

Оригинальная статья / Original article

УДК: 551.242.2

DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-61-69

СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ ОФИОЛИТОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ И ПРИЗНАКИ ИХ ПОСТУПЛЕНИЯ

© И.Н. Семейкин^а

^аИркутский национальный исследовательский технический университет,
Российская Федерация, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

РЕЗЮМЕ. Цель данной статьи – определение механизма появления офиолитовых образований в пределах 150 поясов и массивов территории от Урала до Дальнего Востока и Монголии. **Методы.** Петрографическое изучение контактов офиолитов Восточно-Саянского пояса, анализ литературных данных исследуемых офиолитов. **Результаты.** Рассматривается, что появление офиолитов в земной коре происходило двумя аллохтонными процессами – обдукцией и интродукцией, приводятся признаки, присущие каждому из них. Процесс обдукции отмечается одним нижним тектоническим контактом, серпентинизацией гипербазитов на контакте, метаморфизмом подстилающих пород автохтона и разделением его на отдельные аллохтонные блоки. В процессе интродукции офиолитов образуются два тектонических контакта – нижний и верхний – и при поступательном движении массивов возникает контакто-термальное воздействие на них и вмещающие породы, приводящее к минеральным новообразованиям. В гипербазитах образуются серпентин, магнетит, тальк, амфибол; во вмещающих породах возникают тальк, тремолит, актинолит, эпидот, цоизит. **Выводы.** Согласно обозначенным признакам определяется способ образования в земной коре многих из 150 рассмотренных гипербазитовых поясов и массивов. Часть из них недостаточно полно охарактеризована признаками, позволяющими однозначно определить динамику их появления в земной коре. Большая часть рассмотренных образований содержит признаки интродукции, незначительная часть образована путем обдукции.

Ключевые слова: интродукция, обдукция, офиолиты, гипербазитовые пояса, массивы, гипербазиты, базиты, серпентин, тальк, амфибол, эпидот.

Формат цитирования: Семейкин И.Н. Структурные позиции офиолитов в земной коре и признаки их поступления // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2017. Т. 40. № 3. С. 61–69. DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-61-69

STRUCTURAL POSITIONS OF OPHIOLITES IN THE EARTH CRUST AND THEIR FORMATION FEATURES

I.N. Semeikin

Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russian Federation

ABSTRACT. Purpose. The purpose of the article is to determine the occurrence mechanism of ophiolite formations within 150 belts and massifs on the territory from the Urals to the Far East and Mongolia. **Methods.** The following methods have been employed: a petrographical study of the tectonic contacts of East Sayan Belt ophiolites and the analysis of literature data on the ophiolites under investigation. **Results.** The ophiolites were formed in the earth crust as a result of two of allochthonous processes – obduction and introduction. The article describes the features of each process. Obduction is characterized by one low tectonic contact, serpentinization of ultrabasites in the contact, metamorphism of the rocks underlying autochthon and division of the latter into separate allochthonous blocks. Introduction of ophiolites results in the formation of two tectonic contacts – lower and upper ones. Translatory

^аСемейкин Игорь Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и геохимии полезных ископаемых, тел.: (3952) 405653.

Igor N. Semeikin, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Associate professor of the Department of Geology and Geochemistry of Minerals, tel.: (3952) 405653.

movement of blocks has a contact-thermal effect on massifs and adjacent rocks that results in mineral formations. Serpentine, magnesite, talc, amphibole are formed in ultrabasites; talc, tremolite, actinolite, epidote, zoisite are formed in the adjacent rocks. **Conclusions.** The formation method of many of considered 150 ultrabasic belts and massifs in the earth crust is determined on the basis of the identified characteristic. Some of them are not fully described by the features that allow unambiguous determination of their formation dynamics in the earth crust. Most considered formations have the features of introduction, while only insignificant part is the result of abduction.

Keywords: introduction, abduction, ophiolites, ultrabasic belts, massifs, ultrabasites, basic rocks, serpentine, talc, amphibole, epidote

For citation: Semeikin I.N. Structural positions of ophiolites in the earth crust and their formation features. Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits, 2017, vol. 40, no. 3, pp. 61–69. (In Russian). DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-61-69

Введение

Разнообразные по возрасту, составу и строению офиолитовые комплексы широко распространены в земной коре во многих районах мира. Известны многочисленные работы, посвященные образованию, взаимоотношению магматических пород и механизму поступления офиолитовых массивов в земную кору. Но часто каждый из этих процессов не имеет однозначного толкования, и многие авторы интерпретируют их, согласно своим представлениям, разными точками зрения. Мало работ касается контактовых изменений офиолитов и вмещающих их пород. Наиболее полный обзор работ о взаимоотношениях гипербазитов с вмещающими породами приводится З.Б. Абдуллаевым [1].

