

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.3
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 11.04.2025 № 7

О присуждении **Гаврильчик Александре Константиновне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Редкоэлементный состав цветковых разновидностей берилла как индикатор генетического типа его месторождений» по специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых принята к защите 06.02.2025, протокол заседания № 4, диссертационным советом ГУ.3 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 14.11.2022 № 1773 адм.

Соискатель, **Гаврильчик Александра Константиновна**, 24 сентября 1996 года рождения, в 2018 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.02 Прикладная геология.

С 2020 по 2023 года являлась аспирантом очной формы обучения кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Работает в должности хранителя музейных предметов 1 категории Горного музея в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре минералогии, кристаллографии и петрографии в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, доцент **Скублов Сергей Геннадьевич**, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, главный научный сотрудник лаборатории геологии и геодинамики.

Официальные оппоненты:

Смирнов Сергей Захарович – доктор геолого-минералогических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук; заместитель директора по научной работе;

Попов Михаил Петрович – кандидат геолого-минералогических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет», кафедры минералогии, петрографии и геохимии, доцент кафедры; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана Российской академии наук**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Агахановым Атали Акмурадовичем, кандидатом геолого-минералогических наук, заместителем директора по научной работе, Паутовым Леонидом Анатольевичем, старшим научным сотрудником, руководителем сектора научных исследований основных фондов музея, Гриценко Юлией Дмитриевной кандидатом геолого-минералогических наук, старшим научным сотрудником музея, и утвержденном Плечовым Павлом Юрьевичем, директором музея, указала, что в результате выполненной работы показана возможность применения локального геохимического метода SIMS для установления типоморфных особенностей редкоэлементного состава разновидностей берилла из различных генетических типов месторождений и проявлений.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, в том числе в 1 статье – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus.

Общий объем – 4 печатных листа, в том числе 2,6 печатных листа - соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. **Гаврильчик, А. К.** Особенности редкоэлементного состава берилла из Уральских Изумрудных копей / **А. К. Гаврильчик**, С. Г. Скублов, Е. Л. Котова // Минералогия. – 2021. – Т. 7. – № 3. – С. 32-48. (№ 1428 Перечня, ред. 12.07.2021).

Соискателем проведен анализ содержания ряда элементов в берилле с из Уральских Изумрудных копей и установлено закономерное изменение уровня содержания от центра к краю кристалла. Установлено, что для исследуемых образцов возможно использование дискриминационных

диаграмм (Saeseaw et al., 2019) «Соотношение редких элементов (г/т) в изумрудах различных местонахождений» для установления их привязки.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus:

2. **Гаврильчик, А. К.** Редкоэлементный состав берилла из месторождения Шерловая Гора, Юго-Восточное Забайкалье / **А. К. Гаврильчик**, С. Г. Скублов, Е. Л. Котова // Записки Российского минералогического общества. – 2021. – Т. 150. – № 2. – С. 69-82// DOI: 10.31857/S0869605521020052. (№ 582 Перечня, ред. 31.03.2021 МБДиСЦ СА(р-руст), GeoRef, Scopus (рус, англ), Springer (a), WoS (a))

Соискателем впервые проведено локальное исследование (методом SIMS) распределения примесей (включая воду и галогены) в двух кристаллах желтого берилла (гелиодора) из грейзенов месторождения Шерловая Гора. Выявлены различия ростовой зональности кристаллов, для которых установлено отсутствие видимых признаков наличия различных зон роста.

3. Gawad, A. E. A. Trace element geochemistry and genesis of beryl from Wadi Nugrus, South Eastern Desert, Egypt / A. E. A. Gawad, A. Ene, S. G. Skublov, **A. K. Gavrilchik** et al. // Minerals. – 2022. – V. 12. – N 2. – P.206. // DOI:10.3390/min12020206

Гавад, А. Е. А. Редкоэлементный состав и генезис берилла из Вадии Нургус, Юго-Восточная пустыня, Египет / А. Е. А. Гавад, А. Энэ, С. Г. Скублов, А. К. Гаврильчик и др. // Минералы. – 2022. – Т. 12. – №2. – С.206. // DOI:10.3390/min12020206

