

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»

№ 3 (31) 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; *Гададь С.Ж.-П.*, доктор географических наук; *Данилов Ю.Г.*, кандидат 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”

№ 3 (31) 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; *Danilov Y.G.*, Candidate of Geographical Sciences; *Kolejka J.P.*, Doctor of Geographical Sciences; *Martynov V.L.*, Doctor of Geographical Sciences; *Mikhno V.B.*, Doctor of Geographical Sciences; *Nesterov Y.A.*, Candidate of Geographical Sciences; *Nikiforova Z.S.*, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences; *Nosonov A.M.*, Doctor of Geographical Sciences; *Okrugin A.V.*, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences; *Polufuntikova L.I.*, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences; *Prisyazny M.Y.*, Doctor of Geographical Sciences; *Savvinova A.N.*, Candidate of Geographical Sciences; *Semenov Y.M.*, Doctor of Geographical Sciences; *Teslenok S.A.*, Candidate of Geographical Sciences; *Tolstov A.V.*, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences; *Fridovsky V.Y.*, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences; *Chasovsky V.I.*, Doctor of Geographical 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/>

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

<i>Александров А.Р., Сивцев А.И.</i> Перспективы нефтегазоносности Индигиро-Зырянского прогиба на основе прямых геохимических данных	5
<i>Килижеков О.К., Толстов А.В., Яхин Ш.М.</i> Результаты разведки глубоких горизонтов кимберлитовой трубки Мир	15
<i>Рудых И.В.</i> Применение геохимических методов прямого прогнозирования залежей углеводородов Западной Якутии	24
<i>Сивцев А.И., Слепцов А.Н., Сивцев Н.А.</i> Грань между региональными и поисковыми работами в этнологической экспертизе	29

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

<i>Поморцев О.А.</i> Отклик ритмоформирующих процессов на широтное положение зон их реализации	35
<i>Поморцев О.А., Кашикаров Е.П.</i> Особенности современного потепления	42
<i>Тесленок С.А., Саушкина М.В.</i> Природные особенности и геологическая история горы Воттоваара (Русского Стоунхенджа)	53

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

<i>Гнатюк Г.А., Дегтева Ж.Ф., Кузин В.Ю.</i> К вопросу о формировании Якутской городской агломерации	65
--	----

CONTENT

GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION OF SOLID MINERALS, MINERALOGY

<i>Aleksandrov A.R., Sivtsev A.I.</i> Prospects of oil and gas potential of the Indigiro-Zyryansky trough based on direct geochemical data	5
<i>Kilizhekov O.K., Tolstov A.V., Yakhin Sh.M.</i> Results of deep horizons exploration of the Mir kimberlite pipe	15
<i>Rudykh I.V.</i> Application of geochemical methods for direct prediction of hydrocarbon deposits in Western Yakutia	24
<i>Sivtsev A.I., Sleptsov A.N., Sivtsev N.A.</i> The edge between regional and exploratory work in ethnological expertise	29

PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY, AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY

<i>Pomortsev O.A.</i> The response of rhythmically forming processes to the latitudinal position of the zones of their implementation	35
<i>Pomortsev O.A., Kashkarov E.P.</i> Peculiarities of the modern global warming.....	42
<i>Teslenok S.A., Saushkina M.V.</i> Natural features and geological history of mount Vottovaara (Russian Stonehenge).....	53

ECONOMIC, SOCIAL, POLITICAL, AND RECREATIONAL GEOGRAPHY

<i>Gnatyuk G.A., Degteva Zh.F., Kuzin V.Yu.</i> More on formation of the Yakutsk urban agglomeration	65
--	----

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 553.98:550.84(571.56-18)
DOI 10.25587/SVFU.2023.31.3.001

А. Р. Александров¹, А. И. Сивцев²

¹ ФИЦ «ЯНЦ СО РАН», Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Якутск, Россия

² Северо-Восточный Федеральный Университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия
e-mail: sutuka1956@mail.ru
e-mail: maraday@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ИНДИГИРО-ЗЫРЯНСКОГО ПРОГИБА НА ОСНОВЕ ПРЯМЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Аннотация. В пределах Восточной Якутии определенные перспективы нефтегазоносности связываются с рядом отрицательных структурных элементов мезокайнозойского возраста. С позиций наличия мощного осадочного чехла и относительно спокойной тектонической обстановки Индигиро-Зырянский прогиб считается наиболее перспективной на нефть и газ территорией. По результатам глубокого бурения, проведенного в конце 80-х в начале 90-х годов прошлого столетия, было установлено наличие достаточно мощных пластов кайнозойского возраста. После совместной переобработки данных бурения с материалами сейсморазведочных работ мощность кайнозойских отложений в прогибе оценена в 2-2,5 км. Отмечается целесообразность переосмысления материалов геохимических опробований совместно с данными полученными в ходе глубокого бурения. По особенностям состава газов, полученных в ходе глубокого бурения и испытания скважин в разрезе Индигиро-Зырянского прогиба имеется два типа природного газа. Первый тип связан с палеогеновыми отложениями и судя по составу имеет микробиальный генезис (скважины № 272-01 и 272-02). Второй типа газа, полученный из верхнеюрских отложений, представляется катагенетическим и более тяжелым по составу (скважина № 272-05). Сделан аналитический обзор результатов прямого геохимического опробования, который также подтверждает наличие как минимум двух различных типов газов. При этом газ, характеризующийся как глубинный, имеет четкие черты схожие с газами разрушающихся нефтяных скоплений. Сделано предположение, что близповерхностные газы, обогащенные азотом и углекислым газом, могут быть связаны с углистыми отложениями верхней юры и нижнего мела. Рекомендовано проведение площадных геохимических опробований с использованием искусственных сорбентов по ароматическим углеводородам.

Ключевые слова: Восточная Якутия, Индигиро-Зырянский прогиб, верхнеюрские отложения, нижнемеловые отложения, палеогеновые отложения, глубокое бурение, газопроявления, геохимические опробования, угленосность, перспективы нефтегазоносности.

A. R. Aleksandrov¹, A. I. Sivtsev²

¹ FRC “YSC SB RAS”, Institute of Oil and Gas Problems of the Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

² M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

e-mail: sutuka1956@mail.ru

e-mail: maraday@yandex.ru

PROSPECTS OF OIL AND GAS POTENTIAL OF THE INDIGIRO-ZYRYANSKY TROUGH BASED ON DIRECT GEOCHEMICAL DATA

Abstract. Within Eastern Yakutia, certain prospects for oil and gas potential are associated with a number of negative structural elements of the Mesocainozoic age. Given the presence of a powerful sedimentary cover and a relatively calm tectonic situation, the Indigiro-Zyryansky trough is considered the most promising territory for oil and gas. According to the results of deep drilling conducted in the late 1980s and early 1990s, the presence of sufficiently powerful Cenozoic age strata was established. After joint processing of the drilling data with the seismic survey materials, the thickness of Cenozoic sediments in the trough is estimated at 2 – 2.5 km. The expediency of rethinking the materials of geochemical testing together with the data obtained during deep drilling is noted. According to the peculiarities of the composition of gases obtained during deep drilling and testing of wells in the section of the Indigiro-Zyryansky deflection, there are two types of natural gas. The first type is associated with Paleogene deposits and, judging by its composition, has a microbial genesis (wells No. 272-01 and 272-02). The second type of gas obtained from Upper Jurassic deposits appears to be catagenetic and heavier in composition (well No. 272-05). An analytical review of the results of direct geochemical testing is made, which also confirms the presence of at least two different types of gases. At the same time, the gas characterized as deep has clear features similar to the gases of collapsing oil accumulations. It is assumed that near-surface gases enriched with nitrogen and carbon dioxide may be associated with carbonaceous deposits of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous. It is recommended to conduct areal geochemical testing using artificial sorbents for aromatic hydrocarbons.

Keywords: Eastern Yakutia, Indigiro-Zyryansky trough, Upper Jurassic deposits, Lower Cretaceous deposits, Paleogene deposits, deep drilling, gas occurrences, geochemical testing, coal bearing, prospects for oil and gas.

Введение

На обширной северо-восточной части Российской Федерации остаются территории с крайне низкой степенью геолого-геофизической изученностью на нефть и газ. Объемы геолого-геофизической изученности Восточной Якутии и основные геологические результаты подытожены в работах [1, 2].

Одной из перспективных на нефть и газа территорий является Индигиро-Зырянский прогиб (ИЗП) – наиболее крупный осадочный бассейн на северо-востоке Республики Саха (Якутия), площадь которого составляет 60-70 тыс. км² [3]. Прогиб изучен геологической съемкой масштаба 1:200 000. Кроме того, начиная с 60-х годов прошлого столетия были проведены ограниченные объемы исследований, направленные на выяснение тектонических, литологических, геохимических и гидрогеологических условий региона.

По материалам геологической съемки северо-западная часть ИЗП представляла собой прогиб, выполненный мощной толщей (до 10-12 км), в основном терригенных верхнеюрских и нижнемеловых отложений, перекрытых маломощными отложениями позднемелового, неогенового и плейстоценового возраста. В разрезе верхней юры выделялись илинтасская и бастахская свиты, в разрезе нижнего мела – ожогинская, сияльская и буоркемюсская свиты [4].

Первыми тематическими работами, направленными на выяснение перспектив нефтегазоносности в пределах всей Восточной Якутии, были комплексные геохимические исследования природных газов, вод и битумов на обширных площадях Момо-Зырянской впадины и Индигиро-Зырянского прогиба проведенные Косолаповым А.И. По итогам проведенных работ

впервые были качественно оценены перспективы нефтегазоносности отдельных территорий в пределах Восточной Якутии. Результаты геохимических исследований 60-х годов могут быть интересны в свете полученных данных глубокого бурения и, соответствующего, переосмысления модели строения Индигиро-Зырянского прогиба.

Постановка проблемы

В период с 1989 по 1992 гг. на северо-западной части Индигиро-Зырянского прогиба было пробурено 4 структурно-параметрических скважины (№ 272-01; № 272-02; № 272-03 и № 272-05.) с суммарной проходкой 5126 пог. м (рис. 1).

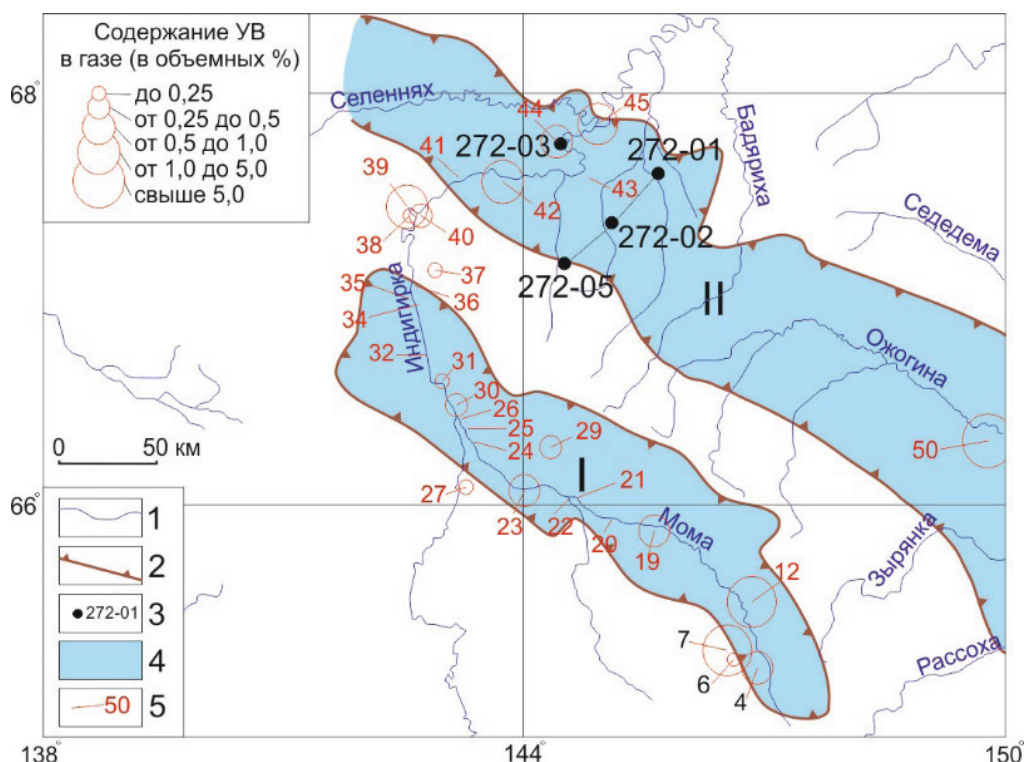


Рис. 1. Схема геохимических опробований в бассейне рек Индигирка и Мома.

Система координат ГСК-2011

Условные обозначения: 1 – гидросеть, 2 – границы тектонических элементов (прогибов), 3 – скважины и их названия и номера, 4 – потенциально нефтегазоносные площади, 5 – пункты наблюдения и их номера. Римские цифры: I – Момская впадина, II – Индигиро-Зырянский прогиб.

Fig. 1. Scheme of geochemical sampling in the basin of the Indigirka and Moma rivers.

GSK-2011 coordinate system

Symbols: 1 – hydraulic network, 2 – boundaries of tectonic elements (troughs), 3 – wells and their names and numbers, 4 – potentially oil and gas bearing areas, 5 – observation points and their numbers. Roman numerals: I – Momskaya depression, II – Indigiro-Zyryansky trough.

По результатам бурения месторождения нефти и газа не открыты, получены лишь незначительные притоки пластовой воды с растворенным газом. Вскрытый бурением разрез оказался представлен преимущественно отложениями кайнозоя и частично мезозоя (рис. 2). Забой скважины № 272-03 находится в илинйтасской свите средней – верхней юры, а в скважинах № 272-01, № 272-02 и № 272-05 – в бастахской свите верхней юры. Скважина № 272-05 вскрыла верхнеюрские отложения почти с дневной поверхности на глубине 10 м.

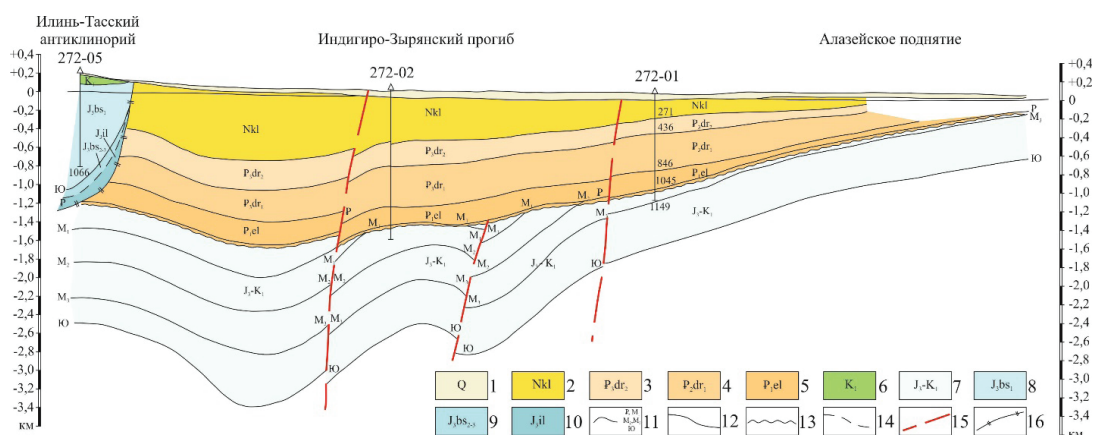


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез по линии профилей 851903-851902-85190 (по материалам АО «Якутскгеология», ОАО «Якутскгеофизика», ВНИГРИ).

1 – четвертичные отложения; 2 – кыллахская свита (неоген); палеогеновые отложения мятисская серия: 3 – даркылахская свита, верхняя подсвита (олигоцен), 4 – даркылахская свита, нижняя подсвита (эоцен), 5 – эльганская свита (палеоцен), 6 – нижнемеловые отложения, 7 – нерасчлененные отложения верхней юры и нижнего мела; верхнеюрские отложения: 8 – бастахская свита, верхняя подсвита, 9 – бастахская свита, средняя и нижняя подсвиты, 10 – илинтасская свита; 11 – отражающие горизонты по сейсморазведке; геологические границы: 12 – согласные, 13 – несогласное залегание, 14 – предполагаемые, 15 – разрывные нарушения по сейсморазведке, 16 – плоскость надвига

Fig. 2. Geological and geophysical section along the line of profiles 851903-851902-85190 (based on the materials of JSC Yakutskgeologiya, JSC Yakutskgeofizika, VNIGRI).

1 – Quaternary, 2 – Kyllakh formation (Neogene), 3 – Darkylakh formation, upper sub-formation (Oligocene), 4 – Darkylakh formation, lower sub-formation (Eocene), 5 – Elga formation (Paleocene), 6 – lower Cretaceous, 7 – upper Jurassic – and lower Cretaceous, 8 – Bastakh series, lower part (upper Jurassic), 9 – Bastakh series, middle – upper part (upper Jurassic), 10 – Ilintas formation, 11 – reflecting horizons; geological boundaries: 12 – consonant, 13 – dissent, 14 – uncertain, 15 – discontinuous faults on seismic survey; 16 – thrust plane.

Геологической неожиданностью стало отсутствие в разрезах всех пробуренных скважин отложений мелового возраста, определенные в качестве проектного горизонта, в том числе и наиболее перспективные в нефтегазоносном отношении нижнемеловые толщи. Нужно заметить, что в условиях отсутствия в керна достоверных фаунистических остатков стратификация и корреляция вскрытых разрезов вышеуказанных скважин были проведены по описанию керна и малоинформативным материалам ГИС.

Полученные результаты бурения и их сопоставление с сейсморазведочными материалами позволило оценить толщины кайнозойских отложений в пределах ИЗП до 2-2,5 км. Таким образом, свидетельства о значительной мощности палеоген-неогеновых отложений на южном борту ИЗП, полученные по результатам маршрутных исследований геологов Института геологических наук ЯНЦ СО АН СССР нашли подтверждение. В частности, в междуречье Индигирки и Сулаккана были изучены разрезы кайнозоя суммарной мощностью около 2,5 км [4].

После получения отрицательных результатов бурения четырех структурно-параметрических скважин в начале 90-х годов прошлого века региональные и поисковые работы в Восточной Якутии, в частности в ИЗП, были свернуты.

Вместе с тем мощный осадочный чехол, наличие проницаемых горизонтов, относительно спокойная тектоническая обстановка, а также множество зафиксированных поверхностных геохимических показателей и скважинных газопроявлений (рис. 1) позволяют считать ИЗП одним из наиболее перспективных на нефть и газ территорий Восточной Якутии.

Газопроявления в скважинах

Незначительные притоки пластовой воды с растворенным газом были получены в скважинах № 272-01, 272-02 и 272-05. Составы газов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав газа в разрезах скважин № 272-01, 272-02 и 272-05 Индигирской площади

№ скв.	№ пробы	Плотность относительно- ная	Содержание, % объемные									
			CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i – C ₄ H ₁₀	n – C ₄ H ₁₀	i – C ₅ H ₁₂	n – C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂	H ₂
272-01	78	0,582	93,55	0,03	--	--	--	--	--	0,15	6,27	сл
272-01	81	0,568	97,06	0,05	--	--	--	--	--	0,12	2,77	сл
272-02	126	0,639	82,77	0,06						3,31	13,3	0,52
272-02	127	0,611	91,28	0,05	сл	--	--	--	--	4,71	3,23	0,73
272-02	127*	0,685	86,55	0,07	0,06	0,01	0,02			10,48	2,51	0,29
272-02	128	0,725	79,76	0,06						16,46	3,07	0,65
272-02	129	0,681	85,13	0,06						12,13	2,36	0,32
272-02	130	0,717	80,44	0,07						16,28	2,16	1,046
272-02	131	0,689	82,35	0,06						12,28	4,51	0,8
272-02	132	0,718	80,25	0,06						16,26	2,38	1,05
272-02	133	0,681	83,23	0,07						12,67	2,48	1,54
272-02	134	0,694	82,6	0,06						13,2	2,45	1,09
272-05	7	0,629	90,22	4,89	2,9	0,87	0,28	0,02	0,005	0,05	0,71	0,051
272-05	8	0,625	89,54	4,58	2,88	0,86	0,29	0,02	0,005	0,14	0,89	0,793

В скважине № 272-01 из палеогеновых отложений испытателем пластов КИИ-95 с интервала 695-835 м были получены пробы воды с растворенным газом (пробы № 78 и 81).

В скважине № 272-02 при опробовании верхнепалеогеновых отложений в открытом стволе в интервале 536-650 м получена пластовая жидкость с растворенным газом (пробы № 126 и 127). Также, в скважине № 272-02 при опробовании палеогеновых отложений прободоотборником ВПП-300 с интервала 715-725 м отобраны несколько проб пластовой воды плотностью 1051 кг/м³ с содержанием растворенного газа 200 см³/л (пробы № 127*-134).

В скважине № 272-05 при опробовании верхнеюрских отложений (бастакская серия) в открытом стволе в интервале 597-716 м получен незначительный приток газа. Газ горел с длиной факела 30 см. Расчетный дебит газа составил 1,7 тыс. м³/сут (пробы № 7 и 8).

Судя по приведенному составу, палеогеновые газы из скважин № 272-01 и 272-02 близповерхностные, микробиальные, и не связаны с нижележащими, наиболее перспективными горизонтами юры, где газ представляется катагенетическим и более тяжелым по составу (скважина № 272-05). В составе газа этих двух скважин также отмечается относительно повышенное содержание азота. Считается, что содержание азота косвенно указывает на наличие УВ залежей:

- величина отношения концентраций азота к углеводородным газам (N₂/УВГ) при приближении к залежи УВ имеет тенденцию к снижению;

- локализация аномалий азота воздушного происхождения над залежами в зоне интенсивного газообмена (особенно в тектонически-активных зонах), связана с быстрым расходом кислорода на окислительные процессы УВ.

Также обращает на себя внимание большое содержание углекислого газа в составе газа скважины № 272-02. В некоторых пробах он достигает величины более 16 %. Диоксид углерода может образовываться как побочный продукт при восстановлении сульфатов углеводородами и как продукт окисления самих УВ. Следовательно, в верхней зоне активного газообмена

при поступлении заметного количества миграционных УВГ могут образовываться аномальные участки с повышенной концентрацией диоксида углерода.

Состав подавляющего большинства (94 %) газовых залежей характеризуется нормальными концентрациями CO_2 . В распределении нормальных концентраций двуокиси углерода в составе пластовых газов большое значение имеет глубина их залегания. В разрезе нефтегазоносных бассейнов (НГБ) содержание CO_2 в пластовых газах, как правило, увеличивается с глубиной от десятых долей процентов до первых единиц, редко превышая 10 %. Во многих НГБ на глубинах менее 1 км отмечается увеличение содержания CO_2 к поверхности.

Весьма вероятно, близость скважины № 272-02 к разрывному нарушению в центральной части Индигиро-Зырянского прогиба обуславливает активный газообмен и, как следствие, отмечается увеличение содержания CO_2 за счет интенсивного окисления поступающих газов.

В то же время, верхнеюрско-нижнемеловые отложения на Востоке Сибирской платформы и в пределах Восточной Якутии отличаются обильной угленосностью [5]. Повышенные концентрации приповерхностных условий метана наряду с присутствием азота и углекислого газа могут быть обусловлены метаморфизмом угленосных отложений.

Приповерхностные газопроявления

Приповерхностными геохимическими опробованиями были охвачены только северо-западная и юго-восточная части Индигиро-Зырянского прогиба. В частности, на северо-западе ИЗП геохимические исследования были приурочены непосредственно к долине р. Индигирки и приустьевым частям ее притоков доступных для лодочного транспорта (таблица 2). Главные проявления располагаются в приустьевых частях рек Колядин (п.н. 39), Кебергене (п.н. 44) и Селеннях (п.н. 45), и по всей видимости, связаны с тектоническими нарушениями. Важно отметить, что пробы свободного газа, отобранные с коренных отложений, содержат на порядок больше метановых углеводородов и на столько же меньше кислород. Данное обстоятельство исключает возможность фиксирования биогенного метана в приповерхностной зоне илистого дна. В пользу глубинного генезиса данного газа свидетельствует также относительно высокое содержание гелия (таблица 2).

По мнению А.И. Косолапова, на северо-западе ИЗП свободные газопроявления, фиксируемые на поверхности, могут быть связаны с разрушающимися нефтяными скоплениями. Так, на пробах, отобранных в нижнем течении р. Кебергене, левого притока р. Индигирки присутствует углеводородная фракция со всеми ее высшими гомологами. Причем соотношение тяжелых углеводородов к метану в обоих случаях весьма постоянное (5,0 %) и свидетельствует о чисто нефтяной природе (п.н. 44) (таблица 2). Резкое увеличение средних членов в гомологическом ряде тяжелых углеводородов характерна для нефтяных, обычно разрушающихся залежей. Данное явление может быть связано с миграцией УВ с аналогов доманикоидных [6] отложений Селенняхского блока предположительно подстилающих мезокайнозойские отложения на северо-западе ИЗП. Именно в Селенняхском блоке Омудевского террейна зафиксировано наибольшее количество битумопроявлений (включая жидкие) Восточной Якутии [7, 8]. Вместе с тем нельзя исключать наличие аквагенного типа исходного органического вещества и в юрских отложениях, которое могло обусловить генерацию жидких углеводородов [5].

На юго-западе ИЗП приповерхностными опробованиями был охвачен бассейн реки Ожогоино. Наиболее контрастные аномалии были получены в приустьевой зоне р. Силап правого притока р. Ожогоино (п.н. 50) (таблица 3). Здесь также наблюдается устойчивое и выдержанное распределение гомологического ряда метана, что характерно для газов нефтяного происхождения. Заметное содержание гелия при относительно заниженном аргоне также подчеркивает глубинный генезис фиксированного газа.

Таблица 2 – Химический состав свободно выделяющихся газов из источников, приуроченных к долине р. Индигирки в пределах северо-западной части Индигиро-Зырянского прогиба (в объемных % %)

Пункты наблюд.	№ анализов	Наименование источников	Общий анализ газа				Тяжелые углеводороды				Редкие газы	
			CO ₂	O ₂	CH ₄	N ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	He	Ar
39	157/64	Источник на р. Индигирки у устья р. Колядин	0,59	12,13	0,19	86,89	0,0084	0,0010	0,0006	0,0004	0,0014	1,0154
39	156/64	Устье Колядин (из коренных пород)	0,38	0,57	1,91	96,47	0,001	0,0003	0,0003	0,00	0,0042	1,0144
39	158/64	То же (из илистого дна)	0,54	4,22	0,14	94,95	0,0013	0,0002	0,00	0,00	0,0064	0,9441
42	144/64	р. Таас-Кутуругун	0,00	18,94	2,27	78,79					0,0008	0,9161
44	163/64	р. Кебергене (выше наледи)	1,55	1,36	0,60	96,49	0,0055	0,0183	0,0059	0,0016	0,0021	1,0965
44	162/64	То же (в зоне наледи)	0,13	5,87	0,67	93,33	0,0063	0,0181	0,0004	0,00	0,0040	0,9857
45	164/64	р. Селенях	2,16	1,22	3,25	93,37	0,0213				0,0037	1,0544

Примечание: Непредельные углеводороды, окись углерода и водорода отсутствуют во всех пунктах за исключением трех анализов 39 пункта, где обнаружен в количествах соответственно 0,14-0,67 %.

Note: Unsaturated hydrocarbons, carbon monoxide and hydrogen are absent at all points, except for three analyzes of point 39, where they are found in amounts of 0.14-0.67 %, respectively.

Таблица 3 – Химический состав свободно выделяющихся газов из источников, приуроченных к долине р. Ожогойной в пределах юго-восточной части Индигиро-Зырянского прогиба (в объемных % %)

Пункты наблюд.	№ анализов	Наименование источников	Общий анализ газа				Тяжелые углеводороды				Редкие газы	
			CO ₂	O ₂	CH ₄	N ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	He	Ar
50	167/64	Приустьевая зона р. Силап (в русле реки)	0,52	13,19	0,53	85,75					0,0013	0,9030

50	168/64	То же (на левом берегу)	2,22	0,69	4,16	92,93	0,0039	0,0005	0,0005	0,00	0,0064	0,7868
50	168/64	То же (на правом берегу)	2,02	0,27	33,56	64,12					0,0013	0,8995

Примечание: Непредельные углеводороды, окись углерода и водорода отсутствуют во всех пунктах за исключением 51, где обнаружен в количестве 0,20 %.

