

УДК 552.311:551.72(571.65)

## ИНТРУЗИВНЫЙ БАЗИТОВЫЙ МАГМАТИЗМ В ПОЗДНЕДОКЕМБРИЙСКОЙ ИСТОРИИ ОМОЛОНСКОГО МАССИВА (геологические и геохронометрические данные)

А. М. Гагиева

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан  
E-mail: gagieva@neisri.ru

*Обобщены результаты K-Ar и Rb-Sr изохронного датирования позднедокембрийских интрузивных базитов Омолонского массива. На основе геологической интерпретации гистограммы 37 K-Ar датировок сделан вывод, что габбро-диабазовый стрелкинский комплекс формировался не позднее 890 млн лет назад и фиксирует первое проявление магматизма в рифейско-фанерозойской истории Омолонского массива. Результаты Rb-Sr изохронного датирования неоднозначны. Они позволяют предположить как раннерифейский (около 1500 млн лет) возраст стрелкинского комплекса, так и неоднократное проявление интрузивного базитового магматизма на интервале между завершением формирования кристаллического фундамента и началом накопления осадочного чехла Омолонского массива. Согласно данным Rb-Sr изохронного датирования, с этим рифейской активизации фундамента связаны Fe руды и Au минерализация. С учетом данных Rb-Sr изохронного датирования обсуждается связь Fe руд и Au минерализации с этим рифейской активизации фундамента Омолонского массива.*

*Ключевые слова:* основной магматизм, поздний докембрий, изотопное датирование, Омолонский массив.

### ВВЕДЕНИЕ

Омолонский массив (ОМ) – один из наиболее своеобразных тектонических элементов Северо-Востока Азии, в структуре которого четко обособлены древний кристаллический фундамент и слабдеформированный чехол, сложенный рифейскими, палеозойскими и нижнемезозойскими (домеловыми) осадочными и вулканогенными отложениями.

Взгляды на тектоническую природу ОМ на рубеже веков кардинально изменились. Долгие годы он классифицировался как срединный, т. е. располагающийся внутри мезозойской Верхояно-Чукотской складчатой области, и считался главным источником сведений о ранних стадиях ее развития (Мерзляков и др., 1982). С начала 90-х гг. XX в. популярность приобрели аккреционные модели тектонического устройства Северо-Востока Азии, в которых ОМ рассматривается как фрагмент некогда разрушенного кратона (террейн) – либо автономный, либо входящий в составной Колымо-Омолонский супертеррейн (Тектоника..., 2001; Геодинамика..., 2006). Внутренняя структура ОМ гетерогенна: ясно обособлены его центральная часть – Юкагирская глыба, где фундамент приближен к эрозионной поверхности, и периферические зоны, в разной степени прогнутые.

Юкагирская глыба подразделяется на Кедонское (Верхнеомолонское) и Рассошинское поднятия, разделенные Доломнанской поперечной зоной (рис. 1).

В рифейско-фанерозойской истории ОМ важнейшую роль играли разнообразные магматические процессы. Они фиксируют периоды активизации недр массива и позволяют судить об обстановках, в которых протекал магматизм. Наиболее информативны, с этой точки зрения, вулканические накопления чехла. Древнейшие из них (трахибазальты и базальты сезамской свиты, распространенные на Рассошинском поднятии) первоначально датировались в диапазоне от ордовика до рифея, а сейчас по комплексу геологических, в том числе палеонтологических, данных определяются как раннекембрийские (Гагиев, Ткаченко, 2000). Там же присутствуют залежи и рвущие тела базитового состава, небольшие дифференцированные интрузии, объединяемые вместе с вулканами в пикрит-диабаз-базальтовую ассоциацию, или сезамский вулcano-плутонический комплекс (Лычагин и др., 1987).

Предмет данного исследования – многочисленные силлы, дайки и штоки пород основного состава, маркирующие еще более ранний эндогенный процесс. Он был приурочен к паузе между двумя главными этапами эволюции ОМ – завершением формирования кристаллического фунда-

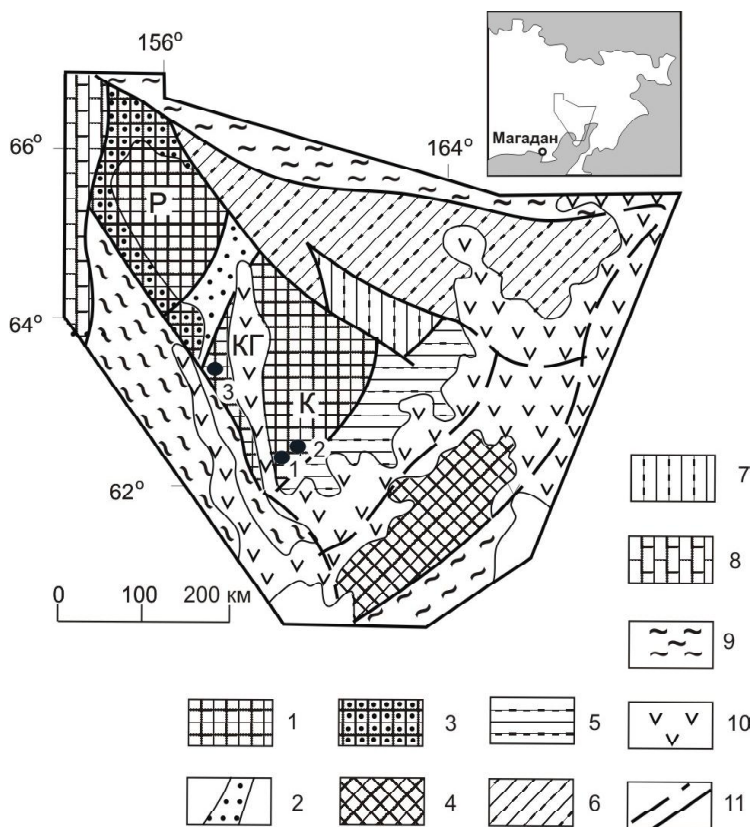


Рис. 1. Тектоническая схема Омолонского массива и его складчатого обрамления (по Мерзляков и др., 1982), с изменениями. Омолонский массив: 1–3 – Юкагирская глыба: 1 – Рассошинский (Р) и Кедонский (К) блоки, 2 – Долоннанская поперечная зона, 3 – Коркодонская «перикратонная» зона; 4 – Тайгоносский блок; 5 – Гижигинская межельбовая зона; 6 – Моланджинская зона; 7 – Хуличанская впадина. Структуры обрамления: 8 – Приколымское поднятие; 9 – мезозойские складчатые зоны; 10 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс и оперяющий его Конгинский (КГ) вулканоплутонический ряд; 11 – главные разломы. Черные кружки – места отбора проб (выступы: 1 – Ольдянинский, 2 – Коаргычанский, 3 – Абкитский)

