# РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ

# REGIONAL GEOLOGY and METALLOGENY

Основан в 1993 году

Учредитель — Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ)

# № 93/2023

Главный редактор

О. В. ПЕТРОВ

Editor-in-Chief

Oleg PETROV

Санкт-Петербург Издательство ВСЕГЕИ

# РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ № 93/2023

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. ПИ № ФС77-82858 от 31 марта 2022 г.

Главный редактор:	Editor-in-Chief:
Петров О.В., член-корреспондент РАН (ВСЕГЕИ)	Petrov O.V., Corr. Member of RAS (VSEGEI)
Заместитель главного редактора:	Deputy Editor-in-Chief:
Толмачева Т.Ю., д-р геолминерал. наук (ВСЕГЕИ)	Tolmacheva T.Yu., D.Sc. (VSEGEI)
Члены редколлегии:	Editorial board:
Бискэ Г.С., д-р геолминерал. наук (СПбГУ) Бортников Н.С., академик РАН (ИГЕМ РАН) Вялов В.И., д-р геолминерал. наук (МГУ) Егоров А.С., д-р геолминерал. наук (СПГУ) Ермилова О.К. (ВГБ) Жарков А.М., д-р геолминерал. наук (СПГУ) Кашубин С.Н., д-р геолминерал. наук (ВСЕГЕИ) Котов А.Б., член-корреспондент РАН (ИГГД РАН) Ларичев А.И., канд. геолминерал. наук (ВСЕГЕИ)	Biske G.S., D.Sc. (SPbU) Bortnikov N.S., Academician of RAS, D.Sc. (IGEM RAS) Vyalov V.I., D.Sc. (MSU) Egorov A.S., D.Sc. (SPMU) Ermilova O.K. (RGL) Zharkov A.M., D.Sc. (SPMU) Kashubin S.N., D.Sc. (VSEGEI) Kotov A.B., Corr. Member of RAS (IPGG RAS) Larichev A.I., PhD (VSEGEI) Mircnov Yu B. D.Sc. (VSEGEI)
Миронов Ю.Б., д-р геолминерал. наук (ВСЕГЕИ)	Mironov Yu.B., D.Sc. (VSEGEI)

Молчанов А.В., д-р геол.-минерал. наук (ВСЕГЕИ) Морозов А.Ф., канд. геол.-минерал. наук Проскурнин В.Ф., д-р геол.-минерал. наук (ВСЕГЕИ) Розанов А.Ю., академик РАН (ПИН РАН) Сысоев А.П., д-р техн. наук (ВСЕГЕИ) Ханчук А.И., академик РАН (ДВГИ ДВО РАН)

Худолей А.К., д-р геол.-минерал. наук (СПбГУ)

Лудолей А.К., д-р теол.-минерал. наук (Спогу)

Зельтманн Р., д-р геол.-минерал. наук (Музей естествознания, Лондон) Шатов В.В., канд. геол.-минерал. наук (ВСЕГЕИ) Biske G.S., D.Sc. (SPbU)
Bortnikov N.S., Academician of RAS, D.Sc. (IGEM RAS)
Vyalov V.I., D.Sc. (MSU)
Egorov A.S., D.Sc. (SPMU)
Ermilova O.K. (RGL)
Zharkov A.M., D.Sc. (VSEGEI)
Kotov A.B., Corr. Member of RAS (IPGG RAS)
Larichev A.I., PhD (VSEGEI)
Mironov Yu.B., D.Sc. (VSEGEI)
Molchanov A.V., D.Sc. (VSEGEI)
Morozov A.F., PhD
Proskurnin V.F., D.Sc. (VSEGEI)
Rosanov A.Yu., Academician of RAS (PIN RAS)
Sysoev A.P., DScTech (VSEGEI)
Khanchuk A.I., Academician of RAS (FEGI FEB RAS)
Khudoley A.K., D.Sc. (Natural History Museum, London)
Shatov V.V., PhD (VSEGEI)

Журнал включен в национальную библиографическую базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ) и перечень Высшей аттестационной комиссии (ВАК) по специальности 1.6 - Науки о Земле и окружающей среде.

Адрес электронной версии журнала:

на русском языке: http://reggeomet.ru/

на английском языке (аннотации): http://www.vsegei.ru/en/rgm/content/index.php

Журнал распространяется через подписной каталог ГК «Урал-Пресс». Подписной индекс 71938.

Перепечатка материалов возможна только с письменного разрешения учредителя журнала.

Редакция: Смирнова А.М., Алексеева О.Н., Зотова Е.А., Смирнова А.С., Миндрик А.А.

Подписано в печать 24.03.2023. Дата выхода в свет 27.03.2023. Печ. л. 15. Уч.-изд. л. 17,8. Формат 60 × 84/8. Тираж 100 экз. Заказ № 80000652. Цена свободная

## Адрес редакции и издателя

ВСЕГЕИ. Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106. Журнал «Региональная геология и металлогения». Тел. (812) 328-90-90 (доб. 23-23, 24-24) E-mail: izdatel@vsegei.ru

#### Отпечатано

на Картографической фабрике ВСЕГЕИ. Средний пр., 72, Санкт-Петербург, Россия, 199178. Тел. (812) 328-91-90, 321-81-53. E-mail: karta@vsegei.ru www.kf-vsegei.ru

© Издательство ВСЕГЕИ, «Региональная геология и металлогения», 2023

# с днем геолога!

## Уважаемые геологи – работники и ветераны отрасли!

От всей души поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем геолога.

Ровно 57 лет назад страна на самом высоком уровне оценила выдающиеся заслуги советских геологов в создании и освоении минерально-сырьевой базы, открытии важнейших нефтегазоносных месторождений в районах Западной Сибири, утвердив государственный статус этого праздника.

«Геолог» - уникальная профессия, сочетающая в себе упорный и порой нелегкий труд в полевых условиях, романтику экспедиций, преданность и любовь к своему делу, наличие знаний и важность накопленного опыта.

Сохраняя преемственность поколений, мы гордимся историей отечественной геологоразведки, ярким вкладом представителей нашей профессии в укреплении энергетического, оборонного и индустриального потенциала России.

Сегодня недропользование является стратегическим фундаментом экономического развития страны, успешного решения социальных задач и повышения качества жизни населения.

Только за 2022 г. в стране открыто 34 месторождения углеводородного сырья, 128 месторождений твердых полезных ископаемых, в том числе крупных по запасам: золото-медное месторождение Лугокан в Забайкальском крае и золоторудное месторождение Восточный Двойной в Амурской области. Обеспечено воспроизводство минерально-сырьевой базы основных видов стратегического минерального сырья – нефти, газа, меди, золота, платиноидов, сурьмы и других.

Современные реалии диктуют нам необходимость внедрения новых подходов, научных методов и инновационных технологий поисков и разведки полезных ископаемых с использованием современных отечественных разработок. Уверен, что общими усилиями и сплоченностью выдающихся умов современности мы сможем преодолеть любые вызовы и приумножить накопленный потенциал отрасли.

Особые слова благодарности выражаю ветеранам-геологоразведчикам, заложившим надежный фундамент для развития отечественной геологии и навсегда вошедшим в историю геологического изучения и промышленного освоения страны. Сегодня вы передаете свой неоценимый опыт студентам, молодым специалистам, которым только предстоит продолжить начатое вами дело. Уверен, что современное поколение геологов стремится быть достойными своих предшественников.

Желаю всем труженикам геологической отрасли доброго здоровья, неиссякаемой энергии, упорства и оптимизма, крепости духа, молодости души и радости новых открытий!

Благодарю вас за достойный труд и высокий профессионализм!

Руководитель Федерального агентства по недропользованию Е. И. Петров

# РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

- Н. В. Шатова, С. В. Серегин Новые данные о возрасте интрузивных пород намындыканского и викторинского комплексов южной части Омолонского массива (Магаданская область)
- В.В.Горшенина, О.Л.Коссовая, М.В.Ошуркова, Д.В.Збукова Опыт создания схемы межсерийной корреляции каменноугольных отложений Сибирской платформы
- Д. Д. Секерина, Е. А. Дергилева, А. С. Егоров Закономерности локализации структур каледонского и герцинского орогенеза Рудного Алтая
- *Н. Ю. Никулова* Геохимические характеристики терригенной толщи в основании палеозойского разреза на хребте Манитанырд (Полярный Урал)

# МЕТАЛЛОГЕНИЯ

- С. В. Видик, А. И. Ларичев, В. Г. Кахая, Е. В. Оленникова, И. В. Осадчий Создание схем корреляции нефтегазоносных комплексов нефтегазоносных провинций Российской Федерации в рамках работ по Государственному геологическому картографированию
  - В. А. Степанов, А. В. Мельников Октябрьский золотороссыпной центр приамурской золотоносной провинции (Амурская область, Россия)
- Л. Б. Макарьев, Ю. Б. Миронов, В. З. Фукс, Май Чонг Ту О новом типе уранового оруденения на месторождении Тьен Ан (Центральный Вьетнам)

Э. Ш. Курбанов, А. М. Ахунжанов, Б. М. Абдурахманов, А. Д. Каюмов Превентивные меры на основе гидрогеологических и инженерно-геологических процессов, вызванных природно-техногенными условиями при добыче полезных ископаемых (Республика Узбекистан)

# **REGIONAL GEOLOGY**

- 5 *N. V. Shatova, S. V. Seregin* New data on geochronological age of intrusive rocks of the Namyndykan and Victorinsky complexes in the southern Omolon Massif (Magadan Region, the Russian Far East)
- V. V. Gorshenina, O. L. Kossovaya, M. V. Oshurkova, D. V. Zbukova
   Experience of compiling an interseries correlation chart of Carboniferous deposits of the Siberian platform
- 52 D. D. Sekerina, E. A. Dergileva, A. S. Egorov Location patterns of Caledonian and Hercynian orogeny structures, Rudny Altai
- 63 *N. Yu. Nikulova* Geochemical characteristics of the terrigenous sequence at the base of the Paleozoic section of the Manitanyrd Ridge, the Polar Urals

# METALLOGENY

- 76 S. V. Vidik, A. I. Larichev, V. G. Kakhaya, E. V. Olennikova, I. V. Osadchiy Compiling correlation patterns of oil and gas complexes in oil and gas provinces of the Russian Federation as part of State geological mapping
- 88 *V. A. Stepanov, A. V. Melnikov* Oktyabrsky gold placer center of the Amur gold-bearing province, Amur region, Russia
- L. B. Makariev, Yu. B. Mironov, V. Z. Fuks, Mai Trong Tú
   About the new type of uranium mineralization at the Tien An deposit, Central Vietnam
- 107 E. Sh. Kurbanov, A. M. Akhunzhanov, B. M. Abdurakhmanov, A. D. Kayumov Preventive measures based on hydrogeological and geotechnical processes caused by natural and man-made conditions during mineral mining (Republic of Uzbekistan)

УДК 550.93:552.311(571.65) DOI:10.52349/0869-7892\_2023\_93\_5-27

# Н. В. Шатова, С. В. Серегин (ВСЕГЕИ)

# НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД НАМЫНДЫКАНСКОГО И ВИКТОРИНСКОГО КОМПЛЕКСОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОМОЛОНСКОГО МАССИВА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В статье приведены новые геохронологические и изотопно-геохимические данные, которые позволяют выделить в южной части Омолонского массива две группы интрузивных пород и уточнить их геодинамическую позицию. Исследованы петролого-геохимические и изотопно-геохронологические аспекты эволюции магм. В результате исследований уточнен раннемеловой возраст намындыканского комплекса и подтвержден позднемеловой возраст викторинского комплекса.

Ключевые слова: геодинамические режимы, Омолонский массив, U-Pb датирование, Q-57-XXVII, Охотско-Чукотский вулканический пояс, геохимические особенности.

# N. V. Shatova, S. V. Seregin (VSEGEI)

# NEW DATA ON GEOCHRONOLOGICAL AGE OF INTRUSIVE ROCKS OF THE NAMYNDYKAN AND VICTORINSKY COMPLEXES IN THE SOUTHERN OMOLON MASSIF (MAGADAN REGION, THE RUSSIAN FAR EAST)

The article provides new geochronological and isotope-geochemical data, which make it possible to identify two groups of intrusive rocks in the southern Omolon Massif and to clarify their geodynamic position. The petrological-geochemical and isotope-geochronological aspects of the evolution of magmas are discussed. Based on the study, the age of the Namyndykan Complex was corrected, and the age of the Victorinsky complex was confirmed as Late Cretaceous.

*Keywords:* geodynamic regimes, Omolon Massif, U-Pb dating, Q-57-XXVII, Okhotsk-Chukchi volcanic belt, geochemical features.

Для цитирования: Шатова Н. В., Серегин С. В. Новые данные о возрасте интрузивных пород намындыканского и викторинского комплексов южной части Омолонского массива (Магаданская область) // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 5–27. DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_5-27.

В рамках проведения работ по геологическому доизучению территории Российской Федерации (ГДП-200) на территории листа Q-57-XXVII, (Омкучанская площадь) проводились геологосъемочные работы. В ходе работ были получены новые данные по геохимии и возрасту интрузивов, относящихся к намындыканскому и викторинскому комплексам. В данной статье на основе вновь полученных данных проводится проверка принадлежности ряда интрузивных массивов к тому или иному комплексу и делаются предположения об условиях формирования викторинского и намындыканского интрузивных комплексов.

**Геологический очерк.** Зоны распространения намындыканского и викторинского комплексов расположены на территории Омолонского массива и прилегающих к нему площадей (рис. 1).

По особенностям тектонического плана с учетом глубинного строения в составе массива выделяют Юкагирскую глыбу и Восточно-Омолонскую зону, разделяющиеся, как правило, наложенными юрскими впадинами [17–19; 21; 22; 24; 27; 28; 31; 33; 37].

Юкагирская глыба — юго-западная, наиболее устойчивая часть Омолонского массива с общей тенденцией относительного воздымания на протяжении почти всей истории развития. Она обладает северо-западным удлинением и серией поперечных разломов расчленена на ряд тектонических блоков (поднятий) [9; 10], (Кузнецов В. М., ФБУ «ТФГИ по ДВФО», 1981); [4].

Восточно-Омолонская зона более подвижная (погруженная), равновеликая Юкагирской глыбе, часть Омолонского массива. Названная структура гетерогенна, отмечается ее трехчленное деление на Гыданскую и Ауланджинскую зоны, а также находящееся в основном между ними Моланджинское поднятие. Следует отметить, что строение территории расшифровано еще недостаточно, так как значительные площади здесь перекрыты терригенными осадками позднеюрских впадин.

Возрастной диапазон пород крайне обширен – от рифейского фундамента, вскрывающегося в некоторых блоках Юкагирской глыбы, до среднеюрских терригенных осадков по периферии блоков Восточно-Омолонской зоны. Наибольшее распространение имеют вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи девонского возраста [5–7; 10; 23; 33].

На юго-западе Омолонский массив граничит с Сугойской складчатой системой, охватывающей нижние течения рек Балыгычан, Сугой и Коркодон и в плане образует дугу, обращенную выпуклостью к юго-востоку. В ее составе выделяются Нижне-Сугойская и Сеймчано-Ачагинская складчатые зоны.

Возрастной диапазон пород колеблется в диапазоне от раннего девона до средней юры. Преобладают осадки триасового и раннеюрского возраста терригенно-карбонатной и туфогенно-терригенной формаций [1; 5; 6; 12].









# Рис. 1. Площади распространения интрузивов викторинского и намындыканского комплексов

Основные региональные подразделения: 1 – Омолонский массив, 2 – Супринский синклинорий, 3 – Джахтардак-Олойский вулканический пояс, 4 – Верхнеюрские наложенные впадины, 5 – Охотско-Чукотский вулканический пояс, 6 – Сугойский синклинорий, 7 – Удско-Мургальский вулканический пояс, 8 – Западно-Камчатско-Корякская складчатая система. Интрузивные комплексы: 9 – намындыканский комплекс, 10 – викторинский комплекс

На северо-востоке описываемой плошади Омолонский массив граничит с Супринской системой, которая в свою очередь является составляющей Березовской зоны Алазейско-Олойской системы [8; 10; 22; 30]. Супринская складчатая система протягивается в субширотном направлении вдоль северного края Омолонского массива не менее чем на 200 км, ширина ее достигает 50 км. Для нее характерна продольная линейная складчатость, выполненная пермо-триасовыми терригенно-карбонатными и ранне-среднеюрскими туфогенно-терригенной и флишоидной формациями. Поверх данных структур наложены многочисленные среднеюрские тектонические впадины, заполненные орогенными осадками позднеюрского и раннемелового возраста. Оба структурных этажа (включая орогенные осадки наложенных впадин) на описываемой площади перекрываются вулканитами позднеюрского-раннемелового возраста. На стыке Омолонского массива и Супринской складчатости выделяется Джахтардак-Олойский вулканический пояс, а на стыке Омолона и Западно-Камчатско-Корякской складчатой системы – Удско-Мургальский вулканический пояс [8; 10; 22; 34]. Оба пояса представлены переслаиванием риолитов, андезитов, базальтов и различных туфотерригенных пород. Раннемеловые вулканические пояса в свою очередь перекрываются вулканогенными образованиями среднего и кислого состава, относящимися к Охотско-Чукотскому вулканическому поясу позднемелового возраста [8; 17; 20; 25; 33; 36-39]. Викторинский и намындыканский комплексы распространены в основном на территории Омолонского массива, но часть интрузий захватывает и сопредельные площади.

Намындыканский комплекс имеет наибольшее распространение в Восточно-Омолонской тектоно-магматической зоне, по северо-восточному краю Омолонского массива. На территории Юкагирской глыбы и на территории наложенных юрских впадин количество намындыканских интрузий значительно меньше [10; 15; 16], (Кузнецов В. М., ФБУ «ТФГИ по ДВФО», 1981).

Для данной структуры характерны упорядоченные субпараллельные системы разломов, подчеркнутые вытянутыми вдоль них интрузивами. Данные системы располагаются субпараллельно структурам Джахтардак-Олойского пояса и на данной территории как бы повторяют его простирание.

Формирование намындыканского комплекса происходило в результате четырехфазного внедрения пород все более кислого расплава, сменяющих друг друга в следующей последовательности: 1) габбро и габбродиориты (10–15% интрузий комплекса), 2) диориты, их кварцсодержащие и кварцевые разновидности, диоритовые и габбродиоритовые порфириты (20–25%), 3) гранодиориты, адамеллиты, гранодиорит-порфиры (60–70%), 4) редкие жилы гранит-аплитов и пегматитов. Формирование пород от первой фазы к последней намындыканского комплекса отражает ход магматической деятельности, при которой смена продуктов идет от более основных к более кислым [8].

Многофазные массивы, как правило, имеют изометричные формы и занимают обширные площади. Так, например, петротип комплекса массив Медленный имеет площадь 250-260 км<sup>2</sup>. Более многочисленные двухфазные и моногенные интрузивы, как правило, имеют вытянутую форму и площадь от 0,5 до 5 км<sup>2</sup>. Намындыканские интрузивы прорывают в основном верхнепалеозойские и верхнеюрские отложения. Лишь некоторые из них внедрены в нижнемеловые вулканиты монаковской толщи [10]. Раннемеловой возраст намындыканского комплекса определяется присутствием валунов и галек характерных для него диоритов в конгломератах нижнемеловой (альбской) мастахской свиты и результатами К-Ar метода. На протяжении прошлых лет предшественниками было сделано 18 определений радиологического возраста диоритов и гранодиоритов, максимум распределения которых приходится на 122 млн лет, что соответствует началу аптского века.

Викторинский комплекс объединяет многофазные массивы и моногенные интрузивы Конгинского вулкано-плутонического ряда. Конгинская перивулканическая структура является ответвлением внешней зоны Охотско-Чукотского вулканического пояса. Она пересекает Омолонский массив и наложенные на него верхнеюрские структуры в меридиональном направлении. На юге описываемой площади, в верховьях р. Коркодон единичные интрузивы викторинского комплекса захватывают приграничные зоны Сугойского синклинория.

Так же, как и в намындыканском комплексе, крупные викторинские интрузивы имеют многофазное строение и состоят из пород ряда габбро-гранодиорит-гранит [2; 15; 16; 19]. Стадии формирования массива имеют разную пропорцию при пересчете на общую площадь интрузивов: 1) габброидная (около 3–5%), 2) диоритовой (10– 15%), 3) граносиенит-гранодиоритовой (60–70%) и 4) гранитной (15–20%). Аналогично намындыканскому комплексу, происходит дифференциация продуктов магматизма от основных к кислым с течением времени.

К числу относительно крупных многофазных массивов, сложенных преимущественно равномернокристаллическими породами, относятся: Мрачный (85–90 км<sup>2</sup>), Двойник (60 км<sup>2</sup>), Ветвистый (около 40 км<sup>2</sup>), Грозненский (около 30 км<sup>2</sup>). Так же, как и в породах намындыканского комплекса, в большом количестве присутствуют, как правило, моногенные мелкие тела – штоки, дайки и небольшие силлы.

Интрузивы викторинского комплекса прорывают не только палеозойские, триасовые и юрские отложения, но и верхнеальбско-сеноманские вулканиты конгинской свиты [10]. Значения изотопного возраста, полученные К-Аг методом, колеблются от 105–102 до 60 млн лет. Максимум



# Рис. 2. Положение массивов с точками отбора проб на схеме на основании карты масштаба 1 : 200 000 листа Q-57-XXVIII

Меловые интрузии: 1 – намындыканский комплекс, 2 – викторинский комплекс, 3 – четвертичные отложения: *а* – точки отбора проб, викторинский комплекс, б – точки отбора проб, намындыканский комплекс



30 0 30 60 90 км

их распределения приходится на 85–90 млн лет, что отвечает туронскому-коньякскому векам.

Петрографический состав. В ходе работ опробование проводилось в массовом количестве и затрагивало все фазы как викторинского, так и намындыканского комплексов (рис. 2). Результаты исследования показали, что породы обоих комплексов практически неотличимы друг от друга как визуально, так и при изучении шлифов. Коренные различия выявляются только при определении возрастных характеристик. В обоих плутонических комплексах можно отметить два петрохимических ряда: нормальнощелочной и умереннощелочной, присутствующих в обоих комплексах (табл. 1)

Намындыканский комплекс состоит из четырех фаз. Первая фаза: амфибол-клинопироксеновые и, реже, двупироксеновые монцогаббро, габбро,

Таблица 1

Состав пород и геохронологическая характеристика магматических пород
различных фаз внедрения викторинского и намындыканского комплексов,
полученная в ЦИИ ВСЕГЕИ локальным U-Pb методом по цирконам

№ п/п	Номер образца	Комплекс	Порода	Возраст, млн лет
1 2 2	2131 1157 2125	Викторинский комплекс	Монцогаббро, 1-я фаза Монцогаббро, 1-я фаза Кварцевый диорит-дорфир, 2-я фаза	106,7 ± 1,1 82,2 ± 1,0 84.6 ± 0.7
4	6301		Кварцевый диорит-порфир, 2-я фаза Монцонит, 2-я фаза	138,3 ± 1,4
5 6	1064 1070		Кварцевыи монцонит, 2-я фаза Кварцевый монцонит, 2-я фаза	143,8 ± 2,2 143,3 ± 1,9
7 8	2066 2065	Намындыканский	Кварцевый монцодиорит, 2-я фаза Кварцевый монцодиорит, 2-я фаза	140,8 ± 1,2 141,4 ± 1,0
9 10	3027 1331	комплекс	Гранодиорит, 2-я фаза Гранодиорит-порфир, 2-я фаза	141,6 ± 1,3 136,9 ± 1,1
11 12 13	2318 5301 3026		Гранодиорит-порфир, 2-я фаза Гранодиорит-порфир, 2-я фаза Граносиенит, 3-я фаза	137,5 ± 1,4 137,9 ± 1,1 141,8 ± 1,1

габбродиориты. Вторая главная интрузивная фаза: клинопироксен-роговообманковые диориты, кварцсодержащие и кварцевые диориты, биотит-клинопироксен-роговообманковые диорит-порфириты; монцодиориты, кварцевые монцодиориты, монцогранодиориты, биотит-роговообманковые граносиениты и тоналиты, гранодиорит-порфиры, кварцевые монцониты. Третья фаза: умереннощелочные граниты, плагиограниты, лейкограниты. Последняя, четвертая фаза – жильная фаза гранитов и аплитов.

Гранодиорит-порфиры (1331-2, 2318-1, 5301-4) имеют порфировую и гипидиоморфнозернистую структуру. Кварц ксеноморфный от 15 до 20%, плагиоклаз представлен андезином и олигоклазом (от 40 до 50%). Калиевый полевой шпат (ортоклаз) составляет 20%. Темноцветные минералы – биотит и амфибол, в сумме 10–12%. Вторичные минералы представлены в виде серицита по плагиоклазу 1–2%.

Породы образуют переходные разности к *ераносиенитам* (3026-1), где происходит уменьшение количества олигоклаза (до 15%) и усиление ортоклаза (до 45%), содержания темноцветных минералов и кварца остаются на том же уровне.

Акцессорные минералы представлены апатитом и сфеном. Апатит образует мелкие (0,05 мм) кристаллы и крупные (до 1 мм), равномерно распределен в породе. Сфен встречается в виде мелкозернистых масс и конвертообразных зерен, как правило, в достаточно больших для акцессориев количествах – более 20 зерен в одном шлифе. Рудные минералы в некоторых образцах занимают до 2–3% объема породы, часто ассоциируют с акцессорными минералами. Монцодиориты (1064-1А, 1070-1, 2066-1, 3027-1, 2065-1, 6301-4) крупнозернистые, разновидности: биотит-роговообманковые и кварцевые. В породах отмечаются структуры диоритовые, монцонитовые. Минеральный состав: кварц (от 0 до 15% в кварцевых разновидностях) представлен ксеноморфными кристаллами. Калиевый полевой шпат также ксеноморфный представлен ортоклазом от 30 до 40%, плагиоклаз (андезин) составляет 35–40%. Количество ортоклаза и плагиоклаза варьирует и обусловливает переход между монцонитами и монцодиоритами. Роговая обманка образует уплощенные кристаллы до 5 мм – 13–20%, биотит 3–7% густо-зелено-бурого цвета, пластинчатой формы.

Вторичные минералы представлены альбитом, серицитом по плагиоклазу и редкими зернами цоизита, в сумме не более 3%. Акцессорные минералы: крупный до 1 мм сфен и идиоморфный циркон. Рудные минералы в сумме не превышают 1–2%.

Викторинский плутонический комплекс имеет в своем составе несколько разнообразных по составу фаз внедрения. Первая фаза: полнокристаллические габбродиориты, габбро, монцогаббродиориты, монцогаббро. Вторая фаза: диориты, диорит-порфиры, кварцевые диориты, монцониты, монцодиориты; тоналиты, гранодиориты, дайки диорит-порфиров; третья фаза: граниты, умереннощелочные, лейкограниты и редкая жильная фаза гранит-аплитов и пегматитов.

*Монцогаббро* (2131, 1157-1). Породы имеют порфировидную и гипидиоморфнозернистую габбровую структуру. Примерно половину объема породы и более, в зависимости от количества темноцветных, занимает плагиоклаз ряда лабрадора. Темноцветные минералы занимают от четверти до 45%, в значительной мере представлен биотит. Диопсид и роговая обманка отличаются отсутствием собственной окраски, амфибол преобладает. Вторичные минералы не превышают в сумме 10%, представлены хлоритом по биотиту, вторичным зеленым биотитом по диопсиду и амфиболу, серицит по плагиоклазу. Рудные минералы составляют около 5%, часто образуют каймы вокруг роговой обманки. Акцессорные минералы (до 1%) представлены апатитом.

Кварцевый диорит-порфир (2135). Структура порфировая, основная масса скрыто- и мелкокри-

сталлическая. Вкрапленники составляют 30–35%, представлены бурым и зеленым биотитом, роговая обманка с ясным плеохроизмом, а также плагиоклазом – зональным андезином. В основной массе преобладают плагиоклаз, представленный андезином, и биотит. В меньшей степени распространена идиоморфная роговая обманка. Каймы из рудных минералов вокруг зерен роговой обманки. Вторичные минералы: хлорит развивается по биотиту, зеленый биотит и серицит по плагиоклазу в основной массе. В сумме вторичные минералы не превышают 5%.

Из вышеперечисленного можно сделать вывод о близком составе аналогичных фаз в комплексах.



Рис. 3. Распределение графиков редкоземельных элементов, нормированных на хондрит С1 [44] в породах намындыканского комплекса



Рис. 4. Распределение графиков редкоземельных элементов, нормированных на хондрит С1 [44] в породах викторинского комплекса

Геохимическая характеристика гранитоидов. По соотношению щелочей и кремнезема породы намындыканского комплекса относятся к нормально-, в меньшей степени умереннощелочным породам (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O = 3,8–8,0%, SiO<sub>2</sub> = 44–73%) с калиево-натриевым и натровым типом щелочности (среднее отношение Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O = 1,2) [26; 29]. Для них характерна высокая глиноземистость (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 17–21%), агпаитность – относятся к щелочноземельному ряду; высокая магнезиальность: среднее значение MgO = 4,8%; наибольшие значения 9–12%; коэффициент фракционирования изменяется от 47 до 73; умеренновысокие содержания CaO (2–10%); TiO<sub>2</sub> (0,6–2,3%), и низкие содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0,08–0,9%. ASI для гранитоидов из намындыканского комплекса варьирует в интервале от 0,9 до 1,4, со средним 1,2, что вместе с вышеперечисленными значениями коэффициентов позволяет сделать вывод о том, что приведенные характеристики характерны для гранитоидов I типа и указывают на их принадлежность к нему [32; 39].

На диаграммах распределения редкоземельных элементов, по характеру распределения можно сделать вывод о том, что породы обогащены легкими редкими землями и обеднены тяжелыми, а также по отсутствию европиевой аномалии можно сделать вывод, что во время кристаллизации



## Рис. 5. Дискриминантные диаграммы [43]

a - Nb-Y, б - Ta-Yb, в - Rb - (Y + Nb), г - Rb - (Yb + Ta)

1 – габбро (1157/1), 2 – монцогаббро (2131/1), 3 – гранит (5301/3), 4 – гранодиорит (5301/1, 4319/1, 1331/2), 5 – граносиенит (3026), 6 – монцодиорит (2065/1, 3027/1, 2066/1, 6301/3), 7 – монцонит (2130/1, 2135/1), 8 – кварцевый монцодиорит (1064/1A, 1070/1), 9 – диорит-порфир (1046/1). Пунктирная линия на диаграммах Nb-Y и Ta-Yb – граница ORG для аномальных рифтов. Поля на диаграммах: ORG – граниты океанических хребтов; WPG – внутриплитные граниты; VAG – граниты вулканических дуг; Syn-COLG – синколлизионные граниты

# Таблица 2

Геохимические характеристики исследуемых образцов из викторинского и намындыканского комплексов

Комплекс	Ви	кторинск	кий					Намын,	дыканскі	ИЙ			
Номер пробы/элемент	2131-1	2135-1	1157-1	3026-1	3027-1	2066-1	2065-1	10641a	1070-1	6301-5	5301-2	2318-1	1331-2
SiO <sub>2</sub> %	48	59,4	45,2	64,9	60,6	56,5	57	60,4	56,5	56,2	65,2	67,8	66,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	18	18,5	19,8	16,6	19	17,9	17,9	19	18,2	17,8	16,6	17,3	17,6
TiO <sub>2</sub> %	1,91	0,47	1,48	0,82	0,9	1,35	1,31	0,95	1,31	0,87	0,23	0,28	0,37
Fe₂O₃общ %	12,5	4,94	11,1	5,18	6,24	10	9,8	6,5	9,88	7,09	4,84	2,33	2,87
MnO %	0,18	0,2	0,18	0,1	0,11	0,15	0,16	0,14	0,17	0,19	0,086	0,062	0,061
FeO %	5,69	1,69	4,47	3,06	2,04	4,62	4,56	2,58	4,76	4,07	0,05	1,48	1,78
MgO %	3,72	1,35	4,8	1,99	2,37	4,11	4,23	2,57	4,21	2,99	0,51	1	1,1
CaO %	8,99	4,89	11,2	1,56	2,41	2,63	2,61	2,38	2,55	5,36	2,66	2,77	4,23
Na <sub>2</sub> O %	3,73	5	2,84	3,47	4,04	3,62	3,54	3,95	3,62	4,2	4,48	5,98	4,62
K <sub>2</sub> O %	1,41	3,08	1,25	4,48	3,02	2,79	2,66	3,08	2,63	2,4	1,66	1,36	1,87
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	0,3	0,22	0,64	0,12	0,19	0,3	0,2	0,21	0,21	0,27	0,079	0,13	0,14
ппп %	1,7	1,35	1,5	0,61	1	0,42	0,45	0,69	0,69	2,52	3,88	0,99	0,95
Сумма%	99,8	99,4	100	99,9	99,9	99,9	99,8	99,9	99,9	99,9	100	100	100
La ppm	13,4	31,6	25,7	33,7	30,2	28,1	25,7	36,6	31	26,7	10,5	20,8	15
Ce ppm	30,3	65	56,4	65,2	58,7	54,6	50,6	67,3	58,2	52,8	18	38,8	30
Pr ppm	4,18	7,59	7,19	7,07	6,65	6,43	5,76	7,09	6,45	6,54	2,24	4,51	3,71
Nd ppm	18,9	30,4	29,6	33,1	33,2	30	27,6	31,4	29,7	25	9,21	14,9	13,8
Sm ppm	4,48	5,7	5,9	6,53	6,99	6,62	6,02	6,63	6,69	4,85	1,71	2,61	2,67
Eu ppm	1,58	1,84	2,03	1,66	1,66	1,77	1,57	1,84	1,94	1,56	0,68	0,89	0,97
Gd ppm	4,46	4,42	4,92	5,74	6,17	5,68	5,18	5,48	5,37	4,54	1,47	2,06	2,18
Tb ppm	0,62	0,58	0,64	0,93	1	0,98	0,93	0,89	0,9	0,67	0,21	0,29	0,29
Dy ppm	4,03	3,13	3,44	5,01	5,47	5,16	4,72	4,68	4,31	3,83	1,08	1,25	1,42
Ho ppm	0,85	0,66	0,68	0,92	0,97	0,99	0,92	0,89	0,78	0,79	0,22	0,25	0,27
Er ppm	2,52	1,75	1,93	2,79	2,56	2,43	2,34	2,47	2,31	2,19	0,52	0,56	0,57
Tm ppm	0,33	0,27	0,27	0,46	0,42	0,42	0,41	0,4	0,36	0,32	0,094	0,068	0,078
Yb ppm	2,24	1,87	1,82	3,47	3,04	3	2,82	2,87	2,63	1,96	0,43	0,58	0,64
Lu ppm	0,31	0,31	0,27	0,54	0,44	0,44	0,4	0,41	0,35	0,36	0,067	0,074	0,09
Rb ppm	20,5	59,5	38,3	110	55,2	64,2	54,6	50,7	45,7	31	14,9		21,1
Sr ppm	471	983	979	393	504	522	549	721	696	771	415		1120
Y ppm	22,7	18,2	18,9	27,1	32	22,7	24,6	22,1	23,7	19,6	5,07		6,31
Zr ppm	92,8	148	111	384	323	130	160	166	174	133	81		110
Nb ppm	5,66	9,43	7,91	15,9	10,7	8,74	9,48	7,74	8,3	6,29	4,51		5,05
Ba ppm	338	2040	1140	609	461	427	445	569	552	654	258		501
Hf ppm	2,39	3,67	2,74	9,79	8,05	3,35	3,87	4,06	4,19	3,22	2,17		2,62
Ta ppm	0,34	0,68	0,54	1,42	0,81	0,64	0,67	0,6	0,57	0,37	0,37		0,37
Th ppm	1,13	3,81	2,93	9,92	4,62	4,28	3,94	3,44	3,97	1,98	0,95		1,43
U ppm	0,36	1,22	1,13	2,19	1,15	1,3	1,15	0,85	0,7	0,49	0,39		0,5

в среде происходило относительно небольшое накопление плагиоклаза в мантийном источнике. Для графиков распределений можно выделить максимально высокие превышения содержаний легких редких земель, которые характерны для гранодиоритов из намындыканского комплекса, и максимально низкие, характерные для габброидов. Отмечается практически полное отсутствие европиевой аномалии, изредка небольшой положительной аномалии (Eu/Eu\* = 0,94–1,16) (рис. 3) при сумме редких земель от 71,2 до 168,9 г/т, и при вариациях соотношения LaN/YbN от 4,3 до 14,7. Наиболее низкие значения наблюдаются у субвулканических пород диоритового ряда, а высокие – в магматических породах монцонитового ряда.

Породы викторинского комплекса имеют суммарные содержания редкоземельных элементов (РЗЭ), варьирующие в пределах 88–155 г/т для более основных разностей пород (рис. 4). При (LaN/YbN = 2,8–8,57) графики распределения редких земель имеют сглаженный характер и отличаются практически полным отсутствием европиевой аномалии (Eu/Eu\* = 0,9–1,07), что согласуется с данными по породам из намындыканского комплекса.

Исходя из высоких содержаний Ва, Sr, Pb, Li и низких Nb, Ta, Hf, Zr (табл. 2) в габброидах, можно сделать вывод, что генерация родоначальных расплавов данного интрузивного комплекса была связана, предположительно, с субдукцией континентальной коры в мантийный субстрат. Хондрит-нормализованные спектры P3Э интрузива, сложенного породами викторинского комплекса, характеризуются обогащением легкими лантаноидами, тяжелые P3Э находятся на уровне 33–67 хондритовых. Соотношение Th/Yb (0,5–2,1) и Ta/Y (0,15–0,37) для пород из намындыканского комплекса, которые примыкают к продуктам плавления деплетированной мантии. В этих породах доля ассимиляции корового источника составляла значительную часть.

На дискриминантных диаграммах Дж. Пирса [43]: Hf-Ta-Rb Nb-Y, Ta-Yb, Rb-Yb+Ta, Rb-Y+Nb (рис. 5 и рис. 6) фигуративные точки составов всех пород из двух комплексов попадают в поля VAG. Такая же картина наблюдается на диаграмме С. Д. Великославинского (рис. 7) [3; 4], разделяющей гранитоиды на островодужные, внутриплитные и коллизионные типы по параметрам F1 и F2, включающим петрогенные и редкие элементы, точки составов гранитов, гранодиоритов, монцонитов, граносиенитов и кварцевых диоритов отвечают полю IAG для субдукционных гранитоидов. Все типы пород отличаются в целом низкими содержаниями Rb, что характерно для низкодифференцированных магм [11].

По минеральному составу габброидов, а также средних и умереннокислых пород викторинский комплекс принципиально сравним с раннемеловым намындыканским, интрузивы которого характерны для Восточно-Омолонской тектоно-магматической зоны. В рассматриваемых магматитах повышенные содержания шелочного полевого шпата, благодаря которым среди габброидов викторинского комплекса, наряду с габбро и габбродиоритами, присутствуют и монцонитоидные разности. Повышение щелочности выше нормальной наблюдается и в более кислых породах, например, среди диоритов присутствуют и монцодиориты, а среди умереннокислых пород, кроме гранодиоритов, характерны кварцевые монцониты и граносиениты. Относительно петрохимических характеристик, по агпаитности породы викторинского комплекса можно отнести к щелочноземельному комплексу (0,21-0,44), как и для пород намындыканского комплекса (0,16-0,42), глиноземистость умеренная, петрохимическая серия умереннощелочная и нормальнощелочная, тип щелочности калиево-натриевый до





1 – гранит низкощелочной, 2 – гранодиориты; 3 – габбро и монцогаббро, 4 – диорит-порфир, 5 – монцониты, 6 – монцодиориты, 7 – кварцевые монцодиориты, 8 – граносиенит. Поля на диаграммах: ORG – граниты океанических хребтов; WPG – внутриплитные граниты; VAG – граниты вулканических дуг; Syn-Colg – синколлизионные граниты

# Таблица 3

Результаты U-Pb датирования цирконов из основных типов породы намандыканского и викторинского комплексов

	Коэфф. корр.	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
	¥%	1,8	1,4	1,4	1,4	1,1	1,0	0,8	1,2	1,6	0,8	2,5	2,2	1,9	2,8	2,0	2,3	2,1	1,8	2,0	2,1	2,1	3,1	2,2	2,2	2,5	1,6	2,9	3,2	2,4	0,9
	(1) <sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U	0,02134	0,0217	0,02204	0,02207	0,02225	0,02226	0,02253	0,02252	0,02271	0,02391	0,02189	0,02333	0,02268	0,02141	0,02258	0,02186	0,02256	0,0229	0,02247	0,02209	0,02173	0,02198	0,02235	0,02253	0,02278	0,02283	0,02286	0,02306	0,02308	0,05976
	%Ŧ	15,0	5,4	12	13	12,0	9,3	6,1	12	17,0	5,7	35	32	35	36	26	30	21	8,6	32	26	30	33	27	32	32	19	38	37	29	3,4
ления изотопо	(1) <sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U	0,1390	0.1595	0,1500	0,1440	0,1380	0,1430	0,1409	0,1530	0,1390	0,1631	0,123	0,121	0,101	0,118	0,139	0,131	0,168	0,173	0,116	0,132	0,126	0,175	0,135	0,128	0,141	0,139	0,144	0,167	0,147	0,439
Отноп	%Ŧ	15	5,2	12	13	12	9,2	6,1	12	17	5,7	35	32	35	36	25	30	21	8,4	32	26	30	33	27	32	32	19	38	37	29	3,2
	(1) <sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb*	0,0473	0,0533	0,0493	0,0475	0,0451	0,0466	0,0453	0,0494	0,0444	0,0495	0,0410	0,0380	0,0320	0,0400	0,0450	0,0430	0,0540	0,0549	0,0370	0,0430	0,0420	0,0580	0,0440	0,0410	0,0450	0,0440	0,0460	0,0520	0,0460	0,0533
	¥	1,8	1,4	1,4	1,4	1,1	1,0	0,8	1,2	1,6	0,8	2,5	2,2	1,9	2,8	2,0	2,3	2,1	1,8	2,0	2,1	2,1	3,1	2,2	2,2	2,5	1,6	2,9	3,2	2,4	0,9
	(1) <sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb*	46,86	46,08	45,37	45,30	44,95	44,93	44,38	44,40	44,03	41,82	45,70	42,87	44,09	46,70	44,29	45,70	44,33	43,67	44,50	45,26	46,03	45,50	44,74	44,38	43,90	43,81	43,70	43,40	43,30	16,73
	) <sup>238</sup> U e	2,2	2,0	1,7	1,8	1,4	1,2	1,1	1,5	2,0	1,1	2,6	2,5	2,1	3,1	2,1	2,6	2,5	2,8	2,1	2,4	2,1	3,1	2,5	2,3	2,8	1,9	3,1	3,3	2,8	3,5
	(2 206Pb/ Ag	136,4	137,6	140,5	141,0	142,5	142,3	144,3	143,5	145,6	152,3	141,0	150,8	147,6	138,0	144,7	140,3	142,9	144,9	145,3	141,9	139,7	138,6	143,4	145,0	146,0	146,4	146,3	146,4	147,7	374,5
млн лет	238U	2,4	2,0	1,9	2,0	1,6	1,4	1,1	1,8	2,4	1,2	3,4	3,2	2,7	3,8	2,8	3,2	3,0	2,7	2,9	2,9	2,9	4,3	3,1	3,1	3,6	2,3	4,2	4,6	3,5	3,4
озрасты,	(1) <sup>206</sup> Pb//	136,1	138,4	140,5	140,8	141,8	141,9	143,6	143,6	144,8	152,3	139,6	148,7	144,6	136,5	143,9	139,4	143,8	145,9	143,3	140,9	138,6	140,1	142,5	143,7	145,2	145,5	145,7	147,0	147,1	374,2
	ppm <sup>206</sup> Pb*	1,92	1,96	2,09	2,06	3,59	4,47	8,01	3,1	2,43	6,99	1,28	1,64	1,61	0,801	1,66	0,966	1,11	0,917	1,55	1,1	1,44	0,649	1,07	1,37	0,884	1,73	0,744	0,647	0,979	5,4
	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U	0,61	0,64	0,41	0,63	0,64	0,71	0,41	0,58	0,56	0,65	0,87	0,96	0,67	0,56	0,95	0,95	0,54	0,60	0,64	0,79	0,58	0,56	0,75	0,57	0,84	0,63	0,55	0,75	0,84	0,65
r/T	Th	61	65	43	66	116	159	164	88	66	213	56	75	53	23	77	46	30	27	49	43	42	18	39	38	36	53	19	23	39	66
ржания,	⊃	104	105	109	107	186	232	412	158	123	339	66	80	81	42	84	50	56	47	78	57	75	33	55	69	44	87	37	31	48	105
Соде	% <sup>206</sup> Pb <sub>c</sub>	1,33	0,00	1,17	1,22	0,97	0,78	0,52	1,18	1,54	0,49	2,73	2,23	2,11	2,85	2,18	2,54	2,23	0,00	2,26	2,22	2,38	3,75	2,34	2,56	2,87	1,64	3,39	3,83	2,60	0,00
	Точка анализа	3026-1_1.1	3026-1_6.1	3026-1_8.1	3026-1_9.1	3026-1_5.1	3026-1_4.1	3026-1_7.1	3026-1_10.1	3026-1_3.1	3026-1_2.1	1070-1_1.1	1070-1_2.1	1070-1_3.1	1070-1_4.1	1070-1_5.1	1070-1_6.1	1070-1_7.1	1070-1_8.1	1070-1_9.1	1070-1_10.1	1064-1a_5.1	1064-1a_2.1	1064-1a_6.1	1064-1a_10.1	1064-1a_9.1	1064-1a_1.1	1064-1a_3.1	1064-1a_4.1	1064-1a_7.1	1064-1a_8.1

# Региональная геология и металлогения № 93/2023 -

0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
1,6	1,4	1,7	1,5	1,4	1,7	1,9	1,4	1,3	1,5	1,7	1,0	1,5	1,4	0,8	1,4	1,4	1,2	1,4	1,1	1,0	1,0	1,6	1,8	1,3	1,4	1,7	1,3	1,3	1,6	1,3	1,4	1,0	1,0	1,4	2,1
0,02235	0,0221	0,02213	0,02256	0,02227	0,02219	0,02247	0,02248	0,02184	0,02205	0,02206	0,02185	0,02226	0,02255	0,02218	0,02197	0,02206	0,02257	0,02222	0,02228	0,02202	0,02227	0,02171	0,02245	0,02201	0,02196	0,02187	0,02191	0,02228	0,02229	0,02195	0,02088	0,02101	0,02117	0,02130	0,02149
15	13	20	15	1	17	17	5,8	12	16	6,4	6,3	17	1	3,1	1	14	8,6	5,9	10	3,4	6,5	16	7	7	8,9	20	8,6	7	20	7	5,9	4,2	4,3	S	5,5
0,144	0,143	0,133	0,138	0,153	0,151	0,15	0,1597	0,127	0,131	0,1545	0,1367	0,138	0,142	0,1533	0,162	0,13	0,148	0,1677	0,127	0,1448	0,1512	0,149	0,137	0,143	0,163	0,144	0,151	0,144	0,136	0,139	0,1463	0,1436	0,1446	0,1411	0,1473
15	13	19	15	1	17	17	5,6	12	16	6,2	6,3	17	1	ო	1	14	8,5	5,7	10	3,2	6,4	15	<del>,</del>		8,8	20	8,6	-	20	5	5,7	4,1	4,1	4,8	5,1
0,0469	0,0468	0,0437	0,0442	0,0499	0,0493	0,0484	0,0515	0,0421	0,0431	0,0508	0,0454	0,0451	0,0456	0,0501	0,0536	0,0428	0,0477	0,0548	0,0412	0,0477	0,0493	0,0497	0,0443	0,0472	0,0539	0,0478	0,0499	0,0467	0,0442	0,0460	0,0508	0,0496	0,0495	0,0481	0,0497
1,6	1,4	1,7	1,5	1,4	1,7	1,9	1,4	1,3	1,5	1,7	~	1,5	1,4	0,8	1,4	1,4	1,2	1,4	1,1	1,0	1,0	1,6	1,8	1,3	1,4	1,7	1,3	1,3	1,6	1,3	1,4	1,0	1,0	1,4	2,1
44,75	45,24	45,19	44,33	44,91	45,06	44,51	44,48	45,78	45,34	45,33	45,8	44,93	44,35	45,08	45,51	45,32	44,31	45,00	44,89	45,42	44,91	46,06	44,55	45,43	45,54	45,73	45,63	44,88	44,86	45,55	47,9	47,6	47,23	46,95	46,53
2,0	1,8	2,1	1,9	1,9	2,1	2,4	2,0	1,6	1,9	2,4	1,3	1,8	1,9	1,1	1,8	1,8	1,7	2,1	1,4	1,4	1,4	1,9	2,5	1,6	2,1	1,9	1,7	1,7	1,9	1,7	±1,9	±1,4	±1,4	±1,9	±2,9
142,8	141,3	142,0	144,6	141,8	141,4	143,3	142,9	140,5	141,6	140,3	140,0	142,6	144,3	141,2	139,3	141,7	144,1	140,6	143,4	140,6	141,9	138,3	143,9	140,7	139,2	139,6	139,6	142,5	143,0	140,5	132,8	133,9	134,9	136,0	136,9
2,2	2,0	2,4	2,1	2,0	2,4	2,6	2,0	1,8	2,1	2,4	1,3	2,2	2,0	1,1	1,9	1,9	1,8	2,0	1,5	1,4	1,5	2,2	2,5	1,8	2,0	2,4	1,7	1,8	2,3	1,8	±1,9	±1,4	±1,4	±1,9	±2,9
142,5	140,9	141,1	143,8	142,0	141,5	143,2	143,3	139,3	140,6	140,7	139,4	141,9	143,7	141,4	140,1	140,7	143,9	141,7	142,0	140,4	142,0	138,5	143,1	140,4	140,0	139,4	139,7	142,1	142,1	140,0	133,2	134,0	135,1	135,9	137,1
2,59	3,34	2,36	3,11	2,9	2,52	1,76	2,59	4,26	2,95	2,09	7,1	3,2	3,6	16,0	3,0	3,2	3,6	2,3	6,9	8,6	6,23	2,86	4,29	4,22	2,37	2,81	3,79	3,73	3,15	4,04	2,19	4,07	4,02	3,02	2,69
0,63	0,74	0,72	0,74	0,66	0,64	0,47	0,63	0,83	0,59	0,66	0,59	0,66	0,58	0,56	0,63	0,62	0,61	0,65	0,5	0,54	0,82	0,61	0,67	0,71	0,69	0,67	0,60	0,68	0,64	0,63	0,32	0,45	0,43	0,48	0,34
81	124	85	113	96	81	41	81	180	88	70	215,00	106,00	102,00	455,00	97,00	99,00	110,00	75,00	173,00	236,00	256	89	143	151	84	96	116	126	100	129	38	98	91	76	48
133	174	122	159	150	130	06	134	225	153	110	375	166	183	836	159	166	185	119	358	453	324	151	221	221	125	147	200	193	162	212	122	226	221	165	146
1,32	1,12	1,68	1,21	0,96	1,54	1,56	0,00	0,91	1,30	0,00	0	2	<del>.</del>	0	<del>.</del>	~	-	0	~	0	0,54	1,50	0,89	0,91	0,00	1,91	0,75	0,91	1,74	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3027-1 1.1	3027-1_10.1	3027-1_2.1	3027-1_3.1	3027-1_4.1	3027-1_5.1	3027-1_5.2	3027-1_6.1	3027-1_7.1	3027-1_8.1	3027-1_9.1	2065-1_1.1	2065-1_10.1	2065-1_2.1	2065-1_3.1	2065-1_4.1	2065-1_5.1	2065-1_6.1	2065-1_7.1	2065-1_8.1	2065-1_9.1	2066-1_1.1	2066-1_10.1	2066-1_2.1	2066-1_3.1	2066-1_4.1	2066-1_5.1	2066-1_6.1	2066-1_7.1	2066-1_8.1	2066-1_9.1	1331-2_3.1	1331-2_10.1	1331-2_6.1	1331-2_4.1	1331-2_1.1

	Сод	ержания,	г/т		ğ	озрасты, л	ллн лет						Отног	пения изото	TOB			
Точка анализа	206Pb <sub>c</sub>		Th	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U	ppm <sup>206</sup> Pb*	(1 <sup>206</sup> Pb/ Ag	) 238U e	(2) <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup>		(1) <sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb*	¥	(1) <sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb*	%∓	(1) <sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U	%Ŧ	(1) <sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U	¥%	Коэфф. Корр.
1331-2_8.1	0,00	135	44	0,34	2,49	137,2	±1,8	137,1 ±	1,9	46,5	1,3	0,0494	5,3	0,1464	5,5	0,02151	1,3	0,2
1331-2_5.1	0,00	192	58	0,31	3,57	138,1	±1,5	137,6 ±	1,6	46,2	1,1	0,0512	4,4	0,1528	4,5	0,02165	1,1	0,2
1331-2_9.1	0,00	188	79	0,43	3,55	139,8	±1,6	140,1 ±	1,6	45,6	1,1	0,0471	4,6	0,1425	4,7	0,02193	1,1	0,2
1331-2_7.1	0,00	221	78	0,36	4,19	140,7	±1,5	140,6 ±	1,5 4	15,31	1,0	0,0496	4,1	0,1510	4,2	0,02207	1,0	0,2
1331-2_2.1	0,00	120	82	0,71	5,9	359,1	±4,1	358,6 ±	4,2	17,46	1,2	0,0548	3,2	0,4330	3,4	0,05729	1,2	0,3
2318-1_1.1	0,00	129	55	0,45	2,32	133,9	±1,8	133,3 ±	1,9 4	17,65	1,4	0,0521	5,3	0,1507	5,5	0,02099	1,4	0,2
2318-1_10.1	00'0	253	113	0,46	4,75	139,3	±1,4	139,5 ±	1,4	15,77	1,0	0,0479	3,9	0,1444	4,1	0,02185	1,0	0,2
2318-1_2.1	0,00	382	345	0,93	7,01	136,1	±1,1	135,8 ±	1,14	16,87	0,8	0,0504	3,1	0,1482	3,2	0,02134	0,8	0,2
2318-1_3.1	0,00	55	19	0,36	0,981	132	±2,8	130,6 ±	, ,8 ,9	48,3	2,1	0,0575	8,0	0,1640	8,2	0,02069	2,1	0,3
2318-1_4.1	0,00	114	44	0,40	2,15	139,5	±2	139,8	±2 4	15,71	1,4	0,0473	5,8	0,1426	6,0	0,02188	1,4	0,2
2318-1_5.1	0,00	237	76	0,33	4,37	136,9	±1,6	137 ±	1,6 4	16,58	1,2	0,0484	4,0	0,1434	4,1	0,02147	1,2	0,3
2318-1_6.1	0,00	204	109	0,55	3,74	136,2	±1,7	136,4 ±	1,8 4	16,83	1,3	0,0475	4,5	0,1400	4,7	0,02136	1,3	0,3
2318-1_7.1	0,00	98	40	0,43	1,84	139,4	±2,1	139,7 ±	2,2 4	15,75	1,5	0,0471	6,2	0,1418	6,4	0,02186	1,5	0,2
2318-1_8.1	0,00	149	79	0,55	2,88	143,2	±1,8	143,3 ±	:1,8 4	14,51	1,3	0,0484	5,0	0,1500	5,2	0,02247	1,3	0,2
2318-1_9.1	0,00	166	63	0,39	3,07	136,9	±1,6	136,9 ±	1,7 4	16,58	1,2	0,0491	4,8	0,1454	5,0	0,02147	1,2	0,2
5301-4_5.1	1,03	158	34	0,22	2,88	133,7	±1,8	132,9 ±	1,7 4	47,72	1,4	0,0534	10	0,1540	10	0,02096	1,4	0,1
5301-4_3.1	0,00	644	200	0,32	11,8	136,6	±0,99	136,7	±1	16,69	0,73	0,0482	2,5	0,1423	2,6	0,02142	0,7	0,3
5301-4_1.1	0,00	83	23	0,28	1,54	137,5	±2,3	137,5 ±	2,3 4	16,38	1,7	0,0491	6,6	0,1460	6,8	0,02156	1,7	0,2
5301-4_10.1	0,00	154	42	0,28	2,86	137,6	±1,7	137,1 ±	1,8 4	16,37	1,3	0,0514	4,9	0,1529	5	0,02157	1,3	0,2
5301-4_4.1	0,00	151	32	0,22	2,82	138,7	±1,7	138,5 ±	1,8 4	15,99	1,2	0,0499	4,9	0,1495	5	0,02175	1,2	0,2
5301-4_7.1	0,00	185	48	0,27	3,49	139,7	±1,6	139,4 ±	1,7 4	15,66	1,2	0,0504	4,6	0,1522	4,8	0,02190	1,2	0,2
5301-4_6.1	0,00	293	06	0,32	5,55	140,9	±1,3	140,7 ±	1,3 4	15,27	0,93	0,0495	3,6	0,1507	3,8	0,02209	0,9	0,2
5301-4_2.1	0,00	287	29	0,11	6,11	157,5	±1,4	157,3 ±	:1,5 4	10,44	0,92	0,0499	3,4	0,1702	3,6	0,02473	0,9	0,3
5301-4_8.1	0,00	70	50	0,73	3,48	361,0	±4,7	359,8 ±	4,9	17,36	1,3	0,0567	4,2	0,4500	4,4	0,05760	1,3	0,3
5301-4_9.1	0,00	141	149	1,09	7,4	381,9	±3,5	380,9 ±	3,7	16,38	0,95	0,0566	3,7	0,4760	3,8	0,06104	1,0	0,2
2,1	0,00	266	411	4,99	1,6	139,2	1,2	138,8	1,1	15,80	0,9	0,05112	6,7	0,1539	6,7	0,02183	0,9	0,1
4,1	1,58	244	328	4,53	1,4	138,1	2,3	139,6	2,1	16,18	1,7	0,03991	16,8	0,1192	16,9	0,02166	1,7	0,1
5,1	2,34	196	280	3,65	1,5	137,9	1,9	141,1	1,3 4	16,25	1 4	0,03011	29,7	0,0897	29,7	0,02162	1,4	0,0
6,1	1,12	175	211	3,24	1,2	137,0	2,7	138,5	2,5 4	16,57	2,0	0,04003	17,2	0,1185	17,3	0,02147	2,0	0,1
7,1	0,00	165	64	3,13	0,4	140,6	2,3	139,3	2,2	15,34	1,6	0,05632	8,9	0,1713	9,1	0,02206	1,6	0,2
	_															_		

	0,1	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
3 7	ე. ქ	2,4	1,7	2,0	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,7	1,6	1,2	1,3	1,2	0,6	1,2	1,3	1,2	0,8	1,2	1,2	1,3	1.2	1,2	1,9	1,4	1,5	1,3	1,4
0 02069	0,02135	0,02099	0,02154	0,02171	0,01642	0,01723	0,01721	0,0168	0,01641	0,01654	0,01631	0,01695	0,01671	0,01636	0,01286	0,01292	0,01294	0,01294	0,01326	0,01336	0,01337	0,01341	0,05929	0,06060	0,01248	0,01264	0,01264	0,01275	0,01281	0,0128	0,01286	0,01324	0,01347	0,01419
115.7	22,5	112,7	42,0	7,0	4,2	5,4	3,9	1,9	3,4	2,4	1,9	2,3	2,6	2,1	6,1	17	5,4	5,8	9,8	2,7	4,9	5,3	3,5	2,7	3,4	2,6	4,4	2,8	5,0	5,7	3,7	4,8	4,1	3,7
0 0468	0,1163	0,0470	0,0931	0,1599	0,1142	0,1108	0,1107	0,1109	0,1123	0,1078	0,1079	0,1132	0,1115	0,1068	0,0939	0,073	0,0866	0,0829	0,079	0,089	0,0896	0,0866	0,438	0,443	0,081	0,0834	0,0814	0,0858	0,0886	0,0838	0,0877	0,087	0,0879	0,0913
115.6	22,3	112,7	41,9	6,7	4,1	5,2	3,7	1,6	3,1	2,1	1,6	2,0	2,3	1,7	5,9	17	5,3	5,7	9,7	2,6	4,8	5,1	3,3	2,5	3,2	2,3	4,3	2,5	4,9	5,4	3,4	4,5	3,9	3,4
0 0164	0,03951	0,01624	0,03133	0,05341	0,0505	0,0466	0,0466	0.04788	0,0496	0.04727	0.04801	0.04845	0,0484	0.04735	0,053	0,0409	0,0485	0,0465	0,0432	0,0483	0,0486	0,0468	0,0536	0,0531	0,0471	0,0478	0,0467	0,0488	0,0502	0,0474	0,0495	0,0477	0,0473	0.0466
3 7	3,1	2,4	1,7	2,0	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,7	1,6	1,2	1,3	1,2	0,6	1,2	1,3	1,2	0,8	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,9	1,4	1,5	1,3	1,4
48.33	46,84	47,65	46,43	46,06	60,90	58,05	58,10	59,51	60,95	60,46	61,33	59,01	59,86	61,14	77,7	77,4	77,28	77,27	75,42	74,87	74,77	74,6	16,87	16,5	80,10	79,10	79,10	78,42	78,04	78,10	77,80	75,50	74,25	70,50
4	4,0	1,4	1,6	2,8	1,3	1,4	1,3	1,2	1,4	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	0,5	1,0	1,2	4,4	2,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,2	1,3	1,1	1,3
137.3	137,8	139,3	140,4	137,7	104,7	110,3	110,2	107,5	104,7	105,9	104,3	108,3	106,8	104,7	81,8	83,5	82,8	83,0	85,4	85,5	85,6	86,0	371,5	379,8	80,0	81,0	81,1	81,6	81,8	82,0	82,2	84,8	86,3	91,0
4	4 , 2	3,2	2,3	2,8	1,3	1,4	1,3	1,2	1,4	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,0	1,1	1,0	0,5	1,0	1,1	4,3	2,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,2	1,3	1,1	1,3
132.0	136,2	133,9	137,4	138,5	105,0	110,1	110,0	107,4	104,9	105,8	104,3	108,3	106,8	104,6	82,4	82,8	82,9	82,9	84,9	85,5	85,7	85,9	371,3	379,3	80,0	81,0	81,0	81,7	82,1	82,0	82,4	84,8	86,2	90,8
с. О	1,2	0,4	0,9	1,7	13	6,07	9,88	22	5,44	12	22,8	19,9	20,5	23,6	1,52	2,1	2,01	1,8	4,02	8,54	4,07	2,26	4,84	12,7	8,58	10,1	4,91	8,95	9,55	1,8	4,84	2,8	10,5	4,46
181	2,70	1,87	2,65	4,49	0,58	0,43	0,61	0,85	0,41	0,44	0,46	0,31	0,37	0,41	0,51	0,27	0,70	0,60	0,94	0,96	1,09	0,76	0,56	0,49	3,01	3,59	1,63	4,64	2,15	1,90	1,34	2,06	1,24	3,17
č.	167	35	129	405	513	171	395	1258	152	360	718	416	515	671	67	49	123	94	320	694	375	144	52	115	2329	3239	714	3666	1799	301	569	491	1082	1125
102	147	104	143	241	915	408	666	1527	386	843	1627	1367	1428	1676	138	186	181	162	351	745	354	196	95	243	799	932	451	817	864	164	438	246	903	366
4 81	1,79	4,65	2,76	0,00	0,39	0,39	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,17	0,09	0,00	1,38	00'0	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,29	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00
0	9,1 1	11,1	12,1	13,1	2131_1.1	2131_2.1	2131_2.2	2131_3.1	2131_3.2	2131_3.3	2131_4.1	2131_4.2	2131_5.1	2131_6.1	2135_10.1	2135_8.1	2135_4.1	2135_6.1	2135_1.1	2135_5.1	2135_2.1	2135_7.1	2135_9.1	2135_3.1	1157-1_3.1	1157-1_7.1	1157-1_6.1	1157-1_8.1	1157-1_5.1	1157-1_2.1	1157-1_4.1	1157-1_9.1	1157-1_10.1	1157-1_1.1



Рис. 7. Дискриминантная диаграмма (F/\_wc)I\_(c-w)2 [3]

натриевого (Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O = 2,67–2,29), что попадает и в диапазон значений для намындыканского комплекса (табл. 2) [29].