Note: Unsaturated hydrocarbons, carbon monoxide and hydrogen are absent at all points except 51, where it was found in an amount of 0.20 %.

На рисунке 1 приведены объемные содержания УВ в пробах газа по Илин-Тасскому антиклинорию и Момской впадине по бассейнам рек Индигирка и Мома.

По представлениям Гайдук В.В. и др. [3, 4] Момская впадина и Индигиро-Зырянский прогиб и разделяющий их Илин-Тасский антиклинорий обособились в позднем миоцене за счет складчатости. Аналитический обзор геохимических показателей по территориям Илин-Тасского антиклинория и Момской впадины стоит в задачах следующей статьи.

Закключение

Рассмотренные приповерхностные геохимические показатели и газопроявления в скважинах на северо-западной части Индигиро-Зырянского прогиба свидетельствуют о региональной перспективности территории. Составы газов, полученные в ходе бурения скважин и испытания пластов свидетельствуют о наличии как минимум двух типов газов: близповерхностного микробиального и катагенетического глубинного.

Главной причиной получения отрицательного результата глубокого бурения на рубеже 80-х и 90-х годов 20 века стало на принятие неадекватной к природной модели строения прогиба, что привело к заложению поисково-оценочной скважины без должной подготовки [9].

Для более уверенного подтверждения перспектив нефтегазоносности Индигиро-Зырянского прогиба, в том числе по жидким углеводородам, рекомендуется проведение недорогих по стоимости площадных геохимических опробований с использованием искусственных сорбентов по ароматическим углеводородам.

Использование арен в качестве поисковых элементов основывается на концепции отсутствия ароматических углеводородов (в частности, бензола, толуола и ксилолов) в органическом веществе современных осадков. Генезис этой группы соединений связывается с сравнительно жесткими термобарическими условиями «нефтяного окна» [10]. Другими словами, использование в качестве поисковых элементов ароматических углеводородов обусловлено попыткой минимизации неоднозначностей при получении геохимических полей над перспективными территориями. Кроме того, к благоприятным факторам для их применения в качестве поисковых признаков относят высокую мобильность ароматических углеводородов и их устойчивость к действию углеводородокисляющих бактерий.

Совместными усилиями производственных предприятий геологического направления, а также академических и отраслевых институтов необходимо внести в план геологоразведочных работ слабоизученные территории Восточной Якутии, включая Арктическую зону.

Работа выполнена в рамках Госзадания Министерства науки и высшего образования РФ № 122011100158-1 и при поддержке РФФИ (грант № 21-510-22001), с использованием научного оборудования ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН в рамках гранта № 13. ЦКП.21.0016.

Литература

1. Аржаков, Н.А. Анализ геолого-геофизической изученности потенциально нефтегазоносных районов Северо-Восточной Якутии и прилегающего шельфа Восточно-Арктических морей / Н.А. Аржаков, А.П. Оболкин, В.С. Ситников // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. – Т. 12, № 4. – https://doi.org/10.17353/2070-5379/39_2017. – Текст : электронный.
2. Оболкин, А.П. Ситников В.С., Александров А.Р. и др. Обобщение результатов сейсморазведочных исследований Северо-Востока Якутии / А.П. Оболкин, В.С. Ситников, А.Р. Александров [и др.] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. – Т. 12, № 4. – https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2017. – Текст : электронный.
3. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред. Л.М. Парфенов, М.И.Кузьмин. – Москва : МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с. – Текст : непосредственный.
4. Гайдук, В.В. Строение и нефтегазоносность кайнозойского Индигиро-Зырянского прогиба / В.В. Гайдук, И.Ш. Сюндюков, О.В. Гриненко, В.С. Имаев // Тектоника и нефтегазоносность Якутии: сборник научных трудов. – Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1989. – С. 75-87. – Текст : непосредственный.
5. Sivtsev, A.I. Paragenesis of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Priverhoyansky and Indigiro-Zyryansky Basins / A.I. Sivtsev, I.N. Zueva, O.N. Chalaya / IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2019. – 272. – 022122. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/272/2/022122/pdf> DOI: 10.1088/1755-1315/272/2/022122
6. Зуева, И.Н. Геохимия органического вещества пород девонских отложений О. Котельный (Новосибирские о-ва) и Селенняхского блока (Омулевский террейн) / И.Н. Зуева, О.Н. Чалая, А.Ф. Сафронов, Ю.С. Глязнецова, С.Х. Лифшиц // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – 2020. – Т. 7, № 2. – С. 81-88. – DOI 10.15372/FPVGN2020070214. – Текст : электронный.
7. Иванов, В.В. Нафтиды и нафтоиды Северо-Востока СССР / В.В. Иванов, Б.А. Клубов. – Москва : Наука, 1979. – 147 с – Текст : непосредственный.
8. Клубов, Б.А. Природные битумы Севера / Б.А. Клубов. – Москва : Наука, 1983. – 205 с. – Текст : непосредственный.
9. Петров, Д.М. Причины отрицательных результатов при структурно-параметрическом бурении в пределах Индигиро-Зырянском прогибе / Д.М. Петров, А.И. Сивцев – Текст : непосредственный // Материалы XV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле» – Москва : Издательство РГГУ им. Серго Орджоникидзе, 2021. – С. 69-71.
10. Тимшанов, Р.И. Особенности распределения бензола и толуола в подпочвенных глинах как поисковый критерий нефтеносности на юге Западной Сибири: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.09 / Тимшанов Р.И. – Новосибирск, 2014. – 221 с.

References

1. Arzhakov, N.A. Analiz geologo-geofizicheskoy izuchennosti potencial'no neftegazonosnyh rajonov Severo-Vostochnoj Jakutii i priliegajushhego shel'fa Vostochno-Arkticheskikh morej / N.A. Arzhakov, A.P. Obolkin, V.S. Sitnikov // Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika. – 2017. – T. 12, № 4. – https://doi.org/10.17353/2070-5379/39_2017. – Tekst : jelektronnyj.
2. Obolkin, A.P. Sitnikov V.S., Aleksandrov A.R. i dr. Obobshhenie rezul'tatov sejsmorazvedochnyh issledovanij Severo-Vostoka Jakutii / A.P. Obolkin, V.S. Sitnikov, A.R. Aleksandrov [i dr.] // Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika. – 2017. – T. 12, № 4. – https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2017. – Tekst : jelektronnyj.
3. Tektonika, geodinamika i metallogenija territorii Respubliki Saha (Jakutija) / Отв. ред. Л.М. Парфенов, М.И.Куз'мин. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с. – Текст : neposredstvennyj.

4. Gajduk, V.V. Stroenie i neftegazonosnost' kajnozojskogo Indigiro-Zyrjanskogo progiba / V.V. Gajduk, I.Sh. Sjundjukov, O.V. Grinenko, V.S. Imaev // Tektonika i neftegazonosnost' Jakutii: sbornik nauchnyh trudov. – Jakutsk: JaNC SO AN SSSR, 1989. – S. 75-87. – Tekst : neposredstvennyj.
5. Sivtsev, A.I. Paragenesis of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Priverhoyansky and Indigiro-Zyryansky Basins / A.I. Sivtsev, I.N. Zueva, O.N. Chalaya / IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2019. – 272. – 022122. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/272/2/022122/pdf> DOI: 10.1088/1755-1315/272/2/022122
6. Zueva, I.N. Geohimija organicheskogo veshhestva porod devonskih otlozhenij O. Kotel'nyj (Novosibirskie o-va) i Sennjanskogo bloka (Omulevskij terrej) / I.N. Zueva, O.N. Chalaya, A.F. Safronov, Ju.S. Gljaznecova, S.H. Lifshic // Fundamental'nye i prikladnye voprosy gornyh nauk. – 2020. – T. 7, № 2. – S. 81-88. – DOI 10.15372/FPVGN2020070214. – Tekst : jelektronnyj.
7. Ivanov, V. V. Naftidy i naftoidy Severo-Vostoka SSSR / V. V. Ivanov, B. A. Klubov. – M.: Nauka, 1979. – 147 s – Tekst : neposredstvennyj.
8. Klubov, B.A. Prirodnye bitumy Severa / B.A. Klubov. – M.: Nauka, 1983. – 205 s. – Tekst : neposredstvennyj.
9. Petrov, D.M. Prichiny otricatel'nyh rezul'tatov pri strukturno-parametricheskom burnenii v predelah Indigiro-Zyrjanskom progibe / D.M. Petrov, A.I. Sivcev – Tekst : neposredstvennyj // Materialy XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Novye idei v naukah o Zemle» – M.: Izdatel'stvo RGGU im. Sergo Ordzhonikidze, 2021. – S. 69-71.
10. Timshanov, R.I. Osobennosti raspredelenija benzola i toluola v podpochvennyh glinah kak poiskovyj kriterij neftenosnosti na juge Zapadnoj Sibiri: dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk: 25.00.09 / Timshanov R.I. – Novosibirsk, 2014. – 221 s.

Сведения об авторах

АЛЕКСАНДРОВ Александр Романович – н.с. ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» Институт проблем нефти и газа СО РАН, <https://orcid.org/0000-0001-6459-8951>, e-mail: sutuka1956@mail.ru

ALEKSANDROV Alexander Romanovich – researcher, FRC “YSC SB RAS”, Institute of Oil and Gas Problems, Siberian Branch of the RAS, e-mail: sutuka1956@mail.ru

СИВЦЕВ Алексей Иванович – к.г.-м.н., доцент, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, <https://orcid.org/0000-0001-8386-2383>, e-mail: ai.sivcev@empl.s-vfu.ru

SIVTSEV Aleksei Ivanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: ai.sivcev@empl.s-vfu.ru

О. К. Килижеков¹, А. В. Толстов², Ш. М. Яхин¹

¹ ВГРЭ АК АЛРОСА (ПАО), г. Мирный, РС (Я), Россия

² ИГАБМ, г. Якутск, РС (Я), Россия

e-mail: tols61@mail.ru

e-mail: kilizhekovOK@alrosa.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВЕДКИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ МИР

Аннотация. Приведены первые результаты по геологическому строению глубоких горизонтов месторождения алмазов – кимберлитовой трубки Мир. По результатам разведки глубоких горизонтов получены новые данные о геологическом строении месторождения. Морфология трубки с глубиной имеет определенную тенденцию к увеличению объема рудного тела по сравнению с результатами предыдущей разведки. Вещественный состав кимберлитов и их продуктивность на глубину более 1500 м изменяются незначительно. В целом результаты разведки позволили получить значительное увеличение запасов кимберлитовой руды и алмазов общим объемом свыше 60 миллионов каратов.

Ключевые слова: месторождение алмазов, трубка Мир, кимберлиты, глубокие горизонты, разведка, морфология, вещественный состав, алмазоносность.

O. K. Kilizhekov¹, A. V. Tolstov², Sh. M. Yakhin¹

¹ VGRE AK ALROSA (PAO), Mirny, RS(Ya), Russia

² IGABM, Yakutsk, RS(Ya), Russia

e-mail: tols61@mail.ru

e-mail: kilizhekovOK@alrosa.ru

RESULTS OF DEEP HORIZONS EXPLORATION OF THE MIR KIMBERLITE PIPE

Abstract. The first results on the geological structure of the deep horizons of a diamond deposit – the Mir kimberlite pipe are presented. According to the results of exploration of deep horizons, new data on the geological structure of the deposit was obtained. The morphology of the pipe with depth has a definite tendency to increase the volume of the ore body in comparison with the results of previous explorations. The material composition of kimberlites and their productivity to a depth of more than 1,500 m vary slightly. In general, the results of the exploration allowed us to obtain a significant increase in the reserves of kimberlite ore and diamonds with a total volume of over 40 million carats.

Keywords: diamond deposit, Mir pipe, kimberlites, deep horizons, exploration, morphology, material composition, diamond content.

Введение

Планомерные геолого-поисковые работы на алмазы в Западной Якутии были предприняты в 1947 г., а уже через два года вблизи села Крестях в среднем течении р. Вилюй (россыпь косы Соколиная) были обнаружены первые алмазы. После этого открытия геологические исследования в Западной Якутии получили весьма широкий размах и спустя всего несколько лет после начала поисков алмазов, в 1954 г. геологической партией № 128 Амакинской экспедиции были установлены алмазы в россыпях правого притока реки Вилюй – реки Малая Ботуобия и в ее левом притоке – руч. Ирелях (рис. 1), что предопределило дальнейшее направление фронта последующих геолого-поисковых работ на левобережье р. М. Ботуобия на ближайшие пять лет.

В эти же годы геологической партией № 132 Амакинской экспедиции под руководством Кинд Н.В. выполнена геологическая съемка масштаба 1:200 000 площади нижнего и среднего течения р. М. Ботуобия и долины руч. Ирелях и результат не заставил себя долго ждать.

«Закурили трубку Мира. Табак хороший» – эта знаменитая телеграмма, отправленная в июне 1955 года из поселка Новый в Нюрбу, стала крылатой, благодаря множеству публикаций, посвященных открытию якутских алмазов в разных газетах, журналах и книгах.

Месторождение алмазов – кимберлитовая трубка «Мир» открыта 13 июня 1955 г. геологами Амакинской экспедиции Ю.И. Хабардиным, Е.Н. Елагиной, В.П. Авдеевко по прогнозной геологической карте Н.В. Кинд. Трубка расположена в Мало-Ботуобинском алмазоносном районе Якутской алмазоносной провинции. Главными элементами всего алмазоносного района являются Ботуобинская седловина, восточный борт Тунгусской синеклизы, западный борт Вилюйской синеклизы и наложенный Ангаро-Вилюйский прогиб [1, 2, 3].

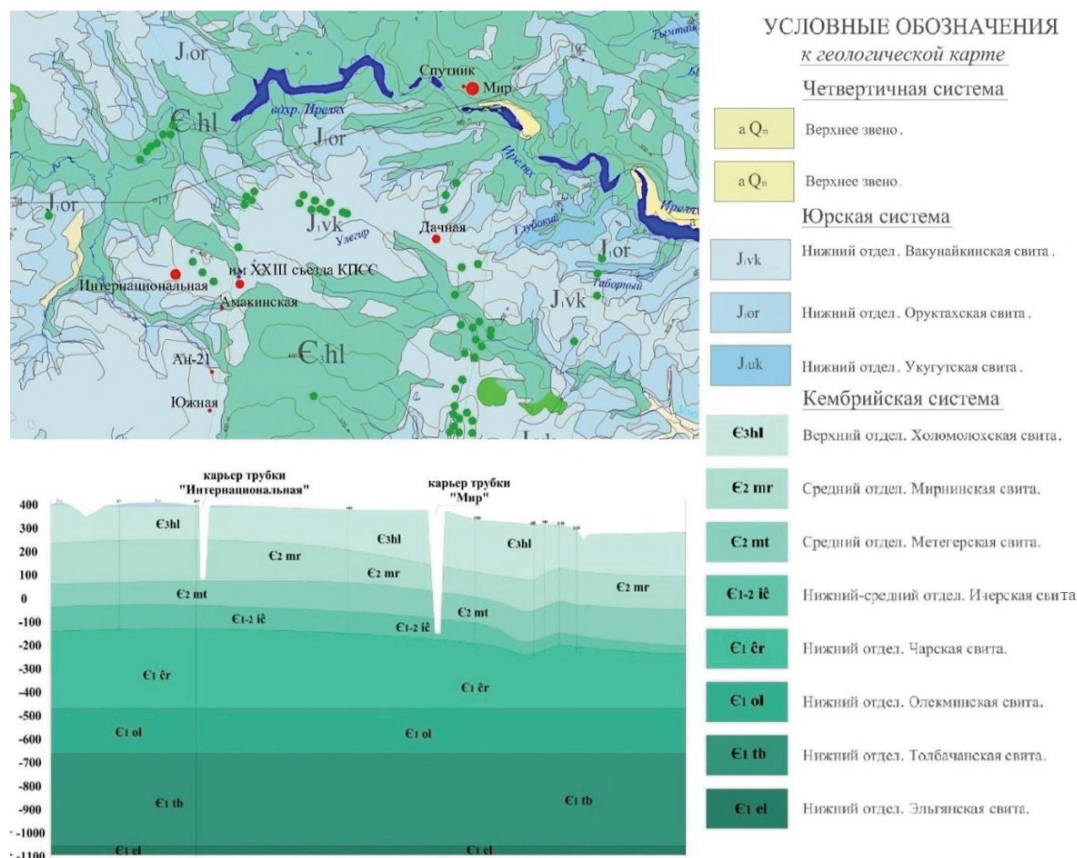


Рис. 1. Геологическое строение (карта и разрез) Мирнинского кимберлитового поля

Fig. 1. Geological structure (map and section) of the Mirny kimberlite field

К настоящему времени кимберлитовая трубка «Мир» – одно из крупнейших и наиболее известных в мире месторождений алмазов в Якутии и в мире [2,3]. Своевременная разведка его во второй половине XX века позволила начать отработку этого месторождения карьером, которая продолжалась более полувека на глубину свыше 500 м и, тем самым, заложила основу алмазодобывающей промышленности в России.

Подземный рудник, строительство которого стартовало в 2012 г., продолжал добычу алмазов вплоть до 2017 г., когда в результате техногенной катастрофы и затопления его отработка была приостановлена.

В 2020-22 гг. была выполнена разведка глубоких горизонтов трубки Мир, а в сентябре 2022 г. на полях VII Восточного экономического форума Глава Республики Саха (Якутия) и генеральный директор АК АЛРОСА (ПАО) дали старт началу строительства нового рудника «Мир-Глубокий».

Геологическое строение района и основные этапы изучения месторождения

В геологическом строении Мало-Ботубинского алмазоносного района выделяются два структурных этажа.

Нижний структурный этаж, залегающий на глубине 1,9 – 2,4 км, соответствующий кристаллическому фундаменту архейского и раннепротерозойского возраста, сложен глубоко метаморфизованными дислоцированными породами, представленными гранито-гнейсами.

Верхний структурный этаж представлен образованиями осадочного чехла, сложенного карбонатно-терригенными отложениями венда, галогенно-карбонатными, терригенно-карбонатными осадками кембрия [4, 5, 6]. Нижняя часть верхнего структурного яруса представлена вендским комплексом мощностью до 440 м, сложенным песчаниками, доломитами с прослоями аргиллитов. Песчаники бюксской свиты (V_{bk2}) являются коллектором Ботубинского нефте-газопродуктивного горизонта. Общая мощность осадочной толщи изменяется от 2114 до 2206 м. Структурные этажи разделены между собой значительными перерывами в осадконакоплении, угловыми и стратиграфическими несогласиями.

Разведка месторождения выполнена в несколько этапов. В ходе первого этапа в 1955 г. геологической партией № 200 Амакинской экспедиции были проведены первые работы по оценке алмазоносности трубки Мир, а также поисковые и разведочные работы русловых и террасовых россыпей рек Ирелях и Малая Ботубия.

Детальная разведка верхних горизонтов трубки Мир производилась в 1955-58 гг. По ее результатам были получены запасы алмазов промышленных категорий до глубины 600 м (абс. отм. – 280 м) и в интервале 600-800 м (абс. отм. – 480 м) по категории C_2 и утверждены в ГКЗ СССР (протокол № 2621 от 12.03.1959 г).

По результатам изучения месторождения на глубину геологическое строение кимберлитового тела изменялось по мере повышения детальности его изучения. В 1956 г. в ходе разведки была вскрыта кимберлитовая жила, соединяющая трубки Мир и Спутник. Предварительная разведка трубки Спутник, расположенной в 350 м трубки Мир, была завершена в 1959 г.

После завершения детальной разведки трубки Мир в 1959-60 гг. в центральной ее части для установления перспектив алмазоносности пройдена вертикальная скважина № 41 на глубину 1200 м, по результатам бурения которой на глубине от 600 м (нижняя граница утвержденных запасов промышленной категории) до проектной отметки 1200 м была установлена выдержанность алмазоносности на глубину, что позволило оценить прогнозные ресурсы на всю глубину.

В 1968 году сотрудниками Алмазной лаборатории ЦНИГРИ (позднее НИГП АК АЛРОСА (ПАО)) была выполнена площадная геолого-петрологическая съемка кимберлитового тела трубки Мир в масштабе 1:1000 на горизонтах +295 м и +280 м.

В 1973-1974 гг. в результате бурения инженерно-геологических скважин № 1, 2 до глубины 1200 м был детально изучен разрез в проектных точках заложения шахтных стволов (южная и северная часть трубки Мир). Эти работы выполнялись специалистами Ботубинской геолого-разведочной экспедицией (БГРЭ) ПГО Якутскгеология по договору с научно-производственным объединением НПО Якуталмаз.

В 1978-79 гг. в соответствии с Постановлением СМ СССР от 03.03.77 г. силами объединения Ленанефтегазгеология в 1,8 км на юг от трубки Мир была пробурена параметрическая скважина № 701 глубиной 2165 м до кристаллических пород фундамента.

В 1977-1981 гг. месторождение было разведано в интервалах глубин 600-1235 м (горизонты -280 ÷ -900 м). При разведке пробурено всего 30 разведочных, одна структурная и четыре гидрогеологических скважины.

В результате выполненных работ получены дополнительные данные, свидетельствующие о существенном увеличении размеров рудного тела на северо-западном фланге. Подсчитанные запасы алмазов по категориям C_1 и C_2 утверждены в ГКЗ СССР (протокол № 8830 от 11.09.1981 г).

Параллельно с завершающим этапом открытой отработки, в 2001 г. было начато строительство подземного рудника, а его первый пусковой комплекс был введен в эксплуатацию в 2009 г., в результате чего начата добыча руды. Проектная мощность рудника по добыче 1 млн. тонн руды в год достигнута в 2016 г. По состоянию на июль 2017 г. на подземном руднике добычные работы велись в блоках 6 и 7, в абс. отм. -210 /-410 м. Полностью были подготовлены, пройдены и сданы в эксплуатацию горизонты -210 м, -310 м, -410 м, в стадии строительства находились горизонты в интервале абс. отм. -510 м и -615 м.

Однако 04.08.17г. на месторождении трубки «Мир» случилась непредсказуемая трагедия – произошел неконтролируемый прорыв рассолов, скопившихся в чаше карьера, вызвавший затопление шахтных горных выработок. После этого, вплоть до настоящего времени рудник был переведен в режим «мокрой» консервации», заключающийся в управляемом подтоплении месторождения с поддержанием уровня воды в карьере «Мир» за счет отвода части дренажных рассолов из карьера по водоотводящей штольне (абс. отм. -152 м) с последующей откачкой их из штольни погружными насосами, расположенными на берме +235 м карьера. Шахтные выработки под рудным целиком (ниже отм. -210 м) полностью затоплены. Данное экстраординарное событие, повлекшее за собой полную остановку рудника, побудило недропользователя к существенной интенсификации геологоразведочных работ на ближайших к Мало-Ботубинскому алмазодобывающему району и сопредельных территориях, которые увенчались открытием нового Сюльдюкарского кимберлитового поля в Ыгыаттинском алмазодобывающем районе на западе Якутии [6,7,8]. Однако, месторождения, соразмерного с уникальным выбывшим из разработки объектом, обнаружено не было, поэтому временная потеря рудника, учитывая существенные запасы алмазов, оставшиеся в недрах, не могла стать окончательной.

Работы по оценке возможности возобновления добычных работ на месторождении Мир были начаты практически тотчас же. В 2018 г. институт «Якутнипроалмаз» выполнил ТЭС целесообразности инвестиций в строительство нового рудника на месторождении алмазов трубки Мир в пределах абс. отм. -565 м ÷ -1300 м.

В связи с высоким коммерческим потенциалом проекта Инвестиционным комитетом АК «АЛРОСА» (ПАО) осуществлено финансирование геологоразведочных работ с проведением геологического изучения недр в пределах абс. отм. -900 ÷ -1300 м с последующим рассмотрением результатов для принятия решения о целесообразности инвестиций в строительство подземного рудника.

Для поддержания уровня алмазодобычи, принятия решения и проработки вариантов дальнейшей эксплуатации месторождения, во исполнение замечаний и рекомендаций ГКЗ РФ, требований пункта 5 статьи 23 Закона РФ «О недрах» (об обеспечении наиболее полного извлечения из недр запасов месторождения) руководством АК АЛРОСА (ПАО) было принято решение об изучении глубоких горизонтов месторождения с изучением их вещественного состава, определением запасов алмазов и морфологии рудного тела.

Проект на геологическое изучение и оценку промышленной ценности глубоких горизонтов месторождения алмазов трубки Мир в рамках лицензий ЯКУ 0294 КП и ЯКУ 06037 КП в 2019-2022 гг. был оперативно подготовлен геологами Вилуйской ГРЭ (ВГРЭ). Геологическое изучение недр также проводилось силами ВГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО) с привлечением подрядных организаций. Все разведочные работы проводились за счёт собственных средств АК «АЛРОСА» (ПАО).

Задачи разведки глубоких горизонтов кимберлитовой трубки Мир решались путем проходки веера наклонно-направленных скважин из основного (материнского) ствола № 308, опробования и обогащения керновых проб. Проходка скважин осуществлялась с юго-западного борта карьера трубки Мир. Бурение осуществлялось подрядной организацией ВПТН «Нефтемаш» с применением современных технологий: винтовых забойных двигателей с контролем положения трассы скважины телеметрической системой по гидроканалу.

Разведочные работы на глубоких горизонтах были полностью завершены в июле 2021 г. Проходка скважин выполнялась со стороны вмещающих пород по направлению рудного тела, до его полного пересечения и выхода во вмещающие породы. Очередность проходки скважин и развитие разведочной сети определялись необходимостью последовательного изучения морфологии рудного тела сверху вниз. При этом полученная информация служила основанием для уточнения параметров заложения последующих выработок с целью более рационального решения основной геологической задачи. Для фиксации границы рудного тела углубка наклонных скважин во вмещающие породы составляла от 28 м до 77 м. Это позволило геологам своевременно и надежно изучить зоны зкзоконтактов месторождения и избежать риска ошибочных принятий крупных ксенолитов за границы рудного тела.

По результатам разведочных работ контур кимберлитовой трубки на горизонте -900 м был существенно уточнен, и в настоящее время он опирается на данные бурения 7 (семи) скважин, по которым отмечено 10 подсечений контактов рудного тела. Три из них были получены по данным предыдущей стадии разведки (1981 г.), семь – по данным бурения современных скважин. Из 10 контактов две пары скважин сближены между собой, расстояния между ними 6,6 м и 15,4 м. Фактически по горизонту имеются 8 подсечений (рис. 3).

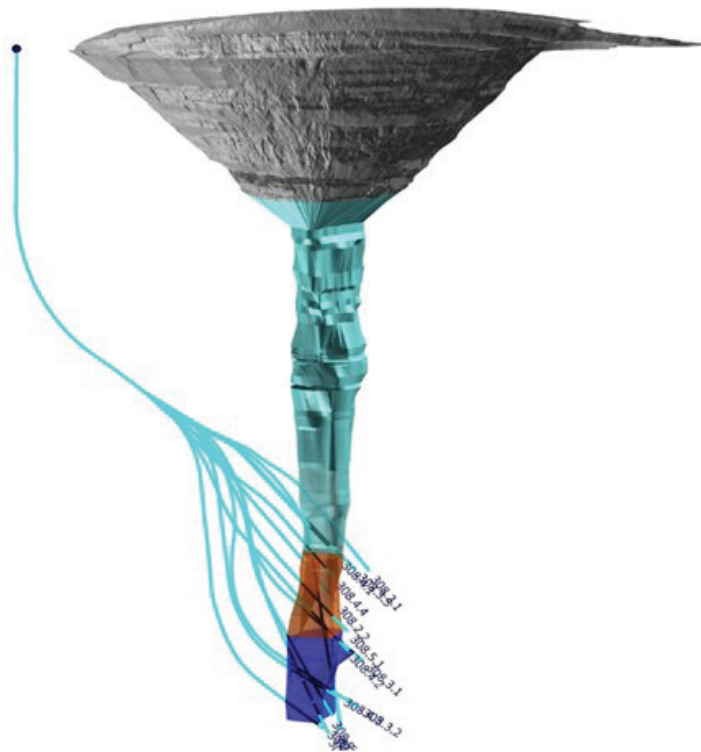


Рис. 3. Объемная модель месторождения Мир с расположением разведочных скважин

Fig. 3. Volume model of the Mir deposit with the location of exploration wells

Таким образом, расстояния по периметру между подсечениями составляют от 42 до 94 м, что позволило достичь необходимой плотности разведки на данном горизонте. Ниже, на горизонте -1100 м, контур кимберлитовой трубки определен по пяти подсечениям контактов рудного тела, а также в трех точках – с помощью внутренней интерполяции между выше и ниже находящимися подсечениями.

