

УДК [551.242.12(084.3):553.2.063] 470.21–22

К ОЦЕНКЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАЗМАХА ЖИЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВЫХ СЕРИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО БЕЛОМОРЬЯ (НА ОСНОВЕ ТЕРМОБАРОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ)

Н. Д. Малов

В статье освещается проблема вертикального размаха пегматитогенеза жильных полей Беломорской провинции, до сих пор не получавшая должной характеристики. Особую остроту проблема приобрела на начальной стадии геологического изучения и промышленного освоения пегматитовых районов, но также сохранила свое значение и позднее при опосредованном поиске глубоких горизонтов крупных месторождений. В ряду методических подходов к глубинному прогнозированию жильных пегматитовых серий наиболее теоретически разработанной представляется петрогенетическая методика, связывающая промышленную ценность гранитных пегматитов с термодинамическими условиями регионального метаморфизма вмещающих гнейсово-магматических комплексов. Принципы этого подхода положены в основу данной статьи. Для решения целевой задачи автором установлена вертикальная остаточная мощность пегматитоносных слоев (этажей) на всех промышленных месторождениях мусковитовых пегматитов Беломорья, сверху ограниченная уровнем регионального мезозойского пенеплена, а снизу – неблагоприятной геологической обстановкой локализации жил, но нередко глубиной изученности объекта бурением. Эта мощность колеблется в широких пределах $N \times 10$ – $N \times 100$ м в зависимости от кинематики вертикального перемещения пегматитоносных тектонических блоков. Кроме того, выполнена реконструкция доэрозионной структуры Риколатвы – крупнейшего в регионе промышленного месторождения пегматитов, которая показала, что вертикальная протяженность жильных серий оптимально могла составлять 6–7 км или несколько менее (считая от высотного уровня давления 6 кб).

Ключевые слова: вертикальный размах жильных серий; остаточная мощность пегматитовых слоев (этажей); доэрозионная реконструкция структуры.

N. D. Malov. ON ESTIMATION OF VERTICAL AMPLITUDE OF VEIN PEGMATITE SERIES IN THE NORTHWESTERN BELOMORIE

The article is devoted to the problem of the vertical amplitude of the Belomorian vein fields' pegmatite genesis which has not been characterized so far. This problem became especially important at the initial stage of geological studies and commercial development of pegmatite areas. The theoretically best developed methodological approaches to in-depth prediction of vein pegmatite series are petrogenetic methods which tie the commercial values of granite pegmatite to the thermodynamic conditions of regional metamorphism of host magmatic gneiss complexes. This article is based on the principles of this approach. To address this task the author has determined the vertical residual thickness of pegmatite-bearing layers in all commercial deposits of the Belomorie muscovite pegmatite. On top the thickness is limited by the level of the

regional Mz peneplain and from the bottom – mainly by the depth reached by drilling studies. The thickness varies within Nx10 to Nx100 m depending on the kinematics of the vertical displacement of pegmatite-bearing tectonic blocks. Besides, a reconstruction of the pre-erosional Rikolatva structure – the biggest commercial pegmatite deposit in the region, has been carried out to demonstrate that the vertical extent of vein series could be 6–7 km or slightly less (estimating from the altitudinal pressure level of 6 kb).

Key words: vertical amplitude of vein series; residual thickness of pegmatite layers; pre-erosional reconstruction of structure.

Вопрос о вертикальной протяженности жильных серий имел важное теоретическое и прикладное значение на всех стадиях геологического изучения и промышленного освоения пегматитовых районов Беломорской провинции. Проблема и до сих пор не получила удовлетворительного решения.

В то время были предложены два методических подхода к решению целевой задачи – стратиграфический [Калафати, 1960; Чуйкина, 1975] и минералого-геохимический [Гродницкий, Манаев, 1968; Гордиенко, 1975].

Критический анализ выявил ненадежность этих подходов. Стратиграфический подход после исследований В. В. Зарубина [1969], а позднее Л. Л. Гродницкого [1991, 2002] был пересмотрен, и возобладал взгляд на структурно-метаморфическую природу «стратиграфических» подразделений разреза беломорид.

Попытка применения особенностей вертикальных изменений состава минералов пегматитовых жил для глубинного прогноза пегматитоносности была основана на частных примерах и все еще нуждается в доизучении.

