

### Отзыв официального оппонента

к.г.-м.н. В.Ф. Полина на диссертацию Малютиной Александры Владиславовны «ПЕТРОГЕНЕЗИС ЩЕЛОЧНОГО СИЕНИТОВОГО МАССИВА БУРПАЛА (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – петрология, вулканология.

**Общая характеристика проблемы.** Рецензируемая работа посвящена одной из важных и интересных проблем петрологии – происхождению щелочных магматогенных комплексов, развитых в различных структурах Земли и проявленных в различное время и различных геодинамических обстановках. Изучение щелочного магматизма представляет огромный интерес для моделирования процессов, происходящих в литосферной мантии, включая мантийный метасоматоз, мантийно-коровое взаимодействие, выплавление и эволюцию родоначальных щелочных магм и формирование связанной с ними редкоземельно-редкометалльной рудной минерализации.

*Основной объём работы*, проведённой диссертантом, посвящён детальному исследованию трёх типов сиенитов массива Бурпала, – щелочной сиенитовой интрузии центрального типа, входящей в состав позднепалеозойской Северо-Байкальской щелочной провинции (СБЩП), – одного из интереснейших и в то же время во многом типичных для СБЩП геологических объектов. Несмотря на относительно небольшое площадное развитие пород этого массива, он играет существенную роль в понимании геологического строения и истории развития Северо-Байкальской щелочной провинции. Слагающие его магматические образования издавна привлекают внимание петрологов-магматистов не только в силу научного интереса, в качестве *минералогического заповедника*, но и в связи с редкоземельно-редкометалльной рудоносностью этого и подобных ему массивов СБЩП. Бурпала интересен также тем, что выделяется среди ряда других массивов СБЩП отсутствием выраженной калиевой специализации и схожестью по характеру металлогении с массивами Кольского полуострова (Хибинским и Ловозерским), в первую очередь, присутствием широкого набора редко встречающихся редкоземельных и циркон-титановых минералов.

Помимо этого, **массив Бурпала** представляет *особый* интерес относительно других интрузий Северо-Байкальской щелочной провинции наличием *парадоксальной* по составу ассоциации когенетических кварцевых и нефелиновых сиенитов, происхождение которой является предметом многолетней научной дискуссии [Владыкин 1997; Владыкин, Миузаки, 2001; Сотникова, 2009; Сотникова, Владыкин, 2012; Владыкин и др., 2014; Vladykin, Sotnikova, 2017; Избродин и др., 2024; Starikova et al., 2024; Дорошкевич и др., 2025; Малютина и др., 2025]. Подход А.В. Малютиной, предлагающей для объяснения наблюдаемого парадокса комбинацию AFC-процессов с вариативным соотношением фракционирования и ассимиляции, представляется *наиболее продуктивным* в решении этой проблемы и, по сути, её снимающим.

**Актуальность диссертации** А.В. Малютиной *несомненна* и обусловлена **комплексным подходом** к решению поставленных ей задач по изучению состава и магматической эволюции щелочных комплексов сложного строения, включающим: 1. обобщение и анализ материалов по щелочно-базитовому и сиенитовому магматизму Северо-Байкальского региона; 2. геохронологические исследования всех типов сиенитов массива; 3. комплексную минералого-петрографическую и петрогеохимическую характеристику пород; 4. выявление особенностей состава порообразующих минералов и 5. изотопно-геохимические исследования, с выходом на решение проблемы источников магматического вещества. В диссертации даны ответы на некоторые из вопросов геологического строения изученного массива, предложен авторский вариант решения проблем геохронологии и эволюции магматизма в изученной структуре и её аналогах на территории СБЩП.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Диссертационная работа основана на фактическом геологическом и каменном материале, полученном автором и её коллегами в ходе экспедиционных работ 2022 г. В процессе его обработки были использованы современные аналитические методы: рентгено-флуоресцентный анализ, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, U-Pb (LA ICP MS) изотопно-геохронологические исследования цирконов, сканирующая электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ. Вышеперечисленные исследования выполнены в ЦКП Многоэлементных и изотопных исследований СО РАН (г. Новосибирск), Институте неорганической химии (ИНХ СО РАН), Геологическом институте СО РАН (Улан-Удэ), Институте геологии и геохронологии докембрия РАН (Санкт-Петербург). **Защищаемые положения** обоснованы приведенным в работе фактическим материалом. **Личный вклад** соискателя сомнений не вызывает: наряду с коллегами и руководителем она изучила, в полевых условиях, серию проявлений магматитов массива Бурпала; лично занималась петрографическим изучением главных разновидностей пород; подготовкой проб для минералогических, геохимических и изотопных исследований; участвовала в проведении части изотопных U-Pb измерений, обработке и интерпретации полученных минералогических, геохимических и изотопно-геохимических данных. Соискателем проведена систематизация и осмысливание собственных и литературных данных, на основе которых базируются выводы работы и сформулированы защищаемые положения.

