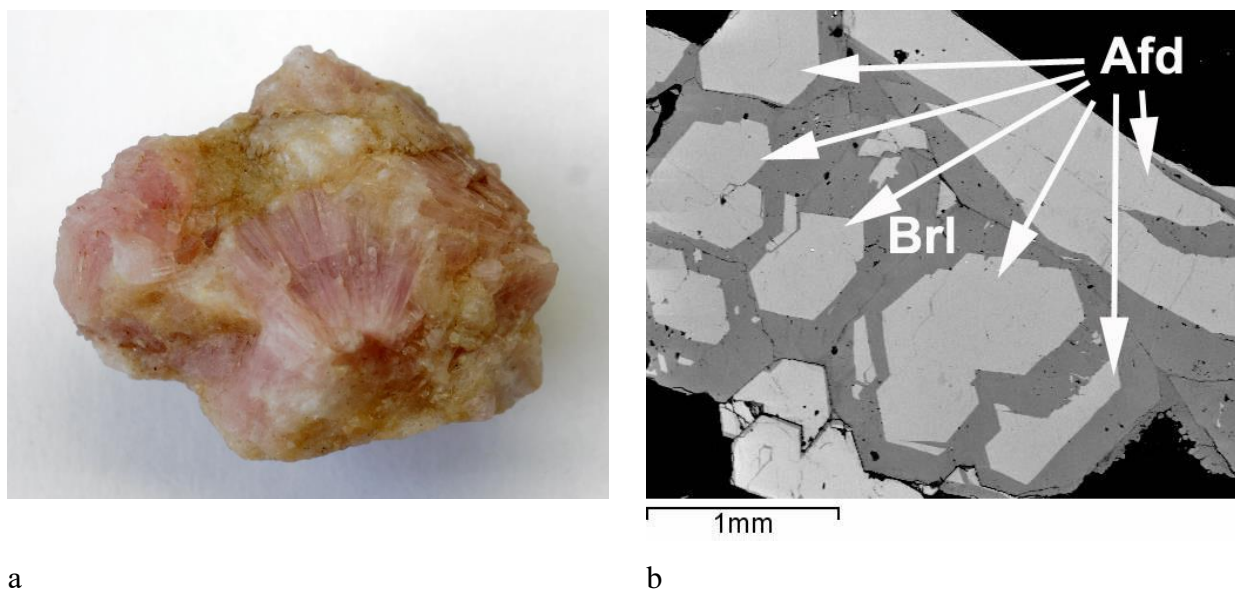


## Основные результаты проекта РФФИ №20-05-00060 минералогия и механизмы концентрирования цезия в гранитных и щелочных пегматитах, за 2020 и 2021 гг.

В рамках проекта были изучены и утверждены 3 новых цезиевых минерала: авдеевит, цезиокоенопирохлор и гармин. Проведены полевые работы на редкометальных пегматитах Кара-Адыр и Шук-Бюль, Сольбельдерское пегматитовое поля, Сангиленское нагорье, Республика Тува, Сибирский федеральный округ, редкометальных пегматитах Липовского района Режевский муниципальный район Свердловская область Средний Урал и на Ильменский щелочной массив в районе города Миасс, Челябинская область, Южный Урал.

### Новые цезиевые минералы открытые в рамках проекта.

**Авдеевит**  $(\text{Na,Cs})(\text{Be}_2\text{Li})\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ , новый бериллиевый минерал (рис. 1) из группы берилла. Назван в честь великого русского химика Иван Васильевича Авдеева (1818-1865) внесший большой вклад в изучение природных и искусственных соединений бериллия. В 1842 году провёл исследования и выяснил точный химический состав минералов: хризоберилла, фенакита и берилла и соединений бериллия:  $\text{BeSO}_4$ ;  $\text{BeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{BeCl}_2$ ;  $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{BeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $2\text{KF} \cdot \text{BeF}_2$ . Установил, что формула окиси бериллия -  $\text{BeO}$ , а не  $\text{Be}_2\text{O}_3$  и что бериллий имеет валентность – два, не три, как тогда считалась. Минерал найден из редкометальных пегматитов Бирмы.



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

**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 массиве Дарай-Пиёз (Таджикистан) (рис. 2). Гармит назван по бывшему наименованию Раштского района, в котором расположен щелочной массив Дарай-Пиёз - Гармский район. Минерал является интересным примером природных иммобилизаторов такого высокотоксичного элемента, как цезий.