Применительно к гранитным пегматитам теоретическое обоснование проблемы глубинного прогноза было разработано А. Е. Ферсманом [1940], а позднее развернуто изложено В. А. Глебовицким [1973], М. Е. Салье [1975], В. П. Петровым [1975] и В. В. Гордиенко [Гордиенко, 1975; Гордиенко и др., 1976].

Петрогенетический подход является наиболее перспективным.

Ландшафтно-геологическая характеристика Беломорской провинции (табл. 1). Провинция протягивается протяженной полосой (350 км) от Лейвойвы на северо-западе до г. Беломорска на юго-востоке и объединяет три пегматитовых района – Енский (три промышленных месторождения), Чупино-Лоухский (шесть месторождений) и Кемско-Беломорский (одно месторождение). Она занимает осевую часть Енско-Лоухского синклиналия, представленную зоной чупинского покрова, к которой приурочено множество свекофенских

диапиров и купольных структур [Миллер, 1997]. Большая их часть опрокинута на юго-запад по вектору движения Лапландского аллохтона. В ядрах некоторых хорошо изученных гравиразведкой и бурением структур этого типа (например, Плотинской в Чупино-Лоухском районе) установлены материнские палигенно-метасоматические граниты калий-урановой специализации, сопровождаемые зонами промышленных мусковитовых пегматитов [Шуркин и др., 1988]. Предполагается, что подобные гранитизированные структуры маркируют эпицентры глубинных флюидно-тепловых потоков.

В геоморфологическом отношении эта территория неоднородна. В Енском районе преобладает возвышенный рельеф с наибольшими высотными отметками до 630 м. В Чупино-Лоухском районе с северо-востока на юго-восток высотные отметки снижаются со 150 до первых десятков метров, а в Кемско-Беломорском районе отметки снижаются со 100 до 15–20 м.

В масштабе Беломорской провинции в ее средней продуктивной части на всех гипсометрических уровнях в диапазоне высот 10–630 м повсеместно наблюдаются коренные выходы слюдоносных пегматитов.

По данным бурения, максимальная глубина залегания промышленных мусковитовых пегматитов оценивается в 400–500 м (Малиновская Варакка Северная, Плотина) и даже 675–700 м (Лейвойва). Таким образом, зарегистрированная амплитуда промышленной пегматитоносности в условиях современного эрозионного среза оценивается величиной 700 м (методика восстановления доэрозионной вертикальной протяженности жильных серий рассмотрена в специальном разделе). Краткий геологический обзор территории предварим пояснениями, которые касаются: 1) существа и типичных вариантов склонения пегматитовых жил; 2) методики оценки знака вертикального перемещения пегматитоносных тектонических блоков; 3) перечня геологических факторов контроля вертикальной протяженности жильных серий.

- 1) Ориентировка склонения пегматитовых жил, для которых типично преобладание длины тел над их высотой, подобно другим элементам линейных структур в гнейсово-мегматитовых комплексах, отражает кинематику глубинного течения материала при покровообразовании. Основные типы склонения промышленных пегматитовых жил систематически изучены в зоне чупинского покрова. Здесь выделяются две группы жил – крутосклоняющиеся (с углами 60–90°) и пологосклоняющиеся (0–30°). На долю первых, приуроченных к фронтальной части Лапландского аллохтона, на северо-востоке Енского района приходится 20 % случаев, а на долю вторых – 80 % в Енском и Чупино-Лоухском районах.
- 2) Основными признаками приподнятых тектонических пегматитоносных блоков служат вмещающие горные породы высоких степеней регионального метаморфизма, а также хорошее и высокое качество листового мусковита рубиновой окраски в пегматитах. Для опущенных тектонических блоков характерно частое проявление метаморфизма ставролит-дистеновой субфации андалузит-силлиманитовой серии, контролирующего размещение мусковит-редкометалльных пегматитов и сопутствующих им процессов альбитизации, ставролитизации и образования акцессорного берилла. Мусковит таких пегматитов отличается яблочно-зеленой окраской и невысоким качеством.
- 3) Эмпирически установлены следующие основные типы геологических барьеров, контролирующих размещение жильных серий: мощные пачки «пластичных» средне-крупнозернистых текстурно однородных полосчатых гнейсов, иногда мусковитизированных, и крупные зоны гранитизированных гнейсов. Появление в разрезе указанных пород хрупких тел (мелкозернистых «сахарей» или базитов) нарушает физико-механическую однородность вмещающей среды. Пегматитоносность таких участков нередко возрастает.