Fig. 1. Schematized tectonics of Omolon Massif and its folded rims (modified from: Мерзляков и др., 1982). Omolon Massif: 1–3 – Yukaghir Block: Rassoshinsky (P) and Kedon (K) blocks, 2 – Dolomnan transverse zone, 3 – Korkodon «pericratonal» zone; 4 – Taigonoss Block; 5 – Gizhiga interblock zone; 6 – Molandja zone; 7 – Khulichan Depression. Rimming structures: 8 – Prikolymsky Uplift; 9 – folded zones of the Mesozoic; 10 – Okhotian-Chukotian Volcanic Belt and Konghinsky (KT) volcano-plutonic feather structure; 11 – main faults. Sampling sites are shown as black circles (structure outcrops: 1 – Oldyaninsky, 2 – Koargychan, 3 – Abkitsky)

мента и началом накопления чехла. Тела подобных базитов широко распространены в верховьях р. Омолон (юг Кедонского поднятия) и в бассейне р. Коркодон (близ юго-западного окончания Долоннанской поперечной зоны), среди дорифейских пород, вскрытых в экзоконтакте крупного раннепалеозойского Абкитского гранитоидного массива – петротипа одноименного плутонического комплекса. Древнейшие базитовые интрузии остаются наиболее слабоизученными магматическими образованиями ОМ, хотя с ними сопряжены Fe руды промышленного значения и Au минерализация. Обобщение геохронометрических данных

показало, что на временном интервале, разделявшем фундамент и чехол, события могли развиваться более сложно, чем предполагалось ранее.

### ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Выделение самостоятельного мета-базитового интрузивного комплекса из состава дорифейских образований юга ОМ, его геолого-петрографическая характеристика, выявление пространственно связанных с мета-базитами железистых кварцитов – заслуга А. П. Фадеева (1975а, б). В начале 70-х гг., в результате специализированного изучения докембрия Ольдянинского и Коаргычанского выступов фундамента Кедонского поднятия (бассейны руч. Анго, Ольдяни, Инняга, Нодди – притоки р. Омолон в ее верхнем течении), А. П. Фадеев пришел к выводу, что основные породы с хорошо сохранившимися реликтами офитовой структуры (габбро-диабазы) слагают малые тела, которые прорывают глубокометаморфизованные породы (гнейсы, кристаллосланцы, амфиболиты), но не проникают в осадочный чехол. К этой же группе он отнес впервые выявленные оруденелые габброиды (козьвиты). В базальных кварцитовидных песчаниках рифея была отмечена редкая магнетит-кварцевая галька.

Возраст кристаллического фундамента ОМ считался в те годы, исходя из сопоставлений с Сибирской платформой и единичных К-Аг определений, архейским и/или раннепротерозойским, а нижних горизонтов чехла (по строматолитам) – средне-позднерифейским (Геология..., 1970). Время становления мета-базитов было отнесено к концу раннего протерозоя. При этом предполагалось, что внедрение интрузивных тел предшествовало мигматизации горных пород фундамента (Фадеев, 1975б), а формирование Fe руд (железистых кварцитов) происходило позже, метасоматическим путем (Гельман и др., 1974).

Во второй половине 70-х – начале 80-х гг. И. Л. Жуланова (1983, 1987, 1990; и др.) провела комплексное геолого-петрологическое и изотопно-геохронологическое исследование дорифейских образований ОМ (Ольдянинский, Коаргычанский, Закоронный, Ауланджинский, Хебикенджинский выступы). Было установлено, что в составе кристаллического фундамента присутствуют две геологически самостоятельные породные группы: 1) относительно более древний слоистый субстрат,

ареально метаморфизованный в условиях гранулитовой, отчасти (Хебикенджинский выступ) прогрессивной амфиболитовой, фации; 2) разнообразные продукты его гранитизации. Среди гранитизированных образований выделены производные трех геохимически различных процессов: чарнокитизации (только в Ауланджинском выступе), плагиогранитизации и калиевой гранитизации, каждому из которых отвечали самостоятельный этап эволюции и своя генерация долгоживущих гнейсово-купольных структур.

Тогда же впервые было выполнено Rb-Sr изохронное датирование метаморфических образований фундамента ОМ. Оно показало, что в целом его формирование продолжалось от 3800 до 1600 млн лет (Жуланова и др., 1985). В дальнейшем эти данные подтвердились на более широком материале (Котляр и др., 2001). В современной геохронологической шкале указанный интервал отвечает суммарной продолжительности архея и раннего протерозоя (Gradstein et al., 2004). Принципиально новым явилось заключение, что полученные Rb-Sr даты фиксируют периодические эндогенные возмущения (термальные события), которыми сопровождалось продвижение глубинных комплексов к эрозионной поверхности, а степень сохранности Rb-Sr изотопных систем коррелируется с этапностью становления гнейсово-купольных структур. Так, древнейшая дата (3800 млн лет) интерпретирована как минимальный возраст апогранулитовых плагиомигматитов и плагиогнейсов, слагающих мигматит-гранулит-гнейсовые купола, а дискретные раннепротерозойские даты (2200, 1800, 1600 млн лет) – как моменты стабилизации гранито-гнейсовых куполов, связанных с калиевой гранитизацией.

И. Л. Жуланова подтвердила наблюдения А. П. Фадеева о локализации интрузивных метабазитов и железистых кварцитов на участках интенсивной калиевой гранитизации и метасоматической природе Fe руд, но пришла к выводу, что прямая зависимость между интенсивностью оруденения и степенью гранитизации вмещающих пород отсутствует. По ее наблюдениям, формирование железистых кварцитов отделяется от последнего этапа гранитизации эпизодом динамометаморфизма. В то же время И. Л. Жуланова подчеркнула единый структурный контроль в размещении метабазитов и железистых кварцитов: и те и другие сосредоточены в узких субмеридиональных поясах, трассирующих оси раннепротерозойских гранито-гнейсовых куполов.