Настоящая статья продолжает раскрытие темы аллохтонного присутствия офиолитов в земной коре, поднимавшейся автором ранее в настоящем журнале [2]. В процессе изучения офиолитов Восточно-Саянского пояса определилось, что все массивы пояса внедрялись в земную кору под острым углом как протрузии по двум тектоническим контактам. При этом в ходе внедрения между породами массива и вмещающих образований происходило трение с постепенным прогрессирующим повышением температуры и инвертируемое образование вторичных минералов в офиолитах (серпентин, тальк, амфибол), а также во вмещающих породах (эпидот, цоизит, тальк,

тремолит, актинолит). Такой процесс движения было предложено назвать интродукцией (лат. *introduction* – введение, вступление, внедрение), схема его действия представлена на рисунке.

Методы исследования

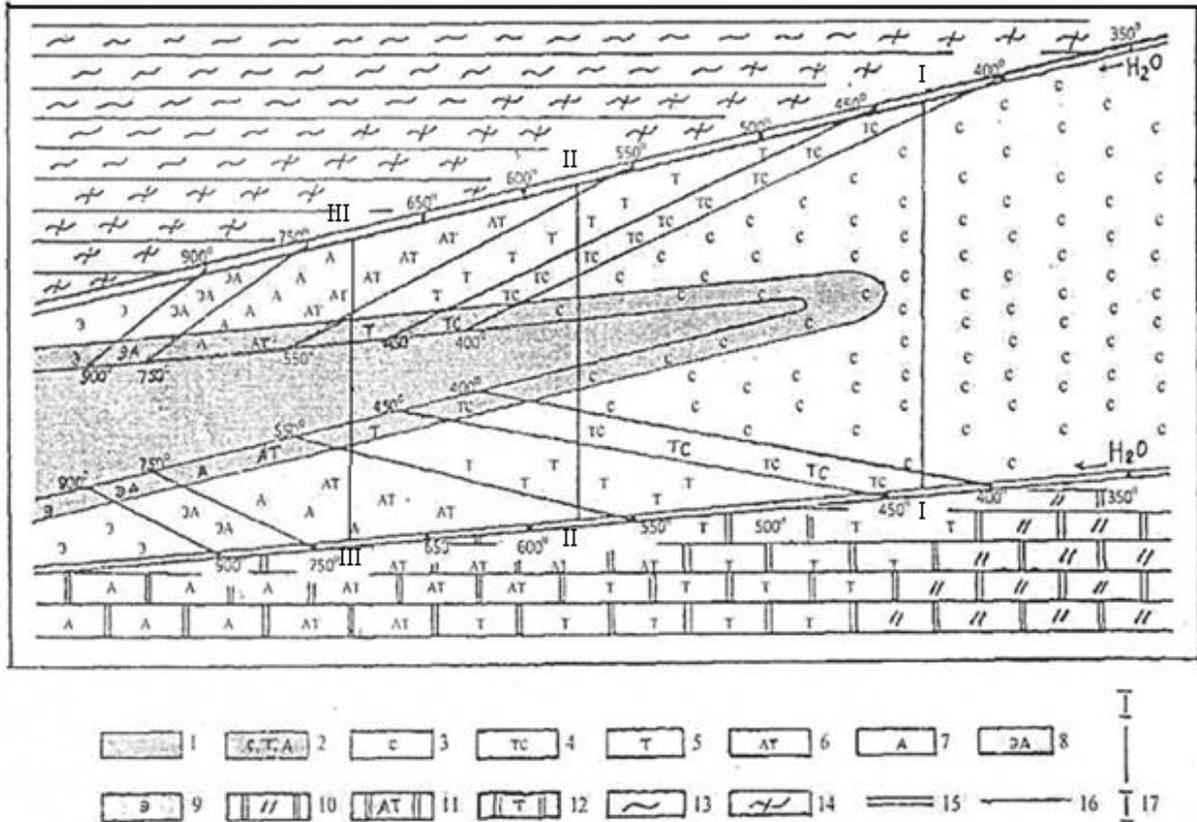
Рассмотрено порядка 50 гипербазитовых поясов и 100 массивов Урала, Сибири, Дальнего Востока и Монголии различного возраста и породного содержания.