**Их достоверность и научная новизна.** Поскольку многие из поставленных соискателю задач для изученного массива были решены *впервые*, **научная новизна** исследований **сомнений не вызывает**. *Впервые* определенный для сиенитов Бурпалы редкоэлементный состав темноцветных минералов позволил установить накопление редких элементов и щелочей при кристаллизации нефелиновых сиенитов, косвенно подтвердив предположение об *импульсности* становления массива. В результате исследования собраны представительные данные по изотопному составу неодайма, стронция и свинца всех разновидностей сиенитов, слагающих массив. *Впервые* установлен изотопный состав кислорода ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{VSMOW}}$ ) в минералах сиенитов – представителей основных фаз массива. *Комплексный анализ* изотопно-геохимических показателей позволил дать характеристику *мантийного источника* родоначальных расплавов и определить вклад *коровой компоненты* в формирование массива. Проведённый *впервые сравнительный анализ* изотопно-геохимических характеристик пород массива Бурпала со щелочными магматическими комплексами Забайкальского региона и южной окраины Сибирского кратона установил вклад различных источников, участвовавших в формировании Бурпалы. В целом, проведенные соискателем исследования позволяют по-новому взглянуть на некоторые особенности геологического строения и развития СБЦП.

Работа прошла апробацию на международной Конференции «Геодинамика и минерагения Северной Евразии» в Улан-Удэ (2023) и двух всероссийских Конференциях: 1. «Щелочной и кимберлитовый магматизм Земли и связанные с ним месторождения стратегических металлов и алмазов» в г. Апатиты (2023) и 2. «Глубинный магматизм, его источники и плюмы» в Иркутске (2024). Результаты исследований по теме диссертации изложены **в 4 статьях**, опубликованных в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и международные реферативные базы данных и системы цитирования. В публикациях отражен основной материал, представленный в диссертации. Текст диссертации насыщен фактическим материалом, отличается конструктивным и творческим подходом к изложению проблем и задач, а также правильно выбранной и убедительной системой доказательств.

Диссертационное исследование выполнено в рамках госзадания ИГМ СО РАН (122041400241-5) и при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 22-17-00078).

**Достоверность** полученных данных обусловлена: вполне достаточным объемом фактического материала; представительным количеством проб по каждому типу пород массива и, прежде всего, – применением надежных методов изучения вещества в аккредитованных Лабораториях, с использованием современных приборов и оборудования. Приведенные в работе *результаты* изучения вещества **не вызывают сомнения**.

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа состоит из титульного листа, оглавления, введения, 8 глав, заключения и списка литературных источников. Общий объем диссертации составляет 135 страниц. В работе содержатся 22 рисунка и 10 приложений. Список литературы включает 331 источник.