В продольном разрезе провинции с северо-запада на юго-восток наблюдается следующая смена разнознаковых пегматитоносных структур (блоков) и геологических обстановок.

В северной части Енского района располагается тектонически приподнятая фронтальная часть зоны Лапландского аллохтона свекофеннского возраста, в которой локализируются два крупных слюдяных месторождения – Лейвойва и Риколатва с крутосклоняющимися пегматитовыми телами (углы 90–60° соответственно).

Далее к югу картируется опущенная значительная по площади Кандская синформа с мелкими кустами мусковитовых и мусковит-редкометалльных пегматитов, не имеющих промышленного значения. Кандская структура затем сменяется приподнятым Неблогорским блоком, заключающим одноименное месторождение высококачественного мусковита с пологосклоняющимися (под углом 0–30°) жилами лестничного типа.

Чупино-Лоухский район представлен совокупностью преимущественно приподнятых тектонических блоков, для которых типичны пологосклоняющиеся пегматитовые жилы преимущественно субмеридиональной и северо-западной ориентировки. Исключением является месторождение Тэдино, структура которого относится к комбинированному типу: редкие субмеридиональные продольно секущие слабосклоненные богатые жилы сочетаются с многочисленными рядовыми по размерам и запасам слюды поперечно секущими часто крутосклоненными лестничными жилами субширотной ориентировки. Согласно В. В. Зарубину [1969], локализация первых определяется зонами рассланцованных («пластичных») гнейсов, а вторых – пачками неяснополосчатых гнейсов («сахарей»).

В Чупино-Лоухском районе зона покрова разбита на разновеликие блоки по системе поперечных малоамплитудных сбросов и сбрососдвигов. К числу опущенных блоков принадлежат раздробленное восточное растянутое крыло асимметричной Шатковоборской блок-антиформы (Малиновая Варака Северная) и западный блок месторождения Плотина. Для последнего характерны пегматитовые жилы, головные части которых относятся к мусковит-редкометалльному типу (например, жилы 8–9).

Кемско-Беломорский пегматитовый район охарактеризован в п. 3 таблицы 1.

Судя по таблице 1 и рисунку, минимальная фактическая мощность пегматитоносного слоя (этажа) промышленных слюдяных месторождений колеблется от 50 до 700 м и в среднем составляет лишь 10 % от величины реконструированной доэрозионной амплитуды пегматитогенеза.

Иначе говоря, эродированная масса продуктивной промышленной части беломорид составляет около 90 % и свидетельствует о доэрозионном весьма значительном потенциале мусковитоносности Беломорской провинции.

Петрогенезис пегматитов Северо-Запада (табл. 2; рис.). Наиболее полно, с учетом достижений современной петрологии метаморфических комплексов докембрия, пегматитовая

Таблица 1. Эрозионные уровни главных жильных пегматитовых месторождений Беломорской провинции