На мультиэлементных диаграммах графики распределения пород из намындыканского комплекса (рис. 8) характеризуются типом распределения с обогащением крупноионными литофильными элементами относительно высокозарядных и минимумами (Ba), Sr, Ta, Ti, демонстрируя при этом смешанный характер: танталовый минимум отвечает субдукционным меткам, при одновременном отсутствии ниобиевого минимума, Ba/Nb отношение также является слишком низким (3–9) для обстановок субдукции, тогда как Ba/La равен 15–64, что отвечает интервалу, указывающему на субдукционную обстановку [32].

Изотопная характеристика гранитоидов. Выделение цирконов было проведено в ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ» с использованием стандартных методик плотностной и магнитной сепараций. Цирконы выделены из 14 образцов. Возраст цирконов определялся локальным U-Pb методом на вторично-ионном микрозонде SHRIMP-II (ЦИИ ВСЕГЕИ) по стандартной методике (табл. 3). Для выбора точек датирования в зернах использовались оптические





1 – породы намандыканского комплекса, 2 – породы викторинского комплекса



Рис. 9. Микрофотографии цирконов в режиме катодолюминесценции и их конкордия для цирконов по пробе 3026-1 из граносиенита

(в проходящем и отраженном свете) и катодолюминесцентные изображения (CL) циркона. Отмечено, что для всех цирконов из образцов намындыканского комплекса содержание урана остается невысоким 31–800 ppm, тория – 18–250 ppm, а также везде присутствует магматическое торий-урановое соотношение в 0,47–0,9 [41; 42]. В облике цирконов преобладают совершенные кристаллографические формы, тонкая осцилляционная зональность, отсутствие ядер, оболочек обрастания и следов механической абразии.

Из всего разнообразного состава пород намындыканского комплекса были проанализированы цирконы в 10 образцах: пять из кварцевых монцодиоритов (1064-1а, 1070-1, 2066-1, 3027-1, 2065-1), три из гранодиорит-порфиров (1331-2, 2318-1, 5301-4), один из монцодиорита (6301-4) и один из граносиенита (3026-1) (табл. 2).

Из викторинского комплекса было проанализировано на возраст три образца с номерами 2131, 1157-1 (монцогаббро) и 2135 (кварцевый диорит-порфир) (табл. 1).

Исследуемые породы можно разделить на четыре группы по петрографическому признаку. Первые три относятся к намындыканскому комплексу, последняя – к викторинскому.

Первая группа пород представлена одним образцом граносиенита. Десять зерен цирконов изучено в образце граносиенита 3026-1, для всех цирконов получен конкордатный возраст в 141,8 ± 1,1 млн лет. Кристаллы цирконов имеют длиннопризматический габитус, размер 120-400 км (рис. 9). Для цирконов этого образца характерно невысокое содержание U (в среднем 159 г/т) и основная часть зерен представлена цирконом с осцилляционной зональностью с чередованием участков серого и черного оттенков в CL. Чаще всего осцилляционная зональность контрастна, но в некоторых зернах она затушевана и размыта или представлена в виде нескольких зон.

Вторая группа пород представлена четырьмя образцами монцодиоритов и одним монцонита. Проанализировано 10 зерен цирконов в каждом из четырех образцов биотит-роговообманковых монцодиоритов и 10 из монцонита. Они имеют длинно- и короткопризматический габитус, размер 110–330 мкм (рис. 10, 11). Цирконы можно разделить на несколько групп. Для первой группы характерно наличие секториальной зональности, для второй – осцилляционная зональность в краевых зонах, для этих зерен характерно деление на «серые» и «черные» участки. Последняя группа представлена темными кристаллами с плохо различимой тонкой зональностью.

Для всех цирконов получены конкордатные возрасты в интервале 141-143 млн лет. Для 10 зерен из монцодиорита (проба 1070) и девяти зерен из кварцевого монцонита (1064-1а) (рис. 10) получен возраст в 143,0 ± 1,9 и в 143,8 ± 2,2 соответственно. Для монцодиоритов (2065-1, 2066-1 и 3027-1) (рис. 11) были получены следующие конкордатные значения возраста в млн лет: 141,3 ± 1,0 (проба 2065-1), 141,8 ± 1,2 (проба 2066-1), 141,6 ± 1,3 (проба 3027-1). Из пробы 2065-1 было проанализировано 10 точек по 10 зернам, из пробы 2066-1, аналогично, 10 точек по 10 зернам цирконов, из пробы 3027-1 11 точек по 10 зернам цирконов. Все цирконы характеризуются длинно- и короткопризматическими с размерами по длинной стороне в 150-410 мкм, разница в возрасте составляет 1-2 млн лет, что не превышает ошибку измерений. Это подтверждает, что унаследованные древние ядра в цирконах отсутствуют и полученные возрасты отражают время кристаллизации монцонитоидов.

Третья группа пород представлена двумя образцами кварцевого диорита и двумя гранодиоритами. Для двух кварцевых диоритов (5301 и 6301) (рис. 12) и двух гранодиоритов (1331 и 2318) (рис. 13) получены очень близкие конкордатные значения возраста в 137,9 ± 1,1 (проба



Рис. 10. Микрофотографии цирконов в режиме катодолюминесценции и их конкордии из монцодиорита и монцонита

5301), 138,3 ± 1,4 (проба 6301), 136,9 ± 1,1 (проба 1331-2) и 137,5 ± 1,4 (проба 2318-1) млн лет. Из каждой пробы был получен возраст по 10 точкам. Цирконы из кварцевых диоритов обладают четкой зональностью, наблюдаются ядра, в отдельных случаях со следами перекристаллизации. Магматическая зональность с широкими четкими чередованиями темных и светлых зон. Для гранодиоритов характерны цирконы одинакового строения, с тонкой магматической зональностью, присутствием совсем светлых белых зон в катодолюминесцентном изображении цирконов и серых зон, а также неизменных ядер в строении цирконов.

Из викторинского комплекса получены конкордатные значения возраста по одной пробе монцогаббродиорита (2131) (рис. 14) и двум монцогаббро (1157 и 2135) (рис. 15) в 106,6 ± 1,1 млн лет, и 82,6 ± 0,7 и 84,6 ± 0,8 млн лет, соответственно. В монцогаббро из пробы 1157 было проанализировано 9 точек по 9 зернам, в монцогаббродиорите – 10 точек из 10 цирконов, и в монцогаббро из пробы 2135 проанализировано восемь точек в восьми зернах. Содержание урана варьирует от 386 до 4000 г/т, а в монцогаббродиорите (96– 700 г/т), торий-урановое соотношение остается магматическим [30] (0,3–1,09) кроме монцогаббро (1157), где достигает 4, из-за повышенного содержания тория до 3666 г/т. Цирконы делятся на несколько групп, так же как цирконы из намындыканского комплекса. Одна группа обладает тонкой ненарушенной осцилляционной зональностью, другая секториальной зональностью с участками серых и темных зон. Другая группа представлена менее вытянутыми, приближенными к тетрагональной дипирамиде кристаллами, цирконами черного (в катодолюминесцентном изображении) цвета.

Обсуждение результатов. Исследованные массивы южной части Омолонского массива сложены гранитами, гранодиоритами, монцонитоидами широкого спектра составов. Возраст кристаллизации цирконов в изученных интрузиях можно разделить на две большие группы, относящиеся к раннему (берриас–валанжин) и позднему (альб– коньяк) мелу.

Петрографический состав и петро-геохимические особенности изученных пород позволяют сопоставлять их с дифференцированными гранитами I типа.

## - РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ



Рис. 11. Микрофотографии цирконов в режиме катодолюминесценции и их конкордии из монцодиоритов



Рис. 12. Микрофотографии цирконов в режиме катодолюминесценции и их конкордии из кварцевых диоритов

По Е.В.Склярову, гранитоиды андезитового ряда, которые сходны по петрохимическим и геохимическим данным с гранитоидами из намындыканского комплекса, формируются в островодужных обстановках [32; 41]. Полученные же в ходе этой работы данные показывают, что часть параметров графиков распределения редкоземельных элементов отвечает субдукционным обстановкам, а часть – нет. Это смешение характеристик параметров в графиках редкоземельных элементов хорошо укладывается в модель Склярова, где гранитоиды данного геохимического типа являются составной частью палеоостровных дуг, но приурочены не непосредственно к островной дуге, а к ее тыловой части, на континентальной окраине [32].

Наиболее точной моделью, объясняющей появление интрузий с данными параметрами, на наш взгляд, является обстановка задугового спрединга с неассимилированным слэбом на глубине, который при своем плавлении создает в породах геохимические метки, отвечающие надсубдукционным обстановкам [34].

Согласно наиболее широко используемой модели геологического развития региона в интервале верхняя юра – верхний мел, дважды формировались вулканические пояса. Начиная с титона и до конца готерива был сформирован Джахтардак-Олойский [13; 14; 35] вулканический пояс, а в интервале альб-кампан формировался Охотско-Чукотский [1; 31; 35]. Обе структуры представляют собой надсубдукционные пояса андийского типа [28] и в пространственном отношении частично накладываются друг на друга.

Зона основного распространения ОЧВП расположена значительно южнее описываемой территории и приурочена к современному тихоокеанскому побережью, однако для нее характерно наличие перивулканических зон, образующихся в зонах

# - РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ



Рис. 13. Микрофотографии цирконов в режиме катодолюминесценции и их конкордии из гранодиоритов



Рис. 14. Микрофотографии цирконов в режиме катодолюминесценции конкордия из монцогаббродиорита



Рис. 15. Микрофотографии цирконов в режиме катодолюминесценции и их конкордии из монцогаббро

задугового спрединга. К одной из этих зон (Конгинской) и приурочены интрузивы викторинского комплекса (Гусаров Б. М., Сдерягин В. И., Беликова О. Д., ФБУ «ТФГИ по ДВФО», 1984).

Полученные для намындыканского комплекса возрастные характеристики (берриас–валанжин) относят его ко времени формирования Джахтардак-Олойского и Удско-Мургальского вулканических поясов (титон–готерив). В структурном плане система разломов и сопряженных с ними интрузий намындыканского комплекса повторяет контуры Джахтардак-Олойского ВП, расположенного в непосредственной близости от зоны распространения интрузий комплекса. Крайне похожие на викторинские графики распределения редких земель позволяют предположить обстановку задугового спрединга на северо-востоке Омолонского микроконтинента в период формирования Джахтардак-Олойского сегмента Олойского вулканического пояса.

## Выводы

1. По петрохимическим, геохимическим и изотопным данным выделяется два этапа гомодромного развития магматизма. Первый этап представлен намындыканским комплексом, заложенный в интервале берриас–валанжин. И более поздний, второй этап, аналогичный первому, представлен викторинским комплексом, который относится к интервалу альбского-коньякского веков.

2. Уточнен состав викторинского и намындыканского комплексов. Результатом геодинамической интерпретации стало выявление цикличности образования плутонических и вулканических комплексов в рамках временного интервала от раннего до позднего мела в период существования двух вулканических поясов Джахтардак-Олойского и Охотско-Чукотского.

3. Подтверждена принадлежность викторинского комплекса к Охотско-Чукотскому вулканическому поясу и высказано предположение о приуроченности намындыканского комплекса к этапам формирования Джахтардак-Олойского вулканического пояса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акинин В. В., Миллер Э. Л. Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Петрология. – 2011. – Т. 19, № 3. – С. 249–290.

 Акинин В. В. Позднемезозойский и кайнозойский магматизм и преобразование нижней коры в северном обрамлении пацифики // Автореф. дис. д-р геол.-минерал. наук. – М., 2012.

3. Великославинский С. Д. Геохимическая типизация кислых магматических пород ведущих геодинамических обстановок // Петрология. – 2003. – Т. 11, № 4. – С. 363– 380.

4. Великославинский С. Д. Раннедокембрийские гранитогнейсовые комплексы центральной части Алданского щита / С. Д. Великославинский, А. Б. Котов, Е. В. Толмачева., Е. Б. Сальникова, В. П. Ковач, А. М. Ларин // Петрология. – 2011. – Т. 19, № 4. – С. 399–416.

5. Гагиева А. М. Жуланова И. Л. Геохронометрия среднепалеозойских вулканитов Омолонского массива: сопоставление K-Ar, Rb-Sr, U-Pb данных, геологическая интерпретация // Тихоокеанская геология. – 2011. – Т. 30, № 3. – С. 3–19.

6. Гагиева А. М. Эндогенные события в позднедокембрийской и палеозойской истории Омолонского массива: сопоставление геологических и геохронометрических данных // Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. – Магадан, 2013.

7. Гагиева А. М. Среднепалеозойский вулканизм Омолонского массива (Северо-Восток Азии): особенности химического состава и проблемы геодинамической интерпретации // Вестник ОНЗ РАН. – 2014. – Т. 6. – С. 1–12.

8. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Т. 1. – 572 с.

9. Герасимова Н. А. Основные черты тектоники Омолонской глыбовой области / Н. А. Герасимова, Б. М. Гусаров, Е. Ф. Дылевский, И. А. Ковальчук, К. В. Аймаков // Мезозойский тектогенез. СВКНШ ДВНЦ АН СССР. – Магадан, 1971. – С. 150–156.

10. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000. Серия Омолонская. Лист Q-57-XXVII, XXVIII: Объяснительная записка / А. М. Лященко. – М., 1978. – 95 с.

11. Гребенников А. В. Гранитоиды А-типа: Проблемы диагностики, формирования, систематики // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55, № 9. – С. 1356–1373.

12. Жуланова И. Л., Русакова Т. Б., Котляр И. Н. Геохронология и геохронометрия эндогенных событий в мезозойской истории Северо-Востока Азии // Сев.-Вост. комплекс. НИИ ДВО РАН. – М. : Наука, 2007. – 358 с.

13. Кара Т. В. Новые геохронологические U-Pb-данные о возрасте вулкано-плутонической ассоциации Олойского пояса Алазейско-Олойской складчатой системы (Западная Чукотка) / Т. В. Кара, М. В. Лучицкая, С. М. Катков, Е. А. Белоусова // Докл. РАН – 2019. – Т. 487, № 6. – С. 653–658.

14. Кара Т. В. Позднеюрско-раннемеловая вулкано-плутоническая ассоциация Олойского пояса Западной Чукотки: уран-свинцовые SIMS и LA-ICP-MS данные / Т. В. Кара, М. В. Лучицкая, С. М. Катков, Е. А. Белоусова // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. – 2019. – Т. 64, Вып. 3. – С. 422–443.

15. Лучицкая М. В. Гранитные комплексы мезозоя– кайнозоя в структуре континентальной окраины северо-востока Азии // Геотектоника. – 2013. – № 5. – С. 3–35.

16. Лучицкая М. В. Состав, возраст и происхождение мелового гранитоидного магматизма Восточной Чукотки / М. В. Лучицкая, С. Д. Соколов, В. Пиис Э. Миллер, Б. В. Беляцкий // Геотектоника. – 2018. – № 3. – С. 21–41.

ляцкий // Геотектоника. – 2018. – № 3. – С. 21–41. 17. Лычагин П. П., Дылевский Е. Ф. К проблеме вулкано-плутонических ассоциаций (на примере Северо-Востока СССР) // Известия АН СССР. Сер. геол. – 1984. – № 4. – С. 20–29.

18. Лычагин П. П. Магматизм центральных районов Северо-Востока СССР / П. П. Лычагин, Е. Ф. Дылевский, В. И. Шпикерман, В. Б. Ликман. – Владивосток: ДАН СССР, 1989. – 120 с.

19. Лычагин П. П., Дылевский Е. Ф. Ликман В. Б. Магматизм Омолонского срединного массива // Известия АН СССР. Сер. геол. – 1990. – № 7. – С. 17–29.

20. Мерзляков В. М., Терехов М. И., Бялобжеский С. Г. О срединных массивах Северо-Востока СССР // Геотектоника. – 1974. – № 5. – С. 61–73.

21. Мерзляков В. М. Эволюция представлений о Колымском массиве // Вопросы геологии срединных массивов Северо-Востока СССР. – Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 5–17. 22. Мерзляков В. М., Терехов М. И., Лычагин П. П.

22. Мерзляков В. М., Терехов М. И., Лычагин П. П. Тектоника Омолонского массива // Геотектоника. – 1982. – № 1. – С. 74–85.

23. Мерзляков В. М. Геология центральных районов Северо-Востока СССР // Автореф. дис. д-т. геол.-минерал. наук. – Новосибирск, 1986. – 32 с.

24. Металлогенические и тектоно-магматические исследования на основе материалов аэро- и космосъемок. – Л. : Недра, 1988. – 212 с.

25. Миледин А. К. Кедонский окраинно-континентальный магматический пояс Омолонского срединного массива (Северо-Восток СССР) // Региональная геодинамика и стратиграфия Азиатской части СССР. Сборник научных трудов. – ГОСКОМГЕОЛОГИИ СССР: Аэрогеология. – 1992. – С. 86–97.

26. Мурхауз В. Практическая петрология. – М. : Издво иностранной литературы, 1963. – 480 с.

27. Оксман В. С. Тектоника коллизионного пояса Черского (Северо-Восток Азии). – М. : ГЕОС, 2000. – 269 с.

28. Парфенов Л. М. Континентальные окраины и островные дуги мезозоид Северо-Востока Азии. – Новосибирск: Наука, 1984. – 192 с.

29. Практическая петрология: методические рекомендации по изучению магматических образований применительно к задачам госгеолкарт. — СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2017. – 168 с.

30. Смирнов В. Н. Верхоянско-Чукотская область новейшего горообразования: зональность и основные этапы формирования // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53, № 5. – С. 610–620.

31. Соколов С. Д. Очерк тектоники северо-востока Азии // Геотектоника. – 2010. – № 6. – С. 60–78.

32. Скляров Е. В. Интерпретация геохимических данных. – М.: Интерметинжиниринг, 2001. – 288 с.

33. Терехов М. И. Геологическое строение и история развития южной части Омолонского массива и его складчатого обрамления // Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. – Владивосток, 1971.

34. Тихомиров П. Л. Меловой окраинно-континентальный магматизм северо-востока Азии и вопросы генезиса крупнейших фанерозойских провинций кремнекислого вулканизма // Дис. на соискание ученой степени д-ра геол.-минерал. наук. – М. : МГУ, 2018.

35. Тихомиров П. Л., Правикова Н. В., Бычкова Я. В. О взаимоотношениях Удско-Мургальского и Охотско-Чукотского вулканических поясов: новые данные геохронологии и геохимии // Геология и геофизика. – 2020. – Т. 61, № 4. – С. 468–488.

36. Умитбаев Р. Б., Садовский А. И., Сидоров А. А. Охотско-Омолоно-Чукотская тектоно-магматическая система и главные черты ее металлогении // ДАН СССР, 1980. – Т. 251, № 1. – С. 185–189.

37. Ханчук А. И Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Т. 1. – С. 1–572.

38. Akinin V. V., Miller E. L., et al. Episodicity and the dance of late Mesozoic magmatism and deformation along the northern circum-Pacific margin: north-eastern Russia to the Cordillera. – Earth-Science Reviews 208 (2020).

39. Frost B. R., Barnes C. G., Collins W. J., et al. A geochemical classification for granitic rocks // J. Petrology. – 2001. – Vol. 42. – No. 11. – Pp. 2033–2048.

40. Johnson S. E., Tate M. C., Fanning C. M. New geologic mapping and SHRIMP UPb zircon data in the Peninsular Ranges batholith, Baja California, Mexico: evidence for asuture? // Geology. – 1999. – Vol. 27. – No. 8. – P. 743–746.

41. Jourdan F., Bertrand H. et al. Major and Trace Element and Sr, Nd, Hf, and Pb Isotope Compositions of the Karoo Large Igneous Province, Botswana-Zimbabwe: Lithosphere vs Mantle Plume Contribution //Journal of petrology. – 2007. – Vol. 48. – No. 6. – Pp. 1043–1077.

42. Ivanov A. V. et al. Low-Ti melts from the southeastern Siberian Traps Large Igneous Province: Evidence fora water-rich mantle source? // J. Earth Syst. Sci. 117, February 2008. – No. 1. – Pp. 1–21.

43. Pearce J. A., Harris N. B. W., Tindle A. G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. of Petrology. – 1984. – Vol. 25. – No. 4. – Pp. 956–983.

44. Sun S. S., McDonough, W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: Magmatism in the ocean basins / Eds.: A. D. Saunders M. J. Norry // Geological Society of London. – London, 1989. – Pp. 313–345.

## REFERENCES

1. Akinin V. V., Miller., E. L. Evolution of calc-alkaline magmas of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt. *Petrology*. 2011, vol. 19, no. 3, pp. 249–290. (In Russian).

2. Akinin V. V. Late Mesozoic and Cenozoic magmatism and transformation of the lower crust in the northern frame of the Pacific. Abstract dis. doc. geol.-miner. Sciences. Moscow, 2012.

3. Velikoslavinsky S. D. Geochemical typification of felsic igneous rocks of leading geo-dynamic settings. *Petrology*. 2003, vol. 11, no. 4, pp. 363–380. (In Russian).

4. Velikoslavinsky S. D. et al., Early Precambrian granite-gneiss complexes of the central part of the Aldan Shield. *Petrology*. 2011, vol. 19, no. 4, pp. 399–416. (In Russian).

5. Gagieva A. M., Zhulanova I. L. Geochronometry of the Middle Paleozoic volcanic rocks of the Omolon massif: comparison of K-Ar, Rb-Sr, U-Pb data, geological interpretation. *Pacific Geology*. 2011, vol. 30, no. 3, pp. 3–19.

6. Gagieva A. M. Endogenous events in the Late Precambrian and Paleozoic history of the Omolon massif: comparison of geological and geochronometric data. Abstract. dis. cand. geol.-miner. Sciences. Magadan, 2013.

7. Gagieva, A. M., Middle Paleozoic volcanism of the Omolon massif (Northeast Asia): features of chemical composition and problems of geodynamic interpretation. Bulletin of ONZ RAS. 2014, vol. 6, pp. 1–12. (In Russian).

8. Geodynamics, magmatism and metallogeny of the East of Russia. Vladivostok, Dalnauka, 2006. vol. 1, 572 p.

9. Gerasimova N. A., Gusarov B. M., Dylevsky E. F. et al. Main features of the tectonics of the Omolon global region. Mesozoic Tectogenesis. Magadan,1971, pp. 150–156.

10. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta SSSR. Masshtab 1 : 200 000. Serija Omolonskaja. List Q-57-XXVII, XXVIII: Ob''jasnitel'naja zapiska [State Geological Map of the USSR. Scale 1 : 200,000. Omolon series. Sheet Q-57-XXVII, XXVIII: Explanatory note]. A. M. Lyashchenko. Moscow, 1978, 95 p.

11. Grebennikov A. V. A-type granitoids: Problems of diagnostics, formation, systematics. *Geology and geophysics*. 2014, vol. 55, no. 9, pp. 1356–1373. (In Russian).

12. Zhulanova I. L., Rusakova T. B., Kotiyar I. N. Geochronology and geochronometry of endogenous events in the Mesozoic history of Northeast Asia. North-East complex. Research Institute FEB RAS. Moscow, Nauka, 2007. 358 p.

13. Kara T. V., Luchitskaya M. V., Katkov S. M., Belousova E. A. New geochronological U-Pb data on the age of the volcano-plutonic association of the Oloi belt of the Alazeya-Oloy fold sys-tem (western Chukotka) Doklady akademii nauk. 2019, vol. 487, no. 6, pp. 653–658.

14. Kara T. V., Luchitskaya M. V., Katkov S. M., Belousova E. A. Late Jurassic-Early Cre-taceous volcanic-plutonic association of the Oloy belt of Western Chukotka: uranium-

lead SIMS and LA-ICP-MS data Bulletin of St. Petersburg State University. Earth Sciences. 2019, vol. 64, iss. 3, pp. 422–443. (In Russian).

15. Luchitskaya M. V. Granite complexes of the Mesozoic – Cenozoic in the structure of the continental margin of the northeast of Asia Geotectonics. 2013, no. 5, pp. 3–35.

16. Luchitskaya M. V., Sokolov S. D., et al. Composition, age and origin of Cretaceous granitoid magmatism in eastern Chukotka. *Geotectonics.* 2018, no. 3, pp. 21–41. (In Russian).

17. Lychagin P. P., Dylevsky E. F. On the problem of volcano-plutonic associations (on the example of the North-East of the USSR). Ser. geol. 1984, no. 4, pp. 20–29.

18. Lychagin, P. P. et al., Magmatism in the Central Regions of the Northeast of the USSR. Vladivostok, FEB AN USSR, 1989, 120 p.

19. Lychagin, E. F. Dylevsky, V. B. Likman Magmatism of the Omolon median massif. *Izv. Ser. geol.* 1990, no. 7, pp. 17–29. (In Russian).

20. Merzlyakov V. M., Terekhov M. I., Byalobzheskii S. G. On the middle massifs of the Northeast of the USSR. *Geotectonics*. 1974, no. 5, pp. 61–73. (In Russian).

21. Merzlyakov V. M. Evolution of ideas about the Kolyma massif. Questions of geology of the middle massifs of the North-East of the USSR. Magadan, SVKNII DVNTs AN SSSR, 1977, pp. 5–17.

22. Merzlyakov V. M., Terekhov M. I., Lychagin P. P. Tectonics of the Omolon Massif. *Geotectonics*. 1982, no. 1, pp. 74–85. (In Russian).

23. Merzlyakov V. M. Geology of the central regions of the North-East of the USSR. Ab-stract dis. doc. geol.-miner. Sciences. Novosibirsk, 1986, 32 p.

24. Metallogenic and tectonic-magmatic studies based on aerial and space surveys. Leningrad, Nedra, 1988, 212 p.

25. Miledin A. K., Kedon marginal-continental magmatic belt of the Omolon median massif (North-East of the USSR), Regional Geodynamics and Stratigraphy of the Asiatic Part of the USSR. Collection of scientific papers. GOSKOMGEOLOGI of the USSR: Aerogeology. 1992, pp. 86–97.

26. Moorhouse V. Practical petrology. Moscow: Publishing House of Foreign Literature, 1963, 480 p.

27. Oksman V. S. Tectonics of the Chersky collision belt (Northeast Asia). Moscow, GEOS, 2000, 269 p.

28. Parfenov L. M., Mesozoic Continental Margins and Island Arcs in Northeast Asia. Novosibirsk, Nauka, 1984, 192 p.

29. Practical petrology: guidelines for the study of igneous formations in relation to the tasks of state geolmaps. St. Petersburg, VSEGEI Publishing House, 2017, 168 p.

30. Smirnov V. N., Verkhoyansk-Chukotka region of recent mountain building: zoning and main stages of formation. Geol. 2012, vol. 53, no. 5, pp. 610–620.

31. Sokolov S. D. Essay on the tectonics of the northeast of Asia. *Geotectonics*. 2010, no. 6, pp. 60–78. (In Russian).

32. Sklyarov E. V. Interpretation of geochemical data. Moscow, Intermet Engineering, 2001.

33. Terekhov M. I. Geological structure and development history of the southern part of the Omolon massif and its folded framing. Abstract. dis. cand. geol.-miner. Sciences. Vladivostok, 1971.

34. Tikhomirov P. L. Cretaceous marginal continental magmatism of northeast Asia and questions of the genesis of the largest Phanerozoic provinces of silicic volcanism. Dissertation for the degree of Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Moscow State University, 2018.

35. Tikhomirov P. L., Pravikova N. V., Bychkova Ya. V. On the relationship between the Uda-Murgalsky and Okhotsk-Chukotka volcanic belts: new data of geochronology and geochemistry. *Geology and Geophysics*. 2020, vol. 61, no. 4, pp. 468–488. (In Russian).

36. Úmitbaev R. B., Sadovskii A. I., Sidorov A. A, The Okhotsk-Omolon-Chukotka tecton-ic-magmatic system and the main features of its metallogeny. Dokl. Academy of Sciences of the USSR, 1980. vol. 251, no. 1, pp. 185–189.

37. Khanchuk A. I. and others. Geodynamics, magmatism and metallogeny of the East of Russia: in 2 books. Vladivostok. Dalnauka, 2006. vol. 1, pp. 1–572.

38. Akinin V. V., Miller Elizabeth L., et al. Episodicity and the dance of late Mesozoic magmatism and deformation along the northern circum-Pacific margin: north-eastern Russia to the Cordillera. Earth-Science Reviews 208 (2020).

39. Frost B. R., Barnes C. G., Collins W. J., et al. A geochemical classification for granitic rocks. *Petrology*. 2001, vol. 42, no. 11, pp. 2033–2048.

40. Johnson S. E., Tate M. C., Fanning C. M. New geologic mapping and SHRIMP UPb zir-con data in the Peninsular Ranges batholith, Baja California, Mexico:

evidence for asuture? *Geology*. 1999, vol. 27, no. 8, pp. 43–746.

41. Jourdan F., Bertrand H. et all. Major and Trace Element and Sr, Nd, Hf, and Pb Isotope Compositions of the Karoo Large Igneous Province, Botswana-Zimbabwe: Lithosphere vs Mantle Plume Contribution. *Journal of petrology*. 2007, vol. 48, no. 6, pp. 1043–1077.

42. Ivanov A. V. et all. Low-Ti melts from the southeastern Siberian Traps Large Igneous Province: Evidence fora water-rich mantle source? J. Earth Syst. Sci. 117, no. 1, February 2008, pp. 1–21.

43. Pearce J. A., Harris N. B. W., Tindle A. G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Petrology*. 1984, vol. 25, no. 4, pp. 956–983.

44. Sun S. S., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: Magmatism in the ocean basins. Saunders, A. D. and Norry, M. J. (Editors), Geological Society of London. London, 1989, pp. 313–345.

Шатова Надежда Витальевна – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ. <narlin.ros@mail.ru> Серегин Сергей Викторович – вед. геолог, ВСЕГЕИ. <Sergseregin72@gmail.com>

Shatova Nadezhda Vital'evna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, VSEGEI. <a href="mailto:</a></a>

<a href="mailto:</a>

<a href="mailto:</a>
</a>

<a href="mailto:</a>
</a>

<a href="mailto:</a>
</a>

Seregin Sergey Victorovich - Leading Geologist, VSEGEI. <Sergseregin72@gmail.com>

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.

УДК 551.735.02(571.5) DOI: 10.52349/0869-7892 2023 93 28-51

В. В. Горшенина, О. Л. Коссовая, М. В. Ошуркова, Д. В. Збукова (ВСЕГЕИ)

# ОПЫТ СОЗДАНИЯ СХЕМЫ МЕЖСЕРИЙНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В статье представлен макет Схемы межсерийной корреляции каменноугольных отложений в границах Норильской, Анабаро-Вилюйской и Ангаро-Енисейской легенд серий листов Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 третьего поколения. Схема районирования выполнена с учетом адаптации структурно-фациального деления, принятого для соответствующих серийных легенд. Проведена актуализация, уточнение возраста и площадей распространения картографируемых подразделений карбона Сибирской платформы, используемых при создании листов Государственных геологических карт масштабов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000, серийных легенд и дополнений к ним. Приведены описания местных стратиграфических подразделений.

*Ключевые слова:* стратиграфия, каменноугольная система, верхний палеозой, корреляция, Сибирская платформа.

V. V. Gorshenina, O. L. Kossovaya, M. V. Oshurkova, D. V. Zbukova (VSEGEI)

# EXPERIENCE OF COMPILING AN INTERSERIES CORRELATION CHART OF CARBONIFEROUS DEPOSITS OF THE SIBERIAN PLATFORM

The paper presents a layout of the Interseries Correlation Chart of Carboniferous deposits within the limits of the Norilsk, Anabar-Vilyui and Angara-Yenisei legends to a series of sheets of the State Geological Map at a scale of 1 : 1,000,000, the third generation. The zoning map was compiled taking into account the customization of the structural-facies division used for relevant serial legends. The age and areas of the Carboniferous units mapped in the Siberian Platform were updated and refined for compiling sheets of State Geological Maps at scales of 1 : 1,000,000 and 1 : 200,000, serial legends and amendments to them. Local stratigraphic units are described.

Keywords: stratigraphy, Carboniferous system, Upper Paleozoic, correlation, Siberian platform.

Для цитирования: Горшенина В. В. Опыт создания Схемы межсерийной корреляции каменноугольных отложений Сибирской платформы / В. В. Горшенина, О. Л. Коссовая, М. В. Ошуркова, Д. В. Збукова // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 28–51. DOI: 10.52349/0869-7892 2023 93 28-51

Введение. В связи с тем, что стратиграфические схемы Средней Сибири были опубликованы в 1980-х годах [43], а созданные для этой территории геологические карты масштаба 1 : 200 000 принадлежат к первому, в меньшей степени второму поколению и существенно отличаются от карт масштаба 1 : 1 000 000, издаваемых в последнее десятилетие, потребовалась ревизия возрастной принадлежности местных литостратиграфических подразделений и их согласование в соответствии с современной Общей стратиграфической шкалой. Уточненный возраст стратонов был обоснован при выполнении картосоставительских работ последних лет, принят в новых схемах девонской системы (это касается подразделений пограничных с карбоном) [42] и приведен в ряде публикаций после 1982 г. [20; 22; 24]. Тем не менее остались некоторые противоречия в трактовке возраста и объема ряда подразделений, по которым в рамках представленной работы предложены возможные решения (рис. 1).

Каменноугольные отложения Сибирской платформы делятся на два крупных структурных этажа. Нижний, преимущественно морской, охватывает интервал нижнего карбона без серпуховского яруса; верхний, континентально-лагунный отвечает диапазону от серпуховского до гжельского ярусов. Этим объяснялось построение самостоятельных региональных схем для нижнекаменноугольных и верхнепалеозойских образований Сибири [43]. Представленная авторами Схема межсерийной корреляции каменноугольных отложений Сибирской платформы (рис. 5) охватывает всю систему, что позволяет оценить длительность перерывов осадконакопления и полноту разрезов карбона в целом на различных частях территории. Схема сопровождается описанием стратонов и их палеонтологической характеристикой.

	ебыдинская СФЗ	Нижневилюйская СФп3 (Хапчагайский вал)	Кубаланглинская толица харбалакская толица толица толица толица толица толица толица толица толица толица толица толица толица толица	С., Р. ценком тошина С., Р. цг С., Р. цг Вскрыты
кая СФО	Логлорско-Ч	Логлорская СФп3	Мохсоголох- ская серия с,-P,mh	5 ≆
Вилюйс	Кемпендяйская	CØ3	Moxeororo.	ская серия С,-Р,-шh С,-Р,-шh С,-дd С,-дd С,-дd
	Чонская	CФ3		Contraction of the second seco
я СФО	илюйская СФ3	Алакит-Морко- кинская СФп3	Ботуобин- ская свита	
ю-Енисейска	ая Тунгусско-В	Верхневилюй- ская СФп3	Ботуобин- Ская свита	
Лег	Маймеча-Котуйск СФЗ	Романихин- Фомич- ская СФи3 ская СФи5		Сальнарская свита свита свита свита свита свита свита свита свита свита свита сод
	Ангаро-	тунгусская СФЗ		Катская свита С., Р, kt
	CΦ3	Тычанская СФп3		Чинокская свита С <sub>2</sub> Р <sub>1</sub> бл С <sub>2</sub> -Р <sub>1</sub> бл свита свита с <sub>1.4</sub> С
ская СФО	Тунгусская	Суриндинская СФп3		Чинокская свита С <sub>2</sub> -Р,бл
Тунгус	нетунгусская З	снетунгус-Бахтинская ая СФп3 СФп3		Анакитская СР. ап СР. ап СР. ап СР. ап
	Курейско-Нижн СФ	Курейско-Брус-Ния ская СФп3 ск		Катская свига свига с. Р. kt С. Р. kt С. P. kt С. С. P. cura С. strantas Серебрит
PCII	тног тногис	пqоЛ qontoП	иннтай- гинский Берхний Верхний	Алгения Катемия Катемия Солония Катемия - dogo anarest Западатия - dogo dogo dogo - dogo -
Щ	ус Ус	iqR адоП	ский ский ский ский ский ский	Туриейский Визейский Серпуховский Барх. Ниж Верх. Ниж Верх. Ник. Верх.
ŏ	iena Iena	гэиЭ цтО	ПЕРМСКАЯ (частично) Приуральский	КАМЕННОУГОЛЬНА Верхний Верхний Верхний

Актуализированная стратиграфическая основа Схемы межсерийной корреляции Сибирской платформы. Со времени утверждения стратиграфических схем Средней Сибири [43] произошли существенные изменения в Общей стратиграфической шкале каменноугольной системы. Изменилось положение границы турнейского яруса [38], в результате все комплексы, ранее входящие в зону Quasiendothyra kobeitusana и соответствующие этому интервалу местные подразделения, стали относиться к фаменскому ярусу девонской системы. Нижняя граница визейского яруса сместилась вверх на одну конодонтовую зону (или горизонт в стратиграфических схемах Восточно-Европейской платформы (ВЕП) и Урала) [41]. Изменилось и положение границы башкирского яруса - она опустилась на одну зону до основания аммоноидной зоны Homoceras [39]. Верхняя граница гжельского яруса в ОСШ проводится в основании конодонтовой зоны Neostreptognathodus isolatus [40]. Однако установление этой границы в континентальных отложениях «тунгусской серии» Сибирской платформы вызывает определенные трудности.

В связи с совершенствованием ОСШ возникла необходимость ревизии границ региональных подразделений и их объемов [20; 41, 42; 51].

Нуждается в актуализации объем ханельбиринского горизонта, который традиционно рассматривался в объеме верхнего турне [43] и сопоставлялся с черепетским и кизеловским горизонтами ВЕП и Урала [41]. В Схеме Верхояно-Охотского субрегиона [17] и позднее ханельбиринский горизонт принимался в объеме, равном турнейскому ярусу [41] или большей его части от низов турнейского яруса до подошвы косьвинского горизонта [51]. Хотя на изученной территории присутствуют отложения, датированные ранним турне (ичодинская и курунгуряхская свиты), в Корреляционной схеме нижнекаменноугольных отложений Сибирской платформы региональные подразделения для нижней части турнейского яруса не выделены [43]. На большей части региона, за исключением северных, и, возможно, восточных районов, нижнетурнейские отложения отсутствуют.

Стратотип горизонта выделен в разрезе одноименной свиты на р. Ханель-Бира, где свита с размывом залегает на отложениях девона [21; 27; 29]. По фораминиферам свита делится на слои с Chernyshinella и слои с Planoendothyra. Позднетурнейский возраст свиты [43] подтверждается комплексом фораминифер, содержащим формы, характерные для нижней части черепецкого горизонта – Chernyshinella glomiformis (Lip.), Tournayella (Tournayella) discoidea Dain, Laxoendothyra parakosvensis (Lip.) [29; 49]. Присутствие Tournayellina beata (Malakh.) свидетельствует о возможности корреляции нижней части подразделения с упинским горизонтом Восточно-Европейской платформы [41]. Сопоставление низов ханельбиринского горизонта с нижней частью тайдонского горизонта Кузбасса в его современном объеме [41; 51] обосновано сходством второго фораминиферового комплекса, включающего *Tournayella, Granuliferella, Chernyshinella*. Выше обнаружены конодонты зоны lower crenulata, что также свидетельствует о более древнем, возможно, упинском возрасте нижней части ханельбиринского горизонта [52].

Во второй половине подразделения отмечены находки Granuliferella latispiralis (Lip.) зонального вида верхней части черепецкого горизонта [41]. Появление в комплексе Granuliferella margarita (Malakh.), Spinoendothyra (Spinoendothyra) kosvensis (Lip.), отмечающих уровень косьвинского горизонта [44], а также Tuberendothyra tuberculata (Lip.), характерного вида верхнетурнейского подъяруса [1] позволяет коррелировать ханельбиринский горизонт Сибири с турнейским ярусом в диапазоне верхней части нижнего подъяруса (упинский горизонт) и верхнего подъяруса в полном объеме (черепетский, кизеловский и косьвинский горизонты) (рис. 1, 5).

Ввиду того, что отложения раннего турне на территории Сибири малочисленны и фрагментарны, изменение объема горизонта и перенос его нижней границы на уровень рубежа девонской и каменноугольной систем [41; 51], по мнению авторов, требуют дальнейшего изучения, так как на данном этапе недостаточно обоснованы.

Серебрянский горизонт, выделенный по одноименной свите в бассейне р. Фокина, в Региональной схеме Сибирской платформы соответствует нижней и большей части нижневизейского подъяруса [43]. Характерные комплексы органических остатков, встреченные в стратотипе: брахиоподы Punctospirifer ienisseicus (Lap.). Camarotoechia biplex Tolm., фораминиферы Endothyra paraprisca Shlyk., Brunsia aff. tiksinensis Bog. et Juf., Granuliferella latispiralis (Lip.), Medioendothyra angusta (Durk.), Mediocris mediocris Viss., M. aff. minima Durk., M. evolutis Ros., Nodochernyshinella tumulosa (Lip.), Planoarchaediscus ex gr. eospirillinoides (Brazh.), P. aff. monstratus (Grozd. et Leb.), Pseudoammodiscus volgensis (Rauz.), Septatournayella segmentata (Dain) и др. В целом комплекс фораминифер носит смешанный позднетурнейско-ранневизейский характер, так как наряду с формами, переходящими из позднего турне Tournayella (Tournayella) discoidea Dain, T. (T.) discoidea maxima Lip. и Septatournayella segmentata (Dain) [1], присутствуют виды, типичные для нижневизейского подъяруса Endothyra paraprisca Shlyk., Mediocris mediocris Viss. и M. evolutis Ros. [44].

Следует отметить, что в связи с переносом границы визейского и турнейского ярусов возникла неопределенность в корреляции этого уровня в разрезах Сибири. Неоднократно предлагалось опустить нижнюю границу горизонта в верхи турнейского яруса [50; 51] и принять ее на уровне подошвы косьвинского горизонта ВЕП [41]. Авторами основание серебрянского горизонта сопоставляется с подошвой визейского яруса по появлению *Mediocris mediocris* Viss., встреченного в обручевских отложениях Восточного Урала совместно с *Еораrastaffella simplex* (Vdov.) – видом-маркером границы визейского яруса ОСШ [44].

Палеонтологическая характеристика отложений, залегающих выше, фрагментарна. В верхах нижневизейского подъяруса установлена местная зона Eoendothyranopsis ermakiensis [43]. Распространение *Eo. ermakiensis* (Leb.) характерно для нижневизейского подъяруса – нижней части верхневизейского подъяруса (бобриковского–тульского горизонтов) Восточно-Европейской платформы, Урала, Казахстана. Интервал также может быть сопоставлен с верхней частью подъяковского горизонта Кузбасса и усть-греховским горизонтом Восточного склона Урала. Таким образом, серебрянский горизонт Сибирской платформы соответствует нижневизейскому подъярусу и нижней части верхнего визе [51].

Вышележащий интервал не был выделен в ранге горизонта (рис. 1, 5), хотя существуют варианты увеличения объема серебрянского горизонта и создания непрерывной региональной шкалы [41; 51]. В диапазоне, отвечающем большей части верхнего визе, развиты брусская и фатьяниховская свиты морского генезиса [29; 43; 49], содержащие остатки брахиопод, из которых возраст более точно позволяют определять формы группы Striatifera striata (Fish.) [49], характерные для визейских отложений Верхоянья [17]. Указанные стратоны могут рассматриваться как основа для выделения нового регионального поздразделения стратиграфической шкалы Сибирской платформы. Решение вопроса требует дополнительных исследований и тщательной проработки. Возможно, в будущем будут предприняты попытки разрешения этой актуальной проблемы.

Отложения тушамского горизонта в стратотипическом разрезе в Ангаро-Тунгусской структурно-формационной зоне (СФЗ) датированы по палинокомплексу, содержащему: Retusotriletes granulatus Pashk., «Archaeozonotrileles» turbiformis Pashk., и остаткам листовой флоры: Lepidostrobophyllum neuburgae (Anan.), Tomiodendron kemeroviense (Chachl.) Radcz., Ursodendron distans (Chachl.) S. Meyen [5; 43]. Толстоствольные лепидофиты характерны для всего нижнего карбона Ангариды [5; 7], за исключением нижнетурнейского подъяруса, для которого типичны тонкоствольные формы. В Кузнецком и Минусинском бассейнах Tomiodendron kemeroviense (Chachl.) Radcz. широко распространен в отложениях евсеевского горизонта, с которым сопоставляется тушамский горизонт в действующей региональной стратиграфической схеме [43] и межрегиональных стратиграфических схемах каменноугольных отложений территории России [41; 51]. Типичным для тушамского горизонта является комплекс, выделенный в Ангаро-Катском прогибе, содержащий флору и спорово-пыльцевую ассоциацию, также характерные для евсеевских отложений Кузбасса [5]. Следовательно, тушамский горизонт, выделенный из верхней части одноименной свиты, соответствует серпуховскому ярусу, как и рассматривается авторами в настоящей работе (рис. 1, 5).

Границы и объем *янготойского горизонта* также дискуссионны. Приводимые в действующей

региональной схеме комплексы являются сводными из различных местонахождений. Известные обнажения близ устья р. Янгото, где расположен стратотип горизонта, разобщены и стратиграфические соотношения между ними окончательно не установлены. Прослеживание этого биостратиграфического уровня значительно затруднено и вопрос о принадлежности к определенному стратиграфическому интервалу отложений в других структурно-фациальных зонах может решаться неоднозначно [5]. Со времени выделения горизонта его нижняя граница понизилась на две фораминиферовые зоны в ОСШ, а уточняющие работы на территории Сибири по корреляции морских и континентальных отложений не проводились. Традиционно янготойский горизонт Сибири сопоставляется с каезовским горизонтом Кузбасса и отвечает объему башкирского яруса [4; 41; 43; 51] (рис. 1, 5).

Катский горизонт выделяется по одноименной свите, установленной на р. Ката, притоке р. Ангара и соотносится с московским-гжельским ярусами. По различиям в составе фаун, растительных остатков и палинокомплексов горизонт может быть разделен на два подгоризонта: нижний, сопоставляемый с московским ярусом, и верхний, отвечающий касимовскому и гжельскому ярусам [5]. Положение верхней границы горизонта требует уточнения в связи с новыми данными о наличии в образованиях верхней подсвиты морских беспозвоночных, флоры и микрофитофоссилий пермского возраста [2; 34; 36]. На данный момент ее положение принято на уровне границы каменноугольной и пермской систем [41: 51]. Объем и возраст катской свиты, ранее датируемой московским, касимовским и гжельским веками, претерпели изменения, и теперь интервал стратона помимо катского горизонта карбона, охватывает и клинтайгинский горизонт нижней перми [20] (рис. 1).

Аналитический обзор возраста, объема и стратиграфического положения местных подразделений. По результатам пересмотра положения границы девона и карбона из схемы исключен ряд свит, относимых ранее к турнейскому ярусу и с данной датировкой присутствующих в листах геологических карт предыдущего поколения [13; 24]. Например, в Ыгыаттинской СФЗ эмяксинская и онкучахская свиты в настоящее время относятся к фаменскому ярусу верхнего девона [24; 26] и включены в Унифицированную схему девонских отложений Сибирской платформы [42]. Следует отметить, что комплексы органических остатков, характеризующих эти свиты в схеме девона, утвержденной в 2017 г. [42], и в региональной схеме нижнекаменноугольных отложений 1982 г. [43] разные. К девону также отнесена баероновская свита в Рыбинско-Тасеевском районе, и разрез карбона здесь начинается с чаргинской свиты девонско-каменноугольного возраста.

Претерпели изменения объем и возраст джамалахской толщи, закартированной на территории Маймеча-Котуйской СФЗ (рис. 2). В Легенде Анабаро-Вилюйской серии листов Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (СЛ-1000) стратон сопоставляется с верхней частью турнейского яруса [22]. Толща была выделена Р. Г. Матухиным без названия в виде двух пачек различного состава. Нижняя - терригенно-карбонатная не охарактеризована палеонтологически, верхняя - карбонатная содержит обильную фауну фораминифер и кораллов [3; 29; 43]. Комплекс органических остатков позволяет сопоставлять толщу с ханельбиринским горизонтом, терригенно-карбонатные отложения условно отнесены к нижнетурнейскому подъярусу [29; 43]. Позже В. Н. Бобровым, при составлении Легенды Оленёкской серии листов Геологической карты РФ масштаба 1 : 200 000 (СЛ ГК-200) [28], была описана джамалахская толща, объединившая терригенно-карбонатную и карбонатную толщи, и датированная турнейским веком.

В пределах Тунгусской СФЗ (рис. 2, 3) отмечена суриндинская свита со стратотипом в скв. К-11 в бассейне р. Нижняя Чунку, притока р. Чуня [8]. Генетически стратон связан с перекрывающими его отложениями угленосной чинокской свиты, из основания которой и был выделен. В своем стратотипе свита палеонтологически не охарактеризована, но по положению в разрезе отчетливо сопоставляется с башкирским ярусом среднего карбона [2; 43]. В некоторых источниках стратиграфическое положение свиты расширено и указано как серпуховский-башкирский ярусы [11; 23]. Однако обнаруженный в отложениях суриндинской свиты спорово-пыльцевой комплекс (разрезы в бассейне нижнего течения р. Чуня), характерный для каезовского горизонта Кузбасса и янготойского горизонта Сибири, подтверждает ее башкирский возраст [36].

В этой же структурно-формационной зоне (Суриндинская и Тычанская подзоны) выше отмечена средне-позднекаменноугольная чинокская свита со стратотипом в бассейне р. Нижняя Чунку [4; 8], отложения которой распространены в междуречье Подкаменной и Нижней Тунгусок (рис. 2, 3). В Ангаро-Енисейской СЛ-1000 [23] стратон отвечает интервалу янготойского-катского горизонтов (башкирский-гжельский века). При проведении геологосъемочных работ в регионе типовые разрезы чинокской свиты были переизучены и возраст определен как московскийгжельский [16]. Однако, по современным данным, ее образования датируются средним карбоном – ранней пермью [20]. При картосоставительских работах последних лет образования чинокской свиты зафиксированы также на площади листа Q-49 – Удачный в Мойеро-Оленёкской СФЗ [9]. Следует отметить, что выделение стратона на указанной территории требует более углубленного и четкого обоснования, так как типовые отложения чинокской свиты находятся гораздо южнее и в верхней части содержат угольные прослои, отсутствующие в тексте Объяснительной записки к листу карты.

На территории Курейско-Нижнетунгусской СФЗ закартирована анакитская свита (рис. 2, 3), которая в материалах листов [14] и Ангаро-Енисейской СЛ-1000 [23] датируется интервалом московского– гжельского веков (средний–поздний карбон). Принимая во внимание данные последних публикаций [20], возрастной диапазон должен быть увеличен до московско-сакмарского (средний карбон – ранняя пермь) (рис. 1).

В Ангаро-Тунгусской СФЗ (рис. 2, 4) в основании каменноугольных образований залегает тушамская свита. В своем стратотипе она делится на две подсвиты с согласной границей между ними [30]. Объем, положение и датировка свиты разными авторами трактовались различно и неоднократно изменялись. К сожалению, эти противоречия не были разрешены при составлении схем. В последней стратиграфической схеме, принятой Межведомественным стратиграфическим комитетом (МСК), свита сопоставляется с интервалом верхней части турнейского и большей части визейского ярусов; а также присутствует в схеме верхнего палеозоя в объеме серпуховского яруса [43]. Впоследствии был установлен позднетурнейско-раннесерпуховский возраст свиты [3]. В схеме корреляции верхнего палеозоя Ангариды тушамский горизонт принят в диапазоне визейского и серпуховского ярусов [5]. В Ангаро-Енисейской СЛ-1000 объем стратона соответствует только части визейского яруса [23]. Возвращаясь к первым описаниям тушамской свиты, следует отметить, что ее возраст одновременно трактовался познетурнейско-визейским [4; 31] и серпуховским – в соответствии с горизонтом [45]. Позже Р. Г. Матухин [29] изменил возраст тушамской свиты на конец раннего визе - серпухов. Согласно палеонтологическим находкам и определениям, тушамская свита охватывает интервал визейского и серпуховского ярусов. Нижняя подсвита датируется визейским веком, а верхняя - серпуховским [31; 36]. Следует отметить, что диапазон свиты превышает интервал тушамского горизонта, который был выделен из верхней части стратона, и с горизонтом сопоставляется только верхняя подсвита [31; 43].