Для обсуждаемого вопроса особенно интересны Rb-Sr изохронные даты 1070–1150 млн лет, выявленные в Ольдянинском, Коаргычанском и Закоронном выступах фундамента (Котляр и др., 2001). Они отвечают глобальному гренвилльскому тектоническому рубежу (граница среднего и позднего рифея). На изохроне с возрастом  $1150 \pm 78$  млн лет располагаются фигуративные

точки двух проб железистых кварцитов (руч. Ольдяни) и одной – куммингтонит-магнетитового сланца (руч. Нодди), что позволило сделать вывод о связи Fe руд и других Fe-Mg-Ca метасоматитов с деструкцией раннедокембрийского фундамента на предпозднерифейском рубеже (Жуланова, 1983). Предложенная модель формирования Fe руд включает две стадии: 1) высвобождение Fe при гранитизации, его движение книзу (что вообще свойственно химическим элементам с высокими атомными весами; см. Щербаков, 1967) и оседание на нижней кромке фронта гранитизации; 2) повторную мобилизацию Fe в ходе базальтового магматизма, который контролировался расколами, возникавшими в осевых частях гранито-гнейсовых куполов вследствие их быстрого воздымания. В рамках модели получила непротиворечивое объяснение пространственная связь Fe руд с интрузивными метабазитами и с ареалами калиевой гранитизации.

По осадочным породам (известняки, алевролиты, кварцитовидные песчаники) низов чехла получена Rb-Sr изохрона  $815 \pm 43$  млн лет (поздний рифей), которая интерпретирована как момент завершения эпигенетических процессов в толще осадочных пород на этапе погружения. Относительная временная близость деструкции фундамента и начала формирования чехла ОМ истолкована как указание на возникновение позднерифейского осадочного бассейна во взаимосвязи с гренвилльским тектоническим событием (Жуланова и др., 1988; Котляр и др., 2001).

В 1986–1989 гг. А. В. Чайцын, В. А. Ковальчук и др. выполнили крупномасштабное геологическое картирование бассейна верхнего течения р. Омолон. Они предложили новую схему расчленения метаморфических образований дорифейского фундамента Кедонского поднятия. Широко распространенные в Ольдянинском и Коаргычанском выступах биотит-амфиболовые плагиогнейсы выделены в ноддинский комплекс предположительно ортомагматического генезиса и сопоставлены с архейскими серыми гнейсами древних щитов (см. Хаин, 1987). Породы гранулитовой фации, образующие реликтовые тела среди гнейсов ноддинского комплекса, отнесены к более раннему грозненскому комплексу (предположительно, супракрустальному), а куммингтонитовые сланцы, косьвиты, железистые кварциты – к более молодому батикскому, трактуемому как аналог зеленокаменных поясов древних щитов. Каких-либо конкретных данных о возрасте (архейском или протерозойском) батикского комплекса при крупномасштабной геологической съемке получено не было. Описанный А. П. Фадеевым комплекс интрузивных базитов (метагаббро-диабазов) получил наименование «стрелкинский» и был отнесен к позднему протерозою.

Представления А. В. Чайцына с соавторами о магматической природе биотит-амфиболовых пла-

гиогнейсов фундамента Верхнеомолонского поднятия поддержала В. М. Шевченко, изучавшая в те же годы магматические породы ОМ в верховьях руч. Нодди. Батикский комплекс она первоначально интерпретировала как древнюю расслоенную интрузию основного состава (Шевченко, 1991). Позже В. М. Шевченко (1996) присоединилась к мнению о сходстве батикского комплекса с зеленокаменными ассоциациями древних щитов и датировала его ранним протерозоем, включая туда же и метабатыты стрелкинского комплекса.

В 90-х гг. под руководством В. Н. Егорова было проведено геологическое доизучение бассейна верхнего течения р. Омолон и составлены листы второго поколения Государственной геологической карты масштаба 1 : 200 000. В число вновь полученных данных входит Rb-Sr изохронная датировка метагабброидов стрелкинского комплекса, полученная по образцам из коллекции В. М. Шевченко (бассейн руч. Нодди). Значение возраста составило  $1479 \pm 31$  млн лет, что отвечает раннему рифею (анализ проведен В. Н. Кудряшовым, Геологический институт Кольского НЦ РАН; данные из отчета В. Н. Егорова и др., 2001 г., хранящегося в ФГУ «ТФИ»).

В своей недавней монографии В. М. Шевченко (2006) описывает батикский комплекс как метаморфический (амфиболитовая и амфиболит-гранулитовая фации) и датирует его поздним археем, а стрелкинский метаинтрузивный – поздним протерозоем.

### НОВЫЕ ДАННЫЕ

Впервые предпринята попытка реконструировать позднепротерозойскую эндогенную историю ОМ на основании нового методологического подхода к геологической интерпретации больших массивов изотопных датировок, обобщаемых в виде гистограмм. Он разработан в 2001–2004 гг. под руководством И. Н. Котляра и И. Л. Жулановой в лаборатории изотопной геохронологии и геохимии СВКНИИ (Котляр и др., 2001; Жуланова, Котляр, 2003; Жуланова и др., 2007). Эмпирическую основу составили материалы изотопного датирования горных пород и минералов, накопленные на Северо-Востоке России за весь период существования здесь радиогеохронометрической службы (с 1958 г.) и обобщенные в 1994–1995 гг. в электронной базе данных (БД) «ГЕОХРОН» (Акинин, Котляр, 1997). Необходимость уделить специальное внимание вопросам методологии была обусловлена высокой долей противоречивых K-Ar датировок, хранящихся в БД.

Как известно, во второй половине XX в., в период массового использования в нашей стране K-Ar метода, сложились два подхода к интерпретации его результатов: различные варианты статистической обработки массивов данных и метод реликтовых дат, которые считались альтернативными (Салоп, 1963, 1982). Анализ показал, что в действительности оба подхода дополняют друг

друга: выявляемые на гистограммах наиболее древние (реликтовые) даты указывают на возраст (время кристаллизации) магматических тел (точнее, его верхний стратиграфический предел), а расположение минимумов (при полимодальности графиков) дает информацию о времени протекания наложенных термальных событий – главного фактора сбоя в работе «радиоактивных часов» (Котляр и др., 2001; Жуланова и др., 2007). Появление минимумов объясняется неоднородностью датируемого объекта, в силу чего в ходе наложенных процессов из одних участков ранее накопившийся дочерний изотоп удалялся полностью, из других – частично. Этот вывод находит однозначное подтверждение в случаях (для Северо-Востока России обычных), когда полимодальными гистограммами оказываются охарактеризованы заведомо одновозрастные магматические тела (однофазные интрузивные массивы, вулканические толщи). Даты, следующие после минимумов первыми, фиксируют повторное включение изотопных часов в тех породах, изотопные системы которых под воздействием предшествующего термального события испытали полную перестройку. Таким образом, разработанная методика позволяет, с одной стороны, максимально объективно судить о времени формирования (геохронометрическом возрасте) геологических тел, с другой – реконструировать эндогенную (термальную) историю вмещающих эти тела структур. Важно, что в извлечении полезной информации оказываются задействованы при этом все имеющиеся датировки (Жуланова и др., 2009).

