

РАЗДЕЛ I ГЕОЛОГИЯ. СЕЙСМИКА. ГИС [GEOLOGY. SEISMOLOGY. GIS]

УДК: 553.59

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-2-14-33

И.Н. ДЯТЛОВА, А.И. БУБЛИК, С.К. ШАРИФУЛИН

ООО «Прогресс-Инвест» (Красноярск, Россия)

МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФРИТА ЗАПАДНОГО САЯНА

Поисково-разведочные работы и добычу нефрита в офиолитовых поясах Западного Саяна не вели с 80-х годов XX в. Специалистами ООО «Прогресс-Инвест» проведена разведка с 2018 по 2022 гг. на Кантегирском, Стан-Таскыльском и Куртушибинском месторождениях нефрита в Борусском и Куртушибинском офиолитовых поясах (6 лицензий, полученных в 2014–2015 гг.). В результате уточнения геологического строения лицензионных площадей в офиолитовых поясах выявлены закономерности образования коренных проявлений нефрита, строение нефритоносных зон, особенности поисковых критериев и признаков для месторождений нефрита в каждом из офиолитовых поясов Западного Саяна.

Ключевые слова: нефрит, жилы, метасоматиты, зональность, родингиты, тремолититы, гипербазиты, серпентиниты, парасланцы, метабазальты, габброиды.

Рис. 5. Библ. 17 назв. С. 14–33.

I.N. DYATLOVA, A.I. BUBLIK, S.K. SHARIFULIN

Progress-Invest LLC (Krasnoyarsk, Russia)

DEPOSITS OF JADE OF THE WESTERN SAYAN

Prospecting-exploration and mining of jade in the ophiolite belts of the Western Sayan have not been carried out since the 80s of the twentieth century. The specialists of Progress-Invest company carried out such work from 2018 to 2022 years period at the Kantegir, Stan-Taskyl and Kurtushibin jade deposits in the Borus and Kurtushibin ophiolite belts (6 licenses obtained in 2014–2015). The formation of indigenous manifestations of jade, the structure of jade-bearing zones, the features of search criteria and signs for jade deposits in each of the ophiolite belts of the Western Sayan were revealed as a result of the clarification of the geological structure of the licensed areas in the ophiolite belts.

Keywords: jade, veins, metasomatites, zoning, rodingites, tremolitites, hyperbasites, serpentinites, paraschists, metabasalts, gabbroids.

Figures 5. References 17. P. 14–33.

С 70-х до середины 80-х годов прошлого века поисками нефрита в офиолитовых поясах Западного Саяна занимались крупные геологические партии экспедиций ЦГРЭ «Центркварцсамоцветы» и «Байкалкварцсамоцветы». Ими были обнаружены месторождения нефрита — Кантегирское (в междуречье ручьёв Виноградов–Приисковский) и Куртушибинское (в верховьях р. Левый Коярд); проявления нефрита на Изыхском, Верхне-Шушенском, Стан-Таскыльском, Куртушибинском, Иджимском и других гипербазитовых массивах. Самый значительный объём данных о проявлениях нефри-

та получен в 1973–1985 гг. в связи с проведением на массивах альпинотипных гипербазитов поисковых работ на хризотил-асбест, жадеит, нефрит (Подкаменный и др., 1974; Ковалев и др., 1984, 1985; Ренев и др., 1985; Иванов и др., 1994). В постсоветское время разведочных работ и добычи нефрита в Западном Саяне не проводилось.

ООО «Прогресс-Инвест» в 2014 г. на конкурсной основе получило три лицензии с целевым назначением: геологическое изучение, разведка и добыча нефрита в пределах Борусского офиолитового пояса (Кантегирская и Стан-Таскыльская лицензионные площади) и Куртушибинского офиолитового пояса (Западный и Центральный участки Куртушибинского месторождения). Кроме того, в 2015 г. получено три лицензии с целевым назначением: геологическое изучение, включающее поиски и оценку нефритовых месторождений на участках Тихий, Бляликский, Сатпый-Омуловский (рис. 1).

В связи с новым этапом изучения и освоения месторождений нефрита в условиях частного финансирования всех работ, дефицита квалифицированных геологических кадров директором предприятия А.И. Бубликом с целью консультаций и сотрудничества были привлечены первооткрыватели — наиболее опытные высококвалифицированные специалисты-нефритчики, такие как: А.Г. Ренев, А.П. Секерин, А.Г. Васильев, А.Н. Петров и др.

Считается, что Кантегирское и Куртушибинское месторождения нефрита в геологическом отношении достаточно изучены, а шесть выделенных предшественниками основных поисковых критериев и признаков промышленной нефритоносности вполне охватывают все аспекты, необходимые для поисков и добычи нефрита.

Авторы статьи считают, что на новом этапе поисково-оценочных и разведочных работ (в XXI в.), очень важно правильно проинтегрировать современные взгляды на геологию и металлогению офиолитовых поясов Западного Саяна с достижениями предшественников, изучавших месторождения с применением всех доступных в то время методов (петрография, минералогия, геохимия, геофизика и т. д.). Как выяснилось, установленные для месторождений нефрита Восточного Саяна поисковые критерии и признаки не всегда подходят для изучаемых нами месторождений Западного Саяна из-за различия геологического строения и металлогении этих крупных геологических структур. Поэтому, для относительно новой нефритоносной Западно-Саянской провинции в настоящее время требуется большая конкретность в терминологии и принципах выделения нефритоносных зон.

По результатам поисково-оценочных и разведочных работ, проведённых ООО «Прогресс-Инвест» на лицензионных площадях в Борусском и Куртушибинском офиолитовых поясах с 2018 по 2022 гг. были получены фактические материалы, которые значительно уточняют общее, весьма сложное геологическое строение лицензионных площадей с месторождениями нефрита. Эти факты могут способствовать не только рентабельной отработке известных месторождений и проявлений, но и расширению перспектив добычи нефрита, уточняя строение и учитывая специфические особенности нефритоносных зон на каждом проявлении нефрита.

Несмотря на то, что в 70–80-е годы прошлого века на всех лицензионных участках была проведена крупномасштабная геологическая съёмка (1 : 50 000), а в XXI в. Государственная геологическая съёмка среднего масштаба (ГГС–200/2), остаётся ещё много спорных вопросов по геологическому строению этих структур Западного Саяна.

Полученные материалы могут иметь большое значение и для уточнения общерегиональных вопросов по строению стратифицированных и интрузивных отложений офиолитовых поясов Западного Саяна.

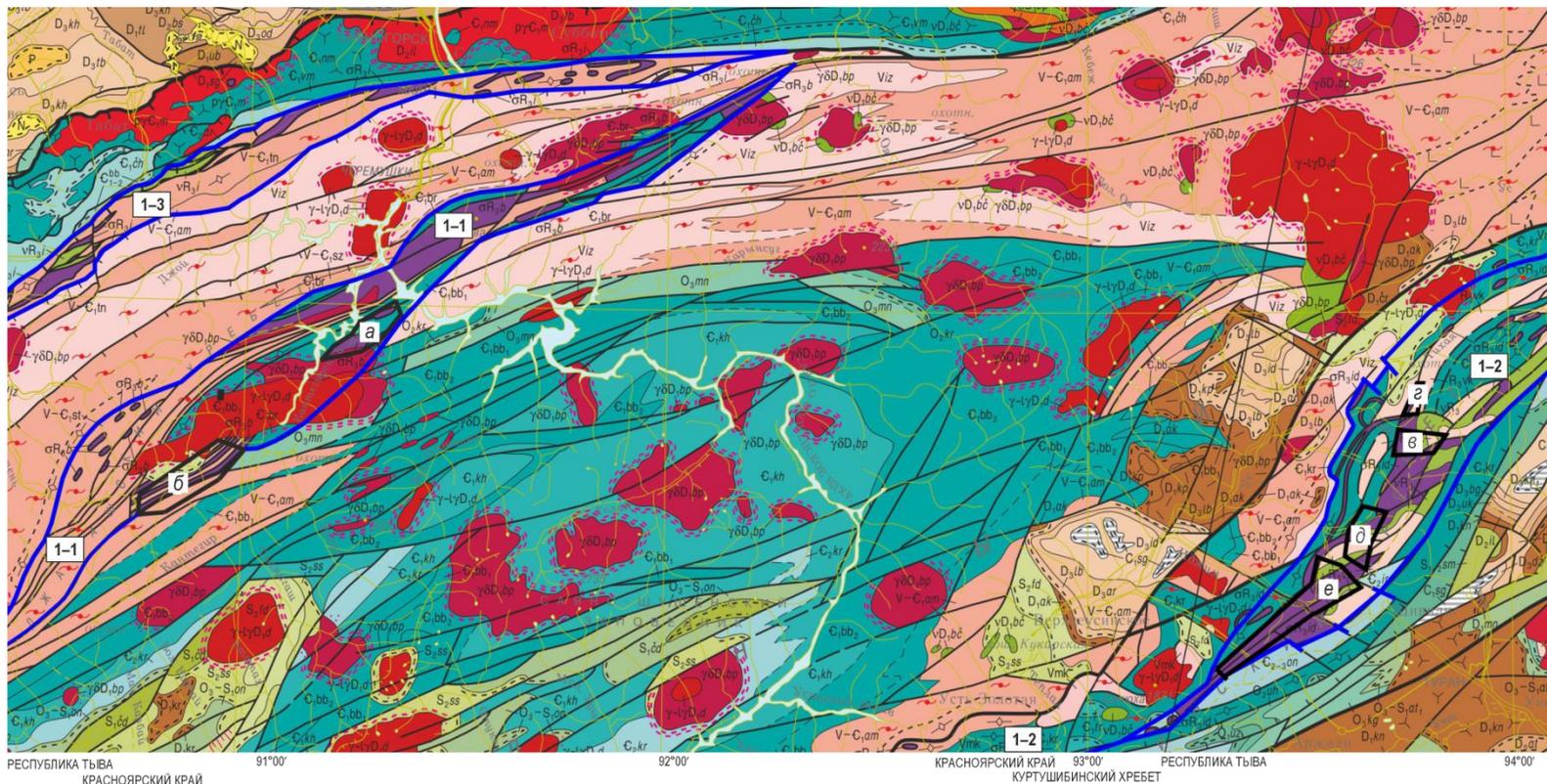


Рисунок 1. Фрагмент ГГК. М-б 1 : 1 000 000. Лист N-46 (Абакан)