Перемещенные пегматитоносные тектонические блоки. Рудоконтролирующие структуры	Отметка дневной поверхности, м	Высотная отметка подошвы пегматитового слоя (этажа), м	Высота слоя (этажа), м, часто более
1	2	3	4
1. Енский пегматитовый район. Лейвойвинско-Риколатвинская зона Лапландского аллохтона			
1.1. Приподнятый блок, вмещающий месторождение Лейвойва крутосклоняющихся (до 90°) мусковитовых жил. Широкая часть полиметаморфической зоны смятия	+500	-200	700
1.2. Приподнятый блок с месторождением Риколатва. Типичны крутосклоняющиеся (60–70°) пегматитовые жилы. Риколатвинская антиформа опрокинута на юго-запад	+550	+350	200
1.3. Опущенный блок Кандской синформы, вмещающий множество небольших мусковитовых и мусковит-редкометалльных пегматитопроявлений с низкокачественными слюдами			
1.4. Приподнятый Неблогорский блок, вмещающий промышленное месторождение пологосклоняющихся пегматитовых жил (около 30°) в центре одноименной антиформы	+320	+60	260
2. Чупино-Лоухский пегматитовый район			
2.1. Приподнятая блок-антиформа, вмещающая месторождение Тэдино – комбинированное поле субширотных крутосклоняющихся лестничных жил и субмеридиональных пологосклоняющихся жил. Первые контролируются м-ср/з неполосчатыми гнейсами, вторые – ср-кр/з полосчатыми гнейсами зон расланцевания	+100	-100	200
2.2. Приподнятая асимметричная Карельско-Станционная блок-антиклиналь, вмещающая 14 пегматитовых участков, в т. ч. промышленных Перти-Варака (ПВ1 и ПВ2), Хито-Варака (ХВ) и Лопатова Губа (ЛГ). Повсеместно жилы пологосклоняющиеся (0–30°)	ПВ1 +100 ПВ2 +100 ХВ +100 ЛГ +45	+50 -20 -75 -180	50 120 175 225
2.3. Восточное крыло Шатовоборского асимметричного купола, вмещающее месторождение Малиновая Варака, которое состоит из двух крупных пегматитовых участков – Северного (С) (2,3 км²), опущенного с пологосклоняющимися жилами на север, и Южного (Ю) (1,12 км²), приподнятого с пологим склонением жил на юг (до 30°)	С +30 Ю +80	-350 -20	380 100
2.4. Приподнятый Слюдозерский блок в ядре Лоухской антиформы. Жилы Слюдозерского месторождения пологосклоняющиеся (0–10°)	+100	-160	260
2.5. Приподнятый Плотинский антиформный блок, на западном крыле которого размещается месторождение Плотина. Несколько южнее (близ острова Зашеечного) гравиразведкой зарегистрирована локальная отрицательная аномалия силы тяжести, отвечающая материнским реоморфическим палигенно-метасоматическим гранитам, которые вскрыты опорной скважиной № 1594. На месторождении установлены три пологосклоняющиеся жильные зоны: Западная (З), опущенная, для головных частей Западной зоны характерен альбит-берилловый комплекс и ставролитизация боковых гнейсов – эти процессы свидетельствуют о нисходящем векторе движения Западного тектонического блока месторождения Плотина; Центральная (Ц) и Восточная (В) зоны, приподнятые	З +50 Ц +50 В +50	-450 -350 -300	500 400 350

1	2	3	4
3. Кемско-Беломорский пегматитовый район			
3.1. В пределах южной ветви Хетоламбинского покрова и нижнего структурного яруса беломорид. Показателен куст жил 128–129 участка Лавриковского в опущенном Слюдяноборском блоке. Жилы блока нередко падают на СВ, их склонение значительно варьирует. Метаморфизм and-sill фации. Качество мусковита невысокое			

Таблица 2. Условия образования беломорских гранитных пегматитов разных формаций [по Глебовицкий, 1973; Петров, 1975; с уточнением Гордиенко, 1975; Гордиенко и др., 1976]

Формация	Т образования, °С	Р, кбар	Глубина, км	Вертик. амплитуда, км	Изофациальный метаморфизм
Редкометалльная	300–770	2–3	6–9	3	Зеленосланцевая
Мусковитовая	300–700 (200–650)*	3–5 (6)*	9–15 (18)*	6 (9)*	Амфиболитовая (в зонах диафореза эпидот-амфиболитовая)
Керамическая	До 600	5–8	15–24	9	Амфиболитовая, гранулитовая

Примечание. *В скобках – параметры В. В. Гордиенко.