Петрографическое изучение вторичных приконтактовых минералов в гипербазитах и вмещающих породах офиолитов Восточно-Саянского пояса, анализ литературных данных рассмотренных офиолитов позволили сравнить их вторичные изменения и определить способ появления в земной коре.

История вопроса

Все авторы, исследовавшие в разное время офиолитовые тела, называли три разных способа внедрения их в земную кору: магматический, покровный и протрузивный. Значительная часть массивов изучавшими их авторами генетически определена неоднозначно.

Достаточно спорным оказался вопрос магматического внедрения альпинотипных гипербазитов. По мнению Г.В. Пинуса, В.В. Велинского, А.Л. Книппер и других геологов, ультраосновная магма не может поступать из мантии в земную кору в виде расплава. Внедрение всех крупных тел альпинотипных гипербазитов в земную кору возможно лишь в



**Модель интродукции гипербазитов во вмещающие породы
 (движение массива справа налево):**

- 1–2 – гипербазиты: 1 – неизменные, 2 – слабо измененные (С – серпентинизированные, Т – талькованные, А – амфиболитизированные, Э – энстатитсодержащие); 3 – серпентиниты; 4 – тальк-серпентиновые породы; 5 – талькиты; 6 – тальк-амфиболсодержащие породы; 7 – амфиболиты; 8 – амфиболиты энстатитсодержащие; 9 – пироксениты энстатитовые; 10–14 – вмещающие породы: 10 – доломиты кремнистые, 11 – доломиты тальк-амфиболсодержащие, 12 – доломиты тальксодержащие, 13 – сланцы неизменные, 14 – сланцы измененные; 15 – тектонический контакт; 16 – температурная граница; 17 – уровни денудационных срезов массивов в разрезах I, II, III

**Scheme of introducing ultrabasites into adjacent rocks
 (block movement from right to left):**

- 1–2 – ultrabasites: 1 – unchanged, 2 – weakly changed (C – serpentized, T – talcose, A – amphibolized, Э – enstatite-containing); 3 – serpentines; 4 – talc and serpentine rocks; 5 – talc-rich rocks; 6 – talc amphibol-containing rocks; 7 – amphibolites; 8 – enstatite-containing amphibolites; 9 – enstatite pyroxenites; 10–14 – adjacent rocks; 10 – silicate dolomites; 11 – talc amphibol-containing dolomites; 12 – talc-rich dolomites, 13 – shale unchanged, 14 – shale changed; 15 – tectonic contact; 16 – temperature boundary; 17 – level of denudation sheet of blocks in sections I, II, III

твердом состоянии [3, 4]. В связи с этим из трех существующих точек зрения на образование гипербазитов в земной коре в работе рассматриваются две: покровная и протрузивная формы внедрения.

Первую представил Р. Колман, обозначающая обдукцией процесс надвигания офиолитов на континентальную окраину

на примере четырех регионов: о. Ньюфаундленд, о. Кипр, Оманские горы и территория восточной части государства Папуа – Новая Гвинея [5]. При обдукции образуется тектонический покров офиолитов, и этот процесс характеризуется определенными признаками, представленными ниже.

Протрузии, возникающие в процессе интродукции, внедряются в окружающие породы, рассекают их и обладают признаками, отличными от признаков обдукции.

Генетические признаки внедрения офиолитов

Главнейшими признаками обдукции офиолитов являются пластинчатая форма тел и полная ассоциация четырехкомпонентного комплекса пород массивов (гипербазиты, габбро, дайки долеритов, базальты), надвинутых на автохтонные породы.

В процессе надвига возникает один нижний тектонический контакт, на котором благодаря термальному метаморфизму в подошве гипербазитового слоя образуется серпентин, в незначительном количестве – антигорит (непосредственно на контакте), и в удалении от него – хризотил и лизардит. Возможно сопровождение серпентина бруситом. Температура контактового метаморфизма со стороны офиолитового тела должна быть относительно невысокой, не более 350–400° (непосредственно на контакте), и постепенно понижаться по мере удаления от него. Поэтому образование талька, амфибола и полной серпентинизации массивов не происходит. Образовавшийся серпентин, как правило, весь меланжирован. Последний компонентный слой офиолитов, представленный базальтами, может переслаиваться с морскими осадками (офиолиты восточной части государства Папуа – Новая Гвинея), они же во всех массивах трансгрессивно перекрываются осадочными породами, определяющими возраст обдукции.