1-1 — Борусский офиолитовый пояс; 1-2 — Куртушибинский офиолитовый пояс; 1-3 — Изыский офиолитовый пояс. Лицензионные площади: Кантегирская (а), Стан-Таскыльская (б), Куртушибинская (в), Тиховская (г), Бляликская (д), Сатпый-Омуловская (е).

ОБЩАЯ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФРИТА

С первого года изучения лицензионных площадей авторы статьи уделяли большое внимание изучению, анализу и уточнению геологических карт, зная, что они несут много ценной информации о любых месторождениях.

Приводим описание строения офиолитовых поясов Западного Саяна по карте ГГС–1000, изданной в 2000 г¹:

- Борусский, Куртушибинский и Изыхский офиолитовые пояса Западного Саяна являются обособленными структурами первого порядка в Алтае-Саянской складчатой области (см. рис. 1), где альпинотипные гипербазиты считаются самыми древними, условно позднерифейскими его образованиями (Добрецов, Татаринов, 1983; Бармина и др., 2000);
- в Борусском и Изыхском офиолитовых поясах из чингинской свиты (серии) выделены три докембрийские толщи: стантаскыльская, абдырская и турунташская, в Куртушибинском офиолитовом поясе — коярдская и макаровская толщ (Митинская, Зальцман, 1994; Бармина и др., 2000; Бабин и др., 2003; Шаталина и др., 2015; Семёнов и др., 2015, 2019);
- Борусский офиолитовый пояс имеет ассиметричное строение из трёх тектонических пластин, разделённых тремя ветвями Борусского глубинного разлома со специфическими особенностями геологического строения и металлогении: Северной (хризотил-асбестовой), Центральной (жадеитоносной) и Южной (нефритоносной); при наращивании разреза офиолитов Борусского офиолитового пояса с юго-востока на северо-запад одновременно появляются габброидные тела, рассматриваемые в качестве верхних частей разреза офиолитовой ассоциации (см. рис. 1);
- Куртушибинский офиолитовый пояс имеет протяжённость более 300 км, лицензионные площади Куртушибинского месторождения нефрита и другие площади с его проявлениями (Тиховская, Бляликская, Сатпый-Омуловская) находятся в юго-западной «половине» этого офиолитового пояса (см. рис. 1), все участки с известными в настоящее время проявлениями нефрита располагаются в центре офиолитового пояса с северо-востока на юго-запад вдоль Куртушибинского глубинного разлома, т. е. геоструктурные и геохимические условия этой части офиолитового пояса предрасположены к образованию промышленных проявлений нефрита; жадеит на этих площадях не отмечается;
- в крупных гипербазитовых массивах (Куртушибинском и Иджимском) выделяются следующие, сменяющие друг друга снизу-вверх по разрезу петрографические зоны: нижняя — дунит-гарцбургитовая, переходная — перидотит-пироксенит-габбровая и верхняя — габброидная;
- в центральных (ядерных) частях массивов наблюдаются слабо серпентинизированные дуниты, гарцбургиты, перидотиты и, редко, пироксениты; ядра окаймлены переходной зоной неравномерно серпентинизированных гипербазитов и линзовидными полосами серпентинитов, нередко вмещающих залежи хризотил-асбеста;
- периферические части гипербазитов сложены аподунитовыми и апогарцбургитовыми серпентинитами;
- обосновано парагенетическое единство иджимского габбро-гипербазитового комплекса и вулканитов коярдской толщи (Бармина и др., 2000).

Месторождения и проявления нефрита приурочены к краевым серпентинизированным частям крупных гипербазитовых массивов, там, где последние нарушены разломами северо-восточного или субмеридионального простирания, связанными с Куртушибинским глубинным разломом.

Условия образования нефрита до сих пор окончательно не выяснены. Основной гипотезой до конца XX в. было происхождение нефрита из серпентинитов под воз-

¹ Являясь её соавторами, мы не согласны с изменениями строения Куртушибинского офиолитового пояса, сделанными при ГГС–200/2; изучаем эти районы с 2006 г. по настоящее время, но уже в другой организации.

действием метасоматических процессов на границе горячего гипербазитового массива с интродуцированными его дайками габбро (Методические..., 1974; Секерин, 1979; Сутурин, Замалетдинов, 1984).

В объяснительных записках к ГГС–200/2 происхождение нефрита связывают с серпентинитовым меланжем в основании тектонических чешуй (Добрецов, Татарин, 1983; Семёнов, 2015). Гидротермально-метасоматический тип эндогенных месторождений нефрита, установленный предшественниками, которые связывали образование нефрита с гидротермально-метасоматической переработкой на контакте серпентинитов с алюмосиликатными породами, не сочетается с «тектоникой плит и меланжем, образующимся при их передвижениях».

Жилы нефрита (спутано-волокнистый амфибол тремолит-актинолитового ряда) и сопутствующие ему минералы (гранат, диопсид, волластонит, везувиан, альбит) образуются в высокотемпературную стадию Fe–Mg–Ca-метасоматоза (Т 700–600°); в среднетемпературную стадию образуется парагенезис цоизита, широко-призматического тремолита, кварца, талька и пренита (Т 400–300°) и в низкотемпературную стадию включается ассоциация серпентина, хлорита, талька и карбоната — такова общая схема образования нефрита (Методические..., 1974).

Гидротермально-метасоматические образования локализируются на контакте серпентинизированных гипербазитов и габброидов или metabазальтов, которые внедрялись в консолидированный, но ещё не остывший гипербазитовый субстрат. Определённая метасоматическая зональность, наблюдаемая в коренных жилах нефрита, выглядит как «интрузивный экзоконтакт» с образованием родингитов (везувиано-гранато-диопсидовые породы) во вмещающих породах (metабазальтов, габброидов, амфиболитов) и тремолититов (породы сложенные широко-призматическим тремолитом) и тремолитизированных серпентинитов в ультрабазитах (Методические..., 1975, 2014; Секерин, 1979).

Противоречия во взглядах на происхождение нефрита можно попытаться прояснить с помощью уточнения геологического строения поисковых участков, нефритоносных зон и других фактических материалов, полученных авторами статьи в процессе поисково-оценочных и разведочных работ на проявлениях нефрита в Западном Саяне, применяя принцип: от общего к частному.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФРИТА В БОРУССКОМ ОФИОЛИТОВОМ ПОЯСЕ

Кантегирская и Стан-Таскыльская лицензионные площади, располагаются в юго-восточном «нефритоносном» блоке, ограниченном Центральной и Южной ветвями Борусского глубинного разлома (см. рис. 1). Границами лицензионных площадей оконтурены «рудные поля» и нефритоносные зоны в пределах которых были выявлены жилы, элювиально-делювиальные глыбы нефрита и сопровождающие их метасоматиты (тремолититы, родингиты и тремолит-альбитовые породы).

По мнению предшественников, нефритоносные зоны — это участки метасоматических преобразований в гипербазитах, сопровождающиеся нефритообразованием, где формы ореолов нефритоносных зон определяются конфигурацией зон повышенной проницаемости метасоматических растворов и могут иметь любую форму. Влияние литологического фактора вмещающих пород на сложность состава метасоматических агрегатов предшественниками не установлена, более значимым фактором они считают пострудный катаклаз, сопровождающийся вторичными изменениями и перекристаллизацией (Секерин, 1979; Сутурин, Замалетдинов, 1984).