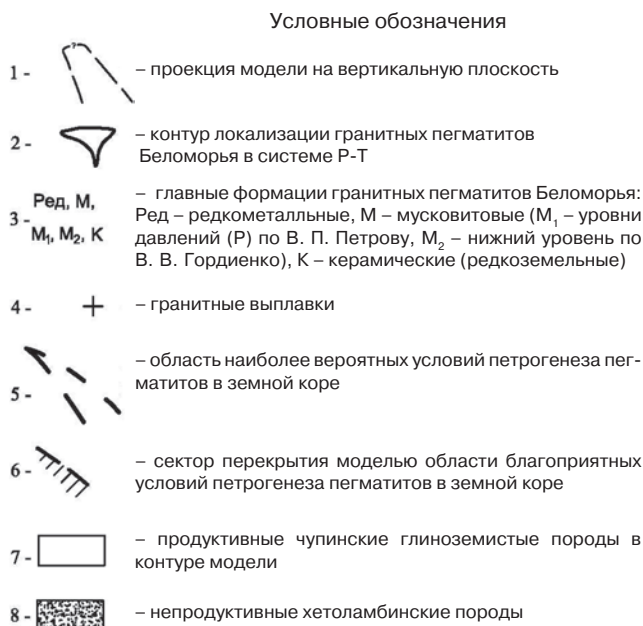
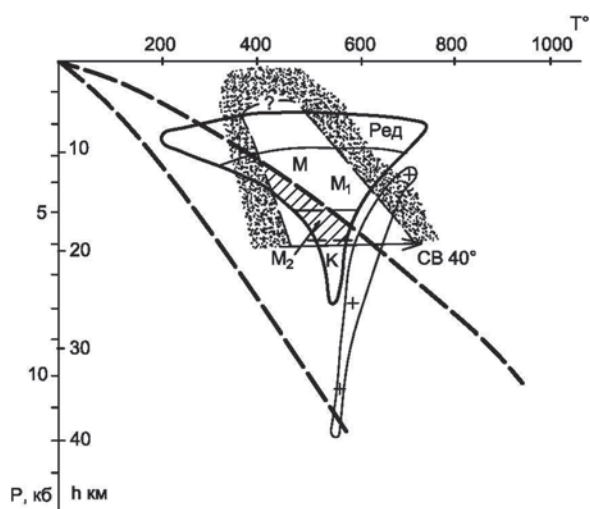
проблема освещена в работах В. А. Глебовицкого [1973], В. П. Петрова [1975], В. В. Гордиенко [1975, 1976] и др. В. П. Петровым показано, что контур термодинамических условий образования гранитных пегматитов Северо-Запада имеет каплевидную форму, сужающуюся книзу. В высокотемпературной области этот контур ограничен зоной выплавки гранита. Общий диапазон пегматитогенеза определен давлением 1–8 кбар (с глубиной 3–24 км) и температурами процесса 200–750° (для мусковитовых пегматитов Беломорья В. В. Гордиенко уточняет температурный диапазон 200–650 °С и несколько меняет порог давлений образования мусковитовых пегматитов до уровня 6 кбар). Кроме того, В. П. Петровым в Т-Р координатах выделен сектор наиболее вероятных условий формирования пегматитов, в нижней части диаграммы максимально расширяющийся в высокобарической (более 8 кбар) и высокотемпературной области 550–800 °С.

Модельная реконструкция доэрозивной структуры типового месторождения мусковитовых пегматитов (рис.). Из числа слюдяных месторождений Беломорья (табл. 1) в качестве модельного объекта выбрано крупное месторождение Риколатва [Атаманова, 2008]. При этом учтены следующие обстоятельства: четко выраженная антиформная структура; хорошая обнаженность площади; выдержанность тщательно задокументированных геологических границ на многих горизонтах шахтного поля, а также высокая детальность комплексной геолого-геофизической и радиогеохимической изученности месторождения.

Приведем краткую геологическую характеристику Риколатвы. Месторождение располагается во фронтальной части свекофеннского Лапландского аллохтона. Риколатвинская антиформа, подобно многочисленным куполовидным диапирам в приосевой зоне Беломорского пояса, опрокинута на юго-запад. Шахтное поле насчитывает шесть эксплуатационных горизонтов (включая дневную поверхность). На площади месторождения проведены геолого-геофизические и радиогеохимические работы. В частности, месторождение изучено детальными структурно-петрологическими методами, на основе которых составлены специализированные планы и разрезы [Гродницкий, 1991; Миллер, 1997]. На месторождении выполнены значительные объемы поискового, оценочного и разведочного бурения В. П. Атамановой, К. В. Захаровым, В. П. Проскурниной, В. И. Рабиновичем и др.

Ядро структуры сложено продуктивными глиноземистыми гнейсами риколатвинской (чупинской) свиты, перекрытой непродуктивными породами хетоламбинской свиты. Крутая осевая поверхность опрокинута на юго-запад (61,25°) и ориентирована в направлении северо-запад – юго-восток. Шарнир погружается на юго-восток. Северо-восточное крыло опрокинутой складки, по усредненным многочисленным замерам Л. Л. Гродницкого и Ю. В. Миллера, падает на северо-восток под углом 51,25°, а юго-западное крыло также падает на северо-восток, но под углом 71,25°.

В пределах Риколатвинской площади локализованы многочисленные слюдяные пегматитовые жилы пяти парагенетических типов (I–V)



Реконструкция эродированной части месторождения мусковитовых пегматитов Риколатва (петрогенетическая основа по: Петров, 1975, с уточнением Гордиенко, 1975; Гордиенко и др., 1976)

классификации Л. Л. Гродницкого [1991, 2002]. Подчиненно встречаются слюдяно-керамические пегматиты. Большинство жил образуют веер, сужающийся к северо-востоку. Жильные серии сопровождаются радиогеохимическими зонами рудного диафореза и круто склоняются в северных румбах под углом 60–70°.