Выше со стратиграфическим перерывом залегает катская свита, отмеченная также в Курейско-Нижнетунгусской СФЗ. По уточненным данным, объем стратона соответствует московскому–гжельскому ярусам (катский горизонт) каменноугольной системы, а также ассельскому и сакмарскому ярусам перми (клинтайгинский горизонт) [20; 34]. Таким образом, как и в случае с тушамской свитой, диапазон стратона превышает объем одноименного горизонта (рис. 1).

В Чонской СФЗ средне-верхнепалеозойские образования представлены ичодинской свитой (рис. 1, 2), нижняя граница которой сопоставлялась с подошвой верхнетурнейского подъяруса [3; 29], а верхняя граница проводилась по кровле турнейского яруса [24]. Однако, согласно материалам листа Р-49 – Мирный [10], на площади которого находится стратотип свиты (рис. 2), а также работам по геологии и стратиграфии





Сибири, объем стратона принимается фаменско-визейским; нижняя граница сопоставляется с основанием фокинского горизонта фаменского яруса девона [10; 24], а верхняя совпадает с кровлей нижневизейского подъяруса [19].

Претерпели изменения датировки и объем, а также количество стратонов, картируемых в пределах Тунгусско-Вилюйской СФЗ (рис. 2, 4). На восточном борту Тунгусской синеклизы в Айхальском районе выделялась конекская свита, отвечающая диапазону башкирского-московского (нижняя часть) ярусов. а в Ботуобинском – лапчанская башкирско-гжельского возраста [42], которая в Анабаро-Вилюйской СЛ-1000 была упразднена [22]. По данным Верхневилюйской СЛ ГК-200, в Котуйском районе закартированы конекская и ботуобинская свиты нерасчлененные, а в Айхальском районе - конекская свита в объеме башкирского и московского ярусов, а также ботуобинская свита, соответствующая верхнему карбону [24]. В тексте Объяснительной записки было предложено упразднить лапчанскую и айхальскую свиты и заменить их конекской и ботуобинской соответственно, с изменением объема конекской свиты. Однако в графических материалах Легенды и конекская, и лапчанская свиты сохранены [24]. Индекс лапчанской свиты, первоначально выделенной с датировкой средний-верхний карбон [43], в ряде публикаций указан среднекаменноугольным, что связано с переопределением возраста стратона как башкирский [48]; или позднекаменноугольным, при датировании отложений касимовским-гжельским веками [34]. Изменения, сделанные при составлении Верхневилюйской СЛ ГК-200 [24] и не прошедшие согласований с Сибирской региональной межведомственной стратиграфической комиссией (СибРМСК), привели к изменению индексации конекской свиты от интервала янготойского горизонта башкирского яруса до среднего карбона в полном объеме. В Мархинской СЛ ГК-200 [25] возраст конекской свиты был указан как ранне-среднекаменноугольный; в Анабаро-Вилюйской СЛ-1000 [22] свита сопоставляется с янготойским и нижней частью катского горизонта, то есть средним карбоном в полном объеме. В проекте схемы верхнего палеозоя конекская свита рассматривается как синоним лапчанской и датируется башкирским веком с перерывами в подошве и кровле [2]. В начале 1990-х годов в связи с поисковыми работами на алмазы был проведен большой объем детальных исследований в Мало-Ботуобинском и Айхальском районах и выделены лапчанская и ботуобинская свиты [37]. В связи с имеющимися различными трактовками для исследуемой территории и до принятия официального решения проблемы, нами предлагается выделить лапчанскую свиту башкирско-касимовского возраста в Верхневилюйской структурно-формационной подзоне (СФпЗ) и конекскую свиту в объеме башкирского и московского (нижняя часть) ярусов в Алакит-Моркокинской СФпЗ (рис. 1, 4). Находки позднекаменноугольных спорово-пыльцевых комплексов в отложениях лап-

чанской свиты [34] указывают на необходимость ревизии всего комплекса имеющихся данных и их палинологической характеристики.

Возраст перекрывающей ее ботуобинской свиты в настоящее время в связи с находками морской фауны [18], согласно региональной схеме [43] и проекту схемы верхнего палеозоя [2], изменен до раннепермского. Наиболее кардинальное изменение датировки стратона было предложено на основании анализа ряда скважин Тычанского алмазоносного района [36], где ботуобинская свита рассматривается в качестве синонима айхальской. Такой же возрастной интервал указан на листах Р-50,51 – Олёкминск [13] и в одной из последних публикаций по палеозойским отложениям Сибирской платформы [20]. Данные о пермском возрасте ботуобинской свиты на основании спорово-пыльцевых комплексов подтверждают правомочность изменения датировки [34]. Однако до окончательного устранения всех разночтений предлагается принять стратиграфический интервал стратона в объеме касимовского (верхняя часть) – артинского (нижняя часть) ярусов (рис. 1).

На листах P-50,51 – Олёкминск [13] указана лапчанская свита среднего–верхнего карбона, что отвечает, по-видимому, объединенным лапчанской и нижней подсвите ботуобинской свиты.

В Кемпендяйской структурно-формационной зоне (рис. 1, 2) разрез нижнего карбона начинается с курунгуряхской свиты, выделенной в бассейне р. Курунг-Юрях [29; 43]. В скв. Кемпендяйская Р-1 отложения нижнего карбона перекрыты юрой, а возраст курунгуряхской свиты указан как турнейский-визейский века [6]. Кэдэпчикскими скважинами (1, 442, 444), расположенными в северо-восточной части Кемпендяйской впадины (южное обрамление Вилюйской синеклизы), вскрыты более полные разрезы среднепалеозойских образований [15]. Здесь выше курунгуряхской выделена кэдэпчикская свита ранне-среднекаменноугольного возраста и более молодые отложения, объединенные в мохсоголохскую серию каменноугольно-пермского возраста, нижняя граница которой совпадает с подошвой касимовского яруса [20; 47].

Обновленная схема структурно-формационного районирования в пределах Норильской, Анабаро-Вилюйской и Ангаро-Енисейской СЛ-1000. Следует отметить, что развитие нижнекаменноугольных и средне-верхнекаменноугольных отложений на большей части территории Сибири является не унаследованным и представляет две существенно различные формации и два структурных этажа. В большинстве районов отмечается перерыв в осадконакоплении, что было вызвано как тектоническими процессами, так и значительным понижением уровня моря. На протяжении серпуховского века возрастает дифференциация осадконакопления на территории современной Сибирской платформы и ее обрамления. В среднем карбоне в относительно глубоководных бассейнах Верхоянья на фоне трансгрессивного цикла происходит проникновение аммоноидей [19], в большинстве разрезов Сибирского региона устанавливается континентальный режим. Размыв в отдельных структурно-фациальных зонах соответствует всему раннему карбону, а в объеме серпуховского яруса наблюдается практически повсеместно. Последнее присутствие морских организмов в нижнекаменноугольных отложениях Сибири датируется поздним визе (брахиоподы и фораминиферы фатьяниховской свиты) и отмечается лишь в единичных разрезах в долинах рек Сухая и Подкаменная Тунгуска, расположенных в западной части региона [29].

В связи с этим объединение нижнего и среднего-верхнего карбона на схеме и, соответственно, создание сводных разрезов в рамках единых структурно-фациальных зон является до некоторой степени искусственным. В большинстве случаев границы местных стратонов не смыкаются, соответствуют несогласиям различного масштаба и длительности и принадлежат к различным структурным элементам. Для осадконакопления среднего-верхнего карбона определяющим было начало формирования Тунгусской синеклизы. Полнота разреза отдельных районов во многих случаях также определяется гетерогенной структурой фундамента Сибирской платформы – системой валов и прогибов в пределах отдельных крупных структур, таких как Тунгусская синеклиза и Вилюйская рифтовая система [6].

Традиционно отложения нижнего карбона региона рассматривались в Корреляционной стратиграфической схеме нижнекаменноугольных отложений, а среднего-верхнего отделов – в Унифицированной региональной стратиграфической схеме верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы [43].

Основой структурно-формационного районирования нижнекаменноугольных отложений, кроме схемы нижнего карбона Сибири [43], послужили схемы, предложенные Р. Г. Матухиным [29], Р. В. Кутыгиным [19], и схемы районирования Ангаро-Енисейской [23], Анабаро-Вилюйской [22] и Норильской [27] СЛ-1000. Для средне-верхнекаменноугольного среза были использованы схемы верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы [43], районирования СЛ-1000 [22; 23; 27], Нижневилюйской [26] и Верхневилюйской [24] СЛ ГК-200, а также ряд публикаций по исследованию региона [20; 47].

В морских отложениях раннего карбона, как и окраинных морях Ангариды, расположенных на территории современного Северо-Востока России, широко распространены остракоды, фораминиферы, кораллы и брахиоподы. Для стратиграфической схемы нижнекаменноугольных отложений были использованы лоны по фораминиферам и брахиоподам, играющие роль местных зон [43]. Начиная с башкирского века, каменноугольные отложения севера Сибири формировались в континентальном и лагунно-континентальном режиме, однако наличие остатков морской фауны свидетельствует о периодических ингрессиях морского бассейна. Органические остатки в основном представлены палинокомплексами и листовой флорой, находки морской фауны очень редки. Расчленение континентальных отложений проводится по макрофлоре, спорам и пыльце, реже неморским моллюскам и малочисленным остаткам морской фауны (фораминиферы, брахиоподы, морские двустворки). При составлении схемы верхнего палеозоя в качестве зональной основы использовались палинокомплексы, комплексы по неморским двустворкам и флоре [43]. В связи с тем, что ранее определительские работы при спорово-пыльцевом анализе основывались на применении устаревшей систематики, без использования родовых диагнозов и рассмотрения морфологических признаков конкретного объекта, была проведена ревизия и актуализация позднепалеозойских таксонов и перевод в современную номенклатуру в соответствии с новой классификацией [35].

При составлении схемы районирования каменноугольных отложений Сибирской платформы (рис. 2) в результате анализа пограничных подразделений соседних районов проведено объединение структурно-фациальных зон и уточнены их границы. Наиболее отчетливо выделяются зоны, отвечающие обрамлению Анабарского массива. В Вилюйской структурно-формационной области (СФО) накопление каменноугольных отложений происходило в разрозненных впадинах (Кемпендяйская) или соответствовало валам (Логлорский, Хапчагайский) и поднятиям современного структурного плана [15; 20; 47]. Представленное районирование согласовано с проектом схемы верхнего палеозоя Сибирской платформы, которая охватывает среднекаменноугольно-пермский интервал [2].

Курейско-Нижнетунгусская СФЗ выделена на площади Норильской СЛ-1000 [27] и охватывает северо-запад и, частично, запад Сибирской платформы. Область стыка Норильской и Ангаро-Енисейской серийных легенд (бассейн р. Нижняя Тунгуска), а также прилегающие к ней территории до района среднего течения р. Курейка относятся к Нижнетунгусской подзоне; севернее расположена Курейско-Брусская СФпЗ, включающая окрестности оз. Верхнеколюмбинское и р. Горбиачин.

Здесь в основании каменноугольных отложений залегают ханельбиринская (верхнее турне), серебрянская и тундринская (нижнее визе), а также брусская (верхнее визе) свиты. Выше со стратиграфическим перерывом отмечена катская свита каменноугольно-пермского возраста (москва–сакмар).

Отложения нижнего карбона Нижнетунгусской СФпЗ распространены в бассейнах рек Сухая Тунгуска, Фатьяниха, Маршрутная, а также в районе устья Нижней Тунгуски. Разрез нижнего карбона представлен джалтулинской (верхнее турне) и фатьяниховской (верхнее визе) свитами морского генезиса, что заметно отличается от преимущественно континентального разреза восточной части территории. Со второй половины среднего




карбона на этой территории накапливались песчаники, алевролиты, аргиллиты, и углистые аргиллиты с пластами углей, отнесенные к анакитской свите (московский-сакмарский века). Наиболее существенным отличием Курейско-Нижнетунгусской СФЗ от находящейся южнее Тунгусской СФЗ является морской генезис свит нижнего карбона.

**Тунгусская СФЗ**, расположенная в пределах Ангаро-Енисейской СЛ-1000, охватывает запад и центр Сибирской платформы и включает Бахтинскую, Суриндинскую и Тычанскую подзоны.

В Бахтинской СФпЗ, обособленной в бассейне р. Бахта, в нижнем карбоне зафиксированы джалтулинская и фатьяниховская свиты, отмеченные на смежных территориях. Заметным отличием является присутствие выше по разрезу песчанистых башкирских отложений кондроминской свиты без органических остатков. Перекрывающие образования отнесены к анакитской свите, также присутствующей в соседней структурно-формационной зоне (рис. 3).

Восточнее и юго-восточнее выделены Суриндинская и Тычанская СФпЗ, где отложения нижнего карбона отсутствуют.

Суриндинская СФпЗ, занимающая центральную часть Тунгусской синеклизы (бассейны рек Таймура, Нидым, Илимпея, нижнего течения р. Нижняя Тунгуска), характеризуется сокращенным разрезом, расчлененным на суриндинскую и чинокскую свиты. Ранее выделяемая в пределах подзоны кондроминская свита была упразднена на основании противоречий в определении ее возраста [43]. Вместо нее Ю. С. Глуховым по скважинам колонкового бурения была выделена суриндинская свита [8]. Выше по разрезу стратон перекрывается углесодержащими образованиями чинокской свиты, датированной московско-сакмарским временем.

В *Тычанской СФпЗ* отложения карбона известны по бассейнам рек Мирюга, Киче, Бедошемо и в среднем течении р. Тарыдак. Здесь башкирские отложения представлены одноименной свитой континентального или прибрежно-морского генезиса. Более молодые образования отнесены к угленосной чинокской свите, отмеченной также на территории Суриндинской подзоны (рис. 3).

Ангаро-Тунгусская СФЗ первоначально была выделена как район в Ангаро-Енисейской СЛ-1000 [23] на юго-западе Сибирской платформы. Каменноугольные отложения, развитые в среднем течении р. Ангара, а также в бассейнах рек Катанга, Тэтэре, Большая Ерёма и др., представлены тушамской (визе–серпухов) и катской (москва– сакмар) свитами в их стратотипической местности (рис. 4). Возможно, следует выделить в пределах указанной структурно-формационной зоны Тушамскую подзону (или район) для обособления территории (на листах Р-48,49 и О-48) достоверного распространения нижнекаменноугольных отложений.

**Маймеча-Котуйская СФЗ** включает пограничные отложения Норильской [27] и Анабаро-Вилюйской СЛ-1000 [22] и занимает северную часть Сибирской платформы в пределах северо-западного склона Анабаро-Оленёкской антеклизы. Отложения нижнего карбона отсутствуют практически повсеместно. В большинстве скважин образования среднего-верхнего карбона, выделенные в ханарскую свиту, перекрывают девонские отложения. Территория, где известны верхнетурнейские отложения, представленные маломощной уксинской толщей, выделена в *Романихинскую подзону*.

Фомич-Попигайская СФлЗ оконтурена на площади листа R-48 – Хатанга [12], на южном борту Енисейско-Хатангской впадины, в бассейнах рек Фомич и Попигай, по которым и получила свое название. Здесь отложения раннекаменноугольного возраста представлены джамалахской толщей, объединяющей две различные по составу пачки: нижнюю – терригенно-карбонатную и верхнюю – карбонатную [3; 28; 29].

В этих подзонах средне-позднекаменноугольная ханарская свита с несогласием перекрывает морские образования нижнего карбона.

Выше было отмечено, что выделяемая в Маймеча-Котуйской СФЗ чинокская свита [9], по мнению авторов, должна рассматриваться как ханарская, поскольку является продолжением выходов на подчетвертичную поверхность отложений верхнего палеозоя северо-восточного борта Тунгусской синеклизы. Это подтверждает литолого-палеонтологическая характеристика свиты, схожая с описанием ханарской свиты, и не имеющая значительных угленосных толщ, отмеченных в чинокских отложениях.

Тунгусско-Вилюйская СФЗ охватывает пограничные территории Ангаро-Енисейской [23] и Анабаро-Вилюйской СЛ-1000 [22] в районе Вилюйского водохранилища, а также бассейнов рек Марха, Моркока, Нижняя Тунгуска и Вилюй в их верхнем течении. Она объединяет Алакит-Моркокинскую и Верхневилюйскую СФпЗ. Наибольшие изменения относительно объемов и возраста стратонов произошли в Ыгыаттинской впадине, расположенной в пределах данной СФЗ. Здесь указывались эмяксинская и онкучахская свиты нижнего карбона, которые в настоящее время относятся к девону [42]. На данной территории присутствуют отложения среднего-верхнего карбона, относящиеся к лапчанской свите. При создании Верхневилюйской СЛ-200 [24] лапчанская свита была заменена конекской без достаточных оснований, однако в корреляционных схемах присутствуют обе свиты [24; 43]. В связи с тем, что лапчанская свита широко используется при проведении геолого-поисковых работ на алмазы [48], в представленной региональной схеме межсерийной корреляции (рис. 5) она восстановлена. Авторами в Алакит-Моркокинской подзоне выделяется конекская свита, отвечающая диапазону башкирского и московского (частично) ярусов, а в Верхневилюйской – лапчанская башкирско-касимовского возраста (рис. 4). Залегающая выше ботуобинская свита имеет непосредственный контакт лишь с лапчанской свитой, тогда как с конекской их

Анабаро-Вилюйская СЛ-1000 (3)	Вилюйская СФО	ская Кемпендяй- Логлорско-Чебыдиннская ФЗ Ская СФЗ Логлорская Нижневилой- 2 3 3 ская СФЗ Заская СФл3 СФл3		Мохсоголохская серия С <sub>3</sub> -Р <sub>1</sub> mh Юрэнская толща С <sub>3</sub> -Р <sub>1</sub> jr	Мохсоголох- ская серия С <sub>3</sub> -Р <sub>1</sub> mh		Стложения Куллинин- ская свита ская свита С <sub>1.3</sub> kd Курунгурях- ская свита С.1.3 с. kr						
о-Енисейская СЛ-1000 (2)	ская СФО	Тунгусско-Вилюйская Чон СФЗ Верхиевилюй-Алакит-Молко- С	ская СФПЗ кинская СФПЗ ская СФПЗ 2, 3 3	Ботуобинская свита С <sub>3</sub> -P <sub>1</sub> bt		Лапчанская свита СIn	сынкская свита Сукп						
	Лено-Енисе	Маймеча-Котуйская СФЗ Романихин-Фомич-Попигай-	ская СФПЗ ская СФПЗ		Ханарская свита С <sub>23</sub> hn				Уксинская Топща С, uk ская топша С, dž				
Анга		Ангаро- Тунгусска СФЗ 2			Катская свита С <sub>2</sub> -Р <sub>1</sub> kt			Тушамсказ свита сыта					
	ОФО	игусская СФЗ Уриндинская Тычанская	СФп3 СФп3	uɔ̥¹-占-č,	0. Берхнечинокская свита подсвита подсвита	Чв — – – – – – – – – – – – – – – – – – –	Суриндин- ская свита Тычанская С <sub>2</sub> st свита						
кая СЛ-1000 (1)	Тунгусская С	нетун- Тул D3 ижнегун- Бахтинская (С	жая СФп3 СФп3 1,		подевита	Нижнеанакитская подсвита	Кондромин- ская свита С₂kd	атьяниховская свита	калтулинская свита С.dz				
Норильска		Курейско-Ниж гусская Сс Курейско- Н	уусская СФпЗлус	<sup>72</sup> -г <sub>1</sub> кі гтская тта С <sub>2</sub> -Р <sub>1</sub> ап	р втияр калотал вхэнхдэд подон втияр свита	Нижнекатская подсвита Ана		Брусская Ф	С. br <u>Уприниская</u> свига свига свига свига саята анельбирин- Д. hr С. hr С. kr д. sr саята свига св				
	TH	и соризо	щоП	катский	ЭнхдэВерхне	Нижнекатский							
PCI		тноеис	Top		Катский	-	йияэйототнК	Тушамский	Ханель- бирин- секий рянский				
		оуда оудвад	тоП	т жельский	ИИХОВОВИНИ	московскии	рашкирскии	ии Серпуховский верхний	турнемский Верхний Нижний Вер				
OCI		пэдтО эvqR		ЙИН	Bepxi	иинда	odD	йі	инжиН				
	<u>вмэтэ</u> лЭ		См			RAHdro	СУМЕННОУІ	ł					

39

разделяет стратиграфический перерыв в объеме московского и нижней части касимовского ярусов (рис. 1, 5). Вопрос о возрасте ботуобинской свиты до сих пор остается открытым и в представленной работе принят касимовско-сакмарским [20].

В Чонской СФЗ отложения каменноугольного возраста развиты на ограниченной территории южнее Вилюйского водохранилища и представлены ичодинской свитой, стратотип которой находится в долине р. Ичода (бассейн р. Чона) [29; 32]. Несмотря на то, что в ряде работ возрастной диапазон стратона ограничен нижним карбоном и подстилающими образованиями являются породы девона, нами датировка отложений трактуется как поздний девон-ранний карбон [19; 22], что подтверждается также палеонтологическими данными [10].

Наиболее полный разрез нижнего карбона известен на востоке Сибирской платформы в пределах Кемпендяйской СФЗ, где он представлен курунгуряхской свитой турнейского-визейского ярусов нижнего карбона. Отложения развиты по долинам рек Курунг-Юрях, Кемпендяя, Сорос, Тустаха, Баги и пр. На поверхность выходит лишь средняя часть свиты в бассейне р. Сорос и по р. Хонгуруу [29], а наиболее полно свита вскрыта скважинами (скв. Р-1, 1, 441, 442), пробуренными по площади Кемпендяйской впадины [6; 47]. Перекрывается нижне-среднекаменноугольными образованиями кэдэпчикской свиты, отвечающей интервалу тушамского-янготойского горизонтов [6; 15]. Выше со стратиграфическим перерывом залегают среднекаменноугольно-раннепермские отложения мосхоголохской серии [20: 47].

Крайнее восточное положение занимает Логлорско-Чебыдинская СФЗ, охватывающая две крупные тектонические структуры – Логлорский и Хапчагайский валы. Разрез здесь также вскрыт скважинами и представлен лишь мохсоголохской серией, образования которой в пределах указанной СФЗ, в отличие от Кемпендяйской, датируются поздним карбоном – ранней пермью [20]. В ряде случаев при картосоставительских и исследовательских работах на данной территории выделяется Нижневилюйская СФЗ, отвечающая по своему положению только Хапчагайскому мегавалу. В ее пределах мохсоголохская серия расчленяется на ряд отдельных стратонов, наиболее древний из которых – юрэнская толща – вероятнее всего, имеет московско-ассельский возраст [15]. В представленной схеме межсерийной корреляции Нижневилюйская СФЗ в ранге подзоны включена авторами в Логлорско-Чебыдинскую структурно-формационную зону (рис. 5).

Описания местных стратиграфических подразделений. Ичодинская свита (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>*ič*) выделена при среднемасштабной геологической съемке на р. Ичода (правый приток р. Чона). Выходы на поверхность прослеживаются в виде линейно вытянутой полосы на небольшом участке вдоль долины р. Ичода в районе ее устья. Залегает со стратиграфическим несогласием на породах

жинами образования свиты вскрыты на Чоно-Ботуобинском водоразделе (в верховьях р. Дюнкун) и на правобережье р. Вакунайка, то есть площадь ее распространения прослеживается под перекрывающими отложениями на северо-восток и юго-запад Ангаро-Ботуобинского прогиба. Стратотипом считается разрез в обнажении на р. Ичода, где изначально стратон был расчленен на две подсвиты, хотя такое разделение прослеживается далеко не во всех разрезах. Нижняя подсвита сложена переслаиваюшимися зеленоватыми и серыми алевролитами, аргиллитами, мергелями с тонкоплитчатой отдельностью и горизонтальной слоистостью. В основании разреза пласт (мощностью до 1,7 м) серых или розовых конгломератов, переходящих в гравелиты. Выше залегает толща ритмичного переслаивания алевролитов, аргиллитов и мергелей. Отмечаются прослои известковистых, реже доломитистых алевролитов, иногда конгломератов и, реже, известняков. Характерно присутствие глинистых включений округлой формы (до 1 см в поперечнике) и карбонатно-кремнистых стяжений. Верхняя подсвита отличается отсутствием карбонатного материала. В ее основании залегают известняковые конгломераты, наблюдаются линзы (до 0,5 м длиной) биогермных известняков. Выше породы представлены пачкой переслаивающихся (прослои до 5 м) серых, темно-серых аргиллитов и алевролитов с прослоями (до 0,7 м) мелкозернистых полимиктовых песчаников и линзами глинистых гравелитов. Близ кровли подсвиты отмечен прослой черных аргиллитов [32]. Мошность ичодинской свиты достигает 90 м [29: 32].

среднего и верхнего кембрия. Поисковыми сква-

В отложениях нижней части найден отпечаток флоры Tomiodendron sp., характерной для визейско-серпуховских отложений Ангарской фитогеографической области [7]. Из пород верхней подсвиты определены микрофауна рода Saccamina, флора Chacassopteris concinna Radcz. серпуховского яруса (определения С. Г. Гореловой), нижнекаменноугольный (вторая половина раннего турне – ранний визе) спорово-пыльцевой комплекс, в состав которого входят Leiotriletes conformis Naum., L. trivialis Naum., Retusotriletes rarus Ked., Trachytriletes punctatus (Lub.) Peters., Umbonatisporites sibiricus (Pashk.) Pashk. и др. (определения В. С. Тереховой) [10]. К сожалению, до сих пор проблема стратиграфического положения и датировки ичодинской свиты окончательно не решена, и, по некоторым источникам, возраст стратона устанавливается в пределах мезозойско-кайнозойского интервала [48]. До устранения противоречий в трактове авторами возраст принимается позднедевонским-раннекаменноугольным (фаменский-ранневизейский века) [10; 24].

Джамалахская толща (C<sub>1</sub>dž) выделена в бассейнах рек Хатанга, Котуй, Фомич и Попигай, где с размывом и стратиграфическим несогласием залегает на отложениях среднего кембрия. Названа по р. Джамалах – левому притоку р. Фомич. Широко распространена севернее Сибирской платформы, в районе Хатангского залива и Нордвикской площади [28]. Наиболее хорошо изучена на Фомич-Попигайской площади (междуречье), где ранее выходы нижнекаменноугольных пород относились к двум литологически различным толщам: терригенно-карбонатной и карбонатной [3; 29; 43].

Нижняя, терригенно-карбонатная толща сложена глинистыми и алевритистыми известняками с прослоями известково-доломитовых алевролитов и аргиллитов. В основании толщи в желтых и светло-коричневых глинистых известняках отмечаются прослои аргиллитов, песчаников и конгломератов, плохоокатанные обломки кварца. Мощность толщи – 13–22 м. Толща палеонтологически не охарактеризована и отнесена к нижнетурнейскому подъярусу по положению в разрезе [12; 28; 29].

Карбонатная толща без заметных следов размыва перекрывает подстилающие образования. Сложена пестроцветными глинистыми и органогенными известняками, в верхней части пелитоморфными и песчанистыми с редкими прослоями глинистых алевролитов. Мощность толщи – 8–27 м. Известняки содержат многочисленные фораминиферы *Chernyshinella glomiformis* (Lip.), *Ch. paucicamerata* (Lip. in Grozd. et Leb.), *Nodochernyshinella tumulosa* (Lip.) и др.; кораллы *Syringopora gracilis* (Keys.) и др.; брахиоподы *Spirifer ussiensis* Tolm. и др. [12; 28; 29].

Общая мощность не превышает 50 м.

Комплекс ископаемых органических остатков позволяет сопоставить верхнюю (карбонатную) часть джамалахской толщи с ханельбиринским горизонтом Сибирской платформы [43].

Джалтулинская свита (C<sub>1</sub>dz) развита в северо-западных районах междуречья Нижней и Подкаменной Тунгусок, в бассейнах рек Анакит, Маршрутная, Фатьяниха, Дельтула, Малая Бахтинка. Залегает с размывом на различных горизонтах девона, перекрывается с несогласием отложениями фатьяниховской свиты [29] или породами среднего карбона – нижней перми [14]. Наиболее полные разрезы вскрыты скважинами на Маршрутнинской и Сигово-Подкаменной площадях. В нижней части свита сложена аргиллитами и известковистыми алевролитами, в средней преобладают песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов, вверху – алевритистые аргиллиты, наблюдаются прослои глинистых известняков и песчаников. Мощность – до 70 м.

В известняковых разностях и оолитах отмечены находки фораминифер *Tournayella* cf. *discoidea* Dain, *Granuliferella glomiformis* (Lip.), *Gr.* cf. *taimyrica* (Lip.), *Glomospira* ex gr. *gordialis* Jon. et Par. и др., комплекс которых имеет четкую турнейскую датировку [29; 49]. Таким образом, джалтулинская свита сопоставляется с ханельбиринским горизонтом и отвечает диапазону верхов нижнего – верхнетурнейского подъярусов [43].

Фатьяниховская свита (C<sub>1</sub>*ft*) выделена на Сигово-Подкаменной площади, в бассейне р. Фатьяниха, по которой и названа. Свита залегает с довольно отчетливо прослеживающимся размывом на породах джалтулинской свиты (рис. 3, 5). Наиболее полное представление о строении и положении свиты дают керновые материалы, полученные при бурении в стратотипической местности. В составе прослеживаются три пачки, нижняя из которых сложена известковистыми песчаниками и алевролитами, иногда известняками, средняя – туфоалевролитами в достаточной степени известковистыми, верхняя – туфоалевролитами и туфопесчаниками практически без карбонатных примесей. В некоторых разрезах количество туффитов, туфоалевролитов возрастает. Мощность свиты достигает 65 м [29; 43].

Характерны редкие находки морской фауны, среди которых отмечены брахиоподы: *Schuchertella* sp., *Camarotoeschia* sp., *Neospirifer* sp. Возраст стратона по палеонтологическим остаткам и положению в разрезе определен интервалом поздний визе – ранний серпухов [27; 43].

Уксинская толща (C<sub>1</sub>uk) выделена на водораздельном пространстве между р. Большая Романиха и ее правым притоком – р. Укси, по которой и получила свое название [27; 46]. Основание толщи слагают черные и коричневато-серые битуминозные и слабобитуминозные известняки (5–6 м). Выше залегают коричневато-серые слабодоломитизированные органогенные известняки со стяжениями серых кремней (5–10 м).

В небольших коренных выходах пород толщи в стратотипической местности были обнаружены многочисленные остатки фауны, среди которых фораминиферы Septaglomospiranella (Endothyra) ex gr. primaeva Raus., Septabrunsiina (Endothyra) cf. krainica Lip. (определения О. В. Юферева); ругозы Sychnoelasma ex gr. konincki (М. Ed. et Haime), Caninia ex gr. dorlodoti Salee, Amygdalophyllum sp., Bothrophyllum sp. (заключения Н. Я. Спасского); брахиоподы Spirifer ussiensis Tolm., Sp. suavis Kon., Sp. mediocris Tolm., Crurithyris sp. (определения Г. Е. Черняка). Комплекс остатков позволил рассматривать пачку органогенных известняков как аналог тайдонского и низов фоминского горизонтов Кузбасса [43].

Из керна скважи, пробуренных в междуречье Укси и Большой Романихи, были определены брахиоподы Fusella ussiensis (Tolm.), F. similis (Tolm.), F. tornacensis (Kon.), Rugosochonetes aff. illinoisensis taidonensis Sok., R. hardrensis (Phillips), Punctospirifer insculptus (Phill.), Camarotoechia cf. biplex Tolm., Torynifer cf. asiaticus Besn., Schizophoria ex gr. resupinata (Mart.) и др., гастроподы Hormotoma ex gr. gracilis (Hall), трилобиты Phillipsia sp. В основном комплекс фаунистических остатков позволяет отнести уксинскую толщу к ханельбиринскому горизонту Сибири [29; 43] и сопоставить ее с турнейским ярусом в объеме верхов нижнего и всего верхнего подъярусов [41].

Ханельбиринская свита (C<sub>1</sub>hn) выделена в бассейне р. Ханель-Бира, правому притоку р. Фокиной на северо-западе Сибирской платформы [21]. В голостратотипе свита с размывом залегает на девонских отложениях и представлена темно-серыми слабобитуминозными известняками, органогенно-детритовыми (внизу преимущественно криноидно-брахиоподовыми, вверху кораллово-брахиоподовыми, местами онколито-строматолитовыми), со стяжениями кремнезема. Подошву свиты слагает доломито-известняковая брекчия (2–10 м). Мощность – 25–80 м [29; 43].

Фауна представлена типичными турнейскими формами, среди которых брахиоподы Fusella ussiensis Tolm., F. tornacensis Kon., Rugosochonetes hardrensis (Phill.), Tomiproductus elegantulus Tolm.; кораллы Siringopora ramulosa Goldf., S. parallella Fisch, Michelinia cf. tenuiseptata Phill. и др.; фораминиферы Chernyshinella glomiformis (Lip.), Ch. paraglomiformis (Lip.), Ch. paucicamerata (Lip. in Grozd. et Leb.), Endothyra kosvensis Grozd. et Leb., Septabrunsiina minuta (Lip.), S. krainica (Lip.), Septaglomospiranella primaeva (Raus.), Tuberendothyra tuberculata (Lip.), Pseudoplanoendothyra compta (Schlyk.), Ps. aff. diserta (Leb.) и др. [31].

Свита соответствует одноименному горизонту нижнего карбона Сибирской платформы [43].

Серебрянская свита (C<sub>1</sub>sr) выделена в разрезе на р. Серебряная, правому притоку р. Фокина [21]. В стратотипической местности она согласно залегает на ханельбиринской свите и состоит из отчетливо прослеживающих трех частей. Нижняя пачка начинается пластом известняковой брекчии, постепенно переходящей в оолитовые и органогенно-обломочные известняки с незначительными примесями глинистых пород. Выше по разрезу содержание органогенно-обломочных известняков заметно увеличивается, а оолитовые разности занимают не более 1/3 объема, отмечаются стяжения кремней. Верхняя пачка сложена практически теми же породами, однако в ней отсутствуют кремнистые вкрапления и появляются прослои доломитизированных известняков и доломитов. Мощность - 10-20 м [29].

Характерные комплексы органических остатков представлены брахиоподами *Punctospirifer enisseicus* (Lap.), *Camarotoechia biplex* Tolm., фораминиферами лоны Planoarchaediscus eospirillinoides: *Planoarchaediscus* ex gr. *eospirillinoides* (Grozd. et Leb.), *Pl.* aff. *monstratus* (Grozd. et Leb.); a также *Brunsia* aff. *tiksinensis* Bog. et Juf., *Granuliferella latispiralis* (Lip.), *Medioendothyra angusta* (Durk.), *Mediocris mediocris* Viss., *M.* aff. *minima* Durk., *M. evolutis* Ros., *Septatournayella segmentata* (Dain), *Pseudoammodiscus volgensis* (Raus.) и др. Состав фауны и микрофауны позволяет датировать серебрянскую свиту ранним визе [29; 43].

В схеме нижнекаменноугольных отложений Сибирской платформы свита сопоставлялась с серебрянским горизонтом [43], но, как уже отмечалось ранее, по современным данным, диапазон горизонта превышает объем одноименной свиты [41; 51].

Тундринская свита (С<sub>1</sub>*tn*) названа по ст. Тундра на железной дороге Норильск–Дудинка, вблизи которой была впервые описана по керну скважин [31]. На дневную поверхность выходит в береговых обрывах р. Фокина, где расположен ее парастратотип, а максимальной мощности дости-

гает на восточном побережье оз. Пясино. Свита залегает без видимого перерыва на серебрянской и перекрывается с размывом отложениями среднего-верхнего карбона. По литологическому составу расчленена на доломитовую (нижнюю) и известковую (верхнюю) толщи, которым иногда придается ранг подсвит [29].

Нижняя толща представлена серыми и зеленовато-серыми доломитистыми известняками, доломитами, нередко брекчированными, ангидритами, в верхней части – красноцветными пятнистыми мергелями с линзами ангидрита и стяжениями кремней. Мощность – 35–80 м [31].

Верхняя толща представлена зеленовато-серыми известняками, глинистыми известняками и мергелями, участками брекчированными и окремненными, вверху с примесью песчаного материала, внизу с целестиновой минерализацией. Мощность меняется от 20–30 до 40–60 м [3; 29; 43]. Общая мощность свиты достигает 60–130 м.

Органические остатки в обеих толщах не встречены, по положению в разрезе свита отнесена к нижнему визе [43].

Брусская свита (C<sub>1</sub>br) установлена в бассейнах рек Курейка, Танка и Горбиачин и названа по р. Брус, притоку последней. Наиболее полное описание разреза выполнено по керну скважин, пробуренных на исследуемой территории, ввиду слабой обнаженности отложений свиты. На подстилающих образованиях тундринской свиты стратон залегает с размывом, четко прослеживающимся как в естественных выходах (левобережье р. Курейка), так и по керновому материалу (скважины С-17. ПС-30). Свита может быть расчленена на две подсвиты, хотя это деление весьма условно. В нижней части брусской свиты заметную роль в строении играют известковистые песчаники, алевролиты, встречаются маломощные прослои глинисто-алевролитовых известняков. Выше по разрезу породы представлены окремненными туфоалевролитами, алевролитами и агриллитами с прослоями глинистых известняков, иногда доломитистых. Далее залегают известняки, чередующиеся с разнозернистыми песчаниками. Известняки содержат неопределяемый детрит остракод, брахиопод и двустворок. Верхняя часть свиты имеет практически бескарбонатный состав. Она сложена разнозернистыми песчаниками разной степени сортировки, близ кровли встречаются прослои песчанистых алевролитов [3; 29]. Мощность брусской свиты – от 35-45 до 75 м [3; 29; 43].

По стратиграфическому положению свита сопоставляется с верхневизейским подъярусом каменноугольной системы [29; 43].

Курунгуряхская свита (С<sub>1</sub>*kr*) выделена в бассейне р. Курунг-Юрях близ хр. Хонгуруу на юго-западном обрамлении Вилюйской синеклизы [29]. Наиболее полный разрез вскрыт скважиной Р-1 в Кемпендяйской впадине, где в строении свиты отчетливо прослеживаются четыре части. Первая пачка сложена песчаниками, мергелями, аргиллитами с прослоями известняков, доломитов; встречаются туфоалевролиты, пепловые туфы, алевролиты. Мощность – до 140 м. Вторая (сульфатоносная) пачка состоит из ангидритов, гипсов, глинистых и алевритистых доломитов, алевролитов и туфогенных аргиллитов. В обнаруженном здесь спорово-пыльцевом комплексе преобладают Unbonatispotrites sibiricus Pash., Hymenozonotriletes kurungurachus Pash., «Archaeozonotrileles» turbiformis Pash. Мощность колеблется от 20 до 200 м. В составе третьей (соросской) пачки присутствуют известняки, аргиллиты, мергели, песчаники с конкрециями, алевриты, пепловые туфы. Здесь обнаружены фораминиферы Archaesphaera minima Sul., A. crassa Lip., Vicinesphaera squalida Antr., Suleimanovella suleimanovi (Lip.), S. paulis (Byk.), Parathuramminites cushmani (Sul.), Salpingothurammina cf. tuberculata (Lip.), Bisphaera cf. malevkensis Bir.; споры представлены Acanthozonotriletes sentus Pashk., Densosporites dentatus (Waltz) Pot. et Kr., Lophozonotriletes sorosus Pash. Мощность достигает 155 м. Четвертая пачка представляет собой туфогенно-карбонатно-терригенную толщу. Помимо многочисленных находок видов спор, обнаруженных в третьей пачке, отмечены Densosporites verriculifer (Lub.) Pot. et Kr., Lycospora rotunda (Bharad.) Som., а также новые виды Vallatisporites. Мощность – до 200 м [19; 29].

Возраст курунгуряхской свиты, по данным палинологического анализа, турнейско-визейский [36]. В южной части Вилюйской синеклизы с небольшим размывом перекрывается кэдэчпикской свитой [15]. Следует отметить, что традиционное сопоставление курунгуряхской свиты со стратонами Ыгыаттинской впадины [19; 29], в настоящее время отнесенными к верхнему девону, требует пересмотра.

Тушамская свита (С<sub>1</sub>*tš*) выделена на левом берегу р. Тушама (приток р. Ангара), возле пос. Красный Яр [30]. На дневную поверхность образования свиты выходят по берегам рек Большая Ерёма, Чона и Нижняя Тунгуска. Ввиду невысокой обнаженности, разрезы вскрыты и изучены в основном по керну колонковых скважин. Сложена полимиктовыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов, конгломератов и гравелитов, линзами туфогенного материала, прослоями пепловых туфов, туффитов, туфопесчаников и туфоалевролитов. Мощность свиты достигает 220 м [10; 29].

В отложениях тушамской свиты (по опробованным разрезам скважин на Ерёминской и Верхне-Чонской площадях) обнаружены остатки палеофлоры *Tomiodendron* cf. *ostrogianum* (Zal.), *T.* aff. *kemeroviensis* (Chachl.), *Mesocalamites* sp., а также установлено повышенное содержание типичных форм нижнего карбона – спор со сложной скульптурой экзины: Geminospora, Grandispora, Нутепоzonotriletes, Acanthozonotriletes. Во всех разрезах отмечено присутствие нижнекаменноугольных спор-индикаторов *Tuberculispora larvata* (Lub.) Oshurk., *Periplecotriletes amplectus* Naum., *Reticulatisporites lunatus* (Кпох) Oshurk. и др. (определения В. И. Лузиной и В. П. Пинегиной) [10].

На основании анализа флористических остатков и спорово-пыльцевого комплекса возраст установлен визейско-серпуховским [31; 36]. До сих пор не устраненные разночтения в датировке отложений тушамской свиты [3–5; 23; 43] создают заметные сложности при исследовательских и картосоставительских работах [10]. Как уже было отмечено, диапазон свиты превышает интервал тушамского горизонта, выделенного из ее верхней части.

Кэдэпчикская свита (C<sub>1-2</sub>kd) была выделена по керновым материалам. полученным из картировочных скважин, пробуренных на площади Кемпендяйской впадины [15]. Свита сложена преимущественно песчаными породами с прослоями и линзами углей. Ее контакт с подстилающими и перекрывающими образованиями четко не установлен, поэтому с определенной долей условности соотносится с серпуховско-башкирским интервалом карбона. Определение найденного в отложениях свиты спорово-пыльцевого комплекса (заключения Н. Г. Пашкевич, В. Н. Вахриной и др.) также не дает однозначного вывода о возрасте стратона. Ввиду недостатка информации об объеме, датировке и площади распространения кэдэпчикской свиты ряд исследователей считает преждевременным ее выделение в ранге самостоятельного стратона [19; 47]. Тем не менее, авторами она принята в объеме тушамского-янготойского горизонтов Сибирской платформы (рис. 1, 5).

Ты чанская свита (С<sub>1-2</sub>*tč*) выделена в среднем течении р. Тычана (бассейн р. Подкаменная Тунгуска) на территории Тычанского алмазоносного района. Распространена в бассейнах рек Мирюга, Киче, Бедошемо, Тарыдак, где со значительным размывом и стратиграфическим несогласием залегает на отложениях кембрия и нижнего ордовика. Изучена в основном по керну скважин, одной из которых (скв. С-17) вскрыт наиболее мощный разрез в среднем течении р. Тарыдак [11].

В нижней части сложена серыми, зеленовато-серыми, изредка охристо-бурыми, в различной степени известковистыми алевролитами и песчаниками с прослоями аргиллитов. Содержит споры *Retusotriletes rugulosus* Peters., *R. setosus* Kedo, *R. granulatus* Pashk., *Verrucosisporites mesogrumosus* (Kedo) Byvsch., *Tumulispora malevkensis* (Kedo) Turnau, *Acanthotriletes rarisetosus* Kedo, *Reticulatisporites reticulatus* Ibr., *Auroraspora rugosiuscula* (Kedo) Byvsch.

Средняя часть стратона иногда выделяется в самостоятельную шушукскую свиту [29; 36]. Ее слагают алевролиты (преимущественно) и аргиллиты светло-серые, в различной степени доломитисто-известковистые. Здесь отмечены споры *Lycospora pusilla* (lbr.) Som., *Densosporites acerosus* Peters., *Umbonatisporites sibiricus* Pashk., *Retusotriletes setosus* Kedo.

Верхняя часть состоит их серых и светло-серых слабоизвестковистых разнозернистых песчаников и алевролитов. В основании разреза присутствуют кварцево-кремниевые пиропоносные песчаники, близ кровли встречены кварц-полевошпатовые известково-глинистые мелкозернистые песчаники с прослоями темно-серых и серых алевролитов и аргиллитов. Мощность – до 36 м. Среди спор преобладают *Tuberculispora larvata* (Lub.) Oshurk., *Psilohymena psiloptera* (Lub.) Hart et Harr., *P. mirabilis* (Lub.) Hart et Harr., *Vallatisporites radiatus* (Lub.) Peters., *Verrucosisporites rubiginosus* Lub. Пыльца представлена *Plicatipollenites katskaiensis* (Medv.) Oshurk., *Florinites macropterus* (Lub.) Dibn., *Cordaitina rotata* (Lub.) Samoil., *Bascanisporites varians* (Sadk.) Dibn.

Свита датируется серпуховско-башкирским веком, на основании преобладания в спорово-пыльцевых спектрах спор данного возраста [36]. Тем не менее в некоторых источниках возраст свиты указывается раннекаменноугольным [23; 29].

Кондроминская свита (C<sub>2</sub>kd) выделена в бассейне р. Кондромо, по которой и была названа. Образования исследованы по небольшим разрозненным коренным обнажениям и единичным скважинам в долинах рек Подкаменная Тунгуска, Кондромо, Бахта, Учами, где она со стратиграфическим несогласием залегает на различных уровнях ордовика, силура, девона. Свита сложена монотонной толщей песчаников кварцевых, реже полевошпатово-кварцевых, иногда (в верхней части) с прослоями алевролитов. В основании свиты встречаются прослои и линзы гравелитов, конгломератов, песчаников крупнозернистых. Наиболее полный разрез свиты вскрыт скважиной на водоразделе рек Тынеп и Сухая Бахта, где на подстилающих породах несогласно залегают олигомиктово-кварцевые песчаники светло-серые. белые, часто каолинизированные, мелко- и среднезернистые, массивные, с грубой слоистостью. Общая мощность стратона достигает 45 м [14]. Незначительная территория достоверного распространения отложений кондроминской свиты и неясность стратиграфического положения обусловили исключение ее из стратиграфической схемы нижнего карбона [29; 43].

Органические остатки из отложений свиты неизвестны, возраст определен по положению в разрезе, соотносится с янготойским горизонтом и рассматривается как башкирский [2].

Суриндинская свита (C<sub>2</sub>sr) была выделена вместо упраздненной кондроминской свиты [43] по скважинам колонкового бурения в долине р. Нижняя Чунку, притока р. Чуня [8]. Имеет незначительные выходы на дневную поверхность по берегам рек Амут, Тэпаки, Вэтэтэ, где она залегает на различных стратиграфических уровнях ордовика, силура и девона. Стратотипом указан разрез скважины К-11 в бассейне р. Суринда, по которой стратон и получил название. Свита выделена из-под чинокских отложений в основании угленосного разреза и генетически с ним связана. Представлена сероцветной терригенной толщей преимущественно мелкозернистых олигомиктовых песчаников, которая отчетливо расчленяется на три части. Нижняя пачка сложена светло-серыми и белыми мелко- и среднезернистыми кварцевы-

ми песчаниками, средняя – тонкопереслаивающимися светло-серыми кварц-полевошпатовыми мелкозернистыми песчаниками и алевролитами, верхнюю часть свиты слагают серые среднезернистые полимиктовые песчаники с редкими прослоями темно-серых мелкозернистых песчаников и алевропесчаников. По разрезу отмечается слабая известковистость и тонкорассеянная вкрапленность пирита с образованием гнезд, желваков и линз. Мощность свиты – до 40 м [11; 43].

В отложениях обнаружены споры *Tuberculispora larvata* (Lub.) Oshurk., *Psilohymena psiloptera* (Lub.) Hart et Harr., *P. mirabilis* (Lub.) Hart et Harr., *Vallatisporites radiatus* (Lub.) Peters., *Verrucosisporites rubiginosus* Lub., *Reticulatisporites contortoreticulatus* (Sadk.) Drjag. и пыльца *Plicatipollenites katskaiensis* (Medv.), *Florinites macropterus* (Lub.) Dibn., *Cordaitina punctata* (Lub.) Hart., *C. rotata* (Lub.) Samoil., *Bascanisporites varians* (Sadk.) Dibn., *Vestigisporites pliciformis* Peters. [11]. Приведенный палинологический комплекс характерен для янготойского горизонта среднего карбона Сибирской платформы [36], что подтверждает корреляцию отложений суриндинской свиты с башкирским ярусом каменноугольной системы [43].

Конекская свита (С<sub>2</sub>kn) была выделена на восточном борту Тунгусской синеклизы, в окрестностях пос. Айхал [43]. Стратотип находится на уч. Конек в междуречье Сохсолоох–Быстрый, где с размывом залегает на породах нижнего–среднего палеозоя. Здесь образования свиты представлены переслаиванием песчаников (кварцевых, полевошпатовых), углисто-глинистых алевролитов, иногда аргиллитов и углистых сланцев, отмечаются пропластки и линзы углей, в подошве свиты – конгломераты и гравелиты. Со стратиграфическим перерывом перекрывается ботуобинской свитой верхнего карбона – нижней перми. Мощность – до 40 м [9; 43].

Отложения содержат двустворчатые моллюски Abakaniella elongata Bet., флору Carvirimula pseudobelgica Ber., Angarodendron obrutschevii Zal., Koretrophyllites mungaticus Radcz., Rufloria subangusta (Zal.) S. Meyen, R. theodorii (Tschirk. et Zal.) S. Meyen, Angaridium potaninii (Schm.) Zal. По комплексу органических остатков свита сопоставляется с каезовским горизонтом башкирского яруса Кузбасса, и, следовательно, янготойским горизонтом Сибирской платформы [43].

Лапчанская свита (С<sub>2-3</sub>/р) впервые выделена на побережье р. Вилюй под названием «черная пачка» или «сылагинские слои», позже указывалась как хытынгынахская свита верхов нижнего карбона [4]. Под названием «лапчанская» была выделена в Ботуобинском районе Тунгусской синеклизы по результатам Всесоюзного стратиграфического совещания по Средней Сибири [43]. Типовые разрезы расположены в бассейнах рек Улахан, Курунг-Юрях, Куччугуй и Ирелях. Лапчанская свита залегает с размывом на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя и ичодинской свиты [48]. Сложена разнозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, глинистыми и углисто-глинистыми их разностями, углистыми сланцами, иногда с прослоями галечников и конгломератов, линзами углей. Мощность свиты – до 20–30 м [34; 43].

В свите обнаружены макроскопические остатки растений, а также комплекс мегаспор, представленный мелкими формами ассоциации Aphanozonatisporites glabratus (Zerndt) Oshurk.: Aph. viluensus Mash., Aph. compositus Mash., Aph. rotundus Mash. и др. [34; 35]. Совместно с этими формами обычно встречается сопутствующая группа – кутикулы семян Cordaicarpus. Ассоциация приурочена к песчанистым алевролитам с прослоями угля.

Из остатков флоры определены Protosalanus distans (Chachl.) Radcz., Angarodendron obrutschevii Zal., Asteracalamites chaetophylloides Radcz., Mezocalamites mrassiensis Radcz., Rhodea javorskyi Radcz., Angaridium potaninii (Schm.) Zal., A. submongolicum Neub., Rufloria subangusta (Zal.) S. Meyen и др. Комплексы флоры и спор с пыльцой соответствуют мазуровскому горизонту Кузбасса и Алтае-Саянской области [34]. Таким образом, свита сопоставляется с янготойским горизонтом башкирского яруса и нижней частью катского горизонта [43].

В представленной Схеме межсерийной корреляции авторами приведена лапчанская свита в объеме башкирского, московского и нижней части касимовского ярусов. Вопрос о правомочности замены лапчанской свиты и ее полного соответствия конекской свите остается открытым, так как конекская свита была выделена из нижней части лапчанской и, по уточненным данным, не является ее возрастным аналогом [10; 34].

Ханарская свита (C<sub>2-3</sub>hn) выделена в бассейне р. Ханар (левый приток р. Баты-Юрях) из отложений, прежде относившихся к раннепермской бургуклинской свите [46]. В стратотипической местности свита залегает на размытой поверхности карбонатных отложений верхнего девона и перекрывается породами нижней перми, с которыми связана постепенным переходом. В естественных выходах обнажена плохо, представлена в виде отдельных пятен, группирующихся в полосу северо-восточного простирания, которая протягивается от р. Баты-Юрях до низовьев р. Котуй. Южнее небольшие разрозненные обнажения ханарской свиты известны в бессейне оз. Дарима и среднем течении р. Чангада [27]. Разрез изучен по керну картировочных скважин, пробуренных на Ханарском поисковом участке в пределах Маймеча-Котуйского междуречья [45; 46]. Свита представлена чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов и углистых пород, которым подчинены единичные тонкие пропластки углей. Преобладает в разрезе тонкое линзовиднополосчатое, полого-волнистое, иногда ленточное переслаивание темно-серых мелкозернистых и светло-серых крупнозернистых алевролитов с подчиненными прослоями аргиллитов и алевритовых песчаников. Общая мощность свиты колеблется от 85 до 105 м [46].

На правом берегу р. Котуй в разрезе свиты обнаружены растительные остатки Mesocalamites mrassiensis Radcz., Angaropteridium cardiopteroides (Schm.) Zal., Rufloria tschirkovae (Zal.) S. Meyen, R. subangusta (Zal.) S. Meyen, Cordaicarpus tomiensis Radcz., Samaropsis minuta Radcz., а несколько выше по разрезу – Angaridium finale Neub., Rufloria intermedia (Radcz.) S. Meyen, R. theodorii (Zal. et Tschirk.) S. Meyen, Samaropsis anomala Verb. Komплекс миоспор представлен здесь такими характерными таксонами, как Leiotriletes pyramidalis (Lub.) Medv., Lophotriletes resistens (Lub.) Medv., Acanthotriletes rigidispinosus (Lub.) Isch., Cyclopileatispora gibberula (Lub.) Oshurk., Psilohymena psiloptera (Lub.) Hart et Harr., P. mirabilis (Lub.) Hart et Harr., Verrucosisporites rubiginosus (Lub.) Lub., Florinites macropterus (Lub.) Dibn., Plicatipollenites promptus (Medv.) Oshurk. [46]. Наличие в породах свиты указанных флористического и спорово-пыльцевого комплексов позволяет говорить о принадлежности отложений к катскому горизонту Сибирской платформы [34; 43].

свита (C<sub>2</sub>-P<sub>1</sub>kt) выделена на Катская р. Ката (правый приток р. Ангара), где установлен ее стратотип, представленный ритмичным чередованием алевролитов, аргиллитов, с прослоями туффитов и пластами углей. Отложения развиты в бассейне р. Нижняя Тунгуска, в междуречье ее притоков – Большая и Малая Ерёма, Саргинка и Нижняя Кривая, а также в среднем течении р. Чона и по ее левым притокам – Кутакта и Оскомокит. Коренные выходы свиты крайне малочисленны, разрезы изучались по горным выработкам и скважинам картировочного и поискового бурения. По литологическому составу подразделяется на две подсвиты. Нижняя сложена песчаниками и алевролитами, содержащимися примерно в равных количествах, присутствуют аргиллиты и углистые аргиллиты. Также отмечено три угольных пласта, имеющих ограниченное распространение и нерабочую мощность (менее 1 м). Мощность подсвиты – 40–70 м [43].

Верхняя подсвита в большинстве изученных разрезов сложена песчаниками, содержит в подчиненном количестве алевролиты и аргиллиты, в том числе их углистые разновидности, линзы, конкреции и прослои сидерита, гальки кремнистых аргиллитов, насыщена значительным количеством углефицированного детрита, содержит два рабочих пласта углей (IV и V) мощностью от 3–5 до 8,5 м. Мощность подсвиты – 60–110 м [43].

Общая мощность стратона достигает 160-180 м [10].

В породах свиты обнаружены споры Endoculeospora pallens (Lub.) Oshurk., Psilohymena psiloptera (Lub.) Hart et Harr., P. mirabilis (Lub.) Hart et Harr., Leiotriletes pyramidalis (Lub.) Medv., Lophotriletes resistens (Lub.) Medv., пыльца Cordaitina uralensis (Lub.) Samoil., C. rotata (Lub.) Samoil., C. rugulifer (Lub.) Samoil., Plicatipollenites katskaiensis (Medv.) Oshurk., а также макрофлора Angaropteridium cardiopteroides (Schm.) Zal., Rufloria theodorii (Tschirk. et Zal.) S. Meyen, Samaropsis patula Zal. Наличие данного спорово-пыльцевого комплекса и флористических остатков позволяет сопоставить отложения свиты с интервалом московского-гжельского ярусов карбона (катский горизонт) и ассельского-сакмарского ярусов перми (клинтайгинский горизонт) [20; 34].

Следует отметить, что выделение катской свиты на северо-западе Сибирской платформы в пределах Курейско-Нижнетунгусской СФЗ требует дополнительного изучения.

Анакитская свита (С<sub>2</sub>–Р<sub>1</sub>ал) выделяется в бассейне р. Вилюй на левобережье р. Ейка, в долине ее притока – р. Анакит, по которой и была названа. Голостратотип расположен близ ее устья, в верхнем течении Нижней Тунгуски [23; 27]. Наиболее представительный разрез изучен в Тунгусской опорной скважине, где литологически стратон разделяется на три подсвиты [33].

Нижнеанакитская подсвита представлена чередованием алевролитов, аргиллитов, песчаников с маломощными прослоями углей в верхней части и основании. Мощность – 195–200 м.