На геологической карте (рис. 2) Кантегирская лицензионная площадь на 70 % сложена вулканогенно-осадочными отложениями абдырской толщи условного верхнего рифея, 30 % площади занимают гипербазиты верхнерифейского борусского интрузивного комплекса (см. рис. 1, 2)

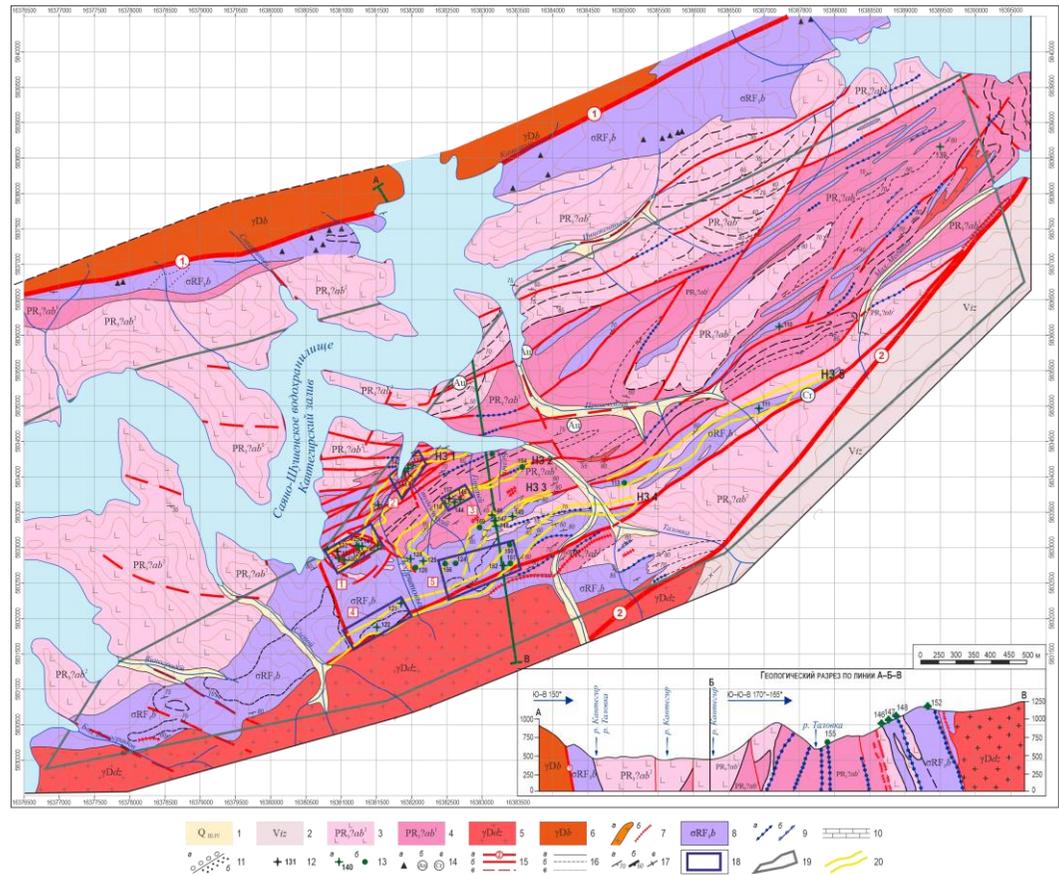


Рисунок 2. Геологическая карта Кантегирской лицензионной площади и окрестностей (карта составлена И.Н. Дятловой по материалам: Ренева и др., 1983; Бармина и др., 2000; Шаталина и др., 2015)

1 — четвертичная система (верхний–средний отдел): ледниковые глыбы, щебень, аллювиальные галечники, валуны, пески; 2 — венд (изербельская свита): сланцы, преимущественно серицит-хлорит-альбит-кварц-кальцитового состава, реже силициты и мраморы; 3–4 — верхний рифей (абдырская толща): 3 — нижняя подтолща (сланцы хлорит-кварц-углеродистые, кремнисто-кварцевые, амфиболовые, апобазальтовые, редко мраморы светло-серые), 4 — верхняя подтолща (лавы metabазальтов с редкими прослоями кварцитовидных и других парасланцев); 5–8 — интрузивные образования: 5 — джойский комплекс (лейкограниты крупнозернистые, часто порфиоровые, биотитовые граниты, лейкограниты), 6 — большепорожский комплекс (кварцевые диориты, тоналиты, низкощелочные граниты, граниты, лейкограниты, гранодиориты), 7 — тела, дайки и жилы кислых пород неясного комплекса и возраста, 8 — Брусский перидотитовый комплекс (ранее актоврацкий интрузивный комплекс) (серпентиниты хризотил-лизардитовые, антигоритовые, перидотиты, пироксениты, пироксен-карбонатные, оливин-пироксен-тальк-карбонатные породы); 9 — маркирующие горизонты: мелкие тела серпентинитов (а), пироксенитов (б); 10 — известняки мраморизованные; 11 — конгломераты (а), песчаники (а); 12 — проявления нефрита в коренном залегании; 13 — нефриты рассланцованные в коренном залегании (а), элювий (б); 14 — проявления жадеита (а), золота (б), хрома (в); 15 — тектонические нарушения: ветви региональных разломов (а): Среднебрусский (1), Южнобрусский (2), тектонические нарушения достоверные (б), предполагаемые (в); 16 — геологические границы: достоверные (а), предполагаемые (б), контуры тел перидотитов и литологически выдержанных протяжённых слоёв; 17 — элементы залегания и углы падения: слоистости и контактов пород (а), плитчатости и полосчатости (б), вертикального залегания (в); 18 — участки поисково-оценочных работ 2018 г. и их номера: Конторки (1), Устьево (2); участок проведения оценочных работ Студенческий (3); 19 — контур лицензионной площади Кантегирского участка (лицензия КРР № 02549 ТР); 20 — границы нефритонесных зон и их номера.

Разномасштабные тела гипербазитов группируются в виде узких (5–250 м), но протяжённых (5–14 км) тел с довольно извилистыми в плане контурами. Эти тела рассматриваются нами как апофизы Таловской гипербазитовой интрузии (см. рис. 2). Напряжённая складчатая структура контролируется северо-восточной древней системой тектонических дислокаций и большинство нефритонесных зон вытянуты вдоль них. Меридиональная система разломов является секущей к северо-восточной и моложе её, т. к. прослеживаются не только в офиолитах, но и в девонских гранитоидах. Разломы эти имеют крутые углы падения (60–85°), делят складчатую структуру с офиолитами на тектонические блоки, смещённые относительно друг друга.

Геологическая структура правобережья Кантегирского залива, где располагается лицензионная площадь, представляет собой сильно нарушенную антиклиналь с Таловским массивом гипербазитов и его апофизами, «внедрёнными» в отложения абдырской толщи (см. рис. 2). В нижней половине разреза абдырской толщи преобладают парасланцы с редкими прослоями ортосланцев и metabазальтов, а в верхней — мощные потоки metabазальтов с редкими прослоями сланцев. Все породы метаморфизованы в зелёносланцевой стадии.

К северо-западу от лицензионной площади (вдоль бортов Кантегирского залива) преобладают существенно вулканогенные отложения, залегающие в виде относительно пологих складок, в ядерных частях синклиналей которых эпизодически сохраняются фрагменты менее метаморфизованных терригенных пород (песчаников, алевролитов и конгломератов). Эти терригенные отложения могут быть сопоставлены с чеханской или арбатской свитами нижнего-среднего кембрия (см. рис. 2). Близ юго-восточной рамки лицензионной площади разрез абдырской толщи так же, как и на северо-западе наращивается metabазальтами с которыми по разлому контактируют метасланцы докембрийской изербельской свиты (нижняя свита джебашской серии).

В левобережной части Кантегирского залива (в Центральном блоке офиолитов), видно расположение проявлений жадеита (см. рис. 2), которые приурочены к эндоконтакту или внутри гипербазитового массива.

Аналогичное геологическое строение наблюдается и на Стан-Таскыльской лицензионной площади, только вмещающие отложения — это метаморфические породы (metабазальты, орто- и парасланцы) стантаскыльской условно верхнерифейской

толщи, в которую внедрены апофизы Стан-Таскыльской гипербазитовой интрузии (см. рис. 1: 1–1 б).

Массивы (Таловский и Стан-Таскыльский) борусского гипербазитового комплекса сложены перидотитами, пироксенитами в виде овальных ядер, несущих следы первичных пластинчатых деформаций. Ядра окаймлены переходной зоной неравномерно серпентинизированных гипербазитов с линзовидными полосами серпентинитов нередко включающих прожилки хризотил-асбеста. Периферические части массивов и апофизы сложены хризотил-лизардитовыми и антигоритовыми серпентинитами. Габброиды борусского интрузивного комплекса полностью отсутствуют.

На Кантегирском месторождении выделено 5 нефритоносных зон вдоль длинных апофизов Таловской интрузии, в них сосредоточены все проявления нефрита. Внутри Таловского массива гипербазитов проявлений нефрита не установлено (см. рис. 2). Это справедливо и для Стан-Таскыльского массива на одноимённом месторождении нефрита, открытом геологами ООО «Прогресс-Инвест» в 2018 г. На лицензионной площади этого месторождения вмещающей толщей является стантаскыльская толща. По вещественному составу разрез этой толщи близок ко второй (верхней) половине абдырской толщи. На Стан-Таскыльской лицензионной площади выделяются три апофизы и шесть нефритоносных зон, но они значительно короче кантегирских и не до конца изучены (Ренев и др., 1985).

Оба нефритовых месторождения приурочены к нижней части разреза офиолитов, которые в Южной ветви Борусского глубинного разлома представлены относительно небольшими гипербазитовыми массивами с узкими апофизами, прослеживающимися на многие километры в северо-восточном простирании на Кантегирском месторождении или в юго-западном на Стан-Таскыльском месторождении. Крупный гранитоидный Копенский массив девонского возраста нарушает древнюю докембрийскую структуру и разделяет площади двух этих месторождений нефрита (см. рис. 1).