Во **введении** обосновываются актуальность, цели и задачи исследования. В **первой главе** описано современное состояние проблемы происхождения щелочного и, в частности, щелочно-сиенитового магматизма; приведена краткая история изучения Северо-Байкальской щелочной провинции и некоторых массивов, входящих в её состав. Во **второй главе** перечислены и кратко охарактеризованы методы и методики, использованные при петрографическом, геохронологическом, минералогическом, петролого-геохимическом и изотопно-геохимическом изучении пород массива Бурпала. **Третья глава** посвящена описанию геологического строения массива Бурпала. В **четвертой главе** приведена петрографическая характеристика основных разновидностей пород массива Бурпала. В **пятой главе** представлены результаты U-Pb изотопно-геохронологических исследований пород массива. **Шестая глава** посвящена описанию химического и редкоэлементного составов темноцветных породообразующих минералов из пород массива. В **седьмой главе** приведена петролого-геохимическая и изотопно-геохимическая (Sr, Nd, Pb, O) характеристика пород массива.

**Восьмая глава синтезирует результаты всей работы:** в ней представлена дискуссия о полученных результатах исследования, проведена оценка вклада различных источников при формировании массива и предложена петрогенетическая модель его образования. Здесь диссертант приводит убедительную аргументацию (на основе обсуждения составов фемических минералов) своего вывода о том, что формирование кварцевых, щелочных и нефелиновых сиенитов массива Бурпала вряд ли происходило в рамках единого простого процесса фракционной кристаллизации, как считали некоторые из предшественников (напр., [Сотникова, Владыкин, 2009; 2012; Владыкин и др., 2014]). Это заключение подтверждается ссылками на отсутствие петрогеохимических свидетельств наличия единого тренда дифференциации для *всех* типов сиенитов массива. Показано, что и *распределение* редких, и редкоземельных элементов *противоречит* гипотезе образования всех трёх групп сиенитов Бурпала за счёт *дифференциации* некой *единой* магмы. Об этом же свидетельствует и сосуществование нефелин- и кварц-нормативных сиенитов в составе единого бурпалинского магматического комплекса. В итоге, диссертант приходит к убедительному выводу о становлении массива Бурпала в результате сочетания процессов ассимиляции и фракционной кристаллизации (AFC-процесс).

Как во всякой большой работе, в диссертации А.В. Малютиной не обошлось без некоторых недочетов и недоработок, преимущественно редакционного плана, на которые указано диссертанту в личном порядке. Однако имеется серия **замечаний**, ряд из которых носит *принципиальный* характер, на которых остановлюсь ниже.

## ЗАМЕЧАНИЯ К ДИССЕРТАЦИИ

**Замечания к «Введению».** К подразделу «Цель и задачи работы» имеется вопрос: «Стоило ли *одной из задач* исследования ставить определения абсолютного возраста, если

к этому времени уже имелась серия его *высокоточных* определений?» Возможно, задачу следовало представить в другой редакции, например: «Высокоточные определения абсолютного возраста для уточнения схемы магматизма массива Бурпала»; по сути, именно это диссертантом и было сделано.

В перечень **задач исследования** логично напрашивается ещё одна: **6. Оценить геодинамическую обстановку становления массива Бурпала по данным петрогеохимии**, которая, к сожалению, не была поставлена.

**Замечания к главе 1: «Состояние проблемы».** Представляются излишними *столь детальные* экскурсы в публикации по различным вопросам петрологии (напр., раздел 1.2.1. «Механизмы метасоматоза в мантии»), напоминающие скорее студенческую курсовую работу или реферат на заданную тему, но не кандидатскую диссертацию. Подобные детальные сведения были бы более уместны при *предметном* обсуждении полученных диссертантом результатов (например, в главе 8), но не в виде «преамбулы» к работе, в её начальной части, занимающей свыше 10 % от всего объёма.

