



# ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРКТИКИ И СУБАРКТИКИ

## ARCTIC AND SUBARCTIC NATURAL RESOURCES

ISSN 2618-9712 (print)  
ISSN 2686-9683 (online)

Том/vol. 29

2024

№1

resar.elpub.ru

# ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРКТИКИ И СУБАРКТИКИ

(до 2018 г. «Наука и образование»)

Научный журнал

2024, Том 29, № 1

Основан в 1996 г.  
Выходит 4 раза в год

## Учредители

Академия наук Республики Саха (Якутия),  
ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН»,  
Северо-Восточный федеральный  
университет им. М.К. Аммосова,  
Министерство образования и науки  
Республики Саха (Якутия)

В журнале публикуются научные статьи по геологии,  
мерзлотоведению, экологии, биологическим ресурсам  
и материаловедению арктических и субарктических  
регионов

*Главный редактор*

**Л.Н. Владимиров**

Член-корреспондент РАН

*Заместители главного редактора:*

**В. Ю. Фридовский**, член-корр. РАН

**Н.С. Данилова**, д-р биол. наук

*Ответственный секретарь*

**З.А. Корнилова**

*Адрес редакции:*

677007, г. Якутск, пр. Ленина, 33, Россия  
nras2018@mail.ru

<https://resar.elpub.ru>

Регистрационный номер ПИ № ТУ14-00503  
от 15.02.2018 г. выдан Управлением Роскомнадзора  
по Республике Саха (Якутия) Федеральной службы  
по надзору в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций

Входит в Перечень ВАК Минобрнауки РФ (22.12.2020)  
Включен в базу данных Russian Science Citation Index (RSCI)

© Академия наук РС(Я), 2024  
© ФИЦ «Якутский научный центр», 2024  
© Северо-Восточный федеральный университет  
им. М.К. Аммосова, 2024  
© Министерство образования и науки РС(Я), 2024

ISSN 2618-9712 (print)  
ISSN 2686-9683 (online)

# ARCTIC AND SUBARCTIC NATURAL RESOURCES

(until 2018 “Nauka i Obrazovanie”)

Scientific journal

2024, Vol. 29, No. 1

Founded in 1996  
4 issues per year

## Founders

Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia),  
Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre  
of the Siberian Branch of the Russian Academy  
of Sciences”, M.K. Ammosov North-Eastern Federal  
University, Ministry of Education and Science  
of the Republic of Sakha (Yakutia)

The journal publishes articles on Geology,  
Permafrost Science, Ecology, Biological Resources  
and Materials Science of the Arctic and Subarctic regions

*Editor-in-Chief*

**L.N. Vladimirov**

Corresponding Member, RAS

*Deputy Editors-in-Chief:*

**V.Yu. Fridovsky**

Corresponding Member, RAS

**N.S. Danilova**

Dr. Sci. (Biol.)

*Executive Editor*

**Z.A. Kornilova**

*Editorial Office Address:*

33 Lenina pr., Yakutsk, 677007 Russia  
nras2018@mail.ru

<https://resar.elpub.ru>

The certificate of registration of PI No. TU14-00503  
of February 15, 2018, issued by the Department  
of Federal Service for Supervision in the Sphere  
of Communication, Information Technologies  
and Mass Communications in the Republic of Sakha (Yakutia)

Enlisted in the Catalogue of Leading Scientific Journals  
of the Higher Attestation Commission, RF (22.12.2020)  
Included in the Russian Science Citation Index database (RSCI)

© Academy of Sciences of RS (Ya), 2024  
© Federal Research Centre “The Yakut  
Scientific Centre of SB RAS”, 2024  
© M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, 2024  
© Ministry of Education and Science of RS (Ya), 2024

**Редакционный совет:**

Владимиров Л.Н., *чл.-корр. РАН; Крымский Г.Ф., академ. РАН, ИКФИА СО РАН; Лебедев М.П., чл.-корр. РАН, ФИЦ «ЯНЦ СО РАН»;*  
Николаев А.Н., *д.б.н., СВФУ им. М.К. Аммосова; Присяжный М.Ю., д.г.н., Минобрнауки РС(Я)*

**Редакционная коллегия:**

Науки о Земле

Горячев Н.А., *академ. РАН, СВКНИИ ДВО РАН, Магадан, Россия*  
Григорьев М.Н., *д.г.н., ИМЗ СО РАН, Якутск, Россия*  
Железняк М.Н., *чл.-корр. РАН, ИМЗ СО РАН, Якутск, Россия*  
Колодезников И.И., *д.г.-м.н., проф., АН РС(Я), Якутск, Россия*  
Кутыгин Р.В., *к.г.-м.н., ИГАБМ СО РАН, Якутск, Россия*  
Матвеев А.И., *д.т.н., ИГДС СО РАН, Якутск, Россия*  
Похиленко Н.П., *академ. РАН, ИГМ СО РАН, Новосибирск, Россия*  
Романовский В.Е., *д-р, проф., Геофиз. ин-т Ун-та шт. Аляска, Фэрбанкс, США*  
Толстов А.В., *д.г.-м.н., ИГАБМ СО РАН, Якутск, Россия*  
Фридовский В.Ю., *чл.-корр. РАН, ИГАБМ СО РАН, Якутск, Россия*  
Шепелев В.В., *д.г.-м.н., проф., ИМЗ СО РАН, Якутск, Россия*  
Хуббертен Х.-В., *д-р, проф., Потсдамский ф-л Ин-та полярных и морских исслед. им. А. Вегенера, Потсдам, Германия*  
Яковлев В.Л., *чл.-корр. РАН, ИГД УрО РАН, Екатеринбург, Россия*

Биологические науки

Арчибалд Дж., *д-р, Межд. фонд охраны журавлей, Барабу, США*  
Будажаров Л.-З.В., *чл.-корр. РАН, АН РС(Я), Якутск, Россия*  
Данилова Н.С., *д.б.н., проф., ИБПК СО РАН, Якутск, Россия*  
Исаев А.П., *д.б.н., ИБПК СО РАН, Якутск, Россия*  
Кершенгольц Б.М., *д.б.н., проф., ИБПК СО РАН, Якутск, Россия*  
Хияма Т., *д-р, проф., Ун-т г. Нагоя, Нагоя, Япония*  
Убугунов Л.Л., *д.б.н., ИОЭБ СО РАН, Улан-Удэ, Россия*  
Хатано Р., *д-р, проф., Ун-т Хоккайдо, Саппоро, Япония*  
Шадрина Е.Г., *д.б.н., проф., ИБПК СО РАН, Якутск, Россия*

Материаловедение и химические технологии

Аннин Б.Д., *академ. РАН, ИГиЛ СО РАН, Новосибирск, Россия*  
Дэ-Ён Чонг, *д-р, проф., Ун-т Инха, Инчхон, Республика Корея*  
Качанов М.Л., *д-р, проф., Ун-т Тафтса, Медфорд, США*  
Лепов В.В., *д.т.н., ИФТПС СО РАН, Якутск, Россия*  
Охлопкова А.А., *д.т.н., проф., СВФУ, Якутск, Россия*  
Салахов М.Х., *д.ф.-м.н., проф., К(П)ФУ, Казань, Россия*

**Editorial Council:**

L.N. Vladimirov, *Corresponding Member, RAS; G.F. Krymsky, Academician, RAS, Yu. G. Shafer Inst. of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS; M.P. Lebedev, Corresponding Member, RAS, Federal Research Centre "The Yakut Scientific Centre SB RAS"; A.N. Nikolaev, Dr. Sci. (Biol.), M.K. Ammosov NEFU; M.Yu. Prisyazhny, Dr. Sci. (Geogr.), Ministry of Education and Science of RS (Ya)*