Соискателем проведено изучение геохимических особенностей изумруда из изумрудных месторождений Вадии Нургус, установлено, что в изумрудах из Вадии Нургус концентрация крупноионного литофила (LILE) значительно выше, чем в изумрудах из Колумбии, Египта (Сикаит), Австрии, Пакистана, России, Нигерии, Египта (Забара), Австралии и Танзании, а содержание хромофора и переходных элементов (СТЕ: Cr и V) в изумрудах из Вадии Нургус выше, чем в изумрудах из Мозамбика, Австрии, Замбии, России, Нигерии и Австралии.

4. Скублов, С.Г. Геохимия разновидностей берилла: сравнительный анализ и визуализация аналитических данных методами главных компонент (PCA) и стохастического вложения соседей с t-распределением (t-SNE)/ С. Г. Скублов, А. К. Гаврильчик, А. В. Березин. // Записки Горного института. – 2022. – Т. 255. – С. 455-469. // DOI: 10.31897/PMI.2022.40

Соискателем проведено минералого-геохимическое исследование примесного состава разновидностей берилла на образцах из учебной коллекции научно-вспомогательного фонда Горного музея и из личных коллекций (469 локальных анализа в 111 образцах, выполненных методом SIMS) и позволило установить закономерности для каждой из 7 выделенных цветовых разновидностей. Сопоставление результатов применения двух различных многомерных статистических методов (метода главных компонент и метода стохастического вложения соседей с t-

распределением) продемонстрировало их возможности при исследовании «схожести» значительного количества сравнительно однородных объектов (кристаллов берилла различных окрасок) в отношении их состава по редким элементам, включая летучие компоненты и воду. Выделены ряды индикаторных элементов.

Публикации в прочих изданиях:

5. **Гаврильчик, А.К.** Геохимическая зональность берилла из месторождения Изумрудные копи, средний Урал / **А.К. Гаврильчик, С.Г. Скублов, Е.Л. Котова** // Сборник тезисов докладов Геологического Международного Студенческого Саммита. – СПб.: изд-во ВВМ. – 2021. – С. 72-76.

Соискателем проведен локальный анализ (методом SIMS) содержания ряда элементов в образцах зеленого берилла из Уральских Изумрудных копей и установлены особенности примесного состава берилла из слюдяных сланцев для данного месторождения, отдельно отмечена общая тенденция увеличения содержания большинства транзитных и крупноионных литофильных элементов, элементов к краю кристалла (сектор роста призмы).

6. **Гаврильчик, А.К.** Особенности распределения редких элементов для берилла из месторождения Шерловая гора, юго-восточное Забайкалье. / **А.К. Гаврильчик, С.Г. Скублов, Е.Л. Котова** // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2021», Москва, 12-23 апреля 2021 года. – Москва: МГУ, [Электронный ресурс] – М.: МАКС Пресс, 2021. – С.1-3.

Соискателем на основании результатов распределения редких элементов в двух кристаллах желтого берилла (гелиодора) из грейзенов месторождения Шерловая Гора полученных высокочувствительным локальным методом анализа (метод SIMS) было выявлено различие ростовой зональности (для сектора роста призмы и пинакоида) в изучаемых кристаллах. Выдвинуто предположение, что образование прозрачного гелиодора, с более стабильным флюидным режимом и меньшей степенью обогащения флюида несовместимыми элементами, предшествовало кристаллизации яркоокрашенного гелиодора.

7. **Гаврильчик А.К.** Редкоэлементный состав берилла из месторождения Адун-чилон, юго-восточное Забайкалье // Материалы Всероссийской молодежной конференции «Современные Проблемы Геохимии – 2021», Иркутск, 14-17 сентября 2021 года. – Иркутск: Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, 2021 – С.7-9.

