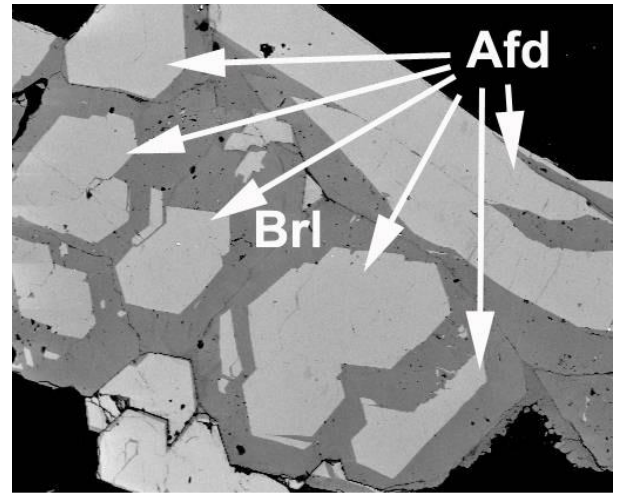


Основные результаты проекта РФФИ №20-05-00060 минералогия и механизмы концентрирования цезия в гранитных и щелочных пегматитах, за 2020 и 2022 гг.

В рамках проекта были изучены и утверждены 4 новых цезиевых минерала: цезиокенопирохлор $\square\text{Nb}_2(\text{O},\text{OH})_6\text{Cs}_{1-x}$, гармит $\text{CsLiMg}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})\text{F}_2$, горбуновит, $\text{CsLi}_2(\text{Ti},\text{Fe})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH},\text{O})_2$, крейтерит $\text{CsLi}_2\text{Fe}^{3+}\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$ и 1 новый цезийсодержащий – авдеевит $(\text{Na},\text{Cs})(\text{Be}_2\text{Li})\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$. Также на рассмотрении в комиссии по новым минералам, номенклатуре и классификации минералов Международной минералогической ассоциации (КНМНК ММА) и в комиссии по новым минералам Российского минералогического общества (КНМ РМО) находятся два предположительно новых цезийсодержащих минерала калюжнеит-(Ce) $\text{Na}(\text{K},\text{Cs})\text{CaSrCeTi}(\text{Si}_8\text{O}_{21})\text{OF}(\text{H}_2\text{O})_3$, летниковит-(Ce) $(\text{Na}\square)\text{Ca}_2\text{Ce}_2[\text{Si}_7\text{O}_{17}(\text{OH})]\text{F}_4(\text{H}_2\text{O})_4$. Проведены полевые работы на редкометальных пегматитах Кара-Адыр и Шук-Бюль, Сольбельдерского пегматитового поля (Сангиленское нагорье, Республика Тува, Сибирский федеральный округ), редкометальных пегматитах у села Липовского, Режевского городского округа и пегматитах Малышевского района (Свердловская область, Средний Урал), на пегматитах Ильменского щелочного массив в районе города Миасс (Челябинская область, Южный Урал).

Новые цезийсодержащие и собственно цезиевые минералы, открытые в рамках проекта.

Авдеевит $(\text{Na},\text{Cs})(\text{Be}_2\text{Li})\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$, новый бериллиевый минерал (рис. 1) из группы берилла. Назван в честь великого русского химика Иван Васильевича Авдеева (1818-1865) внесшего большой вклад в изучение природных и искусственных соединений бериллия. В 1842 году он провёл исследования и выяснил точный химический состав минералов: хризоберилла, фенакита и берилла и соединений бериллия: BeSO_4 ; $\text{BeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; BeCl_2 ; $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{BeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $2\text{KF} \cdot \text{BeF}_2$. Установил, что формула окиси бериллия – BeO , а не Be_2O_3 и что бериллий имеет валентность – два, а не три, как тогда считалась. Минерал найден в редкометальных пегматитах Бирмы.