В отложениях встречены остатки флоры Angarodendron obrutschevii Zal., Knorria sp.; а также палинокомплекс, включающий Cyclobaculisporites trichacanthus Lub., Cyclopileatispora gibberula (Lub.) Oshurk., Psilohymena psiloptera (Lub.) Hart et Harr. и др.

Среднеанакитская подсвита сложена переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов, углистых аргиллитов и пластов углей. Мощность – 145–150 м.

Близ кровли обнаружена флора Phyllotheca tomiensis Chachl., Annularia asteriscus Zal., Sphenopteris mara Rassk., S. isylensis Zal., Neuropteris djavolskiensis Such., Angaropteridium cardiopteroides (Schm.) Zal., Angaridium finale Neub., A. submongolicum Neub., Paragondwanidium sibiricum (Petunn.) S. Meyen, P. odontopteroides (Zal.) S. Meyen, Rufloria subangusta (Zal.) S. Meyen, Rufloria theodorii (Tschirk. et Zal.) S. Meyen, R. intermedia (Radcz.) S. Meyen, R. tschirkovae (Zal.) S. Meyen, Angarocarpus ungensis (Zal.) Radcz., Samaropsis auriculata Neub., S. pauxilla Zal. Палинокомплекс содержит Psilohymena psiloptera (Lub.) Hart et Harr., Cyclobaculisporites trichacanthus Lub., Granulatisporites microgranifer lbr., Endoculeospora pallens (Lub.) Pashk. и др.

Верхняя подсвита, относящаяся к нижней перми [20; 48], в представленной схеме межсерийной корреляции (рис. 5) не приводится.

Комплекс ископаемой флоры и миоспор позволяет установить позднекаменноугольный-раннепермский возраст и отнести анакитскую свиту к катскому горизонту карбона [43] и клинтайгинскому горизону нижней перми [20].

Чинокская свита (C<sub>2</sub>-P<sub>1</sub>čn) выделена в бассейне р. Нижняя Чунку и на ее притоке – р. Чиноко [4; 8]. Отложения распространены в междуречье Подкаменной и Нижней Тунгусок, в верховьях рек Таймура, Малая Ероба, Илимпея. В северной части площади свита с размывом залегает на отложениях ордовика, силура и дево-

на, в стратотипической местности – без видимого размыва на суриндинской свите среднего карбона, в южной части - на верхней пачке тычанской свиты и на породах среднего-верхнего кембрия, где к основанию свиты приурочены коры выветривания. Верхняя граница свиты прослежена во многих разрезах и характеризуется заметным размывом, перекрывается груботерригенной пачкой песчаников и конгломератов еробинской свиты нижней перми либо туфогенной учамской свитой триаса. Выходы свиты на дневную поверхность малочисленны, отложения изучены по керну скважин. Наиболее полный разрез наблюдается близ устья р. Тэтэрэ, где породы представлены переслаиванием мелко- и среднезернистых песчаников, мелко- и крупнозернистых алевролитов, аргиллитов и углистых аргиллитов, пропластами каменного угля. Вскрытая здесь мощность свиты достигает 115 м [10]. Ввиду сложного тектонического строения территории и фрагментарных выходов терригенно-угленосных отложений, чинокская свита в большинстве случаев картируется как нерасчлененная и изображается на геологических картах со сквозной индексацией [16].

В стратотипической местности, в обнажениях долины р. Чуня и ее притоков, чинокская свита делится на две подсвиты [43]. Нижнечинокская подсвита представляет собой переслаивание алевролитов, аргиллитов, песчаников, встречаются прослои угля. Мощность – до 50 м.

Палинологический комплекс представлен спорами Psilohymena psiloptera (Lub.) Hart et Harr., Calamospora plicata (Lub.) Siverc., Retusotriletes nigritellus (Lub.) Fost., R. lemniskatus (Lub.) Pashk., Acanthotriletes rigidispinosus (Lub.) Isch., Lophotriletes resistens (Lub.) Medv., Camptotriletes phaleratus (Lub.) Oshurk., Verrucosisporites rubiginosus Lub., Granulatisporites microgranifer Ibr.; пыльцой Plicatipollenites katskaiensis (Medv.) Oshurk., Florinites macropterus (Lub.) Dibn., Potonieisporites tener (Medv.) Peters. Отмечаются находки макрофлоры Rhodea javorskyi Radcz., Angarodendron obrutschevii Zal., Angaridium finale Neub.

Верхнечинокская подсвита сложена полимиктовыми песчаниками горизонтальнослоистыми и углистыми алевролитами с прослоями каменного угля. Мощность – до 95 м.

Спорово-пыльцевой комплекс включает Tuberculispora larvata (Lub.) Oshurk., T. cf. polypyrena (Lub.) Oshurk., lugisporis parvispinus (Lub.) Oshurk., Neoraistrickia obtusosetosa (Lub.) Oshurk.; пыльцу Bascanisporites varians (Sadk.) Dibn., Cordaitina rugulifera (Lub.) Samoil. Растительные остатки представлены Rufloria theodorii (Zal. et Tschirk.) S. Meyen, R. subangusta (Zal.) S. Meyen, Samaropsis subrotunda Rassk., S. jurabaensis Rassk., S. ungensis Zal., Samarospadix penicillata Neub., Paragondwanidium sibiricum (Petunn.) S. Meyen, Neuropteris djavolskiensis Such., Ginkgophyllum primaevus Rassk., Angaropteridium cardiopteroides (Schm.) Zal., Angaridium finale Neub.

Наличие приведенных палинологических комплексов и макрофлоры позволяет сделать заключение о московско-сакмарском возрасте свиты [34] и рассматривать ее как аналог анакитской и катской свит [20].

Каменноугольный интервал чинокской свиты сопоставляется с катским горизонтом, где залегает на карбонатных породах верхнего палеозоя [43].

Ботуобинская свита (C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub>bt) выделена в бассейне р. Сылага (правый приток р. Вилюй) и названа по р. Улахан-Ботуобия, близ которой по скважинам, пробуренным в междуречье Курунг-Юрях и Сылага был составлен стратотип [32]. Распространена по долинам рек Вилюй. Оленёк, Чона, Моркока, Ыгыата, Марха, где залегает на карбонатных породах верхнего палеозоя. Свита представлена переслаиванием песчаников, алевро-песчаников с прослоями и линзами гравелитов и конгломератов, приуроченных к нижней части свиты. В верхней ее части обычно присутствуют более тонкозернистые разности пород: алевролиты, аргиллиты с маломощными пластами углей мелководно-морского генезиса. Мощность свиты до 50 м [10; 43].

Отложения содержат комплексы морских и континентальных органических остатков. Отсюда определены фораминиферы Hyperammina borealis Gerke, H. aff. bulbosa Cush. et Wat., Hyperamminoides affectus Vor., Hyp. protea (Cush. et Wat.), Reophax syndascoensis Vor., Saccammina discoidea Vor. и др.; неморские двустворчатые моллюски родов Kinerkaella, Mrassiella, Mrassiellina. Возраст комплекса фауны поздний карбон – ранняя пермь [18]. Флора представлена Cordaites cf. tyrganicus Radcz., C. ligulatus Gorel., Cordaicarpus tomiensis Radcz., Angarodendron obrutschevii Zal., Angaridium finale Neub., Phyllotheca tomiensis Chachl., Rufloria subangusta (Zal.) S. Meyen, R. teodorii (Tschrk. et Zal.) S. Meyen, Rhabdocarpus tomiensis Zal., Cardiocarpus krapivinoensis Sush., Angarocarpus ungensis (Zal.) Radcz., Samaropsis angarica Rassk., S. pauxilla Zal. и др. Палинологический комплекс характеризуется присутствием в заметном количестве спор Psilohymena psiloptera (Lub.) Hart et Harr., Horriditriletes trichacanthus (Lub.) Oshurk., Cyclopileatispora gibberula (Lub.) Oshurk. и Leiotriletes pyramidalis (Lub.), Retusotriletes nigritellus (Lub.) Fost., а также Bascanisporites varians (Sadk.) Dibn., Lycospora rotunda (Bharad.) Som.; пыльца Plicatipollenites katskaiensis (Medv.) Oshurk., Plicatipollenites sarcostemmus (Lub.) Dibn. и др.

Комплекс характеризует биостратиграфические горизонты среднего–позднего карбона и ранней перми. Следует отметить, что свита отнесена к диапазону ассельского–сакмарского ярусов пермской системы в схеме верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы [43]. Аналогичным образом трактуется датировка по спорово-пыльцевому комплексу [34]. Также возраст ботуобинской свиты указан раннепермским в проекте схемы верхнего палеозоя [2] и в последних публикациях по стратиграфии региона [20].

Мохсоголохская серия (C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub>mh), картируемая в окрестностях оз. Мохсоголох на северо-востоке Вилюйской синеклизы, в пределах Хапчагайского мегавала подразделяется на ряд толщ (рис. 1, 5), наиболее древняя из которых, вероятно, отвечает интервалу позднего карбона – ранней перми.

Юрэнская толща (С<sub>3</sub>-Р<sub>1</sub>јг) выделена по материалам опорных и картировочных скважин (Чебыдинская-1 и Верхневилюйская К-27), пробуренных в центральной и восточной частях Сибирской плафтформы. В составе преобладают песчаники и алевролиты, реже встречаются аргиллиты и угли. Породы сильно уплотнены и заглинизированы, коллекторы отсутствуют. Контакт с подстилающими отложениями не установлен. Вскрытая мощность толщи – 446 м [15; 20].

Присутствуют остатки растений Angaridium finale Neub., Samaropsis cf. patula Zal., Paracalamites sp., обрывки листьев кардаитов [15]. Среди спор преобладают Psilohymena psiloptera (Lub.) Hart et Harr., отмечены Leiotriletes pyramidalis (Lub.) Medv. и др. Анализ флористических и спорово-пыльцевых комплексов позволяет датировать толщу гжельским–ассельским веками [15; 34]. Тем не менее, окончательно вопрос о возрасте стратона не решен и в некоторых источниках ошибочно дается средне- и позднекаменноугольным [13].

Юнкюрская толща (P<sub>1</sub>jn), вскрытая бурением на Хапчагайском валу (скв. К-27), представлена переслаиванием песчаников, тонкослоистых алевролитов, аргиллитов, близ кровли отмечен пласт угля. Мощность – 410 м.

Раннепермский возраст стратона, установленный по миоспорам *Marsupipollenites retroflexus* Lub. (Lub.) (определения Е. К. Петровой) [15], был сохранен при составлении Нижневилюйской СЛ ГК-200 [26] и подтверждается рядом исследований каменноугольно-пермских отложений Сибирской платформы [20]. Но в Анабаро-Вилюйской СЛ-1000 [22] толща без достаточного обоснования датируется поздним карбоном – ранней пермью. Нами принята первоначальная датировка, и толща в схему корреляции каменноугольных отложений не включена.

В заключение хотелось бы отметить, что Схема межсерийной корреляции каменноугольных отложений Сибирской платформы, схема районирования территории для данного возрастного интервала, согласованная на границах серийных легенд, а также сводные разрезы, составленные в рамках единых структурно-формационных зон, в дальнейшем послужат основой для создания региональных схем, составления листов карт нового поколения и прочих работ в рамках Государственного геологического картирования.

Авторы выражают благодарность И. В. Будникову, Р. В. Кутыгину, Л. П. Перегоедову за ревизию материалов, ряд важных замечаний и помощь в подготовке данной работы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас фораминифер и микрофаций верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений Северной Евразии. Фаменский и турнейский ярусы / ред. Е. И. Кулагина, Т. И. Степанова. – М. : ПИН РАН, 2018. – 220 с.

2. Будников И. В. Отчет о научно-исследовательской работе по базовому проекту 7.4-04/09 «Построить атлас палеогеографических карт фанерозоя Сибири масштаба 1:7 500 000». Государственный контракт от 04.05.2009 № АМ-02-43/10. Кн. 1. – Новосибирск, 2012.

3. Вааг О. В., Матухин Р. Г. Региональная стратиграфическая схема нижнего карбона Сибирской платформы // Региональная стратиграфия нефтегазоносных районов Сибири. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 1988. – С. 28–31.

4. Вербицкая Н. Г., Илюхина Н. П. Основные подразделения верхнего палеозоя Сибирской платформы // Советская Геология. – 1979. – Вып. 9. – С. 18–33.

5. Верхний палеозой Ангариды. Фауна и флора / ред. О. А. Бетехтина, С. Г. Горелова, Л. Л. Дрягина и др. – Новосибирск : Наука, 1988. – 265 с.

6. Гайдук В. В. Вилюйская среднепалеозойская рифтовая система. – Якутск : Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1988. – 128 с.

7. Ганелин В. Г., Дуранте М. В. Биостратиграфия карбона Ангариды // Эволюция флор в палеозое. – М. : ГЕОС, 2003. – С. 93–96.

8. Глухов Ю. С. Геология верхнепалеозойских отложений центральной части Тунгусской синеклизы // Автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 1981. – 23 с.

9. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколоение). Серия Анабаро-Вилюйская. Лист Q-49 – Удачный. Объяснительная записка / Л. И. Сметанникова, В. И. Тихоненко, А. Б. Лобанов и др. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2020. – 338 с.

10. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 1 000 000 (авторский вариант). Лист Р-49 – Мирный. Объяснительная записка / Г. В. Липенков, М. В. Наумов, В. Т. Кириченко и др. – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2021. – 585 с.

11. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Ангаро-Енисейская. Лист Р-47 – Байкит. Объяснительная записка / А. С. Варганов, Н. Н. Попова, О. В. Сосновская, И. В. Смокотина и др.– СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 358 с.

12. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Анабаро-Вилюйская. Лист R-48 – Хатанга. Объяснительная записка / Г. В. Липенков, М. С. Мащак, В. Т. Кириченко, А. И. Ларичев и др. – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 398 с.

13. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1 : 1 000 000. Лист Р-50,51 – Олёкминск. Объяснительная записка / Ю. Г. Старицкий. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 1994. – 221 с.

14. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000. Серия Ангаро-Енисейская. Лист Р-46 – Северо-Енисейский. Объяснительная записка. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. – 470 с.

15. Граусман В. В., Мейен С. В. Стратиграфия верхнепалеозойских отложений Вилюйской синеклизы // Известия АН СССР. Серия Геологическая. – 1987. – № 10. – С. 53–60.

16. Донова Н. Б. Фитостратиграфическое расчленение разреза чинокской свиты по р. Чуня (верхний палеозой Сибирской платформы) // Палеоботанический временник. Приложение к журналу «Lethaea rossica». – 2015. – Вып. 2. – С. 220–226.

17. Клец А. Г. Верхний палеозой окраинных морей Ангариды / отв. ред. Е. А. Елкин // Ин-т геологии нефти и газа ОИГГМ СО РАН. – Новосибирск : Гео, 2005. – 240 с.

18. Кривенко О. В., Перегоедов Л. Г. Проблема сопоставления комплексов флоры и фауны ботуобинской свиты (Мало-Ботуобинский район, восточный борт Тунгусской синеклизы) // Палеоботанический временник. Приложение к журналу «Lethaea rossica». – 2013. – № 1. – С. 118–124.

19. Кутыгин Р. В. Нижний карбон Восточной Сибири и Верхоянья // Отечественная геология. – 2009. – Вып. 5. – С. 66–74.

20. Кутыгин Р. В., Будников И. В., Сивчиков В. Е. Основные черты стратиграфии касимовско-гжельских и пермских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2020. – Т. 25, № 4. – С. 5–30.

21. Лапина Н. Н. Доугленосные нижнекаменноугольные отложения Сибирской платформы // Стратиграфия палеозоя Средней Сибири. – Новосибирск : Наука, 1967. – С. 194–196.

22. Легенда Анабаро-Вилюйской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение). Объяснительная записка / сост. М. С. Мащак, А. П. Кропачев, Г. Г. Сотникова, Л. И. Сметанникова, В. И. Чеканов, Е. В. Оленникова. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2009. – 60 с.

23. Легенда Ангаро-Енисейской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение) / гл. ред. М. Л. Махлаев. – Красноярск, 2009. – Кн. 1. – 299 с.; Кн. 2. – 110 с.

24. Легенда Верхневилюйской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 200 000 (второе поколение). Кн. 1. Объяснительная записка. – Якутск, 2000. – 122 с.

25. Легенда Мархинской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 200 000 (новая серия). – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2002. – 161 с.

26. Легенда Нижневилюйской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 200 000 (новая серия). – Якутск, 2001. – 120 с.

27. Легенда Норильской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение). В 3-х кн. Кн. 1. Пояснительная записка. – СПб. : ФГУП «ВСЕГЕИ», 2004. – 339 с.

28. Легенда Оленёкской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 200 000 (второе издание) / ред. В. Н. Бобров. – М., 2000.

29. Матухин Р. Г. Девон и нижний карбон Сибирской платформы (состав, условия осадконакопления, минерагения). – Новосибирск : Наука, 1991. – 164 с.

30. Нейбург М. Ф. О тушамской свите Тунгусского бассейна – аналоге острогской свиты Кузбасса // ДАН СССР. – 1956. – Т. 110, № 2. – С. 267–268.

31. Нижний карбон Средней Сибири // Труды ИГиГСО АН СССР. – 1980. – Вып. 432. – 220 с.

32. О нижнем карбоне юго-восточной части Тунгусской синеклизы / Ю. А. Дукарт, Д. В. Блажкун, В. И. Шаталов и др. // Геология и геофизика. – 1986. – № 6. – С. 35–51.

33. Опорные скважины СССР. Тунгусская опорная скважина (Красноярский край) // Труды ВНИГРИ. – Восточно-Сибирское книжное издательство, 1968. – Вып. 266. – 167 с.

34. Ошуркова М. В. Возраст верхнепалеозойских отложений восточного борта Тунгусской синеклизы по палинологическим данным // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1999. – Т. 7, № 6. – С. 81–93.

35. Ошуркова М. В. Морфология, классификация и описания форма-родов миоспор позднего палеозоя. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2003. – 377 с.

36. Петерсон Л. Н. Атлас спор и пыльцы карбона Тычанского алмазаносного района. – Красноярск : Изд-во ФГУГП «Красноярскгеолсъемка», 1999. – 80 с.

37. Позднепалеозойские терригенные коллекторы алмазов восточного борта Тунгусской синеклизы / О. Г. Салтыков, Ю. М. Эринчек, В. Н. Устинов, Е. Д. Мильштейн. – СПб. : ВСЕГЕИ, 1991. – 223 с.

38. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – Л. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 1991. – Вып. 25. – 66 с.

39. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 1997. – Вып. 29. – 36 с.

40. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2003. – Вып. 34. – 46 с.

41. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – Вып. 38. – 51 с.

42. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2018. – Вып. 45. – 48 с.

43. Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири.
Ч. II [средний и верхний палеозой], 1979 г. / под ред.
В. И. Краснова. – Л., 1982. – 130 с.
44. Степанова Т. И. Биостратиграфия пограничных

44. Степанова Т. И. Биостратиграфия пограничных отложений турнейского и визейского ярусов по фораминиферам в разрезе «Кипчак» на восточном склоне Южного Урала // Литосфера. – 2016. – № 6. – С. 7–96.

45. Стратиграфический словарь. Новые стратиграфические подразделения фанерозоя СССР. – Л. : Недра, 1991. – 556 с.

46. Стратиграфия верхнепалеозойских угленосных отложений северо-восточной части Тунгусского бассейна / А. Б. Гуревич, Н. Г. Вербицкая, В. А. Липатова, И. З. Фаддеева // Советская геология. – 1984. – Вып. 5. – С. 61–71.

47. Черданцев Г. А, Головин С. В. Уточнение перспектив нефтегазоносности среднепалеозойских отложений южной части Вилюйской синеклизы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2018. – Т. 13, № 3. – С. 1–14.

48. Черная Т. А. Проблемы биостратиграфии алмазоносных терригенных толщ Западной Якутии. – Мирный : Якутское НИГ ЦНИГРИ акционерной компании Алроса, 2002. – 142 с.

49. Юферев О. В. Карбон Сибирского биостратиграфического пояса // Труды института геологии и геофизики АН СССР. – Новосибирск : Наука, 1973. – Вып. 162. – 280 с.

50. Ganelin V. G., Tschernjak G. E. Marine Basins of Northeast Asia // The Carboniferous of the World, III. – Madrid: Instituto Tecnologico Geominero de Espana, 1996. – Pp. 207–234.

51. Russian Regional Carboniferous Stratigraphy / A. S. Alekseev, S. V. Nikolaeva, N. V. Goreva, N. B. Donova, O. L. Kossovaya, E. I. Kulagina, N. A. Kucheva, A. V. Kurilenko, R. V. Kutygin, L. I. Popeko, T. I. Stepanova // Geological Society. – London, 2022. – Vol. 512, iss. 1. – Pp. 49–117.

52. Tournaisian (Early Carboniferous) foraminifers of the Kuznetsk Basin (South-West Siberia, Russia) / C. Colpaet, D. Vachard, C. Monnet, S. Clausen, I. G. Timokhina, O. T. Obut, N. G. Izokh // Bulletin de la Societe Geologique de France. – 2017. – Vol. 188. – No. 1–2. – Pp. 23–32.

#### REFERENCES

1. Atlas foraminifer i mikrofatsiy verkhnedevonskikh i nizhnekamennougol'nykh otlozheniy Severnoy Evrazii. Famenskiy i turneyskiy yarusy. Ed.: E. I. Kulagina, T. I. Stepanova. Moscow, 2018, 220 p.

2. Budnikov I. V. Otchet o nauchno-issledovate'skoy rabote po bazovomu proektu 7.4-04/09 «Postroit' atlas paleogeograficheskikh kart fanerozoya Sibiri mashtaba 1:7 500 000». Gosudarstvennyy kontrakt ot 04.05.2009 № AM-02-43/10. Book 1. Novosibirsk, 2012.

3. Vaag O. V., Matukhin R. G. Regional'naya stratigraficheskaya skhema nizhnego karbona Sibirskoy platformy. *Regional'naya stratigrafiya neftegazonosnykh rayonov Sibiri*. Novosibirsk, 1988, pp. 28–31.

4. Verbitskaya N. G., Ilyukhina N. P. Osnovnye podrazdeleniya verkhnego paleozoya Sibirskoy platformy. *Sovetskaya Geologiya*, 1979, iss. 9, pp. 18–33.

5. Verkhniy paleozoy Angaridy. Fauna i flora. Eds.: O. A. Betekhtina, S. G. Gorelova, L. L. Dryagina et al. Novosibirsk, Nauka, 1988, 265 p.

6. Gayduk V. V. Vilyuyskaya srednepaleozoyskaya riftovaya sistema. Yakutsk, 1988, 128 p.

7. Ganelin V. G., Durante M. V. Biostratigrafiya karbona Angaridy. *Evolyutsiya flor v paleozoe*. Moscow, GEOS, 2003, pp. 93–96.

8. Glukhov Yu. S. Geologiya verkhnepaleozoyskikh otlozheniy tsentral'noy chasti Tungusskoy sineklizy. Tomsk, 1981, 23 p.

9. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokoloenie). Seriya Anabaro-Vilyuyskaya. List Q-49 – Udachnyy. O''yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Anabaro-Vilyuyskaya series. Sheet Q-49 – Udachnyy. Explanatory note]. Eds.: L. I. Smetannikova, V. I. Tikhonenko, A. B. Lobanov et al. St. Petersburg, VSEGEI, 2020, 338 p.

10. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. Mashtab 1 : 1 000 000 (avtorskiy variant). List P-49 – Mirnyy. Ob"yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Sheet P-49 – Mirnyy. Explanatory note]. Eds.: G. V. Lipenkov, M. V. Naumov, V. T. Kirichenko et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2021, 585 p.

11. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Angaro-Eniseyskaya. List P-47 – Baykit. Ob''yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Angaro-Eniseyskaya series. Sheet P-47 – Baykit. Explanatory note]. Eds.: A. S. Varganov, N. N. Popova, O. V. Sosnovskaya, I. V. Smokotina et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2015, 358 p.

12. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Anabaro-Vilyuyskaya. List R-48 – Khatanga. Ob''yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Anabaro-Vilyuyskaya series. Sheet R-48 – Khatanga. Explanatory note]. Eds.: G. V. Lipenkov, M. S. Mashchak, V. T. Kirichenko, A. I. Larichev et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2015, 398 p.

13. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. Mashtab 1 : 1 000 000. List P-50,51 – Olekminsk. Ob''yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Sheet P-50,51 – Olekminsk. Explanatory note]. Ed.: Yu. G. Staritskiy. St. Petersburg, VSEGEI, 1994, 221 p.

14. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. Mashtab 1 : 1 000 000. Seriya Angaro-Eniseyskaya. List P-46 – Severo-Eniseyskiy. Ob''yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Angaro-Eniseyskaya series. Sheet P-46 – Severo-Eniseyskiy. Explanatory note]. St. Petersburg, VSEGEI, 2010, 470 p.

15. Grausman V. V., Meyen S. V. Stratigrafiya verkhnepaleozoyskikh otlozheniy Vilyuyskoy sineklizy // *Izvestiya Akademii Nauk USSR. Seriya Geologicheskaya*, 1987, no. 10, pp. 53–60.

16. Donova N. B. Fitostratigraficheskoe raschlenenie razreza chinokskoy svity po r. Chunya (verkhniy paleozoy Sibirskoy platformy) // Paleobotanicheskiy vremennik. Prilozhenie k zhurnalu «Lethaea rossica», 2015, iss. 2, pp. 220–226.

17. Klets A. G. Verkhniy paleozoy okrainnykh morey Angaridy. Ex. ed.: E. A. Elkin. *Institut geologii nefti i gaza*. Novosibirsk, Geo, 2005, 240 p. 18. Krivenko O. V., Peregoedov L. G. Problema sopostavleniya kompleksov flory i fauny botuobinskoy svity (Malo-Botuobinskiy rayon, vostochnyy bort Tungusskoy sineklizy). *Paleobotanicheskiy vremennik. Prilozhenie k zhurnalu «Lethaea rossica»*, 2013, no. 1, pp. 118–124.

19. Kutygin R. V. Nizhniy karbon Vostochnoy Sibiri i Verkhoyan'ya. *Otechestvennaya geologiya*, 2009, iss. 5, pp. 66–74.

20. Kutygin R. V., Budnikov I. V., Sivchikov V. E. Osnovnye cherty stratigrafii kasimovsko-gzhel'skikh i permskikh otlozheniy Sibirskoy platformy i ee skladchatogo obramleniya. *Prirodnye resursy Arktiki i Subarktiki*, 2020, vol. 25, no. 4, pp. 5–30.

21. Lapina N. N. Douglenosnye nizhnekamennougol'nye otlozheniya Sibirskoy platformy. *Stratigrafiya paleozoya Sredney Sibiri*. Novosibirsk, Nauka, 1967, pp. 194–196.

22. Legenda Anabaro-Vilyuyskoy serii listov Gosudarstvennoy karty Rossiyskoy Federatsii mashtaba 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Ob''yasnitel'naya zapiska. Eds.: M. S. Mashchak, A. P. Kropachev, G. G. Sotnikova, L. I. Smetannikova, V. I. Chekanov, E. V. Olennikova. St. Petersburg, VSEGEI, 2009, 60 p.

23. Legenda Angaro-Eniseyskoy serii listov Gosudarstvennoy karty Rossiyskoy Federatsii mashtaba 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Ed.: M. L. Makhlaev. Krasnoyarsk, 2009, book 1, 299 p.; book 2, 110 p.

24. Legenda Verkhnevilyuyskoy serii listov Gosudarstvennoy karty Rossiyskoy Federatsii mashtaba 1 : 200 000 (vtoroe pokolenie). Book. 1. Ob"yasnite'naya zapiska. Yakutsk, 2000, 122 p.

25. Legenda Markhinskoy serii listov Gosudarstvennoy karty Rossiyskoy Federatsii mashtaba 1 : 200 000 (novaya seriya). St. Petersburg, VSEGEI, 2002, 161 p.

26. Legenda Nizhnevilyuyskoy serii listov Gosudarstvennoy karty Rossiyskoy Federatsii mashtaba 1 : 200 000 (novaya seriya). Yakutsk, 2001, 120 p.

27. Legenda Noril'skoy serii listov Gosudarstvennoy karty Rossiyskoy Federatsii mashtaba 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). In 3 books. Book 1. Poyasnitel'naya zapiska. St. Petersburg, VSEGEI, 2004, 339 p.

28. Legenda Olenekskoy serii listov Gosudarstvennoy karty Rossiyskoy Federatsii mashtaba 1 : 200 000 (vtoroe izdanie). Ed.: V. N. Bobrov. Moscow, 2000.

29. Matukhin R. G. Devon i nizhniy karbon Sibirskoy platformy (sostav, usloviya osadkonakopleniya, minerageniya). Novosibirsk, Nauka, 1991, 164 p.

30. Neyburg M. F. O tushamskoy svite Tungusskogo basseyna – analoge ostrogskoy svity Kuzbassa. *Doklady Akademii nauk USSR*, 1956, vol. 110, no. 2, pp. 267–268.

31. Nizhniy karbon Sredney Sibiri. *Trudy Akademii nauk* USSR, 1980, iss. 432, 220 p.

32. Dukart Yu. A., Blazhkun D. V., Shatalov V. I. et al. O nizhnem karbone yugo-vostochnoy chasti Tungusskoy sineklizy. *Geologiya i geofizika*, 1986, no. 6, pp. 35–51.

33. Opornye skvazhiny USSR. Tungusskaya opornaya skvazhina (Krasnoyarskiy kray). *Trudy Vserossiyskogo neftyanogo nauchno-issledovatel'skogo geologorazvedochnogo instituta*. Vostochno-Sibirskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1968, iss. 266, 167 p.

34. Oshurkova M. V. Vozrast verkhnepaleozoyskikh otlozheniy vostochnogo borta Tungusskoy sineklizy po palinologicheskim dannym. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*, 1999, vol. 7, no. 6, pp. 81–93.

35. Oshurkova M. V. Morfologiya, klassifikatsiya i opisaniya forma-rodov miospor pozdnego paleozoya. St. Petersburg, VSEGEI, 2003, 377 p.

36. Peterson L. N. Atlas spor i pyl'tsy karbona Tychanskogo almazanosnogo rayona. Krasnoyarsk, Krasnoyarskgeols"emka, 1999, 80 p.

37. Saltykov O. G., Erinchek Yu. M., Ustinov V. N., Mil'shteyn E. D. Pozdnepaleozoyskie terrigennye kollektory almazov vostochnogo borta Tungusskoy sineklizy. St. Petersburg, VSEGEI, 1991, 223 p.

38. Postanovleniya Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy. Leningrad, Kartfabrika VSEGEI, 1991, iss. 25, 66 p.

39. Postanovleniya Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy. St. Petersburg, Kartfabrika VSEGEI, 1997, iss. 29, 36 p.

40. Postanovleniya Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy. St. Petersburg, Kartfabrika VSEGEI, 2003, iss. 34, 46 p.

41. Postanovleniya Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy. St. Petersburg, VSEGEI, 2008, iss. 38, 51 p.

42. Postanovleniya Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy. St. Petersburg , VSEGEI, 2018, iss. 45, 48 p.

43. Resheniya Vsesoyuznogo soveshchaniya po razrabotke unifitsirovannykh stratigraficheskikh skhem dokembriya, paleozoya i chetvertichnoy sistemy Sredney Sibiri. Chapt II [sredniy i verkhniy paleozoy], 1979 g. Ed.: V. I. Krasnov. Leningrad, 1982, 130 p.

44. Stepanova T. I. Biostratigrafiya pogranichnykh otlozheniy turneyskogo i vizeyskogo yarusov po foraminiferam v razreze «Kipchak» na vostochnom sklone Yuzhnogo Urala. *Litosfera*, 2016, no. 6, pp. 7–96.

45. Štratigraficheskiy slovar'. Novye stratigraficheskie podrazdeleniya fanerozoya USSR. Leningrad, Nedra, 1991, 556 p.

46. Gurevich A. B., Verbitskaya N. G., Lipatova V. A., Faddeeva I. Z. Stratigrafiya verkhnepaleozoyskikh uglenosnykh otlozheniy severo-vostochnoy chasti Tungusskogo basseyna. *Sovetskaya geologiya*, 1984, iss. 5, pp. 61–71.

47. Cherdantsev G. A, Golovin S. V. Utochnenie perspektiv neftegazonosnosti srednepaleozoyskikh otlozheniy yuzhnoy chasti Vilyuyskoy sineklizy. *Neftegazovaya geologiya*. *Teoriya i praktika*, 2018, vol.13, no. 3, pp. 1–14.

48. Chernaya T. A. Problemy biostratigrafii almazonosnykh terrigennykh tolshch Zapadnoy Yakutii. Mirnyy, 2002, 142 p.

49. Yuferev O. V. Karbon Sibirskogo biostratigraficheskogo poyasa. *Trudy instituta geologii i geofiziki*. Novosibirsk, Nauka, 1973, iss. 162, 280 p.

50. Ganelin V. G., Tschernjak G. E. Marine Basins of Northeast Asia. *The Carboniferous of the World, III.* Madrid, Instituto Tecnologico Geominero de Espana, 1996, pp. 207–234.

51. Alekseev A. S., Nikolaeva S. V., Goreva N. V., Donova N. B., Kossovaya O. L., Kulagina E. I., Kucheva N. A., Kurilenko A. V., Kutygin R. V., Popeko L. I., Stepanova T. I. Russian Regional Carboniferous Stratigraphy. *Geological Society*. London, 2022, vol. 512, iss. 1, pp. 49–117.

52. Colpaet C., Vachard D., Monnet C., Clausen S., Timokhina I. G., Obut O. T., Izokh N. G. Tournaisian (Early Carboniferous) foraminifers of the Kuznetsk Basin (South-West Siberia, Russia). *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 2017, vol. 188, no. 1–2, pp. 23–32.

Горшенина Вера Владимировна – науч. сотрудник, ВСЕГЕИ. <Vera\_Gorshenina@vsegei.ru> Коссовая Ольга Леонидовна – канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ. <kossovaya@yandex.ru> Ошуркова Майя Владимировна – доктор геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, консультант, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. Збукова Дарья Владимировна – науч. сотрудник, ВСЕГЕИ. <Daria\_Zbukova@vsegei.ru> Gorshenina Vera Vladimirovna - Researcher, VSEGEI. <Vera\_Gorshenina@vsegei.ru>

Kossovaya Olga Leonidovna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, VSEGEI. <a href="https://www.searcher.com">kossovaya@yandex.ru></a>

Oshurkova Maya Vladimirovna – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, Consultant, VSEGEI.

Zbukova Daria Vladimirovna - Researcher, VSEGEI. <Daria\_Zbukova@vsegei.ru>

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.

УДК 551.243.031:551.733/.736(571.15+574.42) DOI: 10.52349/0869-7892 2023 93 52-62

### Д. Д. Секерина, Е. А. Дергилева, А. С. Егоров (СПГУ)

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ СТРУКТУР КАЛЕДОНСКОГО И ГЕРЦИНСКОГО ОРОГЕНЕЗА РУДНОГО АЛТАЯ

Для изучения закономерностей локализации структур Рудного Алтая в составе Алтае-Саянской складчатой области нами была изучена последовательность формирования основных элементов данного региона в ходе ранне-, позднекаледонских и герцинских орогенных процессов. Геолого-геофизические построения выполнены нами с использованием геофизической «радиально-зональной модели земной коры» [24]. На основе качественной интерпретации геофизических полей и их трансформаций, в том числе с применением линеаментного анализа, выделены блоки с корой континентального типа и разделяющие их межблоковые зоны. На стадии геотектонической интерпретации комплекса данных в рамках концепции тектоники литосферных плит геофизические блоки интерпретируются как палеоплиты с корой континентального типа; межблоковым зонам отвечают сутуры, рифты и региональные сдвиги. Построения в латеральном измерении сопровождаются глубинным геолого-геофизическим (геотектоническим) разрезом, выполненным вдоль фрагмента регионального геофизического профиля «Базальт». Выполненные палеореконструкции позволяют подойти к решению поставленной задачи: уточнению геодинамических процессов, которые привели к формированию структур и обусловили особенности локализации эндогенного оруденения Змеиногорского рудного района.

*Ключевые слова:* Горный и Рудный Алтай, глубинное строение земной коры, тектоническое районирование, палеореконструкции.

#### D. D. Sekerina, E. A. Dergileva, A. S. Egorov (SPMU)

## LOCATION PATTERNS OF CALEDONIAN AND HERCYNIAN OROGENY STRUCTURES, RUDNY ALTAI

The authors studied the sequence of major elements formation in this region during Early Caledonian, Late Caledonian, and Hercynian orogenic processes to understand location patterns of Rudny Altai structures in the Altai-Sayan Fold Area. Geological and geophysical constructions were made by the authors using the geophysical «radial-zonal model of the earth's crust» [24]. Blocks with continental crust and interblock zones separating them were identified based on a qualitative interpretation of geophysical fields and their transformations, including using lineament analysis. At the stage of geotectonic interpretation of the data set, within the concept of lithospheric plate tectonics, geophysical blocks are interpreted as paleoplates with continental crust; sutures, rifts and regional shears correspond to interblock zones. Constructions in the lateral dimension are accompanied by a deep geological and geophysical (geotectonic) section along a fragment of the Basalt regional geophysical profile. The performed paleoreconstructions allow the solution of the problem of clarifying the geodynamic processes that led to the formation of structures and controlled the location features of endogenous mineralization in the Zmeinogorsk ore district.

Keywords: Gorny and Rudny Altai, deep crustal structure, tectonic zoning, paleoreconstructions.

**Для цитирования:** Секерина Д. Д., Дергилева Е. А., Егоров А. С. Закономерности локализации структур каледонского и герцинского орогенеза Рудного Алтая // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 52–62. DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_52-62

Введение. Территория исследований охватывает площадь планшета М-44 Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 («Госгеолкарта-1000»), включающую структуры Горного и Рудного Алтая. В пределах региона выявлены месторождения цветных металлов, железных руд, строительных материалов, подземных вод и других полезных ископаемых. В частности здесь широко проявлены месторождения колчедано-полиметаллического типа Змеиногорского рудного района, представляющие большой промышленный интерес для экономического развития нашей страны.

Начало исследований Алтая относится к XVII-XVIII векам и связано с обнаружением серебряных руд в верховьях рек Чарыш, Иртыш и Обь. В 1960-1980-е годы здесь был выполнен широкий спектр детальных исследований, нацеленных на обнаружение месторождений цветных металлов. Наиболее полно изучены районы локализации полиметаллических месторождений Рудного Алтая. До 2000-х годов здесь проводились различные геологические съемки. по результатам которых были составлены листы Государственной геологической карты России первого поколения и более детальные общепоисковые карты восточной части листа. В 1999 г. начался новый этап региональных исследований, в результате которых были составлены серии листов Госгеолкарты-200/2 и Госгеолкарты-1000/3 [5; 6; 16], задействованные в нашей работе в качестве фактологической основы. Кроме того, на территории Рудного Алтая проводились специализированные геохимические, геофизические и минерагенические исследования, направленные на прогноз полиметаллического оруденения. Важным источником информации по территории Горного и Рудного Алтая являются публикации, отчеты, монографии и диссертации, разработанные в стенах ведущих научно-производственных предприятий России [3; 4; 7; 9].

Таким образом, авторский рабочий банк данных включал широкий комплекс материалов геологического картирования (комплекты листов Госгеолкарты-1000/3 и Госгеолкарты-200/2) и их геофизические и дистанционные основы. Кроме того, учитывались геотектонические и геолого-структурные схемы разных масштабов, представленные в научных публикациях В. С. Суркова, Г. С. Гусева, Н. И. Гусева, М. М. Буслова, В. П. Богомолова и других авторов [6; 17; 20].

Научно-методический подход. В качестве научной основы исследований приняты теоретические представления о плейт-тектонической эволюции Алтае-Саянского региона, разработанные Л. П. Зоненшайном, В. Е. Хаиным, Г. А. Гусевым и другими учеными [5; 6]. Проблемам эволюционного развития Горного и Рудного Алтая посвящены работы большой группы новосибирских ученых [4; 8]. Информация, представленная в этих работах, содержит ряд дискуссионных положений, в том числе о геодинамической модели рудоформирования, для опровержения или подтверждения которых требуется привлечение дополнительных инструментов геолого-геофизического моделирования. Авторами представляемой работы задействована методология моделирования региональных структур земной коры в рамках «радиально-зональной модели Земли» [24], позволяющая расшифровать ряд спорных особенностей строения юго-западной части Алтае-Саянской складчатой области. Разномасштабная геолого-геофизическая изученность сведена авторами в единую схему (рис. 1).

Обработка геофизической информации, сведенной в цифровой форме в рабочем банке данных, выполнялась с расчетом широкого набора трансформаций потенциальных геофизических полей: вертикально-направленной конволюции, горизонтального градиента, вертикальной производной, «аналитического сигнала», «псевдорельефа», осреднения в скользящем окне и др. [23; 25]. Наиболее информативными для опознания главных структурно-вещественных подразделений земной коры (блоков, межблоковых зон, разрывных нарушений) оказались карты горизонтального градиента магнитного и гравитационного полей.

В ходе качественной интерпретации геофизических полей применялись приемы визуального сопоставления разнотипных геологических, геофизических и дистанционных данных и их линеаментный анализ. В результате были оконтурены блоки с корой континентального типа (ареалы стационарности геофизических полей) и межблоковых сутурных, рифтогенных или сдвиговых структур, проявляющихся в виде градиентных зон или границ изменения инфраструктуры полей. Вдоль границ блоков (палеоплит) нами выполнено картирование главных разрывных нарушений и оперяющих дислокаций более высокого порядка [10; 11].

Глубинное моделирование выполнено нами вдоль фрагмента регионального геофизического профиля ГСЗ-МОВЗ «Базальт» [22]. В рассматриваемом сечении нами выполнен расчет параметра «сейсмической рефлективности», базирующийся на расчете числа меток сейсмических границ в скользящем окне [11; 12]. Кроме того, рассчитаны обратные задачи грави- и магниторазведки с построением разрезов «эффективной плотности» и «эффективной намагниченности» и расчетом «особых точек» [8; 11]. На основе этих материалов удается достаточно уверенно трассировать Северо-Восточную зону разломов, разграничивающую ареалы проявления поздненкаледонского и герцинского орогенеза. Эти материалы позволили выполнить моделирование ареалов развития гранитов активной континентальной окраины (D<sub>3</sub>) и Чарышско-Чуйской сутурной зоны. По материалам рефлективности весьма уверенно трассируются границы радиальной расслоенности земной коры и верхней мантии, а также граница каледонского и герцинского орогенеза.

**Результаты и обсуждение.** В истории региона традиционно выделяется несколько основных этапов развития:

– раннепалеозойский, характеризующийся аккрецией микроплит и островных дуг к окраине Сибирского палеоконтинента (раннекаледонская);

 среднепалеозойский орогенез активной континентальной окраины, обусловленной погружением Палеоазиатской океанической плиты под Алтае-Саянскую окраину Сибирского палеоконтинента;



Рис. 1. Обзорная схема геолого-геофизической изученности Алтая с положением профиля глубинного сейсмического зондирования АБ

 позднепалеозойский (герцинский) орогенез, обусловленный аккрецией Сибирского и Казахстанского палеоконтинентов и островных дуг на месте закрывающегося Палеоазиатского океана.

На основе анализа полученных данных нами выполнено построение палеотектонических схем, на которых вынесены контуры структурно-вещественных комплексов, последовательно сформированных в ходе каледонского и герцинского тектоно-магматических циклов. Полученные результаты позволяют понять, как именно сформировался интересующий нас рудный район и какие участки могут вызывать неоднозначность интерпретации.

Раннекаледонский орогенный этап. Основными структурно-вещественными подразделениями (рис. 2), участвовавшими в раннекаледонской аккреции, являются Чарышско-Талицкий и объединенные Горно-Рудно-Алтайские блоки, разделенные Чарышско-Чуйской сутурной зоной [13; 14].

На окраинах блоков картируются складчато-надвиговые структуры, сформированные в ходе их аккреции. Горный и Рудный Алтай разделены Северо-Восточной разломной зоной, которая уверенно прослеживается в геофизических полях и интерпретируется нами как сдвиговая граница складчато-надвигового пояса [11].

В пределах восточной окраины Горно-Алтайского блока картируются тектонические покровы, выполненные терригенно-карбонатными комплексами (флишоидная турбидитовая формация) аккреционной призмы, обдуцированные на прибрежные окраины континентальных плит [3]. Сутурная зона выполнена породами флишоидной, турбидитовой, толеит-долеритовой и щелочно-базальтовой формаций, а также образованиями аккреционной призмы.

Позднекаледонский коллизионный и активноокраинный орогенные этапы. Тектоническая схема этого этапа эволюции (рис. 3) отображает особенности проявления двух сближенных по времени орогенных процессов: коллизионного и активноокраинного.

На фоне структур, сформированных в ходе раннекаледонского этапа эволюции, отражено расположение заложенных в среднем палеозое Иртышской структурно-формационной зоны





исследований), 8 – Иртыш-Зайсанская коллизионная сутурная зона (вне площади исследований), 9 – кора океанического типа, 10 – аккреционная призма островной дуги (флишоидная турбидитовая но-формационная зона); 5-6 – раннегерцинских структур (5 – блоки, 6 – межблоковые зоны); 7–14 – структурно-вещественные подразделения: 7 – Иртыш-Зайсанская субдукционная зона (вне площади формация), 11 – пассивная континентальная окраина (терригенно-карбонатная формация), 12 – вулкано-плутонические пояса активной континентальной окраины (а – базальт-дацит-риолитовая, б – габбро-гранодиорит-гранитовая формации), 13 – задуговые рифты активной континентальной окраины (бимодальная базальт-риолитовая, габбро-плагиогранитовая формации), 14 – офиолиты (толеит-базальтовая метаморфизованная формация); 15–16 – разрывные нарушения (15 – главные, 16 – второстепенные); 17 – Северо-Восточная разломная зона; 18 – положение Змеиногорского рудного узла





и причленившегося Калбинского континентального блока. Их современное расположение в пограничной зоне Сибирского палеоконтинента связывается с постаккреционными сдвиговыми перемещениями континентальных плит вдоль Чарышско-Теректинской зоны разломов в условиях косой субдукции океанической плиты [3; 4].

В пределах Горного и Рудного Алтая в этот период протекали активные коллизионные процессы с формированием метаморфических комплексов. На континентальной окраине Сибирского палеоконтинента преобладали шельфовые карбонатно-терригенные отложения [14].

В центральной части Иртышской структурно-формационной зоны выделяется кольцевая структура, к флангам которой приурочены локальные тела офиолитов толеит-базальтовой метаморфизованной формации (D<sub>1</sub>) [5]. В сочетании с зеленосланцевыми породами (D<sub>3</sub>) эта зона маркирует ареал развития в раннем девоне океанического бассейна, который был закрыт в ходе аккреции Казахстанской и Сибирской литосферных плит. Кольцевая зональность офиолитов позволяет предположить, что в пределах Иртышской зоны локализован блок с корой континентального типа, испытавший ротацию в процессе столкновения Казахстанской и Сибирской литосферных плит. Столкновение сопровождалось формированием складчато-надвиговых деформаций по окраинам блоков [6].

На рассматриваемой схеме в пределах структур Горного Алтая отображены ореолы развития дацит-риолитовых комплексов девонской континентальной окраины. Раннедевонско-раннекаменноугольный структурный ярус представлен вулканогенно-осадочными и осадочными молассоидными образованиями, вулканитами и субвулканическими телами риолитовой, базальт-андезит-риолитовой и андезитовой формаций, интрузивными образованиями габбро-плагиогранитовой, габбро-гранодиорит-гранитовой, габбро-долеритовой формаций. В северо-западной части в пределах Чарышско-Чуйской СФЗ формировались вулканогенные впадины (Рубцовская, Золотушинская и интересующая нас Змеиногорско-Быструшинская [16]), заполненные вулканогенно-осадочными образованиями средне-позднедевонской формации [20; 21].

В составе магматических комплексов выделяется два генетических типа: 1 – образования тыловодужного рифтогенеза, представленные вулкано-плутоническим поясом бимодальной базальт-риолитовой и габбро-плагиогранитовой формации (D<sub>1-2</sub>); 2 – комплексы вулканно-плутонического пояса, представленные интрузивными (габбро-гранодиоритовыми) и вулканическими (андезит-базальтовыми) комплексами (D<sub>3</sub>–C<sub>1</sub>). Причиной пространственного совмещения ареалов вулкано-плутонического и рифтогенного магматизма может являться изменение в девоне угла наклона литосферного слэба Палеоазиатского океана. Совмещение же вулканических и интрузивных структур активной континентальной окра-

ины может свидетельствовать о высоком уровне денудации вулканических образований в пределах Рудно-Алтайского блока [15].

В позднем девоне (D<sub>3</sub>) в Горном и Рудном Алтае формируются крупные гранитоидные плутоны [5]. Именно с девонским вулканизмом генетически связано колчеданно-полиметаллическое оруденение Рудного Алтая [6].

Герцинский орогенный этап. Предполагается, что вдоль раннедевонской Алтайской окраины Сибирского палеоконтинента развивалась палеоокеаническая кора Обь-Зайсанского палеоокеанического бассейна – фланга Палеоазиатского океана. Кора океана в позднем палеозое была поглощена в Рудно-Алтайской субдукционой зоне [3; 4]. Реликты этой океанической коры, выполненные ультрамафитами дунит-гарцбургитовой формации и амфиболитами, картируются в составе пород иртышского метаморфического комплекса [9].

Схема герцинского орогенеза (рис. 4) отражает проявление коллизионного и постколлизионного этапов эволюции региона.

Аккреция Сибирского и Казахстанского континентов происходила в условиях закрытия Палеоазиатского палеоокеана в середине карбона. Касательный характер аккреции литосферных плит вызвал заложение сдвиговых систем с формированием приразломных прогибов и накоплением отложений сероцветной угленосной молассовой карбонатно-терригенной формации [3–5].

Ареал проявления орогенных коллизионных процессов характеризуется широким развитием складчато-надвиговых деформаций, гранитоидным плутонизмом и формированием осадочных впадин на окраинах складчатой области [23].

В северной части Рудно-Алтайского блока, вследствие протекания активных магматических процессов во внутренних зонах коллизии, формировались вулканогенные образования средне-позднекаменноугольного андезит-дацит-риолитового комплекса и комагматичные им гранитоиды габбро-гранит-лейкогранитового комплекса.

Пермско-среднеюрский постколлизионный этап характеризуется релаксацией земной коры, при которой важную роль играли мантийные магмы, способствовавшие широкому проявлению магматических комплексов на территории Горного и Рудного Алтая [8; 9]. В это время закладываются магматические образования мантийного и корово-мантийного генезиса. Ярким примером проявления постколлизионных комплексов является редкометалльное оруденение Горного Алтая. Также именно этот период может выступать в качестве основного в процессе регенерации полиметаллических месторождений Рудноалтайского типа [6; 16; 18].

Результаты изучения особенностей глубинного строения и истории развития региона свидетельствуют о проявлении ранне-, позднекаледонского и герцинского орогенных процессов на территории Змеиногорского рудного узла [16; 19].





Змеиногорский рудный район локализуется в пределах мегапрогиба Рудного Алтая и выполнен широким комплексом горных пород, испытавших интенсивные преобразования в ареале проявления каледонского и герцинского орогенезов.

Раннекаледонский орогенный этап в пределах Змеиногорского рудного узла проявлялся в виде складчато-надвиговых деформаций, развивавшихся на фоне ареалов развития комплексов флишоидной турбидитовой формации. Позднекаледонский этап ассоциируется с пространственным совмешением образований вулкано-плутонического пояса активной континентальной окраины (D<sub>1-2</sub>) и структур бимодальной серии тыловодужного рифтогенеза (D<sub>2-3</sub>). Проявлениями данного этапа эволюции региона являются вулканические троги, выполненные вулканогенно-осадочными породами, вмещающими колчеданно-полиметаллические месторождения Змеиногорского рудного узла. Раннегерцинские орогенные процессы проявлены в пределах Рудного Алтая и ряда смежных территорий и представлены тектоническими складчато-надвиговыми деформациями и образованиями молассовой карбонатно-терригенной формации. гранитоидными интрузивами карбон-пермского возраста.

Глубинный разрез земной коры, характеризующий строение рассматриваемых орогенных структур, выполнен по фрагменту профиля ГСЗ-МОВЗ «Базальт», (А. В. Егоркин, Л. В. Акиньшина и др., 1993) [7], положение которого представлено на рис. 1. Помимо данных ГСЗ в этих построениях авторы использовали:

 – разрез ГСЗ в показателях рефлективности (рассчитывается плотность меток сейсмических границ на единичную площадку в «скользящем окне») [11];

– результаты решения обратных задач потенциальных полей по И. И. Приезжеву, (COSCAD 3D) и алгоритмам, разработанным М. Б. Штокаленко [2];

 – расчет особых точек магнитного и гравитационного полей способом деконволюции Эйлера [17].

Верификация результирующей модели земной коры выполнена с использованием алгоритма плотностного подбора «Oasis Montaj».

Положение главных тектонических границ на глубинном разрезе (рис. 5) увязано с тектоническими схемами (рис. 2–4).

Западный фрагмент геотраверса (ПК 255-260) пересекает Рудно-Алтайский блок [13]. В верхней части его разреза картируются образования вулкано-плутонического пояса активной континентальной окраины, представленные базальт-дацит-риолитовой (D<sub>2-3</sub>) и габбро-гранодиорит-гранитовой (D<sub>3</sub>) формациями. Ареал их развития в разрезе весьма уверенно проявляется на результатах решения обратных задач гравитационного и магнитного полей, рассчитанных с использованием способа М. Б. Штокаленко [2]. Вулканиты подстилаются осадками (S-D<sub>1-2</sub>). Их мощность (2–3 км) качественно оценивается по ареалу особых точек, рассчитанных с применением способа деконволюции



Рис. 5. Глубинный геолого-геофизический разрез Горно-Рудно-Алтайского блоков в сечении профиля ГСЗ-МОВЗ «Базальт» 1–10 – структурно-вещественные подразделения: 1 – литосферная мантия, 2–3 – нижняя кора, в том числе корово-мантийная зона (2), 4 – средняя кора, 5 – верхняя кора (гранито-гнейсовый слой), в том числе ареал пониженных значений скорости упругих волн (6), 6 – аккреционная призма (флишоидная турбидитовая формации), 7 – терригенно-карбонатные осадки, 8 – океаническая кора (офиолиты), 9 – флиш, 10 – базальт-дацит-риолитовая формация, 11 – габбро-гранодиорит-гранитовая формация; 12–13 – структурно-вещественные границы: 12 – главные границы радиальной расслоенности земной коры (М – граница Мохо, К – подошва верхней коры), 13 – второстепенные границы радиальной расслоенности, 14–15 – разрывные нарушения: 14 – а – главные, б – второстепенные, 15 – разрывные нарушения, выделяемые по косвенным признакам Эйлера [17]. Вергентность надвиговых дислокаций Рудно-Алтайского блока северо-восточная. Гипсометрически ниже в разрезе моделируются образования гранитогнейсового (AR) слоя. Скорости распространения продольных волн в данном слое по результатам ГСЗ характеризуются значениями 6,45–6,50 м/с.

В базальной части земной коры западного фланга Рудного Алтая по данным ГСЗ и результатам плотностного моделирования выделяется высокоскорострая зона (6,88–7,34), отвечающая, предположительно, слою «коро-мантийной смеси» [13].

На интервале ПК 260–261 картируется глубинная граница Горно- и Рудно-Алтайского блоков земной коры. Эта тектоническая граница, часто называемая «Северо-Восточной зоной разломов», контрастно проявляется на потенциальных полях и их трансформантах (см. рис. 3–4).

Глубинный разрез Горно-Алтайского блока характеризуется увеличенной мощностью земной коры. В центральной части каледонских структур выделяется Чарышско-Чуйская структурно-формационная зона, выполненная комплексами океанической коры и аккреционной призмы. Образования аккреционной призмы картируются в районе ПК 264-266, их заложение связывается нами с тектоническим покровом Чарышско-Чуйской сутурной зоны, которая имеет клиновидную морфологию в приповерхностной части и полого погружающийся в западном направлении глубинный канал. Разрывные нарушения восточного фланга представлены надвигами юго-западной вергентности [19], которые выполаживаются в базальтовой части гранито-гнейсового слоя. Судя по результатам решения обратной задачи гравитационного поля (по методу М. Б. Штокаленко), все образования ордовикского периода были подвергнуты интенсивным деформациям.

По данным ГСЗ, в пределах Чарышско-Талицкого блока на глубине 12–17 км хорошо идентифицируется «волновод», характеризующийся пониженными (на фоне вышележащих образований) значениями скоростей от 6,23 до 6,27 км/с.

Заключение. Сопоставляя схемы палеореконструкций (рис. 2–4) с моделью глубинного разреза в сечении профиля ГСЗ-МОВЗ, можно сделать следующие выводы.

1. Граница сочленения герцинской Рудно-Алтайской и каледонской Чарышско-Чуйской структурно-формационных зон отчетливо прослеживается в потенциальных полях и на их трансформантах. Ее морфология обоснована результатами линеаментного анализа и решениями обратных задач гравитационного и магнитного полей.

2. Морфология Иртышской структурно-формационной (сутурной) зоны оценивается нами на качественном уровне, поскольку ареал ее развития не попадает на площадь исследований. Характер заложения Чарышско-Чуйской СФЗ (сутуры) весьма уверенно картируется по данным комплексного анализа схем рефлективности по профилю ГСЗ-МОВЗ и решению обратных задач потенциальных полей.

3. По ряду косвенных признаков (глубина заложения, закономерности локализации особых точек, расчеты в показателях рефлективности) можно предположить более высокий уровень денудации Рудно-Алтайского блока по сравнениюс Горно-Алтайским.