**Editorial Board:**

Earth Sciences

N.A. Goryachev, *Academician, RAS, Shilo North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute FEB RAS, Magadan, Russia*  
M.N. Grigoriev, *Dr. Sci. (Geogr.), Melnikov Permafrost Inst. SB RAS, Yakutsk, Russia*  
M.N. Zhelezniak, *Corresponding Member, RAS, Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, Russia*  
I.I. Kolodeznikov, *Dr. Sci. (Geol. and Mineral.), Prof., AS RS(Ya), Yakutsk, Russia*  
R.V. Kutygin, *Cand. Sci. (Geol. and Mineral.), Diamond and Precious Metal Geology Inst. SB RAS, Yakutsk, Russia*  
A.I. Matveev, *Dr. Sci. (Eng.), Chersky Inst. of Mining of the North SB RAS, Yakutsk, Russia*  
N.P. Pokhilenko, *Academician, RAS, V.S. Sobolev Inst. of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia*  
V.E. Romanovsky, *Dr., Prof., Geophysical Inst., Univ. of Alaska, Fairbanks, USA*  
A.V. Tolstov, *Dr. Sci. (Geol. and Mineral.), Diamond and Precious Metal Geology Inst. SB RAS, Yakutsk, Russia*  
V.Yu. Fridovsky, *Corresponding Member, RAS, Prof., Diamond and Precious Metal Geology Inst. SB RAS, Yakutsk, Russia*  
V.V. Shepelev, *Dr. Sci. (Geol. and Mineral.), Prof., Melnikov Permafrost Inst. SB RAS, Yakutsk, Russia*  
H.-V. Hubberten, *Dr., Prof., Alfred Wegener Inst. for Polar and Marine Research, Potsdam Research Unit, Potsdam, Germany*  
V.L. Yakovlev, *Corresponding Member, RAS, Inst. of Mining UB RAS, Yekaterinburg, Russia*

Biological Sciences

George Archibald, *Dr., International Crane Foundation, Baraboo, USA*  
L.-Z.V. Budazhapov, *Corresponding Member, RAS, AS RS(Ya), Yakutsk, Russia*  
N.S. Danilova, *Dr. Sci. (Biol.), Prof., Inst. for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia*  
B.M. Kershengolts, *Dr. Sci. (Biol.), Prof., Inst. for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia*  
Tetsuya Hiyama, *Dr., Prof., Nagoya Univ., Nagoya, Japan*  
A.P. Isaev, *Dr. Sci. (Biol.), Inst. for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia*  
L.L. Ubugunov, *Dr. Sci. (Biol.), Inst. of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia*  
Ryusuke Hatano, *Dr., Prof., Hokkaido Univ., Sapporo, Japan*  
E.G. Shadrina, *Dr. Sci. (Biol.), Prof., Inst. for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia*

Materials Science and Chemical Technologies

B.D. Annin, *Academician, RAS, Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB RAS, Novosibirsk, Russia*  
Dae-Yong Jeong, *Dr., Inha University, Incheon, Republic of Korea*  
M.L. Kachanov, *Dr., Prof., Tufts University, Medford, USA*  
V.V. Lepov, *Dr. Sci. (Eng.), Larionov Inst. of Physical and Technical Problems of the North SB RAS, Yakutsk, Russia*  
A.A. Okhlopko, *Dr. Sci. (Eng.), Prof., M.K. Ammosov NEFU, Yakutsk, Russia*  
M.H. Salakhov, *Dr. Sci. (Phys. and Math.), Prof., Kazan Federal Univ. Kazan, Russia*

## СОДЕРЖАНИЕ

### Науки о Земле

#### *Геология и полезные ископаемые*

<i>Суставов О.А.</i> Метаморфизм (низы зеленосланцевой фации) терригенных пород северной части Куларского золотоносного района, Якутия: соотношения минералов с кливажем.....	7
<i>Поспеева Е.В., Толстов А.В.</i> Новые перспективы Алаakit-Мархинского кимберлитового поля на проявление кимберлитового магматизма .....	20
<i>Гриненко В.С., Ощепкова М.Г., Дзюба О.С., Шурыгин Б.Н.</i> Возраст кимберлитовой трубки Обнаженная (северо-восток Сибирской платформы).....	38
<i>Кутыгин Р.В., Килясов А.Н.</i> Моделирование онтогенетических изменений поперечного сечения раковин древнейших (позднепермских) представителей рода <i>Otoceras</i> (Ammonoidea).....	48

#### *Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение*

<i>Васильев М.С., Петрова А.Н.</i> Температурный режим холодного периода в Арктической зоне Якутии за 1960–2022 гг .....	60
<i>Невзоров А.Л., Саенко Ю.В., Ширанов А.М., Чуркин С.В.</i> Воздействие циклического промерзания-оттаивания на водопроницаемость смесей песка с высокодисперсной глиной.....	69
<i>Гагарин Л.А., Башиев Н.Е., Мельников А.Е., Николаева Е.С.</i> Применение радиолокационных космоснимков Sentinel-1 при картировании наледей Чульманского плато и оценка закономерностей их распространения .....	80

### Биологические науки

#### *Экология*

<i>Амирханов А.М., Жуков М.А., Охлопков И.М., Поспелов И.Н., Романенков Р.Л., Устинова Т.В.</i> Совершенствование текущей конфигурации Арктической зоны Российской Федерации с учетом международного экологического сотрудничества в рамках Арктического Совета.....	96
<i>Шмакова Н.Ю., Марковская Е.Ф., Морозова К.В., Ермолаева О.В.</i> Адаптация кустарничков к условиям арктических тундр Западного Шпицбергена .....	108
<i>Пак И.В., Семенова М.В., Рябикова В.Л., Сагалакова В.В.</i> Влияние выбросов Саяногорского алюминиевого комбината на изменчивость морфологических признаков и фитопатологическое состояние сосны обыкновенной ( <i>Pinus sylvestris</i> L., 1753).....	121

#### *Биологические ресурсы*

<i>Кириллин Е.В., Мамаев Н.В., Степанова В.В.</i> Современное состояние лено-оленинской популяции дикого северного оленя ( <i>Rangifer tarandus</i> L., 1758, Cervidae, Artiodactyla) .....	129
<i>Колесов С.Д., Боескоров Г.Г., Климовский А.И.</i> Морфологическое своеобразие ископаемого бизона ( <i>Bison priscus</i> ) Якутии .....	143

### Материаловедение и химические технологии

- Винокуров П.В., Попов В.И., Николаев Д.В., Смагулова С.А.* Графеновые пленки, выращенные методом химического осаждения из газовой фазы, и их приложения ..... 152
- Петрова П.Н., Маркова М.А., Федоров А.Л.* Исследование влияния технологий получения на свойства и структуру композитов на основе ПТФЭ ..... 162

### Память

- Слово о Никите Гавриловиче Соломонове ..... 172
- Вклад Геннадия Николаевича Гамянина в изучение процессов рудообразования ..... 174

## CONTENTS

### Earth sciences

#### *Geology and mineral resources*

<i>Sustavov O. A.</i> Metamorphism (greenschist facia down) of terrigenous rocks in the northern part of the Kularsky gold-bearing district, Yakutia: mineral ratios with cleavage .....	7
<i>Pospeeva E.V., Tolstov A.V.</i> Prospects of the southwestern part of the Alakit-Markha kimberlite field for the manifestation of kimberlite magmatism: magnetotelluric studies .....	20
<i>Grinenko V.S., Oshchepkova M.G., Dzyuba O.S., Shurygin B.N.</i> Age of the Obnazhennaya kimberlite pipe (northeastern Siberian platform).....	38
<i>Kutygin R.V., Kilyasov A.N.</i> Modeling of ontogenetic changes in the shell cross section of the most ancient (Late Permian) representatives of <i>Otoceras</i> (Ammonoidea).....	48

#### *Engineering geology, permafrost and soil science*

<i>Vasiliev M.S., Petrova A.N.</i> Temperature regime of the cold period in the Arctic zone of Yakutia for 1960–2022.....	60
<i>Nevzorov A.L., Saenko Y.V., Shiranov A.M., Churkin S.V.</i> Effect of freeze–thaw cycles on water permeability of sand mixtures with nanoclay .....	69
<i>Gagarin L.A., Baishev N.E., Melnikov A.E., Nikolaeva E.S.</i> Synthetic aperture radar Sentinel-1 for in icing mapping of the Chulman Plateau and icing pattern assessment .....	80

### Biological sciences

#### *Ecology*

<i>Amirchanov A.M., Zhukov M.A., Okhlopkov I.M., Pospelov I.N., Romanenkov R.L., Ustinova T.V.</i> Improving the current configuration of the Russian Federation Arctic Zone, with account to international environmental cooperation within the framework of the Arctic Council .....	96
<i>Shmakova N.Yu., Markovskaya E.F., Morozova K.V., Ermolaeva O.V.</i> Adaptation of dwarf shrubs to Arctic tundra conditions in West Svalbard .....	108
<i>Pak I.V., Semenova M.V., Ryabikova V.L., Sagalakova V.V.</i> Influence of Sayanogorsk Aluminum Plant emissions on morphological characteristics and phytopathology of Scots pine ( <i>Pinus sylvestris</i> L., 1753) .....	121