Фактический материал, полученный при проведении рекогносцировки и увязки известных коренных месторождений и проявлений нефрита, геолого-поисковых маршрутов, по горным выработкам, вскрывшим контакты различных метасоматитов на семи участках детализации показал, что литологический состав вмещающих гипербазитов отложений и характер их контактов с последними имеют важные закономерности, обуславливающие образование жил нефрита. Геофизические методы уточнили геологическое строение детализационных участков, показали распространение ультраосновных пород и пород «рамы», тектонические нарушения, но собственно нефритовые жилы и сопутствующие метасоматиты не смогли выявить.

На геологических картах всех исследованных геологами ООО «Прогресс-Инвест» участков Кантегирского месторождения нефрита: Конторки, Устьево́й, Студенческий, Слепой, Отметка 1160,5 и др. перспективные жилы нефрита находятся на экзоконтакте серпентинитов с родингитизированными метабазами абдырской толщи, реже — с квацитовидными сланцами той же толщи; всегда присутствует чёткая метасоматическая зональность: со стороны контакта нефритовой жилы с серпентинитами — тёмно-серые альбитизированные тремолититы и массивно-плитчатые «калёные» конгломератовидные серпентиниты, а в контакте с метабазами — зелёные, реже серые массивные родингиты. Оба контакта, обычно, чёткие и вместе с жилой создают в рельефе уступ. Контакты жильных тел с вмещающими метабазами всегда падают в одну сторону; контакты парасланцев с серпентинитами — неперспективны, т. к. здесь не образуются метасоматиты, сопутствующие нефритообразованию. Проявления нефрита сосредоточены на извилистых контактах серпентинитов с родингитизированными метабазами.

Оносительно крупные (1,5 × 6,5 км) тела гипербазитов (Таловский массив) не обнаруживают в себе проявлений нефрита, тогда как в серпентинизированных краевых их частях и узких (до 60 м) вытянутых в северо-восточном направлении апофизах, на контактах с метабазами выявлены все проявления этого полезного ископаемого.

Нефритоносные зоны (НФЗ) имеют обычно линейную форму, т. к. приурочены к наиболее древним тектоническим нарушениям северо-восточного простирания с остатками вулканоподобных структур. Наличие даек кислого состава, связанных с гранитоидами девонского возраста видимого влияния на образование нефритовых жил не имело.

Жилы нефрита образованы в высокотемпературную стадию Fe–Mg–Ca-метасоматоза с зональностью, похожей на интрузивный экзоконтакт (родингиты – роговики или «скарны») с вмещающими эффузивами (толеитовыми метабазальтами). При остывании в среднетемпературную стадию образуется другой парагенезис минералов — коизита, широко призматического тремолита, кварца, талька и пренита, т. е. нефритоподобные качественно другие породы.

На примере наиболее исследованных участков Конторки и Устьево́й (рис. 3) покажем описанные выше закономерности.

Участок Конторки на геологических планах предшественников сложен на 80 % рассланцованными конгломератовидными хризотил-лизардитовыми серпентинитами, местами породы превращены в серпентиновые сланцы; среди серпентинитов залегают линзовидные, глыбообразные тела со сложно изгибающимися контактами, представленные метаэффузивами основного, реже кислого состава, кварцитами и сланцами углисто-глинистыми, углисто-глинисто-кремнистыми (Ренев и др., 1985).

По данным авторов, отложения абдырской толщи занимают на участке гораздо большую площадь (см. рис. 3), а гипербазиты, без включения вмещающих пород, с крутыми и вертикальными ограничениями слагают полукольцевую структуру, разбитую 4-мя тектоническими нарушениями северо-восточного простирания. Центральную часть участка слагают хризотил-лизардитовые серпентиниты полого (от 30–40° до 50–60°) залегающие на вмещающих отложениях абдырской толщи, представленной преимущественно метабазальтами.

Все обнаруженные жилы нефрита сосредоточены между двумя средними тектоническими нарушениями северо-восточного простирания (см. рис. 3), в контактах конгломератовидных серпентинитов с метабазальтами в небольших антиклинальных структурах (изгибах по предшественникам).

На всех жилах нефрита участка описана метасоматическая зональность:

- со стороны контакта нефритовой жилы с серпентинитами — тёмно-зелёно-серые альбитизированные тремолититы (мощность зоны от 5 до 40 см), затем — массивно-плойчатые тремолитизированные конгломератовидные серпентиниты тёмно-зелёные до чёрных (мощность до 2,0 м);
- в контакте жилы с метабазальтами — зелёные, реже серые родингиты (мощность до 2,0 м), затем — родингитизированные метабазальты.

В северо-западной части участка Конторки, прослеживается тектоническая зона северо-восточного простирания мощностью до 50 м. В этой зоне гипербазиты превращены в серпентинитовые сланцы с серпофитом на поверхностях сколов и зеркалами скольжения, а вдоль юго-восточного извилистого края сосредоточены выходы тремолититов, но нефрита и других сопровождающих нефрит метасоматитов не отмечено (см. рис. 3).

На юго-восточной границе участка Конторки конгломератовидные серпентиниты слагают полосу шириной 50–60 м. Эти характерные субслоистые отложения являются хорошим маркером для прослеживания, они простираются в сторону поискового участка Студенческий. Здесь отмечены глыбы нефрита, родингитов и тремолититов, выходы родингитизированных метабазальтов, т. е. данная нефритоносная зона может оказаться очень перспективной.

Условные обозначения к рисунку 3

1 — абдырская толща: сланцы хлорит-кварц-углеродистые, кремнисто-кварцевые, амфиболовые, апобазальтовые, редко мраморы светло-серые; 2 — борусский перидотитовый комплекс (ранее актоврацкий интрузивный комплекс) (серпентиниты хризотил-лизардитовые, антигоритовые, перидотиты, пироксениты, пироксен-карбонатные, оливин-пироксен-талък-карбонатные породы); 3 — маркирующие горизонты: а — серпентинитовые сланцы, б — серпентиниты конгломератовидные, в — парасланцы, г — metabазальты массивные, д — metabазальты плитчатые, е — кварциты массивные (1) и полосчатые (2); 4 — метасоматиты: родингиты и родингитизированные породы; 5 — нефритовые жилы и их номера (а), глыбы нефрита (б), глыбы тремолитов (в); 6 — тектонические нарушения: по геофизическим и геологическим данным (а), по геологическим данным достоверные (1) и предполагаемые (2), предполагаемые скрытые (в); 7 — геологические границы: достоверные (а) и предполагаемые (б); 8 — элементы залегания и углы падения: слоистости контактов пород (а), плитчатости и полосчатости (б); 9 — контур лицензионной площади Кантегирского участка (лицензия КРР № 02549 ТР)

На участке Устьевой трассируются разломы С-В простираения, сопровождающиеся относительно узкими телами серпентинитов. В северной части участка с отложениями парасланцевой нижней подтолщи абдырской толщи, на контактах с серпентинитами образуются массивные кварциты, проявлений нефрита нет. Вдоль двух центральных разломов тянется самая северная «апофиза» Таловской вулканической структуры, мощность «потоков» ультрабазитов северо-восточного направления достигает 60 м. Падение «потоков» крутое, а залегание субсогласное с вмещающими породами абдырской толщи, представленной здесь главным образом metabазальтами. Проявления нефрита сосредоточены на извилистых северо-западных и юго-восточных контактах хризотил-лизардитовых серпентинитов с родингитизированными metabазальтами. Контакты серпентинитов и metabазальтов падают вместе с жилами в одну сторону. Это нефритоносная зона №1 (см. рис. 3).

В юго-западной части участка есть ещё одно проявление нефрита. Здесь контакты метасоматитов и вмещающих metabазальтов падают в разные стороны (синклиальная министруктура), характерны значительные коренные выходы (мощностью до 7,0 м) тремолитов, много глыб тремолитов, а жила нефрита известна только одна — № 143.

То есть нефритоносная зона № 1 берёт начало от центральной части участка Конторки, вдоль первой апофизы на участке Устьевой, а нефритоносная зона № 2 должна начинаться от юго-восточной части участка Конторки и протягиваться на восток, к участку Студенческий.

Участок Студенческий находится во второй апофизе Таловской интрузии, на водораздельном гребне между ручьями Горелый и Студенческий в НФЗ № 2, контролируемой разломом С-В простираения. Жилы нефрита располагаются в мелких (15 × 10 м) вулканоподобных сложенных серпентинитами структурах, в экзоконтакте с родингитизированными metabазальтами (см. рис. 2). Длина НФЗ № 2 более 5 км. В северной и северо-восточной части участка, как и на участке Устьевом, ультрабазиты контактируют с различными парасланцами, где проявлений нефрита не обнаружено. Серпентиниты и metabазальты в центральной части участка образуют ряд мелких антиклинальных (с жилами) и синклиальных (без жил) складок. Три нефритовые жилы расположены на контакте конгломератовидных серпентинитов с родингитами, родингитизированными metabазальтами. На всех жилах этого участка (№ 144, 145, 117) есть метасоматическая зональность, подобная описанной на участке Конторки.

В нефритоносной зоне № 3 и № 4 перспективные жилы нефрита находятся также на контакте серпентинитов или пироксенитов с родингитизированными metabазальтами абдырской толщи, реже — с кварцитовидными сланцами той же толщи. На карте (см. рис. 2) нефритоносная зона № 4 показана как бы вдоль контакта гранитоидов и гипербазитов, но на участках детализации выявлено, что она приурочена к тектонической относительно узкой (до 200 м при длине более 6 км) пластине серпентинитов с многочисленными «включениями» отложений абдырской толщи и дайками пироксенитов,

отделена от гранитоидов мощной субширотной зоной разломов с выходами сланцев и базальтов внутри (Шарифулин, 2022 а).

ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ НЕФРИТОНОСНЫХ ЗОН КАНТЕГИРСКОГО И СТАН-ТАСКЫЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФРИТА

1. Нахождение в крайней юго-западной тектонической пластине Борусского офиолитового пояса, вскрывающей нижнюю часть разреза офиолитовой ассоциации. Гипербазиты внедрены в вулканогенно-осадочные отложения докембрия и согласно смяты в узкие напряжённые складки с северо-восточным направлением длинных осей. Южная ветвь Борусского глубинного разлома являлась источником лавы и флюидов в магмоподводящие каналы, фиксируются «вулканоподобные» структуры вдоль разломов.
2. Вмещающими ультраосновные массивы являются условно верхнерифейские вулканогенно-осадочные отложения абдырской и стантаскыльской толщ, возраст которых близок гипербазитам, возможно, более древний.
3. Литологический состав толщ рамы имеет важное значение, т. к. в контакте серпентинитов с парасланцами нижней подтолщи абдырской толщи нет проявлений нефрита, но и не все метабазальты в соприкосновении с серпентинитами подвергались кальциевому метасоматозу.
4. Генетический тип — гидротермально-метасоматический. Метасоматические образования с проявлениями нефрита локализируются на контакте серпентинизированных гипербазитов и толеитовых, известково-щелочных базальтов.
5. Важны размеры тел гипербазитов — это относительно маломощные, но относительно протяжённые тела серпентинитов (чаще хризотил-лизардитовых, чем антигоритовых).
6. Нефритоносные зоны (НФЗ) на месторождениях нефрита в Борусском офиолитовом поясе — это экзоконтактовые зоны не остывших маломощных тел гипербазитов в местах соприкосновения с метабазальтами близкого возраста. НФЗ обычно, имеют линейную форму и приурочены к наиболее древним тектоническим нарушениям северо-восточного простирания.
7. Большинство жил на месторождениях нефрита Борусского офиолитового пояса имеют небольшие размеры по мощности и протяжённости (от 7,0 до 25,0 м длиной при мощности от 0,5 до 2,0 м) и представлены разностями второго, реже третьего сорта поделочного камня, присутствуют и ювелирные разности.

В процессе проведения разведочных работ на Кантегирском и Стан-Таскыльском месторождениях нефрита протоколом ФБУ ГКЗ № 7022 от 29 июня 2022 года утверждены запасы нефрита-сырца в количестве: 776,44 т — Кантегирское месторождение (жилы нефрита №№ 131, 43, 121, 122, 152, 117); 593,77 т — Стан-Таскыльское месторождение (жила № 1) (Шарифулин, 2022 б).

МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФРИТА В КУРТУШИБИНСКОМ ОФИОЛИТОВОМ ПОЯСЕ

В Куртушибинском офиолитовом поясе расположены четыре лицензионные площади с месторождением и проявлениями нефрита. Они были изучены с различной детальностью ООО «Прогресс-Инвест» с 2018 по 2022 гг. Главным участком является площадь Куртушибинского месторождения нефрита (26,8 км²), также здесь находятся участки Тихий (23,1 км²), Бляликский (45,3 км²) и Сатпый-Омуловский (98,4 км²).

Все участки расположены к востоку и юго-востоку от Куртушибинского глубинного разлома-надвига, разбитого на тектонические блоки по разломам северо-западной ориентации (см. рис. 1). Поисково-оценочные и разведочные работы, проведённые авторами, значительно уточнили геологическое строение этой части офиолитового пояса, так как на среднемасштабных геологических картах нового поколения оно отображено приблизительно и порой ошибочно, особо это касается мощных зон тектонического меланжа на ГГС–200/2 листа N–46–XXXIV (Семенов и др., 2019).

В структурном отношении площади поисков нефрита находятся в юго-западной половине Куртушибинского офиолитового пояса с развитыми здесь массивами иджим-

ского габбро-гипербазитового комплекса верхнего рифея. Массивы дунит-гарцбургитовой формации площадью от 0,1 до 10 км² вытянуты в северо-восточном направлении. По долинам левых притоков р. Ус проходят относительно молодые региональные тектонические нарушения северо-западного простирания, которые «разбивают» офиолиты и вмещающие отложения на тектонические плиты-блоки с различиями в геологическом строении и гипсометрическом стоянии выходов гипербазитовых массивов и вмещающих эффузивов коярдской толщи близкого возраста (см. рис. 1).

В Орешском блоке офиолитов на Куртушибинской и Тиховской лицензионных площадях поисково-оценочными и разведочными работами охвачено до 10-ти участков детализации, где выяснено их геологическое строение, произведена рекогносцировка и увязка известных коренных проявлений и элювиально-делювиальных развалов нефрита, обнаружены новые его проявления и открыто Иджимское месторождение нефрита.

В пределах Куртушибинского месторождения нефрита выделяются участки Западный, Восточный и Центральный. Здесь выделены и изучены три нефритоносные зоны (НФЗ). В пределах Центрального участка, расположенного в северной трети Куртушибинского габбро-гипербазитового массива, вдоль регионального ответвления от Куртушибинского глубинного разлома, проходящего по вершинной части Куртушибинского хребта от верховьев р. Левый Коярд на северо-восток к верховьям рр. Козларт и Правый Бажи-Хем выделены нефритоносные зоны № 1 и № 2. На Западном участке, находящемся в зоне Куртушибинского глубинного разлома — НФЗ № 3 (рис. 4).

Наиболее перспективная нефритоносная зона № 1 имеет протяжённость более 4,5 км, прослеживается от верховий р. Левый Коярд (жила № 3) на северо-восток до седловины Куртушибинского хребта между истоками рр. Правый Бажи-Хем и Козларт (жила № 5), ширина зоны — от 150 до 250 м. Две трети нефритоносной зоны № 1 протягивается вдоль северо-западного склона Куртушибинского хребта, большинство жил нефрита приурочены к контакту серпентинитов с метабаазальтами коярдской толщи, здесь везде наблюдается описанная выше зональность на контактах жил нефрита (жилы №№ 16, 28, 25 и др.). Большая часть жил имеет крутое падение на юго-восток. Нефритоносная зона № 1 в своей северо-восточной «трети» разворачивается на восток, через водораздельную часть рр. Козларт и Правый Бажи-Хем, продолжается на юго-восточном склоне Куртушибинского хребта в тувинской части месторождения (Восточный участок, жила № 5). Вокруг и восточнее озера-истока р. Правый Бажи-Хем обширное тело габброидов иджимского комплекса «разделяет» гипербазиты на две ветви северо-восточного и субширотного простирания. Северо-восточные выходы гипербазитов ограничены с северо-запада метабаазальтами коярдской толщи, с востока и юго-востока — габброидами и кольцевыми тектоническими нарушениями. На контактах серпентинитов и габбро характерны метасоматические изменения серпентинитов, превращённых в листовиты (см. рис. 4). Субширотная «ветвь» гипербазитов в восточной части месторождения «ограничивается» выходами метабаазальтов коярдской толщи и телами габброидов.

Детальное геологическое изучение всех участков НФЗ № 1 обнаружило «переслаивание» вулканитов коярдской толщи с потоками серпентинизированных гипербазитов (чаще всего хризотил-лизардитовых конгломератовидных серпентинитов), а изометричные небольшие тела габброидов «секут» субслоистую структуру. Тектонические нарушения С-В направления часто пронизывают и тела габброидов (см. рис. 4).