Соискателем проведен локальный анализ (методом SIMS) содержания ряда элементов в образце желто-зеленого берилла, не относящегося к изумрудам из месторождения Адун-чилон на юго-востоке Забайкалья, которое изучено в недостаточной степени в сравнении с группой Уральских месторождений. Установлены особенности примесного состава берилла из миацроловых пегматитов, изучена ростовая зональность в поперечном

сечении исследуемого образца. Отмечено, наличие различных тенденций к изменению содержания большинства транзитных и крупноионных литофильных элементов в берилле. По характеру распределения летучих элементов предполагается возможный не стабильный флюидный режим кристаллизации берилла.

8. **Гаврильчик, А.К.** Особенности редкоэлементного состава красного берилла, штат Юта, США / **А. К. Гаврильчик, С. Г. Скублов** // Геологический Международный Студенческий Саммит: Сборник материалов, Санкт-Петербург, 09 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: Первый ИПХ, 2022. – С. 217-222.

Соискателем изучен примесный состав (методом SIMS) образца редкой разновидности берилла - биксбита из месторождения Вах-Вах в штате Юта, США из топазовых риолитов. Установлено несколько характерных особенностей примесного состава берилла в зависимости от интенсивности его окраски. Впервые в биксбите определены содержания воды и летучих элементов высокочувствительным локальным методом, отмечено, что в сравнении с другими разновидностями берилла полученный уровень содержания воды - минимальный. Отдельно отмечено повышенное содержание Fe, относительно других разновидностей бериллов.

В диссертации **Гаврильчик Александры Константиновны** отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: доцента кафедры минералогии и литологии Казанского (Приволжского) федерального университета, института геологии и нефтегазовых технологий, к.г.-м.н. **А.Г. Николаева**; ведущего научного сотрудника, и.о. заведующего лаборатории геохимии и рудообразующих процессов Института геологии и геохимии имени акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН, д.г.-м.н. **А.Ю. Кисина**; научного сотрудника Института геологии и геохронологии докембрия РАН, к.г.-м.н. **А.В. Юрченко**; главного научного сотрудника Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, д.г.-м.н. **Э.В. Сокол**; главного научного сотрудника Института геологии ФИЦ «Карельского научного центра РАН», д.г.-м.н. **В.В. Щипцова**; эксперта Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН, руководителя творческой мастерской флорентийской мозаики, к.г.-м.н. **А.Ю. Белякова**, старшего научного сотрудника лаборатории петро- и рудогенеза Института геологии и геохронологии докембрия РАН, к.г.-м.н. **П.Я. Азимова**, доцента кафедры минералогии Санкт-Петербургского государственного университета, к.г.-м.н. **А.А. Золотарёва**, доцента кафедры геохимии Санкт-Петербургского государственного университета, института Наук о Земле, к.г.-м.н. **Е.В. Баданиной**.

Во всех отзывах дана положительная оценка диссертационной работы, отмечены актуальность темы, научная новизна и практическая значимость

проведенных исследований. Вместе с тем, в отзывах содержатся следующие вопросы и критические замечания:

1. Используя цвет берилла как типоморфный признак, соискатель привлекает геммологические термины (аквамарин, гелиодор и т.р.). С учетом сказанного возникает вопрос: словосочетание «зеленый берилл» означает описательное или геммологическое название ювелирной разновидности? (д.г.-м.н. А.Ю. Кисин);

2. Не подвергались ли образцы исследованных бериллов какому-либо облагораживанию (отжигу, облучению, диффузионному окрашиванию и т.п.)? Прежде всего, это касается максис-берилла, месторождение которого уже отработано и в продажу поступают облагороженные камни (д.г.-м.н. А.Ю. Кисин);

3. Хотелось бы узнать, как автор видит практический выход своей работы на установление географической привязки для кристаллов берилла ювелирного качества? (раздел «актуальность исследования») (к.г.-м.н. А.В. Юрченко);

4. В разделе «научная новизна» автор говорит о комплексном изучении редкоэлементного состава берилла. Что автор подразумевает под комплексным изучением в данном случае? (к.г.-м.н. А.В. Юрченко);