При рассмотрении возможных причин метасоматоза мантии диссертант приводит, по сути, только одну: «добавление летучих веществ... и определённых элементов ..., экстрагируемых из погруженных ... плит в мантию», упустив упомянуть *весьма* перспективную гипотезу, предложенную Л.Н. Когарко [1996], согласно которой *крупномасштабный метасоматоз* мантии Земли был вызван «глобальным окислением «мантийной атмосферы» в раннем протерозое (2500-1600 млн лет назад)».

**К главе 2: «Методы исследования» замечаний нет.**

**Замечания к главе 3: «Геологическая характеристика массива Бурпала».** Схема эволюции магматизма массива по данным предшественников описывается соискателем лишь *словесно*; более *наглядными* были бы таблица или рисунок с изображением схемы.

На стр. 45-46 диссертации соискатель подробно остановилась на представлениях предшественников относительно схемы эволюции магматизма массива Бурпала, но при этом не указала, каких представлений придерживается она *лично*, отметив лишь, что полевые исследования их отряда (группы) «не выявили чётких закономерностей соотношения разных фаз» внедрения. При этом Александра Владиславовна не указывает, какие выводы сделаны ей и коллегами по сведениям о «резких контактах между определёнными типами сиенитов», в то время как эти сведения могли бы помочь установить *истинную* последовательность внедрения разных типов сиенитов. Печально, что вопрос о схеме магматизма Бурпала так и остался *не решённым* геологическим методом, несмотря на неоднократные попытки исследователей разобраться с ним. Отсутствие у диссертанта *своего* (подтверждённого полевыми наблюдениями) взгляда на схему магматизма массива Бурпала следует отнести к *слабым* местам диссертации.

В описании тектонической позиции массива наблюдается путаница с иерархией древних тектонических структур и обозначениями некоторых из них: Байкало-Витимский регион назван вначале поясом, затем – комплексом. В первом случае он представлен как часть ЦАСП, во втором в его составе (как комплекса) выделяются ранне- и позднебайкальские метаморфические комплексы разного состава и различных степеней метаморфизма. Непосвящённому читателю разобраться в этом хитросплетении терминологий оказывается не так-то просто.

**Замечание к главе 4: «Петрографическая характеристика магматических пород массива Бурпала».** В главе отмечены морфологические различия между двумя

типами клинопироксенов и амфиболов в различных образцах сиенитов, но не сказано, что это за образцы, каковы составы минералов разной морфологии, каковы взаимоотношения между морфологическими типами пироксенов и амфиболов; не приведены сведения о наличии либо отсутствии связи между морфологическим типом того или иного минерала и видом породы. Из подписей к фото шлифов следует, что составы клинопироксенов (по крайней мере, их фенокристаллов) соискателю известны, но сведения эти, почему-то, не использованы при характеристике минеральных морфотипов. Петрографические описания магматитов довольно схематичны: не указаны структуры базиса пород, не во всех случаях упомянуты и их текстуры. Осталось неясным, все ли типы сиенитов имеют трахитоидную текстуру, или нет. Автор плохо знакома с петрографической терминологией: путает понятия «николь» и «поляризатор» (николи: есть «поляризатор», и есть «анализатор»; они могут быть скрещены или параллельны): в подписях к микрофотографиям встречаются откровенные «ляпы» типа: «поляризаторы параллельны». В целом, глава 4 «Петрографическая характеристика...» страдает *недостаточной детальностью* этой самой характеристики для изученных пород.

**Замечания к главе 5: «Геохронология».** Из контекста главы 5 следует, что высокоточные (и высокочувствительные при этом) геохронологические определения, дополнительные к уже имевшимся, понадобились для того, чтобы разобраться с нерешёнными геологическими вопросами о последовательности проявлений разных типов сиенитов при становлении массива Бурпала. С одной стороны, *отрадно*, что вопросы эти были решены, с другой – смущает *стоимость* решения проблемы.