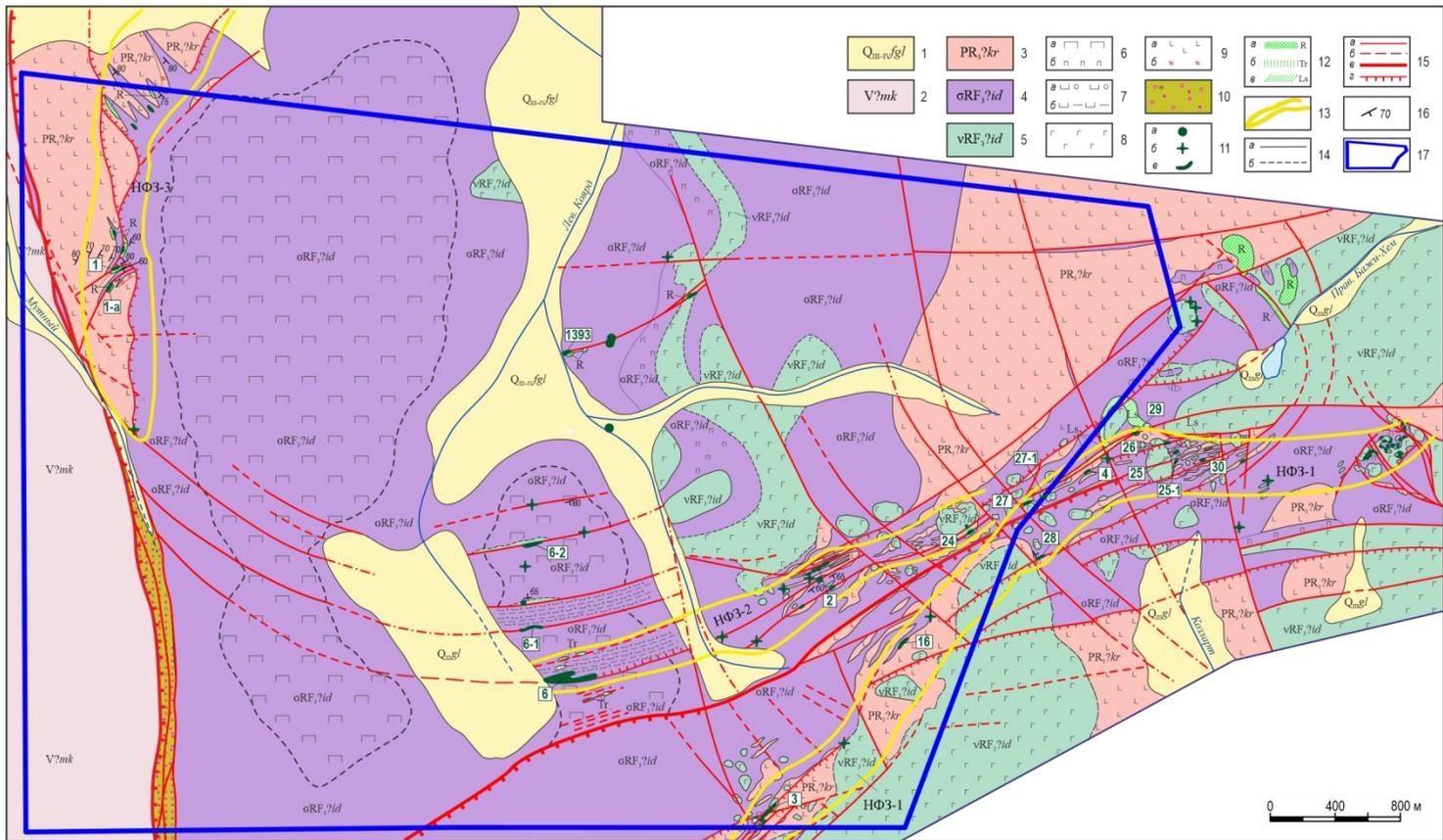


Рисунок 4. Геологическая карта Куртушибинской лицензионной площади и восточной части одноимённого месторождения нефрита
 карта составлена И.Н. Дятловой с использованием материалов: Ковалев и др., 1984 ф., 1985; Ренев и др., 1983; Семенов и др., 2019

Условные обозначения к рис 4

1 — верхнечетвертичные современные водно-ледниковые аллювиальные отложения: галечники, валуны, пески; 2 — венд (макаровская толща): метабазалты миндалекаменные, их метатифы, сланцы кремнистые, гидрослюдисто-кремнистые, углеродисто-гидрослюдисто-кремнистые, хлорит-кремнистые; 3 — верхний рифей (коярдская толща): метабазалты, единичные прослои и линзы силицитов, кварцитов, 4 — зона ультрабазитов иджимского габбро-гипербазитового комплекса: серпентиниты аподунитовые, апоперидотитовые, апопироксенитовые, 5 — зона габброидов: метагаббро, метагаббронориты; 6 — перидотиты «ядерных» частей массивов (а), тела пироксенитов (б); 7 — серпентиниты конгломератовидные (а), серпентиниты рассланцованные (б); 8 — габброиды; 9 — метабазалты, кварциты; 10 — меланж тектонический серпентинитовый полимиктовый; 11 — нефрит: глыбы (а), коренные проявления (б), жилы (в); 12 — метасоматиты: родингиты (а), тремолиты (б), листвениты (в); 13 — нефритоносная зона; 14 — геологические границы: достоверные (а), предполагаемые (б); 15 — тектонические нарушения: достоверные (а), предполагаемые (б), главные (в); 16 — элементы залегания и угол падения плитчатости, полосчатости, контактов пород; 17 — лицензионная площадь.

Жилы нефрита, описываемые предшественниками (Ковалев и др., 1984 ф., 1985 ф.), как «впаянные» внутри массивов габбро (жилы №№ 3, 26, 29 и др.) расположены в узких (менее 20 м) тектонических зонах северо-восточного простирания, пересекающих эти габброиды. В одном из контактов с жилами нефрита всегда наблюдаются метасоматически изменённые серпентиниты, а в другом — родингиты. Родингиты всегда наблюдаются в одном из контактов нефритовых жил (с габбро или с базальтами). Родингитовые «дайки» сохраняют остатки тонко- и среднекристаллических габброидов (рис. 5).

В восточной части Куртушибинского месторождения установлены интрузивные контакты габброидов иджимского комплекса с метабазалтами коярдской толщи, а присутствие выходов амфиболитов и других метасланцев среди метабазалтов говорят о более древнем, чем габбро, возрасте вмещающей толщи. В её состав необходимо включить, кроме основных эффузивов, метаморфические сланцы.

Нефритоносная зона № 2 протягивается от верховий р. Левый Коярд в северо-восточном направлении на расстояние до 3,0 км при ширине до 200 м. Характерной особенностью этой нефритоносной зоны является ограничение её тектоническими нарушениями с падением сместителей на север-северо-запад. На востоке месторождения нефритоносные зоны № 1 и № 2 разделены узкими тектоническими зонами лиственитов (см. рис. 4).

Почти 2 км западной части нефритоносной зоны № 2 слагают слабо серпентинизированные гарцбургиты и пироксениты, а восточная её часть аналогична по геологическому строению нефритоносной зоне № 1 (см. рис. 4). В западной части нефритоносной зоны № 2 выявлена жила диопсидового нефрита № 6 длиной более 35 м, залегающая в субширотной тектонической зоне шириной до 150 м. Жила в лежачем боку контактирует со слабо изменёнными гарцбургитами, а внутри тектонической зоны — только тремолит-лизардитовые и конгломератовидные серпентиниты. Никаких других метасоматически изменённых пород не обнаружено, контакты прямолинейные, круто падающие на север. Предположительно, это полукольцевое древнее тектоническое нарушение, образовавшееся при остывании и проседании центральной части (северной части) Куртушибинского массива. Своеобразны декоративные свойства жилы № 6: рисунок камня представляет сочетание изумрудно-зелёных пятен и прожилков на светло-зелёном фоне основной массы; ориентировка прожилков и пятен беспорядочная. Поверхность полировки совершенная с перламутровым отливом; просвечиваемости нет, твёрдость по шкале Мооса 6,5; порода состоит из тремолита (80–90 %) и диопсида (10–20 %).

НЕФРИТОНОСНАЯ ЗОНА № 1

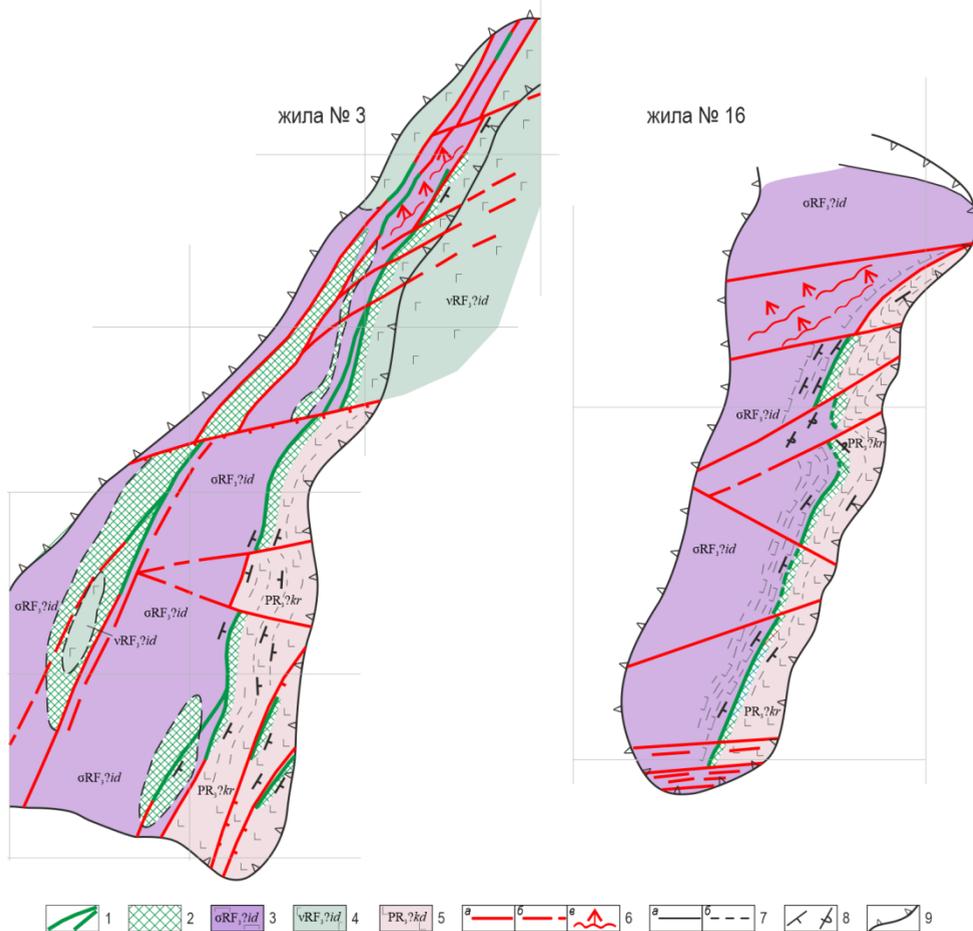


Рисунок 5. Строение нефритоносной зоны № 1 в карьерах жил № 3 и № 16

1 — нефриты; 2 — родингиты; 3 — серпентиниты иджимского комплекса; 4 — габбро иджимского комплекса; 5 — metabазальты коярдской толщи; 6 — тектонические нарушения достоверные (а) и предполагаемые (б), направление падения зеркал скольжения (е); 7 — геологические границы: достоверные (а) и предполагаемые (б); 8 — элементы залегания контактов, плитчатости, полосчатости; 9 — контуры разведочного карьера.