Таким образом, в данной работе авторами проведена оценка закономерностей локализации Змеиногорского рудного района в региональном масштабе. Используя богатую фактологическую основу, проведен расчет трансформант потенциальных полей, на основе которых выполнен линеаментный анализ. В результате комплексной интерпретации тектонических и геолого-структурных схем построены палеореконструкции, последовательность которых отражает характер проявления трех орогенных этапов: ранне- и позднекаледонского, раннегерцинского.

С привлечением данных глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), расчета рефлективности и решения обратных задач потенциальных полей, авторами выполнено глубинное моделирование структурно-вещественных неоднородностей земной коры. Сопоставление и увязка палеосхем с глубинным разрезом позволяет рассматривать особенности строения и эволюции региона в трехмерном геологическом пространстве.

Анализ закономерностей расположения Змеиногорского рудного района, характеризующегося образованием колчеданных месторождений, позволяет наметить следующие факторы, которые следует учитывать в детальных исследованиях района:

 тесная связь рудогенеза с формированием девонских вулканических трогов базальт-риолитовой формации;

 сложное проявление разновозрастных орогенных процессов в пределах исследуемой территории, которые являются рудоконтролирующими структурами промышленного колчеданно-полиметаллического оруденения Рудного Алтая.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балк П. И., Долгаль А. С. Аддитивные методы решения обратных задач гравиразведки и магниторазведки. – М. : Научный мир, 2020. – 456 с.

2. Волков В. В. Проблемы плитной тектоники в региональной геологии Алтае-Саянской складчатой области // Региональная геология и металлогения. – 2013. – № 54. – С. 38–44.

3. Геодинамика палеозойских океанов Центральной Азии / А. Н. Диденко, А. А. Моссаковский, Д. М. Печерский, С. В. Руженцев, С. Г. Самыгин, Т. Н. Хераскова // Геология и геофизика. – 1994. – Т. 35, № 7–8. – С. 59–75.

4. Геологический отчет о работах по составлению и подготовке к изданию комплекта Государственной геологической карты масштаба 1 : 200 000 на Змеино-горской площади, листы М-44-Х, М-44-ХІ (Российская часть) в 1996–2000 гг. / О. В. Мурзин, В. И. Горшечников, В. М. Чекалин и др. – АлтФ ФБУ «ТФГИ по СФО», 2001.

5. Глубинное строение, тектоника и геодинамика Охотоморского региона и структур его складчатого обрамления / А. С. Егоров, Н. В. Большакова, Д. Ф. Калинин, А. С. Агеев // Записки Горного института. – 2022. – № 257. – С. 703–719.

6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000 (издание второе). Серия Горно-Алтайская. Лист М-44-IV – Рубцовск. Объяснительная записка / С. И. Федак, Ю. А. Туркин, П. Ф. Селин и др. – М. : Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2019.

7. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист М-44 – Рубцовск. Объяснительная записка / Н. И. Гусев, Ю. Е. Вовшин, А. А. Круглова, М. Г. Пушкин и др. – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 415 с.

8. Данильев С. М., Данильева Н. А., Большакова Н. В. Обследование уплотненных отвалов вскрышных пород Кировского рудника методами инженерной геофизики // Материалы 17-й научно-практической конференции и выставки. – М. : ООО «ЕАГЕ Геомодель», 2021. – 86 с.

9. Егоров А. С., Мовчан И. Б. Комплексирование геофизических методов: учебное пособие // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – СПб. : Санкт-Петербургский горный ун-т, 2018. – 116 с.

10. Калинин Д. Ф., Егоров А. С., Большакова Н. В. Потенциальная нефтегазоносность Западно-Камчатского побережья и ее связь со структурно-тектоническим строением Охотоморского региона по геофизическим данным // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. – СПб. : Санкт-Петербургский горный ун-т, 2022. – № 1 (53). – С. 59–75.

11. Кусин А. Ю. Общекоровая складчатость и горообразование // Ученые записки Казанского ун-та. Серия: Естественные науки. – 2009.

12. Легенда Алтае-Саянской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 1 000 000 (третье издание) / Г. А. Бабин, Л. Л. Зейферт, А. Ф. Щигрев и др. – Новокузнецк : Фонды ВСЕГЕИ, 2009.

13. Легенда Алтайской серии листов ГК РФ масштаба 1 : 200 000 (второе издание). Объяснительная записка / Гл. ред. С. П. Шокальский. – ФГУ АлтТФГИ, 1999.

14. Обоснование адекватности томографии потенциальных полей / С. Г. Алексеев, Н. П. Сенчина, С. Ю. Шаткевич, М. Б. Штокаленко, И. Б. Мовчан // Материалы 43 сессии Междунар. науч. семинара им. Успенского. – М. : ИФЗ РАН, 2017. – С. 21–26.

15. Обь-Зайсанская, Алтае-Саянская и Восточносаяно-Енисейская покровно-складчатые области: основные особенности тектонического развития / Г. С. Гусев, Н. В. Межеловский, А. Ф. Морозов, В. А. Килипко, О. Н. Сироткина // Региональная геология и металлогения. – 2017. – № 72. – С. 26–41.

16. Особенности 2D- и 3D-интерпретации аномалий потенциальных полей / С. Г. Алексеев, С. А. Козлов, М. Б. Штокаленко, В. Е. Смирнов // Записки Горного института. – 2011. – Т. 194. – С. 128.

17. Петров Д. А. Особенности структуры руд Рубцовского колчеданно-полиметаллического месторождения (Рудный Алтай) // Записки Горного института. – 2006. – Т. 167, № 2. – С. 40.

18. Петрологическая модель редкометалльных месторождений Калба-Нарымского пояса (Восточный Казахстан) / А. В. Травин, А. Г. Владимиров, Н. Г. Мурзинцев, И. Ю. Анникова, С. В. Хромых, П. Д. Котлер // Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева. – 2021. – № 3. – С. 21–28.

19. Сенчина Н. П. Деконволюция Эйлера в интерпретации данных потенциальных полей Казанско-Кажимского авлакогена // Междунар. научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 11 (113).

20. Тектоника и глубинное строение Алтае-Саянской складчатой области / В. С. Сурков, О. Г. Жеро, Д. Ф. Уманцев, Г. М. Зайцева. – М. : Недра, 1973. – 144 с.

21. Хромых С. В. Базитовый и сопряженный гранитоидный магматизм как отражение стадий развития Алтайской аккреционно-коллизионной системы (Восточный Казахстан) // Геология и геофизика. – 2022. – Т. 63, № 3. – С. 330–355.

22. Электронное издание «Атлас "Опорные геолого-геофизические профили России". Глубинные сейсмические разрезы по профилям ГСЗ, отработанным в период с 1972 по 1995 год». – ВСЕГЕИ, 2013.

23. Alekseev V. I. Deep structure and geodynamic conditions of granitoid magmatism in the Eastern Russia. Journal of Mining Institute. – 2020. – Vol. 243. – Pp. 259–265.

24. Deep Structure, Tectonics and Petroleum Potential of the Western Sector of the Russian Arctic / A. S. Egorov, O. M. Prischepa, Y. V. Nefedov, V. A. Kontorovich, I. Y. Vinokurov // J. Mar. Sci. Eng. – 2021. – Vol. 9, iss. 3. – 258 p.

25. Early assessment of seismic hazard in terms of Voronezh massif-Moscow Depression contact / I. B. Movchan, A. A. Yakovleva, A. Movchan, Z. I. Shaygallyamova // Mining of Mineral Deposits. – 2021. – No. 15. – Pp. 62–70.

#### REFERENCES

1. Balk P. I., Dolgal' A S. Additivnye metody resheniya obratnykh zadach gravirazvedki i magnitorazvedki. Moscow, Nauchnyy mir, 2020, 456 p.

2. Volkov V. V. Problemy plitnoy tektoniki v regional'noy geologii Altae-Sayanskoy skladchatoy oblasti. *Regional Geology and Metallogeny*, 2013, no. 54, pp. 38–44.

3. Didenko A. N., Mossakovskiy A. A., Pecherskiy D. M., Ruzhentsev S. V., Samygin S. G., Kheraskova T. N. Geodinamika paleozoyskikh okeanov Tsentral'noy Azii. *Geologiya i geofizika*, 1994, vol. 35, no. 7–8, pp. 59–75.

4. Murzin O. V., Gorshechnikov V. I., Chekalin V. M. et al. Geologicheskiy otchet o rabotakh po sostavleniyu i podgotovke k izdaniyu komplekta Gosudarstvennoy geologicheskoy karty masshtaba 1:200 000 na Zmeinogorskoy ploshchadi, listy M-44-X, M-44-XI (Rossiyskaya chasť) v 1996–2000 gg., 2001.

5. Egorov A. S., Bol'shakova N. V., Kalinin D. F., Ageev A. S. Glubinnoe stroenie, tektonika i geodinamika Okhotomorskogo regiona i struktur ego skladchatogo obramleniya. *Zapiski Gornogo instituta*, 2022, no. 257, pp. 703–719.

6. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1:200 000 (izdanie vtoroe). Seriya Gorno-Altayskaya. List M-44-IV – Rubtsovsk. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1:200 000. Gorno-Altayskaya series. Sheet M-44-IV – Rubtsovsk. Explanatory note]. Eds.: S. I. Fedak, Yu. A. Turkin, P. F. Selin et al. Moscow, Moskovskiy filial FGBU «VSEGEI», 2019.

7. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1 : 1 000 000 (treť e pokolenie). Seriya Altae-Sayanskaya. List M-44 – Rubtsovsk. Ob'yasniteľnaya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Altae-Sayanskaya series. Sheet M-44 – Rubtsovsk. Explanatory note]. Eds.: N. I. Gusev, Yu. E. Vovshin, A. A. Kruglova, M. G. Pushkin et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2015, 415 p.

8. Danil'ev S. M., Danil'eva N. A., Bol'shakova N. V. Obsledovanie uplotnennykh otvalov vskryshnykh porod Kirovskogo rudnika metodami inzhenernov geofiziki.

Materialy 17 nauchno-prakticheskoy konferentsii i vystavki. Moscow, EAGE Geomodel', 2021, 86 p.

9. Egorov A. S., Movchan I. B. Kompleksirovanie geofizicheskikh metodov: uchebnoe posobie. Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii. St. Petersburg, Sankt-Peterburgskiy gornyy universitet, 2018, 116 p.

10. Kalinin D. F., Egorov A. S., Bol'shakova N. V. Potentsial'naya neftegazonosnost' Zapadno-Kamchatskogo poberezh'ya i ee svyaz' so strukturno-tektonicheskim stroeniem Okhotomorskogo regiona po geofizicheskim dannym. *Vestnik Kamchatskoy regional'noy organizatsii Uchebno-nauchnyy tsentr. Nauki o Zemle.* St. Petersburg, Sankt-Peterburgskiy gornyy universitet, 2022, no. 1 (53), pp. 59–75.

11. Kusin A. Yu. Obshchekorovaya skladchatost' i goroobrazovanie. Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Estestvennye nauki, 2009.

12. Legenda Altae-Sayanskoy serii listov GK RF mashtaba 1 : 1 000 000 (treťe izdanie). Eds.: G. A. Babin, L. L. Zeyfert, A. F. Shchigrev et al. Novokuznetsk, Fondy VSEGEI, 2009.

13. Legenda Altayskoy serii listov GK RF mashtaba 1:200 000 (vtoroe izdanie). Ob'yasnitel'naya zapiska. Gl. red. S. P. Shokal'skiy. 1999.

14. Alekseev S. G., Senchina N. P., Shatkevich S. Yu., Shtokalenko M. B., Movchan I. B. Obosnovanie adekvatnosti tomografii potentsial'nykh poley. Materialy 43 sessii Mezhdunarodnogo nauchnogo seminara imeni Uspenskogo. Moscow, 2017, pp. 21–26.

15. Gusev G. S., Mezhelovskiy N. V., Morozov A. F., Kilipko V. A., Sirotkina O. N. Ob'-Zaysanskaya, Altae-Sayanskaya i Vostochnosayano-Eniseyskaya pokrovnoskladchatye oblasti: osnovnye osobennosti tektonicheskogo razvitiya. *Regional Geology and Metallogeny*, 2017, no. 72, pp. 26–41.

16. Alekseev S. G., Kozlov S. A., Shtokalenko M. B., Smirnov V. E. Osobennosti 2D- i 3D-interpretatsii anomaliy potentsial'nykh poley. *Zapiski Gornogo instituta*, 2011, vol. 194, p. 128. 17. Petrov D. A. Osobennosti struktury rud Rubtsovskogo kolchedanno-polimetallicheskogo mestorozhdeniya (Rudnyy Altay). *Zapiski Gornogo instituta*, 2006, vol. 167, no. 2, p. 40.

18. Travin A. V., Vladimirov A. G., Murzintsev N. G., Annikova I. Yu., Khromykh S. V., Kotler P. D. Petrologicheskaya model' redkometall'nykh mestorozhdeniy Kalba-Narymskogo poyasa (Vostochnyy Kazakhstan). Vestnik Vostochno-Kazakhstanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni D. Serikbaeva, 2021, no. 3, pp. 21–28.

19. Senchina N. P. Dekonvolyutsiya Eylera v interpretatsii dannykh potentsial'nykh poley Kazansko-Kazhimskogo avlakogena. *Mezhdunarodnyy nauchnoissledovatel'skiy zhurnal*, 2021, no. 11 (113). 20. Surkov V. S., Zhero O. G., Umantsev D. F.,

20. Surkov V. S., Zhero O. G., Umantsev D. F., Zaytseva G. M. Tektonika i glubinnoe stroenie Altae-Sayanskoy skladchatoy oblasti. Moscow, Nedra, 1973, 144 p.

Sayanskoy skladchatoy oblasti. Moscow, Nedra, 1973, 144 p. 21. Khromykh S. V. Bazitovyy i sopryazhennyy granitoidnyy magmatizm kak otrazhenie stadiy razvitiya Altayskoy akkretsionno-kollizionnoy sistemy (Vostochnyy Kazakhstan). *Geologiya i geofizika*, 2022, vol. 63, no. 3, pp. 330–355.

22. Elektronnoe izdanie «Atlas "Opornye geologogeofizicheskie profili Rossii". Glubinnye seysmicheskie razrezy po profilyam GSZ, otrabotannym v period s 1972 po 1995 god». VSEGEI, 2013.

23. Alekseev V. I. Deep structure and geodynamic conditions of granitoid magmatism in the Eastern Russia. *Journal of Mining Institute*, 2020, vol. 243, pp. 259–265.

24. Egorov A. S., Prischepa O. M., Nefedov Y. V., Kontorovich V. A., Vinokurov I. Y. Deep Structure, Tectonics and Petroleum Potential of the Western Sector of the Russian Arctic. *Journal of Marine Science and Engineering*, 2021, vol. 9, iss. 3, 258 p.

25. Movchan I. B., Yakovleva A. A., Movchan A., Shaygallyamova Z. I. Early assessment of seismic hazard in terms of Voronezh massif-Moscow Depression contact. *Mining of Mineral Deposits*, 2021, no. 15, pp. 62–70.

Секерина Дарья Денисовна – аспирант, кафедра геофизики, СПГУ. <sekerinadar@mail.ru> Дергилёва Екатерина Андреевна – студент, кафедра геофизики, СПГУ. <dergilevaea@yandex.ru> Егоров Алексей Сергеевич – доктор геол.-минерал. наук, профессор, зав. кафедрой геофизики, СПГУ.

<egorov as@pers.spmi.ru>

Sekerina Darya Denisovna – Post-graduate Student, Department of Geophysics, SPMU. <sekerinadar@mail.ru> Dergileva Ekaterina Andreevna – Student, Department of Geophysics, SPMU. <dergilevaea@yandex.ru> Egorov Alexey Sergeevich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of Department of Geophysics, SPMU. <egorov as@pers.spmi.ru>

Санкт-Петербургский горный университет (СПГУ). 21-я линия, Васильевский остров, д. 2, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

Saint-Petersburg Mining University (SPMU). 2 21st Line, St. Petersburg, Russia, 199106.

УДК 550.4:552.5(234.851) DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_63-75

#### Н. Ю. Никулова (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРРИГЕННОЙ ТОЛЩИ В ОСНОВАНИИ ПАЛЕОЗОЙСКОГО РАЗРЕЗА НА ХРЕБТЕ МАНИТАНЫРД (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Интерпретация результатов химических анализов и особенностей распределения редких и редкоземельных элементов в отложениях раннеордовикской песчано-алевритовой толщи в основании палеозойского разреза на хр. Манитанырд (Полярный Урал) позволила установить, что накопление терригенной толщи проходило в эпиконтинентальной обстановке в условиях умеренно теплого климата за счет размыва и переотложения преимущественно слабовыветрелых пород позднерифейско-вендского фундамента. Сделано предположение, что основным источником обломочного материала были магматические породы кислого состава, связанные с кембрийским предрифтовым поднятием и рифтогенезом.

*Ключевые слова:* песчаники, алевролиты, химический состав, обломочный материал, источники сноса, условия осадконакопления, манитанырдская серия, Полярный Урал.

#### N. Yu. Nikulova (IG FRC Komi SC UB RAS)

## GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE TERRIGENOUS SEQUENCE AT THE BASE OF THE PALEOZOIC SECTION ON THE MANITANYRD RIDGE, THE POLAR URALS

Interpreting results of chemical analyzes and features of the distribution of rare and rare earth elements in the sediments of the Early Ordovician sandy-silty sequence at the base of the Paleozoic section of the Manitanyrd Ridge, the Polar Urals, made it possible to establish that the accumulation of the terrigenous sequence took place in epicontinental setting in moderately warm climate due to erosion and redeposition of mostly weakly weathered rocks of the Late Riphean-Vendian basement. It has been assumed that felsic igneous rocks related to the Cambrian pre-rift uplift and rifting were the main source of clastic material.

*Keywords:* sandstone, siltstone, chemical composition, clastic material, provenance areas, sedimentation setting, Manitanyrd Group, Polar Urals.

Для цитирования: Никулова Н. Ю. Геохимические характеристики терригенной толщи в основании палеозойского разреза на хребте Манитанырд (Полярный Урал) // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 63–75. DOI: 10.52349/0869-7892 2023 93 63-75

Введение. Алевролито-песчаниковая толща, залегающая на породах фундамента в центральной части кряжа Манитанырд, закартирована в качестве нерасчлененной манитанырдской серии (€<sub>3</sub>–О<sub>2</sub>mn) [3]. Несогласный контакт отложений манитанырдской серии и поздневендско-позднекембрийских вулканогенно-терригенных образований енганэпейской (V<sub>2</sub>--C<sub>1</sub>en) свиты вскрывается в коренном выходе в правом борту руч. Голубой, правого притока р. Ния-Ю (рис. 1). В этом разрезе на породах фундамента залегают не типичные для базальных горизонтов нижнего палеозоя конгломераты, а ритмично построенная алевролито-песчаниковая толща мощностью около 100 м. Ранее нами было проведено петрографическое описание, выделены и охарактеризованы с использованием геохимических методов [17] основные литологические типы слагающих разрез горных пород – песчаники, алевролиты и алевросланцы [7]. На основе U/Pb датирования детритовых цирконов установлена принадлежность отложений к верхнему элементу разреза манитанырдской серии – малопайпудынской свите среднего ордовика – стратиграфическому аналогу саледской свиты Приполярного Урала [6]. В слагающих разрез породах обнаружены экзотические минералы – муассанит, силицит железа и самородный кремний, а также необычные морфологические разновидности пирита и апатита [8; 11].

В результате проведенных ЗАО «Голдминералс» поисковых работ на золото (Л. И. Ефанова и др. Прогнозно-поисковые работы на золото в пределах хр. Манитанырд и Енганэ-Пэ (Республика Коми). – Сыктывкар, 2010.) установлено,



Рис. 1. Геологическая схема южной части кряжа Манитанырд (по: Ефанова и др., 2010 г.)

1 – четвертичные отложения; 2 – манитанырдская серия: конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, сланцы; 3 – бедамельская серия: эффузивы основного, среднего и кислого состава и их туфы; 4 – енганэпэйская свита: туфогравелиты, туфопесчаники, туфоалевролиты; 5 – экструзивно-субвулканические образования одновозрастные бедамельской серии: габбро, габбродолериты, долериты; 6 – гипабиссальные образования леквожского комплекса: габбро, долериты, пикродолериты; 7 – разрывные нарушения: а – достоверные, б – предполагаемые; 8 – изученный разрез.

что на кряже Манитанырд почти все известные рудопроявления в породах енганэпейской свиты пространственно приурочены к зоне их контакта с алевролито-песчаниковой толщей манитанырдской серии.

Необычные для этого стратиграфического уровня состав и строение нижнепалеозойских отложений, отсутствие палеонтологических и структурно-тектонических признаков, указывающих на генетическую и фациальную принадлежность, особенности осадконакопления и постдиагенетических преобразований, связываемой с золотоносностью толщи, делают необходимым ее всестороннее геохимическое изучение, включающее интерпретацию аналитических данных с использованием различных петрохимических модулей и индикаторных соотношений породообразующих оксидов, редких и редкоземельных элементов.

Геологическое положение и строение разреза. Изученный разрез, в котором нижнепалеозойские отложения с угловым и азимутальным несогласием залегают на вулканогенно-осадочных и вулканогенных, субвулканических и интрузивных породах в составе комплексов протоуралид-тиманид расположен в центральной части кряжа Манитанырд. Фундамент представлен основными вулканитами, кластолавами и лавобрекчиями верхнерифейско-вендской бедамельской (RF<sub>3</sub>-V<sub>2</sub>**bd**) серии. Образования бедамельской серии согласно перекрыты отложениями поздневендско-раннекембрийской енганэпэйской (V<sub>2</sub>--C<sub>1</sub>en) свиты – переслаивающимися туфоалевросланцами, туфопесчаниками и туфогравелитами (рис. 1). Породы фундамента прорываются экструзивно-субвулканическими образованиями нижней толщи бедамельской серии и раннеордовикского леквожского гипабиссального комплекса [2].

В зоне контакта с палеозойскими отложениями азимут падения пород енганэпейской свиты 125°, угол 40°, песчаников манитанырдской серии – 120° и 70° соответственно. На удалении от контакта на расстоянии 10 м угол падения слоев выполаживается до 40–45°. В основании разреза манитанырдской серии залегает слой зеленовато-серых слюдистых сланцев (0,3 м), перекрытых разнозернистыми розовато-серыми песчаниками (1,3 м). На песчаниках залегает монотонная толща ритмично переслаивающихся мелкозернистых песчаников и алевролитов с прослоями сланцев мощностью около 80 м.

Материалы и методы. Изучены образцы тонкозернистых песчаников, метаалевролитов

и алевросланцев манитанырдской серии из обнажения в правом борту руч. Голубой, правого притока р. Ния-Ю в центральной части кряжа Манитанырд (рис. 1). Петрографический состав пород изучался в прозрачных шлифах. Содержания породообразующих оксидов определялись традиционным весовым химическим методом. Определение содержаний редких и редкоземельных элементов проводилось на масс-спектрометре с индуктивной связной плазмой Agilent 7700х. Для перевода пробы в раствор использовался метод многокислотного разложения (смесь кислот в соотношении HNO<sub>3</sub>:HF:HCI = 1:5:2) в условиях микроволнового нагрева. Разложение велось в микроволновой системе пробоподготовки Sineo MDS-10. Все аналитические работы проводились в ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар).

**Геохимическая характеристика метапесчаников.** Содержания породообразующих оксидов, литохимические модули и индикаторные соотношения, использованные для характеристики слагающих разрез пород и реконструкции условий осадконакопления, приведены в табл. 1 и 2.

Изученные породы содержат незначительное количество щелочей и на диаграмме K<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>O [9] фигуративные точки метапесчаников расположены в поле аркозов, в которых калий существенно преобладает над натрием, что предполагает присутствие в области питания кислых магматических пород (рис. 2, а). К линии разграничения аркозов и граувакк тяготеют точки, соответствующие алевросланцам. На диаграмме log(Fe<sub>2</sub>O<sub>3обш</sub>/K<sub>2</sub>O)–log(SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) [24] положение фигуративных точек также определяется их гранулометрическими особенностями минимальные значения показателя log(SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). характерные для вакков, соответствуют наиболее тонкозернистым отложениям (рис. 2, а). На диаграмме SiO<sub>2</sub>--(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CaO + Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O)--(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + + FeO + MgO + MnO + TiO<sub>2</sub>) [5] точки метапесчаников расположены в поле кварцевых песчаников или вблизи него, а точки алевролитов и алевросланцев распределены в поле вулканомиктовых песчаников (рис. 2, в).

На демонстрирующих степень зрелости обломочных пород и отражающих участие в их составе магматических образований диаграммах А–F и A–M [5], большинство фигуративных точек метапесчаников оказались вне выделенных полей,

Таблица 1

№ п/п	Номер обр.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ппп	Σ
1	1	58,56	1,39	17,99	2,17	3,93	0,040	3,50	0,67	0,57	5,58	0,200	4,86	99,46
2	2	86,74	0,26	4,54	0,59	1,69	0,020	0,95	1,33	0,59	0,92	0,180	2,06	99,87
3	5	92,94	0,16	1,83	0,21	0,76	0,020	0,47	1,00	0,14	0,45	0,140	1,49	99,61
4	6	93,30	0,11	1,50	0,02	0,49	0,010	0,58	1,17	0,27	0,32	0,036	1,61	99,42
5	10-2	58,74	1,08	17,22	2,57	5,38	0,080	3,16	0,89	0,93	5,22	0,210	4,00	99,48
6	12	84,48	0,43	6,50	0,44	0,99	0,005	0,67	0,58	1,72	1,41	0,053	1,79	99,07
7	15	62,28	1,01	15,91	1,87	4,67	0,080	2,36	1,00	1,49	4,54	0,190	4,20	99,60
8	16-3	72,46	0,83	11,53	1,38	2,79	0,045	1,65	0,82	2,67	2,71	0,150	2,94	99,98
9	18	49,14	1,29	21,78	2,88	5,82	0,990	3,80	0,40	0,44	7,95	0,190	5,16	99,84
10	19	78,06	0,29	4,78	2,49	1,47	0,090	0,75	4,67	0,54	1,85	0,096	4,07	99,16
11	21-2	78,54	0,77	8,78	1,47	1,89	0,028	1,24	0,58	0,88	3,00	0,160	2,31	99,65
12	25	67,06	0,83	12,69	1,96	3,98	0,080	2,12	1,11	0,93	4,31	0,170	3,92	99,16
13	28-1	80,80	0,51	5,46	0,72	1,41	0,120	0,89	2,67	0,93	1,41	0,080	4,29	99,29
14	29	61,60	0,97	16,75	2,06	4,42	0,068	2,90	0,58	0,87	5,52	0,150	4,10	99,99
15	32	88,53	0,17	4,63	0,73	0,59	0,010	0,40	0,20	0,65	1,97	0,120	1,62	99,62
16	34-2	58,61	0,90	17,42	2,35	4,84	0,076	3,24	0,40	0,65	6,11	0,160	4,28	99,04
17	35	81,18	0,75	7,70	1,88	1,49	0,052	1,14	0,47	1,42	1,98	0,078	1,69	99,83
18	37	78,56	0,62	9,15	1,12	2,43	0,050	1,23	0,30	1,59	2,76	0,110	2,47	100,39
19	39-1	65,28	0,99	15,27	1,84	3,45	0,063	2,31	0,47	2,15	5,07	0,180	2,77	99,84
20	40-2	67,26	0,85	14,60	1,59	3,41	0,045	2,09	0,50	1,34	4,88	0,150	3,14	99,86
21	41-1	80,70	0,50	8,22	0,82	1,02	0,010	0,75	0,40	1,41	2,89	0,066	2,31	99,10
22	41-3	51,25	0,97	21,34	3,07	5,70	0,073	3,72	0,40	0,44	7,52	0,190	5,00	99,67
23	44-1	89,08	0,33	4,32	0,85	1,08	0,026	0,69	0,20	0,40	1,92	0,079	1,11	100,09
24	46-2	68,06	0,92	13,33	2,32	3,22	0,070	2,18	0,30	0,77	4,87	0,130	3,7	99,87

Содержание породообразующих оксидов (мас. %)

Индикаторные соотношения

№ п/п	Но- мер обр.	Log (Na <sub>2</sub> O/ K <sub>2</sub> O)	Log (SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Log (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /K <sub>2</sub> O)	A	F	М	F1	F2	F3	F4	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	1	-0,99	0,51	-0,41	0,31	11,030	6,82	-1,05	-1,64	1,08	3,09	9,79	3,26
2	2	-0,19	1,28	-0,19	0,05	3,510	2,84	-1,52	1,33	-4,05	-1,06	1,56	19,11
3	5	-0,51	1,71	-0,33	0,02	1,620	1,59	-2,55	2,18	-3,30	1,67	3,21	50,79
4	6	-0,07	1,79	-1,20	0,02	1,210	1,76	-3,13	2,02	-1,70	4,81	1,19	62,20
5	10–2	-0,75	0,53	-0,31	0,29	12,270	7,04	-0,35	-4,20	-0,67	0,64	5,61	3,41
6	12	-0,09	1,11	-0,51	0,08	2,535	3,71	-1,97	1,17	2,37	-0,23	0,82	13,00
7	15	-0,48	0,59	-0,39	0,26	9,990	7,03	-0,23	-3,41	0,00	0,11	3,05	3,91
8	16–3	-0,01	0,80	-0,29	0,16	6,695	6,20	-0,23	-0,14	0,70	-0,36	1,01	6,28
9	18	-1,26	0,35	-0,44	0,44	14,780	8,79	-3,48	-4,62	1,37	1,41	18,07	2,26
10	19	-0,53	1,21	-0,13	0,06	5,090	7,06	-2,00	-1,10	-1,67	-3,51	3,43	16,33
11	21–2	-0,53	0,95	-0,31	0,11	5,398	4,46	-1,95	-0,31	2,93	1,99	3,41	8,95
12	25	-0,67	0,72	-0,34	0,19	8,970	6,35	-1,02	-2,96	0,89	0,65	4,63	5,28
13	28–1	-0,18	1,17	-0,29	0,07	3,650	5,01	-2,16	1,54	0,48	1,10	1,52	14,80
14	29	-0,80	0,57	-0,43	0,27	10,418	6,97	-1,01	-4,51	1,15	1,34	6,34	3,68
15	32	-0,48	1,28	-0,43	0,05	1,900	2,82	-2,48	0,18	6,98	0,36	3,03	19,12
16	34–2	-0,97	0,53	-0,41	0,30	11,406	7,16	-0,90	-5,07	1,22	1,34	9,40	3,36
17	35	-0,14	1,02	-0,02	0,09	5,312	3,87	-2,55	0,79	0,36	0,54	1,39	10,54
18	37	-0,24	0,93	-0,39	0,12	5,450	4,65	-1,57	-1,23	1,98	0,02	1,74	8,59
19	39–1	-0,37	0,63	-0,44	0,23	8,653	7,69	-0,27	-3,17	3,05	1,21	2,36	4,28
20	40–2	-0,56	0,66	-0,49	0,22	7,985	6,72	-0,94	-3,72	2,53	1,09	3,64	4,61
21	41–1	-0,31	0,99	-0,55	0,10	3,100	4,70	-2,16	-0,59	5,93	1,24	2,05	9,82
22	41–3	-1,23	0,38	-0,39	0,42	13,533	8,36	-0,52	-7,60	1,06	0,97	17,09	2,40
23	44–1	-0,68	1,31	-0,35	0,05	2,976	2,52	-3,09	-0,29	5,34	2,30	4,80	20,62
24	46–2	-0,80	0,71	-0,32	0,20	8,710	5,94	-1,95	-3,04	2,37	1,70	6,32	5,11

Примечания. A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>; F = TiO<sub>2</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO+MnO+MgO; M = CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O [5]; F1 = 0,303-0,447SiO<sub>2</sub>-0,972TiO<sub>2</sub>+0,08Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0,267Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+0,208 FeO<sub>3</sub>,082MnO+0,14MgO+0,195CaO+0,719Na<sub>2</sub>O-0,032K<sub>2</sub>O+7,51P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; F2 = 43,57-0,421SiO<sub>2</sub>+1,988TiO<sub>2</sub>-0,526Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0,551Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-1,61FeO+2,72MnO+0,881MgO-0,907CaO-0,177Na<sub>2</sub>O-1,84K<sub>2</sub>O+7,244P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>[18];  $\mathsf{F3} = 30,638\mathsf{TiO}_2/\mathsf{Al}_2\mathsf{O}_3 - 12,54\mathsf{Fe}_2\mathsf{O}_{3o6ul}/\mathsf{Al}_2\mathsf{O}_3 + 7,329\mathsf{MgO}/\mathsf{Al}_2\mathsf{O}_3 + 12,031\mathsf{NaO}/\mathsf{Al}_2\mathsf{O}_3 + 35,402\mathsf{K}_2\mathsf{O}/\mathsf{Al}_2\mathsf{O}_3 - 6,382;$ 



и модули

Таблица 2

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	CIA	CIW	ICV	K <sub>2</sub> OAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	ГМ	НКМ	ТМ	Fe/Mn	(Fe+Mn)/ Ti	Al/ (Al+Fe+Mn)
0,31	69	89	1,1	0,31	6,15	0,44	0,34	0,077	121	4,0	0,7
0,05	51	57	1,7	0,20	1,51	0,08	0,33	0,057	96	8,4	0,6
0,02	42	47	2,2	0,25	0,59	0,03	0,32	0,087	42	6,1	0,6
0,02	34	37	3,0	0,21	0,59	0,02	0,39	0,073	49	5,1	0,7
0,29	66	85	1,2	0,30	6,15	0,45	0,36	0,063	81	6,8	0,7
0,08	55	63	1,2	0,22	3,13	0,10	0,48	0,066	234	3,1	0,8
0,26	63	79	1,1	0,29	6,03	0,38	0,38	0,063	68	6,2	0,7
0,16	57	66	1,3	0,24	5,38	0,23	0,47	0,072	75	4,6	0,7
0,44	68	94	1,1	0,37	8,39	0,67	0,39	0,059	71	6,2	0,7
0,06	30	34	3,2	0,39	2,39	0,12	0,50	0,061	28	10	0,6
0,11	60	78	1,2	0,34	3,88	0,16	0,44	0,088	90	3,7	0,7
0,19	61	78	1,3	0,34	5,24	0,29	0,41	0,065	60	6,6	0,6
0,07	41	46	2,1	0,26	2,34	0,10	0,43	0,093	14	4,0	0,7
0,27	66	87	1,1	0,33	6,39	0,39	0,38	0,058	78	6,2	0,7
0,05	56	76	1,1	0,43	2,62	0,07	0,57	0,037	91	6,1	0,8
0,30	67	91	1,1	0,35	6,76	0,44	0,39	0,052	77	7,4	0,7
0,09	59	71	1,4	0,26	3,40	0,15	0,44	0,097	44	3,5	0,7
0,12	60	74	1,2	0,30	4,35	0,17	0,48	0,068	58	5,4	0,7
0,23	61	78	1,2	0,33	7,22	0,33	0,47	0,065	67	4,9	0,7
0,22	63	82	1,1	0,33	6,22	0,30	0,43	0,058	90	5,5	0,7
0,10	57	73	1,1	0,35	4,30	0,13	0,52	0,061	137	3,1	0,8
0,42	69	94	1,0	0,35	7,96	0,61	0,37	0,045	96	8,2	0,7
0,05	58	81	1,4	0,44	2,32	0,07	0,54	0,076	55	5,0	0,7
0,20	65	88	1,2	0,37	5,64	0,29	0,42	0,069	60	5,2	0,7

 $\begin{array}{l} \mathsf{F4}=56,5\mathsf{TiO2}/\mathsf{Al_2O_3-10},897\mathsf{Fe_2O_{36\mathrm{iul}}/Al_2O+30},875\mathsf{MgO}/\mathsf{Al_2O_3-5},404\mathsf{Na_2O}/\mathsf{Al_2O_3+11},112\mathsf{K_2O}/\mathsf{Al_2O_3-3},89\ [31];\\ \mathsf{\Gamma M}=(\mathsf{Al_2O_3+\mathrm{TiO_2+Fe_2O_3+\mathrm{FeO+MnO}})/\mathsf{SiO_2};\\ \mathsf{HKM}=(\mathsf{N_2O+K_2O})/\mathsf{Al_2O_3};\ \mathsf{TM}=\mathsf{TiO_2}/\mathsf{Al_2O_3}\ [17]. \end{array}$ 



Рис. 2. Положение фигуративных точек составов пород манитанырдской серии на классификационных диаграммах:  $a - K_2O-N_2O$  ([9];  $6 - log(Fe_2O_{306inl}/K_2O)-log(SiO_2/Al_2O_3)$  [24];  $6 - SiO_2-(Al_2O + CaO + Na_2O + K_2O)-(Fe_2O_3 + FeO + MgO + MnO + TiO_2)$  [5] l-IV - песчаники: I - кварцевые; II - олигомиктовые; III - полимиктовые; IV - вулканомиктовые



а точки алевролитов и алевросланцев попали в поля средних и основных магматических пород (рис. 3, *a*, *б*). На диаграмме (FeO + MgO)/ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>O)–SiO<sub>2</sub> [25] точки песчаников расположены в поле кислых вулканитов или вблизи него, алевролитов – в поле средних вулканитов, а точки алевросланцев оказались вблизи поля основных магматических пород (рис. 3, *в*).

Породы манитанырдской серии по значениям ГМ – гидролизатного модуля [17] представлены всеми возможными классами: силитами – песчаниками с ГМ до 0,3, сиаллитами – близкими по составу к грауваккам алевролитами – с ГМ в интервале 0,36–0,55 и алевросланцами-гидролизатами с ГМ выше 0,55. В отдельную группу выделяются четыре образца, попадающие в группу псевдосиаллитов и один образец псевдогидролизатов с MgO > 3 мас. % (рис. 4, *а*, табл. 2). Значение НКМ для всех разновидностей слагающих разрез пород превышает 0,3 (рис. 4, *б*), что указывает на присутствие в них неизмененного калиевого полевого шпата [17].

Значения индекса химического выветривания CIA [28] изменяется от 30 в песчаниках до 69 в алевросланцах, что соответствует слабои средневыветрелым породам и холодному климату в области размыва (табл. 2). Индекс изменения состава ICV [21], меняющийся в диапазоне от 1,0 до 2,2 (в двух образцах, отличающихся низкими содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, этот индекс превышает 3), отражает содержание в метапесчаниках обломочного материала различной степени седиментационной зрелости (табл. 2). Фигуративные точки алевросланцев и алевроитов на диаграмме ICV-CIA [26] тяготеют к центральной части базальтовового тренда, точки песчаников расположены примерно на равном удалении от линий, соответствующих гранитам и базальтам (рис. 5).

Индекс выветривания CIW [24] изменяется от 34 до 94. Низкие (34–62) значения этого индекса свойственны песчаникам, а для алевросланцев этот показатель близок или выше 90. Значения отражающего степень переработки материала в области размыва калиевого модуля K<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [21], для большинства образцов превышает значение 0,3, соответствующее породам, содержащим невыветрелый обломочный материал (табл. 2), в шести образцах песчаников располагается в интервале 0,2–0,3.

На диаграммах, применяемых для реконструкции палегеодинамических условий, фигуративные точки пород манитанырдской серии расположены в различных областях (рис. 6). На диаграмме K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O–SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [27] все точки расположены

a - A-F; б - A-M [5], где A = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>; F = TiO<sub>2</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO + + MnO + MgO; M = CaO + Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O;

 $e - (FeO + MgO)/(Al_2O_3 + K_2O) - SiO_2$ ,

где: І – риолиты, граниты; ІІ – дациты, гранодиориты; ІІІ – андезиты, диориты; ІV – базальты, габбро [25]

Рис. 3. Положение точек составов пород манитанырдской серии на диаграммах:

I – липаритодациты; II – граниты; III – гранодиориты; IV – андезитобазальты;



Рис. 4. Положение фигуративных точек составов пород манитанырдской серии на модульных диаграммах: *a* – (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O)–ГМ; *б* – HKM–ГМ [17]



Рис. 5. Положение фигуративных точек пород манитанырдской серии на диаграмме ICV–CIA [26]

в области пород, образованных в условиях пассивной континентальной окраины (рис. 6, а). На диаграмме SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O [30] большинство точек расположено в области пород, образованных в условиях пассивной континентальной окраины, и четыре точки, соответствующие алевролитам, попали в область пород, образованных в условиях активной континентальной окраины (рис. 6, б). На диаграмме F1-F2 [18], для построения которой учитывается наибольшее количество породообразующих оксидов, в области пород, образованных в условиях пассивной континентальной окраины, оказались только фигуративные точки песчаников, а точки алевролитов и алевросланцев попали в область пород, образованных в условиях активной континентальной окраины (рис. 6, е).

Значения отношения Fe/Mn – фациального индикатора для осадочных отложений [10] – для большинства изученных образцов соответствуют мелководным морским отложениям (табл. 2). Титановый модуль (Fe + Mn)/Ti [12] в интервале 3,1–10,0 и алюминиевый модуль Al/(Al + Fe + Mn) [20] в интервале 0,6–0,8 характеризуют породы как не содержащие примесь эксгалятивного материала (табл. 2).

Методом ISP-MS было установлено содержание РЗЭ, малых и редких элементов для пяти образцов из разных частей разреза (табл. 3). Суммарные содержание РЗЭ в изученных образцах пород манитанырдской серии изменяется от 91 до 214 г/т.

Графики распределения РЗЭ в породах манитанырдской серии сходны и имеют небольшой наклон в области LREE и слабо проявленный европиевый минимум (рис. 7). По форме кривых и содержанию РЗЭ изученные образцы близки к РААS. Значения Eu/Eu\* для пород манитанырдской серии (0,59–0,79) близки к значениям средних осадочных пород фанерозоя [1]. Отношение Ce/Ce\* – индикатор обстановки осадкообразования – 0,88–1,05 соответствует значениям, характерным для окраинно-континентальных обстановок [29].

Для установления состава пород областей питания построены диаграммы La/Sc-Th/Co, Yb<sub>N</sub>-La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub>, Hf-La/Th и Nb/Y-Zr/TiO<sub>2</sub> (рис. 8). На диаграмме La/Sc-Th/Co [22] все фигуративные точки пород манитанырдской серии локализованы в области продуктов разрушения пород кислого состава (рис. 8, *a*). На диаграмме Yb<sub>N</sub>-La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> [14] точки манитанырдских пород расположены в поле постархейских гранитоидов и в зоне его перекрытия с полем архейской тоналит-тродьемит-гранитной ассоциации (рис. 8, б). Четыре точки пород манитанырдской серии на диаграмме Hf-La/Th [23] располагается в области, обозначенной как кислая островная дуга, а точка обр. М-5, ввиду низкого содержания Th и Hf оказалась вне выделенных полей (рис. 8, е). На диаграмме Nb/Y-Zr/ TiO<sub>2</sub> [31] четыре фигуративные точки расположены в поле риодацитов и одна (обр. М-39-1) попала в поле субщелочных базальтов (рис. 8, г). Отношения ΣСе/ΣҮв интервале 2,3–3,1 соответствуют отложениям, сформированным в семиаридносемигумидных условиях [1], а на диаграмме La–(Nd + Sm)–(Y + Dy) фигуративные точки пород манитанырдской серии расположены в поле отложений, образованных в условиях аридного климата, вблизи границы с полем гумидного климата (рис. 9).

На применяемых для реконструкции палегеодинамических условий накопления дискриминационных диаграммах La/Sc–La/Y [15]



Рис. 6. Положение фигуративных точек составов пород манитанырдской серии на диаграммах:  $a - K_2O/Na_2O-SiO_2/Al_2O_3$  [27];  $6 - SiO_2-K_2O/Na_2O$  [30]; e - F1-F2 [19]

и La/Sc–Ti/Zr [19] по четыре точки пород манитанырдской серии попали в поля континентальных островных дуг, одна точка (обр. М-5) – в поле активной континентальной окраины вблизи с границей поля континентальной островной дуги (рис. 10, *a*). Точка, соответствующая образцу алевролита М-39-1, попала в поле пород, образованных в условиях океанической островной дуги из-за повышенной титанистости содержащего ильменит алевролита.

В нормированных на PAAS [13] спектрах распределения элементов-примесей, во всех изученных образцах пород манитанырдской серии отмечаются повышенные содержания Zr и Mo (рис. 11).

На диаграмме Ni–Cr [13] фигуративные точки манитанырдских пород расположены в поле постархейских образований, не содержащих продукты размыва древних метаморфических пород континентальных блоков, и две точки оказались на границе этого поля (рис. 12).

Обсуждение результатов. Анализ распределения петрогенных оксидов, редких и редкоземельных элементов, их соотношений, характера спектров распределения и положения фигуративных точек составов на различных диаграммах показал незначительные различия в составе литологических разновидностей пород в разрезе манитанырдской серии. Песчаники имеют преимущественно кварцевый состав, а в алевролитах и алевросланцах существенную роль играют полевошпатовая и слюдистая составляющие. По значению гидролизатного (ГМ) модуля породы манитанырдской серии относятся к аквагенным осадочным породам невысокой степени седиментационной зрелости, содержащим невыветрелые полевые шпаты (вулканомиктовую примесь). На диаграммах, отражающих участие в формировании состава алеврито-песчаниковой толщи магматических пород, точки песчаников тяготеют к области кислых вулканитов, а алевролитов и алевросланцев - к более основным породам (рис. 3). Аналогичная зависимость от литологических особенностей прослеживается и на диаграмме ICV-CIA (рис. 5). По мере уменьшения зернистости в породах увеличиваются щелочность, гидролизатность и магнезиальность, что является отражением их минерального состава алевросланцы содержат наименьшее количество кварца и максимальное количество слюд.

На диаграмме F1–F2, применяемой для реконструкции палеогеодинамических условий, в области пород, образованных в условиях пассивной континентальной окраины оказались только фигуративные точки песчаников, а точки алевролитов и алевросланцев попали в область пород, образованных в условиях активной континентальной окраины (рис. 6, *в*).

На диаграммах La/Sc–Th/Co, Yb<sub>N</sub>–La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub>, и Hf–La/Th (рис. 8, *а–в*), используемых для установления состава пород областей питания, фигуративные точки пород манитанырдской серии попали

Таблица З

Сопержания РЗЭ мал	ых и пепких эпемент	ов в попопах манит	анырлской серии г/т
оодержания гоо, мал	ых и редких элемент	ов в породах манин	апырдской серий, т/т

Номер обр. Элемент	5	19	28-1	39-1	41-1	Номер обр. Элемент	5	19	28-1	39-1	41-1
Sc	4,64	15,11	9,41	26,12	6,04	Tb	0,655	0,634	0,695	1,284	0,434
V	22,96	86,70	55,72	148,91	40,16	Dy	3,082	3,524	3,674	7,092	2,368
Cr	214,81	103,08	92,86	109,14	127,63	Но	0,536	0,733	0,735	1,422	0,486
Со	4,50	10,56	6,64	22,29	4,12	Er	1,414	2,299	2,209	4,209	1,493
Ni	20,41	25,96	15,58	49,36	11,65	Tm	0,167	0,324	0,307	0,577	0,208
Cu	48,38	25,74	31,28	67,10	27,98	Yb	1,063	2,226	2,128	3,906	1,424
Zn	25,79	50,05	46,68	99,16	20,78	Lu	0,157	0,348	0,340	0,596	0,225
Ga	3,10	13,26	6,63	23,49	5,08	Hf	1,12	5,09	6,53	6,03	4,69
Rb	17,42	67,26	33,19	131,17	24,51	W	3,96	0,30	1,10	1,11	2,24
Sr	20,78	33,63	120,95	34,33	15,46	Pb	2,05	2,53	7,71	2,50	3,58
Y	15,35	19,36	20,01	37,56	13,33	Th	1,77	7,39	6,62	10,00	5,19
Zr	42,23	190,97	249,88	220,41	186,14	U	0,611	1,526	1,278	2,065	1,041
Nb	1,16	3,92	6,53	13,82	4,95	LREE	83	85	93	149	68
Мо	15,57	2,09	3,15	0,38	7,19	HREE	27	34	35	65	23
Cs	0,77	3,63	2,36	10,48	1,28	ΣCe/ ΣΥ	3,1	2,5	2,7	2,3	3,0
Ba	102,80	288,95	186,28	885,74	283,76	La <sub>N/</sub> Yb <sub>N</sub>	1,74	0,74	0,97	0,73	0,99
La	19,050	17,042	21,326	29,478	14,498	Eu/Eu*	0,59	0,79	0,59	0,71	0,77
Ce	36,686	39,994	40,521	67,104	31,524	Ce/Ce*	0,94	1,05	0,88	0,99	1,01
Pr	4,380	4,589	5,379	8,400	3,691	Th/Co	0,39	0,70	1,00	0,45	1,26
Nd	18,182	18,549	20,319	34,858	14,314	La/Sc	4,10	1,13	2,27	1,13	2,40
Sm	4,308	3,939	4,292	7,466	2,804	La/Th	10,75	2,31	3,22	2,947	2,79
Eu	0,872	1,050	0,858	1,831	0,726	Zr/TiO <sub>2</sub>	0,05	0,05	0,04	0,01	0,08
Gd	4,626	4,149	4,602	8,156	2,890	Nb/Y	0,08	0,20	0,33	0,37	0,37

 $\Pi$  р и м е ч а н и е . Ce/Ce<sup>\*</sup> = (Ce<sub>N</sub>/La<sub>N</sub> + Pr<sub>N</sub>)/2, нормировано к глинам платформ [1]; Eu/Eu = Eu<sub>N</sub>/(Sm<sub>N</sub> + Gd<sub>N</sub>)/2, La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub>, нормировано на хондрит [13].



Рис. 7. Нормированные на хондрит [13] спектры распределения содержаний РЗЭ в породах манитанырдской серии

в поля, характерные для кислых магматических пород. На диаграмме Nb/Y–Zr/TiO<sub>2</sub> (рис. 8, *a*) фигуративные точки манитанырдских пород смещены в сторону более основных пород, что, вероятно, связано с присутствием титансодержащих ильменита и титанита, накопление которых обусловлено гидродинамическим фактором.

На диаграммах, позволяющих установить палеогеодинамическую обстановку и тектоническое положение области осадконакопления (рис. 10), фигуративные точки составов пород манитанырдской серии расположены в полях континентальных островных дуг. Такое положение точек обусловлено присутствием в составе пород манитанырдской серии продуктов разрушения кислых вулканитов. На обстановку континентальной окраины указывает и отношение Ce/Ce\* (табл. 3).

Однотипная форма спектров распределения РЗЭ и других элементов-примесей для метапесчаников средней части разреза свидетельствует о неизменности источников питания и условий осадконакопления во время накопления толщи.





Рис. 9. Положение фигуративных точек пород манитанырдской серии на диаграмме La-(Nd + Sm)-(Y + Dy) [16]



Рис. 8. Положение фигуративных точек метапесчаников манитанырдской серии на диаграммах:

a – La/Sc–Th/Co [no 22]; 6 – Yb<sub>N</sub>–La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> [14]; <br/>e – Hf–La/Th [23]; <br/>e – Nb/Y–Zr/TiO2 [31]

Рис. 10. Диаграммы: *a* – La/Sc–La/Y [15]; *б* – La/Sc–Ti/Zr [19] *A* – океанические островные дуги; *B* – континентальные островные дуги; *C* – активная континентальная окраина; *D* – пассивная континентальная окраина


Рис. 11. Нормированное на PAAS [13] содержание элементов-примесей в породах манитанырдской серии

Вывод о формировании метапесчаников за счет разрушения местных позднерифейско-вендских образований согласуется с данными, полученными нами результатами U/Pb датирования детритных циркона, на основании которых сделан вывод о том, что основными источниками обломочных цирконов были широко распространенные в регионе породы Большеземельской активной окраины Арктиды и коллизионных комплексов протоуралид-тиманид [6].

Заключение. Изучение геохимических особенностей пород манитанырдской серии показало, что они образованы в эпиконтинентальной обстановке в условиях умеренно влажного и теплого



Рис. 12. Положение фигуративных точек пород манитанырдской серии на диаграмме Ni–Cr [13]

климата за счет размыва и переотложения преимущественно слабовыветрелых подстилающих пород позднерифейско-вендского фундамента. Наиболее вероятно, что основным источником обломочного материала были магматические породы, связанные с кембрийским предрифтовым поднятием и рифтогенезом, начавшимся на рубеже кембрия и ордовика и продолжавшемся в ордовике, на Полярном Урале представленные образованиями леквожского габбро-долеритового и пайпудынского риолитового гипабиссальных комплексов, раннепалеозойскими телами гранитоидов полярно-уральского полихронного комплекса.

Работа выполнена в рамках проекта НИР «Осадочные формации: вещество, седиментация, литогенез, геохимия, индикаторы литогенеза, реконструкция осадконакопления». Регистрационный номер в системе ЕГИСУ НИОКТР 122040600013-9.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балашов Ю. А. Геохимия редкоземельных элементов. – М. : Наука, 1976. – 268 с.

2. Голдин Б. А., Калинин Е. П., Пучков В. Н. Магматические формации западного склона севера Урала и их минерагения. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 1999. – 213 с.

 Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Уральская серия. Лист Q-41 – Воркута. Объяснительная записка. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2007. – 541 с.

4. Ефанова Л. И. Алькесвожская толща на севере Урала. Стратиграфия, литология, металлоносность // Автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук. Сыктывкар : Ин-т геологии Коми НЦ УрО РАН, 2001. – 24 с. 5. Коссовская А. Г., Тучкова М. И. К проблеме минералого-петрохимической классификации и генезиса песчаных пород // Литология и полезные ископаемые. – 1988. – № 2. – С. 8–24.

6. Никулова Н. Ю., Соболева А. А. Результаты U-Pb датирования детритовых цирконов из песчаников манитанырдской серии на кряже Манитанырд (Полярный Урал) // Вестник ИГ. – 2019. – № 6. – С. 3–11.

7. Никулова Н. Ю., Щвецова И. В. Литология и геохимия нижнепалеозойских отложений в зоне межформационного контакта уралид/доуралид на хр. Манитанырд (Полярный Урал) // Бюллетень МОИП. – 2011. – № 3. – С. 47–54.

8. Никулова Н. Ю. Пирит из отложений манитанырдской серии (€<sub>3</sub>–О₁mn) на руч. Голубой (кряж Манитанырд, Полярный Урал) // Минералогические перспективы: материалы Междунар. минерал. семинара. – Сыктывкар : ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. – С. 245–246.

9. Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. – М. : Мир, 1976. – 536 с.

10. Розен О. М., Журавлев Д. З., Ляпунов С. М. Геохимические исследования осадочных отложений Тимано-Печерской провинции // Разведка и охрана недр. – 1994. – № 1. – С. 18–21.

11. Самородный кремний, силицид железа и муассанит в нижнепалеозойских песчаниках хр. Манитанырд (Полярный Урал) / Н. Ю. Никулова, В. Н. Филиппов, Ю. С. Симакова, И. В. Швецова // Вестник ИГ. – 2011. – №1. – С. 17–19.

12. Страхов Н. М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. – М. : Наука, 1976. – 300 с.

13. Тейлор С. З., Мак-Леннан С. М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. Рассмотрение геохимической летописи, запечатленной в осадочных породах. – М. : Мир, 1988. – 384 с.

14. Тонкозернистые алюмосилико-кластические образования стратотипического разреза среднего рифея на Южном Урале: особенности формирования, состав и эволюция источников сноса / А. В. Маслов, М. Т. Крупенин, Ю. Л. Ронкин, Э. З. Гареев, О. П. Лепихина, О. Ю. Попова // Литология и полезные ископаемые. – 2004. – № 4. – С. 414–441.

15. Фазлиахметов А. М., Зайнуллин Р. И. Вариации индикаторных геохимических параметров в вулканитовых песчаниках на примере нижне- и среднедевонских отложений Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала // Вестник Иркутского гос. технич. ун-та. – 2014. – № 1. – С. 56–62.

16. Шатров В. А., Войцеховский Г. В. Применение лантаноидов для реконструкций обстановок образования в фанерозое и протерозое (на примере разрезов чехла и фундамента Восточно-Европейской платформы) // Геохимия. – 2009. – № 8. – С. 805–824.

17. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. – СПб. : Наука, 2000. – 479 с.

18. Bhatia M. R. Plate tectonic and geochemical composition of sandstones // The Journal of Geology. – 1983. – Vol. 91, no. 6. – Pp. 611–627.

19. Bhatia M. R., Crook K. A. W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 1986. – Vol. 108, no. 1, 2. – Pp. 181–193.

20. Bostrom K. The origin and fate of ferromanganoan active ridge sediments // Stockholm Contributions in Geolog. – 1973. – Vol. 27, no. 2. – Pp. 148–243.

21. Cox R., Lowe D. R. Controls of sediment composition on a regional scale: a conceptual review // Journal of Sedimentary Research. – 1995. – Vol. 65. – Pp. 1–12.

22. Cullers R. L. Implications of elements concentrations for provenance, redox conditions, and metamorphic studies of shales and limestones near Pueblo, CO, USA // Chemical Geology. – 2002. – Vol. 191, no. 4. – Pp. 305–327.

23. Geochemistry of Lower Cretaceous sediments, Inner Zone of Southwest Japan: Constraints on provenance and tectonic environment / D. K. Asiedu, S. Suzuki, K. Nogami, T. Shibata // Geochemical Journal. – 2000. – Vol. 34. – Pp.155–173.

24. Herron M. M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log date // Journal of Sedimentary Petrology. – 1998. – No. 58. – Pp. 820–829.

25. Kusunoki T., Musashino M. Comparison of the Middle Jurassic to Earliest Cretaceous sandstones from the Japanese Islands and South Sikhote-Alin // Earth Science. – 2001. – Vol. 55, no. 5. – Pp. 293–306.

26. Lee Y. I. Provenance derived from the geochemistry of late Paleozoic-early Mesozoic mudrocks of the Pyeongann Supergroup, Korea // Sedimentary Geology. – 2002. – Vol. 149. – Pp. 219–235.

27. Maynard J. B., Valloni R., Yu H.-Sh. Composition of modern deep-sea sands from arc-related basins // Geological Society. – London : Special Publications, 1982. – Vol. 10. – Pp. 551–561.