Автором построена гистограмма K-Ar датировок метагабброидов стрелкинского комплекса (рис. 2). Используются результаты определений, выполненных по собственным коллекциям (1995, 1996 г.), а также неопубликованные материалы, любезно предоставленные П. Ю. Рожковым, М. И. Фоминой, П. А. Шерстобитовым (табл. 1). На гистограмму вынесены также известные Rb-Sr датировки позднедокембрийских образований. Все K-Ar определения выполнены в 1995–2003 гг. в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии СВКНИИ ДВО РАН под общим руководством И. Н. Котляра. Условия анализа описаны в работе (Котляр и др., 2001), сопутствующая геологическая и аналитическая информация хранится в БД «ГЕОХРОН». Гистограмму автор строила с помощью средств ISOPLOT, с учетом ошибки измерения ( $\pm 1\sigma$ ) (Ludwig, 1994).

Образцы из коллекции автора изучены петрографически. Все они представляют собой массивные зеленовато-серые средне-, реже крупнозернистые метагаббро-диабазы с хорошо сохранившейся офитовой структурой. В первичный парагенезис входят плагиоклаз, обыкновенная роговая обманка и обогащенный Ti рудный минерал (ильменит, титаномагнетит). Плагиоклаз образует крупные удлиненные беспорядочно ориентиро-

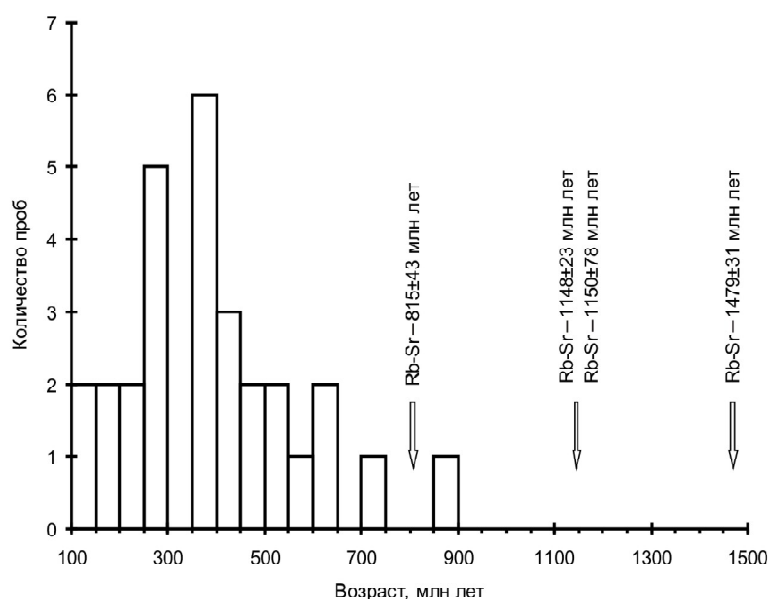


Рис. 2. Гистограмма К-Аг датировок метагаббро-диабазов стрелкинского комплекса Омолонского массива (37 проб). Стрелки – Rb-Sr изохронный возраст метагаббро-диабазов (1479±31 Ma), железистых кварцитов (1150±78 Ma), золотоносных метасоматитов (1148±23 Ma), осадочных пород чехла (815±43 Ma)

Fig. 2. The K-Ar dates histogram obtained for Strelkinsky metagabbro-diorite complex of Omolon Massif (37 samples). The Rb-Sr isochronous ages are indicated by arrows for metagabbro-diorite (1479±31 Ma), jaspilite (1150±78 Ma), auriferous metasomatic rocks (1148±23 Ma) and sedimentary cover rocks (815±43 Ma)

ванные таблицы с полисинтетическими двойниками, в промежутках между которыми располагается роговая обманка и, местами, гранофировый кварц-полевошпатовый агрегат. Первичная буро-зеленая роговая обманка пятнами и по периферии переходит в густоокрашенную сине-зеленую, по которой в свою очередь развивается актинолит. Рудный минерал частично, а нередко полностью замещен сфеном. Плаггиоклаз обычно деанортитизирован до альбита, включающего многочисленные зерна желтого эпидота или окруженного ими. Мелкие выделения сине-зеленого амфибола, актинолита, хлорита, эпидота рассеяны по всей массе породы и концентрируются в трещинах.

Все датированные породы охарактеризованы химическими анализами (табл. 2). На TAS-диаграмме, куда вынесены также фигуративные точки средних химических составов главных породных групп пикрит-диабаз-базальтовой ассоциации Рассошинского поднятия (Лычагин и др., 1987. Табл. 2), хорошо видны отличия базитов из двух разных районов Юкагирской глыбы

Таблица 1. Материалы К-Аг датирования метагаббро-диабазов стрелкинского комплекса  
Table 1. The metagabbro-diorite K-Ar age determinations of Strelkinsky Complex

№ п/п	Номер пробы	Место отбора пробы	К, %	Аг, нг/г	Возраст, млн лет	±σ	Автор коллекции, год
1	2	3	4	5	6	7	8
Коаргычанский и Ольдянинский выступы							
1	АГ-95 6-1	Правобережье руч. Нодди	0,88	10,00	157	5	А. М. Гагиева, 1995
2	АГ-95 6-3	Там же	2,12	20,30	133	5	А. М. Гагиева, 1995
3	АГ-95 6-2	«	1,49	12,10	113,5	1	А. М. Гагиева, 1995
4	АГ-95 5-1	Левый приток р. Ольдяни	0,65	18,30	366	7	А. М. Гагиева, 1995
5	АГ-95 6-16	Правобережье руч. Нодди	0,58	14,90	337	5	А. М. Гагиева, 1995
6	АГ-95 6-10	Там же	0,64	24,90	489	2	А. М. Гагиева, 1995
7	АГ-96 14-1	Междуречье Тяжелый Перевал – Экал	0,89	21,02	312	7	А. М. Гагиева, 1996
8	АГ-95 6-5	Правобережье руч. Нодди	0,41	14,90	460	11	А. М. Гагиева, 1995
9	АГ-95 6-15	Там же	0,71	23,90	430	8	А. М. Гагиева, 1995
10	АГ-96 4-1	Правобережье Бол. Ауланджи	0,50	39,87	890	15	А. М. Гагиева, 1996
11	АГ-95 6-14	Правобережье руч. Нодди	0,63	14,50	305	7	А. М. Гагиева, 1995