На горизонте -1300 м контур рудного тела в юго-восточной части построен по трем подсечениям внешних границ месторождения буровыми скважинами. Остальная часть трубки опреде-

лена путем внешней экстраполяции подсечений контактов рудного тела скважинами глубокого бурения. Глубины экстраполяции составили 58-128 м.

Минералого-петрографические, геохимические и изотопные исследования являются предметом отдельных исследований геологов ВГРЭ и результаты будут представлены позднее. В целом же они показали относительно хорошую выдержанность вещественного состава и алмазонасности кимберлитов трубки Мир до 1500 м и глубже, достаточно хорошо изученных предшественниками ранее [9,10].

Основным видом работ при разведке месторождения являлось керновое опробование на алмазы. Опробование проводилось с целью получения сведений о содержании алмазов в руде и их качестве. Керновые пробы отбирались по всем пересечениям разведочными скважинами рудного тела и экзоконтактам рудного тела во вмещающих породах.

Длина керновой пробы кимберлитов изменялась от 10,4 м до 19,7 м, в среднем составила 15,4 м. Всего в ходе разведки отобрано и обогащено 100 керновых проб кимберлитов общим весом 30886,0 кг (1535,2 п.м.). Вес каждой керновой пробы был обеспечен по представительности. В зависимости от длины пробы, объемной массы и линейного выхода керна, вес изменялся от 176 до 429 кг, составляя в среднем 308 кг. Алмазонасность с глубиной выдержана, по отдельным пробам она является ураганной, но в целом сопоставима с результатами предшествующих этапов разведки [9, 11].

Геофизические исследования в скважинах (ГИС) проводились с целью решения следующих задач: литолого-стратиграфическое расчленение разрезов скважин, корреляция разрезов по скважинам, выделение контактов кимберлита и вмещающих пород, петрографические исследования и выделение разновидностей кимберлитовых пород, определение физических свойств горных пород в естественном залегании, контроль технического состояния ствола скважины, определение объемов подготовки тампонажных смесей (КВ) и контроль пространственного положения оси ствола скважины.

Поставленные задачи решались с помощью стандартного разведочного комплекса ГИС, который включал в себя спектрометрический гамма-каротаж (СГК), каротаж магнитной восприимчивости (КМВ), кавернометрию (КВ) и гироскопическую инклинометрию (ГИ). Оценка алмазонасности кимберлитов трубки производилась по результатам обогащения керновых проб, выполнена в полном объеме и сопоставима с результатами предшественников, что говорит о выдержанности продуктивности на всю глубину.

Заключение

В ходе разведки глубоких горизонтов трубки Мир (в интервале абсолютных отметок -900 ÷ -1300 м) были определены размеры и морфология рудного тела, вещественный и изотопный состав слагающих его породных разновидностей, детально изучены минералого-петрографические, геохимические, изотопные особенности кимберлитов, инженерно-геологические, гидрогеологические и газовые условия залегания кимберлитов на глубоких горизонтах.

В результате разведки изучены основные петрологические, петрохимические, геохимические и изотопные характеристики разновидностей глубоких горизонтов кимберлитов месторождения алмазов трубки Мир. Вещественный состав и алмазонасность кимберлитов из глубоких горизонтов аналогичны таковым из верхних отработанных горизонтов месторождения и сопоставимы с другими кимберлитовыми телами – промышленными месторождениями Малоботуобинского и Средне-Мархинского районов [9, 10, 12].

Результатами разведки подтверждены основные параметры алмазонасности месторождения на глубинах 1250-1650 м. Установлено, что в пределах разведанных горизонтов форма рудного тела остается удлиненно-овальной, а не резко переходит в дайкообразную, как предполагалось ранее. При этом общие запасы руды месторождения значительно увеличиваются, в результате чего ожидаемый прирост запасов алмазов во вновь разведанных блоках составит около 60 млн. карат.

Выполненные разведочные работы позволили уверенно выполнить проектирование и начать строительство подземного рудника Мир-Глубокий, что, в свою очередь, дает возможность вовлечения в отработку этого, безусловно, уникального месторождения в ближайшие годы.

Благодарности: Работа выполнена в рамках НИР ИГАБМ СО РАН (№ 0381-2019-0003).

Литература

1. Емельянов, В.С. Новые данные о перспективах коренной алмазности Вилуйско-Мархинской зоны разломов / В.С. Емельянов, А.В. Толстов, Е.И. Борис. – Текст : непосредственный // Вопросы методики прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых. (применительно к объектам геологоразведочных работ АК «АЛРОСА»). – Якутск : АК «АЛРОСА» ЯНИГП ЦНИГРИ., 2004. – С. 115-123.
2. Соболев, Н.В. Перспективы поисков алмазносных кимберлитов в северо-восточной части Сибирской платформы / Н.В. Соболев, А.В. Соболев, А.А. Томиленко [и др.]. – Текст : непосредственный // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59, № 10. – С. 1701-1719.
3. Проценко, Е.В. Критерии поисков кимберлитов и новые перспективы коренной алмазности Якутии / Е.В. Проценко, А.В. Толстов, Н.И. Горев. – Текст : непосредственный // Руды и металлы. – 2018. – № 4. – С. 14-23.
4. Игнатов, П.А. Геологические и минералого-геохимические признаки структур, контролирующих алмазносные кимберлиты Накынского поля Якутии / П.А. Игнатов, К.Ю. Бушков, Я.И. Штейн [и др.]. – Текст : непосредственный // Руды и металлы. – 2006. – № 4. – С. 59-67.
5. Игнатов, П.А. Реконструкция кинематики разломов на закрытых территориях по данным анализа микронарушений в керне / П.А. Игнатов, К.В. Новиков, К.Ю. Бушков, А.В. Толстов. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений : Геология и разведка. – 2011. – № 3. – С. 55-60.
6. Мальцев, М.В. Новое кимберлитовое поле в Якутии и типоморфные особенности его минералов-индикаторов / М.В. Мальцев, А.В. Толстов, В.М. Фомин, Т.С. Старкова. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2016. – № 3. – С. 86-94.
7. Мальцев, М.В. Особенности вещественного состава кимберлитов Сюльдюкарского поля (Западная Якутия) / М.В. Мальцев, А.В. Толстов, Т.С. Старкова, А.С. Иванов. – Текст : непосредственный // Наука и образование. – 2017. – № 4 (88). – С. 37-43.
8. Мальцев, М.В. Условия локализации и критерии поисков кимберлитов (на примере Ыгыаттинского алмазносного района, Западная Якутия) / М.В. Мальцев, А.В. Толстов, И.И. Бережнев. Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2018. – № 6. – С. 41-49.
9. Лапин, А.В. Изотопный состав Sr- и Nd- кимберлитов и конвергентных с ними пород Сибирской платформы / А.В. Лапин, А.В. Толстов, А.В. Антонов. – Текст : непосредственный // Доклады Академии наук. – 2007. – Т. 414, № 1. – С. 78-82.
10. Лапин, А.В. Петрогеохимические особенности кимберлитов Средне-Мархинского района в связи с проблемой геохимической неоднородности кимберлитов / А.В. Лапин, А.В. Толстов, В.Б. Василенко. – Текст : непосредственный // Геохимия. – 2007. – № 12. – С. 1292-1304.
11. Горев, Н.И. Тектонические аспекты строения Вилуйско-Мархинской зоны, их использование при прогнозировании кимберлитовых полей / Н.И. Горев, А.В. Герасимчук, Е.В. Проценко, А.В. Толстов. – Текст : непосредственный // Наука и образование. – 2011. – № 3. – С. 5-10.
12. Соболев, Н.В. Уникальные особенности состава вкрапленников оливина посттрапповой алмазносной кимберлитовой трубки Малокуонапская, Якутия / Н.В. Соболев, А.В. Соболев, А.А. Томиленко [и др.]. – Текст : непосредственный // Доклады Академии наук. – 2015. – Т. 463, № 5. – С. 587-591.

References

1. Emel'janov, V.S. Novye dannye o perspektivah korennoj alamazonosnosti Viljujsko-Marhinskoj zony razlomov / V.S. Emel'janov, A.V. Tolstov, E.I. Boris. – Tekst : neposredstvennyj // Voprosy metodiki prognozirovaniya

и поисков месторождений полезных ископаемых. (применительно к объектам геологоразведочных работ АК “ALROSA”). – Якутск : АК “ALROSA” JaNIGP CNIGRI., 2004. – С. 115-123.

2. Sobolev, N.V. Perspektivy poiskov almazonosnykh kimberlitov v severo-vostochnoj chasti Sibirskoj platformy / N.V. Sobolev, A.V. Sobolev, A.A. Tomilenko [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Geologija i geofizika. – 2018. – T. 59, № 10. – С. 1701-1719.

3. Procenko, E.V. Kriterii poiskov kimberlitov i novye perspektivy korennoj almazonosnosti Jakutii / E.V. Procenko, A.V. Tolstov, N.I. Gorev. – Tekst : neposredstvennyj // Rudy i metally. – 2018. – № 4. – С. 14-23.

4. Ignatov, P.A. Geologicheskie i mineralogo-geohimicheskie priznaki struktur, kontrolirujushchih almazonosnye kimberlity Nakynskogo polja Jakutii / P.A. Ignatov, K.Ju. Bushkov, Ja.I. Shtejn [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Rudy i metally. – 2006. – № 4. – С. 59-67.

5. Ignatov, P.A. Rekonstrukcija kinematiki razlomov na zakrytyh territorijah po dannym analiza mikronarushenij v kerne / P.A. Ignatov, K.V. Novikov, K.Ju. Bushkov, A.V. Tolstov. – Tekst : neposredstvennyj // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij : Geologija i razvedka. – 2011. – № 3. – С. 55-60.

6. Mal'cev, M.V. Novoe kimberlitovoe pole v Jakutii i tipomorfnye osobennosti ego mineralov-indikatorov / M.V. Mal'cev, A.V. Tolstov, V.M. Fomin, T.S. Starkova. – Tekst : neposredstvennyj // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geologija. – 2016. – № 3. – С. 86-94.

7. Mal'cev, M.V. Osobennosti veshhestvennogo sostava kimberlitov Sjul'djukarskogo polja (Zapadnaja Jakutija) / M.V. Mal'cev, A.V. Tolstov, T.S. Starkova, A.S. Ivanov. – Tekst : neposredstvennyj // Nauka i obrazovanie. – 2017. – № 4 (88). – С. 37-43.

8. Mal'cev, M.V. Uslovia lokalizacii i kriterii poiskov kimberlitov (na primere Ygyattinskogo almazonosnogo rajona, Zapadnaja Jakutija) / M.V. Mal'cev, A.V. Tolstov, I.I. Berezhnev. Tekst : neposredstvennyj // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Geologija i razvedka. – 2018. – № 6. – С. 41-49.

9. Lapin, A.V. Izotopnyj sostav Sr- i Nd- kimberlitov i konvergentnykh s nimi porod Sibirskoj platformy / A.V. Lapin, A.V. Tolstov, A.V. Antonov. – Tekst : neposredstvennyj // Doklady Akademii nauk. – 2007. – T. 414, № 1. – С. 78-82.

10. Lapin, A.V. Petrogeohimicheskie osobennosti kimberlitov Sredne-Marhinskogo rajona v svyazi s problemoj geohimicheskoy neodnorodnosti kimberlitov / A.V. Lapin, A.V. Tolstov, V.B. Vasilenko. – Tekst : neposredstvennyj // Geohimija. – 2007. – № 12. – С. 1292-1304.

11. Gorev, N.I. Tektonicheskie aspekty stroenija Viljujsko-Marhinskoj zony, ih ispol'zovanie pri prognozirovanii kimberlitovykh polej / N.I. Gorev, A.V. Gerasimchuk, E.V. Procenko, A.V. Tolstov. – Tekst : neposredstvennyj // Nauka i obrazovanie. – 2011. – № 3. – С. 5-10.

12. Sobolev, N.V. Unikal'nye osobennosti sostava vkraplennikov olivina posttrappovoj almazonosnoj kimberlitovoj trubki Malokuonapskaja, Jakutija / N.V. Sobolev, A.V. Sobolev, A.A. Tomilenko [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Doklady Akademii nauk. – 2015. – T. 463, № 5. – С. 587-591.

Сведения об авторах

КИЛИЖЕКОВ Олег Константинович – заместитель главного геолога Вилюйской геолого-разведочной экспедиции (ВГРЭ) АК АЛРОСА (ПАО), e-mail: kilizhekovOK@alrosa.ru

KILIZHEKOV Oleg Konstantinovich – Deputy Chief Geologist, Vilyuisk Geological Exploration Expedition (BGRE) of AK ALROSA (PAO), e-mail: kilizhekovOK@alrosa.ru

ТОЛСТОВ Александр Васильевич – д.г.-м.н., в.н.с. Института геологии алмаза и благородных металлов (ИГАБМ) СО РАН, <https://orcid.org/0000-0002-6057-5987>, e-mail: tols61@mail.ru;

TOLSTOV Alexander Vasilyevich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, Institute of Diamond and Precious Metals Geology (IGABM) SB RAS, e-mail: tols61@mail.ru;

ЯХИН Шавкат Мясгудович – руководитель проекта, Вилюйская геологоразведочная экспедиция (ВГРЭ) АК АЛРОСА (ПАО)

YAKHIN Shavkat Masgutovich – Project Manager, Vilyuisk Geological Exploration Expedition (BGRE) of AK ALROSA (PAO)

И. В. Рудых

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

e-mail.: rudih@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРЯМОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ

Аннотация. В результате проведенного анализа перспектив нефтегазоносности восточной части Сибирской платформы в пределах Республики Саха (Якутия), по материалам ранее проведенных различными видами геохимических съемок (водногазовые, гидрохимические, литогазогеохимические, снеговые, атмохимические, битуминологическое опробования) установлена прямая взаимосвязи аномалий с установленной нефтегазоносностью исследуемых территорий.

Показатели аномалий геохимического поля на порядок выше в пределах территорий с установленной нефтегазоносностью (Непско-Ботуобинская антеклиз), чем территорий с их отсутствием, в том числе открытых месторождений нефти и газа к настоящему времени (Сюгджерская седловина).

Ярким примером могут служить проведенные геохимические исследования в пределах Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения, где подтверждаемость залежей бурением, при использовании геохимических данных, возросла на 30 %, что свидетельствует об обоснованности использования методов геохимического анализа при поисках нефти и газа.

На основе анализа приведенных данных, при прогнозировании и поисках скоплений углеводородов, наиболее рациональным предлагается обязательное проведение опережающего районирования крупных территорий по уровню геохимического фона.

Ключевые слова: геохимические методы, нефтегазоносность, аномалии, геологическая съемка, западная Якутия, месторождения, нефти и газ, перспективы, прогиб, залежь.

I. V. Rudykh

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

e-mail: rudih@mail.ru

APPLICATION OF GEOCHEMICAL METHODS FOR DIRECT PREDICTION OF HYDROCARBON DEPOSITS IN WESTERN YAKUTIA

Abstract. Based on the materials previously carried out by various types of geochemical surveys (water-gas, hydrochemical, litho-gas-geochemical, snow, atmochemical, bituminological sampling), an analysis of the oil and gas potential prospects of the eastern part of the Siberian platform within the Sakha Republic (Yakutia) established a direct relationship between the anomalies and the proven oil and gas potential of the studied territories.

The indicators of geochemical field anomalies are an order of magnitude higher within territories with proven oil and gas potential (Nepa-Botuobinskaya antecline) than in the territories where they are absent, including oil and gas fields that have been discovered to date (Syugdzherskaya structural low).

A striking example is the geochemical research carried out within the Chayanda oil and gas condensate field, where the confirmation of deposits by drilling, using geochemical data, increased by 30 %, which indicates the validity of the use of geochemical analysis methods in the search for oil and gas.

Based on the analysis of the data presented, when predicting and searching for hydrocarbon accumulations, the most rational approach is to carry out mandatory advanced zoning of large territories according to the level of geochemical background.

Keywords: geochemical methods, oil and gas potential, anomalies, geological survey, western Yakutia, fields, oil and gas, prospects, trough, deposit.

Введение

По территориям Западной Якутии, расположенным в пределах Сибирской платформы, к настоящему времени накоплен значительный фактический материал о результатах опытно-методических исследований по опробованию прямых геохимических поисков залежей нефти и газа. Работы проводились в период с 1978 по 1987 годы силами работников специализированного подразделения в рамках Якутской комплексной тематической экспедиции Производственного геологического объединения «Ленанефтегазгеология» с привлечением на договорных условиях сотрудников Иркутского государственного университета, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», «Всесоюзный научно-исследовательский институт ядерной геофизики и геохимии» и другие. [1,2].

Опробованы многие виды геохимических съемок. Комплекс применяемых методов включал в различных сочетаниях водногазовое, гидрохимическое, литогазогеохимическое, литохимическое, снеговое, атмосферическое и битуминологическое опробования. В некоторых районах проведены изотопные исследования, опробована гелиевая съемка. Наряду с поверхностным геохимическим опробованием, на отдельных площадях применялось бурение шпуров (до 2-х м) и мелких шнековых скважин (8-12 м). Проведено также опробование шлама по ряду глубоких параметрических скважин.

Геохимическими исследованиями были охвачены обширные территории юго-западной и северо-западной Якутии, в том числе Непско-Ботубинская антеклиз, Сюджерская седловина, Вилуйская синеклиза, Предверхоанский и Лено-Анабарский краевые прогибы. По материалам геохимического опробования выделены многочисленные локальные аномалии и крупные аномальные зоны.

Картирование объектов по аномалиям геохимических полей

Результаты исследований показали наличие дифференцированного геохимического поля, в целом подтверждающие возможность применения прямых геохимических методов поисков нефти и газа в экстремальных горногеологических условиях Западной Якутии [3]. Установлены резкие отличия в характере регионального геохимического поля. На территории Непско-Ботубинской антеклизы, несмотря на наличие в разрезе мощных соленосных толщ, геохимический фон на порядок выше, чем в Сюджерской седловине, где осадочный чехол почти полностью сложен карбонатными отложениями [4].

Геохимическое поле мезозойских краевых депрессий представлено своими особенностями. Достаточно сложно оно представлено в пределах Вилуйской синеклизы, наиболее интенсивно и контрастно – в районах Предверхоанского прогиба, что обусловлено значительной дислоцированностью разреза и отсутствием в его составе надежных экранов. Для перспективных районов Лено-Анабарского прогиба характерно геохимическое поле переходного типа.

Отмеченные различия в характере и интенсивности регионального геохимического поля обусловлены сложностью геологического строения платформенного чехла (дизъюнктивная тектоника, проявления магматизма, наличие в разрезе соленосных толщ, присутствие в верхней части чехла многолетнемерзлых пород и другое), а также спецификой и разнообразием условий нефтегазоносности [5]. На территориях, осадочный разрез в которых характеризуется более оптимальными предпосылками для формирования и сохранения залежей углеводородов, установлены или прогнозируются в основном зоны нефтегазонакопления унаследованного и перестроенного типов (Непско-Ботубинская, Западно-Вилуйская нефтегазоносные области и др.). При наличии в исследуемых районах необходимых условий, обеспечивающих длительную сохранность скоплений углеводородных скоплений в рамках, указанных зон нефтегазонакопления и способствующих их периодическому вертикально-латеральному перемещению во времени как по разрезу, так и в плане, недра в значительной мере пропитаны углеводородами, геохимический фон в целом более высок, аномалии менее контрастны и границы их более расплывчаты.

В районах, где достаточно надежные флюидоупоры в осадочном чехле отсутствует явно выраженное поверхностное геохимическое поле, обусловленное нефтегазоносностью недр, отражающееся в виде новообразованных зон нефтегазонакопления, формирование которых продолжается на современном этапе (Вилуйская, Предверхоянская нефтегазоносные области) [6]. В таких геологических обстановках фиксируемые геохимические аномалии, генетически связанные с углеводородными скоплениями в недрах, более контрастно и отчетливо выделяются на фоне пониженного в целом геохимического фона.

Существовавшие ранее сомнения в отношении целесообразности применения прямых геохимических поисков залежей нефти и газа при наличии в верхней части разреза многолетнемерзлых пород мощностью до 600 м. были сняты в дальнейшем по мере получения дифференцированных геохимических данных [7]. Более того, было установлено, что наличие мерзлоты усиливает эффект аномальности при геохимической миграции углеводородов. Было отмечено, что газовые скопления под толщей многолетнемерзлых пород, играющей роль нетрадиционного экрана, формируются за счет поступления углеводородных газов из более глубоких горизонтов. В развитие этого тезиса можно подчеркнуть, что максимальные возможности для образования таких скоплений имеются, прежде всего, над газовыми залежами, реально существующими в различных горизонтах осадочного чехла и контролируемые традиционными геологическими условиями нефтегазоносности, а также над зонами разломов и узлами пересечения разрывных тектонических нарушений, где процессы вертикальной миграции пластовых флюидов закономерно усиливаются.

Подтверждением данного факта служат проведенные исследования на примере Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения, где подтверждаемость залежей бурением, при использовании геохимических данных, возросла на 30 %, что свидетельствует об обоснованности использования методов геохимического анализа при поисках нефти и газа [8].

На механизм формирования вторичных скоплений углеводородных газов непосредственно под криолитозонной существенное влияние оказывают физические процессы, связанные с возникновением в зоне развития низких пластовых температур, соответствующих аномально низких пластовых давлений [9]. Учитывая неоднократные изменения температуры воздуха и недр в геологической истории земной коры, ведущие, с одной стороны, к прогрессирующему развитию криолитозоны и, с другой стороны, к ее периодической кратковременной деградации, можно предположить, что процессы подтока (подтягивания) углеводородных газов и пополнения газовых скоплений под толщей многолетнемерзлых пород по указанной схеме имеют пульсирующий характер [3, 9].

Заключение

С учетом приведенных данных при использовании геохимических методов прямого прогнозирования углеводородных скоплений представляется целесообразным обязательное проведение опережающего районирования крупных территорий по уровню геохимического фона. Для реализации этих и других предложений необходима постановка в рамках федеральной программы геологоразведочных работ приоритетных исследований по созданию электронной базы геохимических данных, накопленных к настоящему времени по рассматриваемым и наиболее перспективным территориям.

Весьма актуальной является также необходимость решения проблемы модернизации и разработки новых высокоточных аппаратных средств отбора геохимических проб при различных видах исследований. В настоящее время имеющийся разрыв между точностью работ при отборе проб и, соответственно, при их лабораторно-аналитическом изучении несоизмеримо велик, что отрицательно сказывается на эффективности возможного практического использования геохимических методов прямого прогнозирования углеводородных скоплений в различных геологических условиях.

Литература

1. «Опытно-производственные исследования по внедрению геохимических методов поисков залежей нефти и газа в Якутии» : Отчет по объекту / С.В. Боков, М.В. Григорьева. – Якутск : ПГО «Ленанефтегазгеология», 1987. – 165 с. – Текст непосредственный.
2. Каширцев, В.А. Органическая геохимия нафтидов востока Сибирской платформы / В.А. Каширцев. – Якутск : Изд-ва ЯФ СО РАН. 2003. – 160 с. – Текст непосредственный.
3. Ситников, В.С. Геохимическое поле нефтегазоносных территорий Западной Якутии / В.С. Ситников, С.В. Боков, С.С. Филатов. – Текст : непосредственный // Геохимические поиски месторождений нефти и газа. – Иркутск : ИГУ. – 1987. – С. 16-17.
4. Вожов, В.И. Основы прогноза нефтегазоносности Сибирской платформы по комплексу водорастворенных органических веществ / Вожов В.И., Зингер А.С., Долгова Г.С. [и др.]. – Текст : непосредственный // Геохимические и гидрогеологические предпосылки поисков нефти и газа в Сибири. – Новосибирск. – 1983. – С. 108-119.
5. Тимшанов, Р.И. Выделение геодинамических зон путем геоморфологического анализа дневной поверхности и оценка их флюидопроводимости по геохимическим данным / Р.И. Тимшанов, С.А. Шешуков, О.С. Мартынов. – Текст : непосредственный // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2015. – С. 182-186.
6. Черданцев, Г.А. Условия осадконакопления таргайской свиты верхней перми в юго-западной части Вилюйской синеклизы / Г.А. Черданцев, Ю.Ю. Бухаленкова, В.П. Семенов, И.А. Кушмар, Т.В. Родина // Геология нефти и газа. – 2020. – № 5. – С. 55–73. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-5-55-73.
7. Арчegov, В.Б. История нефтегазогеологических работ на территории Сибирской платформы и сопредельных структур / В.Б. Арчegov, В.А. Степанов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – Санкт-Петербург, 2009. – С. 1-11.
8. Нуркаев, Р.Н. Геохимические технологии прогноза газонефтяных залежей на примере Чаяндынского месторождения / Р.Н. Нуркаев, Ю.П. Балабанов // Геология в развивающемся мире: Материалы VIII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (г. Санкт-Петербург). – Пермь : Изд-во Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. – С. 324-328.
9. Черский, А.В. О формировании залежей углеводородов под толщей мерзлоты / А.В. Черский, В.П. Царев. – Текст : непосредственный // Геология и полезные ископаемые Якутии. – Якутск : Изд-во ЯФ АН СССР, 1970. – С. 23-35.

References

1. «Opytno-proizvodstvennyye issledovaniya po vnedreniju geohimicheskikh metodov poiskov zalezhej nefiti i gaza v Jakutii» : Otchet po ob#ektu / S.V. Bokov, M.V. Grigor'eva. – Jakutsk : PGO «Lenaneftegazgeologija», 1987. – 165 s. – Tekst neposredstvennyj.
2. Kashircev, V.A. Organicheskaja geohimija naftidov vostoka Sibirskoj platformy / V.A. Kashircev. – Jakutsk : Izd-va JaF SO RAN. 2003. – 160 s. – Tekst neposredstvennyj.
3. Sitnikov, V.S. Geohimicheskoe pole neftegazonosnyh territorij Zapadnoj Jakutii / V.S. Sitnikov, S.V. Bokov, S.S. Filatov. – Tekst : neposredstvennyj // Geohimicheskie poiski mestorozhdenij nefiti i gaza. – Irkutsk : IGU. – 1987. – S. 16-17.
4. Vozhov, V.I. Osnovy prognoza neftegazonosnosti Sibirskoj platformy po kompleksu vodorastvorenyh organicheskikh veshhestv / Vozhov V.I., Zinger A.S., Dolgova G.S. [i dr.]. – Tekst : neposredstvennyj // Geohimicheskie i gidrogeologicheskie predposylki poiskov nefiti i gaza v Sibiri. – Novosibirsk. – 1983. – S. 108-119.
5. Timshanov, R.I. Vydelenie geodinamicheskikh zon putem geomorfologicheskogo analiza dnevnoj poverhnosti i ocenka ih fljuidoprovodimosti po geohimicheskim dannym / R.I. Timshanov, S.A. Sheshukov, O.S. Martynov. – Tekst : neposredstvennyj // Interjekspo Geo-Sibir', 2015. – S.182-186.

6. Cherdancev, G.A. Uslovija osadkonakoplenija targajskoj svity verhnjej permi v jugo-zapadnoj chasti Viljujskoj sineklizy / G.A. Cherdancev, Ju.Ju. Buhalenkova, V.P. Semenov, I.A. Kushmar, T.V. Rodina // *Geologija nefti i gaza*. – 2020. – № 5. – S. 55–73. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-5-55-73.

7. Archegov, V.B. Istorija neftegazogeologicheskikh rabot na territorii Sibirskoj platformy i sopredel'nyh struktur / V.B. Archegov, V.A. Stepanov // *Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika*. – SPb. 2009. S. 1-11.

8. Nurkaev, R.N. Geohimicheskie tehnologii prognoza gazoneftjanyh zalezhej na primere Chajandinskogo mestorozhdenija / R.N. Nurkaev, Ju.P. Balabanov // *Geologija v razvivajushhemsja mire: Materialy VIII nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh s mezhdunarodnym uchastiem* (g. Sankt-Peterburg) Perm': Izd-vo Permskij gosudarstvennyj nacional'nyj issledovatel'skij universitet, 2015. S. 324-328.

9. Cherskij, A. V. O formirovanii zalezhej uglevodorodov pod tolshhej merzloty / A.V. Cherskij, V.P. Carev. – Tekst : neposredstvennyj // *Geologija i poleznye iskopaemye Jakutii*. – Jakutsk : Izd-vo JaF AN SSSR, 1970. – S. 23-35.