28. Nesbitt H. W., Young G. M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // Nature. – 1982. – Vol. 299. – Pp. 715–717.

29. Rare earth, major and trace elements in chert from the Franciscan Complex and Monerey Group, California Assessing REE sources to fine-graied marine sediment / R. W. Murray, M. R. Buchholtz ten Brink, D. C. Gerlach, G. Price Russ, D. L. Jones // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1991. – Vol. 55. – Pp. 1875–1895.

30. Roser B. P., Korsch R. J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO<sub>2</sub> content and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratio // The Journal of Geology. – 1986. – Vol. 94, no. 5. – Pp. 635–650.

31. Winchester J. A., Floyd P. A. Geochemical discrimination of magma series and their differentiation products using immobile elements // Chemical Geology. – 1977. – Vol. 20. – Pp. 325–343.

### REFERENCES

1. Balashov Yu. A. Geokhimiya redkozemel'nykh elementov. Moscow, Nauka, 1976, 268 p.

2. Goldin B. A., Kalinin E. P., Puchkov V. N. Magmaticheskie formatsii zapadnogo sklona severa Urala i ikh minerageniya. Syktyvkar, 1999, 213 p.

3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Ural'skaya seriya. List Q-41 – Vorkuta. Ob''yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Ural'skaya series. Sheet Q-41 – Vorkuta. Explanatory note]. St. Petersburg, VSEGEI, 2007, 541 p.

4. Efanova L. I. Al'kesvozhskaya tolshcha na severe Urala. Stratigrafiya, litologiya, metallonosnosť. Syktyvkar, Institut geologii Komi, 2001, 24 p.

5. Kossovskaya A. G., Tuchkova M. I. K probleme mineralogo-petrokhimicheskoy klassifikatsii i genezisa peschanykh porod. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 1988, no. 2, pp. 8–24.

6. Nikulova N. Yu., Soboleva A. A. Rezul'taty U-Pb datirovaniya detritovykh tsirkonov iz peschanikov manitanyrdskoy serii na kryazhe Manitanyrd (Polyarnyy Ural). *Vestnik instituta geologii*, 2019, no. 6, pp. 3–11.

Vestnik instituta geologii, 2019, no. 6, pp. 3–11. 7. Nikulova N. Yu., Shchvetsova I. V. Litologiya i geokhimiya nizhnepaleozoyskikh otlozheniy v zone mezhformatsionnogo kontakta uralid/douralid na khrebte Manitanyrd (Polyarnyy Ural). *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody*, 2011, no. 3, pp. 47–54. 8. Nikulova N. Yu. Pirit iz otlozheniy manitanyrdskoy

8. Nikulova N. Yu. Pirit iz otlozheniy manitanyrdskoy serii ( $\mathcal{C}_3$ –O<sub>1</sub>mn) na ruch'e Goluboi (kryazh Manitanyrd, Polyarnyy Ural). *Mineralogicheskie perspektivy: materialy Mezhdunarodnogo mineralogicheskogo seminara*. Syktyvkar, 2011, pp. 245–246.

9. Pettidzhon F., Potter P., Siver R. Peski i peschaniki. Moscow, Mir, 1976, 536 p. 10. Rozen O. M., Zhuravlev D. Z., Lyapunov S. M. Geokhimicheskie issledovaniya osadochnykh otlozheniy Timano-Pecherskoy provintsii. *Razvedka i okhrana nedr*, 1994, no. 1, pp. 18–21.

11. Nikulova N. Yu., Filippov V. N., Simakova Yu. S., Shvetsova I. V. Samorodnyy kremniy, silitsid zheleza i muassanit v nizhnepaleozoyskikh peschanikakh khrebet Manitanyrd (Polyarnyy Ural). *Vestnik instituta geologii*, 2011, no. 1, pp. 17–19.

12. Strakhov N. M. Problemy geokhimii sovremennogo okeanskogo litogeneza. Moscow, Nauka, 1976, 300 p. 13. Teylor S. Z., Mak-Lennan S. M. Kontinental'naya kora:

13. Teylor S. Z., Mak-Lennan S. M. Kontinental'naya kora: ee sostav i evolyutsiya. Rassmotrenie geokhimicheskoy letopisi, zapechatlennoy v osadochnykh porodakh. Moscow, Mir, 1988, 384 p.

14. Maslov A. V., Krupenin M. T., Ronkin Yu. L., Gareev E. Z., Lepikhina O. P., Popova O. Yu. Tonkozernistye alyumosiliko-klasticheskie obrazovaniya stratotipicheskogo razreza srednego rifeya na Yuzhnom Urale: osobennosti formirovaniya, sostav i evolyutsiya istochnikov snosa. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 2004, no. 4, pp. 414–441. 15. Fazliakhmetov A. M., Zaynullin R. I. Variatsii

15. Fazliakhmetov A. M., Zaynullin R. I. Variatsii indikatornykh geokhimicheskikh parametrov v vulkanitovykh peschanikakh na primere nizhne- i srednedevonskikh otlozheniy Zapadno-Magnitogorskoy zony Yuzhnogo Urala. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2014, no. 1, pp. 56–62.

16. Shatrov V. A., Voytsekhovskiy G. V. Primenenie lantanoidov dlya rekonstruktsiy obstanovok obrazovaniya v fanerozoe i proterozoe (na primere razrezov chekhla i fundamenta Vostochno-Evropeyskoy platformy). *Geokhimiya* 2009 no 8 np. 805–824

Geokhimiya, 2009, no. 8, pp. 805–824. 17. Yudovich Ya. E., Ketris M. P. Osnovy litokhimii. St. Petersburg, Nauka, 2000, 479 p.

18. Bhatia M. R. Plate tectonic and geochemical composition of sandstones. *The Journal of Geology*, 1983, vol. 91, no. 6, pp. 611–627.

19. Bhatia M. R., Crook K. A. W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1986, vol. 108, no. 1, 2, pp. 181–193.

20. Bostrom K. The origin and fate of ferromanganoan active ridge sediments. *Stockholm Contributions in Geolog*, 1973, vol. 27, no. 2, pp. 148–243.

21. Cox R., Lowe D. R. Controls of sediment composition on a regional scale: a conceptual review. *Journal of Sedimentary Research*, 1995, vol. 65, pp. 1–12.

22. Cullers R. L. Implications of elements concentrations for provenance, redox conditions, and metamorphic studies of shales and limestones near Pueblo, CO, USA. *Chemical Geology*, 2002, vol. 191, no. 4, pp. 305–327.

23. Asiedu D. K., Suzuki S., Nogami K., Shibata T. Geochemistry of Lower Cretaceous sediments, Inner Zone of Southwest Japan: Constraints on provenance and tectonic environment. *Geochemical Journal*, 2000, vol. 34, pp.155–173.

24. Herron M. M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log date. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1998, no. 58, pp. 820–829.

25. Kusunoki T., Musashino M. Comparison of the Middle Jurassic to Earliest Cretaceous sandstones from the Japanese Islands and South Sikhote-Alin. *Earth Science*, 2001, vol. 55, no. 5, pp. 293–306.

26. Lee Y. I. Provenance derived from the geochemistry of late Paleozoic-early Mesozoic mudrocks of the Pyeongann Supergroup, Korea. *Sedimentary Geology*, 2002, vol. 149, pp. 219–235.

27. Maynard J. B., Valloni R., Yu H.-Sh. Composition of modern deep-sea sands from arc-related basins. *Geological Society*. London, Special Publications, 1982, vol. 10, pp. 551–561.

28. Nesbitt H. W., Young G. M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature*, 1982, vol. 299, pp. 715–717.

29. Murray R. W., Buchholtz ten Brink M. R., Gerlach D. C., Price Russ G., Jones D. L. Rare earth, major and trace elements in chert from the Franciscan Complex and Monerey Group, California Assessing REE sources to fine-graied marine sediment. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1991, vol. 55, pp. 1875–1895.

30. Roser B. P., Korsch R. J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO<sub>2</sub> content and  $K_2O/Na_2O$  ratio. *The Journal of Geology*, 1986, vol. 94, no. 5, pp. 635–650.

31. Winchester J. A., Floyd P. A. Geochemical discrimination of magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*,1977, vol. 20, pp. 325–343.

Никулова Наталия Юрьевна – доктор геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, Институт геологии им. академика Н. П. Юшкина Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения РАН» (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН). Ул. Первомайская, 54, Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 167982. <Nikulova@geo.komisc.ru>

Nikulova Nataliya Yurevna – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, Institute of Geology of Komi Science Center of the Ural Branch of the RAS (IG FRC Komi SC UB RAS). 54 UI. Pervomayskaya, Syktyvkar, Komi Republic, Russia, 167982. <Nikulova@geo.komisc.ru>

УДК 550.8:528:551.7.02:553.98(470) DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_76-87

С. В. Видик, А. И. Ларичев, В. Г. Кахая, Е. В. Оленникова, И. В. Осадчий (ВСЕГЕИ)

# СОЗДАНИЕ СХЕМ КОРРЕЛЯЦИИ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В РАМКАХ РАБОТ ПО ГОСУДАРСТВЕННОМУ ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ

На основе анализа материалов Государственного геологического картографирования для нефтегазоносных провинций территории Российской Федерации уточнены возраст, стратиграфическое расчленение, границы и литологический состав нефтегазоносных комплексов, ревизованы их названия. Все уточнения отражены в схемах корреляции НГК нефтегазоносных провинций России, входящих в минерагенические блоки легенд серий листов Госгеолкарты-1000/3.

Ключевые слова: нефтегазоносность, НГП, НГК, стратиграфия, схема корреляции.

# S. V. Vidik, A. I. Larichev, V. G. Kakhaya, E. V. Olennikova, I. V. Osadchiy (VSEGEI)

# COMPILING CORRELATION PATTERNS OF OIL AND GAS COMPLEXES IN OIL AND GAS PROVINCES OF THE RUSSIAN FEDERATION AS PART OF STATE GEOLOGICAL MAPPING

Age, stratigraphic division, boundaries and lithological composition of oil and gas complexes have been clarified, and their names have been revised based on the analysis of materials of state geological mapping for oil and gas provinces of the Russian Federation. All the clarifications are shown in correlation patterns of oil and gas complexes in oil and gas provinces of Russia, included in the metallogenic blocks of legends to series of sheets for the State Geological Map 1000/3.

*Keywords:* oil and gas potential, oil and gas province, oil and gas complex, stratigraphy, correlation pattern.

Для цитирования: Видик С. В. Создание схем корреляции нефтегазоносных комплексов нефтегазоносных провинций Российской Федерации в рамках работ по Государственному геологическому картографированию / С. В. Видик, А. И. Ларичев, В. Г. Кахая, Е. В. Оленникова, И. В. Осадчий // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 76–87. DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_76-87

Введение. ФГБУ ВСЕГЕИ завершает работы по созданию Государственных геологических карт масштаба 1:1 000 000 третьего поколения (ГК-1000/3). К настоящему времени площади провинций, наиболее богатых ресурсами углеводородов, почти полностью закрыты миллионными листами третьего поколения, во многих из них содержатся самостоятельные карты прогноза на нефть и газ.

В объеме полезных ископаемых, которые добываются на территории Российской Федерации, большую часть занимают нефть и газ. Однако на настоящий момент существует проблема стратиграфического расчленения продуктивного разреза нефтегазоносных территорий и номенклатуры нефтегазоносных комплексов (НГК). Многие данные по ним устарели, в том числе в связи с текущими изменениями в Общей стратиграфической и региональных шкалах. В рамках обновления минерагенических блоков легенд серий листов Госгеолкарты-1000/3 была проведена работа по уточнению количества, стратиграфических объемов, границ распространения, а также названий нефтегазоносных комплексов (рис. 1). Впервые для всех НГП Российской Федерации обобщены и интегрированы материалы по нефтегазоносности по листам Госгеолкарты [6], количественной оценке УВ, выполненной ВНИГНИ (2019 г.), Государственному балансу запасов РФ (БЗ), литературным [2; 3; 5; 7] и другим источникам.

Итогом работ стало создание для всех НГП комплектов схем корреляции по основным НГК, отображающих детальное расчленение и литологический состав комплексов, а также продуктивность отдельных стратиграфических подразделений. Ввиду большого объема в статью не включены, а в качестве примера показана схема корреляции нижне-среднеюрского НГК Причерноморско-Северо-Кавказской НГП (рис. 2, 3).

Нефтегазоносные комплексы основных нефтегазоносных провинций Российской Федерации. Согласно существующим определениям, нефтегазоносный комплекс – это часть геологического разреза, содержащая нефть и газ в промышленных объемах, характеризующаяся наличием коллекторов и флюидоупоров, отличающаяся от выше- и нижележащих пород сходным литологическим составом, генетическими и морфологическими типами ловушек УВ, условиями залегания и закономерностями размещения залежей нефти и газа, а также едиными гидродинамическими условиями.

Однако реальные геологические объекты намного сложнее и очень часто не отвечают идеализированным определениям. Так, например, в Волго-Уральской НГП в разрезе могут чередоваться карбонатные и терригенные коллекторы с разным типом ловушек и особенностями нефтегазоносности, которые невозможно разделить на разные НГК. Проявления соляной тектоники в Прикаспийской НГП значительно осложняют строение разреза, что также делает невозможным выделить НГК в классическом понимании. Кроме того, т. к. в состав НГК необходимо включать толщи пород-флюидоупоров, некоторые свиты (преимущественно глинистого состава) могут включаться в два НГК – как покрышка нижележащего и как самостоятельный – комплексы: таким образом. они могут иметь частично пересекающиеся объемы. Разведанность территории и развитие нефтедобычи в целом приводят к увеличению количества НГК. В результате комплексного изучения и анализа геологических и картографических материалов в разрезе каждой НГП выделены нефтегазоносные комплексы, для каждого из которых уточнены стратиграфический объем и название.

Западно-Сибирская НГП по масштабу нефтегазоносности находится на 1-м месте в Российской Федерации. Здесь сосредоточено почти 2/3 извлекаемых запасов нефти и свыше 2/3 свободного газа России. В разрезе провинции выделено 10 нефтегазоносных комплексов.

Доюрский НГК (РZ–Т) продуктивен на многих месторождениях. Все известные месторождения приурочены к зоне контакта фундамента и образований чехла. Коллекторы представлены, как правило, образованиями кор выветривания, мощность которых, по данным бурения, может достигать 100 м, или трещиноватыми и дезинтегрированными породами фундамента. Встречаются также залежи в дезинтегрированных породах промежуточного триасового этажа: Восточно-Рогожниковское, Рогожниковское, Назымское и другие месторождения, все они расположены в западной части провинции. На юго-востоке провинции залежи выявлены в девонско-каменноугольных карбонатных и терригенно-карбонатных отложениях (месторождения Верх-Тарское, Среднеглуховское и др.).

Нижнеюрский НГК (J<sub>1</sub>–J<sub>2</sub>а) включает отложения зимнего, левинского, шараповского, китербютского, надояхского и лайдинского стратиграфических горизонтов и содержит несколько пластов-коллекторов и зональных флюидоупоров. Региональной покрышкой считаются глинистые отложения в кровле шеркалинской и котухтинской свит (радомская и перевальная пачки глин соответственно) и их стратиграфические аналоги. Китербютские (тогурские) отложения также считаются одной из главных нефтегазоматеринских толщ в Западной Сибири.

Пласты коллекторов имеют общую индексацию от Ю<sub>10-11</sub> до Ю<sub>20-23</sub>, в номенклатуре учитывается региональный и тектонический фактор: ЮЯ – Ямал, ЮВ – Вартовский свод, ЮС – Сургутский свод и т. д. Продуктивны отложения шараповской, надояхской, береговой, шеркалинской и ее аналогов, салатской свит; единичные залежи выявлены в урманской и пешковской свитах.

В целом комплекс представлен набором фаций от мелководно- и прибрежно-морских до субугленосных озерно-аллювиальных и аллювиальных, сложенных песчаниками, алевролитами, аргиллитами, глинами (в том числе тонкоотмученными и битуминозными) и углями, также присутствуют пласты гравелитов и конгломератов.

Среднеюрский НГК (J<sub>2</sub>а) по стратиграфическому объему соответствует тюменской свите и ее аналогам (вымский, леонтьевский и малышевский стратиграфические горизонты) и представляющей флюидоупор нижней части васюганской свиты. Продуктивные пласты имеют классификацию Ю<sub>2</sub>–Ю<sub>9</sub>, в восточных районах – Ю<sub>2</sub>–Ю<sub>14</sub>. Наибольшая нефтеносность связана с пластом Ю<sub>2</sub>, приуроченном к кровельным частям тюменской (Уренгойское, Рогожниковское и другие месторождения) и малышевской свит (Салмановское, Ямбургское и др.). Краевые части платформы (тольинская, итатская свиты) не продуктивны. Региональный флюидоупор – отложения васюганского горизонта.

В составе комплекса песчаники, алевролиты, аргиллиты, угли, часто образующие переслаивающиеся пачки. В нижних частях возможны гравелиты или конгломераты.

Верхнеюрский (васюганский) НГК (J<sub>2</sub>bt–J<sub>3</sub>) сложен отложениями васюганского горизонта (коллектор) и нижней части георгиевского (флюидоупор). В качестве покрышки также принято рассматривать баженовскую свиту.

Основная часть залежей сосредоточена в центральной части плиты, в области распространения собственно васюганской свиты (Верхнеколик-Еганское, Ван-Еганское и другие месторождения). Продуктивными также являются наунакская, абалакская, сиговская свиты и вогулкинская толща. Коллекторы – пропластки песчаников, реже алевролитов, залегающие в толще глинистых пород. Характерен глауконит. Также присутствуют углистые породы, иногда гравелиты; сидерит

НоЕ	Эра	Система, под- система	Отдел, подотдел	Ярус (век)	Западно- Сибирская НГП	Волго- Уральская НГП	Тимано- Печорская НГП	Лено- Тунгусская НГП	Лено- Вилюйская НГП	Прикаспий- ская НГП	Причерноморско- Северо-Кавказская НГП	Охотская НГП
		Четвер- тичная Q	Голоцен Плейсто- цен	Неоплейстоцен Эоплейстоцен Гепазский								
	X	aa r	Плиоцен	Пьяченцский Занклский Мессицский							N	
	кая	огенов	Миоцен	Тортонский Серравальский Пангийский							N <sub>1-2</sub>	N
:	30 Й C	Не	0	Бурдигальский Аквитанский Хаттский							$P_3h-N_1$	
:	ЙНО	ЮВАЯ	Олигоцен	Рюпельский Приабонский Бартонский							$\mathbb{P}_3$	
;	X	алеогеі ₽	Эоцен	Лютетский Ипрский Танетский						₽	₽ <sub>1-2</sub>	₽
		11	Палеоцен	Зеландский Датский Маастрихский						V laure and		
			Верхний	Кампанский Сантонский Коньякский	K <sub>2</sub> t-km					<b>K</b> <sub>2</sub> <b>K</b> 111-111	К,	
		повая К	-	Туронский Сеноманский	K <sub>2</sub> s							
		Me.		Альоскии Аптский Барремский	Kha					K <sub>1</sub> a-al	K	
	MZ		Нижний	Готеривский Валанжинский Берриасский	$K_1 b - a$						$\mathbf{x}_{1}$	
	Кая		Верхний	Титонский Кимериджский	$J_3$ tt- $K_1$ b						$J_2$ k- $J_3$	
3	ОЙС	Ская	Средний	Оксфордский Келловейский Батский	<b>J</b> <sub>2</sub> <b>DL</b> - <b>J</b> <sub>3</sub>				т	т		
	e 3 0 3	Юþ	средний	Байосский Ааленский Тоарский	<b>J</b> <sub>2</sub>				J	J	J <sub>1-2</sub>	
	Σ		Нижний	Плинсбахский Синемюрский Геттангский	$J_1 - J_2 a$							
ИО		рвая	Верхний	Рэтский Норийский Карнийский			_				T $T_{2-3}$	
03		риасс Т	Средний	Ладинский Анизийский			Т			Tu		
ΗE		É.	Нижний	Оленекский Индский Ватемай					T <sub>1</sub>	- 1-2	<u> </u>	
ΦV		ва	Татарский Биармий-	Северодвинский Уржумский		$P_1u-P_3$	$P_1u-P_3$					
		ермск	скии	Казанский Уфимский Кунгурский			P.ar-k					
		Ш	гтриураль- ский	Артинский Сакмарский Ассельский		P <sub>1</sub> a-k	-		CP	P <sub>1</sub> a-k		
		ная	Верхний	Гжельский Касимовский		$C_2$ m- $C_3$ g	C.vP.ar		C-1			
		IIOI	Средний	Московский		C <sub>2</sub> m	01.12 1 101					
		СС		Серпуховский		$C_1v_2-C_2b$				$C_1 v - C_2 b$		
		Kam	Нижний	Визейский Турнейский		$C_1 V_1$	$C_1 V_1$					
		ва	Верхний	Фаменский Франский		$D_3-C_1t$	$D_3 t - C_1 t$					
	ΓZ	D	Средний	Живетский Эйфельский		D.p-D.f	$D_2 ef - D_3 f$					
	ая	Дев	Нижний	Эмсский Пражский		11 3						
	ы К К	0 3	Пржидол	Лохковский	PZ-1							
	3 0 F	Bep: Has	Лудлов	Лудфордский Горстийский								
	i e o	риис яя	Венлок	Гомерский Шейнвудский			0.0					
	<u>I</u> a J	Кин	Лландо-	Теличский Аэронский			$O_2 - D_1$					
		ר <u></u> ≖	вери	Рудданский Хирнантский								
		ская	Верхний	Катийский Сандбийский								
		О	Средний	Дарривильский								
		одд	Нижний	Дапинский Флоский								
	┢	<u> </u>	Donyuuŭ	Іремадокскии Батырбайский								
		жая	ъсрхний	Сакский Аюсокканский								
		ібрийс Є	Средний	Майский Амгинский								
		Ken	Нижний	Ботомский Атдабанский				$\mathbb{C}_{_{1\text{-}2}}$				
H	- This	> Верхний		томмотский		V		$V_2$ - $C_1$				
M	m´ P i	Нижний ифей-						V <sub>1-2</sub>				
	Сŀ	а́я RF						Kr				

и другие карбонаты в виде стяжений, конкреций. Нефтегазоносный пласт представлен одним регионально распространенным продуктивным горизонтом – Ю<sub>1</sub>.

Баженовский НГК (J<sub>3</sub>tt–K<sub>1</sub>b) соответствует по объему одноименному стратиграфическому горизонту. Представляет собой флюидоупор с хорошими изолирующими качествами. Вмещающими нефть отложениями являются либо листоватые разности высокобитуминозных аргиллитов, характеризующиеся аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД), либо прослои песчаных пород (пласт Ю<sub>0</sub>) в толще аргиллитов. Кроме аргиллитов, в составе НГК широко распространены силициты и породы смешанного кремнисто-глинисто-карбонатного состава. Породы характеризуются повышенными содержаниями органического вещества.

Нефтеносны отложения баженовской (Салымское, Правдинское и другие месторождения) и тутлеймской (Красноленинское, Рогожниковское) свит.

Ачимовский НГК (К<sub>1</sub>b-v) не имеет четких стратиграфических границ. Он представляет собой невыдержанные линзовидные пласты песчано-алевритовых пород (клиноформы) в составе сортымской, мегионской, ахской, куломзинской и фроловской свит. Выдержанные глинистые пачки являются локальными и зональными экранами, имеющими собственные названия – сабунский, тагринский, самотлорский, урьевский и т. д.

Ачимовский НГК имеет «скользящие» возрастные границы и в целом является синхронным нижней части «неокомского» НГК. Однако, в отличие от последнего, представленного шельфовыми образованиям, ачимовский комплекс сложен склоновыми отложениями (конусы выноса, сформированные мутьевыми и турбидитными потоками). Комплекс характеризуется весьма сложным строением, что обусловливает распространение ловушек в основном неантиклинального типа с незначительными запасами УВ. В Ачимовском НГК известны залежи на Уренгойском, Тазовском, Ямбургском и других месторождениях. Неокомский НГК (К<sub>1</sub>b-а) является основным нефтегазоносным комплексом Западной Сибири. Стратиграфический объем – нижний мел, от куломзинского (берриасс) до низов алымского горизонта (нижняя часть апта). Алымский горизонт представляет собой региональный флюидоупор (алымская, кошайская свиты). Также в разрезе имеется несколько глинистых пачек, являющихся локальными и зональными флюидоупорами.

В целом в составе комплекса присутствуют глины, песчаники, алевролиты, возможны прослои конгломератов, углей. Продуктивные пласты имеют сложную индексацию в зависимости от возраста, вмещающего стратиграфические подразделения и области распространения. Продуктивен на Новопортовском, Бованенковском, Уренгойском и других месторождениях.

Апт-альбский (К<sub>1</sub>а-аl) и сеноманский (К<sub>2</sub>s) НГК имеют некоторые схожие черты строения и нефтегазоносности и иногда объединяются в один. Однако наличие регионально выдержанных флюидоупоров на уровне ханты-мансийской свиты, а также глин внутри покурской свиты (средняя подсвита) позволяет выделять два самостоятельных комплекса со скользящей стратиграфической границей. Возраст апт-альбского НГК – викуловский и ханты-мансийский стратиграфические горизонты. Возраст сеноманского НГК – ханты-мансийский, уватский и кузнецовский горизонты, региональной покрышкой выступают отложения кузнецовской свиты и ее аналогов.

С апт-альбским НГК связаны крупные и гигантские месторождения, имеющие залежи в нижней части покурской свиты – Самотлорское, Харампурское и др. Также продуктивны танопчинская, яронгская, яковлевская, викуловская свиты. В строении разреза апт-альбского НГК принимают участие глины, часто тонкоотмученные, пески, песчаники, алевролиты, характерен растительный детрит, единичные пласты углей.

Залежи в сеноманском НГК связаны с верхней частью покурской свиты, с марресалинской,



Западно-Сибирская НГП: К₂t-km – надсеноманский, К₁s – сеноманский, К₁a-al – апт-альбский, К₁b-a – неокомский, К₁b-v – ачимовский, J₃tt-K₁b – баженовский, J₂bt-J₃ – верхнеюрский (васюганский), J₂ – среднеюрский, J₁–J₂a – нижнеюрский, РZ–T – доюрский;

Волго-Уральская НГП: P<sub>1</sub>u-P<sub>3</sub> – уфимско-верхнепермский, P<sub>1</sub>a-k – нижнепермский, C<sub>2</sub>m–C<sub>3</sub>g – каширско-верхнекаменноугольный, C<sub>2</sub>m – верейский, C<sub>1</sub>v<sub>2</sub>–C<sub>2</sub>b – верхневизейско-башкирский карбонатный, C<sub>1</sub>v<sub>1</sub> – визейский терригенный, D<sub>3</sub>–C<sub>1</sub>t – верхнедевонско-турнейский карбонатный, D<sub>1</sub>p–D<sub>3</sub>f – девонский терригенный, V – вендский;

Тимано-Печорская НГП: Т – триасовый, P<sub>1</sub>u–P<sub>3</sub> – уфимско-верхнепермский, P<sub>1</sub>ar-k – артинско-кунгурский, C<sub>1</sub>v<sub>2</sub>–P<sub>1</sub>ar – верхневизейско-нижнепермский, C<sub>1</sub>v<sub>1</sub> – визейский терригенный, D<sub>3</sub>f–C<sub>1</sub>t – доманиково-турнейский карбонатный, D<sub>2</sub>ef–D<sub>3</sub>f – средне-верхнедевонский терригенный, O<sub>2</sub>–D<sub>1</sub> – ордовикско-нижнедевонский карбонатный;

Лено-Тунгусская НГП: C<sub>1-2</sub> – кембрийский карбонатный; V<sub>2</sub>-C<sub>1</sub> – верхневендско-нижнекембрийский карбонатный (немакит-далдынский); V<sub>1-2</sub> – нижневендский терригенный, RF – рифейский;

Лено-Вилюйская НГП: J – юрский; T<sub>1</sub> – триасовый; C–P – каменноугольно-пермский;

Прикаспийская НГП: Р – палеогеновый (надсолевый), К<sub>2</sub>km-m – кампан-маастрихский (надсолевый), К<sub>1</sub>а–аl – апт-альбский (надсолевый), J – юрский (надсолевый), Т<sub>1-2</sub> – нижне-среднетриасовый (надсолевый), Р<sub>1</sub>а-к – нижнепермский карбонатный (надсолевый); С<sub>1</sub>v–С<sub>2</sub>b – визейско-башкирский (подсолевый);

Причерноморско-Северо-Кавказская НГП: N<sub>1-2</sub> – миоцен-плиоценовый, P<sub>3</sub>h–N<sub>1</sub> – верхнеолигоцен-нижнемиоценовый (майкопский), P<sub>3</sub> – верхнепалеогеновый (хадумский), P<sub>1-2</sub> – нижне-среднепалеогеновый, K<sub>2</sub> – верхнемеловой карбонатно-терригенный, K<sub>1</sub> – нижнемеловой, J<sub>2</sub>k–J<sub>3</sub> – келловей-верхнеюрский сульфатно-карбонатный, J<sub>1-2</sub> – нижне-среднеюрский, T<sub>2-3</sub> – средне-верхнетриасовый терригенно-карбонатный, T<sub>1</sub>o – нижнетриасовый (нефтекумский), T – триасовый;

Охотская НГП: N - неогеновый, P - палеогеновый







Рис. 3. Схема районирования нижне-среднеюрского НГК Причерноморско-Северо-Кавказской НГП Районы: 1 – Крымский, 2 – Керченский; 3 – Азово-Кубанский; 4 – Северо-Нагутский; 5 – Вала Карпинского и Калмыцких прогибов; 6 – Сарпинско-Астраханский

долганской, уватской свитами. В целом комплекс сложен алевритами, алевролитами, песками, песчаниками, глинами, маломощными линзами углей; иногда присутствуют прослои гравелитов, включения бокситов, глауконита, сидерита.

Надсеноманский НГК (K<sub>2</sub>t-km) выделен в объеме верхнего отдела меловой системы от туронского до маастрихтского яруса. Отложения представлены, как правило, неуплотненными разностями пород, региональные флюидоупоры отсутствуют. Залежи вскрыты в верхах кузнецовской и дорожковской свит, а также в часельской и ипатовской свитах. В целом в составе комплекса глины, в том числе алевритистые, аргиллитоподобные, опоковидые, каолинитовые, прослоями битуминозные, пески, песчаники, алевриты, алевролиты, глауконитовые пески, опоки, диатомиты, фосфориты, бокситы, иногда глинистые известняки, прослои углей.

Волго-Уральская НГП. Основные ресурсы углеводородов провинции сосредоточены в отложениях среднего и верхнего палеозоя. Нефтегазоматеринскими считаются битуминозные глинистые известняки и сланцы верхнего девона (доманикиты) и нижнего карбона. Коллекторы характеризуются многообразием литологических типов – от песчано-алевритовых пород до карбонатных, представленных известняками и доломитами органогенными, органогенно-детритовыми, перекристаллизованными и т. д. Как следствие, типы ловушек также разнообразны – структурные сводовые, литологические, массивные и др.

Для Волго-Уральской нефтегазоносной провинции наблюдается некоторое несоответствие стратиграфических границ и объемов комплексов, выделяемых разными исследователями, а также на соседних листах ГК-1000/3. Эта проблема усугубляется тем, что многие глубокопогруженные стратиграфические подразделения, в том числе входящие в состав разных НГК, при картировании масштаба 1 : 1 000 000 описываются и отображаются на корреляционных схемах как единые неразделенные толщи. Несмотря на имеющиеся сложности и несоответствия, проведенный комплекс работ позволил выделить в разрезе провинции девять НГК.

Вендский НГК (V) имеет ограниченное и фрагментарное распространение на территории провинции и является недостаточно изученным.

Девонский терригенный НГК (D<sub>1</sub>p–D<sub>3</sub>f) является одним из основных по наличию залежей и запасам УВ. Охватывает стратиграфический интервал от пражского яруса девона (кемерский стратиграфический горизонт ВЕП) до низов франского яруса (саргаевский горизонт). Саргаевский горизонт – региональный флюидоупор.

В целом представлен переслаиванием песчано-алеврито-глинистых и доломито-известковых пород. Залежи приурочены как к песчаным пластам (такатинский, воробьевский, ардатовский, муллинский, пашийский, кыновский/тиманский стратиграфические горизонты), так и к известняковым отложениям вышеперечисленных горизонтов и преимущественно карбонатных койвенского, бийского горизонтов и афонинского надгоризонта. Весь разрез нефтеносный, месторождения часто являются многозалежными. Продуктивен на Ромашкинском, Серафимовском, Арланском и многих других месторождениях.

Верхнедевонско-турнейский карбонатный НГК (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>t) принят от кровли кыновского горизонта до кровли турнейского яруса. Региональная покрышка – глины и аргиллиты нижней терригенной толщи визе, зональная – глинисто-карбонатные породы верхней части турне.

Комплекс сложен в разной степени пористыми, трещиноватыми, кавернозными карбонатными породами с прослоями аргиллитов, алевролитов, ангидритов и мергелей. Пласты-коллекторы установлены по всему разрезу: в саргаевских, доманиковых, мендымских, верхнефранских, фаменских и турнейских отложениях. Также характерны «нетрадиционные» коллекторы в породах доманикового типа, представленные трещиноватыми битуминозными аргиллитами. Залежи в верхнедевонско-турнейском карбонатном НГК имеются на Ромашкинском, Ардатовском, Ново-Елховском и других месторождениях.

Визейский терригенный НГК (C<sub>1</sub>v<sub>1</sub>) выделяется в объеме косьвинского, радаевского, бобриковского и тульского горизонтов нижнего карбона. Сложен терригенными породами – алевролитами, аргиллитами и песчаниками с прослоями известняков и доломитов. Региональный флюидоупор – глины и глинистые известняки тульского горизонта.

Подавляющее большинство залежей приурочено к бобриковскому горизонту (Арланское, Бавлинское, Ромашкинское и другие месторождения). В косьвинском горизонте песчаные пласты-коллекторы развиты в виде отдельных линз. Терригенные коллекторы радаевского горизонта развиты преимущественно в прогибах.

Верхневизейско-башкирский карбонатный НГК (C<sub>1</sub>v<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>b) объединяет отложения окского надгоризонта верхневизейского подъяруса (включая карбонатную часть тульского горизонта), серпуховского и башкирского ярусов каменноугольной системы. Флюидоупор – карбонатно-терригенные башкирско-верейские отложения. Свитный состав комплекса разнообразен, залежи УВ известны по всему разрезу. Сложен в основном толстослоистыми и массивными органогенно-детритовыми известняками и доломитами, нередко глинистыми, с прослоями мергелей. В алексинском горизонте встречаются аргиллиты и алевролиты. С комплексом связаны залежи на крупных и уникальных Оренбургском, Бахметьевском и других месторождениях.

Верейский НГК (C<sub>2</sub>m) относится к достаточно узкому стратиграфическому диапазону. По литологическому составу представлен органогеннообломочными известняками и аргиллитами с редкими прослоями песчаников и мергелей. Покрышкой залежей выступают прослои глин и известняков. Частое чередование песчано-алевролитовых пластов с глинистыми прослоями обусловило существование большого числа залежей на месторождениях. Продуктивен на таких крупных и гигантских месторождениях как Арланское, Ромашкинское, Югомашевское, Бураевское и др.

Каширско-верхнекаменноугольный НГК (C<sub>2</sub>m–C<sub>3</sub>g) выделяется в объеме от каширского горизонта верхней части московского яруса среднего карбона до гжельского яруса верхнего карбона. Разрез представлен известняками и доломитами с прослоями мергелей и аргиллитов. Флюидоупоры локальные и зональные. Комплекс включает несколько нефтегазоносных пластов в каширском и подольском горизонтах. В мячковском горизонте разведаны единичные небольшие залежи нефти. Комплекс продуктивен на Оренбургском, Арланском и Югомашевском месторождениях-гигантах, однако в целом нефтегазоносность его ниже других НГК.

Нижнепермский НГК (Р<sub>1</sub>а-к) выделяется в объеме от ассельского до кунгурского яруса включительно. Породы ассельского ярусов считаются нефтегазоматеринскими с хорошими генерационными свойствами. Коллекторами являются в основном карбонатные отложения, реже – прослои песчаников и алевролитов. Промышленная нефтеносность установлена только в юго-восточной части провинции и в Предуральском прогибе. Это связано с широким развитием здесь галогенной толщи пород кунгурского яруса, являющейся надежным экраном. В этом комплексе продуктивны Оренбургское, Ишимбайское месторождения и др.

Уфимско-верхнепермский НГК (P<sub>1</sub>u–P<sub>3</sub>) как объект разработки выделен сравнительно недавно и изучен недостаточно. Однако на настоящий момент залежи в нем известны на многих месторождениях, в том числе уникальных (Ромашкинское, Ново-Елховское).

*Тимано-Печорская НГП* имеет некоторую схожесть с Волго-Уральской НГП. В разрезе провинции выделены восемь НГК.

Ордовикско-нижнедевонский карбонатный НГК (О<sub>2</sub>-D<sub>1</sub>) представлен карбонатными отложениями. Коллекторы чаще всего – вторичные доломиты, образовавшиеся по детритово-водорослевым известнякам (баганская, макарихинская, сандивейшорская, веякская свиты). Флюидоупорами являются карбонатно-глинистые отложения тиманского и саргаевского горизонтов и несколько зональных и локальных внутрикомплексных покрышек (сульфатно-карбонатные, соленосные и глинисто-карбонатные пачки). С НГК связана нефтегазоносность Возейского, Баганского месторождений и др.

Средне-верхнедевонский терригенный НГК (D<sub>2</sub>ef–D<sub>3</sub>f) сложен в основном терригенными породами, но на востоке значительно содержание карбонатных пород. Продуктивны песчано-алевролитовые пласты бийского, колвинского и старооскольского горизонтов среднего девона и яранского и джьерского горизонтов нижнего франа. В тиманском и саргаевском горизонтах известны единичные мелкие залежи. Наилучшими коллекторскими свойствами обладают песчаные толщи, формировавшиеся в прибрежно-морских зонах, дельтах и авандельтах крупных рек.

Доманиково-турнейский карбонатный НГК (D<sub>3</sub>f-C<sub>1</sub>t) характеризуется сложным строением, фациальной изменчивостью. Основной его особенностью является развитие рифогенных образований. Нефтегазоносными являются как сами рифы, так и перекрывающие их пласты облекания, сложенные мелководно-шельфовыми карбонатными отложениями. Промышленные залежи выявлены на Западно-Аресском и других месторождениях.

Визейский НГК (С<sub>1</sub>v<sub>1</sub>) представлен терригенными отложениями нижнего визе. Коллекторами являются песчаные пласты радаевского и бобриковского горизонтов. Покрышки локальные или зональные (тульская, малиновская). Залежи известны на месторождениях Козлаюское, Печорогородское и др.

Верхневизейско-нижнепермский НГК (C<sub>1</sub>v<sub>2</sub>–P<sub>1</sub>ar) является наиболее продуктивным. Коллекторами являются кавернозные, трещиноватые разности карбонатных пород. С НГК связана промышленная нефтегазоносность Салюкинского, Баганского и других месторождений.

Артинско-кунгурский и уфимско-верхнепермский НГК представлены терригенно-карбонатно-галогенными отложениями в нижней части и терригенными – в верхней. Наибольшее число залежей связано с коллекторами верхнеуфимского и нижнеказанского подъярусов. Региональной покрышкой для уфимско-верхнепермского комплекса является нижнетриасовая, выделяемая в объеме глинистой чаркабожской свиты.

*Триасовый НГК* (Т). Залежи триасового терригенного НГК, как и верхнепермские, связаны с русловыми песчаными отложениями. Покрышками являются внутрикомплексные прослои алевро-глинистых пород, перекрывающие пласты коллектора. НГК продуктивен на Лаявожском, Шапкинском и других месторождениях.

**Лено-Тунгусская НГП** в тектоническом отношении приурочена к территории Сибирской платформы, в настоящее время в ее разрезе известны четыре НГК.

Рифейский НГК (RF). Рифейский этап отвечает начальной стадии формирования чехла, при котором осадконакопление происходило преимущественно в древних краевых прогибах, которые, по некоторым данным, имели рифтовую природу. Продуктивность НГК доказана наличием залежей углеводородов в разрезах уникальных Куюмбинского и Юрубчено-Тохомского месторождений.

В составе комплекса присутствуют как коллекторы (юрубченская и куюмбинская толщи), так и отложения, обогащенные органическим веществом, которые могут служить нефтегазоматеринскими толщами. К последним относятся мадринская, ирэмэкэнская, стрельногорская, деревнинская, нижнетунгусская и другие свиты [5]. Нижневендский терригенный НГК (V<sub>1-2</sub>). Стратиграфический объем нижневендского НГК – вилючанский, непский и тирский стратиграфические горизонты. Литологический состав комплекса в целом – гравелиты (в основании), песчаники, алевролиты, аргиллиты, доломиты, мергели; в породах отмечаются включения сульфатов.

НГК объединяет продуктивные пласты группы, в том числе имеющие собственные названия. В вилючанском горизонте продуктивны хоронохская, бетинчинская, хужирская свиты [1]. В непском нефтеносной является одноименная свита и ее стратиграфические аналоги – ванаварская, алешинская свиты, нижнечорская подсвита, продуктивные пласты: базальный, безымянный, марковский, боханский, шамановский, ярактинский, хамакинский, ванаварский и др. В тирском горизонте, стратиграфически относящемся уже к верхнему венду, но входящем в нижневендский НГК, продуктивны тирская, оскобинская, бюкская, чистяковская свиты и верхняя подсвита чорской свиты. Здесь наиболее известны продуктивные верхнетирский и парфеновский нефтеносные горизонты (НГ), нижняя (ботуобинская) подсвита бюкской свиты. Продуктивные горизонты практически всегда связаны с выдержанными прослоями песчаников, являющихся хорошими коллекторами, что и определило название комплекса. Залежи в нижневендском НГК имеются на уникальном Юрубчено-Тохомском и многих других месторождениях.

Верхневендско-нижнекембрийский карбонатный (немакит-далдынский) НГК (V<sub>2</sub>—C<sub>1</sub>) по стратиграфическому объему соответствует даниловскому горизонту, объединяя отложения катангской, собинской и тэтэрской свит и их аналогов – успунской, кудулахской, юряхской; даниловской и др. Кровлей комплекса авторами принимается кровля тэтэрской свиты. В целом разрез представлен доломитами, часто органогенными, битуминозными, в различной степени глинистыми (до мергелей), известковистыми, ангидритистыми, с прослоями аргиллитов, солей.

В комплекс включены продуктивные пласты группы Б (исключая осинский, относимый к вышележащему НГК), в том числе преображенский (иногда называемый пачкой), собинский, усть-кутский НГ, мошаковский, седановский пласты, ильбокичская пачка. Продуктивные горизонты образованы доломитами водорослевыми, обломочными, хемогенными, иногда со сферолитовой и строматолитовой структурами. Для усть-кутского также характерны перекристаллизованные доломиты, засолоненные и ангидритизированные кавернозные доломиты. Залежи установлены на Имбинском, Даниловском, Оморинском месторождениях и др.

Кембрийский карбонатный НГК (€<sub>1-2</sub>) имеет сложный глинисто-галогенно-карбонатный состав с исключительно разнообразным сочетанием составов пород. Нефтегазоносность комплекса подтверждена наличием ряда месторождений, наиболее крупным является Талаканское. Продуктивными горизонтами являются осинский Б<sub>2</sub> (нижняя часть усольской свиты) и пласты группы А: балыхтинский (кровля усольской свиты), христофоровский, атовский (бельская свита), биркинский (булайская свита), бильчирский (ангарская свита). Наибольшее значение имеет осинский пласт (горизонт) – органогенные известняки и доломиты водорослевой, микрофитолитовой и сгустковой природы, реже доломитизированные известняки и засолоненные доломиты кавернозно-трещиноватые.

**Лено-Вилюйская НГП** занимает северо-восточную часть Сибирской платформы, в тектоническом отношении приурочена к Вилюйской гемисинеклизе и Предверхоянскому прогибу. В провинции выделены три НГК.

Каменноугольно-пермский НГК (С–Р). По составу преобладают терригенные, карбонатно-терригенные и терригенно-угленосные породы. Все известные залежи связаны с тарагайской свитой верхней перми – тарагайский резервуар (песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов). Продуктивен на Средневилюйском и других месторождениях.

Триасовый НГК (T<sub>1</sub>) неоднороден по мощности и составу. Продуктивными являются раннетриасовая пестроцветная терригенно-вулканогенная формация – пестроцветные аргиллиты с прослоями песчаников, в нижней части – туфопесчаники и туфы; средне- и верхнетриасовая терригенная формация – песчаники с прослоями алевролитов, аргиллитов, конгломератов, с конкрециями сидерита и пирита. Комплекс продуктивен почти на всех месторождениях провинции. Залежи приурочены к отложениям таганджинской свиты.

*Юрский НГК* (J). Нижнеюрские образования представлены терригенными (песчано-глинистыми) прибрежно-морскими, мелководно-морскими, иногда континентальными осадками, средне-позднеюрские – мелководно-морскими терригенными и континентальными, нередко угленосными. Продуктивны отложения кызылсырской свиты – неравномерное переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Прикаспийская НГП охватывает территорию акваторию Прикаспийской синеклизы, около и 80% ее площади находится вне пределов России. Осадочный чехол Прикаспийской впадины делится нижнепермской кунгурской формацией на два крупных мегакомплекса: палеозойский или палеозойско-верхнепротерозойский подсолевой, характеризующийся широким развитием карбонатных, в том числе рифогенных формаций, и верхнепермско-мезозойско-кайнозойский надсолевой, преимущественно терригенный. Четкое разделение продуктивного разреза на нефтегазоносные комплексы затруднено из-за большой мощности осадочного чехла, проявлений соляной тектоники, хаотического расположения залежей как по разрезу, так и по площади, и отсутствия региональных покрышек. В целом продуктивным является разрез от верхнего девона до палеогена.

Визейско-башкирский (подсолевый) НГК (C<sub>1</sub>v–C<sub>2</sub>b) является наиболее богатым по запасам, с ним связаны залежи Астраханского, Великого

и других месторождений. В стратиграфическом отношении приурочен к интервалу турнейский– башкирский ярусы каменноугольной системы. Литологически представлен ассоциацией глинисто-карбонатных пород (известняки, доломиты, мергели, аргиллиты), в подчиненном количестве присутствуют песчаники и алевролиты. Среди аргиллитов и известняков встречаются битуминозные разности. На Астраханском месторождении продуктивными являются органогенные известняки краснополянской, северокельтменской и прикамской свит.

Нижнепермский карбонатный (подсолевый) НГК (P<sub>1</sub>a-k) включает непосредственно подсолевые отложения приуральского отдела перми. Покрышкой выступают сульфатно-галогенные отложения верхней части кунгурского яруса. Разрез от преимущественно карбонатного в нижней части до сульфатно-галогенного (соли, ангидриты с подчиненным количеством карбонатов, глин). В юго-восточной части НГП преобладают алеврито-глинистые породы с подчиненным количеством карбонатных в нижней и карбонатно-сульфатных пород в верхней части. Продуктивен на ряде мелких месторождений (Кочкуровское, Южно-Плодовитенское). Флюидоупором являются соли северокаспийской серии.

Нижне-среднетриасовый (надсолевый) НГК (Т<sub>1-2</sub>). Возрастной интервал принят условно в объеме нижнего и среднего отделов триаса. Отложения представлены песчаниками, алевролитами, глинами с прослоями известняков, конгломератов, мергелей. С комплексом связаны несколько мелких месторождений (Северо-Шаджинское, Узеньское).

Юрский (надсолевый) НГК (J) выделен условно в связи со сложностью геологического строения (высокая дислоцированность, обусловленная соляной тектоникой) и недостаточной изученностью. Нижний и средний отделы юры представлены преимущественно терригенными отложениями, в келловее и верхней юре преобладают карбонатные разности. Продуктивен на крупном Верблюжьем и ряде мелких месторождений.

Апт-альбский (надсолевый) НГК (K<sub>1</sub>a-al) стратиграфически выделен в интервале верхней части нижнего мела (аптский и альбский ярусы). Сложен песчано-алеврито-глинистыми породами. На Верблюжьем месторождении в составе комплекса выделяется несколько продуктивных пластов. В казахстанской части НГП выявлено значительно больше месторождений с запасами в апт-альбском НГК.

Кампан-маастрихский (надсолевый) НГК (К<sub>2</sub>km-m) связан с карбонатно-терригенными породами верхнего мела. Залежи известны только на Верблюжьем месторождении. Комплекс требует дополнительного изучения.

Палеогеновый (надсолевый) НГК (Р). В составе разреза преимущественно кремнисто-глинисто-карбонатные отложения: опоковидные песчаники и глины, глинистые алевролиты, известковистые глины. Залежи в отложениях комплекса известны на Хар-Адрыкском, Царынском и других месторождениях.

Причерноморско-Северо-Кавказская НГП характеризуется сложным геологическим строением, наличием в разрезе нескольких структурных этажей, различной полнотой разрезов и мощностью осадочного чехла, высокой дислоцированностью отложений, проявлением дизъюнктивной тектоники. Авторами в результате анализа материалов предыдущих исследователей – стратиграфии, геологии, данных БЗ – выделены 11 НГК.

Триасовый (Т), нижнетриасовый (нефтекумский) (Т<sub>1</sub>о), средне-верхнетриасовый терригенно-карбонатный (Т<sub>2-3</sub>) нефтегазоносные комплексы. Отложения триаса не являются образованиями собственно плитного комплекса, а слагают промежуточный структурный ярус. Формирование наиболее крупных участков, сложенных триасовыми отложениями, происходило в разных осадочных бассейнах, в связи с чем оказалось необходимым рассматривать площади этих бассейнов отдельно.

Нижнетриасовый (нефтекумский) НГК связан с одноименной свитой. Состав свиты – разнообразные известняки и доломиты (биогермными, слоистыми, обломочными, пелитоморфными), с редкими прослоями пепловых туфов. НГК продуктивен на Величаевско-Колодезном и других месторождениях.

Средне-верхнетриасовый терригенно-карбонатный НГК в разрезе сменяет нефтекумский и развит на той же площади. Сложен аргиллитами, алевролитами, мергелями, известняками (преимущественно глинистыми), с прослоями песчаников, гравелитов, туфов, включениями растительного детрита. Продуктивен на Гаруновском, Сухокумском (кизлярская свита величаевской серии) и других месторождениях.

Совершенно другой разрез триаса, с которым связан триасовый терригенный НГК, вскрыт в западной части Скифской плиты. НГК выделяется в объеме всей триасовой системы. Литологический состав – аргиллиты, песчаники, алевролиты, прослои конгломератов, туфов. Продуктивен на Староминском, Челбасском, Расшеватском месторождениях. Региональной покрышкой выступают породы известняково-глинистой толщи верхнего триаса.

Нижне-среднеюрский НГК (J<sub>1-2</sub>) выделен в объеме нижней-средней юры, включая келловейский ярус, с верхами которого связаны сульфатно-карбонатные породы-флюидоупоры. В целом сложен песчано-алеврито-глинистыми отложениями. В восточных районах, где расположена основная масса месторождений, в низах разреза характерно присутствие прослоев конгломератов и гравелитов, растительный детрит, а в верхней части – известняков, доломитов, мергелей. В западных районах среди терригенных пород появляются туфы, лавы, базальты; разрез становится непродуктивным. Продуктивен на многих месторождениях, в том числе крупных – Величаевско-Колодезном, им. В. Филановского и др.

Келловей-верхнеюрский сульфатно-карбонатный НГК (J<sub>2</sub>k-J<sub>3</sub>) сложен морскими терригенно-карбонатными (преимущественно в нижней части разреза) и эвапоритовыми (верхняя часть) осадками: аргиллитами, известняками, мергелями, доломитами, ангидритами, гипсами, каменной солью; встречаются прослои алевролитов, песчаников, конгломератов. В некоторых разрезах отмечается повышенная битуминозность пород. Залежи установлены и в терригенных, и в карбонатных коллекторах. В некоторых разрезах оксфордские отложения характеризуются наличием рифов. Породы-покрышки НГК представлены глинистыми разностями пород верхней юры, а также мощными соленосными образованиями. Комплекс содержит залежи на многих месторождениях, часто характеризуется наличием нескольких продуктивных пластов.

Нижнемеловой НГК (К<sub>1</sub>) выделен в объеме нижнего мела, залежи наблюдаются по всему разрезу и по всей площади провинции (включая Крым). В целом сложен разнообразным спектром пород от терригенных до эвапоритовых, встречаются прослои туффитов. На территории Западного Предкавказья комплекс является базальным и содержит безглауконитовый горизонт, с которым связана значительная часть залежей. Другим высокопродуктивным уровнем являются апт-альбские отложения.

Верхнемеловой карбонатно-терригенный НГК (K<sub>2</sub>) имеет максимальную площадь распространения из всех НГК провинции. С ним связаны значительные ресурсы углеводородов. Условно принят в объеме всего верхнего мела, однако имеет неоднородный литологический состав и сложное строение, и, вероятно, объединяет несколько НГК. Требует дополнительного изучения.

Нижне-среднепалеогеновый НГК (P<sub>1-2</sub>) объединяет отложения от датского до приабонского ярусов. Продуктивен весь разрез, который включает такие нефтеносные объекты, как куберлинская свита суворовской серии, кумский горизонт, черкесская, ейская свиты и др. Некоторые горизонты являются одновременно нефтематеринскими толщами. Многие месторождения содержат залежи в нескольких пластах (Бейсугское, Холмское). Сложен терригенно-карбонатными породами – известковистыми глинами, известняками, мергелями, опоками, песчаниками, алевролитами, аргиллитами.

Верхнепалеогеновый (хадумский) НГК (Р<sub>3</sub>) выделен в узком стратиграфическом интервале, соответствующем хадумскому горизонту олигоцена. Хадумский горизонт является уникальным объектом, аналогичным баженовскому горизонту Западной Сибири и доманиковому Волго-Урала. Одновременно является и нефтематеринским, и нефтьсодержащим. Необходимость обособления хадумского горизонта в отдельный НГК обусловлена его особенностями, наличием известняков в разрезе, отсутствием гидродинамических связей с майкопскими залежами и наличием запасов, превосходящих майкопские отложения. Горизонт сложен глинами, мергелями, прослоями известняков и песчаников (песков). Породы битуминозны. Коллекторами в основном являются прослои песков и трещиноватые разности известняков и глин («листоватые глины олигоцена»). Залежи выявлены на 29 месторождениях.

Верхнеолигоцен-нижнемиоценовый (майкопский) НГК (P<sub>3</sub>h–N<sub>1</sub>) выделен в объеме верхней части олигоцена – нижней части миоцена, соответствует майкопской серии (исключая хадумский горизонт). По строению и составу схож с хадумским, однако имеет большую мощность, преимущественно терригенный состав (в отличие от карбонатно-терригенного хадума), более низкие содержания С<sub>орг</sub>. Продуктивен в 57 месторождениях.

Миоцен-плиоценовый НГК (N<sub>1-2</sub>), по данным количественной оценки ВНИГНИ, обладает достаточно высоким ресурсным потенциалом. С ним связаны залежи караганского, чокракского, сарматского горизонтов, понтического и мэотического региоярусов. В литологическом составе комплекса пески, глины, листоватые глины, ракушняки, алевролиты, мергели и т. д. Флюидоупорами выступают глинистые разности пород комплекса. Продуктивен на 104 месторождениях.

**Охотская НГП.** По имеющимся данным, в разрезе Охотской провинции установлено два нефтегазоносных комплекса.

Палеогеновый НГК (₽) выделен в объеме палеогеновой системы. Литологический и свитный состав разнообразны. В разрезе присутствуют песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, опоки, диатомиты, силициты, туфы, туффиты, базальты, андезибазальты, известняки; отмечаются прослои углей, мергелей, конкреции сидеритов, примесь глауконита.

В сахалинской части провинции палеоген продуктивен только на Окружном (пиленгская свита) и Березовском (даехуриинская свита) месторождениях. На западе Камчатки известны газовые залежи в отложениях снатольской, ковачинской, утхолокской свит (Кшукское и др.).

Неогеновый НГК (N) выделен в объеме миоцена-эоплейстоцена. Как и палеогеновый, сложен разнообразными по составу осадочными и осадочно-вулканогенными породами. Является основным продуктивным НГК большинства многозалежных месторождений Сахалина и его шельфа (Монги, Узловое, Чайво и др.). Залежи выявлены в уйнинской, дагинской, окобыкайской, нутовской, маруямской, борской, уранайской свитах. На Западной Камчатке в неогене известны залежи газа и газоконденсата на Кшукском месторождении, где продуктивны эрмановская и этолонская свиты.

Заключение. Таким образом, каждая нефтегазоносная провинция характеризуется своим набором НГК, возраст, состав и особенности нефтегазоносности которых в каждой провинции уникальны. В пределах НГК продуктивность проявлена неодинаково, а связана с определенными стратиграфическими подразделениями. Представленные схемы корреляции позволяют выявить и систематизировать закономерности распределения углеводородов в разрезе НГП Российской Федерации и могут служить основой для планирования дальнейших ГРР на нефть и газ.

Работы выполнены в рамках ГЗ № 049-00018-22-01 от 14.01.2022.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев В. Н., Александров В. В., Моисеев С. А. Вилючанский продуктивный горизонт Лено-Тунгусской провинции // Геология и геофизика. – 1986. – № 10. – С. 127–131.

2. Каламкаров Л. В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных государств (изд. 2-е). – М. : Изд-во «Нефть и Газ», 2005. – 571 с.

3. Мельников Н. В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы: Стратиграфия, история развития. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 2018. – 177 с.

4. Нефтегазоносные комплексы севера Лено-Тунгусского бассейна / С. В. Фролов, Е. А. Бакай, Е. Е. Карнюшина, Н. И. Коробова, Е. В. Козлова, Г. Г. Ахманов // Геология нефти и газа. – 2013. – № 3. – С. 63–75.

5. Седиментационно-емкостная модель подсолевых отложений южного Предуралья и сопредельных территорий / В. А. Жемчугова, Г. Г. Ахманов, Ю. В. Наумчев, В. В. Панков, Е. Е. Карнюшина // Георесурсы. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 94–109.