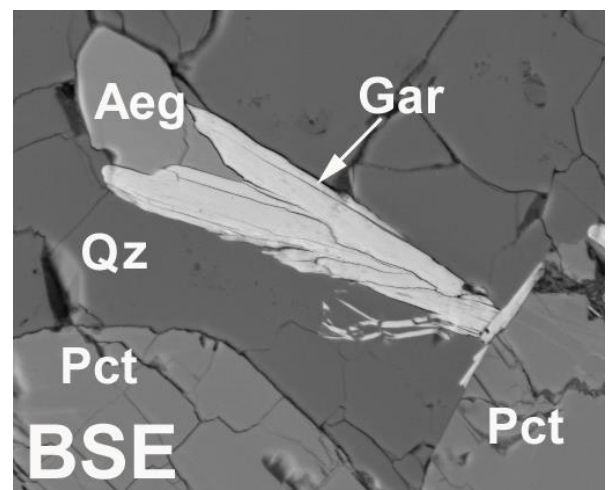
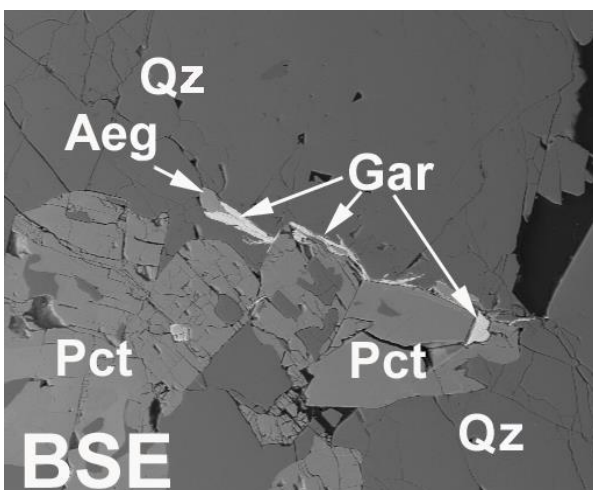


а

б

Рис. 1. Столбчатый агрегат авдеевита в сростании с бериллом, размер образца 3,8 см (а). Сростание авдеевита (Afd) и берилла (Brl), изображение в режиме контраста по среднему атомному номеру (BSE) (б).

Гармит $\text{CsLiMg}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})\text{F}_2$ новый представитель цезий-литиевых слюд, обнаружен в полиминеральном агрегате из кварцевых глыб, сложенном преимущественно пектолитом с подчиненными количествами кварца, флюорита и эгирина из щелочного массива Дарай-Пиёз (Таджикистан) (рис. 2). Гармит назван по бывшему наименованию Раштского района, в котором расположен щелочной массив Дарай-Пиёз - Гармский район. Он является примером природных иммобилизаторов такого высокотоксичного элемента, как цезий.



а

б

Рис 2. Выделение гармита (Gar) в сростании с эгирином (Aeg) в кварц (Qz) - пектолитовом (Pct) агрегате: общий вид (а) и увеличенный фрагмент участка с зерном гармита (б). Изображение в режиме контраста по среднему атомному номеру (BSE).

Цезиокенопирохлор $\square\text{Nb}_2(\text{O},\text{OH})_6\text{Cs}_{1-x}$ - новый природный представитель группы пирохлора, обнаружен в образце редкометального пегматита Tetezantsio (Мадагаскар) в ассоциации с бешиеритом, райнерсонитом, ксенотимом-(Y), кварцем, ортоклазом, альбитом, мусковитом, цирконом, поллуцитом и с глинистым минералом, предположительно, каолинитом. Цезиокенопирохлор получил название согласно номенклатуре минералов супергруппы пирохлора (рис. 3).