**Замечание к главе 6: «Химизм темноцветных породообразующих минералов массива Бурпала».** Желательно приводить не просто *абсолютное содержание* того или иного элемента в описываемом типе минерала (клинопироксена, амфибола), но давать его в сравнении с содержанием в других видах того или иного минерала.

**Замечание к главе 7: «Петролого-геохимическая характеристика пород массива Бурпала». (Раздел 7.1.)** Замечание вызывает использование диссертантом *той* разновидности TAS-диаграммы, на которой названия многих видов пород лишены петрографического смысла. Например, рассмотрим термин «фоидовые монцосиениты». Согласно классическому петрографическому определению магматических пород, А.Н. Заварицкому, «монцонит» – это «габбросиенит»; «монцосиенит» в этом случае получается «сиенитогаббросиенит», а приставка «фоидовый» вообще уводит читателя в область пород какого-то экзотического состава. Ещё более экзотическими выглядят определения «фоидовое монцогаббро» и ряд других, если подойти к ним с позиций классической петрографии магматических пород.

Замечание это *не относится* к рецензируемой диссертации как таковой, но касается «моды» на использование *исключительно иностранных* диаграмм и терминологий, охватившей российскую геологическую науку в последние десятилетия, и которая далеко не всегда оправдана и целесообразна.

**(Второе замечание к разделу 7.1.)** Диссертант не использовала содержания сидерофильных элементов *ни на одной* из приводимых диаграмм, вследствие чего *открытыми* остались вопросы участия или неучастия железо-магнезиальных минералов (титаномагнетитов, пироксенов, амфиболов, слюд) в процессах фракционирования магм.

**(Раздел 7.2.)** При характеристике изотопии кислорода в изученных породах соискатель ограничилась лишь констатацией значений величин  $\delta^{18}\text{O}_{\text{vsmow}}$ , упустив возможность получить надёжную информацию *по источникам* родоначальных расплавов различных типов сиенитов массива Бурпала (используя, например, диаграммы типа: « $\text{SiO}_2$ - $\delta^{18}\text{O}_{\text{vsmow}}$ »; « $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $\delta^{18}\text{O}_{\text{vsmow}}$ » [James, 1981; Ishihara, Matsuhisa, 1999; Дриль и др., 2002; и др.]).

На изотопных диаграммах диссертант не учла сведения по изотопии кислорода, стронция, неодима и свинца в *алданских щелочных породах* мелового возраста из работ [Кононова и др., 1995; Богатилов, Симон, 1997; Полин и др., 2013; 2016; Гузев и др., 2024], которые *существенно расширяют* поля «щелочных пород алданского щита», приводимые в диссертации. Вызвано ли это *незнанием* цитированных работ или иными причинами, для оппонента осталось загадкой.

**Замечания к главе 8: «Обсуждение результатов». (Раздел 8.1. Возраст и длительность формирования массива Бурпала).** Нельзя признать *бесспорным* принятое диссертантом представление о том, что формирование полиформационных («сложных», по автору диссертации) типов магматизма связано лишь с процессами «взаимодействия плюма и древней континентальной коры» (стр. 74). В качестве контраргумента можно привести сведения по полиформационному меловому магматизму Алданского щита, обусловленному, согласно работам [Парфёнов и др., 2002; Полин и др., 2004-2025], мантийно-коровым взаимодействием в рифтогенной обстановке, вызванной скольжением литосферных плит.

Приводимые в работе сведения по распределению РЗЭ могут свидетельствовать о *близости* источников не только всех трёх изученных *типов* сиенитов, но и шонкинитов – тоже.

**(Раздел 8.2. Петрогенезис. Подраздел 8.2.1. Фракционная кристаллизация и когенетичность сиенитов массива Бурпала).** К сожалению, признаки процессов фракционирования в пределах разных групп сиенитов Бурпалы соискатель обсуждает *только* на основе диаграмм Харкера (стр. 75), упустив возможность использования более информативных в этом плане диаграмм А.В. Гущина [Гущин, 1977], диаграммы «SiO<sub>2</sub> – Rb/Sr», SB-диаграмм [Onuma et al., 1981] и некоторых других.