Сведения об авторах

РУДЫХ Иван Васильевич – доцент кафедры прикладной геологии геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail: rudih@mail.ru

RUDYKH Ivan Vasilievich – Associate Professor, Department of Applied Geology, Faculty of Geology and Survery, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: rudih@mail.ru

А. И. Сивцев, А. Н. Слепцов, Н. А. Сивцев

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

e-mail: maraday@yandex.ru

e-mail: uyandi@mail.ru

e-mail: siltsevnicol@gmail.com

ГРАНЬ МЕЖДУ РЕГИОНАЛЬНЫМИ И ПОИСКОВЫМИ РАБОТАМИ В ЭТНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

Аннотация. В последнее время возникла острая необходимость ускорения геологоразведочных работ на нефть и газ на территории Восточной Сибири, в том числе в Республике Саха (Якутия). Необходимость обусловлена разворотом энергетической отрасли страны на восточном направлении из-за незаконных санкций ряда Западных стран. Для территорий со сложной транспортной логистикой и сложными природно-климатическими условиями одним из главных факторов успешности геологоразведочных работ является наличие достаточного времени для выполнения намеченных планов. На примере действия регионального закона «Об этнологической экспертизе в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера Республики Саха (Якутия)» показаны риски невыполнения лицензионных обязательств недропользователями. В качестве основного инструментария для регионального обоснования, площадного опосредования и подготовки объектов поискового бурения на нефть и газ рассмотрены сейсморазведочные работы. Отмечено, что на территориях со слабой изученностью сейсморазведочными исследованиями поисковый этап геологоразведочных работ имеет признаки и масштабы работ регионального этапа. Главным критерием региональной недоизученности перспективных на нефть и газ территорий предлагается принять низкую плотность сейсмических наблюдений. Для перспективных территорий с изученностью сейсморазведочными работами с плотностью профилей менее 0,2 км/км² предлагается сделать послабление в виде освобождения от прохождения Этнологической экспертизы в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера Республики Саха (Якутия) вне зависимости проводятся ли они по Государственному заданию или за счет собственных средств недропользователей.

Ключевые слова: перспективны нефтегазоносности, региональные работы, поисковые работы, лицензионные обязательства, этнологическая экспертиза, сейсморазведка, плотность сейсмопрофилей, геолого-геофизическая изученность, Лено-Анабарский регион, территории традиционного природопользования.

A. I. Sivtsev, A. N. Sleptsov, N. A. Sivtsev

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

e-mail: maraday@yandex.ru

e-mail: uyandi@mail.ru

e-mail: siltsevnicol@gmail.com

THE EDGE BETWEEN REGIONAL AND EXPLORATORY WORK IN ETHNOLOGICAL EXPERTISE

Abstract. Recently, there has been an urgent need to accelerate exploration for oil and gas in Eastern Siberia, including the Sakha Republic (Yakutia). The need is due to the reversal of the country's energy industry in the eastern direction due to the illegal sanctions of a number of Western countries. For territories with complex transport logistics and difficult climatic conditions, one of the main factors of the success of geological exploration is the availability of sufficient time to fulfill the planned plans. Using the example of the regional law "On ethnological expertise in places of traditional residence and traditional economic activity of indigenous small-numbered peoples of the North of the Sakha Republic (Yakutia)", the risks of non-fulfillment of license obligations by subsoil users are shown. Seismic exploration works are considered as the main tools for regional justification,

areal prospecting and preparation of objects of exploratory drilling for oil and gas. It is noted that in areas with weak seismic exploration studies, the exploratory stage of geological exploration has the characteristics and scope of the regional stage of work. The main criterion for the regional understudy of promising oil and gas territories is proposed to accept a low density of seismic observations. For promising territories with seismic exploration studies with a profile density of less than 0.2 km/km², it is proposed to make a relaxation in the form of exemption from passing an ethnological examination in places of traditional residence and traditional economic activity of indigenous small-numbered peoples of the North in the Sakha Republic (Yakutia) regardless of whether they are carried out on a state assignment or at the expense of the subsoil users' own funds.

Keywords: promising oil and gas potential, regional work, prospecting, licensing obligations, ethnological expertise, seismic exploration, density of seismic profiles, geological and geophysical study, Leno-Anabar region, territories of traditional nature management.

Введение

В последние 10-15 лет на территории Республики Саха (Якутия) развернуты широкомащтабные геологоразведочные работы, направленные на поиски и разведку месторождений нефти и газа. За это время открыто более 10 месторождений нефти и газа на юго-западной части республики, построены и эксплуатируются магистральный нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий океан» и магистральный газопровод «Сила Сибири».

Начальные геологические ресурсы углеводородного сырья по всем перспективным территориям Западной Якутии составляют в целом 24,0 млрд. т. условных углеводородов, в том числе нефти (извлекаемой) 10,4 млрд. т., газа 12,1 трлн м³, конденсата 0,7 млрд. тонн [1]. К 2022 году из них разведаны и предварительно оценены около 14 % ресурсов нефти и примерно 20 % газа [1].

Незаконно введенные санкции со стороны ряда западных стран обусловили широкий разворот энергетической отрасли России на восток. Для поддержания плановых показателей добычи и существенного увеличения объемов и направлений поставок углеводородов возникла необходимость ускорения геологоразведочных работ на нефть и газ в пределах Сибирской платформы, в том числе и на территории Республики Саха (Якутия).

Успешность геологоразведочных работ зависит от множества объективных и субъективных факторов. На территориях со слабо развитой транспортной инфраструктурой и со сложными природно-климатическими условиями одним из ключевых причин невыполнения запланированных объемов геологоразведочных работ является нехватка времени. Специально для таких территорий по федеральному Закону о Недрах [2] предусматривается возможность увеличения сроков изучения недр до 7 лет вместо базового пятилетнего срока.

Вместе с тем имеется региональное законодательство, которое на отдельных территориях Республики Саха (Якутия) нивелирует временное преимущество, предоставляемое для недропользователей вышеуказанным Федеральным законом.

Постановка проблемы

В 2010 году одним из первых на территории Российской Федерации был принят региональный Закон «Об этнологической экспертизе в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера Республики Саха (Якутия)» [3]. В соответствии с этим Законом предусмотрена процедура проведения этнологической экспертизы по осуществлению намечаемой хозяйственной и иной деятельности в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности малочисленных народов в целях подготовки заключения о влиянии изменений исконной среды обитания малочисленных народов и социально-культурной ситуации, и защиты их исконной среды обитания, традиционного образа жизни, хозяйствования и промыслов.

В соответствии с пунктом 2 статьи 6 данного Закона Республики Саха (Якутия) объектами этнологической экспертизы являются:

1) нормативные правовые акты, материалы и другая документация по осуществлению намечаемой хозяйственной деятельности и иной деятельности в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности малочисленных народов;

2) малочисленные народы, находящиеся в зоне влияния намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

3) исконная среда обитания малочисленных народов;

4) социально-культурная ситуация в зоне влияния намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

В соответствии с утвержденной процедурой проведения этнологической экспертизы и алгоритма ее организации для получения распоряжения Правительства РС (Я) об утверждении положительного заключения этнологической экспертизы требуется минимум 238 дней [4]. В перерасчете на календарные – получается немногим менее года. При этом надо иметь в виду, что в процессе проведения этнологической экспертизы предусматриваются полевые работы, которые, как правило, проводятся в летнее время. Т.е. если недропользователь получил лицензию 3-4 квартале просто не успевает провести в отчетном году полноценную этнологическую экспертизу. Таким образом, реальные временные затраты для прохождения этнологической экспертизы могут достигать 1,5 года и более.

В то же время в конце 2020 года региональные геологоразведочные работы, проводимые в рамках Государственных контрактов (заданий) выведены из-под действия Закона об Этнологической экспертизе Республики Саха (Якутия). Так, Указом Главы Республики Саха (Якутия) от 30.12.2022 года № 1631 пункт 6 статьи 1 Закона об Этнологической экспертизе изложен в следующей редакции:

б) намечаемая хозяйственная и иная деятельность – деятельность, способная оказать воздействие на исконную среду обитания малочисленных народов и социально-культурную ситуацию в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности и на территориях традиционного природопользования малочисленных народов, за исключением работ по геологическому изучению недр (в том числе региональному) в пределах геологических отводов на срок действия соответствующей лицензии, но не более 5 лет, осуществляемых в соответствии с абзацем пятым статьи 7 и пунктом 9 статьи 10.1 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 года N 2395-1 «О недрах».

В условиях слабой и неравномерной геолого-геофизической изученности территории Республики Саха (Якутия) на углеводородное сырье поисковый этап геологоразведочных работ на отдельных нефтегазоносных областях и районах носит все признаки региональных работ.

Особенности региональных и поисковых работ

Региональные геологические работы согласно Закону о Недрах [п.1, ст.6, 2] включают региональные геолого-геофизические работы, геологическую съемку, инженерно-геологические изыскания, научно-исследовательские, палеонтологические и другие работы, направленные на общее геологическое изучение недр, геологические работы по прогнозированию землетрясений и исследованию вулканической деятельности, созданию и ведению мониторинга состояния недр, контроль за режимом подземных вод, а также иные работы, проводимые без существенного нарушения целостности недр.

Согласно статье 7 Закона о Недрах геологическое изучение без существенного нарушения целостности недр – это работы без проходки тяжелых горных выработок и бурения скважин для добычи полезных ископаемых или строительства подземных сооружений для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых.

На стадии регионального геологического изучения в рамках Государственных контрактов (заданий) и лицензий на пользование недрами обычно проводятся сейсморазведочные, гравиметрические, магнитометрические, электроразведочные и геохимические работы. Также в рамках региональных исследований могут быть построены глубокие параметрические скважины.

При этом надо иметь в виду, что место для заложения параметрической скважины выбирается с учетом поисковых задач на углеводородное сырье. В «Стратегии развития геологической отрасли до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 г. № 1039-рв утверждается, что в сфере воспроизводства минерально-сырьевой базы углеводородного сырья вклад государства должен ограничиваться региональной стадией изучения новых нефтегазоносных провинций (научные исследования, бурение параметрических скважин, геофизические работы регионального масштаба, в том числе сейсмические) [5].

Сейсморазведочные работы МОГТ-2D являются основным инструментарием для регионального обоснования, площадного опоискования и подготовки объектов поискового бурения на нефть и газ.

Региональные сейсморазведочные работы предназначены для общего изучения геологического строения обширных территорий, общей оценки перспектив нефтегазоносности, выявления и регионального прослеживания нефтегазоперспективных комплексов пород, выявления районов, представляющих интерес для постановки поисковых работ. Поисковые сейсмические работы проводятся для выявления и локализации перспективных площадей (объектов) с целью подготовки их под поисковое бурение.

Согласно действующей «Инструкции по сейсморазведке» [6] рекомендуемые расстояния между профилями при региональных сейсморазведочных работах составляют 5-20 км и 1-5 км при поисковых. В предыдущем варианте «Инструкции по сейсморазведке» от 1986 года рекомендуемые расстояния между профилями были больше и составляли 10-50 км при региональных работах и 2-10 км [7] при поисковых. Уменьшение рекомендуемых расстояний между профилями в два и более раз обусловлено как с увеличением степени изученности территорий, так и с расширением решаемых задач. В частности, для выявления районов, представляющих интерес для постановки поисковых работ на нефть и газ начали рассматривать достаточно узкие участки недр (участки развития неантиклинальных ловушек).

Исходя из рекомендованных расстояний между профилями на региональном и поисковом этапах легко рассчитать плотность сейсмических профилей на квадратный километр изучаемой территории на соответствующих этапах. Так, региональный этап работ можно считать законченным при достижении плотности профилей $0,2 \text{ км/км}^2$ изучаемой территории. На поисковом этапе плотность сейсмических наблюдений варьирует от $0,2 \text{ км/км}^2$ до $1 \text{ км на } 1 \text{ км}^2$.

Вместе с тем крайне низкая геолого-геофизическая изученность отмечается на большей части Республики Саха (Якутия), в том числе в Арктической зоне. Так, в перспективном на нефть и газ Лено-Анабарском регионе средняя плотность сейсмических наблюдений составляет всего $0,095 \text{ км/км}^2$ [8]. Если реально учитывать качество первичных сейсмических материалов, полученных в разные годы и разными организациями, то имеющиеся показатели плотности сейсмических наблюдений еще могут сократиться.

По состоянию на 01.01.2023 года в Арктической зоне Республики Саха (Якутия) имеется 43 лицензий (42НП+1НР) для геологического изучения на углеводородное сырье за счет собственных средств недропользователей [9]. Срок геологического изучения на указанных территориях составляет 7 лет с возможностью продления этапа геологического изучения для завершения выполнения работ. Возможность продления этапа геологического изучения, как правило, предоставляется при получении конкретных и обнадеживающих данных.

Из-за слабой геолого-геофизической изученности территории, обладатели лицензий на углеводородное сырье Лено-Анабарского региона на начальном этапе геологического изучения вынуждены по сути реализовать государственную функцию по региональному доизучению недр для выполнения своих лицензионных обязательств. Дополнительно к этому, Лено-Анабарский регион полностью подпадает под территории традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера. Для таких территорий региональное законодательство предписывает обязательное прохождение этнологической экспертизы до проведения геологических

изысканий. Данное обстоятельство существенно увеличивает риски срывов сроков проведения геологоразведочных работ и, как следствие, могут стать причиной отзыва лицензии.

Сейсморазведочные работы, проводимые недропользователями до достижения плотности профилей 0,2 км/км² целесообразно отнести к региональным работам, – и должны быть освобождены от прохождения Этнологической экспертизы.

Заключение

На территориях со слабой геолого-геофизической изученностью, сложной транспортной доступностью и суровыми природно-климатическими условиями инвестиционная емкость геологических проектов чрезвычайно высокая. Осязаемая привлекательность геологических проектов на углеводородное сырье начинает проявляться только с получением из скважин первых промышленных притоков нефти и газа. Для активного привлечения потенциальных недропользователей (инвесторов) к слабоизученным территориям требующим дополнительного регионального доизучения целесообразно рассмотреть ряд послаблений, в том числе в региональном законодательстве.

Исходя из вышеприведенного, предлагается рассмотреть вопрос о выводе части сейсмических наблюдений, имеющих признаки и масштабы региональных работ из-под влияния Закона об Этнологической экспертизе в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера Республики Саха (Якутия) вне зависимости проводятся ли они по Государственному заданию или за счет собственных средств недропользователей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 21-510-22001.

Литература

1. Калашников, В.В. Геологические работы в Республике Саха (Якутия) за 100 лет / В.В. Калашников, Л. Н. Ковалев. – Текст : непосредственный // Руды и металлы. – 2022. – № 2. – С. 6-24. – DOI 10.47765/0869-5997-2022-10007. – EDN HZHINL.
2. Закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 № 2395-1. [Электронный ресурс] // Правовой сайт «КонсультантПлюс». – URL: <http://base.consultant.ru>
3. Закон Республики Саха (Якутия) от 14 апреля 2010 года 820-3 № 537-IV «Об этнологической экспертизе в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера Республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс] // Правовой сайт «КонсультантПлюс». – URL: <http://base.consultant.ru>
4. Самсонова, И.В. Этнологическая экспертиза: проблемы правоприменения в регионе на примере Республики Саха (Якутия) / И.В. Самсонова, А.А. Неизвестных. – Текст : непосредственный // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2019. – Т. 2, № 10. – С. 22-29. – EDN THPEZB.
5. Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 г. N 1039-р.
6. Инструкция по сейсморазведке. – Москва, 2003, 149 с. – Текст : непосредственный.
7. Инструкция по сейсморазведке. – Ленинград, 1986. – 80 с. – Текст : непосредственный.
8. Сейсмогеологические модели и нефтегазоносность осадочных комплексов в арктических регионах Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (Анабаро-Хатангская, Лено-Анабарская нефтегазоносные области) / В.А. Конторович, А.Ю. Калинин, Л.М. Калинина, М.В. Соловьев // Геология нефти и газа. – 2019. – № 5. – С. 15-26. – DOI 10.31087/0016-7894-2019-5-15-26. – EDN MWGUBF. – Текст : электронный.
9. Сивцев, А.И. Особенности геологического строения месторождений нефти и газа на востоке Сибирской платформы как условие совершенствования заявительного принципа лицензирования в Арктической зоне / А.И. Сивцев, Т.С. Иванова // Арктика: экология и экономика. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 51-57. – DOI 10.25283/2223-4594-2023-1-51-57. – Текст : электронный.

References

1. Kalashnikov, V.V. Geologicheskie raboty v Respublike Saha (Jakutija) za 100 let / V.V. Kalashnikov, L.N. Kovalev. – Tekst : neposredstvennyj // Rudy i metally. – 2022. – № 2. – S. 6-24. – DOI 10.47765/0869-5997-2022-10007. – EDN HZHIHL.
2. Zakon RF «O nedrah» ot 21.02.1992 № 2395-1. [Jelektronnyj resurs] // Pravovoj sayt «Konsul'tantPljus». – URL: <http://base.consultant.ru>
3. Zakon Respubliki Saha (Jakutija) ot 14 aprelja 2010 goda 820-Z № 537-IV «Ob jetnologicheskoj jekspertize v mestah tradicionnogo prozhivaniya i tradicionnoj hozjajstvennoj dejatel'nosti korennyh malochislennyh narodov Severa Respubliki Saha (Jakutija). [Jelektronnyj resurs] // Pravovoj sayt «Konsul'tantPljus». – URL: <http://base.consultant.ru>
4. Samsonova, I.V. Jetnologicheskaja jekspertiza: problemy pravoprimerenija v regione na primere Respubliki Saha (Jakutija) / I.V. Samsonova, A.A. Neizvestnyh. – Tekst : neposredstvennyj // Jekonomika i upravlenie: problemy, reshenija. – 2019. – T. 2, № 10. – S. 22-29. – EDN THPEZB.
5. Strategija razvitiya geologicheskogo otasli do 2030 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 21 ijunja 2010 g. N 1039-r.
6. Instrukcija po sejsmorazvedke. – M., 2003. – 149 s. – Tekst : neposredstvennyj.
7. Instrukcija po sejsmorazvedke. – L., 1986. – 80 s. – Tekst : neposredstvennyj.
8. Sejsmogeologicheskie modeli i neftegazonosnost' osadochnyh kompleksov v arkticheskikh regionah Leno-Tungusskoj neftegazonosnoj provincii (Anabaro-Hatangskaja, Leno-Anabarskaja neftegazonosnye oblasti) / V.A. Kontorovich, A.Ju. Kalinin, L.M. Kalinina, M.V. Solov'ev // Geologija nefiti i gaza. – 2019. – № 5. – S. 15-26. – DOI 10.31087/0016-7894-2019-5-15-26. – EDN MWGUBF. – Tekst : jelektronnyj.
9. Sivcev, A.I. Osobennosti geologicheskogo stroenija mestorozhdenij nefiti i gaza na vostoке Sibirskoj platformy kak uslovie sovershenstvovaniya zajavitel'nogo principa licenzirovaniya v Arkticheskoy zone / A.I. Sivcev, T. S. Ivanova // Arktika: jekologija i jekonomika. – 2023. – T. 13, № 1. – S. 51-57. – DOI 10.25283/2223-4594-2023-1-51-57. – Tekst : jelektronnyj.

Сведения об авторах

СИБЦЕВ Алексей Иванович – к.г.-м.н., доцент кафедры «Недропользование» Геологоразведочного факультета Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, e-mail: maraday@yandex.ru

SIVTSEV Alexey Ivanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Department of Subsoil Use, Faculty of Geology and Survery, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: maraday@yandex.ru

СЛЕПЦОВ Анатолий Николаевич – к.ю.н., доцент, заведующий кафедры «Арктическое право и право стран Азиатско-Тихоокеанского региона» Юридического факультета Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, e-mail: uyandi@mail.ru

SLEPTSOV Anatoly Nikolaevich – Candidate of Juridical Sceinces, Associate Professor, Head of the Department of the Arctic Law and the Law of the Asia-Pacific Region, Faculty of Law, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: uyandi@mail.ru

СИБЦЕВ Николай Алексеевич – магистрант Института естественных наук Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, e-mail: sivtsevnicol@gmail.com

SIVTSEV Nikolay Alekseevich – Master's student, Institute of Natural Sciences, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: sivtsevnicol@gmail.com

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 551.345.3

DOI 10.25587/SVFU.2023.31.3.005

О. А. Поморцев

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

e-mail: olegpomortsev@mail.ru

ОТКЛИК РИТМОФОРМИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ НА ШИРОТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЗОН ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Аннотация. Исследуется проблема изменчивости шкалы М. Миланковича и циклических осцилляций в режиме циркуляции тропосферы в зависимости от географической широты местности. Рассматриваются параллели в динамике многотысячелетних и внутривековых циклов климата в разных широтных зонах и, возможные причины этого явления. Приводятся новые данные о влиянии осевого вращения и фигуры Земли на структуру ритмоформирующих процессов. Установлено, что зона с высокой частотой пульсаций климатических фаз приурочена к низким широтам, обладающим наиболее высоким энергетическим потенциалом. Показана зависимость скорости воздушных течений от длины географических параллелей. Так, при формировании воздушных течений в районе экватора – самой длинной параллели планеты (ячейка циркуляции Хэдли) их скорость, которая задается осевым вращением Земли, выше скорости звука и вдвое выше аналогичных потоков, зарождающихся в области умеренных широт (ячейка Ферелла).

Приводятся палеогеографические свидетельства подтверждающие расчеты М. Миланковича о разной продолжительности периода солярного цикла в области низких, умеренных и полярных широтах. Так, датирование террас острова Барбадос в Карибском море (низкие широты) показало, что период цикла Миланковича здесь близок к 20 тыс. лет. В то время, как в зоне умеренных широт, период того же цикла, судя по датировкам стадияльных морен бывших ледниковых покровов, составляет 41 тыс. лет, т.е. вдвое большую. Максимальная – до 100 тыс. лет – установлена для полярных широт при исследовании ледовых щитов Антарктиды и Гренландии.

Выявлена разная степень силы метеорологических воздействий на экосистемы и уровень природной опасности в рамках разных широтных коридоров. Наиболее динамичными и опасными являются низкие широты с их ураганами, тайфунами, потопами и штормами, имеющими высокую повторяемость. Это необходимо учитывать при разработке стратегии экономического развития этих территорий и превентивных мер защиты инженерной направленности.

Ключевые слова: Географические параллели, географическая широта, ячейки циркуляции, циклическость, периодичность, ритмичность, цикл Миланковича, тропосфера

O. A. Pomortsev

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

e-mail: olegpomortsev@mail.ru

THE RESPONSE OF RHYTHMICALLY FORMING PROCESSES TO THE LATITUDINAL POSITION OF THE ZONES OF THEIR IMPLEMENTATION

Abstract. The problem of variability of the Milankovich scale and cyclic oscillations in the troposphere circulation mode depending on the geographical latitude of the area is investigated. Parallels in the dynamics of multi-thousand-year and intra-century climate cycles in different latitudinal zones and possible causes of this phenomenon are considered. New data on the influence of axial rotation and the shape of the Earth on the structure of rhythm-forming processes are presented. It is established that the zone with a high frequency of pulsations of climatic phases is confined to low latitudes with the highest energy potential. The dependence of the velocity of air currents on the length of geographical parallels is shown. Thus, during the formation of air currents near the equator – the longest parallel of the planet (Hadley circulation cell), their velocity, which is set by the axial rotation of the Earth, is higher than the speed of sound and twice as high as similar flows originating in the temperate latitudes (Ferrell cell).

Paleogeographic evidence confirming Milankovich's calculations about the different duration of the solar cycle period in the low, temperate and polar latitudes is presented. Thus, the dating of the terraces of the island of Barbados in the Caribbean Sea (low latitudes) showed that the period of the Milankovich cycle here is close to 20 thousand years. While in the zone of temperate latitudes, the period of the same cycle, judging by the dating of the stadial moraines of the former glacial covers, is 41 thousand years, i. e. twice as long. Maximum – up to 100 thousand years – set for polar latitudes in the study of the ice sheets of Antarctica and Greenland.

Different degrees of meteorological impacts on ecosystems and the level of natural hazards within different latitudinal corridors have been revealed. The most dynamic and dangerous are the low latitudes with their hurricanes, typhoons, floods and storms with high frequency. This should be taken into account when developing a strategy for the economic development of high-risk territories and preventive measures for the protection of engineering orientation.

Keywords: Geographical parallels, geographical latitude, circulation cells, cyclicity, periodicity, rhythmicity, Milankovich cycle, troposphere.

Введение

Проблема глобальных ритмов солярного климата Земли, открытая М. Миланковичем в первой половине XX столетия, продолжает привлекать внимание исследователей, поскольку является отправной точкой к разработке палеоклиматических моделей и долгосрочного климатического прогноза [1].

Однако некоторые аспекты этой важной проблемы, в частности, широтная дифференциация климатических циклов в географической оболочке существующая согласно расчетам, М. Миланковича [2] оказалась вне поля зрения исследователей, внимание которых было приковано к проблеме ледниковых покровов умеренных широт. Не менее важной для разработки климатических моделей является и проблема циркуляции атмосферы, механизмы которой, судя по многолетним рядам метеорологических элементов, также несут в себе признаки широтной упорядоченности. Все это побудило нас выполнить предварительные исследования этой сложной, но интересной проблемы ведущим фактором которой выступают космические силы.

Главный метод исследования – сравнительно географический, а также методы математической статистики и математического моделирования рядов исходной метеорологической информации.

Все вычисления выполнены в программе Excel.

Материалы и их обсуждение

Из орбитальных неравенств Земли, вычисленных М. Миланковичем, известны следующие: 1) предварения равноденствия с периодом в 22-26 тыс. лет; 2) изменения угла наклона земной оси к эклиптике, с периодом около 41 тыс. лет; 3) изменения траектории орбиты Земли – от круговой до эллиптической (0,17), с периодичностью около 100 тыс. лет [2]. Их обобщение позволило М. Миланковичу получить широко известный ритм ледниковых покровов, построенный для параллели 65° с.ш. Продолжительность периода этого ритма составила 41 тыс. лет.

Вместе с тем, палеогеографические реконструкции событий плейстоцена, выполненные в области притропических широт, в частности на острове Барбадос в Карибском море, показали, что циклы террасообразования на протяжении более чем сотни тысяч лет повторялись здесь с частотой около 20 тыс. лет (рис. 1) [3].

В то же время в поясе умеренных широт, как показали расчеты М. Миланковича, подтвержденные результатами обширных палеогеографических реконструкций выполненных на основе детальных исследований древнеледникового рельефа и морских отложений доминировали циклы с периодом около 41 тыс. лет. В приполярных же областях, согласно тем же расчетам, М. Миланковича и, судя по соотношению изотопов кислорода в ледовых кернах из ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии, ведущим был ритм с периодом около 100 тыс. лет.

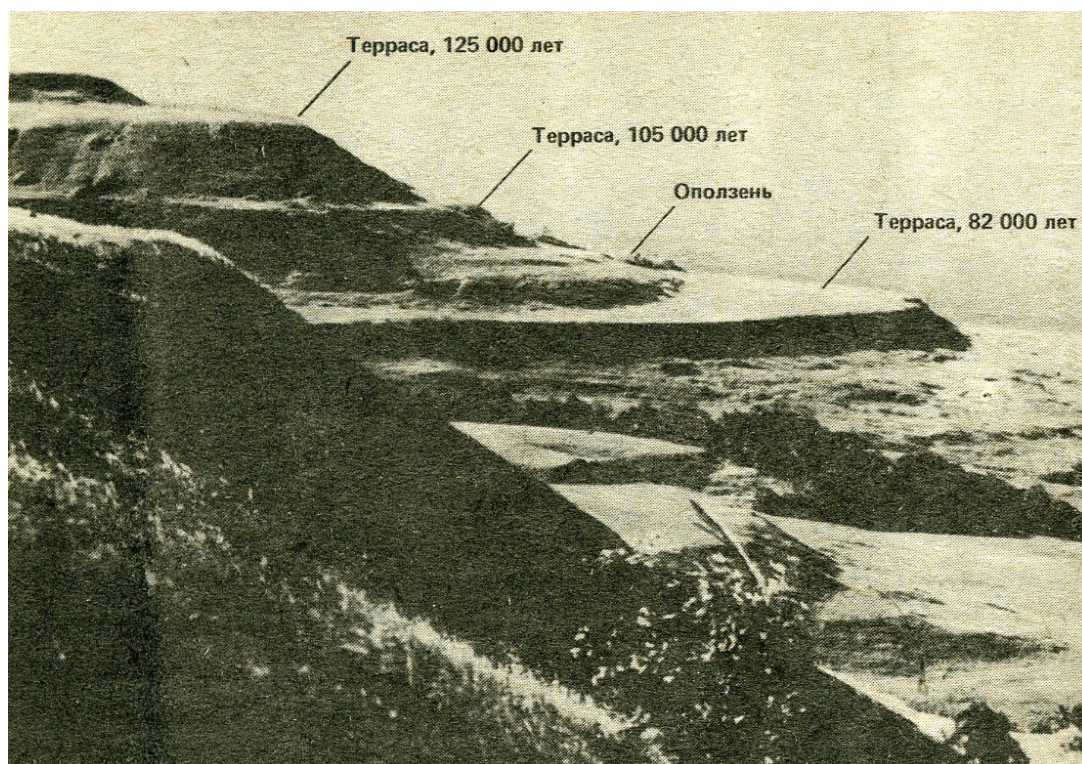


Рис. 1. Хронология плейстоценовых террас острова Барбадос по [3]

Fig. 1. Chronology of the Pleistocene terraces of the island of Barbados according to [3]

Таким образом, продолжительность периода цикла М. Миланковича изменяется в Северном полушарии в зависимости от географической широты от 20 до 100 тыс. лет. Она возрастает при движении от экватора к полюсам планеты, т.е. с юга на север.