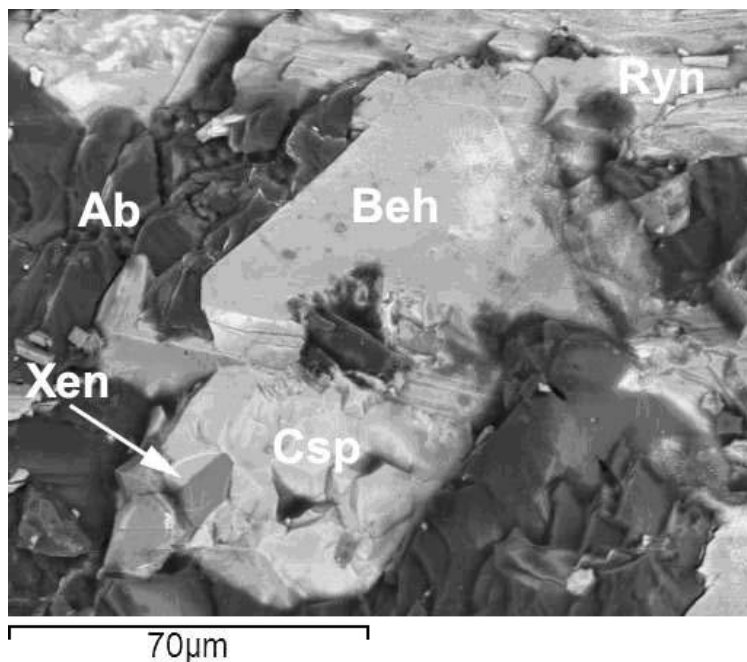


Рис 3. Зерно цезиокенопирохлора (Csp) в сростании с бешиеритом (Beh), райнерсонитом (Ryn), ксенотимом-(Y) (Xen) и альбитом (Ab). Изображение в режиме контраста по среднему атомному номеру (BSE)

Крейтерит $\text{CsLi}_2\text{Fe}^{3+}\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$. новый представитель цезий-литиевых слюд из щелочного массива Дарай-Пиёз (Таджикистан) (рис 4). Назван в честь российского геолога Владимира Михайловича Крейтера (1897-1966), известного советского ученого, одного из основоположников учения о поисках и разведке полезных ископаемых в СССР.