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
12	<u>АГ-95</u> 6-9	Правобережье руч. Нодди	1,03	28,10	356	2	А. М. Гагиева, 1995
13	<u>АГ-95</u> 6-7	Там же	0,48	12,80	349	3	А. М. Гагиева, 1995
14	<u>АГ-95</u> 6-13	«	0,64	13,50	281	2	А. М. Гагиева, 1995
15	<u>АГ-95</u> 6-11	«	0,46	16,00	443	6	А. М. Гагиева, 1995
16	<u>АГ-95</u> 6-12	«	0,37	25,90	627	16	А. М. Гагиева, 1995
17	<u>АГ-95</u> 6-6	«	0,49	15,80	414	15	А. М. Гагиева, 1995
18	<u>АГ-95</u> 3-9	Водораздел Ольдяни – Просторный	1,35	63,60	577	22	А. М. Гагиева, 1995
19	<u>АГ-95</u> 4-1	Там же	0,47	29,20	728	21	А. М. Гагиева, 1995
20	<u>АГ-96</u> 3-3к	Правобережье руч. Дикий (р. Спокойная)	1,23	53,29	537	6	А. М. Гагиева, 1996
Абкитский выступ							
21	<u>29-22</u> дж99	Бассейн р. Джугаджак	2,12	37,25	237	2	М. И. Фомина, 1999
22	<u>29-31</u> дж99	Там же	2,40	57,86	318	12	М. И. Фомина, 1999
23	<u>29-15.1</u> дж99	«	1,34	26,30	263	8	М. И. Фомина, 1999
24	20-62/1	«	1,26	36,16	373	1	М. И. Фомина, 1999
25	68	«	2,19	26,36	166	6	П. Ю. Рожков, 1999
26	<u>20-11</u> дж99	«	0,90	20,22	298	2	М. И. Фомина, 1999
27	1052/2	Правобережье р. Бургагчан	0,83	14,40	234	1	А. П. Шерстобитов, 2001
28	20-53	Бассейн р. Джугаджак	0,89	19,60	293	15	М. И. Фомина, 1999
29	20'-14	Там же	0,72	18,18	332	11	М. И. Фомина, 1999
30	<u>20-3</u> дж99	«	0,19	5,83	396	1	М. И. Фомина, 1999
31	20-40	«	0,79	24,30	397	10	М. И. Фомина, 1999
32	20-49	«	0,71	20,19	370	19	М. И. Фомина, 1999
33	<u>01-21</u> дж98	«	0,63	25,53	506,5	18	М. И. Фомина, 1999
34	<u>29-25.5</u> дж99	«	0,61	15,40	332	2	М. И. Фомина, 1999
35	3027/12	Правобережье р. Джугаджак	2,05	42,00	274	1	А. П. Шерстобитов, 2001
36	11	Бассейн р. Джугаджак	1,48	38,46	341	12	П. Ю. Рожков, 1999
37	03-2'-5	Там же	0,97	52,40	648	12	П. Ю. Рожков, 1999

(рис. 3). Наиболее яркое – принадлежность диабазов Рассошинского поднятия (сезамского вулканоплутонического комплекса) к базальтам-андезиобазальтам (среднее из 15 анализов), в то время как большинство фигуративных точек метабазитов стрелкинского комплекса юга Кедонского поднятия (коллекция автора) сконцентрированы в центре поля базальтов. Базиты Абкитского поднятия (рама Абкитского интрузива) обнаруживают широкие вариации концентраций кремнезема и значительно более высокое содержание щелочей (с переходом в трахибазальты, умеренно щелочные пикробазальты, вплоть до щелочных пик-

робазальтов), но это может объясняться контактовым воздействием палеозойских гранитоидов, поскольку петрографически метагаббро-диабазы обоих участков идентичны (Фомина, 2003). Если же более высокое содержание щелочей свойственно древним габброидам Абкитского поднятия изначально, то можно говорить, что латеральная петрохимическая зональность, выявленная В. Н. Егоровым (2004) в среднепалеозойских вулканогенных образованиях ОМ (нарастание их щелочности в направлении от юго-восточной окраины Юкагирской глыбы на северо-запад), впервые проявилась в рифейском магматизме ОМ.

Таблица 2. Химический состав метагаббро-диабазов стрелкинского комплекса  
Table 2. The metagabbro-diabase geochemistry of Strelkinsky Complex