#### *Biological resources*

<i>Kirillin E.V., Mamaev N.V., Stepanova V.V.</i> The current status of the Lena-Olenek population of wild reindeer ( <i>Rangifer tarandus</i> L., 1758, Cervidae, Artiodactyla) .....	129
<i>Kolesov S.D., Boeskorov G.G., Klimovsky A.I.</i> Morphological peculiarity of the fossil bison ( <i>Bison priscus</i> ) from Yakutia .....	143

### Materials science and chemical technologies

<i>Vinokurov P.V., Popov V.I., Nikolaev D.V., Smagulova S.A.</i> Graphene films grown by chemical vapor deposition and their applications.....	152
--	-----

*Petrova P.N., Markova M.A., Fedorov A.L.* Effect of production technologies on the properties and structure of PTFE-based composites ..... 162

Memory

About Nikita Gavrilovich Solomonov ..... 172  
Contribution of Gennadiy N. Gamyarin for the study of ore formation processes ..... 174

УДК 551.24+552.57+553+553.078+553.98(571.56)  
<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-1-38-47>

Оригинальная статья

## Возраст кимберлитовой трубки Обнаженная (северо-восток Сибирской платформы)

В. С. Гриненко<sup>✉1</sup>, М. Г. Ощепкова<sup>1</sup>, О. С. Дзюба<sup>2</sup>, Б. Н. Шурыгин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск, Российская Федерация;

<sup>2</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

✉grinenkovs52@mail.ru

### Аннотация

Обсуждается возрастной диапазон формирования кимберлитовой трубки Обнаженная (Куойкское поле, северо-восток Сибирской платформы) в свете недавней уникальной находки представителя тоар-раннеааленских (конец ранней–начало средней юры) белемнитов и результатов ревизии ранее известных белемнитов верхнеюрского–нижнемелового возраста. На изученной территории выполнены исследования специфики и общего генезиса фаций в сложной по набору пород вертикальной структуре разрезов. Дана оценка роли древнекиммерийской, данлапской и новокиммерийской фаз киммерийской тектоно-магматической активизации в становлении Куойкского и Хорбусуонского кимберлитовых полей. Рассмотрена новая модель эруптивной системы кимберлитовых полей мезозойского возраста. Откорректированы существующие палеогеографические схемы тоар-раннеабатского интервала северо-востока Сибирской платформы. Исследуемое местонахождение является важным свидетельством масштабности исчезновения следов морских ингрессий в геологической летописи.

**Ключевые слова:** Сибирская платформа, киммерийская эпоха тектоно-магматической активизации, триасовый и юрский периоды, кимберлиты, белемниты

**Финансирование.** Работа выполнена по государственному заданию ИГАБМ СО РАН (проекты № 2024-0005; № 2024-0007) и ИНГГ СО РАН (проект № 2022-0004).

**Для цитирования:** Гриненко В.С., Ощепкова М.Г., Дзюба О.С., Шурыгин Б.Н. Возраст кимберлитовой трубки Обнаженная (северо-восток Сибирской платформы). *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2024; 29(1):38–47. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-1-38-47>

Original article

## Age of the Obnazhennaya kimberlite pipe (northeastern Siberian platform)

Vitaliy S. Grinenko<sup>✉1</sup>, Mariya G. Oshchepkova<sup>1</sup>,  
Oksana S. Dzyuba<sup>2</sup>, Boris N. Shurygin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Diamond and Precious Metal Geology Institute,  
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation,

<sup>2</sup>Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics,  
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

✉grinenkovs52@mail.ru

### Abstract

In this article, we discuss the age range for the formation of the Obnazhennaya kimberlite pipe (Kuoyka field, northeastern Siberian platform) considering the recent unique discovery of a representative of the Toarcian-Early Aalenian

(end of the Early–beginning of the Middle Jurassic) belemnites along with the revision of previously known belemnites of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous age. We investigated the specifics and general genesis of the facies in the complex vertical structure of the sections. In addition, we assessed the role of the ancient Kimmerian, Dunlap, and New Cimmerian phases of Cimmerian tectono-magmatic activation in the stabilization of the Kuoika and Khorbusuon kimberlite fields. Moreover, a new model of the eruptive system of Mesozoic kimberlite fields was considered. The existing paleogeographic schemes of the Toarcian–Early Bathonian interval northeast of the Siberian Platform have been corrected. The study location provides important evidence of the disappearance scale of marine ingression traces in the geological record.

**Keywords:** Siberian Platform, Cimmerian epoch of tectono-magmatic activation, Triassic, Jurassic, kimberlites, belemnites

**Funding.** This study was conducted within the state assignment for the DMPGI SB RAS (projects No. 2024-0005; No. 2024-0007) and for the IPGG SB RAS (project No. 2022-0004).

**For citation:** Grinenko V.S., Oshchepkova M.G., Dzyuba O.S., Shurygin B.N. Age of the Obnazhennaya kimberlite pipe (northeastern Siberian platform). *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2024;29(1):38–47. (In Russ.); <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-1-38-47>

## Введение

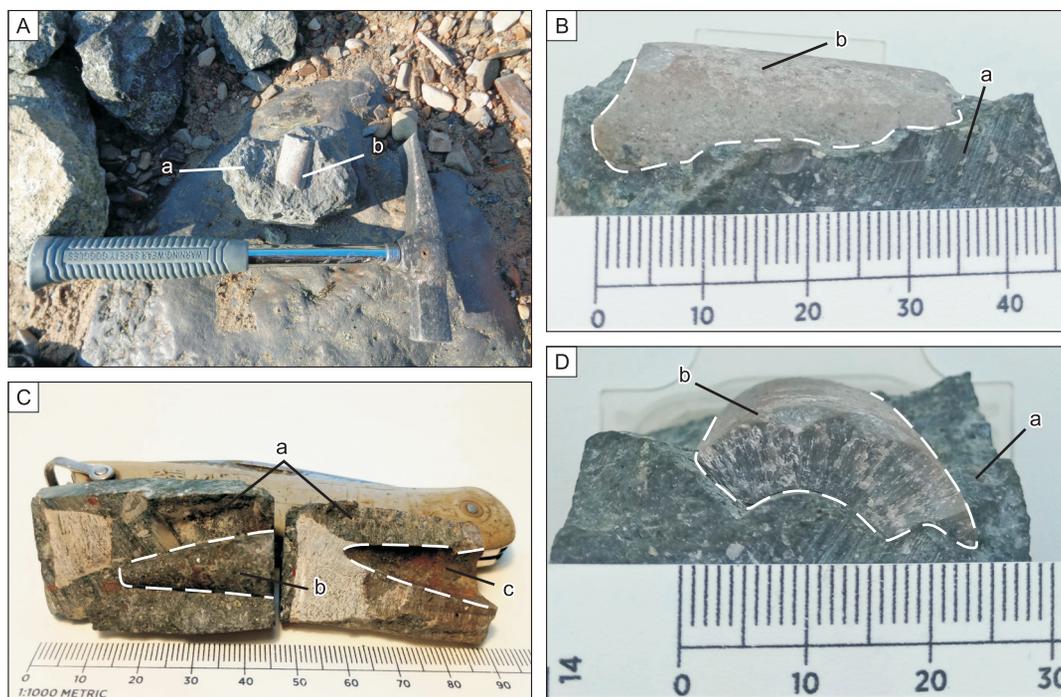
Формирование среднемезозойской части (с рэтского по волжский ярусы) верхоянского терригенного комплекса Восточно-Сибирского борельного осадочного палеобассейна происходило в три стадии – раннюю, промежуточную и позднюю (зрелую), рубежи которых совпадают с фазами глобальной активизации тектонических движений – древнекиммерийской, данлапской и новокиммерийской [1]. Известно также, что на поздний триас–юру пришлось финальные эпизоды кимберлитового магматизма на Сибирском кратоне, а наиболее молодые магматические образования представлены куойкским (или куойкско-молодинским) и хорбусуонским кимберлитовыми комплексами [2, 3]. В связи с этим особый интерес представляет оценка роли отдельных фаз тектоно-магматической активизации в становлении Куойкского и Хорбусуонского кимберлитовых полей.