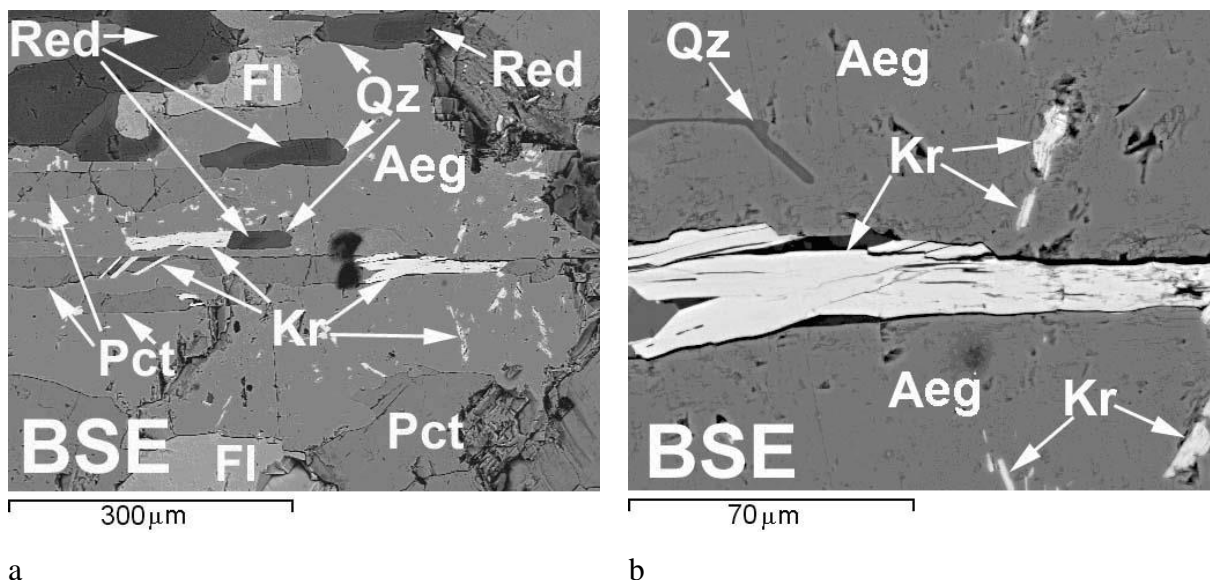


Рис. 4. Выделения крейтерита (Kr), эгирина (Aeg), флюорита (Fl) и ридмерднерита, (Red) в кварц (Qz) - пектолитовом (Pct) агрегате: обзорное фото (a) и фрагмент (b). Изображение в отраженных электронах (BSE).

Горбуновит $\text{CsLi}_2(\text{Ti,Fe})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{F,OH,O})_2$ новый представитель цезий-литиевых слюд, обнаружен в полиминеральном агрегате из кварцевых глыб, сложенном преимущественно пектолитом с подчиненными количествами кварца, флюорита и эгирина из щелочного массиве Дарай-Пиёз (Таджикистан) (рис. 5). Горбуновит назван в честь Николая Петровича Горбунова (1892-1938), руководителя Памиро-Таджикской комплексной экспедиции (1932-1935), много сделавшего для изучения геологии Средней Азии, в том числе и региона, в котором находится Дарай-Пиёз.

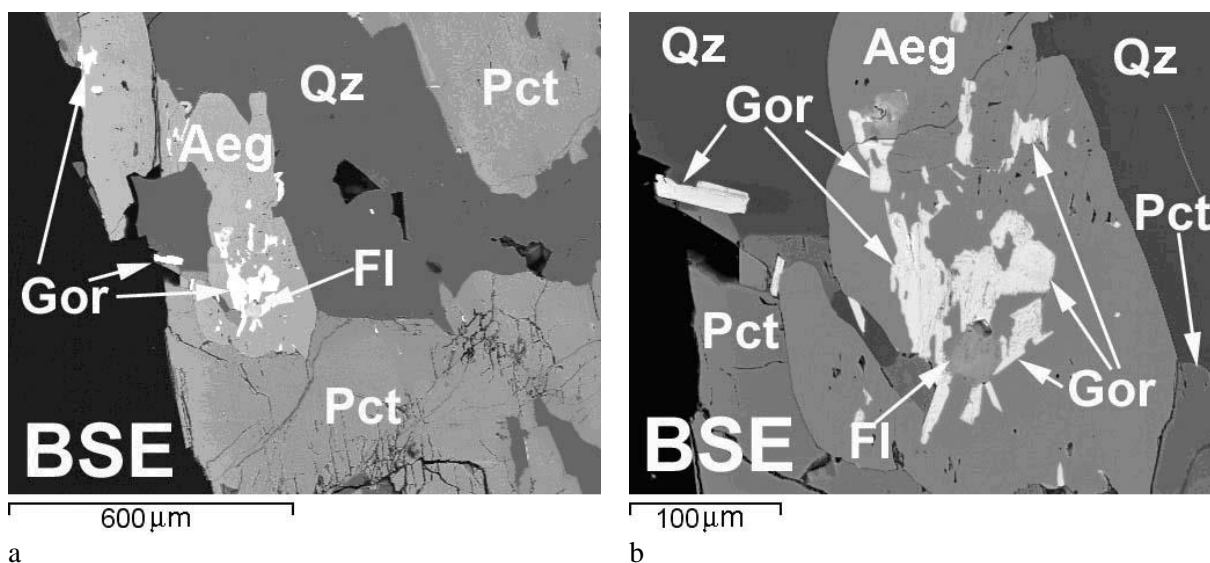


Рис 5. Чешуйчатые выделения горбуновита (Gor) в сростании с эгирином (Aeg) и флюоритом (Fl) в кварц(Qz)-пектолитовом(Pct) агрегате: общий вид (a) и увеличенный фрагмент участка с выделениями горбуновита (b). Изображение в режиме контраста по среднему атомному номеру (BSE).