5. В первом защищаемом положении не ясно, чем определяется выделение геохимических границ между секторами в кристаллах берилла – наличием и количеством газовой-жидких включений/минеральных фаз или же вхождением в структуру минерала элементов. В автореферате не указаны какие это включения и диагностировались ли они (к.г.-м.н. А.В. Юрченко);

6. В автореферате не говорится о том, какой результат был получен при изучении аквамарина (1-е защищаемое положение), из которого исследовались три перпендикулярных сечения взятых по удлинению кристалла. Менялась ли как-то геохимическая среда во время роста кристалла? (к.г.-м.н. А.В. Юрченко);

7. В названии кандидатской диссертации используется выражение «редкоэлементный состав». В тексте чаще соискатель указывает «редкие и малые элементы» без комментариев. (д.г.-м.н. В.В. Щипцов);

8. Исследовалось ли содержание углекислоты в берилле? Наряду с другими летучими, такие данные могут дать значимую информацию о флюидном режиме формирования бериллов (к.г.-м.н. П.Я. Азимов);

9. В работе описывается секториальное распределение примесей в изученных бериллах. Есть ли при этом и субсекториальность в их распределении? (к.г.-м.н. П.Я. Азимов);

10. При неоднородном (зональном или секториальном) распределении примесей в берилле гетерометрия структуры приводит к напряжению и появлению оптических аномалий (Штукенберг, 2004; Shtukenberg, Punin, 2007). Присутствовали ли такие оптические аномалии или другие признаки напряжений в изученных образцах? (к.г.-м.н. П.Я. Азимов);

11. Сделано ли для каких-либо образцов сопоставление содержаний редких элементов в берилле и породе в целом? В какой степени различие между бериллами из месторождений разного типа отражает различие составов пород, а в какой – различие в захвате примесей при росте кристаллов берилла? (к.г.-м.н. П.Я. Азимов);

12. Замечания вызывает стиль изложения материала, а также отдельные из использованных автором терминов и определений, их не определенность и расплывчатость. Первый пример относится к объекту исследования, в одном случае это «цветовые разновидности берилла», в другом – «основные цветовые разновидности берилла», в третьем – «все основные цветовые разновидности берилла», которые изучались «с учетом генетических типов месторождений и проявлений» или «из основных генетических типов месторождений и проявлений». Второй пример имеет отношение к цели работы, которая сформулирована как «выявление особенностей распределения редких и малых элементов» в берилле. Какие элементы автор называет редкими, а какие относит к малым понять сложно. Далее по тексту встречаем: «редкие и редкоземельные элементы»; «летучие и легкие элементы»; «несовместимые элементы»; «крупноионные литофильные элементы»; «литофильные элементы»; «переходные металлы» и др.. Третий пример касается четвертой из решаемых автором диссертации задачи, а именно «Обработка полученных данных методами многомерной статистики». Несмотря на использование статистических методов автор использует следующие формулировки: «ряд элементов демонстрирует незначительное изменение уровня содержаний»; «поведение других элементов незакономерно»; «резкое увеличение уровня содержания»; «стабильно увеличивается содержание»; «значимых отличий не наблюдается»; «значимые отличия наблюдаются»; «аномально низкое содержание воды» и т.д. (к.г.-м.н. А.А. Золотарёв);

13. Вызывает сожаление, что в своей работе автор не уделила внимание другим методам изучения вещества, например, спектроскопическим (к.г.-м.н. А.А. Золотарёв);

14. Основное замечание связано со вторым пунктом в оценке автором научной новизны работы и с третьим защищаемым положением. Это касается содержания воды в берилле, которую автор определил «впервые с помощью высокоточного метода». Во-первых, не совсем ясно как определялось содержание воды, во-вторых, какая вода присутствует в берилле – кристаллизационная или конституционная, в-третьих, как следует из работы, вхождение хлора возможно «в структурные каналы берилла в виде молекул HCl ». В каком же виде водород присутствует в берилле – HCl , H_2O , $(\text{OH})^-$, или возможны все приведенные варианты? (к.г.-м.н. А.А. Золотарёв);

15. Автор в недостаточной степени проинтерпретировал весьма объёмный аналитический материал. Этого можно было избежать, если бы автор положил в основу своих рассуждений генетический принцип и внутри