Реконструкция структуры Риколатвы показана на рисунке. Здесь за базис вертикальной проекции принято поперечное сечение 6 кбар в средней части антиформы. В низкобарической сужающейся прикровельной части проекции пегматитовность жильного поля Риколатвы многократно сокращается.

Вертикальная проекция пересекает поле редкометалльных и мусковитовых пегматитов. Последнее в западной части структуры ограничено сектором перекрытия моделью области благоприятных условий формирования пегматитов, тогда как восточная часть структуры сильно гранитизирована и, соответственно, практически лишена промышленных пегматитопоявлений.

В обнажениях Риколатвинской площади наряду со слюдяными жилами закартированы выходы пегматитов промежуточных субформаций – слюдяно-редкометалльной и слюдяно-керамической.

Таким образом, выполненная реконструкция доэрозионной структуры Риколатвы показала, что вертикальная протяженность жильных пегматитовых серий могла составлять 6–7 км или несколько менее (считая от высотного уровня давления 6 кбар).

Заключение

Специальное исследование проблемы оценки вертикального размаха жильных пегматитовых серий показало следующее.

Фактическая амплитуда пегматитоносного слоя (этажа) для многочисленной группы промышленных месторождений с пологосклоняющимися (10–30°) жилами (80 % изученных месторождений) превышала величину Nx10 – Nx100 м. Сверху эта амплитуда определяется уровнем регионального мезозойского пенеплена, а снизу: в общем случае – теоретически обоснованным уровнем литостатического давления ~6 кбар, который определяет локализацию промышленных мусковитовых пегматитов (и, вероятно, материнских гранитов), а в частности – глубиной бурения.

В целом эта ситуация справедлива для приподнятых пегматитоносных тектонических блоков зоны Чупинского покрова от Неблогоры в Енском пегматитовом районе до участка Плотина-Слюдозеро в Чупино-Лоухском районе, а также для другой группы промышленных месторождений, размещенных на северо-востоке Енского пегматитового района во фронтальной части Лапландского аллохтона (Лейвойва, Риколатва) и отличающихся крутым склонением пегматитовых жил (60–90°), которые образуют субвертикальные жильные серии. Сверху они также ограничены уровнем регионального пенеплена, а снизу – указанным уровнем литостатического давления.

Рассмотрена обстановка в зоне опущенных геологических блоков Кемско-Беломорского пегматитового района, отличающегося специфическим для беломорид региональным метаморфизмом андалузит-силлиманитовой фации, контролирующим пегматиты мусковит-редкометалльной субформации с низким качеством слюды.

Во всех случаях остается проблемным вопрос, касающийся доэрозионных размеров структур пегматитовых месторождений. Этот вопрос разрешен на примере модельной реконструкции ненарушенной структуры Риколатвинского промышленного месторождения с крутым склонением (60–70°) пегматитовых жил. Реконструкция показала, что вертикальная протяженность жильных серий модельного месторождения в этом случае оптимально могла составлять 6–7 км или несколько менее (считая от высотного уровня давления 6 кбар).

Можно заключить, что эродированная масса продуктивной промышленной части беломорид составляла около 90 % и свидетельствует об утраченном значительном потенциале мусковитовосности Беломорской пегматитовой провинции в целом.

Литература

Атаманова В. П. О гранитных пегматитах мусковитовых месторождения Риколатва // Разведка и охрана недр. 2008. № 2. С. 35–39.

Глебовицкий В. А. Проблема эволюции метаморфических процессов в подвижных областях. Л.: Наука, 1973. 128 с.

Гинзбург А. И., Родионов Г. Г. О глубинах образования гранитных пегматитов. Геология рудных месторождений. 1960. № 1. С. 45–54.

Гордиенко В. В. Геохимия процессов пегматитообразования и мусковитообразования // Мусковитовые пегматиты СССР. Л.: Наука, 1975. С. 107–117.

Гордиенко В. В., Богданов Ю. Б., Бойцова Г. Н. и др. Слюдоносные пегматиты Северной Карелии (геология, минералогия, геохимия и генезис) / Под ред. В. В. Гордиенко и В. А. Леоновой. Л.: Недра, 1976. 367 с.

Гродницкий Л. Л. Рудогенерирующие пегматитовые системы Кольской части Беломорского пояса. Петрозаводск: Карелия, 1991. 175 с.

Гродницкий Л. Л. Гранитные пегматиты Балтийского щита. Л.: Наука, 2002. 295 с.