6. Цифровой каталог Государственных геологических карт РФ масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение). URL: https://vsegei.ru/ru/info/pub\_ggk1000-3/index. php (дата последнего обращения 10.01.2023).

7. Чернова О. С. Нефтегазоносные провинции России и сопредельных территорий. – Томск : Изд-во ТПУ, 2008. – 256 с.

### REFERENCES

1. Vorob'ev V. N., Aleksandrov V. V., Moiseev S. A. Vilyuchanskiy produktivnyy gorizont Leno-Tungusskoy provintsii. *Geologiya i geofizika*, 1986, no. 10, pp. 127–131.

2. Kalamkarov L. V. Neftegazonosnye provintsii i oblasti Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (izdanie vtoroe). Moscow, Neft' i Gaz, 2005, 571 p.

3. Mel'nikov N. V. Vend-kembriyskiy solenosnyy basseyn Sibirskoy platformy: Stratigrafiya, istoriya razvitiya. Novosibirsk, 2018, 177 p.

4. Frolov S. V., Bakay E. A., Karnyushina E. E., Korobova N. I., Kozlova E. V., Akhmanov G. G. Neftegazonosnye kompleksy severa Leno-Tungusskogo basseyna. *Geologiya nefti i gaza*, 2013, no. 3, pp. 63–75.

5. Zhemchugova V. A., Akhmanov G. G., Naumchev Yu. V., Pankov V. V., Karnyushina E. E. Sedimentatsionnoemkostnaya model' podsolevykh otlozheniy yuzhnogo Predural'ya i sopredel'nykh territoriy. *Georesursy*, 2019, vol. 21, no 2, pp. 94–109.

6. Tsifrovoy katalog Gosudarstvennykh geologicheskikh kart Rossiyskoy Federatsii mashtaba 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). URL: https://vsegei.ru/ru/info/pub\_ggk1000-3/ index.php (data poslednego obrashcheniya 10.01.2023).

7. Chernova O. S. Neftegazonosnye provintsii Rossii i sopredel'nykh territoriy. Tomsk, 2008, 256 p.

Видик Светлана Владимировна – канд. геол.-минерал. наук, зав. лабораторией, ВСЕГЕИ. <Svetlana Vidik@vsegei.ru>

Ларичев Андрей Иванович – канд. геол.-минерал. наук, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ. <Andrey\_Larichev@vsegei.ru> Кахая Виктория Георгиевна – вед. инженер, ВСЕГЕИ. <Victoria Kakhaya@vsegei.ru>

Оленникова Елена Валерьевна – зав. отделом, ВСЕГЕИ. <Elena Olennikova@vsegei.ru>

Осадчий Илья Владимирович – начальник сектора, ВСЕГЕИ. <Iliya Osadchii@vsegei.ru>

*Vidik Svetlana Vladimirovna* – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Laboratory, VSEGEI. <Svetlana Vidik@vsegei.ru>

Larichev Andrey Ivanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy General Director, VSEGEI. <Andrey Larichev@vsegei.ru>

Kakhaya Victoria Georgievna – Leading Engineer, VSEGEI. <Victoria Kakhaya@vsegei.ru>

Olennikova Elena Valer'evna - Head of Department, VSEGEI. <Elena Olennikova@vsegei.ru>

Osadchiy Il'ya Vladimirovich - Head of Sector, VSEGEI. < Iliya Osadchii@vsegei.ru>

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.

УДК 553.411.068.5(571.61) DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_88-99

# В. А. Степанов (НИГТЦ ДВО РАН), А. В. Мельников (ИГиП ДВО РАН)

# ОКТЯБРЬСКИЙ ЗОЛОТОРОССЫПНОЙ ЦЕНТР ПРИАМУРСКОЙ ЗОЛОТОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

Приведено описание геолого-структурных особенностей и золотоносности Октябрьского золотороссыпного центра Приамурской золотоносной провинции. Центр состоит из ансамбля шести рудно-россыпных узлов — Октябрьского, Ясненского, Адамихинского, Сохатиного, Нижнегарьского и Нижнеселемджинского. Из россыпей центра, начиная с середины прошлого века, добыто около 130 т золота. Определены перспективы дальнейшей эксплуатации россыпей, заключающиеся во внедрении новых технологий, обеспечивающих извлечение мелких и тонких фракций золота и вовлечение за счет этого в эксплуатацию бедных и техногенных россыпей. Показано, что будущее Октябрьского золотороссыпного центра зависит от выявления и эксплуатации новых золоторудных месторождений золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, скарновой и золото-ртутной (карлинский тип) формаций.

*Ключевые слова:* золотороссыпной центр, провинция, рудно-россыпной узел, месторождение, рудная формация.

# V. A. Stepanov (SRGC FEB RAS), A. V. Melnikov (IGNM FEB RAS)

# **OKTYABRSKY GOLD PLACER CENTER, THE AMUR GOLD PROVINCE**

Geological and structural features and gold potential of the Oktyabrsky Gold Placer Center, the Amur Gold Province, are described. The center consists of an ensemble of six ore and placer clusteres: Oktyabrsky, Yasnensky, Adamikhinsky, Sokhatino, Nizhnegarsky, and Nizhneselemdzhinsky. About 130 tons of gold have been produced in the placers of the center since the middle of the last century. The prospects for further development of placers are determined. They consist in the introduction of new technologies, which ensure the extraction of fine gold fractions and thereby involve the development of poor and technogenic placers. It is shown that the future of the Oktyabrsky Gold Placer Center depends on the discovery and development of new gold deposits of gold-quartz, gold-sulfide-quartz, skarn and gold-mercury (Karlin type) formations.

Keywords: gold placer center, province, ore and placer cluster, mineral deposit, ore formation.

**Для цитирования:** Степанов В. А., Мельников А. В. Октябрьский золотороссыпной центр Приамурской золотоносной провинции (Амурская область, Россия) // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 88–99. DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_88-99

Введение. Основное количество россыпного золота Приамурской золотоносной провинции (около 82%) добыто на площади трех исторически сложившихся золотороссыпных центров (с запада на восток): Соловьевского, Октябрьского и Харгинского [11]. Понятие золотороссыпного центра близко к определению минерально-сырьевого или промышленно-сырьевого [1], а не металлогенического подразделения. На сравнительно небольшой площади этих центров добыто основное количество россыпного золота провинции. Эксплуатация россыпей Октябрьского центра началась в середине прошлого века, значительно позднее, чем в Соловьевском и Харгинском, но продолжается и в настоящее время. Отличительная черта центра – наличие в россыпях большого количества самородков золота; скопление их в одном из гнезд весило около 79 кг. Одной из загадок является

отсутствие на площади центра с богатыми россыпями промышленных месторождений рудного золота. По отдельным особенностям Октябрьского центра и составляющим его рудно-россыпным узлам есть небольшие статьи [4; 6; 11]. Однако, по мнению авторов, перспективы этого своеобразного с богатыми россыпями центра заслуживают более полного освещения в открытой печати. Поэтому цель статьи – определение перспектив Октябрьского золотороссыпного центра на россыпное и рудное золото.

Геолого-структурная позиция и геологическое строение Октябрьского центра. Октябрьский золотороссыпной центр расположен в южной части Приамурской провинции, на восточном фланге Северо-Буреинской металлогенической зоны. В геолого-структурном плане Октябрьский центр находится на северной окраине Амурского геоблока в зоне влияния Южно-Тукурингрского регионального разлома. В целом золотороссыпной центр представляет собой крупный, слабо вытянутый в северо-западном близширотном направлении поднятый блок, занимающий водораздел рек Деп, притока р. Зея и Нора, притока р. Селемджа. Река Деп обрамляет площадь Октябрьского блока с запада и северо-запада, а Нора с востока (рис. 1).

В геологическом строении центра преобладают ют интрузивные образования преимущественно кислого состава ордовикского, каменноугольного и мелового этапов активизации северной окраины Амурского геоблока. Стратифицированные образования развиты ограниченно и располагаются преимущественно на периферии Октябрьского центра. Наиболее древними являются метапесчаники, содержащие прослои серицит-кварцевых и актинолит-кварцевых сланцев, а также линзы мраморизованных известняков дагмарской и неклинской толщ среднего-позднего рифея. Эти породы, метаморфизованные в фации зеленых сланцев, слагают останцы кровли и крупные ксенолиты среди более молодых интрузивных образований в юго-западной части центра. На южной и юго-восточной окраинах центра отмечаются песчаники, туфопесчаники, алевролиты, туфоалевролиты мамынской свиты раннего-среднего силура. Зеленые сланцы, кварциты, филлиты и метапесчаники имачинской, большеневерской и туксинской толщ раннего-среднего девона наблюдаются



### Рис. 1. Геологическое строение Октябрьского золотороссыпного центра

1 – аллювиальные отложения квартера – пески, галечники, валунники, гравий, суглинки; 2 – глинистые пески, супеси, суглинки, глины, каолинизированные пески белогоровской свиты плиоцен-неоплейстоцена; 3 – андезиты, трахиандезиты, дациандезиты, андезиты, их туфы талданской свиты раннего мела; 4 – песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты аякской и депской свит средней и верхней юры; 5 – песчаники, алевролиты, их тонкое, ритмичное переслаивание усть-калахтинской толщи верхнего триаса;
 6 – зеленые сланцы, кварциты, филлиты, метапесчаники имачинской, большеневерской и туксинской толщ иверхнего триаса;
 7 – песчаники, туфопесчаники, алевролиты, их тонкое, ритмичное переслаивание усть-калахтинской толщи верхнего триаса;
 7 – песчаники, туфопесчаники, алевролиты, метапесчаники имачинской, большеневерской и туксинской толщ иверхнего среднего девона;
 7 – песчаники, туфопесчаники, алевролиты, метапесчаники имачинской, большеневерской и туксинской толщ нижнего-среднего девона;
 7 – песчаники, туфопесчаники, алевролиты, метапесчаники имачинской, большеневерской и туксинской толщ нижнего-среднего девона;
 7 – песчаники, туфопесчаники, алевролиты мамынской свиты нижнего-среднего силура;
 8 – метапесчаники, сланцы серицит-кварцевые и актинолит-хлоритовые, мраморизованные известняки дагмарской толщи верхнего рифея;
 9 – гранодиориты, гранодиориты, гранодиориты, гранодиориты, гранодиориты, гранодиориты, гранодиориты, гранодиориты, транодиориты, траносиениты, лейкограниты октябрьского комплекса ордовика;
 13 – габбродиориты, диориты гаринского комплекса раннего протерозоя;
 14 – проявления золота (1 – Лиственная Сопка, 2 – Верхнемаристое, 3 – Известковая Сопка, 4 – Верхнеширокинское, 5 – Сухое, 6 – Весеннее, 7 – Ултучинское, 8 – Галенитовое, 9 – Гора Левая, 10 – Инкан, 11 – Усть-Эльгинское, 12 – Ельничное, 13 – Ясненское, 14 – Резервное, 15 – Гарь-1, 16 – Каракатица, 17 – Победа, 18 – Гарь-2,

севернее зоны Южно-Тукурингрского регионального разлома, в пределах Монголо-Охотского геоблока. Выше по разрезу располагаются песчаники, алевролиты, их тонкое, ритмичное переслаивание устькалахтинской и песчаниковой толщ позднего триаса. Они развиты в отдельных узких клиновидных блоках на северо-западной окраине центра. Западным обрамлением Октябрьского центра служат песчаники, алевролиты, аргиллиты и конгломераты аякской, депской и ураловкинской свит среднеюрского возраста. Небольшие поля распространения андезитов. трахиандезитов. дациандезитов, андезибазальтов и их туфов талданской и умлеканской свит раннего мела располагаются в северо-восточной и северо-западной частях центра. По периферии поднятого блока Октябрьского центра расположены впадины, выполненные рыхлыми осадками белогорской свиты плиоцен-неоплейстоценового возраста, представленными глинистыми песками, супесью, суглинками, глинами с прослоями каолинизированных песков, галечников и гравелитов. В долинах крупных рек присутствуют рыхлые аллювиальные отложения квартера [3].

Интрузии занимают более 80% площади центра. Наиболее древними являются небольшие массивы габбродиоритов, кварцевых диоритов и диоритов гаринского комплекса верхнего протерозоя, располагающиеся в юго-восточной части центра. В северо-восточной, юго-восточной и западной частях центра наиболее распространены интрузии гранитов, субщелочных гранитов и лейкогранитов октябрьского комплекса ордовика. К периферии центра тяготеют интрузии гранитов и гранодиоритов тырмо-буреинского комплекса среднего-позднего карбона. Габбро, габбродиориты и горнблендиты пиканского комплекса нижней перми слагают крупные трещинные интрузии непосредственно к северу от зоны Южно-Тукурингрского регионального разлома. Небольшая интрузия субщелочных лейкогранитов и лейкогранитов позднепермскогораннетриасового возраста отмечается на юго-западной окраине узла. Завершается интрузивная деятельность рассматриваемой структуры внедрением крупной интрузии гранодиоритов, гранодиорит-порфиров и диоритов буриндинского комплекса нижнего мела в северном секторном блоке Октябрьского поднятия [3].

Основными разрывными нарушениями являются Южно-Тукурингрский региональный разлом близширотного простирания и оперяющие его разломы близширотного северо-восточного направления. Южно-Тукурингрский разлом отнесен к группе «надбазитовых», проявляющихся смещениями по поверхности протобазальтового слоя. Предполагается, что в мезозое, в период тектоно-магматической активизации, Южно-Тукурингрский разлом представлял собой взброс с активным северным крылом [2]. С запада и востока Октябрьский блок ограничивают второстепенные разломы близмеридионального плана, проходящие вдоль долин крупных рек – Депа с запада и Норы с востока. Фрагменты кольцевых и радиальных нарушений

подчеркивают принадлежность Октябрьского блока к структурам центрального типа.

Характеристика рудно-россыпных узлов Октябрьского центра. В составе центра находятся шесть рудно-россыпных узлов (РРУ), с запада на восток – Ясненский, Октябрьский, Адамихинский, Сохатиный, Нижнегарьский и Нижнеселемджинский. Этот ансамбль рудно-россыпных узлов состоит из находящегося в середине золотороссыпного центра лидера по добыче золота -Октябрьского РРУ и, на периферии центра, его сателлитов. значительно более мелких по добыче золота – Ясненского, Адамихинского, Сохатиного и Нижнеселемджинского узлов. Рудно-россыпные узлы представляют собой главным образом второстепенные интрузивно-купольные поднятия округлой формы с серией концентрических и радиальных разломов (табл. 1). В составе каждого из них находятся десятки россыпей и небольшие проявления рудного золота.

Россыпи золота. Золотодобыча в Октябрьском центре началась в 1937–1939 гг. Всего в этом центре добыто 132,7 т золота. Из них из россыпей Октябрьского РРУ – 73,48 т, Нижнеселемджинского – 19,9 т, Сохатиного – 18,8 т, Ясненского – 15,09 т и Адамихинского – 3,9 т, Нижнегарьского – 1,38 т. Добыча производилась из 91 россыпи в количестве от десятков и сотен кг до 15–17 т, средняя добыча из одной россыпи составила 1,46 т. Россыпи богаче, чем в двух других россыпных центрах Приамурской провинции, например, в Соловьевском центре средняя добыча из одной россыпи составляет 1,3 т, в Харгинском – 0,86 т. Краткое описание наиболее богатых россыпей Октябрьского центра приведено в табл. 2.

Золото в россыпях Октябрьского центра - от мелкого до крупного, преимущественно слабой степени окатанности. Формы золотин разнообразные – пластинчатые, лепешковидные таблитчатые, чешуйчатые и комковатые. Реже встречаются дендритовидные, кристаллические, проволоковидные и крючковатые золотины. Гистограмма состава россыпного золота одномодальная. Состав золота варьирует в пределах от 785 до почти 975‰ (рис. 2), то есть относится к высокопробному и средней пробы [10]. Максимум находится в интервале 875-900‰ (34% выборки). Небольшая часть золота относится к низкопробному (менее 700‰). Среди микропримесей в золоте преобладают (г/т): Hg - 10-5000, Sb - 4-1000, Te - 10-300, Cu -30-700 и Sn - 300-1000 [9]. Минералами-спутниками золота в россыпях являются ильменит, магнетит, гранат, касситерит, шеелит и киноварь, иногда сперрилит и иридосмины.

Нередко в россыпях центра отмечаются самородки размером от первых до десятков и сотен грамм, иногда до первых килограмм. Наиболее крупное гнездо самородков обнаружено в россыпи р. Гарь-2 Ясненского РРУ. Общий вес самородков, представленных брекчией жильного кварца, сцементированного крупными выделениями самород-



Рис. 2. Гистограмма пробы россыпного золота Октябрьского центра

Таблица 1

# Характеристика рудно-россыпных узлов Октябрьского золотороссыпного центра

Структура узла	Рудно-формационные типы золотого оруденения	Локализация россыпей золота и добыча, т	Типоморфизм россыпного золота					
	Ясненский							
Интрузивно-купольное поднятие. Площадь – 1600 км²	Проявления золото-сульфидно-кварцевой, золото-кварцевой и золото-сульфидной формаций	Расположены в центральной части узла. Добы- то 15,09 т золота	Золото мелкое, среднее и крупное, самородки до 7 кг. Проба 830–925‰					
Октябрьский								
Интрузивно-купольное поднятие. Площадь – 2000 км²	Проявления золото-кварцевой, золото-скарновой и золото-ртут- ной (карлинский тип) формаций	Приурочены к центральной части узла. Добы- то 73,48 т золота	Золото мелкое и средней крупности. Самородки до 1600 г. Проба 804–907‰					
	Адамихинский							
Интрузивно-купольное поднятие. Площадь – 700 км²	Проявления золото-полиметалли- ческой и золото-сульфидно- кварцевой формаций	Приурочены к периферии узла. Добыто 3,9 т золота	Очень мелкое, мелкое и средней крупности. Проба 690–890‰					
	Сохатиный							
Интрузивно-купольное поднятие. Площадь – 600 км²	Проявления золото-кварцевой, золото-турмалин-кварцевой и золото-скарновой формации	Расположены в центральной и периферической частях узла. Добыто 18,58 т	Мелкое, среднее, реже крупное. Само- родки до 15 г. Проба 870–935‰					
	Нижнеселемджинск	ий						
Интрузивно-купольное поднятие. Площадь – 1100 км²	Проявления золота и полиметаллов	Приурочены к периферии узла. Добыто 19,09 т золота	От мелкого до крупного. Проба 800–915‰					
	Нижнегарьский							
Блок раннепротерозой- ских и палеозойских образований. Площадь – 1200 км <sup>2</sup>	Месторождения железа и колче- данных руд, медно-молибдено- вые проявления	Приурочены к цен- тральной части узла. Добыто 1,38 т золота	Мелкое, пластинча- той и чешуйчатой формы. Проба 820–915‰					

Примечание. Размеры мелкого золота – 0,1–0,9 мм, средней крупности – 1–2 мм, крупного – 2–4 мм [10].

# Таблица 2

# Характеристика богатых россыпей золота Октябрьского золотороссыпного центра

Nº		Добыча,	Проба	Размер	<b>Формо 2010то</b>	Ассоциирующие
п/п	название россыпи	т	золота	золота, мм	Форма золота	минералы
			0	ктябрьский РР	у	
1	Руч. Седуновский	9,5	900 (875–930)	0,3–1,0	Лепешковидная, пластинчатая. Самородки до 1600 г	Ильменит, магнетит
2	Руч. Маристый	16,8	875 (850–900)	0,3–4,0	Пластинчатая, чешуйчатая. Сростки с кварцем Самородки до 500 г	Магнетит, ильменит, пирит, сидерит
3	Руч. Широкий	15,2	865 (830–892)	0,15–2,5	Таблитчатая, комко- видная и губчатая. Самородки до 400 г	Часто в сростках с кварцем
4	Руч. Джелтулак-1	13,0	875 (863–890)	0,4–3,5	Лепешковидная, комко- видная, пластинчатая, реже палочко- и ден- дритовидная	Ильменит, сфен, гранат, пирит, галенит, магнетит, киноварь
5	Река Калахта	2,7	875 (860–893)	0,4–1,2	Таблитчатая, ноздре- ватая, комковидная и дендритовидная. Самородки весом 3–5 г	Гранат, ильменит
6	Руч. Весенний	3,3	830	0,3–1,2	Лепешковидная, реже дендритовидная и крючковатая	Гранат, касситерит, киноварь, воль- фрамит, шеелит
7	Руч. Бол. Джелтулак	4,0	888	0,2–0,6	Тонкопластинчатая, че- шуйчатая. Самородки до 109 г	Ильменит, сфен, пирит, магнетит, киноварь
8	Руч. Джелтулак-2	3,4	890 (880–902)	0,2–0,6	Округлая, пластинчатая, лепешковидная	Ильменит
9	Руч. Джелтулак-3	1,4	880 (870–930)	0,4–3,5	Лепешковидная, ком- ковидная и дендрито- видная	Магнетит, ильменит, киноварь
			:	Ясненский РРУ		
10	Руч. Ясный	9,0	920 (890–950)	0,2–0,6 Самородки до 5 г	Неправильныая, окру- глая, дендритовидная, пластинчатая и прово- поковилная	Сростки с кварцем, турмалином, киноварь
11	Руч. Гарь-2	3,3	925 (778–946)	0,28–1,9 Самородки от 10 г до 7 кг	Комковидная, пластин- чатая, дендритовидная, проволоковидная	Сростки с кварцем, иногда с осмистым иридием
			Ar	амихинский Pl	ру	
12	Руч. Отпорный	1,23	690 (497–888)	Мелкое, средней крупности	Комковидная, ноздреватая	Ильменит, рутил, циркон
			(	Сохатиный РРУ	,	
13	Река Сохатиная	5,0	932 (919–946)	0,67 Самородки до 10–15 г	Первичные формы со сглаженными краями	Ильменит, турмалин, сростки с кварцем и турмалином
14	Река Лев. Увальная	3,1	910 (902–925)	Мелкое, самородки до 10 г	Неправильной формы, ноздреватое и пори- стое	Турмалин, пирит, сростки с кварцем и магнетитом

# • МЕТАЛЛОГЕНИЯ

Окончание табл. 2

№ п/п	Название россыпи	Добыча, т	Проба золота	Размер золота, мм	Форма золота	Ассоциирующие минералы				
15	Руч. Поворотный	2,0	855	Крупное	Уплощенная, проволоч- ковидная	Золото в сростках с кварцем				
16	Руч. Глубокий	2,3	875	Мелкое, самородки до 1 г	Неправильная, игольчатая, пластинчатая	Турмалин, гранат, магнетит, пирит				
17	Руч. Лев. Развилок	2,0	870	Мелкое	Неправильная, комковидная, губчатая	Магнетит				
18	Руч. Отлогий	1,5	920	Мелкое и тонкое	Пластинчатая, чешуйчатая	Ильменит, магнетит				
19	Река Смолиха	1,55	930	Среднее	Разнообразная	Магнетит				
			Нижне	еселемджински	й РРУ					
20	Река Татарка	1,0	883 (841–914)	0,68	Лепешковидная, прово- локовидная, губчатая, кольцеобразная, комковая, угловатая	Сростки с кварцем. Магнетит, ильме- нит, сфен, гранат, циркон, амфиболы, барит				
21	Река Некля	9,65	909 (850–930)	0,64–1,16	Крючковатая, углова- тая, шероховатая, пла- стинчатая, комковид- ная, дендритовидная	Сростки с кварцем и лимонитом. Монацит, циркон, касситерит, шеелит				
	Нижнегарьский РРУ									
22	Руч. Адамовский	0,386	880	1,39	Пластинчатая	Магнетит				

ного золота, составляет 79 кг. Для примера укажем, что наиболее крупный в мире самородок «Плита Холтермана» (Австралия) весил 83,2 кг. Проба золота самородков Ясненского РРУ – 992‰, среди микропримесей отмечаются As, Cu и Pb [8].

Источники формирования россыпей Октябрьского центра. В пределах Октябрьского центра известно около 30 проявлений и сотни точек минерализации рудного золота. Промышленно значимые месторождения не выявлены, поэтому добыча рудного золота не производилась, в отличие от двух других золотороссыпных центров Приамурской провинции. Наибольшее количество проявлений золота известно в Октябрьском (10) и Ясненском (восемь) рудно-россыпных узлах, менее в Нижнеселемджинском (пять), Адамихинском и Сохатином РРУ (по три проявления), в Нижнегарьском РРУ проявления золота не выявлены (табл. 3). Среди проявлений преобладают представители золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формации, менее представлены - золото-скарновой и золото-ртутной (карлинский тип). Количество проявлений в определенной степени коррелирует с добычей золота из россыпей.

Рудными телами проявлений золото-кварцевой формации являются кварцевые, кварц-карбонатные жилы и зоны прожилкового окварцевания со свободным, часто крупным золотом 850-900 пробы. Содержания золота - от первых до десятков грамм на 1 т. Проявления золото-сульфидно-кварцевой формации представлены минерализованными кварцево-жильными зонами, зонами окварцованных и сульфидизированных брекчий и отдельными сульфидно-кварцевыми и кварц-карбонатными жилами. Содержание золота – от 0,2 до 19,4 г/т. Золото мелкое, 800-850 пробы. Золото-полиметаллическую и золотоносную полиметаллическую формации представляют проявления типа зон прожилкового окварцевания и сульфидной вкрапленности. Содержание золота невысокое: от долей до 5,8 г/т. Проявления карлинского типа - это зоны брекчированных доломитов и известняков с вкрапленной минерализацией и тонким золотом 811-893 пробы. Содержания золота – до 2-3 г/т [4]. Золото-сульфидное проявление представлено зоной лиственитизированных пород с сульфидной вкрапленностью. Содержание золота – 0,1–2,5 г/т.

Основная часть самородного золота поступала в россыпи из оруденения золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций,

# Таблица 3

Хапактепистика	продвиений зо	ποτο Πκταδημοκορο	20007000000000000	ILOUTDO
Aupunteprierrinu	inpositoricitini oo	nora okrnopbekoro	30/10/10/00/00/00/00/00	цетра

№ п/п	Название проявления	Рудно-формационный тип	Геолого-промышленный тип	Содержание Аu, г/т
		Октябрьо	ский РРУ	
1	Лиственная Сопка	Золото-кварцевая	Кварц-карбонатные жилы. Мощность до 1 м, протяженность 150–300 м	1,2–66, среднее 4,8
2	Верхнемаристое	Золото-кварцевая	Кварцевая жила. Мощность 0,3–3,0 м, протяженность 150 м	1,0–9,2, среднее 6,0
3	Известковая Сопка	Золото-кварцевая	Кварцевые жилы. Мощность 0,8 м,	Среднее 2,9
		Скарновая	протяженность 180 м. Скарновая залежь	2–3
		Золото-ртутная (карлинский тип)	мощностью 4–7 м, протяженностью 40–70 м. Зоны брекчированных доло- митов	0,1–2,5
4	Верхнеширокин-	Скарновая	Скарновая залежь	До 12
		Золото-ртутная (карлинский тип)	Зоны брекчированных известняков. Золото тонкое 811–893 пробы	2–3
5	Сухое	Золото-кварцевая	Кварцевые, кварц-карбонат- ные жилы. Мощность до 1 м	5–67
6	Весеннее	Золото-сульфид- но-кварцевая	Сульфидно-кварцевая жила. Мощность 0,2 м. Золото мелкое, 800–850 пробы	0,2–9,4, в среднем 4,5
7	Ултучинское	Золото-кварцевая	Кварцевые жилы. Мощность 0,5–7 м, протяженность 200–250 м	0,5–3,1
8	Галенитовое	Золото-кварцевая	Кварцевые жилы и прожилки мощностью 0,02–0,2 м	От следов до 57
9	Гора Левая	Золото-кварцевая	Штокверковое окварцевание дайки фельзит-порфиров	До 13, редко до 76
10	Инкан	Золото-кварцевая	Кварцевая жила. Мощность 3,6 м, протяженность 500 м	Среднее 3,7
		Ясненск	кий РРУ	
11	Усть-Эльгинское	Золото-сульфид- но-кварцевая	Кварц-карбонатные жилы. Мощность 0,1–1,2 м, протяженность 100–300 м	0,5–5,0
12	Ельничное	Золото-сульфид- но-кварцевая	Минерализованные кварце- во-жильные зоны. Мощность 1–10 м, протяженность до 200 м	0,1–1,5
13	Ясненское	Золото-полиметал- лическая	Полиметаллические жилы и зоны дробления с пирит-галенитовой минерализацией	0,24–2,8
14	Резервное	Золото-кварцевая	Зоны прожилково-вкраплен- ной сульфидно-кварцевой минерализации	До 5,0
15	Гарь-1	Золото-кварцевая	Кварцевые жилы. Мощность 0,2–3,0 м, протяженность 100–300 м	0,4–9,2

# Окончание табл. 3

№ п/п	Название проявления	Рудно-формационный тип	Геолого-промышленный тип	Содержание Au, г/т							
16	Каракатица	Золото-кварцевая	Кварцевые и кварц-карбонат- ные жилы. Мощность до 3 м, протяженность 100 м	1,0–9,0							
17	Победа	Золото-кварцевая	Кварц-карбонатные жилы. Мощность 0,3–3 м, протяженность 30 м	0,1–9,2							
18	Гарь-2	Золото-сульфидная	Зоны лиственитизации. Мощность 20–60 м, протяженность 500–600 м	0,1–2,5							
	Адамихинский РРУ										
19	Галенитовое	Полиметаллическая золотосодержащая	Зона прожилкового окварце- вания и сульфидной вкрапленности. Мощность от первых до 66 м, протяженность 1600 м	0,01–0,1							
20	Отпорное	Золото-сульфид- но-кварцевая	Зона окварцованных и суль- фидизированных брекчий. Мощность 0,5–5 м, протяженность до 2000 м	1,64–19,64							
21	Таборное	Золото-полиметал- лическая	Зона прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации с прожилками мономинераль- ного галенита	0,2–5,8							
		Сохатин	ый РРУ								
22	Глубокинское	Золото-кварцевая	Зоны окварцевания и кварц-турмалиновых брекчий. Протяженность 40–50 м	До 5							
23	Глубокое	Золото-кварцевая	Кварц-турмалиновые брекчии и минерализованные зоны. Мощность 0,2–1,8 м, протяженность 40–50 м	До 3,2							
24	Рудная Сопка	Золото-сульфид- но-кварцевая	инерализованные зоны с турмалин-сульфидной вкрапленностью. Мощность 0,2–18 м, протяженность до 500 м	0,4–5,0							
	I	Нижнеселемд	жинский РРУ								
25	Веселое	Золото-кварцевая	Кварцевые жилы и зоны окварцевания. Золото крупное, 850–900 пробы	0,4–1,2							
26	Загадочное	Золото-кварцевая	Кварцевые жилы мощностью до 0,7 м и зоны окварцевания	0,7–12,7							
27	Храброе	Золото-кварцевая	Зоны окварцевания до 2 км длиной	0,2–100							
28	Георгиевское	Золото-кварцевая	Зона прожилкового окварце- вания мощностью 10–12 м	0,2–1,75							
29	Королевское	Золото-кварцевая	Кварцевая жила мощностью 0,7 м	До 7,0							

Примечание. Проба золота известна не на всех проявлениях.

Таблица 4

Добыча золота из россыпей Октябрьского центра за 2012-2021 гг.

	Οτι	Отработка россыпей в 2012–2016 гг. (добыча в кг)						
Россыпные узлы	2012	2013	2014	2015	2016			
1. Ясненский	_	46	101	_	13			
2. Октябрьский	109	107	150	124	192			
3. Нижнегарьский	_	_	_	_	-			
4. Адамихинский	10	27	32	5	23			
5. Сохатиный	137	43	_	-	130			
6. Нижнеселемджинский	123	199	200	134	100			
Итого по узлам	379	422	483	263	358			
Итого в 2012–2016 гг.		1905						
		Отработка россыпей в 2017–2021 гг. (добыча в кг)						
	Οτι	работка россы	пей в 2017–202	21 гг. (добыча і	з кг)			
Россыпные узлы	Οτι 2017	работка россы 2018	пей в 2017–202 2019	21 гг. (добыча і 2020	з кг) 2021			
Россыпные узлы 1. Ясненский	Отр 2017 5	работка россы 2018 15	пей в 2017–202 2019 3	21 гг. (добыча г 2020 11	з кг) <b>2021</b> 15			
Россыпные узлы 1. Ясненский 2. Октябрьский	Οτι 2017 5 146	работка россы 2018 15 217	пей в 2017–203 2019 3 76	21 гг. (добыча і 2020 11 160	з кг) 2021 15 150			
Россыпные узлы 1. Ясненский 2. Октябрьский 3. Нижнегарьский	Οτι           2017           5           146           –	работка россы 2018 15 217 –	пей в 2017–20 2019 3 76 –	21 гг. (добыча г 2020 11 160 56	з кг) 2021 15 150 60			
Россыпные узлы 1. Ясненский 2. Октябрьский 3. Нижнегарьский 4. Адамихинский	Οτι           2017           5           146           -           32	работка россы 2018 15 217 – 21	пей в 2017–20 2019 3 76 – 12	21 гг. (добыча в 2020 11 160 56 16	зкг) 2021 15 150 60 20			
Россыпные узлы 1. Ясненский 2. Октябрьский 3. Нижнегарьский 4. Адамихинский 5. Сохатиный	Οτι           2017           5           146           -           32           44	работка россы 2018 15 217 – 21 53	пей в 2017–20 2019 3 76 – 12 69	21 гг. (добыча в 2020 11 160 56 16 87	3 кг) 2021 15 150 60 20 85			
Россыпные узлы <ol> <li>Ясненский</li> <li>Октябрьский</li> <li>Нижнегарьский</li> <li>Адамихинский</li> <li>Сохатиный</li> <li>Нижнеселемджинский</li> </ol>	Οτι           2017           5           146           -           32           44           93	2018 15 217 – 21 53 108	пей в 2017–20 2019 3 76 – 12 69 104	21 гг. (добыча в 2020 11 160 56 16 87 148	зкг) 2021 15 150 60 20 85 130			
Россыпные узлы 1. Ясненский 2. Октябрьский 3. Нижнегарьский 4. Адамихинский 5. Сохатиный 6. Нижнеселемджинский Итого по узлам	Οτι           2017           5           146           -           32           44           93           290	2018 15 217 – 21 53 108 <b>414</b>	пей в 2017–20 2019 3 76 – 12 69 104 264	21 гг. (добыча в 2020 11 160 56 16 87 148 478	2021 15 150 60 20 85 130 460			

доля проявлений других формаций в формировании россыпей невелика. Для Нижнегарьского узла источником формирования россыпей служат месторождения и проявления золотосодержащих месторождений железа и колчеданных руд.

Обсуждение результатов. Россыпные месторождения Октябрьского центра за почти 100 лет эксплуатации в значительной мере отработаны. Но анализ добычи россыпного золота за последние 10 лет показывает, что добыча меняется в отдельных россыпных узлах и по годам, но в целом последним остается стабильной на уровне 1,9 или 0,4 т в год (табл. 4). Сохранение стабильной золотодобычи объясняется переработкой техногенных россыпей, а также открытием новых россыпей, в том числе и в песчано-гравийных месторождениях рек Селемджа и Уландочка. Но все же это значительно меньше средней годовой добычи золота по Октябрьскому центру, которая, начиная с середины ХХ века, в среднем равна 1,5 т в год.

На месте отработки россыпей остались техногенные отвалы, представляющие значительный интерес для переработки с извлечением тонкого, дисперсного и связанного из других минералов золота. Потери свободного золота при отработке россыпей Приамурья, по данным В. Г. Моисеенко [7], меняются от 30,5% (драги) до 51% (промывочные приборы старательских артелей). Поэтому можно предположить, что в отвалах (техногенных россыпях) содержатся тонны золота, которое можно извлечь с помощью новейших технологий. Судя по добыче золота за последние 10 лет, наиболее перспективными на выявление техногенных россыпей являются Октябрьский и Нижнеселемджинский рудно-россыпные узлы. Кроме того, из ряда россыпей Октябрьского центра возможно попутное извлечение минералов-элементов платиновой группы – сперрилита и иридосмина, а также циркона, ильменита и шеелита.

Несмотря на наличие 30 проявлений рудного золота, промышленные золоторудные месторождения в пределах этого центра до сих пор не установлены. Присутствие на площади центра богатых россыпей, из которых начиная с 1940-х годов добыто более 130 т золота, указывает на существенные перспективы открытия промышленных золоторудных месторождений. Ряд проявлений и площадей рудно-россыпных узлов Октябрьского золото-россыпного центра заслуживает постановки серьезных поисковых работ на рудное золото.

Наиболее богатые россыпи и большинство проявлений рудного золота расположены в Октябрьском РРУ. В нем перспективы выявления промышленных месторождений рудного золота связываются нами с проявлениями золотого оруденения в провесах кровли, сложенных карбонатно-сланцевыми толщами рифейского возраста в интрузивно-купольной приядерной части рудного узла [4]. В районе проявлений Известковая Сопка и Верхнеширокинское прогнозируется выявление золотого оруденения карлинского типа. Проявления представлены брекчированными, окварцованными и сульфидизированными известняками. Среди тонкорассеянных рудных минералов преобладают пирит и арсенопирит, отмечаются золото, галенит, халькопирит, сфалерит и киноварь. Содержание Au варьирует в пределах 2,2–3,1 г/т в штуфных пробах, а в керне одной из скважин на глубине 45–65 м достигают 55,6 г/т. На наличие в пределах узла золото-ртутного оруденения указывает также высокая проба россыпного золота и наличие в нем примеси ртути до 0,5% [9]. Среди минералов-спутников золота в россыпях нередко отмечается киноварь. По данным атомно-абсорбционного анализа, в киновари, отобранной из россыпи р. Бол. Джелтулак, содержание Au 5–140 г/т, Ag 33–185,7 г/т [4].

Кроме того, весьма вероятно обнаружение промышленных концентраций золота в скарнах проявления Известковая Сопка. Скарновые залежи приурочены к контакту мраморизованных доломитов и перекрывающих их кварцево-слюдистых сланцев. Они прослеживаются на расстояние около 2 км и представлены протяженными (40–70 м) линзами мощностью 4–7 м. Скарны состоят из эпидота, доломита, кварца, хлорита, актинолита, пироксена и серпентина с существенной примесью пирротина, магнетита, пирита. В подошве скарновых залежей нередко проявлена полиметаллическая минерализация (сфалерит, галенит). Содержание Аи в среднем составляет 2–3 г/т.

На периферии юго-западного и юго-восточного секторных блоков Октябрьского РРУ наиболее перспективным для переоценки является золото-кварцевое проявление Инкан. Оно представлено сульфидно-кварцевой жилой, расположенной в массиве раннемеловых гранодиоритов и кварцевых монцонитов. Среди сульфидов отмечаются пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, блеклая руда и аргентит. Жила прослежена канавными пересечениями и мелкими скважинами колонкового бурения на 500 м при мощности 3,6 м. Среднее содержание Аи в жиле 3,7 г/т, Ag – 122,7 г/т.

В Ясненском РРУ в районе притока руч. Каракатица, притоке р. Гарь-2 в 1966 г. было поднято 665 самородков золота весом от 10 до 6990 г, общим весом 79 кг, представляющих собой единое золото-кварцевое гнездо [6]. Большая часть самородков представляла собой жильный кварц, сцементированный крупными выделениями самородного золота. Часть крупных самородков представляла собой части кварцевой жилы мощностью 10-15 см, насыщенные выделениями самородного золота, проба золота 992‰. По весу это гнездо самородков сравнимо с наиболее крупным найденным в мире самородком «Плита Холтермана» (Австралия). Самородок представлял собой треугольной формы плиту мощностью 10 см. Масса его с кварцем составляла 235 кг, золота - 83,2 кг. Он найден в овраге над золото-кварцевыми телами месторождения Хилл Энд. Это крупное месторождение, представленное серией небольшой мощности «послойных» кварцевых жил, заключенных в замке антиклинальной складки среди сланцев и песчаников силура [12]. По ана-

логии с месторождением Хилл Энд, в бассейне руч. Каракатица можно ожидать значительное по запасам месторождение золото-кварцевой формации с бонанцевыми рудами.

На юго-западной периферии Адамихинского узла находятся перспективные проявления Отпорное золото-сульфидно-кварцевой формации и Таборное золото-полиметаллической [5]. Они располагаются среди вулканогенных и терригенных пород, прорванных малыми интрузиями и дайками гранит-порфиров и диоритовых порфиритов раннемелового возраста. Проявление Отпорное представлено зоной брекчированных, окварцованных и сульфидизированных терригенных пород перемыкинской свиты раннего мела. Из рудных минералов отмечаются пирит, арсенопирит и ковеллин. Зона прослежена по простиранию канавными пересечениями на 800 м, по свалам на 2000 м, а на глубину – единичными скважинами на 70 м. Мощность ее – от первых метров до 10 м. Максимальное содержание золота составляет 8,7 г/т.

Золото-полиметаллическое проявление Таборное сложено терригенно-карбонатными породами среднего-позднего девона, прорванными дайками гранит-порфиров и риолитов раннего мела. Оно представлено зоной каолинизированных, окварцованных и сульфидизированных риолитов мощностью от 1 до 26 м. Она прослежена канавными пересечениями по простиранию на 1300 м. Зона содержит вкрапленность, прожилки и небольшие (до 34 см) жилы мономинерального галенита. Содержания рудных элементов достигают (%): Pb – 12,4, Zn – 5,36 Cu – 0,37. Золотоносность зоны меняется от 0,2 до 5,8 г/т.

Территории Сохатиного, Нижнеселемджинского и Нижнегарьского РРУ слабо изучены на рудное золото. Определенные перспективы связаны с попутной добычей золота из руд слабо изученных на золото месторождений железных (Гаринское, Лебедихинское и Имчиканское) и колчеданных (Каменушкинское) руд Нижнегарьского РРУ.

Из месторождений железных руд наиболее крупным и золотоносным является Гаринское. Оно приурочено к останцу кровли вулканогенно-терригенно-карбонатных пород в протерозойских и раннепалеозойских габброидах. Рудоносная толща мощностью до 1500 м сложена переслаиванием альбитовых, амфибол-альбитовых, амфиболовых сланцев с магнетитовым и рудами и мраморизованными известняками. Рудные тела представлены пластообразными и линзовидными залежами магнетитовых руд. Основными рудными минералами являются магнетит, мушкетовит, маггемит и гематит. В меньшем количестве гидроксиды железа и марганца, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, борнит, ковеллин, халькозин, пирротин, молибденит, малахит и азурит. Запасы руд составляют 388 млн т при среднем содержании железа - 41,7%. По пробирным анализам, в рудах присутствует золото от «следов» до 1,6 г/т. Из района месторождения берут начало россыпи золота р. Гарь и руч. Имчикан. Золото мелкое, реже средней крупности, пластинчатой, реже чешуйчатой форм. Проба его умеренно высокая: 872–875‰.

Рудовмещающие толщи Каменушкинского колчеданного месторождения представлены кварц-серицитовыми, кварц-хлорит-серицитовыми, реже серицит-графитовыми, карбонат-серицит-хлоритовыми и карбонат-хлоритовыми сланцами, известняками, скарнированными карбонатными породами и скарнами. Месторождение представлено линзообразными залежами пиритовых руд. Рудные залежи состоят главным образом из пирита. Меньше сульфидов (халькопирит, пирротин и молибденит), а также магнетита, гематита, мушкетовита, кварца, кальцита, граната, амфибола, альбита, эпидота, пироксенов, хлорита, серицита, биотита и апатита. Запасы колчеданных руд составляют 2,8 млн т. По данным пробирного анализа, содержание золота в рудах достигает 0,4-1,6 г/т. Из района месторождения берут начало россыпи руч. Каменушка и руч. Лебедиха, что подтверждает золотоносность этого месторождения. Золото мелкое и средней крупности, проба его 875‰.

Заключение. Октябрьский золотороссыпной центр находится на водоразделе рек Деп и Нора в северной части Амурского геоблока, прилегающей к Южно-Тукурингрскому региональному разлому. Площадь центра сложена главным образом интрузивными образованиями трех этапов тектоно-магматической активизации региона – ранне-, позднепалеозойского и позднемезозойского. Наличие единой, обособленной структуры центрального типа подчеркивается фрагментами кольцевых и радиальных разломов.

Основное богатство центра представляют собой россыпи, из которых, начиная с середины XX века, добыто около 130 т золота. Несмотря на истощение россыпей, в последнее десятилетие они ежегодно стабильно поставляют около 0,4 т золота в год. Дальнейшие перспективы эксплуатации россыпей заключаются во внедрении новых технологий, обеспечивающих извлечение мелких и тонких фракций золота и вовлечение за счет этого в эксплуатацию бедных и техногенных россыпей. Из некоторых россыпей возможна попутная добыча сперрилита, иридосминов, а также ильменита, циркона и шеелита.

Будущее Октябрьского золотороссыпного центра зависит от выявления и эксплуатации золоторудных месторождений. Для этого потребуется переоценка известных проявлений и открытие новых месторождений. Наиболее перспективными в пределах центра являются представители золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, скарновой и золото-ртутной (карлинский тип) формаций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Я. В., Заскинд Е. С., Конкина О. М. К вопросу выделения минерально-сырьевых центров

твердых полезных ископаемых // Отечественная геология. – 2021. – № 3. – С. 19–27.

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации (третье поколение). Масштаб 1:1 000 000. Серия Дальневосточная. Лист N-51 – Сковородино, (М-51). Объяснительная записка / Н. Н. Петрук, М. Н. Шилова, С. А. Козлов и др. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2009. – 448 с.

3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист N-52 – Зея. Объяснительная записка / А. Н. Сережников, Ю. Р. Волкова, А. Л. Яшнов и др. – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007. 326 с.

4. Мельников А. В., Степанов В. А. Геолого-структурные особенности и золотоносность Октябрьского рудно-россыпного узла Приамурской провинции // Руды и металлы. – 2013. – № 6. – С. 40–47.

5. Мельников А. В., Степанов В. А. Геолого-структурные особенности и перспективы золотоносности Адамихинского рудно-россыпного узла Верхнего Приамурья // Отечественная геология. – 2013. – № 6. – С. 31–38.

Мельников А. В., Степанов В. А. Ясненский рудно-россыпной узел: геолого-структурные особенности и перспективы золотоносности // Геология рудных месторождений. – 2014. – Т. 56, № 2. – С. 148–159.
 Моисеенко В. Г. Особенности формирования по-

7. Моисеенко В. Г. Особенности формирования полигенных россыпей золота и методы их оценки. – Хабаровск : АмурКНИИ, 1997. – 103 с.

баровск : АмурКНИИ, 1997. – 103 с. 8. Моисеенко В. Г., Карнаух Ю. А., Краснов Г. Ф. К вопросу о генезисе самородков золота месторождения Гарь-II // Вопросы золотоносности Дальнего Востока. – Благовещенск : ДВНЦ, 1971. – С. 132–136. 9. Неронский Г. И. Типоморфизм золота месторожде-

9. Неронский Г.И. Типоморфизм золота месторождений Приамурья. – Благовещенск : АмурКНИИ ДВО РАН, 1998. – 320 с.

10. Петровская Н. В. Самородное золото. – М. : Наука, 1973. – 348 с.

11. Степанов В. А., Мельников А. В. Золотороссыпные центры Приамурья // Региональная геология и металлогения. – 2022. – № 92. – С. 77–84.

12. Seccombe P. K., Hicks M. N. The Hill End goldfield, NSW, Australia – early metamorphic deposition of auriferous quartz veins // Mineralogy and petrology. – 1989. – Vol. 40. – Pp. 257–273.

### REFERENCES

1. Alekseev Ya. V., Zaskind E. S., Konkina O. M. K voprosu vydeleniya mineral'no-syr'evykh tsentrov tverdykh poleznykh iskopaemykh. *Otechestvennaya geologiya*, 2021, no. 3, pp. 19–27.

2. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii (tret'e pokolenie). Mashtab 1 : 1 000 000. Seriya Dal'nevostochnaya. List N-51 – Skovorodino, (M-51). Ob''yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Dal'nevostochnaya series. Sheets N-51 – Skovorodino, (M-51). Explanatory note]. Eds.: N. N. Petruk, M. N. Shilova, S. A. Kozlov et al. St. Petersburg, Kartfabrika VSEGEI, 2009, 448 p.

3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Dal'nevostochnaya. List N-52 – Zeya. Ob''yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Dal'nevostochnaya series. Sheet N-52 – Zeya. Explanatory note]. Eds.: A. N. Serezhnikov, Yu. R. Volkova, A. L. Yashnov et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2007, 326 p.

4. Mel'nikov A. V., Stepanov V. A. Geologo-strukturnye osobennosti i zolotonosnost' Oktyabr'skogo rudno-rossypnogo uzla Priamurskoy provintsii. *Rudy i metally*, 2013, no. 6, pp. 40–47.

5. Mel'nikov A. V., Stepanov V. A. Geologo-strukturnye osobennosti i perspektivy zolotonosnosti Adamikhinskogo rudno-rossypnogo uzla Verkhnego Priamur'ya. *Otechest-vennaya geologiya*, 2013, no. 6, pp. 31–38.

6. Meľnikov A. V., Stepanov V. A. Yasnenskiy rudnorossypnoy uzel: geologo-strukturnye osobennosti i perspektivy zolotonosnosti. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 2014, vol. 56, no. 2, pp. 148–159.

7. Moiseenko V. G. Osobennosti formirovaniya poligennykh rossypey zolota i metody ikh otsenki. Khabarovsk, 1997, 103 p.

8. Moiseenko V. G., Karnaukh Yu. A., Krasnov G. F. K voprosu o genezise samorodkov zolota mestorozhdeniya

Gar'-II. Voprosy zolotonosnosti Dal'nego Vostoka. Blagoveshchensk, 1971, pp. 132–136.

9. Neronskiy G. I. Tipomorfizm zolota mestorozhdeniy Priamur'ya. Blagoveshchensk, 1998, 320 p.

10. Petrovskaya N. V. Samorodnoe zoloto. Moscow, Nauka, 1973, 348 p.

11. Stepanov V. A., Mel'nikov A. V. Zolotorossypnye tsentry Priamur'ya. *Regional Geology and Metallogeny*, 2022, no. 92, pp. 77–84.

12. Seccombe P. K., Hicks M. N. The Hill End goldfield, NSW, Australia – early metamorphic deposition of auriferous quartz veins. *Mineralogy and petrology*, 1989, vol. 40, pp. 257–273.

*Степанов Виталий Алексеевич* – доктор геол.-минерал. наук, профессор, гл. науч. сотрудник, НИГТЦ ДВО РАН<sup>1</sup>. <vitstepanov@yandex.ru>

Stepanov Vitaliy Alekseyevich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chief Researcher, SRGC FEB RAS<sup>1</sup>. <vitstepanov@yandex.ru>

*Melnikov Anton Vladimirovich* – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, IGNM FEB RAS<sup>2</sup>. <a href="mailto:sciences.com">sciences.com</a>, Leading Researcher, IGNM FEB RAS<sup>2</sup>. <a href="mailto:sciences.com">sciences.com</a>, <a href="mailto:sciences.com"/>sciences.com</a>, <a href="mailt

<sup>1</sup> Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН (НИГТЦ ДВО РАН). Северо-Восточное шоссе, 30, Петропавловск-Камчатский, Россия, 683002.

Scientific Research Geotechnological Center FEB RAS (SRGC FEB RAS). 30 Severo-Vostochnoye shosse, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683002.

<sup>2</sup> Институт геологии и природопользования ДВО РАН (ИГиП ДВО РАН). Пер. Рёлочный, 1, Благовещенск, Амурская область, Россия, 675000.

Institute of Geology and Nature Management FEB RAS (IGNM FEB RAS). 1 Relochniy lane, Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 675000.

УДК 553.495(597) DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_100-106

Л. Б. Макарьев, Ю. Б. Миронов, В. З. Фукс (ВСЕГЕИ), Май Чонг Ту (GDGMV)

# О НОВОМ ТИПЕ УРАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТЬЕН АН (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВЬЕТНАМ)

В статье приведены сведения по геологии, структурной позиции, ураноносности графитсодержащих сланцев месторождения Тьен Ан. Определены поисковые критерии и признаки уранового оруденения. Сделаны выводы о перспективах промышленного оруденения прогнозируемого геолого-промышленного типа.

Ключевые слова: Вьетнам, ураноносность, графитсодержащие сланцы, перспективы промышленного оруденения.

L. B. Makariev, Yu. B. Mironov, V. Z. Fuks (VSEGEI), Mai Trọng Tú (GDGMV)

# ABOUT THE NEW TYPE OF URANIUM MINERALIZATION AT THE TIEN AN DEPOSIT, CENTRAL VIETNAM

The paper provides information on geology, structural position, uranium potential of graphite-bearing schist of the Tien An deposit. Exploration criteria and indicators for uranium mineralization are determined. Conclusions are drawn about prospects of economic mineralization of the predicted minable type.

Keywords: Vietnam, uranium potential, graphite-bearing schist, economic prospects.

Для цитирования: Макарьев Л. Б. О новом типе уранового оруденения на месторождении Тьен Ан (Центральный Вьетнам) / Л. Б. Макарьев, Ю. Б. Миронов, В. З. Фукс, Май Чонг Ту // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 100–106. DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_100-106

Полученная информация является результатом совместных научно-исследовательских работ Вьетнамского института геологии и минеральных ресурсов (GDGMV) и ВСЕГЕИ по изучению ураноносности территории Вьетнама, выполнявшихся в 2016 г. на ряде перспективных объектов. Одним из них являлась площадь Куанг Нам с известным уран-графитовым месторождением Тьен Ан и серией урановых проявлений, локализованных в сложнодислоцированных и гранитизированных графитсодержащих кристаллических сланцах венд-кембрийского возраста (рис. 1). Отрывочные и достаточно противоречивые сведения по геологии и ураноносности этой площади ранее приводились в публикациях ВСЕГЕИ и обобщающих изданиях вьетнамских геологических организаций [1-3].

Площадь Куанг Нам (3000 км<sup>2</sup>) расположена в тектоническом блоке, занимающим северную часть Индосинийского древнего массива Центрального Вьетнама. Блок хорошо выражен в геофизических полях. В гравитационном поле ему соответствует широтная линейная аномалия с высокими значениями поля До относительно северных и южных структур и растянутым градиентом с понижением до 50 мГал. В магнитном поле отчетливо проявлены контрастные градиенты, соответствующие протяженным широтным надвиговым зонам, и линейные нарушения структуры магнитного поля, фиксирующие разломы сдвигового типа северо-западной ориентировки.

Интенсивные тектонические субгоризонтальные движения сдвигово-надвигового типа определили широтное развитие пликативных и разрывных дислокаций, дискордантно ориентированных к субмеридиональным структурам древних толщ Индосинийского массива.

Большую часть площади занимают сланцевые комплексы средней и верхней подсвит венд-нижнекембрийской свиты Кхам Дук. Средняя (рудовмещающая) подсвита сложена высокоглиноземистыми кварц-силлиманитовыми, кварц-полевошпат-силлиманитовыми с кианитом и гранатом сланцами, графитсодержащими сланцами с линзами графита и редкими прослоями флогопит- и форстеритсодержащих мраморов. Эти породы образуют узкие, ограниченные надвиговыми разломами, брахиантиклинальные складки, на крыльях которых распространены



# Рис. 1. Схематическая геологическая карта площади Куанг Нам с данными по металлогении и радиометрии

кварц-биотит-силлиманитовые и кварц-двуслюдяные сланцы, 2 – средняя часть разреза (рудовмещающая): высокоглиноземистые кварц-полевошпат-силлиманитовые с крупные надвиговые швы; 11 – диагональные разломы сдвигового типа; 12 – разрывные структуры по данным интерпретации карт магнитного поля; 13 – уран-графитовое месторождение Тьен Ан (а), проявления и пункты минерализации урана (6); 14 – появления золота (а), месторождения графита (6); 15 – интенсивные радиометрические вошпат-серицитовые сланцы, кварциты свиты Дак Лонг (P<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>); 5 – миматит-граниты, миматит-гранитогнейсы комплекса Чу Лай (PR<sub>2</sub>-C); 6 – амфиболит-гнейссею-кри-сталлосланцевые образования комплекса Нгок Линь (PR); 7 – биотитовые и двуслюдяные граниты и граносиениты комплексов Хай Ван и Ба На (P<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>); 8 – диориты, гранодиориты, биотит-роговообманковые граниты комплекса Бен Гианг – Куе Сон (P<sub>2-3</sub>); 9 – диориты, гранодиориты, граниты комплекса Диен Бинь – Ча Бонг (O<sub>2</sub>-S<sub>1</sub>); 10 – кианитом и гранатом сланцы, графитсодержащие сланцы с линзами графита, 3 – верхняя часть разреза: близкие по составу, но безграфитовые сланцы; 4 – кварц-поле-*1–*3 – свита Кхам Дук (PR<sub>2</sub>–C). 1 – основание разреза: амфиболиты, гранат-амфиболовые и кумингтонитовые сланцы, биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсы. ореолы по данным аэрорадиометрической съемки; 16 – участок месторождения Тьен Ан. близкие по составу, но безграфитовые сланцы верхней части разреза. В пределах площади известны мелкие месторождения золота жильной золото-кварцевой формации, локализованные в зонах дробления среди кристаллических сланцев свиты Кхам Дук.

Кристаллические сланцы средней и верхней частей разреза прорваны изометричными в плане массивами высокорадиоактивных грейзенизированных биотитовых, двуслюдяных гранитов и граносиенитов пермо-триасового возраста комплексов Хай Ван, Ба На и дайками лампрофиров, а также малыми интрузиями гранитогнейсов силур-девонского комплекса Дай Лок. Граниты характеризуются повышенной щелочностью с преобладанием калия и хорошо выраженной специализацией на уран. Фоновые содержания урана составляют 4-8 и до 20-26 г/т в наиболее кислых разностях с увеличением концентрации тория до 37 г/т. К южной системе надвигов приурочены крупные массивы ультраметамофических гранитов: мигматит-граниты и мигматит-гранитогнейсы позднего протерозоя.