генетических групп бериллов попытался выяснять различные геохимические закономерности, связанные с условиями его образования и окраской (к.г.-м.н., Е.В. Баданина);

16. В автореферате не указан выбор конкретных месторождений, откуда отбирались образцы разноокрашенных бериллов, их парагенезисы, что необычно для минералога и геммолога (к.г.-м.н., Е.В. Баданина);

17. В автореферате отсутствует информации о наличии для изучаемых образцов бериллов данных по содержаниям минералообразующих элементов методом электронно-зондового (рентгено-спектрального) анализа, что на взгляд рецензента-минералога необходимо (к.г.-м.н., Е.В. Баданина);

18. Не ясно, каким методом определялась окраска изучаемых бериллов. Для такого известного многоцветного геммологического объекта как берилл это необходимо было сделать в соответствии с определёнными номенклатурными требованиями (к.г.-м.н., Е.В. Баданина);

19. Вызывает вопросы попытка сгруппировать элементы, которые являются совершенно разными по геохимическим и кристаллохимическим критериям: Fe, Ga; Cs, Li и Cl. Можно предположить, что присутствие хлора во многих индикаторных группах элементов является всего лишь следствием вскрытия при ионном зондировании флюидных микровключений с NaCl и KCl в их составе. (к.г.-м.н., Е.В. Баданина);

20. Вызывает вопросы отдельно стоящая после обсуждения трех защищаемых положений глава «Геохимические особенности красного берилла», которая не завершается защищаемым положением. С какой целью автор столько внимания уделяет этой информации? (к.г.-м.н., Е.В. Баданина);

21. Третье защищаемое положение вызывает ряд вопросов, так как не совсем понятна классификационная принадлежность зональных и незональных пегматитов. Необходимо было указать их редкометалльную специализацию (к. г.-м.н., Е.В. Баданина);

22. Термин воробьевит используется, как правило, для обозначения цезиевого берилла, а розовый берилл называется морганитом. Почему автор смешивает эти понятия? (к.г.-м.н., Е.В. Баданина);

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области настоящего исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

получен большой массив данных по содержаниям редких и рассеянных элементов в берилле различной окраски и различного происхождения;

показано, что существуют геохимические различия цветовых разновидностей берилла из месторождений и проявлений различных генетических типов;

показано, что распределение редких и малых элементов в кристаллах берилла контролируется их зонально-секториальным строением.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что оно расширяет существующие представления об особенностях геохимии берилла различных цветовых разновидностей из месторождений различных генетических типов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики определяется тем, что результаты диссертации могут использоваться для разработки методов установления или уточнения привязки ювелирного берилла и ограночного сырья, коллекционных образцов берилла к бериллоносным районам и отдельным месторождениям.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в работе использованы современные методы получения аналитических данных на сертифицированном оборудовании в аккредитованных лабораториях по единой схеме и в едином формате, которые обработаны с использованием современных расчетных алгоритмов.

Личный вклад соискателя. Автором изучены образцы берилла из музейных коллекций, проанализированы научные публикации по теме работы, поставлены цели и задач диссертационного исследования, получены и обработаны аналитические данные, выполнена интерпретация результатов.

Соискатель Гаврильчик Александра Константиновна ответила на вопросы, заданные в ходе заседания членами диссертационного совета С.М. Судариковым, А.В. Козловым, М.В. Чарыковой, А.А. Арзамасцевым, А.И. Брусницыным, В.И. Алексеевым, А.Н. Евдокимовым, Е.А. Васильевым, В.Ф. Проскурным, Ю.Б. Мариным.

На заседании 11.04.2025 года диссертационный совет принял решение присудить **Гаврильчик Александре Константиновне** ученую степень кандидата геолого-минералогических наук за решение научной задачи имеющей существенное значение для развития минералогии и геммологии – установление геохимических различий цветовых разновидностей берилла из месторождений и проявлений различных генетических типов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 15 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 2, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Марин
Юрий Борисович

Гульбин
Юрий Леонидович

11.04.2025 г.