Гродницкий Л. Л., Манаев М. Н. О составе плагиоклазов из слюдоносных пегматитов Северной Карелии // Геохимический сборник, вып. 3. Саратов: Саратовский ун-т, 1968. С. 90–122.

Зарубин В. В. Особенности вмещающей среды и закономерности размещения пегматитовых жил месторождения Тэдино (Северная Карелия) // Труды ВСЕГЕИ. 1969. № 147. С. 58–70.

Калафати Л. В. Закономерности распределения пегматитов юго-запада Кольского полуострова на основе стратиграфического расчленения Беломорской толщи // Вопросы геологии и минералогии Кольского п-ова, вып. 2. Л.: АН СССР, 1960. С. 38–57.

Миллер Ю. В. Необычные пликативные формы в покровно-складчатой структуре Беломорского подвижного пояса // Тектоника. 1997. № 4. С. 80–89.

Миллер Ю. В. Тектоника области сочленения Беломорского подвижного пояса и Карельского кратона // Геотектоника. 2002. № 4. С. 14–25.

Петров В. П. Современное состояние проблемы генезиса мусковитовых пегматитов // Мусковитовые пегматиты СССР. Л.: Наука, 1975. С. 56–62.

Салье М. Е. Металлогенические формации пегматитов восточной части Балтийского щита // Мусковитовые пегматиты СССР. Л.: Наука, 1975. С. 15–36.

Соколов Ю. М., Кратц К. О., Глебовицкий В. А. Закономерности образования и размещения формаций мусковитовых и мусковит-редкометалльных пегматитов в метаморфических поясах // Мусковитовые пегматиты СССР. Л.: Наука, 1975. С. 5–15.

Ферсман А. Е. Пегматиты. Т. 1. М.: АН СССР, 1940. 712 с.

Чуйкина Е. П. Структуры и пегматитовосность Северной Карелии // Мусковитовые пегматиты СССР. Л.: Наука, 1975. С. 153–159.

Шуркин К. А., Корсаков В. Н., Зингер Т. Ф. и др. Комплексные поисковые критерии слюдоносных пегматитов Беломорья (петролого-геофизическая модель локализации месторождений мусковита) / Отв. ред. Ю. М. Соколов. Л.: Наука, 1988. 152 с.

Korsakov V. N. Location relationships of pegmatite veins bunch according to gravimetric data, Chapter 5 // In: Complex prospecting criteria of micaceous pegmatite on the Baltic Shield. L. V., 1988. P. 65–72.

Поступила в редакцию 25.07.2016

References

Atamanova V. P. O granitnykh pegmatitakh muskovitovykh mestorozhdeniya Rikolatva [On the granite pegmatites of the Rikolatva muscovite deposit]. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and Protection of Mineral Resources]. 2008. No. 2. P. 35–39.

Chuikina E. P. Struktury i pegmatitonosnost' Severnoi Karelii [Structure and pegmatite-bearing potential of Northern Karelia]. *Muskovitovye pegmatity SSSR* [Muscovite Pegmatites of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1975. P. 153–159.

Fersman A. E. Pegmatity [Pegmatites]. Vol. 1. Moscow: AN SSSR, 1940. 712 p.

Ginzburg A. I., Rodionov G. G. O glubinakh obrazovaniya granitnykh pegmatitov [On the depths of granite pegmatites formation]. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii* [Geology of Ore Deposits]. 1960. No. 1. P. 45–54.

Glebovitskii V. A. Problema evolyutsii metamorficheskikh protsessov v podvizhnykh oblastiakh [Problem of metamorphic processes evolution in mobile areas]. Leningrad: Nauka, 1973. 127 p.

Gordienko V. V. Geokhimiya protsessov pegmatitobrazovaniya i muskovitobrazovaniya [Geochemistry of pegmatites and muscovites formation processes]. *Muskovitovye pegmatity SSSR* [Muscovite Pegmatites of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1975. P. 107–117.

Gordienko V. V., Bogdanov Yu. B., Boitsova G. N. i dr. Slyudonosnye pegmatity Severnoi Karelii (geologiya, mineralogiya, geokhimiya i genezis) [Micaceous pegmatites of Northern Karelia (geology, mineralogy, geochemistry and genesis)]. Eds V. V. Gordienko, V. A. Leonova. Leningrad: Nedra, 1976. 367 p.