Объектом исследований являются как стратифицированные морские осадочные, так и нестратифицированные магматические образования, сформированные в течение позднего триаса–юры на территории западной периферии Верхояно-Колымской орогенной области и прилегающих к ней основных краевых отрицательных структур древней Сибирской платформы. Цель исследования – разработка новой модели эруптивной системы в Куойкском и Хорбусуонском кимберлитовых полях. Реализация этой цели в контексте с анализом палеогеографических реконструкций исследуемой территории позволит оптимизировать поиски экзогенных алмазоносных россыпей в осадочных отложениях, продуктивные горизонты которых приурочены к определенным стратиграфическим уровням и фациальным обстановкам.

## Материал и методологические подходы к исследованию

Материалом для построения новой модели формирования трубки Обнаженная, а также модели эруптивной фидерной системы в Куойкском и Хорбусуонском кимберлитовых полях на северо-востоке Сибирской платформы послужили данные, изложенные в территориальных фондовых материалах ГУП «Сахагеоинформ» и подготовленные к открытой печати по Куойкскому и Хорбусуонскому ареалам магматизма. К палеогеографическим реконструкциям авторами привлечены палеонтологические данные по юре Северо-Востока Азии, включая недавно описанную новую уникальную находку белемнита из кимберлитов трубки Обнаженная и ревизованные представления о прежних определениях белемнитов в том же местонахождении [4].

Для определения этапов формирования кимберлитов трубки Обнаженная использовались имеющиеся в литературе геологические свидетельства процессов тектоно-магматической активизации на западной периферии Верхояно-Колымской орогенной области и на прилегающих территориях Сибирской платформы, общие сведения об эволюции Восточно-Сибирского осадочного палеобассейна, а также многочисленные геохронологические датировки в соизмерении с палеонтологическими данными. Принимается, что остатки белемнитов оказались в кимберлитовой трубке при внедрении магмы в слабо литифицированный, существенно обводненный осадок [4, 5], т. е. относительно вскоре после захоронения остатков белемнитов в осадке морского палеобассейна и формирования тафоценоза (в период существования установленных таксонов либо в мас-



**Рис. 1.** Остатки тоар-раннеааленского белемнита, описанного как *Arcobelus cf. krimholzi* (Sachs, 1970) [4], в кимберлите трубки Обнаженная.

A, B, D: a – кимберлит, b – фрагмент ростра белемнита; C: a – продольные расколы фрагмента ростра белемнита, b – кимберлитовая порода, заполняющая альвеолу ростра белемнита, c – альвеола.

На диапазон существования белемнитов рода *Arcobelus* приходится этап кимберлитового магматизма в  $177 \pm 1,5$  млн лет на северо-востоке Сибирского кратона [4]

**Fig. 1.** Remains of the Toarcian-Early Aalenian belemnite, described as *Arcobelus cf. krimholzi* (Sachs, 1970) [4], in kimberlite of the Obnazhennaya pipe.

A, B, D: a – kimberlite, b – belemnite rostrum fragment; C: a – longitudinal splits of the belemnite rostrum fragment, b – kimberlite rock filling the alveolus of the belemnite rostrum, c – alveolus.

The stage of kimberlite magmatism of  $177 \pm 1.5$  Ma in the northeastern part of the Siberian craton falls on the time of the existence of belemnites of the genus *Arcobelus* [4]

штабах геологического времени несущественно позже), когда ростры могли легко отделяться от вмещающей породы (осадка) и при этом, благодаря наличию воды, не подвергнуться полному уничтожению. Возможность их попадания в кимберлитовый расплав в более поздний период мы исключаем, поскольку все известные находки белемнитов (фрагменты роствов) происходят не из ксенолитов, а установлены непосредственно в кимберлитовой породе [4–7] (рис. 1).

#### К изученности трубок взрыва Куойкского и Хорбусуонского кимберлитовых полей и находкам белемнитов из трубки Обнаженная

Трубка Обнаженная вскрывается в береговом обрыве (высота обнажения до 15 м) на р. Куойка (левый приток р. Оленек), в 3,5 км выше устья.

Относится к Куойкскому кимберлитовому полю, территориально обозначена в одноименном ареале магматизма Якутской алмазонасной провинции и тектонически сопряжена с древним Оленекским поднятием кристаллического фундамента (северо-восток Сибирской платформы) [2]. Из территориальных фондовых литературных источников следует, что для Куойкского и близрасположенного Молодинского кимберлитового поля характерными являются кимберлитовые трубки взрыва, сложенные базальтоидными, слюдяными кимберлитовыми брекчиями массивными и автолитовыми; среди них изредка наблюдаются пикриты монтичеллитовые [2]. В отдельных кимберлитовых телах установлена убогая алмазонасность. Для Хорбусуонского кимберлитового поля (возраст 170–160 млн лет, Rb-Sr метод) характерными являются трубки взрыва, штоко-

образные тела, кимберлитовые брекчии массивные и автолитовые с пиропами и хромшпинелидами, редко с пикроильменитами [2].

В трубке Обнаженная Куойкского кимберлитового поля установлены как коровые ксенолиты, так и ксенолиты из более глубоких горизонтов литосферы. Однако алмазоносность в этой трубке пока не подтверждена. Согласно имеющимся обобщениям [2, 4], кимберлиты трубки Обнаженная имеют различные возрастные датировки – от 161 млн лет (Rb-Sr метод) и 167 млн лет ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  метод) до  $185 \pm 10$  –  $418 \pm 14$  млн лет (K-Ar метод), по палеомагнитным данным – либо  $151 \pm 14$  млн лет, либо  $168 \pm 11$  млн лет (в зависимости от способа пересчета данных).

Известность среди исследователей, занимающихся минерагенией алмазов на северо-востоке Сибирской платформы, трубка Обнаженная завоевала еще и тем, что непосредственно в кимберлитах были найдены белемниты семейства *Cylindroteuthididae*, как предполагалось, позднеюрского–раннемелового возраста [5–8]. Этот очень важный геологический факт до недавнего времени находился в противоречии с имеющимися геохронологическими датировками [2]. Недавно в кимберлитах этой трубки впервые был обнаружен фрагмент ростра белемнита тоар–раннеааленского рода *Arcobelus* из семейства *Megateuthididae* – *Arcobelus* cf. *krimholzi* (Sachs, 1970), а также показано, что найденные здесь ранее представители цилиндротеутидид могут иметь позднебайосский–раннебатский возраст, учитывая ревизованное определение (*Pachyteuthis* cf. *optima* Sachs et Nalijaeva, 1966) единственного относительно хорошо сохранившегося ростра [4]. Тем самым существенно уточнились представления о возрастном диапазоне белемнитов, встречающихся в кимберлитах трубки Обнаженная, – с позднеюрского–раннемелового на конец ранней–часть средней юры. В связи с этим было предложено откорректировать существующие палеогеографические схемы тоар–раннебатского интервала северо-востока Сибирской платформы, распространив на этих схемах внутреннюю часть шельфа на территорию Куойкского кимберлитового поля. В той же работе отмечено [4], что на диапазон существования белемнитов рода *Arcobelus* (тоар–ранний аален) приходится этап кимберлитового магматизма в  $177 \pm 1,5$  млн лет (поздний тоар) на северо-востоке Сибирского кратона, ранее установленный по данным U–Pb–геохронологии [9], а на позднебайосский–раннебатский диапазон су-