Кроме этого закончены работы по двум предположительно новым цезийсодержащим минералам с новыми цеолитоподобными структурами – калюжныит-(Ce) $\text{Na}(\text{K},\text{Cs})\text{CaSrCeTi}(\text{Si}_8\text{O}_{21})\text{OF}(\text{H}_2\text{O})_3$ и летниковит-(Ce) $(\text{Na}\square)\text{Ca}_2\text{Ce}_2[\text{Si}_7\text{O}_{17}(\text{OH})]\text{F}_4(\text{H}_2\text{O})_4$. Минералы найдены на щелочном массиве Дарай-Пиёз (Таджикиста). Заявки по этим двум фазам поданы в комиссию по новым минералам, номенклатуре и классификации минералов Международной минералогической ассоциации (КНМНК ММА) и в комиссию по новым минералам Российского минералогического общества (КНМ РМО).

Продолжается работа над исследованием двух предположительно новых цезиевых минералов из группы астрофиллита: один из Ильменского щелочного массива (Ю. Урал), второй из Дарай-Пиёзского щелочного массива (Таджикистан).

Выявлены два предположительно новых цезиевых минерала - $\text{Cs}_2\text{ZnSi}_5\text{O}_{12}$ и $\text{Cs}_2\text{BeSi}_5\text{O}_{12}$. Несмотря на очень маленькие размеры встреченных фаз (20-30 микрон) и единичные их находки, на данный момент уже почти завершён комплекс научных работ по их изучению. Для этих двух фаз готовятся заявки в комиссию по новым минералам, номенклатуре и классификации минералов Международной минералогической ассоциации (КНМНК ММА) и в комиссию по новым минералам Российского минералогического общества (КНМ РМО).

В образцах из мадагаскарских редкометальных пегматитов был выявлен предположительно новый цезийсодержащий минерал из группы родицита и лондонита. В его структуре позиция А, как правило занятая щелочными металлами К, Cs, Na и Rb, оказалось полупустой. Сумма щелочных металлов К, Cs, Na и Rb меньше 50% от полного заполнения этой позиции.

Продолжается работа по цезиевым минералам из группы слюд. Выявлены ещё два предположительно новых цезиевых представителя этой группы. Это $\text{CsLiZn}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{F}_2$ – цезий-цинковая слюда и $\text{CsLi}_2\text{NbSi}_4\text{O}_{10}(\text{O},\text{F})_2$ – цезий-ниобиевая слюда.

Полевые работы проведенные по проекту гранта РФФИ за 2020-2022 гг.

Редкометальные пегматиты Кара-Адыр и Шук-Бюль, Сольбельдерское пегматитовое поле, Сангиленское нагорье, Республика Тува, Сибирский федеральный округ.

Сольбельдерское пегматитовое поле, названное по реке Соль-Бельдыр, относится к Центрально-Сангиленскому пегматитовому поясу. Эти пегматиты бесполостные, все редкометальные пегматиты Сольбельдерского поля являются литиеносными, но по минеральному составу и геохимическим особенностям среди них выделяются два подтипа – (1) преобладающий сподуменовый с преимущественно литиевым оруденением и (2)

лепидолит-эльбаитовый с комплексным (Li-Cs-Ta) редкометальным оруденением. Пожалуй, наиболее яркими примеры двух этих подтипов и являются проявления Кара-Адыр и Шук-Бюль: Кара-Адыр – первого подтипа и Шук-Бюль – второго.