Ниже контакта породы автохтона разбиты на крупные аллохтонные блоки, контактово-термальный метаморфизм в них выражен сильнее, слюдяные сланцы превращены в амфиболиты, основные вулканы – в гранат-плагиоклазовые породы (массив Бей-оф-Айлендс, Ньюфаундленд). При этом степень

метаморфизма вниз от контакта постепенно уменьшается [5].

Процесс интродукции, судя по изложенным ранее материалам, касается в первую очередь гипербазитов – мантийных реститов. Проявляется он на большой территории и образует первоначально гипербазитовые пояса. Внедряясь в виде пластин во вмещающие породы по двум тектоническим контактам, вдоль которых происходит их движение, они расчленяются на отдельные массивы и мелкие тела, продолжающие движение по тектоническим разломам самостоятельно.

В процессе внедрения массивы приобретают клиновидную форму и также расчленяются на отдельные части, захватывая линзообразные фрагменты вмещающих пород. Главнейший процесс интродукции – поступательное движение гипербазитовых тел, при котором возникает контактово-термальное воздействие на них и вмещающие породы, приводящее к минеральным новообразованиям. С момента внедрения гипербазитов в них образуется оторочка серпентина, количество которого постепенно увеличивается, и порой он слагает все тела расчлененных массивов, таких как Алагульский, Тайширинский, Хутульский и др. [6]. Зональное, клиновидное строение гипербазитов, выраженное вторичными минералами: серпентином, бруситом, магнезитом, тальком и амфиболом вплоть до нефрита, контактовые изменения вмещающих пород, а также присутствие в массивах фрагментов этих пород – все эти признаки свидетельствуют об интродуктивном происхождении офиолитов в земной коре. Начало интродукции определяется возрастом стратиграфически верхнего горизонта прорываемых пород.

Достаточно важным признаком интродукции можно считать позицию базитовых тел в земной коре. По мнению большинства исследователей, интрузии габбро происходили вслед за протрузией

гипербазитов с разновременным перерывом, проявляясь среди дунитов, перидотитов, вторичных минералов и вмещающих пород. Обзор геологических схем массивов показывает, что внедрение основной магмы происходило практически всегда при интродукции гипербазитов, поскольку многие габброиды рассекают тела серпентинитов и талькитов, не затрагивая исходные породы. Примером могут быть массивы Баженовский [7], Куюльский [8], Оспинский [9], Тамватнэйский [10], Шишхидгольский [11], Куртушибинский и др.

К сказанному можно добавить еще один признак интродукции – появление в серпентинитах и талькитах вторичного оливина [12].

Аллохтонные позиции рассмотренных тел офиолитов

Согласно обозначенным признакам, можно определить способ образования в земной коре некоторых из 150 рассмотренных гипербазитовых поясов и массивов. Часть из них недостаточно полно охарактеризована признаками, позволяющими однозначно назвать динамику их появления в земной коре. В других указана лишь серпентинизация гипербазитов для обозначения их в качестве покровов и часто не отмечается присутствие имеющихся в них талька, амфибола, фрагментов вмещающих пород. Порой для составления полного разреза офиолитового массива привлекаются разрозненные их части – фрагменты во вмещающих породах, образованные в процессе интродукции. Касаясь в целом сопоставления покровных и протрузивных форм внедрения офиолитов, Г.В. Пинус с сотрудниками отмечает, что в большинстве своем альпинотипные гипербазиты являются протрузиями, покровные структуры встречаются реже [13]. В свою очередь Н.Л. Добрецов с соавторами практически все исследованные ими офиолиты считает покровными структурами [14, 15].

Можно считать, что из всех рассмотренных автором офиолитовых тел безальтернативными по Н.Л. Добрецову являются покровные образования Байкало-Муйского пояса [14]. Подобным образом безальтернативно образованными протрузиями в процессе интродукции определяются пояса Южно-Тувинский [16], Западно-Чукотский, Корякский, Хатырский [10]; массивы Молодежный [7], Березовский (о. Сахалин).