Компоненты	№ пробы	Коаргычанский и Ольдянинский выступы								
		АГ-95 6-1	АГ-95 6-3	АГ-95 6-2	АГ-95 5-1	АГ-95 6-16	АГ-95 6-10	АГ-96 14-1	АГ-95 6-5	АГ-95 6-15
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оксиды, мас. %										
SiO <sub>2</sub>		43,76	44,31	44,76	47,49	47,80	47,81	48,08	48,21	48,29
TiO <sub>2</sub>		2,90	3,04	2,59	2,74	2,01	1,84	2,99	1,88	2,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		16,16	16,27	16,93	14,12	14,91	14,15	14,07	14,47	14,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)		11,51	12,72	10,88	14,22	12,62	13,15	15,22	11,91	13,06
MnO		0,18	0,17	0,16	0,22	0,18	0,20	0,21	0,18	0,19
MgO		5,95	6,37	5,18	5,96	7,68	6,77	5,86	8,17	7,00
CaO		10,53	7,99	9,84	10,75	10,93	10,13	8,33	11,24	9,84
Na <sub>2</sub> O		2,99	2,98	3,04	2,35	2,19	2,54	2,15	2,20	2,29
K <sub>2</sub> O		0,99	2,44	1,89	0,73	0,65	0,82	0,91	0,48	0,80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,57	0,65	0,72	0,21	0,19	0,19	0,17	0,15	0,18
п. п. п.		4,46	3,06	4,00	1,21	0,83	2,41	2,01	1,10	1,10
Сумма		100,00	100,00	99,99	100,00	99,99	101,01	100,00	99,99	99,99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>										
FeO										
Редкие элементы, г/т										
Rb		12,00	56,00	21,00	21,00	12,00	20,00	18,00	7,00	15,00
Sr		1279,00	1605,00	1580,00	448,00	427,00	419,00	450,00	388,00	377,00
Y		23,00	26,00	27,00	13,00	19,00	21,00	20,00	17,00	21,00
Zr		179,00	177,00	222,00	137,00	123,00	124,00	128,00	118,00	131,00
Nb		35,00	39,00	49,00	12,00	15,00	17,00	17,00	13,00	13,00
Коэффициенты и модули (Y + Nb в г/т, прочие в мас. %)										
$\frac{Fe_2O_3 \text{ общ.}}{Fe_2O_3 \text{ общ.} + MgO}$		0,66	0,67	0,68	0,70	0,62	0,66	0,72	0,59	0,65
$\frac{Na_2O + K_2O}{Na_2O/K_2O}$		3,98	5,42	4,93	3,08	2,84	3,36	3,06	2,68	3,09
$\frac{Al_2O_3}{Na_2O + K_2O}$		4,06	3,00	3,43	4,58	5,25	4,21	4,60	5,40	4,60
$\frac{CaO}{Na_2O + K_2O}$		2,65	1,82	2,00	3,49	3,85	3,01	2,72	4,19	3,18
Y + Nb		58	65	76	25	34	38	37	30	34
Компоненты	№ пробы	Коаргычанский и Ольдянинский выступы								
		АГ-96 4-1	АГ-95 6-14	АГ-95 6-9	АГ-95 6-7	АГ-95 6-13	АГ-95 6-11	АГ-95 6-12	АГ-95 6-6	АГ-95 3-9
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Оксиды, мас. %										
SiO <sub>2</sub>		48,29	48,39	48,42	48,51	48,52	48,63	48,79	48,96	50,63
TiO <sub>2</sub>		1,69	2,29	1,91	1,58	2,19	2,01	1,89	1,87	0,84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		13,20	13,99	14,39	15,23	13,33	14,14	14,40	15,01	15,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)		14,08	14,33	13,16	10,95	13,76	13,80	12,80	11,95	10,28
MnO		0,20	0,21	0,19	0,16	0,20	0,21	0,19	0,17	0,19
MgO		3,47	6,63	6,86	8,14	7,54	6,89	7,33	7,40	7,78
CaO		9,30	10,83	10,25	11,54	10,65	10,17	11,07	10,76	8,34
Na <sub>2</sub> O		1,91	2,20	1,94	2,14	1,93	2,05	2,21	2,28	2,57
K <sub>2</sub> O		0,54	0,62	1,07	0,51	0,55	0,62	0,41	0,49	1,55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,10	0,24	0,20	0,14	0,18	0,21	0,18	0,15	0,05
п. п. п.		7,22	1,07	1,59	1,95	1,15	1,27	0,73	0,95	2,21
Сумма		100,00	100,00	99,98	99,99	100,00	100,00	100,00	99,99	99,99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>										
FeO										
Редкие элементы, г/т										
Rb		17,00	11,00	24,00	7,00	9,00	10,00	5,00	8,00	41,00
Sr		205,00	398,00	388,00	387,00	350,00	359,00	387,00	396,00	216,00
Y		22,00	26,00	21,00	15,00	21,00	23,00	18,00	21,00	23,00
Zr		82,00	157,00	122,00	104,00	132,00	128,00	109,00	126,00	25,00
Nb		4,00	18,00	15,00	11,00	15,00	14,00	13,00	14,00	7,00
Коэффициенты и модули (Y + Nb в г/т, прочие в мас. %)										
$\frac{Fe_2O_3 \text{ общ.}}{Fe_2O_3 \text{ общ.} + MgO}$		0,80	0,68	0,66	0,57	0,65	0,67	0,64	0,62	0,57





Окончание табл. 2

Y										
Zr										
Nb										
Коэффициенты и модули (Y + Nb в г/т, прочие в мас.%)										
$\frac{Fe_2O_3 \text{ общ.}}{Fe_2O_3 \text{ общ.} + MgO}$	0,67	0,67	0,61	0,66	0,67	0,55	0,71	0,66	0,62	0,69
$\frac{Na_2O + K_2O}{Na_2O + K_2O}$	3,65	4,17	2,23	3,79	3,24	2,62	3,13	5,70	4,57	3,21
$\frac{Na_2O}{Na_2O + K_2O}$	2,2	3,91	9,14	3,31	7,10	1,98	2,86	1,19	1,58	1,82
$\frac{Al_2O_3}{Na_2O + K_2O}$	4,19	3,26	5,56	3,84	4,21	5,14	3,63	2,96	3,28	4,15
$\frac{CaO}{Na_2O + K_2O}$	2,43	1,72	3,52	2,24	2,91	4,11	2,95	1,45	1,88	2,63
Y + Nb										

Примечание. Пробы 1–20 – коллекция А. М. Гагиевой; 21–24, 26, 28–34 – коллекция М. И. Фоминой; 25, 36, 37 – коллекция П. Ю. Рожкова; 27, 35 – коллекция П. А. Шерстобитова.

Химические анализы проб выполнены лабораторией рентгеноспектрального анализа СВКНИИ (коллекция А. М. Гагиевой, М. И. Фоминой, П. Ю. Рожкова) и аналитической лабораторией ГП «Магадангеология» (коллекция П. А. Шерстобитова).