Казалось бы, удивительно, но широтная дифференциация, подобная периодичностям многотысячелетнего солярного цикла М. Миланковича, находит параллели в процессе циркуляции

атмосферы. Если взглянуть на атмосферу планеты в разрезе, то в ее структуре можно увидеть три циркуляционные ячейки (рис. 2).

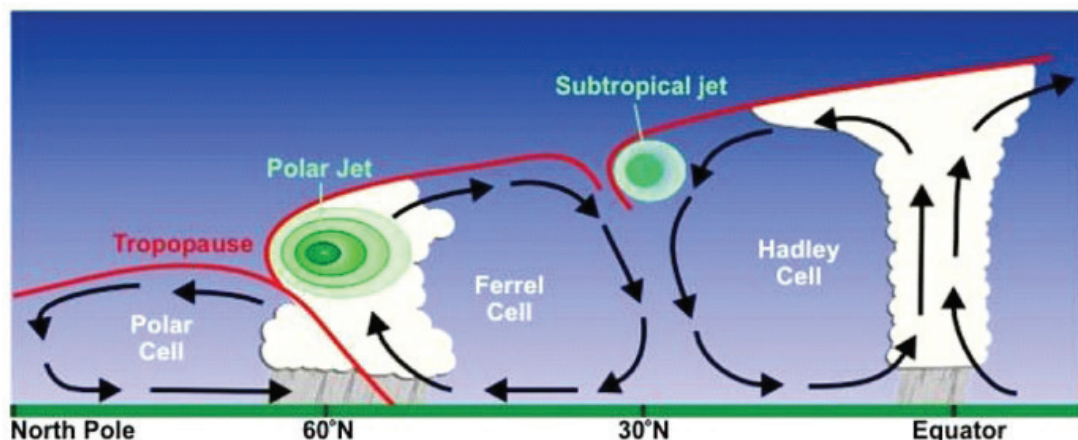


Рис.2. Схема циркуляции атмосферы Северного полушария в меридианном разрезе: Северный полюс – экватор. Черными стрелками показаны ходы циркуляции в циркуляционных ячейках: приэкваториальной – Хэдли, притропической – Феррела и полярной

Fig. 2. The scheme of circulation of the atmosphere of the Northern hemisphere in the meridian section: The North Pole – equator. The black arrows show the circulation moves in the circulation cells: in the equatorial – Hadley, in the tropical – Ferrell and polar

Первая ячейка Хэдли. Она приурочена к наиболее жарким и влажным экваториально-приэкваториальным широтам планеты. Вторая – Феррелла – развивается в области умеренных широт. Третья приполярная – высоких широт зоны северной тайги, тундры и арктических пустынь.

Из разреза (см. рис.2) видно, что в Северном полушарии существуют две активные зоны подъема теплого воздуха и три зоны его разноса. Ведущую роль при этом играет область низких широт, приуроченная к наиболее жаркой и влажной области планеты – экватору. Две области подъема теплого воздуха (приэкваториальная и умеренных широт) дают начало высоким течениям тропосферы – глобальному междуширотному воздухообмену, обеспечивающему выравнивание термического режима приземной тропосферы планеты. Отмечается возвратно-поступательное движение воздушных масс по принципу «два шага вперед – один назад» с развитием процесса в направлении – от экватора к полюсам. Однако начальные скорости воздушных потоков, сформировавшихся на экваторе и в зоне умеренных широт, имеют существенные различия в силу шарообразности фигуры Земли. Дело в том, что при длине экватора в 40 тыс. км при осевом вращении Земли любому телу, находящемуся на экваторе (в том числе и воздушному потоку тропосферы) задается скорость, превышающая скорости звука – более 1600 км/час (40 тыс. км: 24 час = 1666 км/час). В то же время, в умеренных широтах, где длина меридиана не превышает половины длины экватора, эта скорость будет вдвое меньше – не более 800 км/час. В области полюсов планеты она вообще будет стремиться к 0.

Таким образом, скорость воздушным потокам тропосферы задается осевым вращением Земли, но определяется фигурой Земли будучи напрямую связанной с длиной параллелей в зонах подъема воздушных масс.

Выше уже было показано, что самая высокая скорость воздушных течений приурочена к экватору – самой длинной параллели земного шара. Она вдвое выше, чем в области умеренных, а тем более приполярных областей. Подтверждение нашему предположению мы обнаружили в ходах метеорологических элементов в зоне притропических (Тянь-Шань) и умеренных – (Якутия) широт (рис. 3).

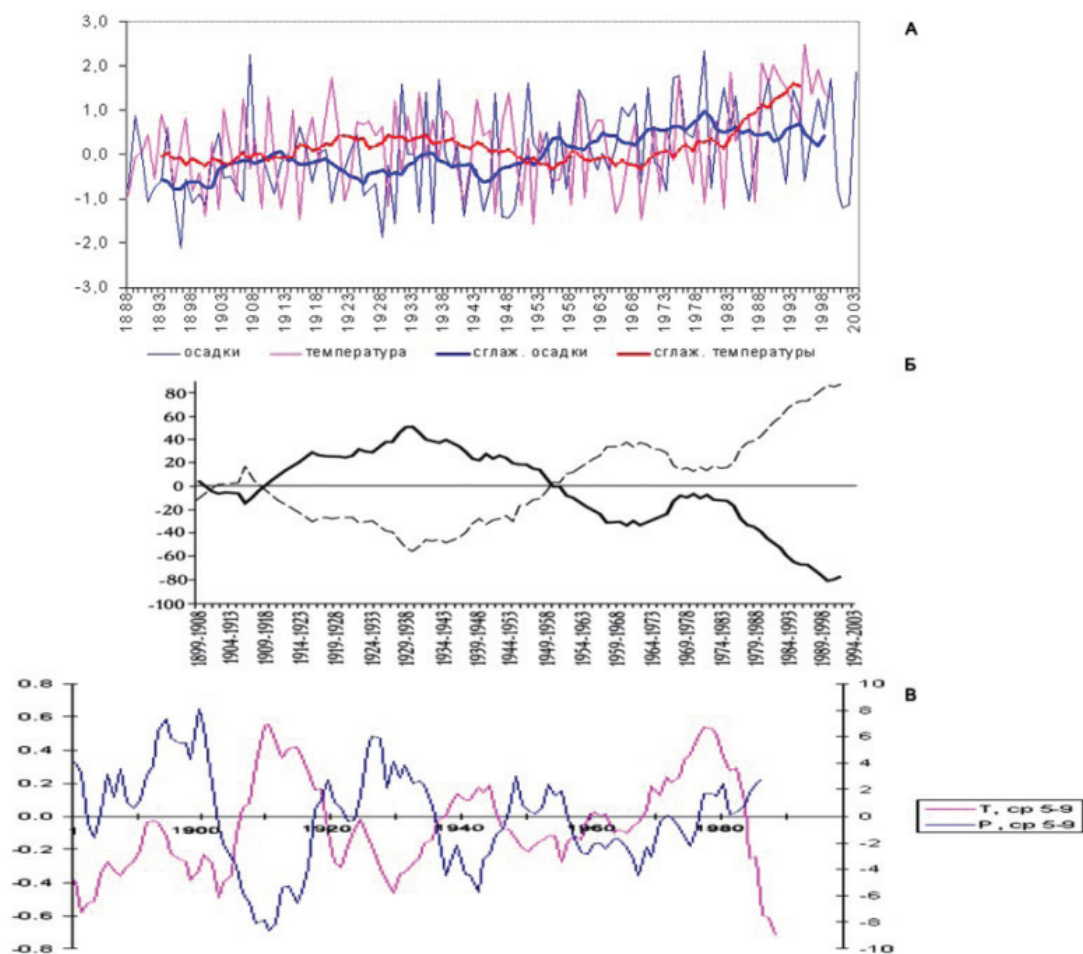


Рис. 3. Кривые среднегодовой температуры приземного воздуха и атмосферных осадков по ходу векового ритма: А – ГМС Якутск (Якутия); В- ГМС Каракол (Тянь-Шань); Б – кривые зональной (сплошная линия) и меридиональной (прирывистая) циркуляции атмосферы за XX столетие

Fig. 3. Curves of the average annual temperature of surface air and atmospheric precipitation along the course of the secular rhythm: А – HMS Yakutsk (Yakutia); C – HMS Karakol (Tien Shan); Б – curves of zonal (solid line) and meridional (gusty) atmospheric circulation for the twentieth century

Из диаграммы (рис. 3 – А и В) видно, что фазы тепло- и влагообеспеченности климата представленные в графическом формате показывают разную периодичность циклических осцилляций, проявившихся на разных широтах в XX столетии. На Тянь-Шане это 22-летний ритм (в два 11-летних), а в Якутии это уже 44-летний (в два 22-летних) т.е. вдвое большей продолжительности.

Таким образом, алгоритм изменчивости периода циклических осцилляций в режиме циркуляции атмосферы, как и в случае с циклом Миланковича задается космическим фактором. Он напрямую связан с осевым вращением и фигурой Земли. При высоких скоростях циркуляции, на экваторе (ячейка Хэдли) где формируются короткопериодные циклы и цикл Миланковича имеет минимальный период – около 22-х тыс. лет, что по продолжительности цикла сопоставимо с циклом прецессии или предварения равноденствия. В зоне умеренных широт по мере ослабления циркуляции в силу снижения скорости воздушных потоков за счет меньшей скорости их разгона (см. рис. 3 – А) продолжительность периода цикла циркуляции

увеличивается вдвое (см. рис. 3 – В). Точно так же и период цикл Миланковича в умеренных широтах возрастает вдвое – от 22 до 41 тыс. лет, что, судя по существующим орбитальным неравенствам уже сопоставимо с продолжительностью периода колебания земной оси. В приполярной области, где скорость воздушных потоков постепенно замирает, доминируют циклы с периодом около 100 тыс. лет. По продолжительности они сопоставимы с циклом эксцентриситета орбиты. Они обнаружены в ледовых кернах из ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии [4].

Выполненный анализ позволят сделать некоторые практические извлечения.

Учитывая максимальные скорости воздушных течений тропосферы и, самую высокую периодичность реализации климатических фаз в области приэкваториальных и притропических широт, становится понятным, что именно здесь, следует ожидать наиболее мощных и опасных проявлений природных стихий – тропических ураганов и штормов, тайфунов, смерчей, наводнений, оползней, лесных пожаров, пыльных бурь ... Это зона наиболее высоких рисков – зона природных опасностей и катастроф. Подтверждением этому служат недавние потопа Китая и беспрецедентные по масштабам и последствиям лесные пожары охватившие низкие широты большинства континентов планеты. Причем усиление циркуляции атмосферы последних десятилетий уже сегодня сместило границу суховея расширив область конских широт к северу и югу на 5-10° широты. Область разгрузки опускающихся сухих воздушных масс, на сегодня преодолела акваторию Средиземного моря обрушив мощные импульсы природных стихий на курортные области Западной Европы и средиземноморья. Пожары, штормы и потопа следуют нескончаемой чередой. Нечто подобное можно наблюдать и на тропических островах Тихого и Атлантического океана, в частности, Гавайских и Канарских, а также в континентальных районах Северной Америки и Австралии.

В умеренной зоне немного спокойнее, хотя в последние годы и здесь усилилась динамика дождевых паводков и особенно лесных пожаров, раздуваемых нетипичными для этих мест высокобальными ветрами. Некоторые стихии, в частности природные пожары, докатились и до тундры. Однако на шкале приоритетов природных катастроф, в основе которой лежит метеорологический режим тропосферы, первое место безусловно принадлежит природным комплексам низких широт, тогда как последнее – приполярной и полярной областям (зона Арктики). Экосистемы умеренной зоны занимают промежуточное положение.

Заключение

Завершая анализ результатов выполненных исследований нельзя не отметить, что выявленные закономерности в области дифференциации аномалий природно-климатических процессов и усиления динамики природных катастроф в Северном и Южном полушариях Земли, должны быть главным путеводителем в стратегии экономического и политического развития государств экваториальной, тропической и умеренной зон. Их игнорирование с тем же равнодушием игнорирует и стихия. Она остается безучастной к потерям не только миллиардов долларов, но и тысяч человеческих жизней.

Литература

1. Максимов, Е.В. Ритмы на Земле и в Космосе : Монография / Е.В. Максимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации. – Санкт-Петербург. 1995. – 323 с. – Текст : непосредственный.
2. Миланкович, М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата : Монография / М. Миланкович ; М.-Л., 1939. – 208 с. – Текст : непосредственный.
3. Имбри Джон. Тайны ледниковых эпох : Монография / Джон Имбри, Кетрин Памела Имбри ; Москва : Прогресс. 1988. – 262 с. – Текст : непосредственный.
4. Котляков, В.М. Гляциология Антарктиды : Монография / В.М. Котляков ; Москва : Наука. 2000. – 432 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Maksimov, E.V. Ritmy na Zemle i v Kosmose : Monografija / E.V. Maksimov ; Ministerstvo obrazovanija i nauki Rossijskoj Federacii. – Sankt-Peterburg. 1995. – 323 s. – Tekst : neposredstvennyj.
2. Milankovich, M. Matematicheskaja klimatologija i astronomicheskaja teorija kolebanij klimata : Monografija / M. Milankovich ; M.-L., 1939. – 208 s. – Tekst : neposredstvennyj.
3. Imbri Dzhon. Tajny lednikovyh jepoh : Monografija / Dzhon Imbri, Ketrin Pamela Imbri ; Moskva : Progress. 1988. – 262 s. – Tekst : neposredstvennyj.
4. Kotljakov, V.M. Gljaciologija Antarktidy : Monografija / V.M. Kotljakov ; Moskva : Nauka. 2000. – 432 s. – Tekst : neposredstvennyj.

Сведения об авторах

ПОМОРЦЕВ Олег Александрович – чл.-корр. МАНЭБ, к.г.н., доцент по кафедре Мерзлотоведения, доцент кафедры «Прикладная геология» геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail olegpomortsev@mail.ru

POMORTSEV Oleg Aleksandrovich – Corresponding Member of MANEB, Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor at the Department of Permafrost, Associate Professor of the Department of Applied Geology, Faculty of Geology and Surveying, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail olegpomortsev@mail.ru

О. А. Поморцев¹, Е. П. Кашикар²¹ Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия² Международный институт исследования ритмов, штат Вашингтон, США

e-mail: olegpomortsev@mail.ru

e-mail: e.kashkarov@internet.ru

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Аннотация. С позиции солнечно-земных связей рассматриваются особенности современного потепления климата и влияние на потепление глобальной циркуляции атмосферы. Роль главных атмосферных течений между экватором и обоими полюсами Земли настолько велика, что уже четыре десятилетия порождает небывалые по силе лесные пожары и другие стихийные бедствия, охватившие не только Сибирь и Южную Европу (Испания, Португалия, Франция, Италия, Греция и др.), но и США, Канаду, Австралию.

Другим феноменом современного климата является парадоксально высокое потепление зим в зоне Сибирского антициклона. Благодаря усилению меридианной циркуляции начиная с последней четверти XX столетия, приrost среднегодовой температуры на полюсе холода Северного полушария в Якутии вдвое превысил показатели других регионов и диктует ход потепления всей Северной Азии и Северной Америке. Волна потепления из центра якутского ядра достигла даже южной периферии антициклона в Северном Тянь-Шане.

Практическая сторона исследования касается активно развивающегося нефтегазового комплекса Якутии. В ближайшей перспективе Якутия не выйдет из зоны опасных лесных пожаров. Наряду с затратами на тушение огня здесь потребуются дополнительные расходы на борьбу с послепожарными криогенными трансформациями высокольдистых грунтов основания. Меридианная циркуляция атмосферы – слишком широкомасштабное явление, чтобы избежать его на региональном уровне. Она усиливает динамику всех природных процессов в обоих полушариях Земли и модулируется активностью Солнца по ходу его 11-летних и вековых циклов.

Ключевые слова: солнечно-земные связи, циркуляция атмосферы, циркуляционная ячейка Хэдли, ветрораздел, Сибирский максимум, лесные пожары, меридианный перенос, потепление климата, геоэкологические проблемы.

О. А. Pomortsev¹, E. P. Kashkarov²¹ Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia² International Rhythm Research Institute, Trout Lake, WA USA

E-mail: olegpomortsev@mail.ru

E-mail: e.kashkarov@internet.ru

PECULIARITIES OF THE MODERN GLOBAL WARMING

Abstract. The peculiarities of modern climate warming and the influence of global atmospheric circulation on it are considered from the position of solar-terrestrial relations. The role of the main atmospheric currents between the equator and both poles of the Earth is so great that for four decades it has caused unprecedentedly strong forest fires and other natural disasters which affected not only Siberia and Southern Europe (Spain, Portugal, France, Italy, Greece and others) but also the USA, Canada and Australia.

Another phenomenon of the modern climate is a paradoxically high winter warming in the zone of the Siberian anticyclone. Due to intensification of meridian circulation since the last quarter of the 20th century, the increase in mean annual temperature at the cold pole of the Northern Hemisphere in Yakutia has twice exceeded indicators of other regions and dictates the course of warming of all Northern Asia and North America. The warming wave from the center of the Yakutian core has even reached the southern periphery of the anticyclone in the Northern Tien Shan.

The practical side of the study concerns the actively developing oil and gas complex of Yakutia. In nearest future Yakutia will not leave the zone of dangerous forest fires. Along with the costs of extinguishing fires,

additional expenses will be required here to deal with post-fire cryogenic transformations of the highly porous base soils. Atmospheric meridian circulation is too large-scale phenomenon to avoid it at the regional level. It amplifies the dynamics of all natural processes in both hemispheres of the Earth and is modulated only by the Sun's activity in the course of its 11-year and hundred-year cycles.

Keywords: solar-terrestrial relations, atmospheric circulation, Hadley circulation cell, wind partition, Siberian maximum, forest fires, meridian transfer, climate warming, geoecological problems.

Введение

При современном потеплении климата, особенно в его последней, наиболее активной, фазе (1970-е г. – современность), проявилось явное усиление динамики меридианной составляющей глобального переноса воздушных масс. На фоне этого процесса активизировались стихийные бедствия, охватившие континентальные и океанические пространства планеты. Небывалой силы наводнения, ливни, штормы, лесные пожары, разрушения морских берегов, землетрясения, цунами уже привели к многочисленным жертвам и миллиардам долларов ущерба. Однако концентрация этих событий, как показывают многолетние наблюдения и феноменальный опыт долгосрочных прогнозов погоды А.В. Дьякова [1], имеет строгую избирательность, обусловленную законами глобальной циркуляции атмосферы и региональным физико-географическим фактором [2].

В качестве модельного объекта выбрана зона влияния Сибирского антициклона: от ядра его локализации в Якутии до южной периферии в Северном Тянь-Шане. Для анализа использовались метеорологические ряды высоко репрезентативных метеорологических станций в Якутии («Якутск», равнинная ГМС) и Киргизии («Каракол», Тянь-Шань, горная ГМС), продолжительностью инструментальных наблюдений более 100 лет; ряды чисел Вольфа и данные о многолетней динамике Сибирского антициклона в ядре его локализации.

В качестве отправной точки исследований принято усиление динамики меридианной составляющей глобального межширотного воздухообмена в Северном полушарии; потепление зим в области локализации Сибирского антициклона в Якутии и масштабные лесные пожары, охватившие Якутию, Южную Европу, Северную Америку и Австралию.

Методы исследования. Математическое моделирование, графический и сравнительно-географический анализы.

Кроме того, особое внимание уделено линиям ветроразделов севернее и южнее «конских широт» (25–35° с.ш. и ю.ш.), динамика которых сопряжена с осложнением глобальной экологической обстановки на континентах.

Результаты и обсуждение

Большинство исследователей климата связывают процесс современного потепления с эмиссией техногенных парниковых газов. Эта концепция принята за основу при разработке перспективных планов экономического развития многими государствами, в том числе Россией. Однако существует альтернативное мнение. В частности, проф. Пулковской обсерватории М.С. Эйгенсон в монографии «Солнце, погода и климат» (1963) пишет: «Если мы обратимся к первопричине изменений климата, то на сегодня отсутствуют какие-либо принципиально качественные различия между кратковременными современными, и долгосрочными, как в плейстоцене, глобальными изменениями климата. Это значит, что причина их однородна и на сегодня хорошо известна: усиление солнечной активности. ... На современном этапе развития потепления не наблюдается никаких резких изменений солнечной постоянной, количества вулканической пыли, углекислого газа, движения полюсов и материков, эпейрогенеза, морских течений и других процессов, способных качественно и количественно служить непосредственной причиной современных климатических изменений» [3, с. 250].

О том же самом говорит А.В. Дьяков (1953/2011). Его безошибочные долгосрочные прогнозы изменения погоды и климата для любой точки земного шара строились именно на изменениях циркуляции атмосферы, диктуемой Солнцем.

Вычисления линейных трендов в рядах среднегодовых значений солнечной активности (СА) по числам Вольфа (Цюрих) и среднегодовой температуры приземного слоя воздуха длиннорядной и репрезентативной для Северного полушария метеостанции «Якутск» (Центральная Якутия) за XX столетие показали, что оба тренда положительны и имеют близкую направленность (рис. 1). Это целиком поддерживают концепции М.С. Эйгенсона и А.В. Дьякова о солнечной обусловленности изменения климата, включая современное потепление.

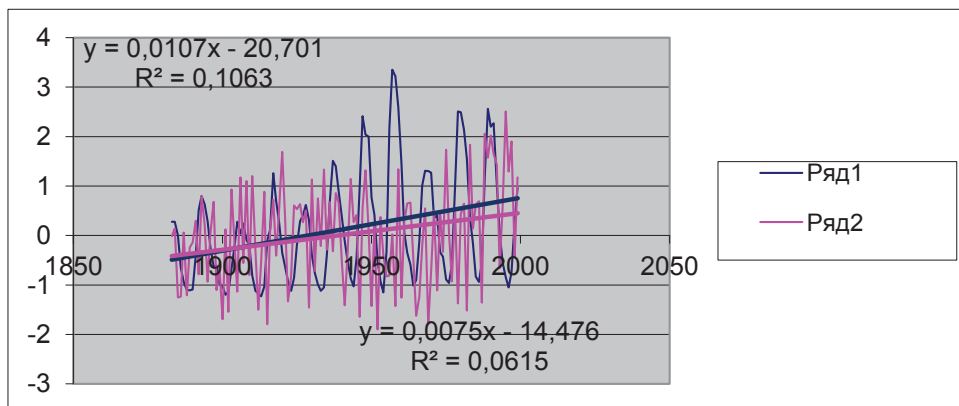


Рис. 1. Линейные тренды значений чисел Вольфа (1) и среднегодовой температуры по станции «Якутск» (2)

Fig. 1. Linear trends of the values of the Wolf numbers (1) and the average annual temperature at the Yakutsk station (2)

По расчетам Н.К. Кононовой [4], активизация волны современного потепления произошла одновременно с усилением меридианной составляющей в динамике глобального межширотного переноса в Северном полушарии (рис. 2.).

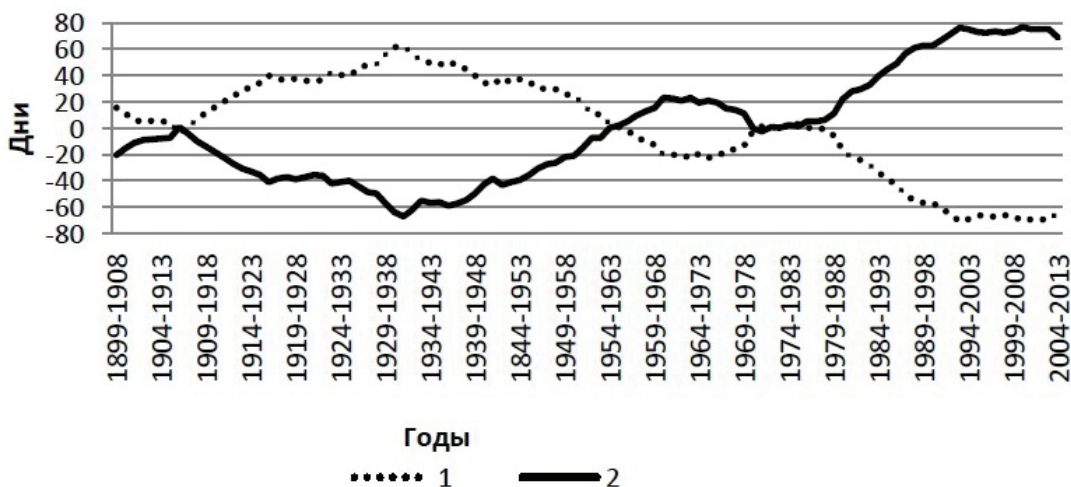


Рис. 2. Кривые широтной (1) и меридианной (2) циркуляции атмосферы в Северном полушарии: по Н.К. Кононовой [4]

Fig. 2. Curves of latitudinal (1) and meridian (2) atmospheric circulation in the Northern hemisphere: according to N. K. Kononova [4]

Очевидно, именно с этим процессом связано усиление давления воздуха в зоне локализации Сибирского максимума, что отчетливо видно на диаграмме (рис. 3)

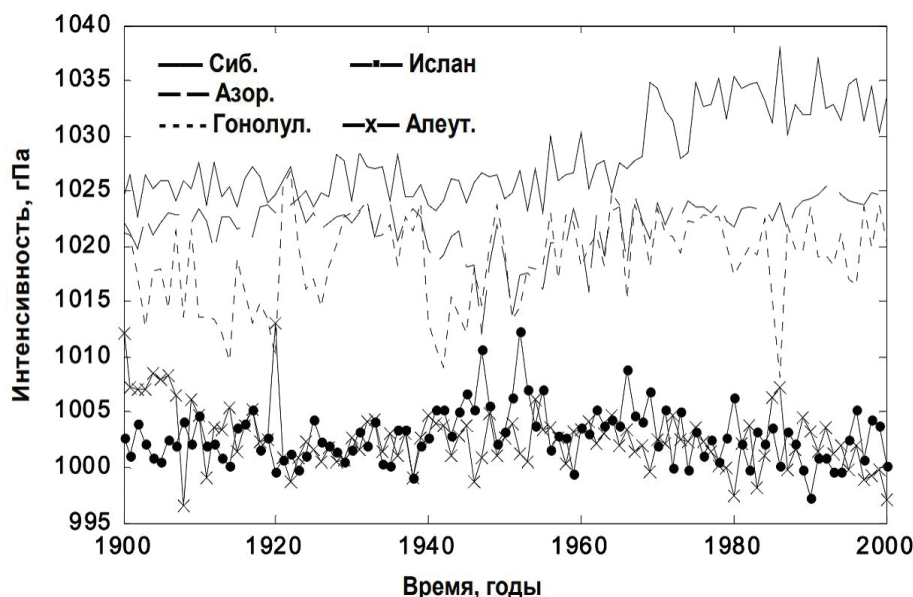


Рис. 3. Среднегодовая интенсивность ЦДА Северного полушария, по [5]

Fig. 3. The average annual intensity of the CDA of the Northern hemisphere, according to [5]

Последнее привело к беспрецедентному росту среднегодовой температуры приземного воздуха в Якутии (рис. 4). Здесь потепление более чем вдвое превысило прирост среднегодовой температуры относительно сопредельных территорий Евразии и других материков планеты.