Утверждение соискателя (стр. 76), что «схожесть трендов эволюции составов темноцветных минералов из разных групп сиенитов» массива Бурпала «говорит о генетическом родстве пород», *вряд ли правомерно*, поскольку тренды составов темноцветов определяются физико-химическими параметрами расплавов в ходе их эволюции, и они могут быть *схожими* у генетически *различных* магматических пород, равно как и наоборот, чему есть немало примеров. Ведь, именно на зависимостях между некоторыми параметрами состава минералов и термодинамикой кристаллизующихся расплавов основано применение ряда геотермометров, оксифугометров и геобарометров. В случае если бы *определяющим* для составов минералов было только генетическое родство их пород-хозяев, применение составов минералов в целях петрологии было бы невозможно.

На стр. 84 диссертант говорит об «отсадке» кристаллов плагиоклаза, хотя логичнее было бы предположить их «всплытие». Здесь же (стр. 84) присутствует *сложная* для понимания фраза о том, что внедрение пересыщенной кремнезёмом магмы «сопровождалось кристаллизацией *самых внешних* (? – ВП) *обнажённых* (? – ВП) кварцевых сиенитов». О чём речь?

**(Раздел 8.3.: «Источники вещества»).** Не понятно, отчего у диссертанта родилось предположение о «вероятной контаминации первых порций магмы *сиалическим* веществом коры»? (стр. 85). Из дальнейшего контекста диссертации следует, что это было НЕ так.

Соискатель заблуждается (стр. 86), считая, что тантал-ниобиевые минимумы и барий-свинцовые максимумы характерны *только* для надсубдукционных обстановок. В рассматриваемом случае ниобиевый и танталовый «троги» могут указывать не на

надсубдукционную природу щелочных магматитов, а на метасоматически изменённый мантийный источник или возможную значимую (до 20 %) роль амфибол-содержащих метасоматитов (кристаллосланцев, амфиболитов) (напр., [Полин и др., 2013; Полин, Остапенко, 2024]) в источнике отдельных их видов. Как считают по этому поводу некоторые исследователи (напр., Д. Мюллер и Д. Гроувз [Müller, Groves, 2019]), Nb-Ta «троги» являются характеристикой континентальной коры и могут указывать на вовлечение корового материала в магматические процессы.

Уже несколько десятилетий известно, что подобные составы (с ниобий-танталовыми минимумами) могут формироваться *не только* вследствие контаминации «мантийного клина» над зоной субдукции водно-кремнезёмистыми щелочными флюидами, но и повторного плавления базальтов (эклогитов) с экстракцией несовместимых элементов [Сондерс, Тарни, 1987] или парциального плавления амфиболитов [Gill, 1981]. То есть, «надсубдукционные» характеристики в случае щелочных пород Сибирского кратона можно (и нужно) объяснять не только (и не столько) возможной контаминацией «мантийного клина» (или «мантийной воронки», по [Кононова и др., 1995]), но и вполне вероятным участием в магмогенезе *коровых* источников вещества.

Это замечание имеет *принципиальное значение*, поскольку из представления об обязательной «надсубдукционности» магматитов с Nb-Ta минимумами следует далеко идущий вывод диссертанта о том, что «литосферная мантия, послужившая источником для этих пород, сформировалась в ходе аккреции различных террейнов с собственной литосферой при становлении общей континентальной литосферы Сибирского кратона».

Вышеуказанный вывод достоин быть *защищаемым положением* докторской диссертации, но, по мнению оппонента, в работе А.В. Малютиной *не приведено* достаточного его обоснования.