Рудоносная зона (12 × 6 км) с линзами обогащенных графитом сланцев протягивается в широтном направлении, вмещает уран-графитовое месторождение Тьен Ан, проявление Тьен Хеп и группу радиогеохимических аномалий с содержаниями урана от 26 до 560 г/т, тория от 10 до 210 г/т.

Ранее на этом месторождении силами вьетнамской стороны проведены поисково-оценочные работы с бурением скважин (глубиной до 140 м) и проходкой горных выработок. В результате выявлено несколько рудных тел мощностью 1,5-3,5 м, протяженностью до 300 м с содержанием урана от 0,012 до 0,03% в центральных и периферических частях линз графитсодержащих сланцев. Природа радиоактивности рудных залежей урановая. Содержание графита в рудоносной зоне составляет 75-90% объема породы. Запасы графита на месторождении категории С<sub>2</sub> составляют 169,5 тыс. т; запасы урана категории С<sub>2</sub> при среднем содержании 0,02% составили 78 т, ресурсы урана категории P<sub>1</sub> оценены в 180 т, категории Р<sub>3</sub> – 32 800 т.

В рудных телах на месторождении Тьен Ан урану сопутствуют аномально высокие концентрации ряда рудных элементов, в целом отражающие геохимический тип рудовмещающих графитоносных тощ средней части свиты Кхам Дук (таблица).

Урановая минерализация представлена отенитом, ураноцирцитом, франсвиллитом, гидронастураном и урансодержащими железооксидными соединениями. В составе руд присутствуют графит, кварц, слюды, полевой шпат, пирит, хлорит, эпидот, серицит, лимонит, реже турмалин. В повышенных концентрациях в породах коренных выходов, совместно с графитом и ураном, находятся Ва, V, Mo, Cu, Pb, Be; в донных осадках к ним присоединяются Y, Yb, Ag, Au, As. По мнению вьетнамских геологов, генезис уранового оруденения осадочно-метаморфогенный [3] при образовании осадочных пород с урансодержащим органическим веществом и последующим метаморфизмом.

Детальные наблюдения в процессе полевых работ позволили уточнить и несколько иначе трактовать условия формирования и генетическую природу уранового оруденения месторождения Тьен Ан.

С поверхности установлено несколько горизонтов высокоуглеродистых графитовых сланцев, содержащих прослои чистого графита мощностью от 0,1–0,5 до 1 м. Видимая мощность всей пачки сланцев свиты Кхам Дук превышает несколько десятков метров. Повышенная радиоактивность, приуроченная к графитовым сланцам, также фиксируется в окружающих графитсодержащих и безграфитовых слюдисто-кварц-полевошпатовых сланцах и в жильных телах гранитов и пегматитов на участках осложнения разреза складчатостью, послойными и секущими разрывными дислокациями.

Ураноносный «графитовый горизонт» сложен слюдисто-кварц-полевошпат-графитовыми сланцами с мусковитом и биотитом, включающими линзы мономинерального графита. Радиоактивность графитового горизонта – от 140 до 250 мкР/ч при содержаниях урана 203,7-210 ррт, тория -33-38 ррт. В выветрелых породах непосредственно над графитовым горизонтом радиоактивность повышается до 400 мкР/ч. В наиболее активной зоне среди графитсодержащих сланцев с прослоями и линзами мономинерального графита, линзовидно-прожилковыми обособлениями кварца и развитием наложенной серицитизации (гидросерицитизации) по плоскостям сланцеватости радиоактивность - до 770 мкР/ч, содержание урана – до 922 ррт, тория – 61 ррт (рис. 2). Следует отметить, что максимальные радиоактивность и концентрация урана тяготеют к контакту графитового горизонта и безграфитовых сланцев.

При строительстве дороги экскаватором вскрыт на вертикальную мощность более 10 м сланцевый комплекс средней части свиты Кхам Дук (рис. 3). Характерная особенность разреза – высокая насыщенность сланцев жильными субпластовыми

Таблица

Номер	Наименование породы	Элементы, г/т								
пробы	Паименование породы	V	Cr	Ni	Sc	Ce	Мо	Th	U	$P_2O_5$
4501/1	Мономинеральный графит	320 280	78 120	320 270	15 17	200 150	300 270	12,5 21,2	566 972	0,45 0.87
4501/3	Графитсодержащий сланец	480	240	160	26	130	76	13,3	179	0,34



Рис. 2. Характер залегания графитоносных пород с данными гамма-спектрометрии. Максимальная радиоактивность показана в точках измерения, в марке – содержания U и Th в ppm



Рис. 3. Тектонически нарушенные сланцы свиты Кхам Дук, прорванные крупными межслойными телами грейзенизированных гранитов и обособленными пегматитами



# Рис. 4. Колонки скважин по поисковому профилю месторождение уран-графитовых руд Тьен Ан

1 – современные почвенные и аллювиальные отложения; 2 – сланцы (гнейсы) кварц-полевошпатовые, кварц-полевошпат-слюдистые, часто с силлиманитом и гранатом; 3 – графитсодержащие сланцы; 4 – графитовая порода; 5 – амфиболиты; 6 – мраморы; 7 – граниты, пегматитовые породы; 8 – мигматизированные породы; 9 – участки с карнированных мраморов; 10 – кривая гамма-каротажа со значениями максимальной интенсивности в мкР/ч; 11 – положение скважин по линии разреза и их номера

и секущими телами гранитов и пегматитов (до 50% разреза), в которых отчетливо проявлены ранние постмагматические полевошпатовые и грейзеновые, а также поздние серицит-гидрослюдистые изменения по вмещающим породам.

Во вскрытом обнажении граниты находятся в равном соотношении с породами рамы.

Сланцы характеризуются существенно слюдистым составом (с кварцем, полевым шпатом), местами содержат графит и включают будинообразные линзы и прожилки кварца. Складчатость в сланцах сопровождается их микрогофрировкой. Биотитовые и лейкократовые существенно калиевые граниты пермо-триасового возраста комплекса Хай Ван развиваются в виде сближенных линз и ветвящихся тел мощностью до 3-5 м. Граниты среднезернистые, крупнозернистые и грубозернистые пегматоидные. Пегматиты и кварцевые жилы образуют обособления среди грубозернистых гранитов; аплитовидные граниты - в виде секущих тел. Граниты и пегматиты повсеместно грейзенизированы, содержат скопления турмалина и крупнолейстового мусковита. По контактам гранитов и сланцев отмечается наложенная биотитизация и мусковитизация. Отчетливо проявлена пологая постгранитная тектоника: граниты дробленые, местами интенсивно рассланцованные, милонитизированные, маломощные жилы будинированы.

В гранитах и пегматитах с фоновой радиоактивностью около 50 мкР/ч содержание урана составляет 17 ppm, тория – 53,4 ppm; на аномальных участках с радиоактивностью до 100 мкР/ч содержание урана повышается до 136 ppm, тория – 54,2 ppm, калия – 9,8%; в сланцах содержания урана – 10 ppm, тория – 20 ppm.

На проявлении урана Тьен Хеп, расположенном в этой же рудоносной зоне, отмечены следующие особенности. Внутри горизонта мономинеральных графитов и по контакту графитовых и слюдисто-кварцевых сланцев размещаются согласно напластованию пород жильные тела пегматоидного облика турмалин-кварц-полевошпатового состава мощностью от 0,1–0,2 до 0,6–1 м, приуроченные к пологой межпластовой зоне смятия, дробления и рассланцевания. Графитовые сланцы деформированы и рассланцованы; пегматоидные граниты катаклазированы. В сланцах отмечается новообразование мелко-тонкочешуйчатой серицитизации (гидрослюдизации).

Радиоактивность безграфитовых сланцев составляет 20–30 мкР/ч, содержание урана – 13,4 ppm, тория – 34,7 ppm; радиоактивность пегматоидных пород – 38–53 мкР/ч при содержании урана от 25,1 до 42,8 ppm, тория – от 29,4 до 38,5 ppm; радиоактивность черных графитовых сланцев достигает 72 мкР/ч, содержание урана 59,6 ppm, тория до 39,5 ppm, калия 9,8%.

Отмеченные особенности продуктивной на уран интенсивно гранитизированной толщи графитовых сланцев нашли подтверждение при работе с сокращенным керном скважин, пробуренным по поисковому профилю на месторождении Тьен Ан (рис. 4).

Разрез рудоносной толщи по скважинам представлен переслаиванием мигматизированных кварц-полевошпат-биотитовых и двуслюдяных сланцев с гранатом и силлиманитом, реже роговой обманкой, близких по составу графитсодержащих сланцев с горизонтами мономинеральных графитов и скарнированных мраморов. Весь разрез насыщен субсогласными телами биотитовых и лейкократовых гранитов и пегматитов мощностью 1-4 м. Граниты грейзенизированы с гнездами мусковита и вкрапленностью турмалина, пегматоидные жилы альбитизированы, по зонам дробления серицитизированы (гидрослюдизированы). Сланцы на контактах с гранитами биотитизированы, по зонам трещиноватости развиты хлорит, серицит и гидрослюды. Все породы в разной степени тектонически нарушены. По контактам с гранитами сланцы дробленые, кливажированные, наблюдаются зоны милонитов.

По данным гамма-каротажа, активность графитовых горизонтов достигает 500–900 мкР/ч при содержании урана 0,006–0,011%.

Выводы. Отмеченные особенности, а именно широкое развитие гранитных жильных инъекций, появление среди них пегматитовых и аплитовых фаз, площадное (объемное) проявление грейзенизации при более локальном проявлении хлоритовых и серицит-гидрослюдистых изменений, позволяют предполагать:

 непосредственную близость магматического очага и возможное положение площади месторождения и всей толщи графитсодержащих сланцев в надынтрузивной зоне скрытого гранитного массива;

– значительные преобразования всей осадочной толщи, включая графитовые сланцы, обусловленные воздействием магматических, постмагматических и наиболее поздних гидротермальных процессов.

Установленные факты свидетельствуют, что урановое оруденение участков Тьен Ан и Тьен Хеп, считавшееся ранее осадочно-метаморфогенным, имеет более сложный генезис и было окончательно сформировано в постмагматические (постгранитные) стадии тектонического и гидротермально-метасоматического преобразования специализированной на уран и гранитизированной углеродистой толщи свиты Кхам Дук. На наличие гидротермальных процессов указывают высокие и аномальные содержания ряда рудных элементов, полученные по результатам лабораторных определений во ВСЕГЕИ проб из рудных интервалов графитовых горизонтов месторождения Тьен Ан (в ppm): Мо – 270–300, Ni – 160–320, Sc – 15–26, Y – 44–120 и др.

Это предположение открывает дополнительные возможности выявления урановорудных концентраций жильного типа не только в самих графитовых сланцах, но и в экзо- и эндоконтактовых

и надынтрузивных зонах внедрившихся в них высокорадиоактивных гранитов.

Локальный прогноз позволяет достаточно высоко оценить потенциальные возможности обнаружения здесь новых урановорудных объектов с промышленными параметрами. Ожидаемые типы оруденения: урановый в зонах дробления графитоносных кристаллических сланцев и в экзоконтактах высокорадиоактивных гранитов с углеродистыми сланцами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миронов Ю. Б., Бузовкин С. В., Кулев-Негруца А. Д. Урановый потенциал Социалистической республики Вьетнам // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. – М. : ВИМС, 2010. – Вып. 155. 2. Geology and Earth Resources of Vietnam / Tran Van Tri, Vu Khuc. – Hanoi : Publishing House for Science and Technology, 2011. – 645 p.

3. Vietnam Mineral and Geological Resource // Bao Cong Thuong. – Hanoi : Vien Khoa hoc Dia chat va khoang san, 2011.

### REFERENCES

1. Mironov Yu. B., Buzovkin S. V., Kulev-Negrutsa A. D. Uranovyy potentsial Sotsialisticheskoy respubliki V'etnam. Materialy po geologii mestorozhdeniy urana, redkikh i redkozemel'nykh metallov. Moscow, 2010, iss. 155.

2. Geology and Earth Resources of Vietnam. Eds.: Tran Van Tri, Vu Khuc. Hanoi, Publishing House for Science and Technology, 2011, 645 p.

3. Vietnam Mineral and Geological Resource. Bao Cong Thuong. Hanoi, Vien Khoa hoc Dia chat va khoang san, 2011.

*Макарьев Леонид Борисович* – канд. геол.-минерал. наук, вед. специалист, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <Leonid\_Makariev@vsegei.ru> *Миронов Юрий Борисович* – доктор геол.-минерал. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <Yuri\_Mironov@vsegei.ru> *Фукс Владимир Зиновьевич* – вед. специалист, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <Vladimir\_Fuks@vsegei.ru> *Май Чонг Ту* – зам. гл. геолога, GDGMV<sup>2</sup>. <tumaitrong@gmail.com>

*Makarev Leonid Borisovich* – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Expert, VSEGEI<sup>1</sup>. <Leonid Makariev@vsegei.ru>

*Mironov Yuriy Borisovich* – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Department, VSEGEI<sup>1</sup>. <Yuri Mironov@vsegei.ru>

Fuks Vladimir Zinov'evich - Leading Expert, VSEGEI1. <Vladimir Fuks@vsegei.ru>

Mai Trong Tú – Deputy Chief Geologist, GDGMV<sup>2</sup>. <tumaitrong@gmail.com>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.

<sup>2</sup> Главное управление геологии и полезных ископаемых Вьетнама (GDGMV). Ул. Фам Нгу Лао, 6, Хоанкьем, Ханой, Вьетнам.

General Department of Geology and Minerals of Vietnam (GDGMV). 6 UI. Pham Ngu Lao, Hoan Kiem, Hanoi, Vietnam.

УДК 662:[556.3+624.131](571.1) DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_107-116

Э. Ш. Курбанов, А. М. Ахунжанов, Б. М. Абдурахманов (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО») А. Д. Каюмов (ТГТУ)

# ПРЕВЕНТИВНЫЕ МЕРЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ВЫЗВАННЫХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫМИ УСЛОВИЯМИ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

Рассматривается актуальность задачи, некоторые особенности гидрогеологических и инженерно-геологических процессов, вызванных природно-техногенными условиями при добыче полезных ископаемых (на примере отдельных высокогорных месторождений Нурата-Зарафшана). Методика исследований включает изучение не только расположения провала (обрушения), но и разрезов, примыкающих к провальными воронкам, так как немаловажную роль в их образовании играет поток подземных вод с действующими родниками. Изучены особенности развития прочностных и деформационных свойств горных массивов при формировании обвальных провальных обрушений, приводящих к изменениям горно-технических условий эксплуатации месторождений. Дается характеристика провала поверхности земли, образующегося в результате обрушения грунтов в горных выработках под влиянием в основном гидрогеологической и инженерно-геологической деятельности.

*Ключевые слова:* подземные воды, коэффициент фильтрации, трещиноватости, нерешенность, обрушения, устойчивость, напряжение.

E. Sh. Kurbanov, A. M. Akhunzhanov, B. M. Abdurakhmanov (SE «Institute GIDROINGEO»), A. D. Kayumov (TSTU)

# PREVENTIVE MEASURES BASED ON HYDROGEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL PROCESSES CAUSED BY NATURAL AND MAN-MADE CONDITIONS DURING MINERAL MINING (REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

The relevance of the problem, some features of hydrogeological and engineeringgeological processes caused by natural and man-made conditions during mining operations are discussed (case study of highland facilities of Nurata-Zarafshan ore deposits). The investigating procedure includes studying not only the location of a sinkhole (collapse), but also sections adjacent to the sinkholes, since an important role in their formation is played by groundwater flows with active springs. Features of the development of strength and deformation properties of rock masses during the formation of landslide sinkhole collapses, which result in changes in mining and technical conditions of deposit development, are studied. Sinkholes formed because of ground failure in mine workings under the impact, mainly, of the hydrogeological and engineering-geological activities in the mining area are described.

Keywords: groundwater, coefficient of permeability, fracturing, uncertainty, collapses, stability, stress.

Для цитирования: Курбанов Э. Ш. Превентивные меры на основе гидрогеологических и инженерно-геологических процессов, вызванных природно-техногенными условиями при добыче полезных ископаемых (Республика Узбекистан) / Э. Ш. Курбанов, А. М. Ахунжанов, Б. М. Абдурахманов, А. Д. Каюмов,// Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 93. – С. 107–116. DOI: 10.52349/0869-7892\_2023\_93\_107-116

Введение. При разработке месторождений полезных ископаемых увеличение объемов извлекаемых горных пород, а также глубин и подземных горных выработок приводит к усилению роли техногенных факторов в образовании гидрогеологических процессов. В связи с повышением буровзрывных работ и изменением схем ведения горных работ, тенденции проявления техногенных процессов, осложняющих разработку месторождений, не только усиливаются, но и провоцируют развитие различных гидрогеологических и инженерно-геологических процессов. В настоящее время более быстрыми темпами исчерпывается фонд приповерхностных, легко открываемых месторождений и дальнейшее расширение перспективных рудных районов может осуществляться преимущественно за счет обнаружения в сложных геологических условиях глубоких горизонтов, а также перекрытых мощными горными породами. Для безопасной и эффективной подземной разработки месторождений твердых полезных ископаемых (МТПИ) необходимо проводить детальные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования [3].

Так, исследование природных и техногенных факторов, их влияния на гидрогеологические и инженерно-геологические процессы при освоении месторождений, проблемы оценки их развития, предупреждения и ликвидации водопритоков горных выработок сегодня является актуальным [8].

Расширение ассортимента сырья для действующих предприятий региона требует предупреждения и ликвидации водопритоков в горные выработки, а также своевременное представление практических рекомендаций по способам осушения водопритоков штольневых горизонтов, позволяющий эффективно и безопасно разрабатывать рудные залежи [7].

Фактический материал. Основными природными факторами, определяющими гидрогеологические условия месторождения, являются климат района, геолого-тектоническое строение, рельеф территории и гидрография.

Из вышеперечисленных факторов наибольшее влияние на формирование водопритоков в горные выработки оказывают атмосферные осадки и техногенные факторы, являющиеся основным источником питания формирования подземных вод месторождений.

Климат района резко континентальный, с продолжительным летом и короткой холодной зимой. Климатические условия района месторождения характеризуются по данным метеостанции «Кошрабад». Среднегодовое количество осадков (сумма за год) – 388 мм, максимальное – 596 мм, минимальное – 289 мм, среднемноголетнее – 400 мм. Основное количество осадков (до 70–80%) приходится на весенне-осенний период.

В условиях резко континентального климата большая часть выпадающих осадков испаряется с поверхности почвы и растительности. Другая часть в связи с уклоном местности идет на пополнение поверхностного стока в период весеннего паводка. Лишь в местах выхода обнаженных трещиноватых палеозойских пород создаются благоприятные условия для инфильтрации атмосферных осадков и пополнения запасов подземных вод.

Нуратау-Зарафшанский горно-рудный район по административному делению включает Джизакскую, Самаркандскую, Навоийскую и Кашкадарынскую области. В состав региона входят реки Зарафшан и Сангзар. В северной части Нуратинского хребта находятся горы Северный Нуратау, Койташ, Писталитау, Ханбандитау, а в Южной части – Актау, Караччитау, Габдитау. К северным горам Зарафшана относятся горы Каратепа, Зирабулак-Зияэтдин, а на юге широко распространены небольшие горы Кошрабат, Южный Нуратау и Орасай. Западная часть Зарафшанского хребта расположена вблизи Тянь-Шаньского хребта и состоит из гор Каратепа (рис. 1).

В геологическом строении Гужумсайского месторождения принимают участие интрузивные породы палеозойского возраста и перекрывающие их чехлом мощностью до 100 м неоген-четвертичные отложения. Поступление подземных вод в горные выработки зависит от литологического состава горных пород, трещиноватости и их водно-коллекторских свойств. На Гужумсайском месторождении основное развитие получили интрузии гранитоидного состава (Кошрабадская интрузия), представленные граносиенитами, сиенитами и гранитами. Водопроводимость скальных пород зависит от характера, глубины распространения трещин и интенсивности затухания трещиноватости по глубине.

На большей части площади Гужумсайского месторождения интрузивные породы перекрыты с поверхности слабоводопроницаемыми неоген-четвертичными отложениями. По генезису верхнеплиоценовые отложения пролювиальные и представлены алевролитами с прослоями разногалечных конгломератов. Четвертичные отложения перекрывают породы неогенового возраста и представлены аллювиально-пролювиальными щебнистыми породами с мелкоземом. По дну долины р. Гужумсай получили развитие пролювиальные образования, представленные гравийно-галечниковыми породами с включениями валунов. Учитывая геологическое строение Гужумсайского месторождения, по степени обнаженности оно относится к закрытому типу [2]. На закрытых месторождениях водопритоки в горные выработки будут формироваться в строительный период за счет статических запасов подземных вод, а в дальнейшем при эксплуатации месторождения подтоком воды со стороны основных областей питания [9].

На обводненность месторождения существенное воздействие оказывает тектоническое строение. Из зон тектонических нарушений наблюдалось поступление значительных водных масс воды в горные выработки [6]. Положение Гужумсайского месторождения в структуре рудного поля определяется мощной зоной дорудных разрывов восточно-северо-восточного простирания, являющейся западной границей Чармитанского месторождения. Данная зона разрывов и рудовмещающие структуры представляют собой сопряженную систему выдержанных сколовых трещин, возникающих при относительных перемещениях больших блоков пород по Караулхона-Чармитанской зоне разломов глубокого заложения, являющейся рудоконтролирующей структурой всего рудного поля.

Караулхона-Чармитанская зона разломов охватывает южную часть площади месторождения, мощность ее достигает нескольких сот метров при падении, близком к вертикальному, простирание – субширотное. Состоит из серии субпараллельных


Рис. 1. Обзорная карта Нурота-Зарафшонского рудного поля

и косопересекающихся разломов мощностью от единиц до нескольких десятков метров. Караулхона-Чармитанская зона разломов наиболее древняя (доинтрузивная) и долгоживущая система, по которой в разные периоды происходили значительные и, возможно, разнонаправленные перемещения блоков пород. Крупные тектонические нарушения, пересекающие скальные палеозойские породы, обычно сопровождаются зонами дробления и брекчирования и могут служить проводниками между водоносными комплексами палеозойского и неоген-четвертичного возраста.

Рельеф площади месторождения – один из важнейших факторов, определяющих условия питания, транзита и накопления подземных вод. Расчлененность поверхности существенно влияет на степень обводнения месторождения, определяя условия поверхностного стока и дренирования подземных вод. Рельеф на площади Гужумсайского месторождения низкогорный, расчлененный. Абс. отм. изменяются от 900 до 1025 м и более. Относительные превышения составляют в среднем 50-100 м. Крутизна склонов 10-30°, реже достигает 35-40°. Незначительная крутизна склонов благоприятна для просачивания выпадающих атмосферных осадков, а расчлененность местности способствует созданию благоприятных условий для дренирования подземных вод. Но положение месторождения по отношению к местному базису эрозии (Гужумсай) неблагоприятное, так как расположено оно ниже местного базиса эрозии (горизонты отработки от +600 до +820 м), что вызывает повышенную обводненность горных выработок шахты № 1.

Гидрографическая сеть в районе месторождения образована р. Гужумсай, протекающей на западном фланге месторождения. Поверхностный сток по Гужумсаю играет опре-

деленную роль в восполнении ресурсов подземных вод месторождения и обводнении горных выработок, что подтверждается результатами режимных наблюдений за поверхностным стоком по Гужумсаю и водопритоками в подземные горные выработки шахты № 1. Наибольшие водопритоки отмечаются в период прохождения по саю максимального стока (март–апрель), однако могут проходить и позже. Это зависит от геологических условий района.

Проанализировав основные природные факторы формирования подземных вод месторождения, ниже приводим описание гидрогеологических условий Гужумсайского месторождения.

На площади месторождения по условиям распространения, залегания, питания и разгрузки подземных вод выделяются:

 водоносный комплекс аллювиальных современных и аллювиально-пролювиальных верхнечетвертичных отложений (aQ<sub>IV</sub>-apQ<sub>III</sub>);

 водоносный комплекс среднечетвертичных, пролювиальных отложений (pQ<sub>II</sub>);

 водоносный комплекс верхнеплиоценовых отложений (N<sup>3</sup><sub>2</sub>);

 трещинные воды верхнепалеозойских пород (уРz);

 трещинно-жильные воды зон тектонических нарушений.

Питание грунтовых вод современных и верхнечетвертичных отложений происходит за счет атмосферных осадков и подземных вод палеозоя, которые дренируются в гравийно-галечниковой толще Гужумсая.

В трещинно-жильных породах и (граносиенитах) расход воды колеблется от 0,01 до 0,18 л/с, поэтому дренажный эффект месторождения Гужумсай будет незначительным. Осушение по скважинам с поверхности земли не рекомендуется.

Осушение подземных горных глубоких горизонтов +540, +480, +420 и +360 м выработок необходимо производить следующими способами:

 круглосуточная откачка рудничных вод насосами;

 откачка воды из опережающих скважин и, возможно, водопонижающих колодцев;

– исключить инфильтрацию подземных вод из всех вышерасположенных (отработанных и закрытых) горных выработок (+820, +780, +720, +660 и +600 м) в нижние горизонты.

Таким образом, на площади Гужумсайского месторождения грунтовые воды неоген-четвертичных отложений будут участвовать в питании трещинных вод палеозоя при отработке месторождения. Искусственный тип режима накладывается на естественное снижение или повышение уровня подземных вод.

При вскрытии мощных зон дробления горных пород отмечаются водопроявления с расходом 1–8 л/с и резко увеличивается водоприток в систему горных выработок в целом. Как правило, с течением времени расход водопроявлений из зон разломов неуклонно снижается и через 1–2 года совершенно исчезает.

Исключение составляют крутопадающие разломы, выходящие непосредственно под неоген-четвертичные отложения и имеющие связь с грунтовыми водами. Расход водопроявлений из таких разломов, как правило, остается постоянным (штрек 26). При вскрытии выработками менее мощных разломов и зон дроблений наблюдались водопроявления трещинно-жильных вод с расходом от 0,02 до 1,5 л/с. В целом водообильность пород в зонах тектонических нарушений выше, чем в ненарушенной зоне [4].

Результаты статистической обработки физико-механических свойств граносиенитов месторождения Гужумсай горизонтов +660 и +600 м показывают их механические свойства и взаимосвязь с коэффициентом изменчивости. Так, среднеквадратичное отклонение механических свойств изменяется в пределах 0,01–13,2 и коэффициент изменчивости показателя составляет 0,18–30,9. Физические свойства горных пород граносиенитов среднеквадратичного отклонения изменяются от 0,061 до 1,00 и коэффициент изменчивости показателя составляет 2,2–100,76 [1].

Методы исследования. Гидрогеологическое исследование подземных горных выработок шахты

№ 1 и режимные наблюдения за водопритоками показали, что основными поступлениями подземных вод в выработки являются зоны тектонических нарушений, дробления и повышенной трещиноватости, т. е. трещинно-жильные воды [10].

На горизонтах +780, +720, +660 и +600 м по шахте № 1 наблюдения общий водоприток составляет от 35,7 до 136,0 л/с (рис. 2).

На горизонтах +660 и +600 м по шахте HTC-5Г наблюдения за водопритоками проводятся с 2017 г. За период наблюдений за водопритоками по шахте HTC-5Г произошли изменения: горизонт +660 м от 23,8 (июнь) до 18,4 л/с (март); горизонт +600 м от 3,5 (июнь) до 30 л/с (март) (рис. 3) [3].

Трещинно-жильные воды зон тектонических нарушений. Гидрогеологические структуры обводненных разломов отличаются от других тем, что трещинно-жильные подземные воды движутся преимущественно в крутопадающих разрывных дислокациях, секущих породы фундамента.

Проведение комплексного мониторинга гидрогеологических условий месторождения позволяет своевременно выявить основные источники питания подземных вод (ПВ), в частности по региональным поверхностным разломам или атмосферным осадкам, фильтрующиеся по саям, где имеются выходы коренных отложений, а также питание, возможное за пределами месторождения по скрытым водоносным горизонтам.

В настоящее время требуется применение современных методов, таких как геофизические исследования по скважинам (ГИС). Рационально комплексный метод (каротаж скважины) позволяет определить плотность горных пород по площади и глубине, что позволяет составить карту плотности горных пород месторождения. Кроме того, превентивные меры для ликвидации процессов с оценкой их развития, а также выдача рекомендации для



Рис. 2. Сопоставительный график изменения расхода воды в подземных горных выработках месторождения Гужумсай с атмосферными осадками



Рис. 3. График изменения расхода воды водопритоков в горные выроботки месторождения Гужумсай.

эффективного и безопасного проведения горно-добычных работ. На данном этапе применение ГИС технологий, освоение и применение 3D модели необходимо доработать и довести до логического завершения применительно к МТПИ.

Обсуждение результатов. В обводнении подземных горных выработок будут участвовать в основном трещинно-грунтовые и трещинно-жильные воды палеозойских пород. Грунтовые воды неоген-четвертичных отложений тоже принимают участие в обводнении горных выработок, но, в силу низких значений коэффициентов фильтрации коренных пород поступление их в горные выработки ограничено, несмотря на существенные запасы грунтовых вод. Грунтовые воды неоген-четвертичных отложений поступают в горные выработки главным образом через зоны тектонических нарушений, обладающие более высокими коэффициентами фильтрации.

Трещиноватость – одна из важнейших характеристик массивов скальных и полускальных пород, определяющая:

- воду и газопроницаемость пород;

прочностные и деформационные свойства массива;

- развитие гидрогеологических и инженерно-геологических процессов.

Для получения качественных и количественных показателей трещиноватости пород использовалась статическая обработка полученных полевых и лабораторных результатов. Итогом обработки является анализ взаимосвязи трещиноватости со структурами района работ и ее влияния на устойчивость подземных горных выработок [5].

На Гужумсайском месторождении основное развитие получили тектонические трещины, кроме того, имеются трещины разгрузки и искусственного

происхождения. Тектонические трещины представлены трещинами отрыва. Трещины отрыва крутонаклонные, вертикальные, способствуют образованию вывалов. Искусственные трещины возникли под влиянием выветривания и взрывных работ.

Трещины отрыва крутонаклонные, вертикальные, способствуют образованию вывалов. Большая часть трещин заполнена кварцем, хлоритом, окислами железа или перетертым материалом. Искусственные (техногенные) трещины возникли под влиянием взрывных работ и горного давления. Они обычно пологие, горизонтальные, с углом падения 40–45°.

При разведке месторождения твердых полезных ископаемых физико-механическим свойствам горных пород уделяется важное значение. Это связно с тем, что физико-механические свойства горных пород зависят от конструкции горных выработок, их устойчивости, развития разнообразных неблагоприятных геологических явлений, обводненности, горных выработок, а также от выбора способа вскрытия и системы разработки месторождения и, в целом, условий ведения горных работ. Следовательно, показатели этих свойств позволят количественно и качественно оценить горные породы, а также развитие неблагоприятных геологических процессов.

Петрографические свойства горных пород – важнейшая характеристика геологического строения, определяющая особенности физико-механических свойств, устойчивости и поведения в горных выработках.

На прочностные характеристики горных пород в основном влияет микротрещиноватость и наличие темноцветных минералов (биотита, роговой обманки), которые часто преобразованы вторичными процессами, т. е. они хлоритизированы, иногда замещаются карбонатом и гидрослюдой. Технология проходки горных выработок в трещиноватых породах (в зонах дробления):

 при обнаружении (горнопроходческими работами) зон дробления и разрывных нарушений пробурить наклонные, опережающие скважины глубиной 10–15 м;

- в забое по опережающим наклонным в скважине можно провести комплекс геофизических исследований (ГИС): акустический, гамма-каротаж, кажущееся удельное электрическое сопротивление пор и др. Эти исследования позволяют определить трещиноватость, водоносность горных пород и минерализацию подземных вод.

ГИС использование дополнительных модулей для трехмерного моделирования геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических процессов позволяет изменить научно-прикладные подходы общих исследований, которые применяют относительно недавно. При этом требуется постановка новых задач и разработка новых подходов в исследованиях гидрогеологических и инженерно-геологических процессов с учетом исследования (рис. 4).

Для более корректного отображения некоторых особенностей геологического строения месторождения Гужумсай по геологической и тектонической картам проводилась оцифровка объектов. Линии направлений разрывных нарушений отображают линейные структуры участка. Также оцифровывались данные полевых измерений трещинноватости, распространения осыпей, расположения выклинивания подземных вод, родников и др.

В центре месторождения Гужумсай проходит временный водоток Чармитансай, сложенный осадочным четвертично-неогеновым чехлом (Q+N<sub>2</sub><sup>3</sup>) мощностью 100–125 м, который служит источником питания трещинных вод палеозоя. По геологоразведочным данным и гидрогеологическим работам Центральный разлом (в виде «Конского» хвоста) пересекает Чармитансай в 500 м (на север) от пос. Чармитан (общежитие – гостиница). Выявлены на обводненность месторождения, которые существенно влияют на разрывные нарушения, получившие широкое развитие на площади месторождения. Крупные тектонические нарушения, пересекающие скальные палеозойские породы, обычно сопровождаются зонами дробления и брекчирования и служат проводниками между водоносными комплексами неоген-четвертичного возраста палеозоя.

Дренирование подземных вод в нижних глубоких горизонтах в естественных условиях должно уменьшать расход воды, а в этих условиях наоборот – расход воды увеличивается, т. к. происходит влияние техногенных факторов, что осложняет горнопроходческие работы в связи с увеличением водопритока в горные выработки. Можно установить, как приток питает подземные воды на нижних глубоких горизонтах. На природной поверхности разреза при наличии двух-трех штольневых горизонтов, откачка всех подземных вод должна производиться по отдельности из каждого штольневого горизонта.

Инженерно-геологические процессы, развитые при подземном способе разработки, факторы и причины формирования сводятся к следующему: при подземной разведке и разработке месторождения полезных ископаемых широкое развитие получили образования обрушения, провалы и вывалы горных пород.

По приуроченности обрушения унаследованы от горизонтальных и наклонных горных выработок и образуются:

 обрушения кровли горных выработок, которые приобретают куполообразную форму;



Рис. 4. Общий вид месторождения Гужумсай в трехмерном представлении

 большинство обрушений зоны – сложные сильнотрещиноватые среднеблочные типы пород, их падение параллельно оси выработок. Основная система трещин направлена диагонально или параллельно к горным (продольным) выработкам. Часто деформируемая толща тяготеет к зонам разрывных нарушений и дроблений;

 вывалы связаны с геолого-тектоническими условиями (пространствами), прилегающими к кровле и стенкам подземных горизонтальных выработок, а их форма и размеры определяются шириной и высотой пролета выработки, густой сетью трещин, образующих хаотические формы разрыхления, которые тесно связаны металлогенической разностью пород как углисто-слюдистые сланцы;

 провалы воронки формируются в неглубоко заложенных горизонтальных горных выработках, проходящих вдоль зоны дробления разломов, круто залегающих рудных тел и при наличии разломов в верхних частях.

Отработанные рудные зоны образуют воронки обрушения, дальнейшее развитие которых в более глубоких горизонтах формируют мульды сдвижения. Ослабленными зонами являются тектонические разрывы и крупные трещины, а также межконтактные прослои. Они в основном расположены вертикально или под косым углом относительно выработанного пространства.

На поверхности месторождения развиваются различные виды деформации и типы смещения. Эти провалы горных пород, воронки обрушения взаимосвязаны и могут развиваться последовательно. Провалы горных пород формируются на тех участках, где горные выработки заложены на небольших глубоких разломах вдоль зон дробления, над верхней частью отработанных жильных зон вызывают воронки обрушения.

В районе от шахты № 1 месторождения Гужумсай 10 октября 2017 г. в 300-400 м проявилась провальная воронка (рис. 5). Ее признак – образование трещин на поверхности в толще лессовидных суглинков диаметром 30-40 м, глубиной захвата до первого горизонта 80-100 м.

Процесс проявился за сутки. Со временем за пределами воронок началось образование дугообразных трещин, усатые воронки начали обрушаться. Выявление и оценка условий формирования существующей провальной воронки, место развития, а также изучение геолого-тектонического блокового строения рудной зоны и других участков в целом дает возможность полагать, что на аналогичных участках при отработке горнодобычных работ возможно проявление крупных деформаций





#### Рис. 5. Вид провальных воронок

- 1 неоген-четвертичные отложения; 2 граносиенитовые породы;
- 3 рудные тела; 4 кварцевые тела; 5 тектонические разломы;
- 6 горные выработки

в виде внезапного проседания большого объема породных масс.

Рекомендации по водопонижению превентивных мер и ликвидации водопритоков в горные выработки месторождения.

А. Первоочередные превентивные меры безопасности для безотлагательной проходки горных выработок сложных гидрогеологических и инженерно-геологических условий. Основные причины затопления призабойных участков месторождения Гужумсай.

1. Нарушение технологии горных выработок на горизонтах +820, +780 и +720 м, водосборники не зацементированы, что является причиной инфильтрации в нижние горизонты; шахтные воды самотеком собираются в водосборниках по наклонным горным выработкам без цементации – это ежедневные системные выполнения; происходит длительное накопление воды в водосборниках во всех горизонтах; система откачки с горизонта на другой горизонт создает условия мероприятия. Круговая циркуляция (горизонты +820, +780, +720, +660 и +600 м) по подземным выработкам. С учетом реальных условий нужно проработать откачку на прямую поверхность.

2. Установлено, что основное питание водами месторождения Гужумсай осуществляется по региональным приповерхностным разломам и, возможно, скрытым субмеридиональным направлениям по долине р. Гужумсай, которые начинаются с южного склона по выходам силурийских отложений по хребту Северной Нураты.

3. При подземных горнопроходческих работах (и особенно взрывных работ) изменяются природные гидрогеологические условия: появляются искусственные трещины (мощность достигает 3-4 м от стенок выработок), которые способствуют и ускоряют выклинивание подземных вод до 10-15 л/с, при сравнительно большом уклоне подземных горных выработок (особенно в транспортном штреке) рудничные воды скапливаются (самотеком) в забое штолен, что приводит к подтоплению последних, а это затрудняет горнопроходческие работы.

Б. Заблаговременное предупреждение и ликвидация водопритоков в горные выработки. Наибольшим затруднением при подземной проходке горных выработок является водоприток, отличающийся быстрым развитием. Определить заранее место (интервал) проявления подземных вод и их количественные показатели (расход водопритока) можно только в процессе проходки выработок и по крупномасштабным исследованиям.

Для предупреждения (и ликвидации) изменения гидрогеологических и инженерно-геологических условий при горнопроходческих работах на глубоких горизонтах месторождения Гужумсай необходима информация, которую можно получить при проведении мониторинга подземных вод: расход воды в штольневых горизонтах, наблюдение за уровнем подземных вод по гидрогеологическим скважинам и направлением их движения. Эти качественный и количественный показатели под-

земных вод дают возможность предсказать увеличение расходов воды в местах разломов и зон дробления, осложняющее ведение горнопроходческих работ. В конечном итоге можно корректировать безопасные проектные решения и направления горнопроходческих работ. Это позволяет оценить состояние изменения гидрогеологических и инженерно-геологических условий для изменения обстановки при горнопроходческих работах, и чтобы принять своевременные неотложные меры о ликвидации непредвиденных ситуаций: прорыв подземных вод в горные выработки, а также влияние взрывов на горнотехнические условия эксплуатации. По массивам горных выработок дополнительно создаются техногенные трещины длиной 5-10 см, что создает благоприятные условия для выклинивания инфильтрации воды и концентрации подземных вод в отдельных интервалах проектируемых линий горнопроходческих работ. При проходке возможны пересечение зон дробления и выход подземных вод до 7-10 л/с.

Места возможного локального накопления подземных вод заранее предсказать трудно. Это связано со многими факторами: взаимодействием поверхностных вод с подземными, с разрывными нарушениями, а также с перетеканием воды с верхнего водоносного горизонта в нижний; изменением естественно природных условий, являющихся основными факторами, причиной обводнения и прорыва воды, которые затрудняют проходку подземных горных выработок.

В. Своевременные практические рекомендации по способам осушения (ликвидации) водопритоков в забоях штольни горизонтов +660 и +600 м.

1. Горизонты +820, +780 и +720 м осушить насосами.

2. Для стока воды по штольневым горизонтам предусмотреть съемные лотки для урегулирования сточных вод или водопроводные трубы. Съемные лотки необходимы в случае внезапного притока воды в забой с большим расходом до 15 л/с и для изоляции с нижними горизонтами.

3. В процессе проходческих работ необходимо (зона дробления) пробурить опережающие скважины в забое штолен глубиной 10–15 м. Это позволит заблаговременно обнаружить возможные обводненные участки (со временем расход подземных вод изменяется и снижается).

4. Участки с большим водопритоком нельзя тампонировать (цементом) во избежание их прорыва в другом месте.

5. Водоотлив из горных выработок следует вести круглосуточно.

6. Изоляция горных выработок от поверхностных вод, питающих региональные разломы: промежуточное, Центральный и др. Изолировать места выходов на поверхность коренных пород с разрывными нарушениями в зонах дробления.

7. Проведение осушительных мероприятий в процессе эксплуатации месторождения (осушения из горных выработок), снижение уровня (или напора) подземных вод в процессе эксплуатации

может быть произведено с помощью различных дренажных устройств:

1) опережающих скважин, пробуренных горизонтально в забое штолен на глубину (длину) 10-15 м. Это позволяет заблаговременно обнаружить обводненные участки (мы считаем, что вода в скважине (в забое) должна изливаться из трещин естественно (не тампонировать). Кроме того, для откачки воды необходимо предусмотреть водосборный колодец глубиной 1-3 м (вдоль борта выработки) для откачки воды;

2) необходимо строить дренажные канавы, которые располагаются посередине выработок;

3) можно испытать эффективность понижающих колодцев, которые находятся в подошве штреков (штолен) на глубине 2-4 м (диаметр их – 152 мм, расстояние между скважинами 5-10 м) с последующей откачкой воды из них. Понижающие колодцы рекомендуется закладывать при пересечении выработками зон дробления (вблизи от забоя).

8. На месторождениях, где возможны прорывы больших масс воды на сильно дробленых участках, необходимо переводить рудники на так называемый «водный режим», предусматривающий проведение ряда мер, в значительной степени защищающиеся горные выработки от затопления. Это – четкая организация водоотлива под усиленным надзором, наличие резервного насосного парка достаточной мощностью на случай прорыва больших масс трещинно-жильных вод.

Водосборники на таких месторождениях должны иметь достаточную емкость для приема увеличенного притока. Все устройства, предназначенные для борьбы колодца с подземными водами: насосный парк рудника, водосборные колодцы, водонепроницаемые перемычки, водосточные канавы и пр. должны содержаться в полном порядке. Таким образом, организация мощного, беспрерывного водоотлива приводит к созданию на месторождении обширной воронки депрессии.

9. Для разработки рекомендаций по водопонижению, предупреждению и ликвидации водопритоков горные выработки нижних и глубоких горизонтов месторождения Гужумсай необходимо провести длительный мониторинг (3-4 года) подземных вод и горных выработок, осуществить детальные инженерно-гидрогеологические исследования по структурно-тектоническому строению рудного поля для установления взаимосвязи поверхностных и подземных вод и их влияния на горные выработки глубоких горизонтов, а также проанализировать и обобщить гидрогеологическую и инженерно-геологическую информацию с начала эксплуатации (промышленного освоения) месторождения Гужумсай. Это позволит составить математическую, геомеханическую и геофильтрационную модели, которые являются основной разработкой.

Заключение. Анализ, обобщение и комплексное изучение гидрогеологических и инженерногеологических условий месторождения позволит установить и выявить увеличение водопритока в добычные штольневые горизонты, заблаговременно принять необходимые меры безопасности горнопроходческих работ.

Водопонижение притоков в горных выработках основывается на систематическом обследовании поверхности пород подземных горных выработок месторождения в местах выхода коренных пород, водозаборных площадей и т. д. Результаты обследований позволят оценить состояние пройденных подземных горных выработок и возможные гидрогеологические и инженерно-геологические процессы при планировании горнодобычных работ на перспективных площадях.

Превентивные меры и ликвидация водопритоков, осложняющих проходку горно-добычных работ, а также оценка обстановки имеет рекомендательный характер, позволяющий своевременно предусмотреть защитные меры, ограничивающие и исключающие негативные явления.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арипова Ф. М., Мирасланов М. М. и др. Физико-механические свойства горных пород рудных месторождений Узбекистана. – Ташкент : ГП «ГИДРОИНГЕО», 2006. – 223 с.

2. Исоков М. У., Зималина В. Я., Колоскова С. М. Условия размещения золотого оруденения, методика и достоверность разведки на примере месторождения Гужумсай. – Ташкент : ГП «НИИМР», 2013. – 185 с.

3. Курбанов Э. Ш. Гидрогеологические и инженерно-геологические процессы на месторождении Гужумсай // Геология и минеральные ресурсы. – 2019. – № 5. – С. 67–70.

4. Курбанов Э. Ш. Прогнозирование зон формирования гидрогеологических и инженерно-геологических процессов в связи с подземной разработкой месторождений твердых полезных ископаемых Нурата-Зарафшанского горнорудного района // Разведка и охрана недр. – 2021. – № 11. – С. 34–39.

5. Меликулов Р. А., Худойкулов А. А. Особенности развития провальных воронок юго-западной территории Узбекистана и основные факторы их формирования // Мат-лы I Междунар. науч.-техн. конф. «Роль науки и практики в усилении устойчивости и актуализации управления рисками проявления экзогенных геологических процессов». – Ташкент : ГП «ИМР», 2019. – С. 47–51.

6. Мирасланов М. М. Инженерная геология, гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых Узбекистана. – Ташкент : ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», 2011. – С. 100–164.

7. Мирасланов М. М., Закиров М. М. Инженерно-геологические процессы, развитые на месторождениях твердых полезных ископаемых Узбекистана: оценка и прогноз. – Ташкент, 2015. – 166 с.

8. Abdurakhmanov B. M. Hydrogeological and engineering-geological processes in «Khandiza№ deposit // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. – INDIA, 2018 (September–December). – Pp. 92–98.

9. Kurbanov E. Sh. Engineering and geological conditions for the stability of mine workings during development (for example, the tungsten deposit Khodjadik) // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. – INDIA, 2020 (May–August). – Pp. 158–163.

10. Kurbanov E. Sh., Akhunjanov A. M., Isomiddinov Ya. Ya. Hydrogeological and engineering-geological conditions of the Guzhumsay deposit // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. – INDIA, 2020 (September– December). – Pp. 31–34.

### REFERENCES

 Aripova F. M., Miraslanov M. M. et al. Fiziko-mehanicheskie svojstva gornyh porod rudnyh mestorozhdenij Uzbekistana. Tashkent, GP «GIDROINGEO», 2006, 223 p.
Isokov M. U., Zimalina V. Ya., Koloskova S. M.

2. Isokov M. U., Zimalina V. Ya., Koloskova S. M. Uslovija razmeshhenija zolotogo orudenenija, metodika i dostovernost' razvedki na primere mestorozhdenija Guzhumsaj. Tashkent, GP «NIIMR», 2013, 185 p.

3. Kurbanov E. Sh. Gidrogeologicheskie i inzhenernogeologicheskie processy na mestorozhdenii Guzhumsaj. *Geologija i mineral'nye resursy,* 2019, no. 5, pp. 67–70.

4. Kurbanov E. Sh. Prognozirovanie zon formirovanija gidrogeologicheskih i inzhenerno-geologicheskih processov v svjazi s podzemnoj razrabotkoj mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh Nurata-Zarafshanskogo gornorudnogo rajona. *Razvedka i ohrana nedr*, 2021, no. 11, pp. 34–39.

5. Melikulov R. A., Hudojkulov A. A. Osobennosti razvitija proval'nyh voronok jugo-zapadnoj territorii Uzbekistana i osnovnye faktory ih formirovanija. Mat-ly I Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. «Rol' nauki i praktiki v usilenii ustojchivosti i aktualizacii upravlenija riskami projavlenija

jekzogennyh geologicheskih processov». Tashkent, GP «IMR», 2019, pp. 47–51.

6. Miraslanov M. M. Inzhenernaja geologija, gidrogeologija mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh Uzbekistana. Tashkent, GP «Institut GIDROINGEO», 2011, pp. 100–164.

 7. Miraslanov M. M., Zakirov M. M. Inzhenernogeologicheskie processy, razvitye na mestorozhdenijah tvjordyh poleznyh iskopaemyh Uzbekistana: ocenka i prognoz. Tashkent, 2015, 166 p.
8. Abdurakhmanov B. M. Hydrogeological and

8. Abdurakhmanov B. M. Hydrogeological and engineering-geological processes in «Khandiza» deposit. International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. INDIA, 2018 (September–December), pp. 92–98.

9. Kurbanov E. Sh. Engineering and geological conditions for the stability of mine workings during development (for example, the tungsten deposit Khodjadik). International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. INDIA, 2020 (May–August), pp. 158–163.

10. Kurbanov E. Sh., Akhunjanov A. M., Isomiddinov Ya. Ya. Hydrogeological and engineering-geological conditions of the Guzhumsay deposit. International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Centre for Info Bio Technology, Jaipur. INDIA, 2020 (September–December), pp. 31–34.

- Курбанов Элбой Шавкатович доктор философии геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»<sup>1</sup>. <elboy.qurbonov@mail.ru>
- Ахунжанов Алимжан Махмуджанович канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»<sup>1</sup>.

Абдурахманов Батир Мирзапович – зав. лабораторией, ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»<sup>1</sup>. <abdurakhmanov.b60@mail.ru> Каюмов Абдубоки Джалилович – доктор техн. наук, профессор, ТГТУ<sup>2</sup>.

Kurbanov Elboy Shavkatovich – Doctor of Philosophy of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, SE «Institute GIDROINGEO»<sup>1</sup>. <elboy.gurbonov@mail.ru>

Akhunzhanov Alimzhan Mahmudzhanovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, SE «Institute GIDROINGEO»<sup>1</sup>.

Abdurakhmanov Batir Mirzapovich – Head of Laboratory, SE «Institute GIDROINGEO»<sup>1</sup>. abdurakhmanov.b60@mail.ru Kayumov Abdubogi Dzhalilovich – Doctor of Technical Sciences, Professor<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Институт гидрогеологии и инженерной геологии (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»). Ул. Олимлар, 64, Ташкент, Узбекистан, 100041.

Institute of Hydrogeology and Engineering Geology (SE «Institute GIDROINGEO»). 64 UI. Olimlar, Tashkent, Uzbekistan, 100041.

<sup>2</sup> Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова (ТГТУ). Университетская ул., 2, Ташкент, Узбекистан, 100095.

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (TSTU). 2 Universitetskaya ul., Tashkent, Uzbekistan, 100095.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

# Порядок направления, рецензирования и опубликования статей

Редакция в своей деятельности руководствуется правилами издательской этики и предотвращения недобросовестной практики публикаций. Перед отправкой рукописи в редакцию автору необходимо ознакомиться с условиями опубликования статьи в журнале, в том числе с данными Правилами для авторов и Этическими принципами научных публикаций, размещенными на сайте журнала.

Статьи должны соответствовать профилю журнала. К рукописи статьи прилагаются сопроводительное письмо организации и акт экспертизы (для русскоязычных статей) о возможности публикации в открытой печати. Статья должна быть предоставлена в издательство в двух вариантах: для рецензентов (см. п. 10) и редакции (см. пункты 1, 5, 7, 8) – с целью дальнейшего опубликования в журнале после внесения всех необходимых замечаний и исправлений.

Редакция осуществляет рецензирование всех поступивших материалов с целью их экспертной оценки. Окончательное решение принимает редколлегия, опираясь на результаты независимого рецензирования. Рецензии хранятся в редакции журнала в течение 5 лет. При поступлении запроса редакция направляет копию рецензии в Министерство образования и науки РФ. Статьи, требующие доработки, высылаются авторам. Если статья не принимается редколлегией к публикации, редакция журнала направляет авторам мотивированный отказ. Оригиналы статей не возвращаются.

Статьи от зарубежных авторов принимаются и публикуются на английском языке. Фамилия, имя, название статьи, аннотация, ключевые слова, список литературы должны быть представлены на двух языках – английском и русском.

Статья должна быть подписана автором (соавторами) перед списком литературы. К статье обязательно прилагаются сведения обо всех авторах на русском и английском языках: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, ученое звание, должность, полное название организации, ее почтовый адрес, e-mail автора.

Плата за публикацию с авторов (в том числе аспирантов и соискателей) не взимается. Гонорары не выплачиваются.

### Требования к оформлению авторских оригиналов статей

При подготовке статей редакция просит авторов руководствоваться следующими правилами:

1. Максимальный объем статьи не более 40 страниц, включая таблицы, графику и список литературы (или объем текста, равный 40 тыс. знаков (с пробелами), графических материалов – 3000 см<sup>2</sup>).

Статья (с индексом УДК) должна быть представлена на электронном носителе (CD, эл. почта, сеть) в формате Word Document (\*.doc) с желательным приложением распечатки в одном экземпляре на бумаге формата А4.

2. Распечатка должна полностью соответствовать электронной версии. Шрифт текста Times New Roman, размер 12 пт, междустрочный интервал 1,5, абзацный отступ 1,25 см, форматирование по ширине, все поля по 20 мм. Страницы статьи должны быть пронумерованы.

Автор (соавторы) обязательно подписывает бумажную распечатку после предоставленных

о себе на русском и английском языках сведений (фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, ученое звание, должность, полное название организации и ее почтовый адрес, e-mail, контактный телефон).

3. К статье обязательно прилагается аннотация (не более 10 строк) и ключевые слова (не более 5–7) на двух языках – русском и английском. Фамилия, имя и место работы автора, название статьи также даются на двух языках.

4. При наборе недопустимо использование пробелов или табуляции вместо абзацных отступов, а также двойных (тройных и т. д.) пробелов между словами в тексте. Приводимые единицы измерения должны соответствовать системе СИ.

Заголовки внутри статьи можно размещать по центру. Допускаются выделения полужирным или курсивным шрифтом. Для всего текста используются кавычки одного типа («елочки»). Сложные формулы или отсутствующие в шрифте Times New Roman символы следует вносить вручную. Для набора математических формул и химических символов рекомендуется использовать редактор формул Microsoft Equation. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем тексте.

5. Каждый рисунок или таблица предоставляется отдельным файлом. Содержащие их файлы нумеруются в том порядке, в каком будут располагаться в тексте: например, Рис. 01, Рис. 02, Табл. 1, Табл. 2 и т. д. Рисунки, схемы, таблицы должны иметь свою сквозную нумерацию и ссылки в тексте, например (рис. 1) или (табл. 7).

6. Таблицы набираются шрифтом Times New Roman, размер 9 пт, через один интервал и обязательно должны иметь название; слова в названиях таблиц не сокращаются. Максимальный размер таблицы не должен превышать формат журнальной полосы – 17×25 см. Однотипные таблицы строятся одинаково.

7. Каждый рисунок предоставляется отдельно без вложения в документ Word, без компрессии (сжатия) в форматах \*.cdr (графический редактор Corel Draw до версии 15.0), \*.eps, \*.tif или \*.jpg (в параметрах изображения качества выбирается наилучшее – 12). Фотографии и полутоновые иллюстрации выполняются с разрешением не менее 300 dpi. Векторные иллюстрации передаются в формате файла графического редактора, в котором они были подготовлены, или в формате \*.eps, и иметь разрешение не ниже 600 dpi. В случае предоставления рисунков с меньшим разрешением, автор дает письменное подтверждение об отсутствии претензий по их качеству.

Диаграммы должны быть выполнены только в графическом редакторе (не в Microsoft Office).

Размеры букв и цифр на рисунках должны быть не менее 2 мм, толщина линий – не менее 0,2 мм. Рекомендуется использовать стандартные шрифты (Arial, Symbol). При использовании специальных шрифтов автор передает их в отдельной папке одновременно со всеми материалами.

Цветные графические материалы должны быть ориентированы на четырехкрасочную печать (СМҮК). Использование красок типа PANTON не допускается. Черный цвет шрифта и линий всегда задается параметром 100 % Black.

Оригиналы рисунков должны иметь размеры по ширине, соответствующие их информативности: 8 см (на одну колонку) либо 17 см (на две колонки), по высоте не превышать 25 см.

8. Все подрисуночные подписи предоставляются в отдельном текстовом файле. Подпись должна содержать слово «Рис.», номер рисунка и после точки его название.

9. Список литературы (не более 25–30 названий) составляется в алфавитном порядке и нумеруется. Публикации отечественных авторов в иностранной печати приводятся в списке иностранных работ. При ссылке в тексте на источник литературы указывается только его порядковый номер, заключающийся в квадратные скобки.

Не допускаются ссылки на неопубликованные работы (отчеты, авторефераты, диссертации и пр.), учебники, ГОСТы, ТУ и т. п. Ссылка на электронный источник оформляется как полнотекстовая ссылка с примечанием в скобках даты просмотра. Пример: (дата обращения: 28.07.2022).

После списка литературы на русском языке приводится его транслитерация латиницей.

10. К файлам текста, подрисуночным подписям и рисункам прикладывается единый файл в формате pdf, в котором рисунки с подрисуночными подписями и таблицы заверстываются в текст по месту ссылок на них или помещаются в конец статьи.

11. Рекомендуем авторам ознакомиться с основными ГОСТами по издательскому делу, согласно которым оформляется любая рукопись:

– ГОСТ 7.89-2005 «Оригиналы текстовые авторские и издательские. Общие требования»;

– ГОСТ Р 7.0.83-2013 «Электронные издания. Основные виды и выходные сведения»;

– ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»;

 – ГОСТ Н 7.80-2000 «Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления»;

 – ГОСТ Р 7.0.12-2011 «Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила»;

 – ГОСТ 7.11-2004 «Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных европейских языках»;

 – ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»;

 – ГОСТ 7.79-2000 «Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом».

Адрес редакции: 199106, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 74 Журнал «Региональная геология и металлогения» Телефон редакции: 328-90-90 (доб. 23-23, 24-24). E-mail: izdatel@vsegei.ru