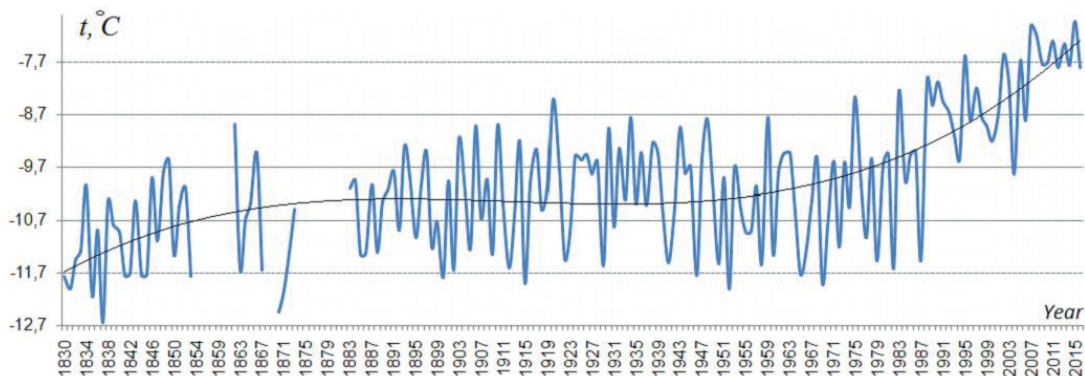


Рис. 4. График среднегодовых температур г. Якутска в XIX–XXI столетиях

Fig. 4. The graph of the average annual temperatures of Yakutsk in the 19th – 21st centuries

Напомним, что до начала потепления в Якутии существовало несколько устойчивых полюсов холода Северного полушария – в междуречье верховий Яны и Индигирки и низовьев Алдана. Именно здесь в зимний период формировалось ядро высокого давления, именуемое Верхоянским максимумом (отрог Азиатского максимума). В этой области, при соответствующих условиях рельефа (замкнутые долины и котловины), развивался процесс термического выхолаживания приземного воздуха и отмечались рекордно низкие температуры. Но, начиная с последней четверти XX столетия и по настоящее время, здесь отмечается значительное

ослабление морозов и активный прирост среднегодовой температуры приземного воздуха главным образом за счёт потепления холодных сезонов: до 80 % (см. рис. 4). Поскольку зимы в Якутии стали заметно теплее, а давление в антициклоне не уменьшилось, а напротив, увеличилось (см. рис.3), процесс современного потепления можно объяснить только с позиции нарушения условий термического выхолаживания приземного воздуха, ранее господствовавшего на участках локализации антициклона. Последнее может быть связано с процессом усиления воздухообмена в зоне действия антициклона и активного перемешивания воздушных масс.

Сибирский максимум есть динамическое образование. Это часть того обширного пояса высокого давления, который опоясывает Северное полушарие на северной границе пассатов и антипассатов. На западе он вступает в связь с восточными отрогами Азорского максимума. Перемычка высокого давления между этими двумя центрами, идущая по южной степной полосе Европейской части России, служит ветроразделом между центральным районом Европейской части России (с юго-западными ветрами) и Черноморским побережьем (с преобладающими северо-восточными ветрами). Она была названа А.И. Воейковым «большой осью материка» [6]. Ниспадающие массы воздуха антипассата и образуют пояс высокого давления, который пополняется северо-западным током воздуха из высоких слоев полярных областей, также опускающимся в этих районах и образующим как бы второй замкнутый круг между полюсами и притропическими широтами.

Таким образом, рост давления в антициклоне (см. рис. 3) произошел исключительно за счет усиления межширотного воздухообмена под действием меридианного переноса воздуха из верхних слоев южных притропических и приполярных широт. При этом прирост среднегодовой температуры в ядре Сибирского максимума в Якутии заметно превзошел подобный процесс на сопредельных территориях и даже на южной периферии антициклона в Северном Тянь-Шане (рис. 5).

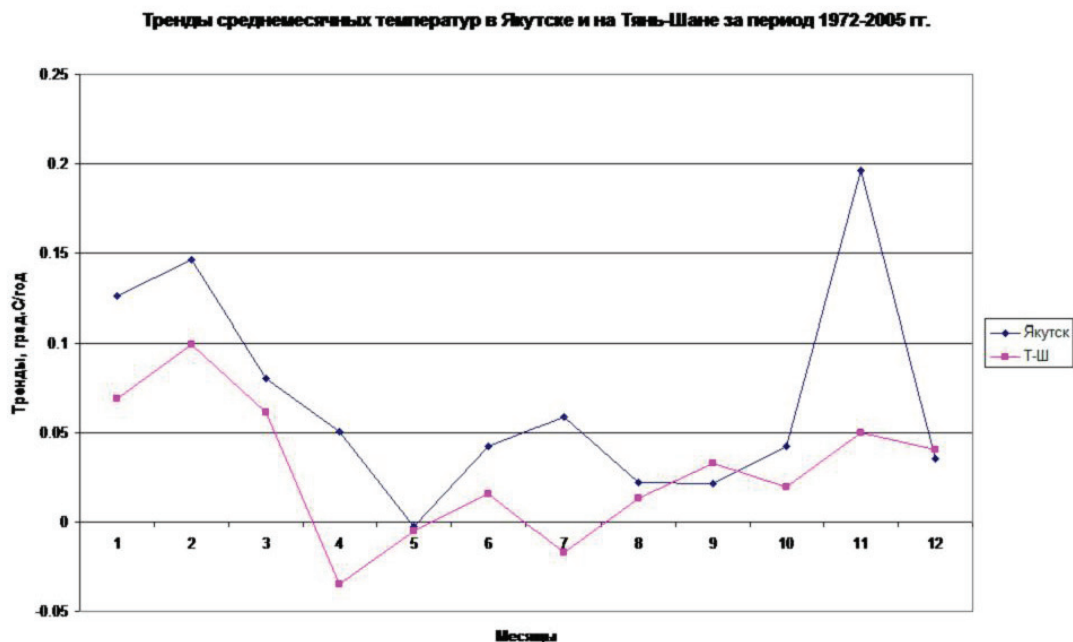


Рис. 5. Кривые прироста среднегодовой температуры в области локализации Сибирского максимума в Якутии (ГМС Якутск) и на его периферии – Северном Тянь-Шане (ГМС Каракол) в текущем столетии

Fig. 5. Curves of the average annual temperature increase in the area of localization of the Siberian maximum in Yakutia (OGMS Yakutsk) and on its periphery – the Northern Tien Shan (HMS Karakol) in the current century

Очевидно эффект, подобный Сибирскому максимуму, лежит и в основе небывалых лесных пожаров, охвативших в последние десятилетия практически все области планеты к северу и югу (в зависимости от полушария) от линии ветрового раздела ячеек Хэдли и Феррела. Особенно активно пожары проявились к северу от зоны так называемых «конских широт» (25-35° с. ш.).

На рис. 6 можно видеть схематический разрез глобальной циркуляции атмосферы Северного полушария, где межширотный воздухообмен представлен тремя динамическими контурами: экваториально-субтропическим (ячейка Хэдли), умеренных широт (ячейка Феррела) и полярной области.

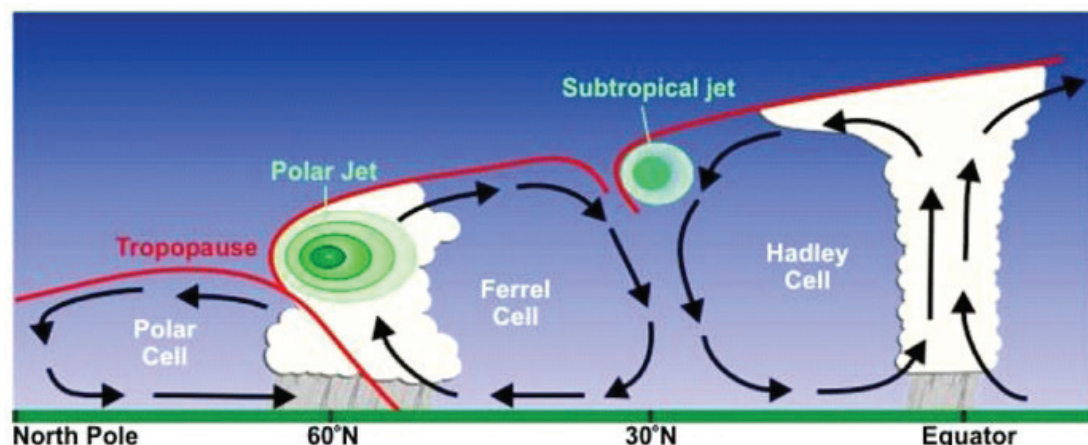


Рис. 6. Схема циркуляции атмосферы Северного полушария в меридианном разрезе: Северный полюс – экватор. Черными стрелками показаны ходы циркуляции в циркуляционных ячейках: приэкваториальной – Хэдли, притропической – Феррела и полярной

Fig. 6. The scheme of circulation of the atmosphere of the Northern hemisphere in the meridian section: The North Pole – equator. The black arrows show the circulation moves in the circulation cells: in the equatorial – Hadley, in the tropical – Ferrell and polar

Каждый контур циркуляции имеет свою зону подъёма, переноса и разгрузки (опускания) воздуха. В зоне подъёма в приэкваториальной области влажный и лёгкий воздух устремляется вверх. По мере его подъёма, в результате понижения температуры в области высокой тропосферы, он охлаждается, водяные пары конденсируются и выпадают в виде дождей уже в начале переноса. В зоне разгрузки (опускания), куда поступают уже охлаждённые и сухие воздушные массы, они, по мере их приближения к земле, адеабатически расширяются, нагреваются и поступают к подстилающей поверхности экстремально сухими. В зоне контакта с подстилающей поверхностью поток воздуха разделяется на два противоположно направленных течения. Одно продолжает движение в направлении полюсов, постепенно обогащается влагой, нагревается от подстилающей поверхности и поднимается вверх, где формирует новый контур циркуляции – ячейку Феррела, другое – начинает возвратное движение в направлении экватора, также постепенно обогащается влагой, нагревается, поднимается вверх и замыкает свой исходный контур.

Описанный процесс играет важную роль в формировании структуры ландшафтной оболочки обоих полушарий, поскольку определяет степень увлажнения континентальных пространств.

Так, в контуре ячейки Хэдли зона влажных экваториальных лесов, следуя в Северном полушарии к югу от экватора, сменяется менее влаголюбивыми субтропическими лесами, далее – степной саванной, которая на широтах 25-35° с.ш. (конские широты) переходит в пояс великих пустынь: Сахара, Такла-Макан, Каракумы, Кызылкумы, Большой Бассейн Аризоны и др. Все они простираются в широтном направлении, трассируя внешний контур ячейки Хэдли. В полярных и приполярных областях известны также великие снежные пустыни Антарктиды

и Арктики. Именно здесь формируется мощный центр высокого давления, влияние которого не ограничивается только просторами Арктики и Антарктиды. В Северном полушарии эта область порождает холодные сбросовые компенсационные течения в виде приземных воздушных потоков. По долинам крупных рек и понижениям рельефа холодный воздух прорывается далеко к югу от полярного круга. Иногда, особенно в последние десятилетия, потоки холодного воздуха пересекают умеренный пояс и достигают притропических широт, принося туда в теплое время года волны холода, град и снегопады. Судя по материалам дендроиндикации, это явление имеет длительную историю. Кроме того, как показывают наблюдения Н.В. Ловелиуса и А.П. Исаева на полуострове Ямал и в долине р. Лены, в условиях развивающегося потепления не отмечено какое-либо продвижение северной границы леса в направлении берегов Северного Ледовитого океана (личное сообщение). При этом значительное продвижение верхней границы леса в горах Евразии и Северной Америки отмечается повсеместно [7].

В целом, на фоне роста солнечной активности и одновременного усиления динамики воздушных течений высокой атмосферы, усилилась динамика воздухообмена в контурах циркуляционных ячеек притропических, умеренных и полярных широт. Их границы, в зависимости от полушарий, сместились в северном и южном направлениях соответственно, принося на вновь «оккупированные» территории не только небывалые засухи, но и небывалой силы лесные пожары и пыльные бури. Этот эффект одновременно проявился на всех материках Северного и Южного полушарий. Его нельзя объяснить какими-либо другими факторами, помимо фактора усиления динамики глобальной циркуляции. При этом сопоставление вариаций солнечной активности, скорости вращения Земли и роста интенсивности Сибирского Центра действия атмосферы (ЦДА) обнаруживает высокую когерентность ($KMK > 80\%$) колебаний с периодом 11 ± 2 года. Кроме того, обнаруживается высокая когерентность ($KMK > 60\%$) вариаций смещения магнитного полюса Земли и изменений интенсивности Сибирского ЦДА в области низких частот (периоды 33 и 43 года) за последние десятилетия. В этом случае можно предположить параллели не только в динамике солнечной активности и Сибирского ЦДА, но и внутриземных процессов [4].

Уже не первый десяток лет в Якутии набирает силу теплый и сухой климатический интервал. Наиболее ярко аномалии природных процессов стали заметны в конце XX – начале XXI в., а затем в 2021–2022 гг. на максимумах нечетных 11-летних циклов СА, они проявились в широкомасштабных лесных пожарах и усилении динамики экзогенных геологических процессов.

На рис. 7. показана кривая СА в числах Вольфа с наложением на нее частотного графика возгораний лесов и площадей, пройденных огнем в Центральной Якутии более чем за 40-летний период. На диаграмме (см. рис. 7.) видно, что всплески лесных пожаров активизировались дважды в каждом 11-летнем цикле – на ветви подъема и на ветви спада, следуя непосредственно за переломными моментами – максимумами и минимумами. Проследить эту тенденцию оказалось возможным на более продолжительных пирологических рядах, полученных в урочища Чекченелех, Туннук анна, Куехсайылыга – Намский улус путем датировки лесных пожаров по огневым подсушинам на стволах модельных деревьев (сборы А.П. Исаева).

Судя по дендрохронологическим данным, в урочище Чекченелех за последние 245 лет произошло около двадцати возгораний лесов: в 1761, 1814, 1835, 1865, 1873, 1878, 1882, 1895, 1901, 1909, 1924, 1927, 1929, 1967, 1969, 1970, 1974, 1977, 1983 гг. В урочище Туннук анна за последние 217 лет возгорания лесов наблюдались в 1789, 1826, 1863, 1913, 1927, 1931, 1955, 1964, 1976, 1977 гг. В урочище Куехсайылыга, начиная с 1841 г., зафиксированы пожары в 1841, 1864, 1893, 1934, 1959, 1975 гг. При этом наибольший вред деревьям из урочища Чекченелех оказали пожары 1814, 1827, 1829 и 1977 гг.

В таблице показано распределение лесных пожаров в Центральной Якутии за последние 245 лет относительно минимума и максимума 11-летнего цикла СА (метод наложенных эпох).



Рис. 7. Диаграмма: числа Вольфа по Цюриху и количество возгораний и площадей, пройденных огнем в лесах Центральной Якутии (по материалам «Авиалесоохраны», данные нормированы)

Fig. 7. Diagram: Wolf numbers for Zurich and the number of fires and areas covered by fire in the forests of Central Yakutia (according to the materials of Avialesookhrana, the data are normalized)

Таблица – Распределение лесных пожаров на участках Чекченелех, Туннук анна, Куехсайылыга (Центральная Якутия) за последние 245 лет относительно минимума и максимума 11-летнего цикла СА (метод наложенных эпох)

Последовательность 11-летнего цикла	Ветвь подъема						Ветвь спада					
	Min	+1	+2	+3	+4	Max	+1	+2	+3	+4	+5	+6
Количество пожаров	5	6	1	2	2	1	5	4	3	2	0	3

Из таблицы видно, что максимумы активности лесных пожаров за последние 245 лет также тяготеют к минимумам и максимумам 11-летнего цикла. Учитывая современные тенденции климата, развивающегося под действием сухой и теплой фаз многовекового (1850-летнего) ритма А.В. Шнитникова и теплой фазы текущего векового ритма, риски активизации лесных пожаров в Якутии достаточно высоки, особенно на ветвях подъема и спада 11-летних циклов СА в непосредственной близости от максимумов и минимумов [8]. Мощные засухи, вызывающие лесные пожары, следует ожидать как в ближайшие годы, так и на переломных моментах по ходу 11-летнего ритма (максимумах и минимумах), и особенно на максимуме очередного нечетного цикла в начале 2040-х годов. Это необходимо учитывать при планировании, строительстве и эксплуатации нефтегазового Хаба на территории таежной зоны Якутии.

Закключение

Таким образом, к особенностям циркуляции атмосферы последних десятилетий следует отнести резкое усиление динамики меридианной составляющей экваториально-полюсного воздухообмена, что моделирует развитие современной волны потепления (см. рис. 2 и 3). В силу динамических причин в холодный период года в Северной Азии наблюдается усиление центров высокого давления в области локализации Сибирского антициклона, где вместо застоя и выхолаживания воздушных масс наблюдается их перемешивание. Именно этот эффект лежит в основе опережающего потепления зим в Якутии и его ведущей роли в потеплении всего Северного

полушария. Летом это явление приносит засухи и небывалые лесные пожары не только в Якутию и всю Сибирь, но и в курортные зоны Испании, Италии, Греции, Турции. Подобными процессами охвачены также антициклональные области США, Канады и Австралии.

В качестве первопричины этого глобального явления мы, вслед за М.С. Эйгенсоном и А.В. Дьяковым, называем усиление солнечной активности. В частности, нельзя не признать тот факт, что начало современной волны потепления было заложено на максимуме векового цикла СА XX столетия, когда зональная форма циркуляции атмосферы перешла в энергетически более эффективной меридианной воздухообмен. При этом само потепление проявилось только спустя два десятка лет – в самом конце ветви спада векового цикла XX в. и начале ветви подъема цикла XXI в., т.е. на минимуме векового цикла.

О значительных смещениях (до 20-30 лет) отклика морских гидрологических процессов по ходу векового цикла СА пишет И.В. Максимов [9]. Он связывает это смещение со временем реакции толщи океанических вод на импульсы СА. Специалисты тогда не поверили автору, но мы столкнулись именно с таким эффектом уже на континентальных материалах. По нашим данным, запаздывание отклика геофизических процессов на осцилляции векового цикла СА, как на море, так и на суше, по продолжительности близки к периоду реализации одного 22-летнего цикла Хэла (в два 11-летних), что составляет четверть фазы векового цикла. Сдвиг на ту же четверть фазы был обнаружен нами и в ходах среднегодовой температуры воздуха на ГМС Якутск, но уже по ходу 11-летних циклов СА [8]. Именно по этой причине Б.А. Слепцов-Шевлевич пишет о том, что окончание старого и начало нового 11-летнего цикла охватывает ещё два года [13].

В предыдущих исследованиях [10, 11] мы уже показали, что феномен запаздывания отклика природных процессов географической оболочки на осцилляции СА выходит за рамки вековых и внутривековых климатических фаз. Он присутствует в структуре тепло- и влагообеспеченности долгопериодических ритмов – 1850-летнего А.В. Шнитникова и 40700-летнего М. Миланковича [12]. Однако продолжительность периода запаздывания потепления/похолодания может отклоняться от $\frac{1}{4}$ фазы цикла в зависимости от соотношения площади обводнённости и оледенения планеты на момент «перевода стрелок» в механизме циркуляции. Последнее необходимо учитывать при разработке долгосрочных географических прогнозов.

Исходя из установленных закономерностей в режиме циркуляции атмосферы при современном потеплении, риски усиления динамики опасных природных процессов и явлений в Якутии, как и в других регионах планеты сохранятся, как минимум, на ближайшие два 11-летних солнечных цикла: 26-й и 27-й по Цюрихской нумерации. Максимального усиления динамики природных аномалий следует ожидать непосредственно вслед за переломными моментами этих циклов (максимумами и минимумами), особенно на максимумах нечетного цикла. Именно эти реперы нужно использовать при планировании превентивных мер инженерной защиты от лесных пожаров и экзогенных проявлений, в том числе на участки освоения нефтяных и газовых залежей Якутии.

В целом, как показали материалы наших исследований, усиление динамики всех изученных природных процессов и явлений энергетически связано с деятельностью Солнца и модулируются Солнцем через режим циркуляции атмосферы.

Литература

1. Дьяков, А.В. Предвидение погоды на длительные сроки на энерго-климатологической основе : монография / А.В. Дьяков. – Иркутск : Темир-Тау, 1953/2011. – 157 с. – Текст : непосредственный.
2. Лир, Э.С. Динамическая классификация процессов циркуляции атмосферы / Э.С. Лир. – Текст : непосредственный // Метеорология и гидрология. – 1936. – № 1-7. – С. 3-17.
3. Эйгенсон, М.С. Солнце, погода и климат : монография / М.С. Эйгенсон. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1963. – 273 с. – Текст : непосредственный

4. Кононова, Н.К. Типы и особенности циркуляции атмосферы / Н.К. Кононова. – Текст : непосредственная // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2018. – № 3. – С. 108-123.
5. Корсунь, А. Сибирский антициклон: многолетние пространственно-временные связи / А. Корсунь, Г. Курбасова, А. Неушкин. – Текст : непосредственная // Вестник Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Серия : Астрономическая. – 2012. – № 49. – С. 40-44.
6. Воейков, А.И. Климаты земного шара, в особенности России : монография / А.И. Воейков. – Санкт-Петербург : Издательство картографического заведения А. Ильина. 1884. – 635 с. – Текст : непосредственный.
7. Поморцев, О.А. Биоклиматическая хронология голоцена / О.А. Поморцев, Е.П. Кашкаров, Н.В. Ловелиус. – Текст : непосредственный // Вестник Северо-Восточного Федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия Науки о Земле. – 2015. – № 3 (47). – С. 100-115.
8. Поморцев, О.А. В отражении солнечных циклов: Ритмы и климат Центральной экономической зоны Республики Саха (Якутия) : монография / О.А. Поморцев, А.А. Поморцева. – Санкт-Петербург : Лема, 2022. – 126 с. – Текст : непосредственный.
9. Максимов И.В. Геофизические силы и воды океана : монография / И.В. Максимов. – Ленинград. Гидрометеиздат, 1970. – 447 с. – Текст : непосредственный.
10. Кашкаров, Е.П. Глобальное потепление климата: ритмическая основа прогноза и её практическое значение в охране лесов Северного полушария / Е.П. Кашкаров, О.А. Поморцев. – Текст : непосредственный // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – № 2-3. – С.207-216.
11. Поморцев, О.А. Потепление климата в зоне Сибирского антициклона / О.А. Поморцев, Е.П. Кашкаров. – Текст : непосредственная // журнал Ритм – RhythmJournal. – 2008. – № 1. – С. 128–150.
12. Максимов, Е.В. Учение о ритмах в природе : монография / Е.В. Максимов. – Санкт-Петербург. РГПУ им А.И. Герцена, 2000. – 117 с. – Текст : непосредственный.
13. Слепцов-Шевлевич, Б.А. Геофизические основы морских гидрологических прогнозов : монография / Б.А. Слепцов-Шевлевич. – Москва : Мортехинформреклам, 1991. – 109 с. – Текст : непосредственный.

References

1. D'jakov, A.V. Predvidenie pogody na dlitel'nye sroki na jenergo-klimatologicheskoy osnove : monografija / A.V. D'jakov. – Irkutsk Temir-Tau, 1953/2011. – 157 s. – Текст : neposredstvennyj.
2. Lir, Je.S. Dinamicheskaja klassifikacija processov cirkuljacii atmosfery / Je.S. Lir. – Текст : neposredstvennyj // Meteorologija i gidrologija. – 1936. – № 1-7. – S. 3-17.
3. Jeigenson, M.S. Solnce, pogoda i klimat : monografija / M.S. Jeigenson. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1963. – 273 s. – Текст : neposredstvennyj
4. Kononova, N.K. Tipy i osobennosti cirkuljacii atmosfery / N.K. Kononova. – Текст : neposredstvennaja // Fundamental'naja i prikladnaja klimatologija. – 2018. – № 3. – S. 108-123.
5. Korsun', A. Sibirskij anticiklon: mnogoletnie prostranstvenno-vremennye svjazi / A. Korsun', G. Kurbasova, A. Neushkin. – Текст : neposredstvennaja // Vestnik Kievskogo nacional'nogo universiteta imeni Tarasa Shevchenko. Serija : Astronomicheskaja, 2012. – № 49. – S. 40-44.
6. Voejkov, A.I. Klimaty zemnogo shara, v osobennosti Rossii : monografija / A.I. Voejkov. – Sankt-Peterburg : Izdatel'stvo kartograficheskogo zavedenija A. Il'ina, 1884. – 635 s. – Текст : neposredstvennyj.
7. Pomorcev, O.A. Bioklimaticheskaja hronologija golocena / O.A. Pomorcev, E.P. Kashkarov, N.V. Lovelius. – Текст : neposredstvennyj // Vestnik Severo-Vostochnogo Federal'nogo universiteta imeni M.K. Ammosova. Serija Nauki o Zemle. – 2015. – № 3 (47). – S. 100-115.
8. Pomorcev, O.A. V otrazhenii solnechnyh ciklov: Ritmy i klimat Central'noj jekonomicheskoy zony Respubliki Saha (Jakutija) : monografija / O.A. Pomorcev, A.A. Pomorceva. – Sankt-Peterburg : Lema, 2022. – 126 s. – Текст : neposredstvennyj.
9. Maksimov, I.V. Geofizicheskie sily i vody okeana : monografija / I.V. Maksimov. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1970. – 447 s. – Текст : neposredstvennyj.

10. Kashkarov, E.P. Global'noe poteplenie klimata: ritmicheskaja osnova prognoza i ejo prakticheskoe znachenie v ohrane lesov Severnogo polusharija / E.P. Kashkarov, O.A. Pomorcev. – Tekst : neposredstvennyj // Hvojnye boreal'noj zony. – 2007. – № 2-3. – S.207-216.
11. Pomorcev, O.A. Poteplenie klimata v zone Sibirskogo anticiklona / O.A. Pomorcev, E.P. Kashkarov. – Tekst : neposredstvennaja // zhurnal Ritm – RhythmJournal. – 2008. – № 1. – S. 128–150.
12. Maksimov, E.V. Uchenie o ritmah v prirode : monografija / E.V. Maksimov. – Sankt-Peterburg : RGPU im A.I. Gercena, 2000. – 117 s. – Tekst : neposredstvennyj.
13. Slepcev-Shevlevich, B.A. Geofizicheskie osnovy morskikh gidrologicheskikh prognozov : monografija / B.A. Slepcev-Shevlevich. – Moskva : Morteinformreklam, 1991. – 109 s. – Tekst : neposredstvennyj.

Сведения об авторах

ПОМОРЦЕВ Олег Александрович – к. г. н., доцент по кафедре мерзлотоведения, доцент кафедры «Прикладная геология» геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail: olegpomortsev@mail.ru

POMORTSEV Oleg Aleksandrovich – Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor of the Permafrost Science Department, Associate Professor of Applied Geology Department, Faculty of Geology and Survery, M. K. Ammosov North Eastern Federal University, e-mail: olegpomortsev@mail.ru

КАШКАРОВ Евгений Петрович – к. г. н., н. с. отдела биогеографии Международного института исследования ритмов, e-mail: e.kashkarov@gmail.com

KASHKAROV Eugene Petrovich – Candidate of Geographic Sciences, Research Scientist of Biogeography Department, International Rhythm Research Institute, e-mail: e.kashkarov@gmail.com

*С. А. Тесленок¹, М. В. Саушкина²*¹ Высшая экологическая школа Югорского государственного университета, г. Ханты-Мансийск, Россия
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,
г. Саранск, Россия² Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск, Россия
e-mail: teslenok-sa@mail.ru
e-mail: saushkina.masha@yandex.ru

ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ГОРЫ ВОТТОВААРА (РУССКОГО СТОУНХЕНДЖА)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы физико-географических особенностей территории горы Воттоваара (являющейся самой высокой точкой Западно-Карельской возвышенности) и ее геологической истории. Дается ее сравнение с одной из наиболее известных достопримечательностей Великобритании – Стоунхенджем. Представлены гипотезы происхождения и формирования данной местности.

Гора хранит большое количество тайн, главные и наиболее интересные среди которых – расположенные на ее вершине до 1600 отдельных камней – составных частей древнего культового комплекса. Они в полной мере могут считаться сейдами, многие из которых напоминают необычные каменные постройки и, по мнению ряда исследователей, играли культовую роль и принадлежали культуре древних саамов.