В значительной части рассмотренных образований внедрение каждого из них характеризуется, как уже говорилось, двумя и даже тремя разными видами. В подобных случаях на первый план определения позиции поясов и слагающих их массивов выходят признаки – критерии данного процесса. Широкий спектр вторичных минералов, обозначенный изучающими их геологами, и ряд других признаков позволяют считать, что все эти образования являются протрузиями, внедренными в земную кору в процессе интродукции. К таким поясам из всех рассмотренных относятся Керуленский, Гобийский, Баянхонгорский. Дзабханский, Прихубсугульский, Толбонурский; Восточно-Саянский, Западно-Саянский, Полярно-Уральский, Асбестовско-Алапаевский, Южно-Уральский, Восточно-Сахалинский, Западно-Тувинский, Восточно-Тувинский, Корякский и др., массивы Борусский, Кимперсайский, Куртушибинский, Кускунугский, Шишхидгольский и др. [6, 11, 16–19].

Так, для массива г. Длинной (Западно-Чукотский гипербазитовый пояс), определяемого его появление разными точками зрения, можно выделить весьма характерное сочетание признаков, представляющих его интродукцию, – это расчленение гипербазитового тела на серию тектонических пластин, чередующихся с протяженными линзообразными телами тектонических брекчий такого же состава. Вблизи разломов гипербазиты серпентинизированы, порою полностью, местами

по серпентину развивается амфибол; серпентинизированы также обломки брекчий и образующийся в них серпентиновый цемент [10].

Следует отметить, что существует ряд массивов, в которых тальковая зона образуется за счет контактово-термального метаморфизма, вызванного секущим интрузивным телом. Наиболее ярко это выражено в Баженовском и Киембайском массивах Урала [7, 17]. Так, в Баженовском массиве, слагающем южную часть Асбестовско-Алапаевского перидотитового пояса, восточная граница массива контактирует с гранитоидами верхисетского комплекса. И повсеместно на контакте с ним на стороне массива в серпентинитах образуется зона талькитов шириной 10 и более метров. В северной части данного пояса находится Алапаевский массив, протрузивно внедряющийся в осадочно-вулканогенные и метаморфические породы палеозоя. В строении этого массива, во многом повторяющем строение массивов Восточно-Саянского пояса, периферическая, контактовая зона сложена антигоритом и развивающимся по нему тальком.

Заключение

Рассмотрение контактово-минеральных преобразований восточно-саянских офиолитовых массивов и вмещаю-

щих их пород позволило связать все минеральные новообразования исходных пород с термально-тектоническим процессом, названным интродукцией, и выделить признаки этого процесса, сопоставив их с признаками другого аллохтонного процесса – обдукции.

По этим признакам восточно-саянские массивы, представленные большей частью гипербазитами, внедрялись в земную кору как протрузии в процессе интродукции. Согласно схеме интродукции, образование вторичных минералов является процессом изохимическим, имеет последовательный характер, происходит первоначально за счет магнезиально-силикатных минералов гипербазитов – оливина и пироксена, в дальнейшем – за счет ранних вторичных минералов.

Образование габброидов во всех массивах носило интрузивный характер и, судя по внедрению их во вторичные минералы гипербазитов, было оторвано во времени от проявления последних.

В рассмотренных гипербазитовых поясах и массивах территории от Урала до Дальнего Востока и Монголии представленные признаки определяют появление большинства из них в земной коре в процессе интродукции и в незначительной части как образованные обдукцией.

Библиографический список

1. Абдуллаев З.Б. О взаимоотношении гипербазитов и вмещающих пород складчатых областей // Литосфера. 2010. № 1. С. 103–110.

2. Семейкин И.Н. Инвертированный метаморфизм пород в процессе интродукции (внедрения) гипербазит-базитовых массивов Окино-Китойского района (Восточный Саян) // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 2 (45). С. 82–97.

3. Велинский В.В., Пинус Г.В. Некоторые общие вопросы генезиса альпипотипных гипербазитов / ред. В.С. Соболев // Проблемы магматической геологии. Новосибирск: Наука, 1973. С. 360–376.

4. Книппер А.Л. Тектоническое положение пород гипербазитовой формации в геосинклинальных областях и некоторые проблемы инициального магматизма / ред. М.В. Муратов // Проблемы связи тектоники и магматизма. М.: Наука, 1969. С. 116–132.