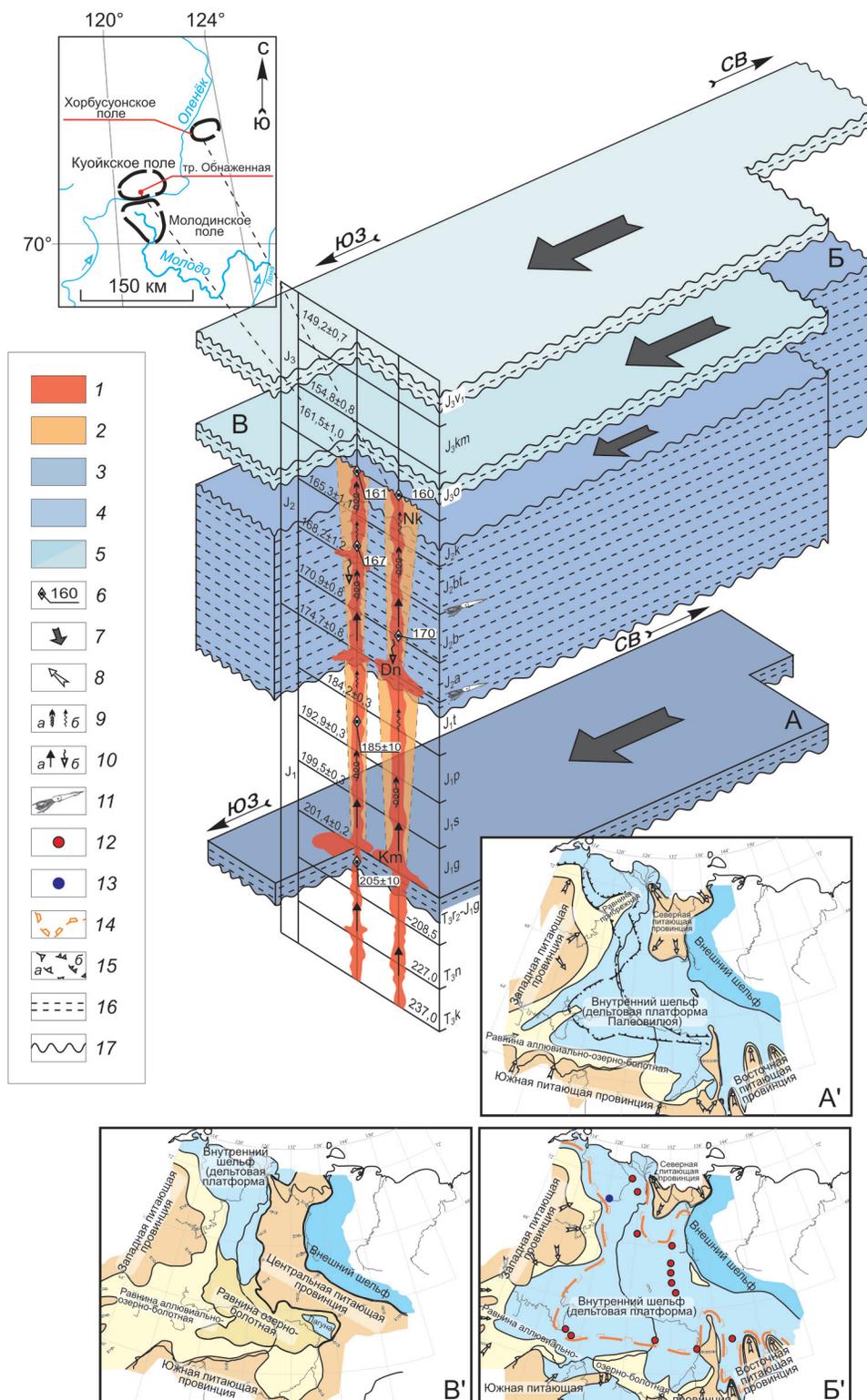
ществования вида *Pachyteuthis optima* –  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -датировка (167 млн лет) [10] и одна из палеомагнитных датировок ( $168 \pm 11$  млн лет) по трубке Обнаженная [11] (ранний бат).

### Обсуждение модели становления Куойкского и Хорбусуонского кимберлитовых полей

Ранее установлено, что эволюция Восточно-Сибирского бореального осадочного палеобассейна тесно связана с древнекиммерийской, данлапской и новокиммерийской фазами тектономагматической активизации, что нашло отражение в палеогеографических реконструкциях по трем стадиям – ранней (поздний рэт–плинсбах), промежуточной (тоар–ранний бат) и поздней, или зрелой (поздний бат–волжский век) [1, 12]. Настоящая работа развивает и дополняет эти исследования. Актуализированные палеогеографические схемы не противоречат существующим данным, изложенным в материалах по изученной территории палеобассейна, охватывающего западную периферию Верхояно-Колымской орогенной области и прилегающие территории востока Сибирской платформы [2, 13, 14 и др.].

Тектонические процессы и нередко напрямую с ними связанные трансгрессивно-регрессивные события относятся к числу важнейших факторов, определявших расселение бореальной поздне триасовой–юрской биоты в различных биомических зонах палеобассейна наряду с климатическим и эвстатическим факторами, а также изменениями в системе течений, солёности вод, аноксидными событиями и пр. [15, 16 и др.]. В позднем триасе–юре выделяется ряд существенно различающихся стадий перестройки режимов седиментации и развития биоты бореальных палеобассейнов, которые фиксируются по реликтам биотических и абиотических событий. Перестройки часто приурочены к границам ярусов и имеют отчетливо выраженную периодичность. Позднетриасово–раннеюрская стадия совпадает с тектоно-седиментационным циклом и отчетливо прослеживается в планетарном масштабе [1, 17–19].

Ранняя стадия эволюции Восточно-Сибирского осадочного палеобассейна (см. рис. 2, врезка А'), сопряженная с древнекиммерийской (Km) фазой тектоно-магматической активизации, характеризуется широким распространением терригенных обломочных и песчано-глинистых отложений, включающих многочисленные остатки разно-



**Рис. 2.** Модель эруптивной фидерной системы в Куойкском и Хорбусуонском кимберлитовых полях и местонахождение трубки Обнаженная (Оленекское поднятие, северо-восток Сибирской платформы).

1 – эруптивный трещинный канал проводимости; 2 – эруптивный трещинный канал обрушения; 3–5 – киммерийская бассейновая тектоника (на модели (А–В) и площадных врезках (А'–В')): 3 – А – перерыв в осадконакоплении в позднем нории–раннем рэте, трансгрессия в позднем рэте–геттанге и синхронная этим процессам древнекиммерийская (Km) фаза тектоно-магматической активизации, выраженная формированием позднетриасовой эруптивной системы и экзогенного

продуктивного рэтского алмазоносного уровня [2, 12, 14]; 4 – Б – перерыв в осадконакоплении в раннем тоаре, нередко вплоть до раннего аалена, трансгрессия в позднем тоаре и синхронная этим процессам данлапская (Dn) фаза тектоно-магматической активизации, выраженная формированием в рэте–раннем тоаре эруптивной системы и экзогенного продуктивного тоарского–бат-келловейского алмазоносного уровня [2, 12, 14]; 5 – В – перерыв в осадконакоплении в ранневожжское время, последующая трансгрессия и синхронная этим процессам новокиммерийская (Nk) фаза тектоно-магматической активизации, выраженная формированием экзогенного продуктивного поздневожжского алмазоносного уровня [2, 12, 14]; 6 – геохронологические датировки (млн лет); 7 – положение в пространстве уровней трансгрессий; 8 – основные направления транзита обломочного материала в пределах абриса питающих провинций; 9 – глубинный энергосток (*a* – интенсивное движение газов к поверхности вдоль эруптивной системы канала проводимости, синхронные процессы глубинной ремобилизации и регенерации; *b* – заполнение эруптивного канала трубки в процессе сквозного телескопирования сопутствующих флюидов к поверхности, захват флюидами ксенолитов, транспортировка их по эруптивному каналу к поверхности); 10 – массоперенос: (*a* – изменение PT условий, проявление нового этапа тектоно-магматической активизации; резкое динамическое воздействие на эруптивную трещинную систему теплового, газового, гидро- и минерализованного потоков с одновременной транспортировкой к поверхности ранее сформированной излившейся на поверхности «шапки» вулканического покрова – продуктов расплава эффузивной деятельности; *b* – ксенолиты – продукты обрушения в пределах основного эруптивного трещинного канала системы и его стенок в виде щепнистых, остроугольных обломков, разноразмерные валуны и глыбы); 11 – приблизительные уровни находок белемнитов; 12 – местонахождения выходов глинистых толщ сунтарской свиты с фауной тоарского (китербютский горизонт)–ааленского (лайдинский горизонт) ярусов; 13 – местонахождение белемнитов в кимберлитах трубки Обнаженная; 14 – контур ареала белемнитов в тоар-среднеюрском палеобассейне; 15 – изопахиты обстановок осадконакопления, сформированные (*a* – в индско-норийское время; *b* – в рэтское время); 16 – песчано-глинистые или аргиллит-алевролитовые отложения; 17 – стратиграфический перерыв

**Fig. 2.** A model of the eruptive feeder system in the Kuoika and Khorbusuonka kimberlite fields and the location of the Obnazhennaya pipe (Olenek uplift, northeastern Siberian Platform).