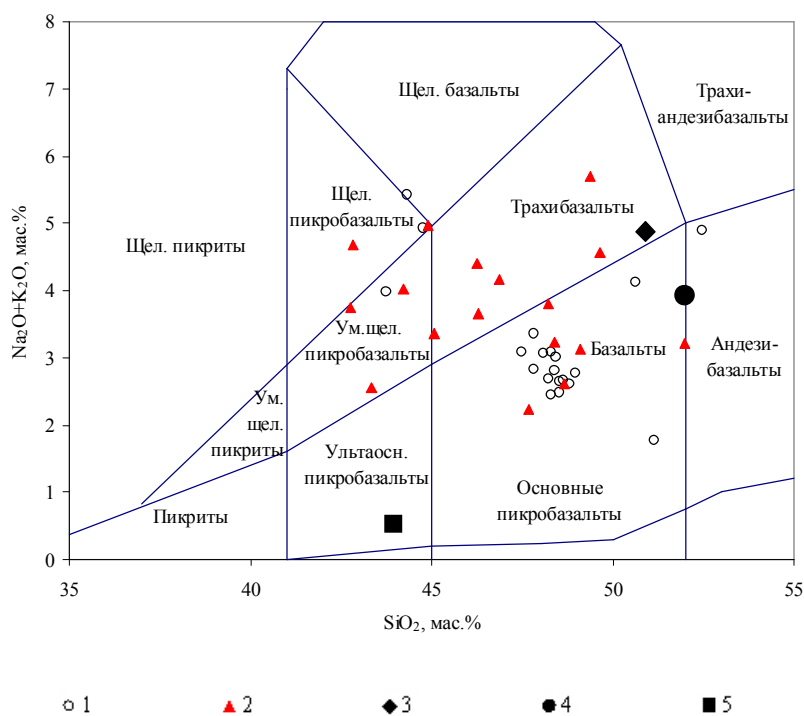


Рис. 3. Диаграмма сумма щелочей – кремнезем (TAS) для рифейских и раннепалеозойских основных пород Омолонского массива. Границы полей по (Петрографический..., 2008). 1, 2 – метагаббро-диабазы стрелкинского комплекса из Коаргычанского и Ольдянинского выступов (1), Абкитского выступа (2); 3–5 – средние составы пород сезамского комплекса (Лычагин и др., 1987): 3 – базальты (20 анализов), 4 – диабазы (15 анализов), 5 – пикриты (6 анализов)

Fig. 3. The TAS diagram for the Riphean and Early Paleozoic basic rocks of Omolon Massif. The field limits are after (Петрографический..., 2008). 1, 2 – Strelkinsky metagabbro-diabase rocks from Koargychan and Oldyaninsky structure outcrops (1), Abkitsky structure outcrop (2); 3–5 – average rock composition of Sezamsky Complex (Лычагин и др., 1987): 3 – basalt (20 analyses), 4 – diabase (15 analyses), 5 – picrite (6 analyses)

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Гистограмма К-Аг датировок метагаббро-диабазов стрелкинского комплекса (см. рис. 2) обнаруживает сложный, с разрывами, характер, что свидетельствует о нарушении их радиогенных изотопных систем под влиянием наложенных процессов. Реликтовой в имеющейся совокупности (37 проб) является датировка  $890 \pm 15$  млн лет (поздний рифей), характеризующая пробу, отобранную в низовьях р. Бол. Ауланджа (юг Кедонского поднятия). Она значимо (с учетом ошибок  $\pm 1 \sigma$ ) древнее, чем момент завершения эпигенеза в осадочных породах нижних горизонтов чехла, как он определен по Rb-Sr изохроне ( $815 \pm 43$  млн лет, см. выше). Тем самым датировка  $890 \pm 15$  млн лет может рассматриваться как подтверждение геологической самостоятельности стрелкинского

габбро-диабазового комплекса (его допозднерифейского возраста). Кроме того, она свидетельствует, что эндогенная активизация на юге Юкагирской глыбы началась много раньше, чем на севере: на Кедонском поднятии – как минимум в позднем рифее, на Рассошинском (сезамский пикрит-диабаз-базальтовый комплекс) – в раннем кембрии.

Этот вывод еще более убедительно, на первый взгляд, подтверждается раннерифейской Rb-Sr изохроной ( $1479 \pm 31$  млн лет), полученной для метагабброидов стрелкинского комплекса из бассейна руч. Нодди (В. Н. Егоров и др., 2001 г.; Шевченко, 2006). Однако, будучи единственной в корпусе многочисленных Rb-Sr изохронных датировок Омолонского массива (Котляр и др., 2001), она может рассматриваться только как предварительная. В то же время появляется ос-

нование предположить, что на длительном временном интервале, отделявшем завершение формирования раннедокембрийского полиметаморфического кристаллического фундамента ОМ от начала накопления осадочного чехла (Rb-Sr изохроны  $1622 \pm 60$  и  $815 \pm 43$  млн лет соответственно), интрузивный базитовый магматизм мог проявляться неоднократно.

Rb-Sr изохронный возраст  $1150 \pm 78$  млн лет, полученный И. Л. Жулановой для Fe-Mg-Ca метасоматитов Кедонского поднятия (железистые кварциты, куммингтонит-магнетитовые сланцы), интересен тем, что практически точно совпадает с датировкой золото-сульфидно-кварцевой минерализации ( $1148 \pm 23$  млн лет) в Абкитском поднятии (Константинов и др., 2001). Геологическая интерпретация этой даты, с учетом всех изложенных данных, может быть двоякой: либо базальтоидный магматизм, сопровождаемый процессами метасоматического рудообразования, действительно был приурочен к гренвилльскому тектоническому рубежу, как это предполагает И. Л. Жуланова, либо рудный метасоматоз представлял собой самостоятельный процесс, протекавший много позже, чем формирование габброидов стрелкинского комплекса в интерпретации его возраста В. Н. Егоровым и В. М. Шевченко. В последнем случае Fe-Mg-Ca метасоматиты должны классифицироваться как региональные, напрямую с магматизмом не связанные (см. Жданов, 1999). Понятно, что окончательный выбор модели железоруднения рассматриваемого района требует дополнительных целенаправленных исследований.