Одна из гипотез происхождения сейдов Воттоваары связывает их с проявлением процессов ледниковой экзарации в периоды древних оледенений. Другая объясняет наличия многочисленных следов палеосейсмодислокаций сильным катастрофическим палеоземлетрясением, произошедшим в конце пребореала – начале бореального периода по причине деградации поздневалдайского (осташковского) оледенения и быстрого снятия ледниковой нагрузки. Существует и гипотеза, отчасти связанная с древней мифологией о Всемиром Потопе, или катастрофическом наводнении вселенского масштаба. По одной из версий, оно могло произойти из-за падения крупного метеорита в район Филиппинского моря. Касательное воздействие метеорита привело к сдвигу твердой земной коры по поверхности жидкой мантии, а проходившая по земной коре ударная волна (волна сжатия) образовала на территории современной Карелии гряды, в состав которой входит и Воттоваара. Наконец, существует и версия образования массива в результате мощного извержения вулкана, произошедшего несколько миллионов лет назад.

Ключевые слова: гора Воттоваара, физико-географические особенности; Западно-Карельская возвышенность; Стоунхендж; сейд; объекты культового комплекса; природный комплекс; геологическая история; экзарация; палеоземлетрясения; палеосейсмодислокации; ландшафтный памятник природы; Карелия.

*S. A. Teslenok¹, M. V. Saushkina²*¹ Higher School of Ecology of Yuga State University, Khanty-Mansiysk, Russia
Ogarov Mordovia State University, Saransk, Russia² M. E. Evseyev Mordovian State Pedagogical University, Saransk, Russia
e-mail: teslenok-sa@mail.ru
e-mail: saushkina.masha@yandex.ru

NATURAL FEATURES AND GEOLOGICAL HISTORY OF MOUNT VOTTOVAARA (RUSSIAN STONEHENGE)

Abstract. The article deals with the issues of physical and geographical features of the territory of Mount Vottovaara (which is the highest point of the West Karelian Upland) and its geological history. It is compared with one of the most famous attractions in the UK – Stonehenge Jam. Hypotheses of the origin and formation of this area are presented.

The mountain keeps a large number of secrets, the main and most interesting among which are up to 1,600 individual stones located on its top – components of an ancient cult complex. They can be fully considered seids, many of which resemble unusual stone buildings, and according to a number of researchers who played a cult role and belonged to the culture of the ancient Sami.

One of the hypotheses of the origin of the Votovaara seids connects them with the manifestation of glacial exaration processes during the periods of ancient glaciations. Another explains the presence of numerous traces of paleoseismic dislocations by a strong catastrophic palaeo-earthquake that occurred at the end of the Preboreal – the beginning of the Boreal period due to the degradation of the Late Valdai (Ostashkovsky) glaciation and the rapid removal of glacial load. There is also a hypothesis, partly related to the ancient mythology of a Worldwide Flood, or a catastrophic flood of universal scale. According to one version, it could have happened due to the fall of a large meteorite in the area of the Philippine Sea. The tangential impact of the meteorite led to a shift of the solid earth's crust along the surface of the liquid mantle, and the shock wave passing through the earth's crust (compression wave) formed a ridge on the territory of modern Karelia, which includes Votovaara. Finally, there is a version of the formation of the massif as a result of a powerful volcanic eruption that occurred several million years ago.

Keywords: Votovaara Mountain, physical and geographical features; West Karelian upland; Stonehenge; seid; objects of the cult complex; natural complex; geological history; exaration; palaeo-earthquakes; paleoseismic dislocations; landscape monument of nature; Karelia.

Введение

Приходилось ли Вам когда-нибудь бывать в Карелии? Это удивительно живописный край, в котором можно в полной мере насладиться удивительной красотой природных объектов и комплексов, многие из которых являются памятниками всемирного наследия: многочисленных озер, рек, скалистых массивов, лесов, охраняемых природных территорий. Но Карелия – это еще и край широко известных и не очень популярных мест, признанных и активно посещаемых российскими и иностранными туристами. Одним из пока малоизвестных природных объектов является гора Воттоваара (Вотто-Ваара), скальный массив, расположенный в пределах северо-запада таежной зоны России, в Северо-Западном федеральном округе, в крайней юго-восточной части Муезерского района и центрального сектора западной части Республики Карелия. Воттоваара входит в состав гряды (кряжа) длиной около 7 км, пересекающей эту территорию практически строго в меридиональном направлении. Карельские ученые считают Воттоваару уникальным геологическим памятником [6, 10, 20, 21].

Целью данного исследования стало выявление природных особенностей и геологической истории горы Воттоваара и прилегающей территории с представлением гипотез происхождения и формирования этой местности, а также ее сравнение с одной из наиболее известных достопримечательностей Великобритании – Стоунхенджем.

Результаты

Гора Воттоваара ($63^{\circ}04'27''$ с. ш. и $32^{\circ}37'32''$ в. д.), с абсолютной высотой 417,3 м, являющаяся самой высокой точкой Западно-Карельской возвышенности, занимает территорию площадью до 6 км² и находится в 350 км от столицы Республики Карелия – города Петрозаводска, в 40 км к юго-западу от водохранилища (озера) Сегозеро, между поселками Суккозеро (в 20 км юго-восточнее) и Гимолы (в 35 км северо-восточнее) [8] (рис. 1).

Прежде чем говорить об особенностях Воттоваары, следует напомнить, что такое Стоунхендж. Это имеющая всемирную известность достопримечательность на территории Великобритании, представляющая собой грандиозный археологический объект эпохи неолита. Древнее мегалитическое сооружение было возведено приблизительно между 3000 и 1500 годами до н. э. Стоунхендж входит в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Этот таинственный мистический объект состоит из огромных каменных глыб, называемых менгирами или мегалитами. Ученые и исследователи до сих пор спорят о его предназначении, которое пока

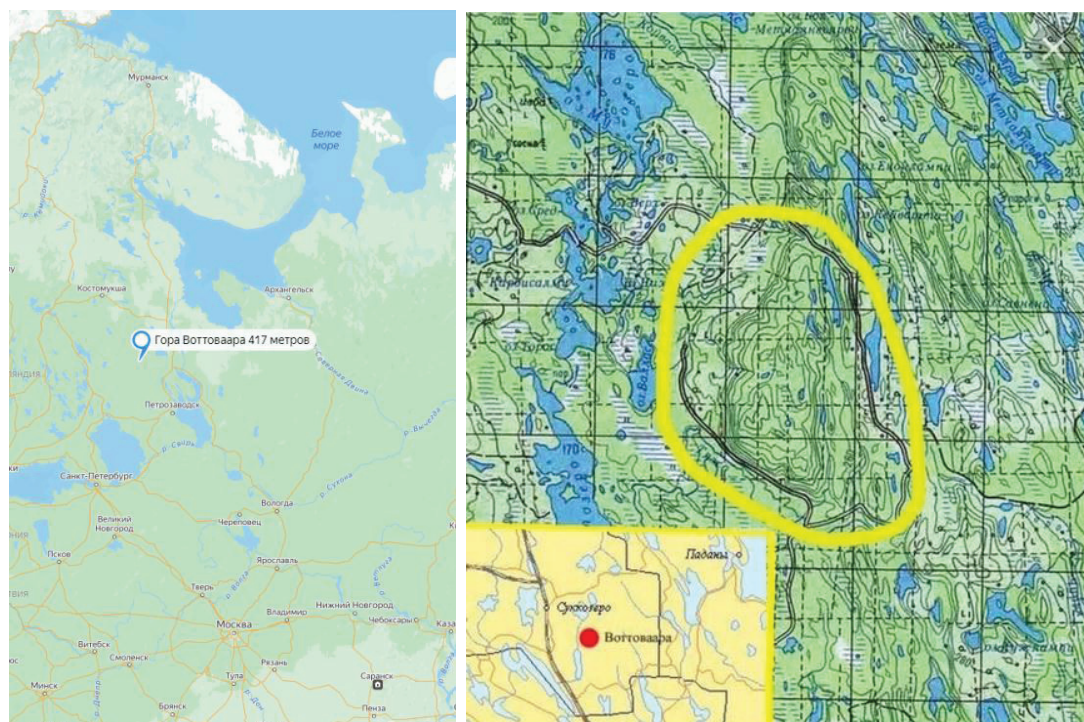


Рис. 1. Местоположение горы Воттоваара [3, 8]

Fig. 1. Location of Vottovaara Mountain [3, 8]

доподлинно так и не известно. По наиболее распространенным версиям Стоунхендж может быть древним кладбищем или сооружением, использовавшимся древними астрономами для предсказания космических явлений.

Но мало кто знает, что подобное место есть и у нас в России. Это как раз та самая гора Воттоваара, поистине самое уникальное, таинственное и мистическое место в Карелии, овеянное легендами [1, 4, 8, 11, 13, 17]. Тем не менее, район горы Воттоваары – загадочная территория, не входящая пока в типовые и наиболее распространенные туристские маршруты.

Гора хранит большое количество тайн, главные и наиболее интересные среди которых – многочисленные сейды (рис. 2, а-г), деревья причудливой формы (рис. 2, г, д), каменный бассейн (колодец, или желоб) (рис. 2, д, е), поистине «мертвая» тишина и особенная таинственная атмосфера этого места.

Сейды, многие из которых напоминают необычные каменные постройки, были обнаружены поисковиком С. М. Симоняном сравнительно недавно, всего лишь 25 лет назад – в 1978 г. [13]. В начале 90-х гг. прошлого века окатанные валуны горы обследовали археологи М.М. Шахнович и И. С. Манюхин, предположившие о культовой роли этих каменных скоплений и их принадлежности культуре древних саамов [18, 19] (рис. 3). На рисунке цифрами обозначены: 1 – болота и заболоченные участки, 2 – камни-сейды, 3 – озера.



а



б



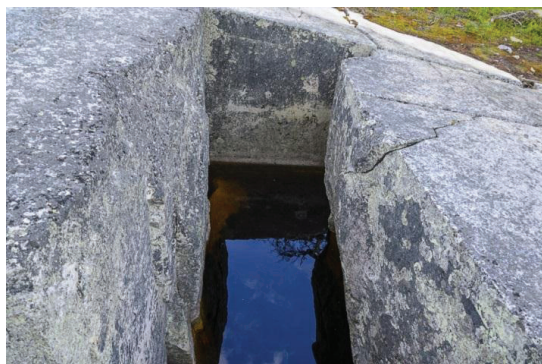
в



г



д



е

Рис. 2. Некоторые сейды горы Воттоваара [3]
Fig. 2. Some sayds of the Vottovaara Mountain [3]



Рис. 3. Расположение культовых объекты горы Воттоваара (по [19])

Fig. 3. Location of the cult objects of Vottovaara Mountain (according to [19])

В Саамско-русском словаре [12] можно найти двусложное саамское слово «Воттоваара». «Вотто» означает берлогу, а «ваара» – гору, заросшую лесом. Обычно саами называли местности, исходя из их самых простых природных характеристик, соответственно, в переводе с саамского «Воттоваара» – это «гора с берлогой, покрытая лесом». Хотя необходимо заметить, что трактовки перевода названия этой горы встречаются самые разнообразные: от «горы победы» до «горы смерти», или «места, куда не стоит ходить» [5, 17].

Самая же простая из них – литературная – «карельский Стоунхендж». Связана она с тем, что до сих пор доподлинно не известно, кто, когда и для чего создал многочисленные каменные сооружения. Считается, что это – творение древних жителей территории современной Карелии, которым были хорошо известны необычные свойства горы, и они использовали это место для проведения культовых обрядов, как «место силы» [1, 4, 11].

Гора характеризуется довольно крутым южным склоном шириной до 2 км, а плоская поверхность ее вершины занята большим амфитеатром, окруженным огромными каменными постаментами, расположенными в трех уровнях. Амфитеатр горы имеет овальную форму, вытянутую в направлении с востока на запад (см. рис. 3, рис. 4).



Рис. 4. Амфитеатр горы Воттоваара [3]

Fig. 4. The amphitheater of Vottovaara Mountain [3]

На самом дне этого каменного образования расположено небольшое озеро с заболоченными берегами. Исследователи называют его «глазом», считая одним из главных мест древних жертвоприношений в этом районе (см. рис. 4).

На вершине Воттоваары на площади всего 6 км² в определенном таинственном порядке располагаются порядка 1600 отдельных камней. Многие исследователи считают, что камни Воттоваары – составные части этого древнего культового комплекса – в полной мере могут считаться сейдами [1, 11, 14]. Традиционно сейд – культовый камень-валун или обломок скалы, искусственный характер которого и выделение из окружающей среды очевидны и не вызывают никаких сомнений, и он имеет явные признаки воздействия человека.

Наибольшая концентрация камней-сейдов характерна для самой высокой точки гряды, склонов амфитеатра, обрывов и берегам древних водоемов, и располагаются они чаще небольшими группами от 2 до 6 штук. Некоторые крупные сейды, вес которых может достигать 3 т., стоят на «ножках», уложены на своеобразные «подставки» – также группы 3-4, но уже небольших камней (см. рис. 2, а, б, г). Размеры сейдов варьируют в значительных пределах: самый большой из них (сейд Дракон) – имеет длину порядка 70 м и 2 м в высоту, а самый маленький – по размеру не более 50 см [4, 8, 11, 13, 18, 19].

Камни-сейды очень гармонично вписываются в окружающий рельеф горы – сказочный вздыбленный хаос следов древнего землетрясения [20, 21]. Неизвестно кто, когда, как и зачем поставил их здесь. Сама гора и ее история хранят множество тайн и загадок.

Одна из гипотез происхождения сейдов Воттоваары приведена в монографии [10]. Район горы, находящийся в западном крыле Янгозерского синклинория [20, 21] (второго на Карельском кратоне по величине после Онежского) является крупным выступом горных пород раннего докембрия (возрастом 3,2–1,7 млрд. лет) кристаллического фундамента Балтийского (Фенноскандинавского) щита древней докембрийской Русской (Восточно-Европейской) платформы. По этой причине в периоды древних оледенений здесь максимально проявлялись процессы ледниковой эрозии (экзарации, ледникового выпаживания), способствовавшей обогащению древнего ледника различными по размерам обломками местных кварцитов и кварцито-песчаников. Этому в значительной степени способствовала сильная трещиноватость этих пород, имеющих достаточно высокую прочность. Значительное скопление разноразмерных обломков на отполированных древним ледником поверхностях свидетельствует о том, что вся гора была

перекрыта тонким чехлом рыхлых ледниковых моренных отложений. Впоследствии морена была эродирована, смыта и переотложена в понижениях рельефа. Крупные же валуны и глыбы, спроецированные после таяния ледника на поверхность фундамента, и из-за своих крупных размеров не поддающиеся воздействию водных потоков, остались лежать на месте. Затем весь рыхлый материал из-под валунов был удален водой, а небольшие по размерам обломки оказались прижатыми крупными глыбами, создавая впечатление, что глыбы были кем-то поставлены на мелкие камни-подставки [9, 10] (см. рис. 2, а, б, г).

Достаточно резкий контакт алевритов и сапропелей в озере, расположенном в амфитеатре на вершине горы (см. рис. 4), подтверждает быструю и резкую смену палеогеографических условий. Результаты выполненного диатомового и спорово-пыльцевого анализов, выполненных в 2008 г. институтами Карельского научного центра РАН [10], подтверждают возможный перерыв в осадконакоплении в конце пребореального периода. Анализ совокупности этих фактов позволяет предположить, что прекращение процесса накопления отложений в озере было связано с резким и интенсивным спуском воды и изменением состояния озерной котловины. Данные радиоуглеродного анализа сапропелей, накапливавшихся в озере после перерыва, показали, что они начали отлагаться в бореале ($8\,920 \pm 60$ лет назад) [10].

Именно факты перерыва в осадконакоплении в озере и наличия многочисленных следов палеосейсмодислокаций позволяют предположить, что происхождение последних может быть связано с сильным катастрофическим палеоземлетрясением, которое могло произойти в конце пребореала – начале бореального периода. Одной из возможных причин такого землетрясения могли стать последствия деградации поздневалдайского (осташковского) оледенения с быстрым снятием ледниковой нагрузки на эту территорию. Это как раз и способствовало обновлению имевшихся разломов древнего заложения разных рангов и интенсивному проявлению тектонических движений [6, 20, 21].

Образование указанных палеосейсмодислокаций в период послеледниковое время подтверждается наличием ярко выраженных нарушений в виде отвесных стенок с многочисленными свежими неровными поверхностями, следами дробления пород и отрыва отдельных блоков массивной породы, выявляемыми на поверхностях склонов Воттоваары, имеющих разную ориентацию [6, 7, 10].

Быстрые импульсные процессы рельефообразования подтверждаются многими фактами, среди которых [6, 7, 10]:

- многочисленные расчлененные блоки горных пород, отброшенные, сдвинутые и смещенные друг относительно друга;
- палеосейсмогравитационные обвалы с глыбами, обладающими одинаковой степени выветрелости и / или зарастания лишайниками;
- выколы – множественные блоки горных пород, выброшенных из стенок уступов с образованием ниш или расщелин;
- свежие сбросовые уступы;
- трещины растяжения в фундаменте;
- трещины, проходящие по днищу болота;
- раздробленность бараньих лбов со свежими трещинами, нарушающими их поверхность, обработанную ледником;
- палеосейсмогенный провал с озером в его центре.

Наличие палеосейсмодетформации на вершине горы в виде провала размером примерно 300×300 м и глубиной до 6 м (см. рис. 4), является типичным примером деформации встряхивания. Слагающие гору преимущественно ятулийские кварциты вне пределов деформации массивные, а внутри ее – расчленены на многочисленные блоки, смещенные относительно друг друга, как по высоте, так и по латерали. Ледниковые шрамы за пределами провала ориентированы в одном направлении – на юго-восток (азимут 120°), характерном для этой территории в

целом. В провале же ориентировка ледниковых шрамов отличается от типичной на $30\text{--}40^\circ$, что подтверждают нарушения поверхности ледниковой полировки. Нижний порог интенсивности, при котором возникают рассматриваемые деформации встряхивания, составляет не менее 6–7 баллов по шкале интенсивности землетрясений Медведева – Шпонхойера – Карника (MSK-64) [6, 7, 20, 21].

Еще одной загадкой горы Воттоваара является так называемая «лестница в небо» (или «каменные ступени»). Это большой, высокий сейд, внешне очень напоминающий лестницу из 13 ступеней, в виде очень четко выраженных, будто вырезанных или вырубленных выступов одинакового размера. «Лестница» уходит в небо и резко обрывается в пропасть глубиной в 4 м за последней из ступеней (рис. 5). Несмотря на то, что этот феномен тоже называют сейдом Воттоваары, по мнению геологов, эта «лестница» – все-таки творение природы и рукотворным сооружением ее считать нельзя.



Рис. 5. «Лестница» горы Воттоваара [3]

Fig. 5. The 'Staircase' of the Vottovaara Mountain [3]

Вообще, на Воттовааре есть множество мегалитов, разделенных настолько ровно, что создается впечатление, будто бы их разрубил одним ударом топора неведомый гигантский камнетес. Объясняется это тем, что слагающие гору горные породы представлены преимущественно ятулийскими кварцитами и кварцито-песчаниками, имеющими особенность ровно раскалываться при ударе [9].

Представляющими наибольший интерес камнями, якобы имеющими антропогенное происхождение, считают каменный колодец (бассейн, желоб) и камни пирамидальной формы. Находясь рядом с небольшим колодцем, стены которого будто сложены из отдельных каменных плит (см. рис. 2, д, е), не сомневаешься, что кроме человека, сделать подобное сооружение не мог никто. Однако объясняется этот феномен тем, что гора Воттоваара сложена преимущественно ятулийскими кварцитами и кварцито-песчаниками, дающими при ударе ровный скол [9], что было указано выше.

Как уже отмечалось выше, результаты радиоуглеродного анализа подтверждают, что трещины, разломы и амфитеатр образовались в результате мощного палеоземлетрясения, произошедшего около 9 тыс. лет назад. Его следы хорошо заметны и у подножия западной гряды,

протянувшейся практически строго с юга на север, в виде хаотического скопления обломков горных пород (см. рис. 2, г, д, рис. 6). Масштабность этих катастрофических последствий палеоземлетрясения, произошедшего в сейсмоустойчивом регионе, видна не только на самой гряде и в амфитеатре горы, но уже в непосредственной близости к Воттовааре, на вырубленных от леса участках.



Рис. 6. Следы палеоземлетрясения на горе Воттоваара [3]

Fig. 6. Traces of paleo-earthquake on Vottovaara Mountain [3]

Вероятной причиной катастрофического палеоземлетрясения стало указанное выше таяние скандинавского ледника в конце ледникового периода. Снижение веса ледника, уменьшение его нагрузки и давления на земную кору и привели к продолжающимся и в настоящее время поднятиям Балтийского кристаллического щита древней Русской платформы, что и вызвало это палеоземлетрясение.

Существует и другая гипотеза, отчасти связанная с древней мифологией о Всемирном Потопе, или катастрофическом наводнении вселенского масштаба. Так, согласно одной из версий, такое наводнение могло произойти из-за падения крупного метеорита в район Филиппинского моря [15]. Касательное воздействие метеорита привело к сдвигу твердой земной коры по поверхности жидкой мантии, не произошедшему мгновенно. Проходившая по земной коре ударная волна (волна сжатия) на территорию современной Карелии пришла почти точно с востока, образовав гряду (в составе которой находится и Воттоваара), пересекающую в настоящее время западную часть республики практически строго с юга на север. Эта гряда и зафиксировала эту ударную волну, протянувшись вдоль ее фронта. Побочным следствием воздействия такой мощной волны сжатия стало образование разломов и трещин, направленных перпендикулярно фронту волны. Именно таково направление трещин, рассекающих скальную гряду Воттоваары, включая и канал (колодец, желоб) [15].

Возможно, таким образом, Воттоваара может служить косвенным доказательством и свидетельством реальности Всемирного Потопа, как колоссального катастрофического наводнения глобального масштаба.

Существует так же версия, что несколько миллионов лет назад в районе горы Воттоваара произошло мощное извержение вулкана. В то время это было вполне типичное явление для территории теперешней Карелии, называемой страной древних вулканов. Земная кора раскалыва-

лась многочисленными трещинами, через которые изливалась магма, на поверхность выбрасывались гигантские камни, между которыми застывала лава, образуя причудливые формы [10]. Работу над обликом современного горного плато на протяжении последующих тысячелетий завершили процессы выветривания, воздействие древних оледенений, эрозия и текущие воды.

Заключение

Поскольку до настоящего времени глубоких научных, а главное – комплексных исследований района горы Воттоваара не проводилось (за исключением, пожалуй, [10]), причину его образования (результат воздействия палеосейсмических процессов, явлений ледниковой экзарации, катастрофического наводнения в результате удара метеорита, палеовулканизма) назвать сложно. Гипотез, версий и легенд вокруг горы Воттоваара великое множество, начиная от сугубо научных и заканчивая просто фантастическими. Сама же гора пока не спешит приоткрывать свои тайны и ждет своих исследователей.

Район горы Воттоваара обладает огромным туристско-рекреационным потенциалом и значительной аттрактивностью, но пока не включен в стандартные и наиболее распространенные туристские маршруты. В связи с этим актуальной является задача разработки различных вариантов соответствующих маршрутов, в том числе и с широким привлечением возможностей новых информационных (и, прежде всего, геоинформационных) технологий [16].

Важно, что с 3 августа 2011 г. комплекс горы Воттоваара с прилегающей к ней местностью площадью 1 622 га Постановлением Правительства Республики Карелия от 03.08.2011 № 192-П «О ландшафтном памятнике природы регионального значения «Воттоваара» получил статус ландшафтного памятника природы регионального значения. Главная задача его охрannого статуса – сохранения уникального и особо ценного в экологическом, научном, культурном, эстетическом и рекреационном отношениях природного комплекса [2].

Литература

1. Богатырева, Е. Мистическая гора Воттоваара / Е. Богатырева // Парнас. Литературный портал. – Режим доступа: <http://parnasse.ru/prose/essay/mystic/misticheskaja-gora-votovaara.html> (дата обращения: 18.06.2023).
2. Воттоваара // Сайт информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России». – Режим доступа: <http://www.oopt.aari.ru/oopt/Vottovaara> (дата обращения: 18.06.2023).
3. Гора Воттоваара 417 метров. – Режим доступа: <https://yandex.ru/profile/78234051275> (дата обращения: 18.06.2023).
4. Гора Воттоваара на сайте Николая Смыслова. – Режим доступа: <http://nsmyslov.narod.ru/KARELIA/vottovaara.html> (дата обращения: 18.06.2023).
5. Керт, Г.М. Саамская топонимная лексика / Керт Г.М. – Петрозаводск, 2009. – 178 с.
6. Никонов, А.А. О новейших разрывах и палеосейсмодислокациях в Онежской палеопротерозойской структуре Фенноскандинавского щита / А.А. Никонов, А.В. Полещук, Д.С. Зыков // Труды КарНЦ РАН, 2017. – № 11. – С. 3-18.
7. Никонов, А.А. Активные разломы: определение и проблемы выделения / А.А. Никонов // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 1995. – № 4. – С. 16-27.
8. Описание горы Воттоваара. Как добраться. Карта. – Режим доступа: <http://getpath.ru/articles/vottovaara/> (дата обращения: 18.06.2023).
9. Пазинич, В. Явление горы Воттоваара и его место в системе реальной гляциологии / В. Пазинич. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/327107527_Avlenie_gory_Vottovaara_i_ego_mesto_v_sisteme_realnoj_glaciologii?channel=doi&linkId=5b795f104585151fd12074a2&showFulltext=true. doi:10.13140/rg.2.2.35912.98568 (дата обращения: 18.06.2023). DOI 10.13140/RG.2.2.35912.98568.
10. Природный комплекс горы Воттоваара: особенности, современное состояние, сохранение. Монография. / Под ред. А. Н. Громцева. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – 158 с.

11. Саамское святилище на горе Воттоваара. – Режим доступа: <https://old.gov.karelia.ru/Karelia/1735/31.html> (дата обращения: 18.06.2023).
12. Саамско-русский словарь : 8000 слов / Под ред. Р.Д. Куруч. – Москва : Рус. яз., 1985. – 567 с.
13. Симонян, С.М. Мифы и реальность горы Вотто-Ваара / С.М. Симонян. – Режим доступа: <https://lah.ru/mify-i-realnost-gory-votto-vaara/?ysclid=lk5r35rc9r529357101> (дата обращения: 18.06.2023).
14. Симченко, Ю.Б. Культура охотников на оленей Северной Евразии / Ю.Б. Симченко. – Москва: Наука, 1975. – 309 с.
15. Скляр, А. Миф о потопе: расчеты и реальность / А. Скляр. – Режим доступа: http://lit.md/files/sklyarov/mif_o_Potop-raschyoty_i_realnost.pdf (дата обращения: 18.06.2023).
16. Тесленок, С.А. Использование новых информационных технологий при разработке туристских маршрутов / С.А. Тесленок, К.С. Тесленок // Туризм Казахстана: проблемы и перспективы: мат-лы V Международ. науч.-практ. конф. 9-11 окт., 2014 г., г. Алматы, Казахстан. – Алматы, 2014. – С. 103-109.
17. Чарнолуцкий, В.В. В краю летучего камня : Записки этнографа / В.В. Чарнолуцкий – Москва: Мысль, 1972. – 271 с.
18. Шахнович, М.М. Комплексы древних саам на территории Северной Карелии / М.М. Шахнович, И.С. Манюхин // Памятники древних культур лесной полосы Евразии. – Петрозаводск, 1993. – С. 82-86.
19. Шахнович, М.М. Культурный комплекс на горе Воттоваара (итоги работ в 1993 году) / М.М. Шахнович // Вестник Карельского краеведческого музея. – Вып. 2. – Петрозаводск, 1994. – С. 26-35.
20. Шварев, С.В. Воттоваара – Западно-Онежский линейный элемент: признаки и параметры сейсмической активности в голоцене / С.В. Шварев, А.А. Никонов, М.В. Родкин // Фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики. – Т. II. – Москва: ГЕОС, 2020. – С. 415-419.
21. Шварев, С.В. Структурная позиция и параметры палео-землетрясений в районе горы Воттоваара (Средняя Карелия, восточная часть Фенноскандинавского щита) / С.В. Шварев, М.В. Родкин // Вопросы инженерной сейсмологии, 2017. – Т. 44. – № 2. – С. 35-60.