1 – eruptive fractured conduction channel; 2 – eruptive fractured collapse channel; 3–5 – Cimmerian basin tectonics (on the model and areal insets): 3 – A – break in sedimentation in the Late Norian–Early Rhaetian, transgression in the Late Rhaetian–Hettangian and synchronous with these processes, the Early Cimmerian (Km) phase of tectono-magmatic activation, expressed by the formation of the Late Triassic feeder system and the exogenous productive Rhaetian diamond-bearing level [2, 12, 14]; 4 – Б – break in sedimentation in the Early Toarcian, often up to the Early Aalenian, transgression in the Late Toarcian and synchronous with these processes, the Dunlap (Dn) phase of tectonic-magmatic activation, expressed by the formation in the Rhaetian–Early Toarcian of an eruptive system and exogenous productive Toarcian–Bathonian–Callovian diamond-bearing level [2, 12, 14]; 5 – В – break in sedimentation in the Early Volgian, subsequent transgression and synchronous with these processes, the New Cimmerian (Nk) phase of tectono-magmatic activation, expressed by the formation of an exogenous productive Late Volgian diamond-bearing level [2, 12, 14]; 6 – geochronological dating (million years); 7 – position in space of transgression levels; 8 – main directions of clastic material transit within the outline of the feeding provinces; 9 – deep energy flow: *a* – intense movement of gases to the surface along the eruptive system of the conduction channel, synchronous processes of deep remobilization and regeneration; *b* – filling of the tube eruptive channel in the process of through-telescoping of accompanying fluids to the surface, capture of xenoliths by fluids, their transportation along the eruptive channel to the surface; 10 – mass transfer: *a* – change of PT conditions, manifestation of a new stage of tectono-magmatic activation; sharp dynamic impact on the eruptive fracture system of thermal-, gas-, hydro- and mineralized flows with simultaneous transport to the surface of the previously formed eruptive volcanic cover “cap” – melt products of effusive activity; *b* – xenoliths – collapse products within the main eruptive fracture channel of the system and its walls in the form of rubble, sharp-angled debris, different-sized boulders and blocks; 11 – approximate levels of belemnites records; 12 – locations of outcrops of clayey strata of the Suntar Formation with the fauna of the Toarcian (Kiterbyut Horizon) – Aalenian (Layda Horizon) stages; 13 – location of belemnites in the kimberlites of Obnazhennaya pipe; 14 – contour of the belemnite areal in the Toarcian–Middle Jurassic paleobasin; 15 – isopachytes of sedimentation settings formed: *a* – in the Induan–Norian; *b* – in the Rhaetian; 16 – arenaceous-argillaceous or mudstone-siltstone deposits; 17 – stratigraphic gaps

образных групп фоссилий [1, 20]. Вследствие мощной трансгрессии, резко сменившей в позднем триасе–ранней юре предшествующий относительно вялый режим озерно-болотной седиментации, сформировался рэтский экзогенный алмазоносный уровень в осадочном чехле над Куойкским, Молодинским и Хорбусуонским полями (см. рис. 2, А). Этот уровень позволяет коррелировать в пространстве указанные кимберлитовые поля. Примечательно, что одна из имеющихся по кимберлитовой трубке Обнаженная К–Ar-датировок (205±10 млн лет [2]) приходится на рэтский век.

Данлапская (Dn) фаза тектоно-магматической активизации Восточно-Сибирского осадочного палеобассейна характеризуется новым импульсом кимберлитового магматизма (см. рис. 2, Б). Очередное внедрение магмы и ее транспортировка по эруптивной системе рассматриваемых кимберлитовых полей фиксируется между 185±10 млн лет (трубка Обнаженная) и 170±0 млн лет (данные по Хорбусуонскому кимберлитовому полю) [2]. В пределах изученной территории палеобассейна обозначен тоарский уровень мощной трансгрессии, который маркирует новую ниже-среднеюрскую осадочную

призму, а также раннюю (позднетоарскую), ювенильную фазу формирования тоарского–бат-келловейского экзогенного алмазоносного уровня. Этот поисковый экзогенный уровень широкого возрастного диапазона отмечает становление Куойкского, Молодинского и Хорбусуонского кимберлитовых полей. Тоар-ааленская его часть широко прослеживается в изученном палеобассейне по обнажениям глинистых толщ сунтарской и сходных с ней по составу свит, в которых найдены макрофоссилии тоарского (китербютский горизонт)–ааленского (надояхский горизонт) ярусов (см. рис. 2, врезка Б') [21]. В ориктоценозах многочисленны и ростры белемнитов [2], обычно встречающиеся в аргиллито-глинистых и песчано-глинистых отложениях, формирование которых связывается с внутренним шельфом дельтовой платформы морского палеобассейна (см. рис. 2, врезка Б'). Уникальная находка ростра белемнита тоар-раннеааленского возраста непосредственно в кимберлите [4] может быть свидетельством специфического этапа кимберлитового вулканизма, совпавшего по времени с распространением на крайнюю северо-западную часть палеобассейна мощной трансгрессии. С учетом новых представлений о систематическом положении и стратиграфическом распространении других ростров белемнитов из кимберлитов трубки Обнаженная [4], ранее считавшихся позднеюрско-раннемеловыми [5–8], на этапе завершения Данлапской фазы может быть реконструирован еще один эпизод активизации кимберлитового вулканизма – предположительно раннебатский (см. рис. 2, Б).

Новокимерийская (Nk) фаза тектоно-магматической активизации Восточно-Сибирского осадочного палеобассейна связана с новым импульсом кимберлитового магматизма, который имеет близкие геохронологические датировки по кимберлитам Куойкского (трубка Обнаженная) и Хорбусуонского полей – 161 и 160 млн лет соответственно [2] (см. рис. 2, В).

С позднебатского времени на изученной территории Восточно-Сибирского осадочного бассейна усиливается тектоническая активность, заметно увеличивается площадь материковой суши и обособляется ряд питающих провинций (в виде расчлененной суши), происходит расширение площади распространения наземных ландшафтов и усиление их дифференциации (см. рис. 2, врезка В'). В этой связи на большей части территории ранее существовавшего прибрежно-

морского бассейна устанавливается режим доминирования аллювиальных и озерно-болотных равнин. По данным глубокого бурения, терригенный разрез на востоке платформы представлен осадочными призмами морских, прибрежно-морских, лагунных и континентальных осадков. В западной складчатой периферии, в пределах внутреннего шельфа, естественные разрезы представлены морскими, прибрежно-морскими и лагунными фациями. В ранне-средневожское время на некоторых площадях Виллюйской синеклизы, а также на временном отрезке, отвечающем границе континентальных верхнеюрской бергеинской и нижнемеловой батылыхской свит в Лено-Виллюйском междуречье, проявляются очаги излияний андезитовых лав, покровы дацитовых лав и литовитрокластических туфов (сургуевский комплекс дацитовый) (150,8–145,5 млн лет) [22]. Эти геологические события, следы которых установлены также на территории Лено-Алданского междуречья [22], указывают, что повсеместно вдоль западной периферии Восточно-Сибирского осадочного палеобассейна установился континентальный режим осадконакопления. Лишь на крайнем северо-востоке платформы, в Лено-Анабарском прогибе, в это же время морской режим еще сохраняется, и регрессия палеобассейна намечается лишь с начала готерива.

Нет оснований утверждать, что новокимерийская фаза тектоно-магматической активизации не завершила свое развитие в средневожское время на Оленекском поднятии и в пределах Атырканского порога в низовьях р. Лена. На палеогеографических схемах порог реконструирован в северном торцовом замыкании Предверхоанского краевого прогиба с Лено-Анабарским прогибом [1, 23]. Судя по геолого-геофизическим данным, этот порог, скорее всего, маркирует на глубине своим поперечным выступом погребенную кровлю свода крупного Нижнеленского плутона, подчеркивая при этом завершение новокимерийской фазы тектоно-магматической активизации и в целом мощную инверсию фундамента на обширной территории Ленской ветви Предверхоанского прогиба. Как следствие, в региональных геофизических полях ( $\Delta g$  и  $\Delta T_a$ ) и по промысловым геолого-геофизическим материалам скважин глубокого бурения на нефть и газ (в том числе гидрогеологического и колонкового бурения) в изученном интервале мы наблюдаем формирование погребенных площадных сводовых поднятий кристаллического фундамен-

та (Мунского, Джарджанского), а также линейной морфологии поднятий в виде валообразных выступов, выдвинутых в осадочный чехол в виде относительно мощных (500–1000 м) пологих кристаллических «пластин-козырьков» (Ундюлюнский, Нижнесинский [24]).