Литиеносные кварц-полевошпат-сподуменовые пегматиты наиболее распространены на проявлении Кара-Адыр. Кристаллы сподумена обычно белёсые, дощевидные, длиной от 3 до 15 см (рис. 6). Цвет сподумена в различных образцах варьирует от белёсого или сероватого с очень лёгким розовым оттенком через светло-розовый до насыщенно-розового, изредка с малиновым оттенком. Наиболее ярко окрашенный сподумен редок, и составляет малую долю от общей доли сподумена в пегматите. На месторождении выявлено более 70 пегматитовых жил, пространственно они распределены неравномерно и группируются в 4 самостоятельных участка. Основной полезный компонент — Li, попутные — Rb, Cs, Nb, Ta.



Рис. 6. Глыба сподуменового пегматита на проявлении Кара-Адыр.

Проявление Шук-Бюль представлено пегматитами натрово-литиевого типа с поллуцитом, лепидолитом и полихромным турмалином. На проявлении выявлено 20 пегматитовых тел субмеридионального простирания, мощностью от 0.3 до 3.2 метра и протяжённостью до 200 м. Жилы пегматитов образуют рудную зону шириной 80 м и протяжённостью 800 м (рис. 7). В качестве аксессуарных минералов можно встретить нежно-розовый спессартин, тёмно-синий Mn-содержащий апатит, кальциомикролит, танатло-ниобаты ряда манганколумбит-мангантанталит и касситерит. Именно на проявлении Шук-Бюль в 60-х годах XX века были обнаружены сплошные выделения поллуцита размером до 30 x 20 x 20 см.



Рис. 7. Частично заполненная водой яма на месте центральной части главного пегматита на проявлении Шук-Бюль. В процессе работ на пегматите вода откачивалась.

Редкометалльные пегматиты у села Липовка Режевского муниципального района и пегматиты Малышевского района, (Свердловская область, Средний Урал).

Пегматиты Липовского поля приурочены к брахисинклинальной структуре, зажатой между тремя крупными интрузивами гранитоидов: с северо-запада находится Мурзинский массив, с юго-запада - Адуйский, а с востока - Соколовский. Редкометалльные пегматиты с цветным турмалином-эльбаитом и лепидолитом, залегают в серпентинитах, тогда как для тел секущих гнейсы, сланцы, мраморы и гранитоиды, характерно отсутствие литиевых минералов. На данный момент пегматитовые тела частично обнажи в старых карьерах отработочного никелевого месторождения кор выветривания по серпентинитам (рис. 8). В ходе полевых работ в редкометалльные пегматиты Липовского района была встречена и отобрана богатая литиевая минерализация, с которой тесно ассоциирует минералы-концентраторы цезия. Первичные лабораторные исследования выявили значительные концентрации цезия в минералах из группы слюд (от 0.5 до 1.5 весов % Cs_2O).

В пегматитах Малышевского района (Средний Урал) в ходе полевых работ, встречены цезий содержащие шабазита-Са и шабазита-К. В шабазите-Са обнаружено до 1.15 мас.% Cs_2O (до 0.04 а.ф. Cs), а в шабазит-К – до 0.7 мас. % Cs_2O (до 0.03 а.ф. Cs).



Рис. 8. Пегматитовые тела в Липовском карьере никелевого месторождения коры выветривания по серпентинитам

Ильменский щелочной массив (в районе города Миасс, Челябинская область, Южный Урал).

На Ильменском щелочном массиве полевые работы проводились в районе Нового щебеночного карьера близ поселка Строитель (рис. 9). В 1978 году научными сотрудниками Института минералогии была обнаружена амазонитовая жила в фенитах контактового ореола миасскитов. В центральной части этой жилы был встречен цезийкуплетскит, редкий представитель группы астрофиллита. Основной задачей полевого отряда была поиск подобных пегматитов с цезиевой минерализации. В ходе работ в 2020 -2022 годах было найдено более 31 пегматитовых тел, как в самом карьере,

так и в его окрестностях, из которых были отобраны минералогические пробы для лабораторных исследований.



Рис 9. Окрестности Нового щебеночного карьера близ поселка Строитель.