5. Колман Р.Г. Офиолиты. М.: Мир, 1979. 262 с.
6. Пинус Г.В., Агафонов Л.В., Леснов Ф.П. Альпинотипные гипербазиты Монголии. М.: Наука, 1984. 200 с.
7. Месторождения хризотил-асбеста СССР / ред. П.М. Татаринев, В.Р. Артемов. М.: Недра, 1967. 468 с.
8. Леснов Ф.П., Симонов В.А., Поспелова Л.Н. Об условиях кристаллизации габброидов Кузюльского базит-гипербазитового плутона (Корякское нагорье) / ред. Г.В. Пинус // Петрология гипербазитов и базитов Сибири, Дальнего Востока и Монголии. Новосибирск: Наука, 1980. С. 174–189.
9. Сутурин А.Н. Геохимия гипербазитов Восточного Саяна. Новосибирск: Наука, 1978. 118 с.
10. Пинус Г.В., Велинский В.В., Леснов Ф.П., Банников О.Л., Агафонов Л.В. Альпинотипные гипербазиты Анадырско-Корякской складчатой системы. Новосибирск: Наука, 1973. 320 с.
11. Леснов Ф.П., Меляховецкий А.А., Баярхуу Ж. Шишихидгольский гипербазитовый массив (Северная Монголия) / ред. Ю.А. Кузнецов // Материалы по генетической минералогии и петрологии. Новосибирск: Наука, 1977. С. 130–146.
12. Велинский В.В., Щербакова М.Я., Банников О.Л., Истомин В.Е. Структурная неоднородность оливинов в альпинотипных гипербазитах / ред. Г.В. Пинус // Петрология гипербазитов и базитов Сибири, Дальнего Востока и Монголии. Новосибирск: Наука, 1980. С. 98–103.
13. Пинус Г.В., Велинский В.В., Лесное Ф.П., Агафонов Л.В., Банников О.Л., Баярхуу Ж. Гипербазитовые пояса Центральной Азии и некоторые общие вопросы петрологии гипербазитов / ред. Соболев В.С., Симон А.К., Абдулин А.А. [и др.] // Проблемы петрологии. М.: Наука, 1976. С. 94–106.
14. Добрецов Н.Л. Офиолиты и проблемы Байкало-Муйского офиолитового пояса / ред. В.С. Соболев // Магматизм и метаморфизм зоны БАМ и их роль в формировании полезных ископаемых. Новосибирск: Наука, 1983. С. 11–19.
15. Добрецов Н.Л., Конников Э.Г., Медведев В.Н., Склярков Е.В. Офиолиты и олистостромы Восточного Саяна / ред. Н.Л. Добрецов // Рифейско-нижнепалеозойские офиолиты Северной Евразии. Новосибирск: Наука, 1985. С. 34–58.
16. Никитчин П.А., Рогов Н.В. К вопросу о «разновозрастности» гипербазитовых интрузий Тувы / ред. Ю.А. Кузнецов // Проблемы петрологии ультраосновных и основных пород. М.: Наука, 1972. С. 80–85.
17. Баженовское месторождение хризотил-асбеста / ред. К.К. Золоев, Б.А. Попова. М.: Недра, 1985. 271 с.
18. Кузнецов П.П. Структурные особенности гипербазитовых поясов Алтае-Саянской складчатой области. Новосибирск: Наука, 1980. 96 с.
19. Макеев А.Б., Бренчанинова Н.И. Топоминералогия ультрабазитов Полярного Урала. СПб.: Наука, 1999. 252 с.

References

1. Abdullaev Z.B. On relations of ultrabasites and adjacent rocks of folded areas. *Litosfera* [Lithosphere], 2010, no.1, pp. 103–110. (In Russian).
2. Semeikin I.N. Inverted metamorphism of rocks during introduction of ultramafic-mafic massifs of the Okino - Kitoi district (the East Sayan). *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya seksii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii este-stvennykh nauk. Geologiya, poiski i razvedka rudnykh mestorozhdenii* [Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences, Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits], 2014, no. 2 (45), pp. 82–97.

(In Russian).

3. Velinskii V.V., Pinus G.V. Some general issues of alpinotype ultrabasite formation. *Problemy magmaticheskoi geologii* [Issues of magmatic geology]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1973, pp. 360–376. (In Russian).

4. Knipper A.L. Tectonic position of hyperbasite rocks in geosynclinal areas and some issues of initial magmatism. *Problemy svyazi tektoniki i magmatizma* [Problems of relation of tectonics and magmatism]. Moscow: Nauka Publ., 1969, pp. 116–132. (In Russian).