### Заключение

Полученные результаты раскрывают весьма интересный аспект геологических исследований, связанный с вопросами глубинного строения и обстановок осадконакопления в Восточно-Сибирском бореальном осадочном палеобассейне, что важно при рассмотрении локального прогноза как эндогенной, так и экзогенной минерации, проявившейся на северо-востоке Сибирской платформы в обрамлении Оленекского поднятия.

Палеонтологическое сопровождение выполненных исследований позволило существенно изменить сложившиеся представления о таксономической принадлежности и датировках остатков макрофауны, обнаруженных в кимберлите, и дает серьезное основание для проведения ревизии палеогеографических реконструкций в пределах востока Сибирской платформы и ее складчатого обрамления на тоар-среднеюрское время. Соответственно корректируются представления о возрастных диапазонах этапов становления кимберлитовой трубки Обнаженная. В ходе общения палеонтологических и стратиграфических данных, а также геологических и геолого-геофизических материалов по Оленекскому поднятию разработана новая модель формирования эруптивной системы в Куойкском и Хорбусуонском кимберлитовых полях.

### Список литературы / References

1. Гриненко В.С., Князев В.Г., Девятков В.П. Палеогеография позднего триаса и юры востока Сибирской платформы и складчатого обрамления. *Вестник Госкомгеологии*. 2012;11(1):63–79.

Grinenko V.S., Knyazev V.G., Devyatov V.P. Paleogeography of the Late Triassic and Jurassic of the eastern Siberian Platform and folded framing. *Vestnik Goskomgeologii*. 2012;11(1):63–79. (In Russ.)

2. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Анабаро-Вилуйская. Лист R-51–Джарджан. Объяснительная записка. Авторы-составители Л.И. Сметанникова, В.С. Гриненко и др. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ; 2013. 397 с.

State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (3rd generation). Anabar-Vilyui series. R-51–Jarjan. Explanatory note. Authors-compilers: L.I. Sme-

tannikova, V.S. Grinenko, et al. St. Petersburg: Kartfabrika, Russian Geological Research Institute; 2013. 397 p. (In Russ.)

3. Sun J., Liu C.-Z., Tappe S., et al. Repeated kimberlite magmatism beneath Yakutia and its relationship to Siberian flood volcanism: Insights from in situ U–Pb and Sr–Nd perovskite isotope analysis. *Earth Planetary Science Letter*. 2014;404:283–295. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.07.039>

4. Дзюба О.С., Гриненко В.С., Ощепкова М.Г., Шурыгин Б.Н. Первая находка тоар-нижнеааленского белемнита в кимберлитах трубки Обнаженная (северо-восток Сибирской платформы). *Доклады РАН. Науки о Земле*. 2023;513(2):231–236. <https://doi.org/10.31857/S2686739723601394>

Dzyuba O.S., Grinenko V.S., Oshchepkova M.G., Shurygin B.N. The First Record of a Representative of the Toarcian–Early Aalenian Belemnites in Kimberlites of the Obnazhennaya Pipe (Northeastern Siberian Platform). *Doklady Earth Sciences*. 2023;513:1344–1348. <https://doi.org/10.1134/S1028334X23601876>

5. Мальков В.А., Густомесов В.А. Юрская фауна в кимберлитах Оленекского поднятия и возраст кимберлитового вулканизма на северо-востоке Сибирской платформы. *Доклады АН СССР*. 1976;229(2):435–438.

Mal'kov V.A., Gustomesov V.A. Jurassic fauna in kimberlites of the Olenek Uplift and the age of kimberlite volcanism in the northeast Siberian platform. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 1976;229(2):435–438. (In Russ.)

6. Милашев В.А., Шульгина Н.И. Новые данные о возрасте кимберлитов Сибирской платформы. *Доклады АН СССР*. 1959;126(6):1320–1322.

Milashhev V.A., Shul'gina N.I. New data on the age of kimberlites of the Siberian Platform. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 1959;126(6):1320–1322. (In Russ.)

7. Мальков В.А. Белемниты и эклогиты в кимберлитах трубки Обнаженной на Оленекском поднятии (Якутия). *Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН*. 2008;126(6):12–14.

Mal'kov V.A. Belemnites and eclogites in kimberlites of the Obnazhennaya pipe on the Olenek Uplift (Yakutia). *Vestnik of the Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the RAS*. 2008;(6):12–14. (In Russ.)

8. Сакс В.Н., Нальняева Т.И. Верхнеюрские и нижнемеловые белемниты севера СССР. Роды *Pachyteuthis* и *Acroteuthis*. М.: Наука; 1966. 260 с.

Saks V.N., Nal'nyaeva T.I. Upper Jurassic and Lower Cretaceous belemnites of the Northern USSR. The genera *Pachyteuthis* and *Acroteuthis*. Moscow: Nauka; 1966. 260 p.

9. Мальковец В.Г., Шацкий В.С., Дак А.И. и др. Свидетельства многоэтапности и полихронности щелочно-ультраосновного мезозойского магматизма в районе алмазных россыпей бассейна реки Эбелях (восточный склон Анабарского щита). *Доклады РАН. Науки о земле*. 2021;496(1):49–54.