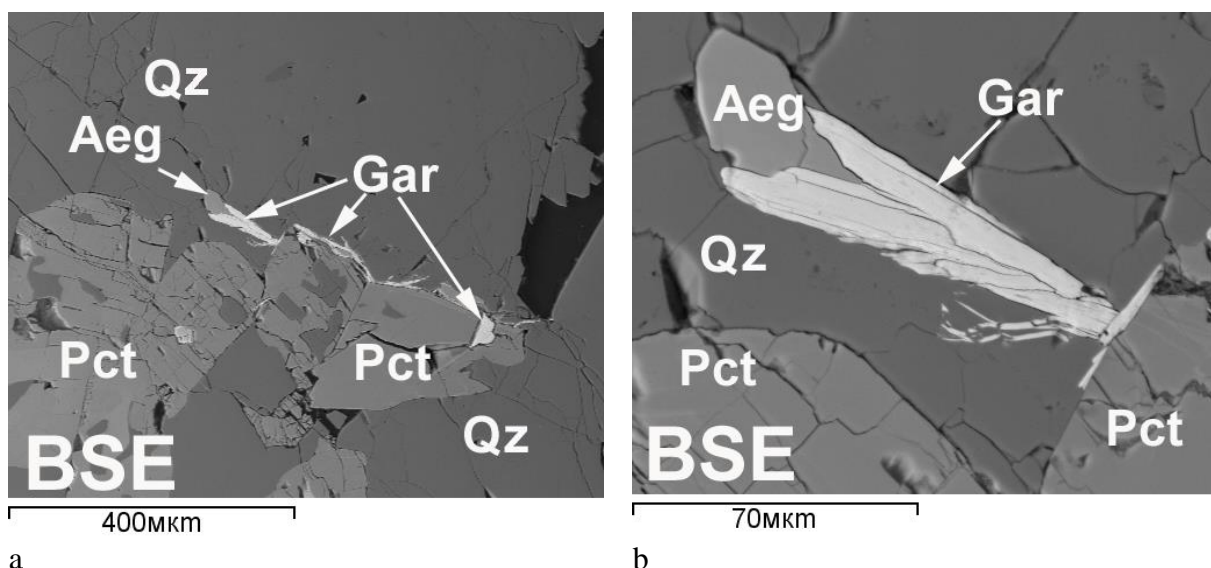


Рис 2. Выделение гармита (Gar) в срастание с эгирином (Aeg) в кварц (Qz) - пектолитовом (Pct) агрегате: общий вид (a) и увеличенный фрагмент участка с зерном гармита (b). Изображение в режиме контраста по среднему атомному номеру (BSE).

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

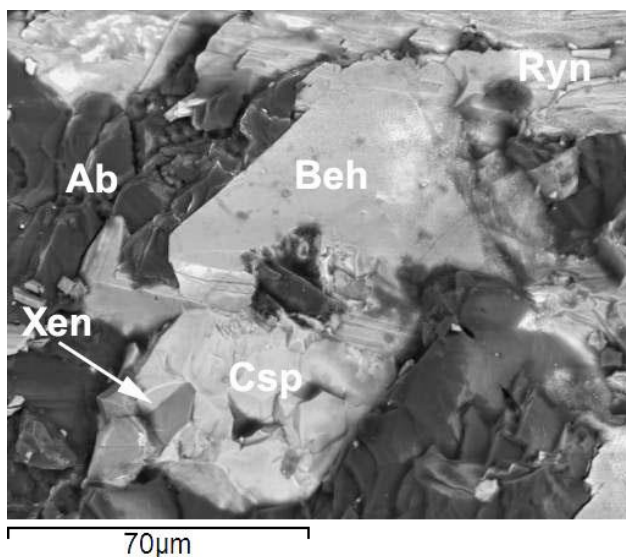


Рис 3. Зерно цезиокенопирохлора (Csp), срastaющий с бехиеритом (Beh), райнерсонитом (Ryn), ксенотимом-(Y) (Xen) и альбитом (Ab). Изображение в режиме контраста по среднему атомному номеру (BSE)

### Полевые работы провиденные по проекту гранта РФФИ за 2020-2021 гг.

*Редкометалльных пегматитах Кара-Адыр и Шук-Бюль, Сольбельдерское пегматитовое поля, 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 редкометалльные 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) редкометалльным 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 белёдые, дощевидные, длиной от 3 до 15 см (рис. 4). 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. 4. 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 м и протяжённостью до 200 м. Жилы пегматитов образуют рудную зону шириной 80 м и протяжённостью 800 м (рис. 5). 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. 5. Частично заполненная водой яма на месте центральной части главного пегматита на проявлении Шук-Бюль. В процессе работ на пегматите вода откачивалась.

*Редкометалльных пегматитах Липовского района Режевский муниципальный район  
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 месторождение кор выветривания по серпентинитам (рис. 6). 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<sub>2</sub>O).



Рис. 6. Пегматитовые тела в Липовском карьере никелевого месторождения кор 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. 7). В 1978 году научными сотрудниками Института минералогии была обнаружена амазонитовая жила в фенитах контактового ореола миасскитов. В центральной части этой жилы был встречен редким представителем группы астрофиллита - цезийкуплетскит. Основной задачей полевого отряда была поиск подобных пегматитов с цезиевой минерализации. В ходе работ в 2020 году было найдено более 20 пегматитовых тел как в самом карьере, так и в его окрестности, из которых были отобраны минералогические пробы для лабораторных исследований. К сожалению, в них цезиевой минерализации обнаружено не было. В 2021 году удалось найти еще 10 пегматитовых тел из которых были отобраны минералогические пробы для лабораторных исследований.



Рис 7. Окрестности Нового щебеночного карьера близ поселка Строитель.