejatel' / A.N. D'jachkova. – Jakutsk, 2000. – S. 81-81. – Tekst : neposredstvennyj
5. Pesterev, V. I. Istorija Jakutii v lichah / Vladimir Pesterev. – Jakutsk : Bichik, 2001. – 461 s. – Tekst : neposredstvennyj.
6. Ksenofontov, G.V. Uraanhaj-sahalar : v 2 h knigah. Tom. 1 : Ocherki po drevnej istorii jakutov / G.V. Ksenofontov – Jakutsk : Bichik, 1992 g. – 426 s. – Tekst : neposredstvennyj.
7. Mal'kova A. Vasilij Nikiforov : Sobytija. Sud'by. Vospominanija / A.Mal'kova. – Jakutsk : Jakutskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1994. – 269 s. – Tekst : neposredstvennyj.

8. Jakutija. Hronika. Fakty. Sobytiya: 1632-1917 gg. – Jakutsk: Bichik, 2002. – 504 s.
9. Ksenofontov, G. V. Legendy i rasskazy o shamanah u jakutov, burjat i tungusov : materialy k mifologii uralo-altajskih plemen v Severnoj Azii). Chast' pervaja // Oчерки по изучению Якутского края: сборник / Vostochno-Sibirskij Otdel Gosudarstvennogo Russkogo Geograficheskogo O-va, Jakutskaja sekcija. Vyp. 2, 1928. – Irkutsk, 1928. – S. 53-55
10. Istoricheskaja geografija Aziatskoj Rossii : materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii, Irkutsk, 28-30 nojabrja 2011 g. / Rossijskaja akademija nauk, Sibirskoe otdelenie, Institut geografii imeni V. B. Sochavy, Ruskoe geograficheskoe obshhestvo, Irkutskoe oblastnoe otdelenie ; pod redakciej Ju. A. Zuljara, L. M. Korytnogo. – Irkutsk : Izdatel'stvo Instituta geografii imeni V. B. Sochavy SO RAN, 2011. – 214 s. 160-letiju VSORGO posvjashhaetsja. – Tekst : neposredstvennyj.
11. Gavriil Vasil'evich Ksenofontov. Fotografii. Dokumenty. – Jakutsk: Bichik, 2009. – S.60
12. Oчерки по истории Hangalasskogo ulusa : kniga dlja chtenija ; pod redakciej R.E. Timofeevoj. – SPb, 2005. – S.8.
13. Alarskij rajon <https://alar.irkmo.ru/>
14. Kutulik <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
15. Ksenofontov G.V. Biobibliograficheskij ukazatel'. – Pokrovsk, 2018 g.
16. Kazarjan P.L. Suhoputnoe soobshhenie Severo-Vostochnoj Rossii (XVII v.– 1920 g.) / P.L. Kazarjan. – Jakutsk: Izdatel'skij dom SVFU, 2012. – 147 s.
17. Ksenofontov, G.V. Izobrazhenija na skalah reki Leny v predelah Jakutskogo okruga : Kratkij avtoreferat doklada, sdelannogo v Arheologicheskoj komissii Vostochno-Sibirskogo otdelenija Russkogo geograficheskogo obshhestva) / G. V. Ksenofontov ; Burjat-Mongol'skoe nauchnoe obshhestvo imeni Dorzhi Banzarova. – Verhneudinsk, 1927. – 7 s.
18. Ksenofontov, G.V. Legendy i rasskazy o shamanah u jakutov, burjat i tungusov / G. V. Ksenofontov ; s pred. S. A. Tokareva ; Oblozhka: P. Kuzan'jan. – 2 izdanie, dopolnennoe i pererabotannoe. – Moskva : Bezbozhnik, 1930 (tip. «Gudok»). – 123 s.
19. Korzhuev, S.S. Geomorfologija doliny Srednej Leny i prilegajushhih rajonov / S.S. Korzhuev. – Moskva: Izdatel'stvo AN SSSR, 1959. – S. 27.
20. Njurbinskij ulus : istorija, kul'tura, fol'klor / Administracija municipal'nogo obrazovanija «Njurbinskij ulus (rajon)», Institut gumanitarnyh issledovanij ; glavnyj redaktor V. N. Ivanov. – Jakutsk : Bichik, 2006. – 551 s.
21. Jehirit-Bulagatskij ajmak <https://irkutskstat.gks.ru/new/document/198450>

Сведения об авторах

ПАХОМОВА Любовь Семеновна – к.п.н., доцент кафедры географии, эколого-географическое отделение ИЕН СВФУ

e-mail: lsp0803@mail.ru

ПАХОМОВА Luybov Semenovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Chair of Geography, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, Ammosov North-Eastern Federal 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 «Юбилеи» 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 номеруются.

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 юбилеи 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 40x50 мм и не более 120x170 мм. К рисунку прилагается подрисовочный 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, кааб. 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

№ 1(30) 2023

Технический редактор *А.Н. Егорова*
Компьютерная верстка *Л.М. Винокурова*
Оформление обложки *П.И. Антипин*

Подписано в печать 27.03.2023. Формат 70x108/16.
Дата выхода в свет 27.03.23.