- Malkovets V.G., Shatsky V.S., Dak A.I., et al. Evidence for Multistage and Polychronous Alkaline–Ultrabasic Mesozoic Magmatism in the Area of Diamondiferous Placers of the Ebelyakh River Basin (Eastern Slope of the Anabar Shield). *Doklady Earth Sciences*. 2021;496(1):49–54.
10. Соловьева Л.В., Калашникова Т.В., Костровицкий С.И. и др. Флогопитовые и флогопит-амфиболовые парагенезисы в литосферной мантии Биректинского террейна Сибирского кратона. *Доклады РАН. Науки о земле*. 2017;475(3):310–315.
- Solov'eva L.V., Kalashnikova T.V., Kostrovitsky S.I., et al. Phlogopite and phlogopite–amphibole parageneses in the lithospheric mantle of the Birekte terrane (Siberian craton). *Doklady Earth Sciences*. 2017;475:822–827. <https://doi.org/10.1134/S1028334X17070273>
11. Blanco D., Kravchinsky V.A., Konstantinov K.M., Kabin K. Paleomagnetic dating of Phanerozoic kimberlites in Siberia. *Journal of Applied Geophysics*. 2013;88:139–153. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2012.11.002>
12. Гриненко В.С. *История формирования верхнетриасовых-юрских отложений Восточно-Сибирского осадочного бассейна (восток Сибирской платформы и складчатое обрамление)*: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Иркутск. 2010. 19 с.
- Grinenko V.S. *History of the formation of Upper Triassic–Jurassic sediments of the East Siberian sedimentary basin (East Siberian platform and folded framing)*: Abstr. ... Diss. Cand. Sci. Irkutsk. 2010. 19 p. (In Russ.)
13. Шурыгин Б.Н., Девятков В.П., Захаров В.А. и др. Стратиграфия юры Восточной Сибири (состояние изученности, основные проблемы и способы их решения). *Вестник Госкомгеологии. Материалы по геологии и полезным ископаемым Республики Саха (Якутия)*. 2001;(1):112–129.
- Shurygin B.N., Devyatov V.P., Zakharov V.A. et al. Stratigraphy of the Jurassic of Eastern Siberia (state of study, main questions and methods of their solution). *Vestnik Goskomgeologii: Materials on geology and minerals of the Republic of Sakha (Yakutia)*. 2001;(1):112–129. (In Russ.)
14. Афанасьев В.П., Похиленко Н.П., Гриненко В.С. и др. О кимберлитовом магматизме юго-восточного фланга Вилюйской синеклизы. *Доклады РАН. Науки о Земле*. 2020;490(2):1–5.
- Afanasiev V.P., Pokhilenko N.P., Grinenko V.S., et al. Kimberlitic Magmatism in the South-Western Flank of the Vilui Basin. *Doklady Earth Sciences*. 2020;490:51–54. <https://doi.org/10.1134/S1028334X20020038>
15. Басов В.А., Веренинова Т.А., Захаров В.А. и др. *Палеогеография севера СССР в юрском периоде*. Отв. ред. К.В. Боголепов. Новосибирск: Наука; 1983. 190 с.
- Basov V.A., Vereninova T.A., Zakharov V.A., et al. *Paleogeography of the northern USSR in the Jurassic period*. Ed. K.V. Bogolepov. Novosibirsk: Nauka; 1983. 190 p. (In Russ.)
16. Захаров В.А., Бейзель А.Л., Богомолов Ю.И. и др. Этапность и периодичность в эволюции морских экосистем бореального мезозоя. М.: *Экосистемные перестройки и эволюция биосферы*. 1994. С. 138–151
- Zakharov V.A., Beisel A.L., Bogomolov Yu.I., et al. Stages and periodicity in the evolution of marine ecosystems of the Boreal Mesozoic. Moscow: *Ecosystem restructuring and evolution of the biosphere*. 1994; pp. 138–151. (In Russ.)
17. Казаков А.М., Константинов А.Г., Курушин Н.И. и др. *Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Триасовая система*. Новосибирск: Гео; 2002. 322 с.
- Kazakov A.M., Konstantinov A.G., Kurushin N.I., et al. *Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. Triassic system*. Novosibirsk: Geo; 2002. 322 p. (In Russ.)
18. Гриненко В.С., Князев В.Г., Девятков В.П. и др. Этапы формирования и палеогеография лаптевского подкомплекса Восточно-Сибирского осадочного бассейна (поздний триас–юра). *Вестник Госкомгеологии. Материалы по геологии и полезным ископаемым Республики Саха (Якутия)*. 2011;1(10):63–70.
- Grinenko V.S., Knyazev V.G., Devyatov V.P., et al. Stages of formation and paleogeography of the Laptev subcomplex of the East Siberian sedimentary basin (Late Triassic–Jurassic). *Vestnik Goskomgeologii: Materials on geology and minerals of the Republic of Sakha (Yakutia)*. 2011;1(10):63–70. (In Russ.)
19. Гриненко В.С., Баранов В.В., Блоджетт Р.Б., Горячева А.А. Палеогеография, палеобиогеография, геодинамика палеобассейнов Земли в позднем триасе и стратиграфия терминального триаса Бореальной надобласти. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2019;24(1):5–17. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-5-17>
- Grinenko V.S., Baranov V.V., Blodgett R.B., Goryacheva A.A. Paleogeography, paleobiogeography, geodynamics of the Earth's paleobasins in the Late Triassic and stratigraphy of the Terminal Triassic of the Boreal superregion. *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2019;24(1):5–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-5-17>
20. Девятков В.П., Трущелев А.М., Гриненко В.С. Стратиграфия триасовых отложений Верхоянской фациальной области (Центральная Якутия). *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири*. 2012;2(10):24–37.
- Devyatov V.P., Trushchelev A.M., Grinenko V.S. Stratigraphy of Triassic deposits of Verkhojansk facies region (Central Yakutia). *Geology and mineral resources of Siberia*. 2012;2(10):24–37. (In Russ.)
21. Сластенов Ю.Л., Гриненко В.С., Петров В.Б., Сапьяник В.В. Новые данные по стратиграфии морских юрских отложений Лено-Алданского междуречья. *Геология и геофизика*. 1989;11:139–142.
- Slastenov Yu.L., Grinenko V.S., Petrov V.B., Sapyanik V.V. New data on the stratigraphy of marine Jurassic sediments of the Lena-Aldan interfluvium. *Geologiya i Geofizika*, 1989;11:139–142. (In Russ.)

22. Гриненко В.С., Баранов В.В. Алдано-Вилуйская вулканическая палеосуша как следствие проявления в позднем мезозое на востоке Сибирской платформы и в ее складчатом обрамлении эпох тектономагматической активизации. В кн.: *Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы Одиннадцатого Всероссийского совещания г. Томск, 19–24 сентября 2022 г.* Томск: Изд-во ТГУ; 2022. С. 91–94.

Grinenko V.S., Baranov V.V. The Aldan-Vilyui volcanic paleoland as a result of the occurrence of periods of tectonic-magmatic activation in the late Mesozoic in the east of the Siberian Platform and in its folded framing. In: *Cretaceous System of Russia and Neighboring Countries: Problems of Stratigraphy and Paleogeography. Proceedings of the 11th All-Russian meeting, Tomsk, September 19–24, 2022, pp. 91–94.* Tomsk: TSU Publishing; 2022, pp. 91–94. (In Russ.)

23. Гриненко В.С., Князев В.Г. Девятков В.П. и др. Новые данные о стратиграфии верхнетриасовых-

юрских отложений перспективных на алмазы районов Сибирской платформы. *Наука и образование.* 2009;56(4):21–30.

Grinenko V.S., Knyazev V.G. Devyatov V.P., et al. New data on the stratigraphy of Upper Triassic-Jurassic deposits of diamond-promising areas of the Siberian Platform. *Nauka i Obrazovanie.* 2009;56(4):21–30. (In Russ.)

24. Баранов В.В., Гриненко В.С., Афанасьев В.П. и др. Свидетельства возможного существования вулканогенного магматизма в бассейне р. Синяя на южном фланге Вилуйской синеклизы. *Геодинамика и тектонофизика.* 2023;14(5):0719. <https://doi.org/10.5800/GT-2023-14-5-0719>

Baranov V.V., Grinenko V.S., Afanasiev V.P., et al. Possible evidence for the existence of volcanogenic magmatism in the Sinyaya River Basin at the Southern Flank of the Vilyui Syncline. *Geodynamics & Tectonophysics.* 2023;14(5):0719. <https://doi.org/10.5800/GT-2023-14-5-0709> (In Russ.)

### Об авторах

**ГРИНЕНКО Виталий Семенович**, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-5242-2200>, SPIN: 1671-4670, e-mail: [grinenkovs52@mail.ru](mailto:grinenkovs52@mail.ru)

**ОЩЕПКОВА Мария Геннадьевна**, ведущий инженер, <https://orcid.org/0000-0002-2777-0449>, SPIN: 2649-5300, e-mail: [oshchepkovamg28@mail.ru](mailto:oshchepkovamg28@mail.ru)

**ДЗЮБА Оксана Сергеевна**, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией, <https://orcid.org/0000-0003-1523-8153>, ResearcherID: I-8639-2018, Scopus Author ID: 15060141700, SPIN: 9898-1674, e-mail: [dzyubaos@ipgg.sbras.ru](mailto:dzyubaos@ipgg.sbras.ru)

**ШУРЫГИН Борис Николаевич**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-5512-7509>, ResearcherID: I-8387-2018, Scopus Author ID: 6602242880, SPIN: 1639-2200, e-mail: [shuryginbn@ipgg.sbras.ru](mailto:shuryginbn@ipgg.sbras.ru)

### About the authors

**GRINENKO, Vitaliy Semenovish**, Cand. Sci. (Geol. and Mineral.), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-5242-2200>, SPIN: 1671-4670, e-mail: [grinenkovs52@mail.ru](mailto:grinenkovs52@mail.ru)

**OSHCHEPKOVA, Mariya Gennadievna**, Leading Engineer, <https://orcid.org/0000-0002-2777-0449>, SPIN: 2649-5300, e-mail: [oshchepkovamg28@mail.ru](mailto:oshchepkovamg28@mail.ru)

**DZYUBA, Oksana Sergeevna**, Dr. Sci. (Geol. and Mineral.), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-1523-8153>, ResearcherID: I-8639-2018, Scopus Author ID: 15060141700, SPIN: 9898-1674, e-mail: [dzyubaos@ipgg.sbras.ru](mailto:dzyubaos@ipgg.sbras.ru)

**SHURYGIN, Boris Nikolaevich**, Corresponding Member of the RAS, Dr. Sci. (Geol. and Mineral.), Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-5512-7509>, ResearcherID: I-8387-2018, Scopus Author ID: 6602242880, SPIN: 1639-2200, e-mail: [shuryginbn@ipgg.sbras.ru](mailto:shuryginbn@ipgg.sbras.ru)

*Поступила в редакцию / Submitted 27.07.2023*

*Поступила после рецензирования / Revised 19.01.2024*

*Принята к публикации / Accepted 19.02.2024*