References

1. Bogatyreva, E. Misticheskaja gora Vottovaara / E. Bogatyreva // Parnas. Literaturnyj portal. – Rezhim dostupa: <http://parnasse.ru/prose/essay/mystic/misticheskaja-gora-votovaara.html> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
2. Vottovaara // Sajt informacionno-analiticheskoy sistemy «Osobo ohranjaemye prirodnye territorii Rossii». – Rezhim dostupa: <http://www.oopt.aari.ru/oopt/Votovaara> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
3. Gora Vottovaara 417 metrov. – Rezhim dostupa: <https://yandex.ru/profile/78234051275> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
4. Gora Vottovaara na sajte Nikolaja Smyslova. – Rezhim dostupa: <http://nsmyslov.narod.ru/KARELIA/vottovaara.html> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
5. Kert, G.M. Saamskaja toponimnaja leksika / Kert G.M. – Petrozavodsk, 2009. – 178 s.
6. Nikonov, A.A. O novejsih razryvah i paleosejsmodislokacijah v Onezhskoj paleoproterozojskoj strukture Fennoskandinavskogo shhita / A.A. Nikonov, A.V. Poleshuk, D.S. Zykov // Trudy KarNC RAN, 2017. – № 11. – S. 3-18.
7. Nikonov, A.A. Aktivnye razlomy: opredelenie i problemy vy-delenija / A.A. Nikonov // Geojekologija. Inzhenernaja geologija. Hidrogeologija. Geokriologija, 1995. – № 4. – S. 16-27.
8. Opisanie gory Vottovaara. Kak dobrat'sja. Karta. – Rezhim dostupa: <http://getpath.ru/articles/vottovaara/> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
9. Paznich, V. Javlenie gory Vottovaara i ego mesto v sisteme real'noj glaciologii / V. Paznich. – Rezhim dostupa: https://www.researchgate.net/publication/327107527_Avlenie_gory_Vottovaara_i_ego_mesto_v_sisteme_realnoj_glaciologii?channel=doi&linkId=5b795f104585151fd12074a2&showFulltext=true. doi:10.13140/rg.2.2.35912.98568 (data obrashcheniia: 18.11.2022). DOI 10.13140/rg.2.2.35912.98568.
10. Prirodnyj kompleks gory Vottovaara: osobennosti, sovremennoe sostojanie, sohranenie. Monografija. / Pod red. A. N. Gromceva. – Petrozavodsk: KarNC RAN, 2009. – 158 s.

11. Saamskoe svjatilishhe na gore Vottovara. – Rezhim dostupa: <https://old.gov.karelia.ru/Karelia/1735/31.html> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
12. Saamsko-russkij slovar' : 8000 slov / Pod red. R.D. Kuruch. – Moskva : Rus. jaz., 1985. – 567 s.
13. Simonjan, S.M. Mify i real'nost' gory Votto-Vaara / S.M. Simonjan. – Rezhim dostupa: <https://lah.ru/mify-i-realnost-gory-votto-vaara/?ysclid=lk5r35rc9r529357101> (data obrashcheniia: 18.11.2022).
14. Simchenko, Ju.B. Kul'tura ohotnikov na olenej Severnoj Evrazii / Ju.B. Simchenko. – Moskva: Nauka, 1975. – 309 s.
15. Skljarov, A. Mifo potope: raschety i real'nost' / A. Skljarov. – Rezhim dostupa: http://lit.md/files/skljarov/mif_o_Potope-raschyoty_i_realnost.pdf (data obrashcheniia: 18.11.2022).
16. Teslenok, S.A. Ispol'zovanie novyh informacionnyh tehnologij pri razrabotke turistskih marshrutov / S.A. Teslenok, K.S. Teslenok // Turizm Kazahstana: problemy i perspektivy: mat-ly V Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. 9-11 okt., 2014 g., g. Almaty, Kazahstan. – Almaty, 2014. – S. 103-109.
17. Charnoluskij, V.V. V kraju letuchego kamnja : Zapiski jetnografa / V.V. Charnoluskij. – Moskva: Mysl', 1972. – 271 s.
18. Shahnovich, M.M. Kompleksy drevnih saam na territorii Severnoj Karelii / M.M. Shahnovich, I.S. Manjuhin // Pamjatniki drevnih kul'tur lesnoj polosity Evrazii. – Petrozavodsk, 1993. – S. 82-86.
19. Shahnovich, M.M. Kul'tovoj kompleks na gore Vottovaara (itogi rabot v 1993 godu) / M.M. Shahnovich // Vestnik Karel'skogo kraevedcheskogo muzeja. – Vyp. 2. – Petrozavodsk, 1994. – S. 26-35.
20. Shvarev, S.V. Vottovaara – Zapadno-Onezhskij lineament: priznaki i parametry sejsmicheskoy aktivnosti v golocene / S.V. Shvarev, A.A. Nikonov, M.V. Rodkin // Fundamental'nye problemy tektoniki i geodinamiki. – T. II. – Moskva: GEOS, 2020. – S. 415-419.
21. Shvarev, S.V. Strukturnaja pozicija i parametry paleo-zemletrjasenij v rajone gory Vottovaara (Srednjaja Karelija, vostochnaja chast' Fennoskandinavskogo shhita) / S.V. Shvarev, M.V. Rodkin // Voprosy inzhenernoj sejsmologii, 2017. – T. 44. – № 2. – S. 35-60.

Сведения об авторах

ТЕСЛЕНОК Сергей Адамович – к.г.н., доцент Высшей экологической школы Югорского государственного университета, доцент Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва, e-mail: teslenok-sa@mail.ru

TESLENOK Sergei Adamovich – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Higher School of Ecology, Yugra State University, Associate Professor Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia, e-mail: teslenok-sa@mail.ru

САУШКИНА Мария Владимировна – студентка естественно-технологического факультета, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева», e-mail: saushkina.masha@yandex.ru

SAUSHKINA Maria Vladimirovna – student, Natural-technological Faculty, M. E. Evseviev Mordovian State Pedagogical University, e-mail: saushkina.masha@yandex.ru

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 911.3

DOI 10.25587/SVFU.2023.31.3.008

Г. А. Гнатюк, Ж. Ф. Дегтева, В. Ю. Кузин

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

e-mail: g.gnatyuk@mail.ru

e-mail: degteva.z@bk.ru

e-mail: vadim-13.06@yandex.ru

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЯКУТСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Аннотация. В 20 в. процессы развития урбанизации привели к переходу от локальных городских форм к площадным образованиям – агломерациям. Именно они стали движущими силами социально-экономического развития. Справедливо это и для России – ведь на протяжении всей истории города выступали центрами её пространственной организации. Переход к рыночной системе актуализировал проблемы исследования агломераций в России – они выступают основой формирования региональной и национальной конкурентоспособности. При этом целый ряд агломераций исследовался фрагментарно или почти не исследовался. К таковым относится и город Якутск, образующий крупнейшую на северо-востоке страны агломерацию. Изучение агломерационного развития Якутска актуально по ряду причин: он, выступая центром крупнейшего региона, в своём развитии неразрывно связан с ним, формируя при этом и возможности, и проблемы и в то же время сам он находится в сложных природно-климатических условиях на территории сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Исследованию истории формирования агломерации, её специфике, сущностным особенностям посвящена данная статья. Предварительно были рассмотрены основные теоретико-методологические основы формирования и функционирования городской агломерации как специфической пространственной структуры, включая основные факторы роста и развития агломерации. В статье отмечено, что целый ряд вопросов, применительно к Якутской агломерации, ещё не изучен, несмотря на их выраженную актуальность: структурирование агломерации, выделение различных функциональных зон; процессы формирования и развития самой городской структуры; положительные и отрицательные стороны развития городской агломерации; вопрос выделения границ и подбора методов для данной операции.

Ключевые слова: город, урбанизация, городская агломерация, Якутск, связи, агломерирование, городской округ, муниципальное образование, городская черта, проблемы.

G. A. Gnatyuk, Z. F. Degteva, V. Y. Kuzin

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

e-mail: g.gnatyuk@mail.ru

e-mail: degteva.z@bk.ru

e-mail: vadim-13.06@yandex.ru

MORE ON FORMATION OF THE YAKUTSK URBAN AGGLOMERATION

Abstract. The 20th century urbanization development processes led to the transition from local urban forms to area formations or agglomerations. They became the prime engine of social and economic development. This is

also true for Russia: throughout its history, cities have been the centres of its spatial organization. The transition to market economy has actualized the problems of agglomerations research in Russia: they are the basis for the formation of regional and national competitiveness. At this time, a number of agglomerations has been studied in bits and pieces or scarcely researched. One of such agglomerations is the city of Yakutsk, forming the largest agglomeration in the north-east of the country. The study of agglomeration development of Yakutsk is relevant for a number of reasons: as the center of the largest region, it is inextricably linked with it in its development, forming both opportunities and problems, and at the same time it is located in difficult natural and climatic conditions on the territory of perennially frozen rocks. This article is dedicated to history of the agglomeration formation, its specific and essential features. The theoretical and methodological background of the urban agglomeration formation and functioning as a specific spatial structure including the main factors of growth and development of agglomeration firstly were considered. The article noted that a range of issues about the Yakutsk agglomeration have not yet been studied despite their expressed relevance: the agglomeration structuring, allocation of different functional zones; processes of formation and development of the city structure; positive and negative sides of the urban agglomeration development; the issue of boundary delineation and selection of methods for this operation.

Keywords: city, urbanization, urban agglomeration, Yakutsk, links, agglomerating, urban district, municipal entity, urban area, problems.

Введение

В течение всей истории для России остро стоял вопрос организации пространства, необходимости его коммуникационной связности. Потому особое значение приобретали города, всемерно обеспечивавшие пространственное развитие.

Это справедливо и для новейшего времени. Однако в этот период города в своём развитии начали формировать специфические пространственные формы – агломерации, которые «перерастали» свои ядра, формируя многокомпонентные связи с окружением, подчас за сотни километров от городского центра.

В этой связи изучение городов логически трансформировалось в изучение городских агломераций. С проведением в постсоветской России новой территориальной политики, предполагающей формирование конкурентоспособных регионов, как на внутреннем, так и на внешнем рынках, интерес к проблемам городской агломерации приобретает приоритетное значение [1].

Но при этом, несмотря на всю важность этого, ряд агломераций, в первую очередь на востоке страны исследовался слабо. К числу таких относится и столица Республики Саха (Якутия) – г. Якутск.

Необходимо понимать, что агломерации не возникают автоматически. Они являются закономерным результатом эволюции территориальной организации населения. Агломерации формируются выборочно там, где складываются благоприятные условия. Город Якутск в силу своего выгодного экономико-географического положения в период вхождения территории Якутии в состав России из категории военной крепости стал опорным пунктом «собирания земель» и «ареалом связей», прежде всего торговых, что было особенно важно в условиях огромных расстояний.

Агломерационное развитие Якутска интересно по нескольким причинам: Якутск является столицей крупнейшего региона и его развитие неразрывно связано с развитием республики; находится в сложных природно-климатических условиях и на территории сплошного распространения многолетнемерзлых пород. При этом, как уже отмечалось, Якутская агломерация в полной мере не исследована специалистами, что делает её изучение актуальной задачей.

Однако для её решения необходимо кратко охарактеризовать теоретические и методологические основы агломераций как специфической категории.

Теоретико-методологические основы формирования и функционирования городской агломерации

Само слово «агломерация» образовано от греч. «присоединять, объединять, накапливать».

Городская агломерация представляет собой территориально близко и компактно расположенные городские и сельские поселения, формирующие из локально дислоцированных звеньев единую транспортную, социальную, технико-экономическую инфраструктуру, ежедневно обеспечивающую движение потоков пассажиров по всей территории. Она структурно состоит из города-ядра и промежуточных поселений-спутников, тесно сросшихся с ядром сплошным городским образованием, а также периферии, представленной удалёнными поселениями, остающимися в зоне оперативной транспортной доступности по отношению к её центру [2].

Город «выходит» за свои границы, «перерастает» их, размещаясь за ними на территориях соседних административных образований и включая их в городскую жизнь. Так, агломерации образуются за счёт «разрастания» города. Другой способ образования – когда близ города расположенные пункты тяготеют к нему за счёт различных связей и в конечном итоге город их «поглощает». В любом случае основной город превращает тяготеющие к нему пункты в составные части агломерации как целостности, объединяя их единым ритмом трудовых маятниковых миграций, общим использованием инфраструктуры и транспортной системы.

Агломерации формируются двумя путями: «от района» и «от города». При первом в процессе развития соседних городов один из них централизует главные функции, становясь агломерационным ядром. При втором город становится ядром агломерации, передавая часть своих функций соседним пунктам, «пристёгивая» их к себе в качестве особых функциональных «помощников» [3].

Агломерации не возникают случайным образом, их развитию способствует ряд основных факторов:

- территориальный – рост города-ядра, расширение его границ с включением соседних территорий;
- правовой – наличие правовой базы для функционирования агломерации;
- инфраструктурный – наличие функционирующих объектов разных видов инфраструктуры;
- транспортный – способствующий росту коммуникационной «проницаемости» пространства.

История развития города Якутска как ядра агломерации

Для анализа специфики Якутской агломерации обратимся к истории её ядра – города Якутска, обратив главное внимание на XX-XXI вв., являющиеся отправной точной процесса агломерирования.

Якутск (первоначальное название Ленский острог, позже Якуцк, с 1643 г. – Якутск) был основан в 1632 г. на правом берегу реки Лена, а в 1642-43 гг. – перенесён на современное место на левом берегу. Со следующего года – имеет статус города. Его историческое развитие было во многом типичным для сибирских и дальневосточных городов – от острога, выполняющего военно-административные функции к торгово-ремесленному, а позже и промышленно-культурному центру различных административно-территориальных образований.

Однако, имела и собственная специфика – будучи единственным городским поселением на обширной территории Якутск стал «транслятором» городского образа жизни на весь обширный регион вплоть до синонимичности своего наименования с городом [4].

В 1822 г. получил статус областного города, а в 1851 г. – стал центром Якутской самостоятельной области на правах губернии.

К началу XX в. для Якутска были характерны общие тренды трансформации и развития городов Сибири, вызванные индустриальным развитием в капиталистических условиях. Рост населения и возникновение новых функциональных зон привели к изменению планировочной структуры города – от компактно-регулярной к расчленённой линейно-осевой [5].

С началом советского периода истории функционально-пространственная структура города начинает усложняться. Происходит интенсивное развитие двух специализированных зон – транспортной и промышленной. На их расположение оказали существенное влияние как уже

сложившаяся городская структура, так и особенности рельефа и гидрологической сети, обуславливающие расположение как вновь возводимых объектов (аэродром, пристань, склады, электростанция, склады и т.д.) и зон в целом. Подобное усложнение в совокупности с притоком новых жителей закономерно вызвало необходимость планирования застройки города, для чего в 1939 г. была утверждена Генеральная схема планировки города Якутск. При этом до конца 1950-х гг. сохранялся исторический импульс территориального роста города на север, запад, юго-запад. С «выходом» центральных улиц на берег Лены планировочная структура вновь изменилась, приобретая радиально-лучевой тип [5].

В 1960х – первой половине 1980х гг. усиливается интенсификация использования городского пространства. Якутск стал расти ввысь (начинается массовое строительство многоэтажных домов), уплотняется застройка, начинается реконструкция центральной части, формируются ведомственные жилые зоны. Вследствие этого начинают формироваться общественные центры микрорайонов. Продолжается индустриальное развитие, в результате чего формируются новые промышленная (в южной части города вокруг Домостроительного комбината) и коммунально-складская зоны (вдоль Вилюйского тракта). Формируется и городской рекреационный пояс. Строительство объездной дороги и радиальных улиц приводят к трансформации планировочной структуры от радиально-лучевой к радиально-полукольцевой [5].

Однако городское развитие впервые столкнулось с выраженной «болезнью роста» – потенциально-возможные земли уже были освоены, а дальнейший рост был ограничен барьерами промышленно-складских зон, реки, шумовой зоны аэропорта. Выходом стало строительство на намывных грунтах пойменной территории – Зелёного луга (с 1985 г.) [5].

В конце 1980х -1990х гг. Якутск, вслед за страной, испытывает острый социально-экономический кризис. Его следствием стало нарастание хаотизации застройки, отсутствие комплексных планов застройки (единственным подобным была застройка 202 квартала), резкое сокращение объёмов как строительства, так и реконструкции [5], отход от ведомственного подхода к содержанию жилья и инфраструктуры с их передачей на баланс города (испытывавшего хроническое недофинансирование).

Постсоветские тенденции в развитии Якутска стали проявляться на рубеже XX-XXI вв. Начавшееся оживление социально-экономического развития привело к нарастанию компактности в застройке, постепенному упорядочению использования земель разных функциональных зон, транспортного каркаса, усилению экологизации и реконструкции центральной части [5].

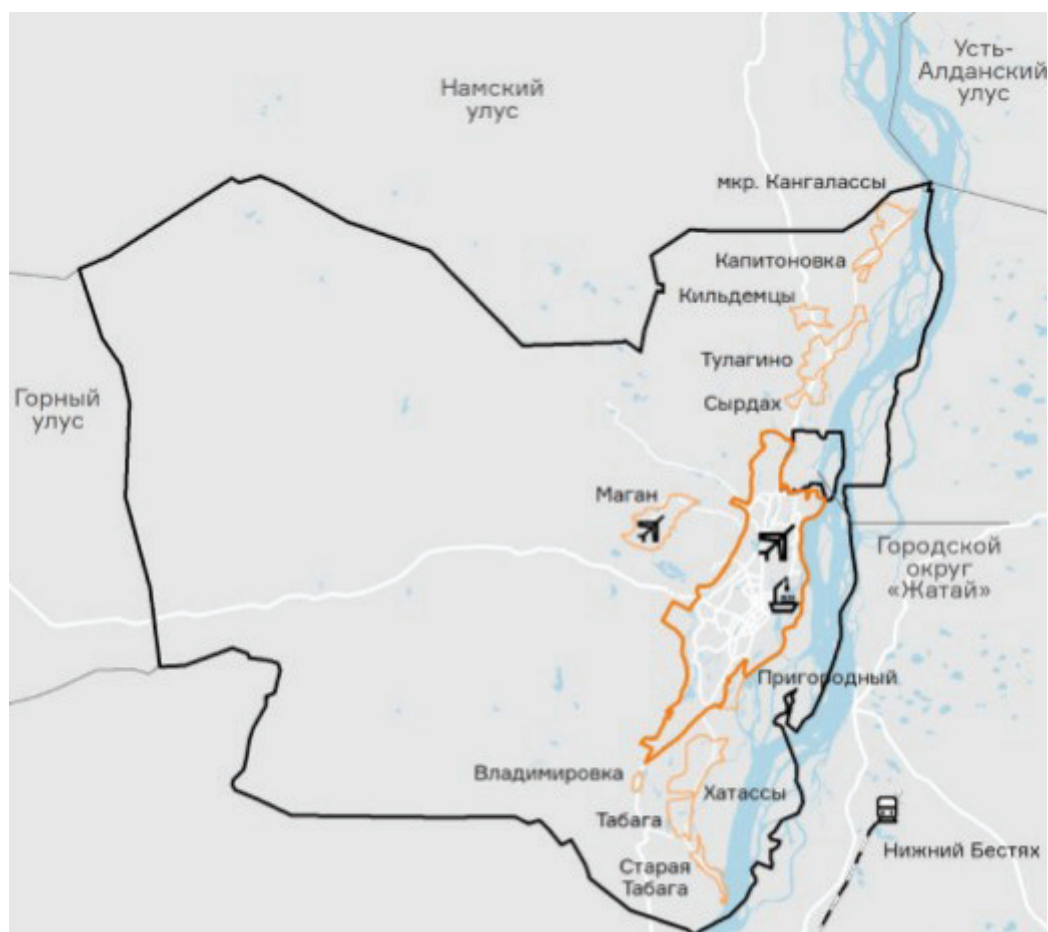
Произошли следующие административно-территориальные преобразования: из учётных данных административно-территориального деления исключены – Выделенный, административно подчинённый п. Марха; Остров, административно подчинённый п. Жатай; Николаевка, Третий участок Тулагино-Кильдямского наслега (сельского округа) (1998 г.), посёлки Табага и Маган были преобразованы в сёла (2004 г.); в городскую черту Якутска включены Маган и Кангалассы (2004 г.) [6].

Градообразующими (ведущими) отраслями являются машиностроение и металлообработка (Якутский ремонтно-механический завод), стройиндустрия и деревообработка (ОАО «ЯКСМиК», Якутский домостроительный комбинат).

Градообслуживающими (вспомогательными) отраслями выступают транспорт (ОАО «Ленское объединённое речное пароходство», АО «Аэропорт Якутск», ООО «Якутский речной порт»), электроэнергетика (ПАО «Якутскэнерго» – ГРЭС-1 и -2, ТЭЦ), жилищно-коммунальное хозяйство, пищевая промышленность (АО «Якутия», АО «Якутский хлебокомбинат», ООО «Гормолзавод») [7].

Специфика Якутской агломерации

Формирование Якутской городской агломерации начиналось на базе «исторической» столицы, чей возраст превышает сотни лет – изначально военный центр-острог (1632 г.), центр Якутской области (1822-1851 гг.), столица Республики Саха (Якутия) (с 1991 г.). Статус города,



Условные обозначения:

Территория:

— городской округ
«город Якутск»

— города Якутск

— сел в составе городского
округа «город Якутск»

Железные дороги:

— пассажирские

— станция

Аэропорты:

— Якутск (международный)

— Маган

— Якутский речной порт

Рис. Городской округ «город Якутск» [9]

Fig. Urban district “The City of Yakutsk” [9]

как уже отмечалось, Якутск получил в 1644 г. и первоначально занимал небольшую по размерам, компактную территорию. Выгодное экономико-географическое положение на долгие годы предопределило значение Якутска как крупного административного, экономического, а впоследствии и культурного центра.

Территории старых пригородов превратились в деловые кварталы, образовали внешнюю зону города, объединённую многоэтажной массовой застройкой. Появились функционально связанное пространство, ряд функций центра города переместились на другие территории, что ускорило их рост, прежде всего за счёт маятниковой миграции, образования единого рынка труда и общей инфраструктуры.

Город вышел за свои границы, «перерос» их, разместился за ними на территориях соседних административных образований, городских и сельских поселений, включив их в свою городскую жизнь.

По общепринятой классификации городских поселений, предложенную В.Т. Давидовичем входит в число крупных городов (людность 250-500 тыс. чел.) [8] и является центром комплексного многофункционального развития – это промышленный, транспортно-распределительный, административный, культурный и организационно-управленческий центр.

Как уже отмечалось, агломерации не возникают автоматически, они являются закономерным результатом эволюции территориальной организации населения. Они формируются там, где складываются благоприятные условия. Такими условиями, кроме благоприятного экономико-географического положения для Якутска явились административно-территориальные преобразования: в 1922 г. – образование Якутского городского совета (г.Якутск и подчинённые близлежащие территории); в рамках реформы местного самоуправления в 2004 г. создано муниципальное образование городской округ «город Якутск» с подчинёнными ему населёнными пунктами. Площадь этих образований при этом не менялась и составляет 3,6 тыс. км² (рис.).

Это способствовало расширению территориальных границ самого города, как ядра агломерации, также вовлечению близко расположенных населённых пунктов в свою орбиту, представляя их жителям рабочие места и способы занятости, прежде всего, несельскохозяйственными функциями, способствуя образованию маятниковых трудовых миграций (на работу и обратно) и общему использованию и дальнейшему развитию инженерной инфраструктуры, транспортной сети, культурных и производственных отношений. Так, на основании постановлений Государственного Собрания (Ил Тумэн) Республика Саха (Якутия) 2004 г. поселения Марха и Кангалассы включены в городскую черту Якутска.

Заключение

Якутская городская агломерация, являясь типичной моноцентрической, остаётся относительно слабо исследованным пространственным образованием, что неизбежно ставит и актуализирует на перспективу следующие вопросы её изучения:

- структурирование агломерации, включая выделение и функционирование различных функциональных зон;
- процессы формирования и развития самой городской структуры;
- положительные и отрицательные стороны развития городской агломерации – при том, что оно является неизбежным урбанистическим процессом;
- вопрос выделения границ и подбор методов для данной операции.

Процесс урбанизации на территории Якутии в ближайшем будущем усилится исходя из стратегических планов её социально-экономического развития, а также принципа повышения конкурентоспособности национальной экономики и роста благосостояния населения. Это будет актуализировать дальнейшее изучение урбанизационного ядра региона – Якутской городской агломерации.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р. «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». <http://static.government.ru/media/files/UVAIqUtT08o60RktoOXI22JjAe7irNxc.pdf> (дата обращения: 2.09.2023).
2. Богорад, Е.Д. О некоторых подходах к прогнозированию развития городов в районной планировке // Вопросы географии. Сб. 113: Географические науки и районная планировка / отв. ред. Т.В. Звонкова, Е.Е. Лайзерович. – М.: Мысль, 1980. – С. 145–152.
3. Лаппо, Г.М. География городов. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. – 480 с.
4. Винокурова, Д.М. Особенности территориальной и социальной мобильности на севере: сравнение городских форм расселения (на примере городов Республики Саха (Якутия)) / Д.М. Винокурова // Региональные проблемы. – 2015. – Том 18, № 3. – С. 45–51.
5. Алексеева, И.Д. Архитектурно-планировочная эволюция города Якутска (XVII–XX вв.) // автореф. ...к.архитект.: 18.00.01 – Новосибирск, 2006. – 28 с.
6. Изменения в административно-территориальном устройстве и административно-территориальном делении Республики Саха (Якутия) за период с 1 июля 1986 года. <https://www.sakha.gov.ru/izmeneniya-v-administrativno-territorialnom-ustrojstve> (дата обращения: 2.09.2023).
7. Территориальная организация городского населения Якутии: учебное пособие / Г.А. Гнатюк, А.Н. Саввинова. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2020. – 156 с.
8. Давидович, В.Г. Расселение в промышленных узлах. – М.: Госстройиздат, 1960. – 149 с.
9. Мастер-план г. Якутска Республики Саха (Якутия). <https://masterplan-yakutsk.ru/>

References

1. Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 13 fevralja 2019 g. № 207-r. «Ob utverzhdenii Strategii prostranstvennogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda». <http://static.government.ru/media/files/UVAIqUtT08o60RktoOXI22JjAe7irNxc.pdf> (data obrashhenija: 2.09.2023).
2. Bogorad E.D. O nekotoryh podhodah k prognozirovaniu razvitija gorodov v rajonnoj planirovke // Voprosy geografii. Sb. 113: Geograficheskie nauki i rajonnaja planirovka / otv. red. T.V. Zvonkova, E.E. Lajzerovich. – M.: Mysl', 1980. – S. 145–152.
3. Lappo G.M. Geografija gorodov. – M.: Gumanit. izd. centr VLADOS, 1997. – 480 s.
4. Vinokurova D.M. Osobennosti territorial'noj i social'noj mobil'nosti na severe: sravnenie gorodskih form rasselenija (na primere gorodov Respubliki Saha (Jakutija)) / D.M. Vinokurova // Regional'nye problemy. – 2015. – Tom 18, № 3. – S. 45–51.
5. Alekseeva I.D. Arhitekturno-planirovochnaja jevoljucija goroda Jakutska (HVII–HH vv.) // avtoref. ...k.arhitekt.: 18.00.01 – Novosibirsk, 2006. – 28 s.
6. Izmeneniya v administrativno-territorial'nom ustrojstve i administrativno-territorial'nom delenii Respubliki Saha (Jakutija) za period s 1 ijulja 1986 goda. <https://www.sakha.gov.ru/izmeneniya-v-administrativno-territorialnom-ustrojstve>
7. Territorial'naja organizacija gorodskogo naselenija Jakutii: uchebnoe posobie / G.A. Gnatjuk, A.N. Savvinova. – Jakutsk: Izdatel'skij dom SVFU, 2020. – 156 s.
8. Davidovich V.G. Rasselenie v promyshlennyh uzlah. – M.: Gosstrojizdat, 1960. – 149 s.
9. Master-plan g. Jakutska Respubliki Saha (Jakutija). <https://masterplan-yakutsk.ru/> (data obrashhenija: 2.09.2023).

Сведения об авторах

ГНАТЮК Галина Анисимовна – к.г.н., профессор Эколого- географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail: g.gnatyuk@mail.ru

GNATYUK Galina Anisimovna – Candidate of Geographical Sciences, Professor, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: g.gnatyuk@mail.ru

ДЕГТЕВА Жанна Федоровна – к.г.н., доцент Эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail: degteva.z@bk.ru

DEGTEVA Zhanna Fedorovna – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: degteva.z@bk.ru

КУЗИН Вадим Юрьевич – к.г.н., доцент Эколого-географического отделения Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail: vadim-13.06@yandex.ru

KUZIN Vadim Yurievich – Candidate of Geography Science, Associate Professor, Department of Ecology and Geography, Institute of Natural Sciences, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: vadim-13.06@yandex.ru

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

№ 3(31) 2023

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

Подписано в печать 21.09.2023. Формат 70х108/16.
Дата выхода в свет 21.09.23.