Grodnitskii L. L. Rudogeneriruyushchie pegmatitovye sistemy Kol'skoi chasti Belomorskogo poyasa [Ore parent pegmatite systems in the Kola area of the Belomorian belt]. Petrozavodsk: Karelia, 1991. 175 p.

Grodnitskii L. L. Granitnye pegmatity Baltiiskogo shchita [Granite pegmatites of the Baltic Shield]. Leningrad: Nauka, 2002. 295 p.

Grodnitskii L. L., Manaev M. N. O sostave plagioklazov iz slyudonosnykh pegmatitov Severnoi Karelii [On the composition of the plagioclases from the micaceous pegmatites in Northern Karelia]. *Geokhimicheskii sbornik* [Collected Articles on Geochemistry]. Iss. 3. Saratov: Saratovskii un-t, 1968. P. 90–122.

Kalafati L. V. Zakonomernosti raspredeleniya pegmatitov yugo-zapada Kol'skogo poluostrova na osnove stratigraficheskogo raschleneniya Belomorskoj tolshchi [Pegmatites distribution patterns in the Southwestern Kola Peninsula based on the stratigraphic breakdown of the Belomorian series]. *Voprosy geologii i mineralogii Kol'skogo p-ova* [Questions of Geology and Mineralogy of the Kola Peninsula], iss. 2. Leningrad: AN SSSR, 1960. P. 38–57.

Miller Yu. V. Neobychnye plikativnye formy v pokrovno-skladchatoi strukture Belomorskogo podvizhnogo poyasa [Unusual plicate forms in the folded nappe

structure of the Belomorian mobile belt]. *Tektonika* [Tectonics]. 1997. No. 4. P. 80–89.

Miller Yu. V. Tektonika oblasti sochleneniya Belomorskogo podvizhnogo poyasa i Karel'skogo kratona [Tectonics of the junction area between the Belomorian mobile belt and the Karelian craton]. *Geotektonika* [Geotectonics]. 2002. No. 4. P. 14–25.

Petrov V. P. Sovremennoe sostoyanie problemy genezisa muskovitovykh pegmatitov [State of knowledge of the muscovite pegmatites genesis]. *Muskovitovye pegmatity SSSR* [Muscovite Pegmatites of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1975. P. 56–62.

Sal'e M. E. Metallogenicheskie formatsii pegmatitov vostochnoi chasti Baltiiskogo shchita [Metallogenic pegmatites formations of the Eastern Baltic Shield]. *Muskovitovye pegmatity SSSR* [Muscovite Pegmatites of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1975. P. 15–36.

Shurkin K. A., Korsakov V. N., Zinger T. F. i dr. Kompleksnye poiskovye kriterii slyudonosnykh pegmatitov Belomor'ya (petrologo-geofizicheskaya model' lokalizatsii mestorozhdenii muskovita) [Complex prospecting criteria of the micaceous pegmatites of the Belomorian province (petrological and geophysical model of muscovite deposits localization)]. Ed. Yu. M. Sokolov. Leningrad: Nauka, 1988. 152 p.

Sokolov Yu. M., Kratts K. O., Glebovitskii V. A. Zakonomernosti obrazovaniya i razmeshcheniya formatsii muskovitovykh i muskovit-redkometal'nykh pegmatitov v metamorficheskikh poyasakh [Regularities of the formation and distribution of muscovite pegmatites and muscovite rare-metal pegmatites in metamorphic belts]. *Muskovitovye pegmatity SSSR* [Muscovite Pegmatites of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1975. P. 5–15.

Zarubin V. V. Osobennosti vmeshchayushchei sredy i zakonomernosti razmeshcheniya pegmatitovykh zhil mestorozhdeniya Tedino (Severnaya Kareliya) [Specific features of the host environment and the regularities of the pegmatites veins distribution in the Tedino deposit (Northern Karelia)]. *Tr. VSEGEI* [Proceed. of VSEGEI]. 1969. No. 147. P. 58–70.

Korsakov V. N. Location relationships of pegmatite veins bunch according to gravimetric data, Chapter 5. In: *Complex prospecting criteria of micaceous pegmatite on the Baltic Shield*. L. B., 1988. P. 65–72.

Received July 25, 2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Малов Николай Дмитриевич

К. Г.-М. Н.

эл. почта: nelli.malova2010@yandex.ru

тел.: (812) 3511811, 89533410801

CONTRIBUTOR:

Malov, Nikolai

e-mail: nelli.malova2010@yandex.ru

tel.: (812) 3511811, +79533410801