Касательно использования содержаний *бария и свинца* для суждений о геодинамической обстановке выплавления магм: вопрос не так однозначен, как представляет диссертант. *Барий* своими кларковыми тенденциями схож с рубидием [Виноградов, 1962], а со свинцом входит в единый изоморфный ряд В.И. Вернадского. Для него, как и для свинца и рубидия, характерен рост содержаний с падением основности пород. Как правило, максимум содержаний Ba приходится на породы *калиевого* ряда, что объясняется тесным изоморфизмом бария и калия. Помимо этого, в полевых шпатах большую роль играют термохимические свойства элемента [Таусон, 1977], чем объясняется прямая корреляция в них *бария и стронция*. Взаимное распределение Ba, Sr и Ca позволяет оценивать [Onuma et al., 1981] *степень частичного плавления* исходного вещества, приводящего к образованию первичных магм, и пути процесса их дальнейшей дифференциации. Но применение содержаний бария и свинца в качестве некоего *эталона* при оценке геодинамической обстановки выплавления щелочных расплавов представляется *малоперспективным*.

Почему-то соискатель, говоря о меловых щелочных породах «восточного сегмента Алдано-Станового щита», *всё их разнообразие* сводит к понятию «мезозойские лампроиты», в то время как *собственно лампроиты* составляют не столь уж *значительную* часть от объёмов прочих типов алданских щелочных магматитов (работы Г.С. Анисимовой, О.А. Богатикова, А.С. Борисенко, Е.А. Васюковой, Н.В. Владыкина, В.Г. Ветлужских, В.Е. Гузева, А.Г. Дорошкевич, В.А. Кононовой, А.Я. Кочеткова, В.И. Левицкого, В.И. Леонтьева, Е.П. Максимова, И.Л. Махоткина, А.О. Морина, И.Я. Некрасова, М.П. Орловой, В.А. Первова, В.Ф. Полина, Н.Н. Степанова, В.В. Шатова, Н.В. Шатовой с их соавторами; и других).

**Стр. 88.** Для объяснения причин метасоматоза мантии в раннем докембрии более перспективной и обоснованной представляется гипотеза Л.Н. Когарко [1996], по сравнению с идеей о решающей роли в этом субдукционных процессов.

Не приведено *убедительных* доказательств тезиса о том, что в формировании родоначальных для пород изученного массива расплавов «роль плюмового компонента была незначительной»; выглядит это утверждение скорее как декларация, а приводимые соискателем сведения заимствованы из публикаций других авторов, без доказательной их интерпретации. При этом возникает вопрос: «Если всё-таки плюмовый компонент играл роль, пусть и незначительную, то в чём она заключалась?».

**Замечания к «ЗАКЛЮЧЕНИЮ». Вывод 3.** Вновь прозвучала фраза о «*самых внешних обнажённых кварцевых сиенитах*», без расшифровки сути столь загадочного определения этих сиенитов.

**Вывод 4.** В значительной мере *умозрительным* представляется вывод диссертанта о возможности *только* по изотопным и геохимическим особенностям пород массива Бурпала *судить* о том, что «литосферная мантия, послужившая источником для этих пород, метасоматизировалась в ходе аккреции различных террейнов с собственной литосферой при становлении общей континентальной литосферы Сибирского кратона в архей-раннепротерозойский период».

Тезис о «незначительности роли плюмового компонента» следовало бы *изъять* из выводов, поскольку в тексте диссертации он остался, по сути, *не обоснованным*.

#### ЗАМЕЧАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Из замечаний к структуре работы следует отметить *несовпадение* рубрикации глав и разделов в диссертации и автореферате.

**Список сокращений** было бы логичным привести не в конце диссертации, а в её начале.

Имеется серия замечаний по грамматике, указанных диссертанту в личном порядке.

**Замечание к приложению 7.** Содержание *всех* микроэлементов приведено с точностью до первого знака после запятой, что далеко не всегда согласуется с точностью методов анализа.