В восточной части Куртушибинского месторождения установлены интрузивные контакты габброидов иджимского комплекса с metabазальтами коярдской толщи, а присутствие выходов амфиболитов и других метасланцев среди metabазальтов говорят о более древнем, чем габбро, возрасте вмещающей толщи. В её состав необходимо включить, кроме основных эффузивов, метаморфические сланцы.

Нефритоносная зона № 2 протягивается от верховий р. Левый Коярд в северо-восточном направлении на расстояние до 3,0 км при ширине до 200 м. Характерной особенностью этой нефритоносной зоны является ограничение её тектоническими нарушениями с падением сместителей на север-северо-запад. На востоке месторождения нефритоносные зоны № 1 и № 2 разделены узкими тектоническими зонами листвинитов (см. рис. 4).

Почти 2 км западной части нефритоносной зоны № 2 слагают слабо серпентинизированные гарцбургиты и пироксениты, а восточная её часть аналогична по геологическому строению нефритоносной зоне № 1 (см. рис. 4). В западной части нефрито-

носной зоны № 2 выявлена жила диопсидового нефрита № 6 длиной более 35 м, залегающая в субширотной тектонической зоне шириной до 150 м. Жила в лежачем боку контактирует со слабо изменёнными гарцбургитами, а внутри тектонической зоны — только тремолит-лизардитовые и конгломератовидные серпентиниты. Никаких других метасоматически изменённых пород не обнаружено, контакты прямолинейные, круто падающие на север. Предположительно, это полукольцевое древнее тектоническое нарушение, образовавшееся при остывании и проседании центральной части Куртушибинского массива. Своеобразны декоративные свойства жилы № 6: рисунок камня представляет сочетание изумрудно-зелёных пятен и прожилков на светло-зелёном фоне основной массы; ориентировка прожилков и пятен беспорядочная. Поверхность полировки совершенная с перламутровым отливом; просвечиваемости нет, твёрдость по шкале Мооса 6,5; порода состоит из тремолита (80–90 %) и диопсида (10–20 %).

Западный участок Куртушибинского месторождения нефрита расположен вдоль нефритоносной зоны № 3, протяжённость которой составляет около 2,5 км при средней ширине 150 м. На северо-востоке зона перекрыта аллювием в широкой долине р. Коярд, а на юге ограничивается полукольцевыми тектоническими нарушениями от верховьев руч. Мутного до истоков р. Левый Коярд (см. рис. 4). Нефритоносная зона № 3 расположена восточнее Куртушибинского глубинного разлома-надвига, изображённого на ГГС–200/2 в виде широкой зоны меланжа шириной до 1 км, что не соответствует действительности (Семенов и др., 2015).

Строение нефритоносной зоны № 3 «зеркально» аналогично по геологическому строению южной части Тиховской лицензионной площади: все коренные жилы нефрита приурочены к контактам тремолитизированных серпентинитов с метабазами коярдской толщи с образованием родингитов.

Куртушибинский глубинный разлом простирается на Тиховской лицензионной площади и западном участке Куртушибинского месторождения субмеридионально.

В ходе проведения разведочных работ на Куртушибинском месторождении нефрита протоколом ФБУ ГКЗ № 6421 от 15.07.2020 г. утверждены запасы нефрита-сырца по жилам №№ 3 и 16 в количестве 954 т. В северной части Сатпый-Омуловской лицензионной площади (участок Иджимский) проведены поисково-оценочные работы. Протоколом ФБУ ГКЗ № 7098 от 6.10.2022 г. утверждены запасы нефрита-сырца по жилам нефрита № И-131, № 9990 и россыпи Сергеевская в количестве 341,16 т (Шарифулин, 2022 а).

ГЕОЛОГО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ КУРТУШИБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФРИТА

1. Геолого-тектоническая позиция — нахождение в Орешском тектоническом блоке Куртушибинского офиолитового пояса, вскрывающем дунит-гарцбургитовую ядерную часть северной трети Куртушибинского массива иджимского интрузивного комплекса. Гипербазиты внедрены (?) в сланцево-вулканогенную коярдскую толщу докембрия. В краевых серпентинизированных частях массива ультрабазитов, контактирующих с метабазами коярдской толщи вблизи Куртушибинского глубинного разлома и его ответвлений, которые и являлись источником лавы и флюидов происходили метасоматические процессы, приводящие к образованию жил нефрита.
2. Генетический тип — гидротермально-метасоматический; характер метасоматоза — кальциевый. Метасоматические образования локализуются на контакте серпентинизированных гипербазитов и пород основного состава; зональность, наблюдаемая на коренных жилах выглядит, как интрузивный экзоконтакт (родингиты – роговики или «скарны») с вмещающими эффузивами или габброидами. Жилы нефрита образуются в высокотемпературную стадию Fe–Mg–Ca-метасоматоза. Никаких пород кислого и даже среднего состава на данном месторождении не установлено.
3. Нефритоносные зоны на месторождениях нефрита в Куртушибинском офиолитовом поясе — это экзоконтактовые зоны тел гипербазитов в местах соприкосновения с

- вмещающими отложениями близкого возраста (более древнего?), обычно имеют линейную форму, т. к. приурочены к долгоживущим нарушениям, связанным с Куртушибинским глубинным разломом.
4. На ГГС–200/2 Тиховская лицензионная площадь и Западный участок Куртушибинского месторождения нефрита «падают» в бесструктурную зону тектонического меланжа, что не соответствует действительности, а тектонические движения играют в образовании жил нефрита важную, но несколько иную роль.
 5. Тектонические нарушения субмеридионального простирания являются более поздними, чем время формирования жил нефрита. Установлено не менее 3-х зон кварцево-золото-сульфидной минерализации, приуроченных к этим тектоническим нарушениям.
 6. Большинство жил поделочного камня Куртушибинского месторождения представлено разностями второго, реже третьего сорта, ювелирные разности отсутствуют.

ЛИТЕРАТУРА

- Бабин Г.А., Щигрев А.Ф., Зейферт Л.Л. и др.* Легенда Алтае-Саянской серии листов Государственной геологической карты РФ м-ба 1 : 1 000 000 (третье издание). – Новокузнецк, 2003. – Кемеровский филиал ФБУ ТФГИ по СФО. – Инв. № 22795.
- Бармина С.А., Беззубцев В.В., Берзон Е.И. и др.* Государственная геологическая карта РФ. М-б 1 : 1 000 000. Серия Новая. Лист N–46 (47) (Абакан): Объясн. зап. к ГГС–1000. – СПб.: Санкт-Петербургская картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2000. – 297 с.
- Добрецов Н.Л., Татаринцев А.В.* Жадит и нефрит в офиолитах / Отв. ред. Н.В. Соболев. – Новосибирск: Наука, 1983. – 125 с.
- Иванов В.В., Попов А.Н.* Поиски жадеита и нефрита в бассейне р. Кантегир и поисково-оценочные работы на участках Путевый и Конторки. – Минусинск, 1994 ф. – Красноярский фил. ФБУ ТФГИ по СФО, Инв. № 466242.
- Ковалев Г.Н., Федоренко М.Б., Белолопатков В.Д. и др.* Поисковые и поисково-оценочные работы на нефрит в пределах Куртушибинского, Агардагского, Бельдыкского и других более мелких массивов Северо-, Восточно- и Южно-Тувинского гипербазитовых поясов (1981–1984 гг.). – М., 1984. – ФБУ Росгеолфонд. – Инв. № 409716.
- Ковалев Г.Н., Федоренко М.Б., Белолопатков В.Д. и др.* Отчёт о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на нефрит в пределах Куртушибинского гипербазитового пояса (Тувинская АССР) за 1984–1985 гг. – М., 1985. – ФБУ Росгеолфонд. – Инв. № 416995.
- Методические указания по поискам и перспективной оценке месторождений цветных камней (ювелирных, поделочных декоративно-облицовочных).* Вып. 3: Нефрит / Авт. Замалетдинов Р.С., Лузина В.Г., Сутурин А.Н., Горбатова К.Ю. – М.: Мин-во геологии СССР, 1974. – 46 с.
- Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых (нефрит).* – М.: ФГУ Гос. комиссия по запасам пол. иск., 2014. – 24 с.
- Митинская Т.С., Залыман В.Д.* Легенда Западно-Саянской серии Государственной геологической карты РФ. М-б 1 : 200 000 (издание второе): Объясн. зап. – Кызыл, 1994. – Тыв. фил. ФБУ ТФГИ по СФО, Инв. № 2224.
- Подкаменный В.А., Секерин А.П., Кузнецов И.Н.* Отчёт о результатах поисковых работ на нефрит на Куртушибинском гипербазитовом массиве в Западном Саяне. – с. Смоленщина, 1974. – Красноярский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО». – Инв. № 18872.
- Ренев А.Г., Храмов И.П., Жильников В.Г.* Отчёт о детальных поисковых работах на нефрит на участке Стан-Таскыл за 1983–1985 гг. – Красный Хутор, 1985. – 181 с. – ФБУ Росгеолфонд. – Инв. № 416603.
- Секерин А.П.* К вопросу об условиях образования нефрита // Изв.АН СССР. Сер. геологическая. – 1979. – № 9. – С. 90–95.
- Семёнов М.И.* Геологическое доизучение масштаба 1 : 200 000 и подготовка к изданию геологической карты–200 листа N–46–XXXIV (Макаровская площадь). – Красноярск, 2015. – Красноярский фил. ФБУ ТФГИ по СФО. – Инв. № 32762.