Автор благодарит П. Ю. Рожкова, М. И. Фомину, П. А. Шерстобитова за предоставленные материалы по докембрию Абкитского поднятия, И. Л. Жуланову и И. Н. Котляра – за научные консультации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Акинин В. В., Котляр И. Н. «ГЕОХРОН» – компьютерная база данных изотопного датирования горных пород, минералов и руд Северо-Востока России // Магматизм и оруденение Северо-Востока России. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1997. – С. 313–318.
- Гагиев М. Х., Ткаченко В. И. Кембрий Северо-Востока России // Очерки по стратиграфии Северо-Востока Азии. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2000. – С. 43–57.
- Гельман М. Л., Титов В. А., Фадеев А. П. Омолонская железорудная провинция // ДАН СССР. – 1974. – Т. 218, № 2. – С. 419–432.
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России : в 2 кн. / под ред. А. И. Ханчука. – Владивосток : Дальнаука, 2006. – Кн. 1. – 572 с.
- Геология СССР. Т. 30. Северо-Восток СССР. Геологическое описание. – М. : Недра, 1970. – Кн. 1. – 548 с. ; Кн. 2. – 536 с.
- Егоров В. Н. Строение, магматизм и металлогения среднего палеозоя юга Омолонского массива : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Магадан, 2004. – 37 с.
- Жданов В. В. Метасоматиты, опыт их изучения и картирования. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 1999. – 56 с.
- Жуланова И. Л. О связи железных руд Омолонского массива с протерозойской деструкцией его фундамента // Докембрийские троговые структуры Байкало-Амурского региона и их металлогения : тез. докл. – Новосибирск, 1983. – С. 56–57.
- Жуланова И. Л. Роль дорифейских гнейсовых куполов в тектоническом развитии мезозойд Северо-Востока СССР // Геотектоника. – 1987. – № 1. – С. 78–92.
- Жуланова И. Л. Земная кора Северо-Востока Азии в докембрии и фанерозое. – М. : Наука, 1990. – 186 с.
- Жуланова И. Л., Котляр И. Н. Новый подход к геологической интерпретации больших массивов изотопных дат // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза : материалы Всерос. конф. – СПб. : ЦИК, 2003. – С. 168–172.
- Жуланова И. Л., Давыдов И. А., Милов А. П. Геологическая интерпретация результатов стронциевого датирования древнейших метаморфических комплексов Северо-Востока СССР // Тихоокеан. геол. – 1985. – № 5. – С. 41–46.
- Жуланова И. Л., Давыдов И. А., Милов А. П. Rb-Sr изохронное датирование рифейских отложений Омолонского массива // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1988. – № 7. – С. 30–36.
- Жуланова И. Л., Котляр И. Н., Русакова Т. Б., Гагиева А. М. Полимодальные гистограммы изотопных датировок как термально-возрастные спектрограммы // Изотопные системы и время геологических процессов : в 2-х т. : материалы IV Рос. конф. по изотопной геохронологии. – СПб. : ИГГД РАН, 2009. – Т. 1. – С. 189–192.
- Жуланова И. Л., Русакова Т. Б., Котляр И. Н. Геохронология и геохронометрия эндогенных событий в мезозойской истории Северо-Востока Азии. – М. : Наука, 2007. – 358 с.
- Константинов М. М., Политов В. К., Стружков С. Ф. и др. Омолонский золотоносный район и его перспективы // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий : в 3-х т. : материалы XI сессии Сев.-Вост. отд-ния ВМО «Регион. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. Ю. А. Билибина». – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2001. – Т. 2. – С. 94–98.
- Котляр И. Н., Жуланова И. Л., Русакова Т. Б., Гагиева А. М. Изотопные системы магматических и метаморфических комплексов Северо-Востока России. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2001. – 319 с.
- Лычагин П. П., Дылевский Е. Ф., Ликман В. Б. Магматизм Омолонского срединного массива (Северо-Восток СССР). – Магадан : СВКНИИ ДВО АН СССР, 1987. – 44 с.
- Мерзляков В. М., Терехов М. И., Лычагин П. П., Дылевский Е. Ф. Тектоника Омолонского массива // Геотектоника. – 1982. – № 1. – С. 74–85.
- Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические и импактные образования : изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – 200 с.
- Салон Л. И. Геологическая интерпретация данных аргонового метода определения абсолютного возраста горных пород // Геология и геофизика. – 1963. – № 1. – С. 3–21.

Салон Л. И. Геологическое развитие Земли в докембрии. – Л. : Недра, 1982. – 343 с.

Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / отв. ред. Л. М. Парфенов, М. И. Кузьмин. – М. : МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с.

Фадеев А. П. Железорудные проявления Южно-Омолонского района // Колыма. – 1975а. – № 6. – С. 23–26.

Фадеев А. П. Новые данные о докембрийских базитовых интрузиях Омолонского массива // Материалы по геол. и полезн. ископ. Северо-Востока СССР. – Магадан : Кн. изд-во, 1975б. – Вып. 22. – С. 245–247.

Фомина М. И. О золотоносности метабазитов Омолонского массива // Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики : в 3-х т. : материалы Всерос. совещ., посвящ. 90-летию акад. Н. А. Шило (XII годичное собр. СВО ВМО). – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – Т. 3. – С. 139–140.

Хаин В. Е. О практике применения некоторых новых понятий в раннедокембрийской геологии // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1987. – № 2. – С. 130–131.

Шевченко В. М. Докембрийские магматические образования на Омолонском массиве // Метаморфические комплексы Северо-Востока СССР, их рудоносность и геологическое картирование. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1991. – С. 45–70.

Шевченко В. М. Докембрийские комплексы Омолонского массива // Тихоокеан. геол. – 1996. – Т. 15, № 2. – С. 40–59.

Шевченко В. М. Архей и протерозой Омолонского массива. Петрология и изотопный возраст. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2006. – 176 с.

Щербаков Ю. Г. Распределение и условия концентрации золота в рудных провинциях. – М. : Наука, 1967. – 286 с.

Gradstein F. M., Ogg J. G., Smith A. G. et al. A Geologic Time Scale 2004. – Cambridge Univ. Press, 2004. – 589 p.

Ludwig K. R. User's manual for ISOPLOT / Ex version 2.01 // Berkeley. – 1994. – 47 p. – (Berkeley Geochronol. Center. Spec. Publ.; N 1a).

Поступила в редакцию 17.05.2011 г.

## BASITE INTRUSIONS IN THE LATE PRECAMBRIAN HISTORY OF OMOLON MASSIF (Geologic and Geochronometric Data)

A. M. Gagieva

The results of K-Ar and Rb-Sr isochronous dating of the Late Precambrian basite intrusive rocks of Omolon Massif serve as a basis for the author to make generalized conclusions. According to the geologic interpretation of a histogram of 37 K-Ar age determinations, Strelkinsky gabbro-diorite complex formed not later than 890 mln years ago and signified the maiden episode of magmatism in the Riphean-Phanerozoic history of Omolon Massif. The results of Rb-Sr isochronous dating do not allow researchers to make an unambiguous interpretation of them. Both the Early Riphean age of Strelkinsky Complex (about 1500 Ma) can be suspected, as well as repeated manifestations of basite intrusive magmatism, which occurred during the time interval since the terminating formation of crystalline foundation through the starting formation of the sedimentary cover of Omolon Massif. According to Rb-Sr age determinations, Fe and Au minerals are related to the active foundation processes through the Riphean. In consideration of Rb-Sr dates, the genetic relationships between Fe ores and Au mineralization, and the Riphean active stage of the Omolon Massif foundation are discussed in this paper.

**Key words:** basic magmatism, Late Precambrian, isotopic dating, Omolon Massif.