#### РЕЗЮМЕ

Сделанные **замечания** принципиально **не влияют** на общую **положительную** оценку рассматриваемой работы. Выполнена она на высоком научном уровне, с применением современных минералогических, петролого-геохимических и изотопных методов исследований. Часть замечаний имеет **дискуссионный** характер; прочие, как надеется рецензент, будут учтены диссертантом в дальнейшей работе.

Диссертационная работа **А.В. Малютиной** представляет законченный научный труд, **отвечающий** требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и являющийся значительным вкладом в познание геологии, петрогеохимии, минералогии и решение проблем изотопной периодизации магматизма и оруденения одной из крупных магматогенных структур Северо-Байкальской щелочной провинции. В изложении и интерпретации материала автор проявила эрудицию и творческий подход к решению

задач, стоявших перед ней. Диссертация основана на анализе и обобщении собственного материала автора и её коллег, а также литературных данных по раннепермскому щёлочно-, кварцево- и фойдит-сиенитовому магматизму массива Бурпала – представителя серии близких по составу и возрасту магматогенных структур позднепалеозойской Северо-Байкальской щелочной провинции (СБЩП). Полученные результаты и сделанные из них выводы представляют, в одних случаях, выбор диссертанта из числа конкурирующих представлений предшественников, в других – собственные варианты решения спорных вопросов петрогенеза и геохронологии щелочного магматизма СБЩП. В изложении и интерпретации материала автор проявила эрудицию и творческий подход к решению задач, стоявших перед ней.

Несомненна **научная новизна** многих аспектов исследования. Диссертация является **значимым научным обобщением**, вносящим вклад в знания о временной эволюции континентальной коры Северо-Байкальского региона, источниках родоначальных расплавов щелочных магматитов и возможных механизмах формирования магматогенных массивов Северо-Байкальской щелочной провинции.

Тема и содержание диссертационной работы **соответствуют** специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология» и отрасли науки (геол.-мин.). Представленная к защите диссертация **отвечает** квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям. **Опубликованные** в рецензируемых российских изданиях **научные труды** соискателя в полной мере **отражают** содержание и главные выводы диссертационной работы.

Диссертация А.В. Малютиной отвечает требованиям пункта 25 «Положения о присуждении учёных степеней»:

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку;

Полученные соискателем результаты позволили определить возрастной рубеж образования массива Бурпала и источники вещества слагающих его пород; геохронологическую и генетическую связь этого магматогена с позднепалеозойскими щелочными массивами Северо-Байкальской и Витимской щелочных провинций. Предложенная диссертантом петрогенетическая модель образования Бурпалы может быть принята за основополагающую для понимания процессов оруденения в бурпалинском и подобных ему комплексах; она может способствовать разработке критериев поисков и прогноза аналогичных бурпалинскому рудопроявлений, что крайне актуально для снижения сырьевой зависимости отечественной промышленности и развития стратегических её отраслей;

Предложенные диссертантом варианты решения поставленных задач хорошо аргументированы и выгодно отличаются от ряда других решений, известных по публикациям, касающимся массива Бурпала и других массивов СБЩП.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

**Александра Владиславовна Малютина** показала себя зрелым, квалифицированным специалистом и *заслуживает* присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. – «петрология, вулканология».

**Полин Владимир Фёдорович,**

кандидат геолого-минералогических наук, специальность 25.00.04 – «петрология, вулканология», учёное звание – «старший научный сотрудник».

Старший научный сотрудник Лаборатории генетической минералогии и петрологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Дальневосточный геологический Институт» Дальневосточного отделения Российской академии наук; Владивосток, 690022, проспект «Сто лет Владивостоку», 159; [www.fegi.ru](http://www.fegi.ru);

тел. сотовый рецензента: (8) 924 2578 284,

e-mail: [vfpolin@mail.ru](mailto:vfpolin@mail.ru).

Я, **Полин Владимир Фёдорович**, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного Совета, и их дальнейшую обработку.

12 сентября 2025 г.



В.Ф. Полин