- Сутурин А.Н., Замалетдинов Р.С. Нефриты. – Новосибирск: Наука, 1984. – 292 с.
- Шарифуллин С.К., Мундурга Э.М., Дятлова И.Н. и др. Разведочные работы на Кантегирском месторождении нефрита с подсч. запасов по состоянию на 01.01.2022 г. (лицензия КРР 02549 ТР). – Красноярск, 2021 а. ФБУ Росгеолфонд. – Инв. № 546696.
- Шарифуллин С.К., Секерин А.П., Петров А.Н. и др. Разведочные работы на Стан-Таскыльском месторождении нефрита с подсч. запасов по состоянию на 01.01.2022 г. (лицензия КРР 02551 ТР). – Красноярск, 2021 б. ФБУ Росгеолфонд. – Инв. № 546695.
- Шаталина Т.А., Сосновская О.В., Александровский Ю.С. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1 : 200 000: Объясн. зап. Издание второе. Серия Запад-но-Саянская. Лист N–46–XXVI (Саяногорск). – СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. – 224 с.: ил. 33.

REFERENCES

- Babin G.A., Shchigrev A.F., Zeyfert L.L. et al. *Legenda Altaye-Sayanskoy serii listov Gosudarstvennoy geologicheskoy karty RF masshtaba 1 : 1 000 000 (tret'ye izdaniye)* [Legend of the Altai-Sayan block of the State Geological Map of the Russian Federation, scale 1 : 1 000 000 (third edition)]. Novokuznetsk, 2003, stock. (OF FGUGP Zapsibgeolsemka). (In Russ.)
- Barmina S.A., Bezzubtsev V.V., Berzon Ye.I. et al. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. M-b 1 : 1 000 000. Seriya Novaya. List N–46 (47) (Abakan)* [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1 : 1 000 000. New Series. Map sheet N–46 (47) (Abakan)]: Explanatory note to the GGS–1000. St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2000, 297 p. (In Russ.)
- Dobretsov N.L., Tatarinov A.V. *Zhadeit i nefrit v ofiolitakh* [Jadeite and jade in ophiolites] / ed. by N.V. Sobolev. Novosibirsk, Nauka Publ., 1983, 125 p. (In Russ.)
- Ivanov V.V., Popov A.N. *Poiski zhadeita i nefrita v bassejne r. Kantegir i poiskovo-otsnochnyye raboty na uchastkakh Putevy i Kontorki* [Studying for jadeite and jade in the basin of the river. Kantegir and prospecting and evaluation works in the Putevy and Kontorki sections]. Minusinsk, 1994, stock. Krasnoyarsk branch of FBU TFGI in the Siberian Federal District, inv. no. 466242. (In Russ.)
- Kovalev G.N., Fedorenko M.B., Belolapotkov V.D. et al. *Otchot o rezul'tatakh poiskovykh i poiskovo-otsnochnykh rabot na nefrit v predelakh Kurtushibinskogo giperbazitovogo poyasa (Tuvinskaya ASSR) za 1984–1985 gg.* [Report on the results of prospecting and evaluation works for nephrite within the Kurtushibin ultramafic belt (Tuva ASSR) for 1984–1985]. Moscow, 1984, stock, FBU Rosgeolfond, inv. no. 416995. (In Russ.)
- Kovalev G.N., Fedorenko M.B., Belolapotkov V.D. et al. *Poiskovyye i poiskovo-otsnochnyye raboty na nefrit v predelakh Kurtushibinskogo, Agardagskogo, Bel'dyjskogo i drugikh boleye melkikh massivov Severo-, Vostochno- i Yuzhno-Tuvinskogo giperbazitovykh poyasov (1981–1984 gg.)* [Prospecting and evaluation works on jade within the Kurtushibin, Agardag, Beldyk and other smaller massifs of the North, East and South Tuva hyperbasite belts (1981–1984)]. Moscow, 1985, stock, FBU Rosgeolfond, inv. no. 409716. (In Russ.)
- Metodicheskiye rekomendatsii po primeneniyu Klassifikatsii zapasov mestorozhdeniy i prognozykh resursov tvordykh poleznykh iskopayemykh (nefrit)* [Methodological instructions for the application of the Classification of reserves of deposits and probable resources of solid minerals (nephrite)]. Moscow, State Commission for Mineral Reserves, 2014, 24 p. (In Russ.)
- Metodicheskiye ukazaniya po poiskam i perspektivnoy otsenke mestorozhdeniy tsvetnykh kamney (yuvelirnykh, podelochnykh dekorativno-oblitovochnykh). Vypusk 3: Nefrit* [Methodological instructions for the prospecting and evaluation works for deposits of colored stones (jewelry, ornamental decorative facing). Issue 3: Jade] / Authors: Zamaletdinov R.S., Luzina V.G., Sutturin A.N., Gorbatova K.Yu. Moscow, USSR Ministry of Geology, 1974, 46 p. (In Russ.)
- Mitinskaya T.S., Zal'tsman V.D. *Legenda Zapadno-Sayanskoy serii Gosudarstvennoy geologicheskoy karty RF. M-b 1 : 200 000* [Legend of the West Sayan block of the State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1 : 200 000 (second edition)]: Explanatory note. Kyzyl, 1994, stock. Tuva branch of FBU TFGI in the Siberian Federal District, inv. no. 2224. (In Russ.)
- Podkamenny V.A., Sekerin A.P., Kuznetsov I.N. *Otchot o rezul'tatakh poiskovykh rabot na nefrit na Kurtushibinskom giperbazitovom massive v Zapadnom Sayane* [Report on the results of prospecting for jade in the Kurtushibin ultramafic massif in the Western Sayan]. selo Smolenshchina, 1974, stock, Krasnoyarsk branch of FBU TFGI in the Siberian Federal District, inv. no. 18872. (In Russ.)

- Renev A.G., Khramtsov I.P., Zhil'nikov V.G. *Otchot o detal'nykh poiskovykh rabotakh na nefrit na uchastke Stan-Taskyl za 1983–1985 gg.* [Report on detailed prospecting for jade at the Stan-Taskyl area for 1983–1985]. Krasny Khutor, 1985, stock, 181 p., FBU Rosgeolfond, inv. no. 416603. (In Russ.)
- Sekerin A.P. K voprosu ob usloviyakh obrazovaniya nefrita [The formation conditions of jade]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geologicheskaya = Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR. Geological series*, 1979, no. 9, pp. 90–95. (In Russ.)
- Semonov M.I. *Geologicheskoye doizucheniye masshtaba 1 : 200 000 i podgotovka k izdaniyu gosgeolkarty–200 lista N–46–XXXIV (Makarovskaya ploshchad')* [Additional geological study at a scale of 1 : 200 000 and preparation for publication of the State Geological Map-200 sheet N-46-XXXIV (Makarovskaya area)]. Krasnoyarsk, stock, Krasnoyarsk branch of FBU TFGI in the Siberian Federal District, inv. no. 32762. (In Russ.)
- Suturin A.N., Zamaletdinov R.S. *Nefrity [Jades]*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1984, 292 p. (In Russ.)
- Sharifulin S.K., Mundurga E.M., Dyatlova I.N. *Razvedochnyye raboty na Kantegirskom mestorozhdenii nefrita s podschetom zapasov po sostoyaniyu na 01.01.2022 g.* [Exploration work at the Kantegir jade deposit with the estimation of reserves as of 01.01.2022] (KRR license 02549 TR). Krasnoyarsk, 2021 a, stock, FBU Rosgeolfond, inv. no. 546696. (In Russ.)
- Sharifulin S.K., Sekerin A.P., Petrov A.N. *Razvedochnyye raboty na Stan-Taskyl'skom mestorozhdenii nefrita s podschetom zapasov po sostoyaniyu na 01.01.2022 g.* [Exploration work at the Stan-Taskylsky jade deposit with an estimation of reserves as of 01.01.2022] (KRR license 02551 TR). Krasnoyarsk, 2021 b, stock, FBU Rosgeolfond, inv. no. 546695. (In Russ.)
- Shatalina T.A., Sosnovskaya O.V., Aleksandrovskiy Yu.S. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1 : 200 000* [State geological map of the Russian Federation, scale 1 : 200 000]: Explanatory letter. Second edition. Series West Sayan. Sheet N-46-XXVI (Sayanogorsk). St. Petersburg, VSEGEI Publ., 2019, 224 p. (In Russ.)