5. Kolman R.G. *Ofiolity* [Ophiolites]. Moscow: Mir Publ., 1979, 262 p.

6. Pinus G.V., Agafonov L.V., Lesnov F.P. *Al'pinotipnye giperbazity Mongolii* [Alpinotype ultrabasites]. Moscow: Nauka Publ., 1984, 200 p.

7. Tatarinov P.M., Artemov V.R. *Mestorozhdeniya khризотил-асбеста SSSR* [Deposits of chrysotile asbestos in the USSR]. Moscow: Nedra Publ., 1967, 468 p.

8. Lesnov F.P., Simonov V.A., Pospelova L.N. On conditions of gabbroid crystallization for Kuul basite-ultrabasite pluton (Koryak high land). *Petrologiya giperbazitov i bazitov Sibiri, Dal'nego Vostoka i Mongolii* [Petrology of ultrabasites and basites of Siberia, Far East, and eastern part of Mongolia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1980, pp. 174–189. (In Russian).

9. Suturin A.N. *Geokhimiya giperbazitov Vostochnogo Sayana* [Geochemistry of ultrabasites of the Eastern Sayan]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1978, 118 p.

10. Pinus G.V., Velinskii V.V., Lesnov F.P., Bannikov O.L., Agafonov L.V. *Al'pinotipnye giperbazity Anadyrsko-Koryakskoi skladchatoi sistemy* [Alpinotype ultrabasites of the Anadyr-Koryak folded system]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1973, 320 p.

11. Lesnov F.P., Melyakhovetskii A.A., Bayarkhuu Zh. Shishkhidgolsky ultrabasite block (Northern Mongolia). *Materialy po geneticheskoi mineralogii i petrologii* [Materials on genetic mineralogy and

petrology]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1977, pp. 130–146. (In Russian).

12. Velinskii V.V., Shcherbakova M.Ya., Bannikov O.L., Istomin V.E. Structural heterogeneity of olivines in alpinotype ultrabasites. *Petrologiya giperbazitov i bazitov Sibiri, Dal'nego Vostoka i Mongolii* [Petrology of ultrabasites and basites of Siberia, Far East and Mongolia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1980, pp. 98–103. (In Russian).

13. Pinus G.V., Velinskii V.V., Lesnov F.P., Agafonov L.V., Bannikov O.L., Bayarkhu Zh. Ultrabasite belts of the Central Asia and some general issues of ultrabasite petrology. *Problemy petrologii* [Issues of petrology]. Moscow: Nauka Publ., 1976, pp. 94–106. (In Russian).

14. Dobretsov N.L. Ophiolites and issues of the Baikal-Muiskophiolite belt. *Magmatizm i metamorfizm zony BAM i ikh rol' v formirovanii poleznykh iskopaemykh* [Magmatism and metamorphism of the BAM area and their role in formation of minerals]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1983, pp. 11–19. (In Russian).

15. Dobretsov N.L., Konnikov E.G., Medvedev V.N., Sklyarov E.V. Ophiolites and olistromes of the Eastern Sayan. *Rifeisko-nizhnepaleozoiskie ofiolity Severnoi Evrazii* [Riphean lower Paleozoic ophiolites of Eurasia]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1985, pp. 34–58. (In Russian).

16. Nikitchin P.A., Rogov N.V. On different ages of ultrabasite intrusions of Tuva. *Problemy petrologii ul'traosnovnykh i osnovnykh porod* [Issues of petrology of basic rocks]. Moscow: Nauka Publ., 1972, pp. 80–85. (In Russian).

17. Zoloev K.K., Popova B.A. *Bazhenovskoe mestorozhdenie khризотил-асбеста* [Bazhenovsk chrysotile asbestos deposit]. Moscow: Nedra Publ., 1985, 271 p.

18. Kuznetsov P.P. *Strukturnye osobennosti giperbazitovykh poyasov Altae-Sayanskoi skladchatoi oblasti* [Structural features of ultrabasolite belts of the Altai Sayan folded area]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1980, 96 p.

19. Makeev A.B., Brenchaninova N.I.
Topomineralogiya ul'trabazitov Polyarnogo Urala [Topomineralogy of ultrabasolites of

the Polar Urals]. Saint-Petersburg: Nauka Publ., 1999, 252 p.

Критерии авторства

Семейкин И.Н. написал статью и несет ответственность за плагиат.

Authorship criteria

Semeikin I.N. has written the article and bears the responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The author declares that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.

Статья поступила 03.09.2017 г.

The article was received 03 September 2017