



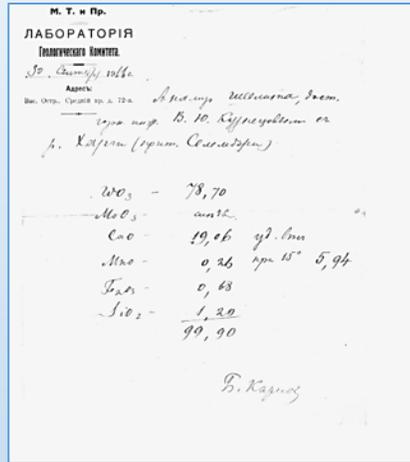
# История создания и современные возможности Лабораторно-аналитической службы ВСЕГЕИ

Шевченко С.С. (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)

В 1898 году при Геологическом комитете России создана химическая лаборатория



Карпов Борис Григорьевич  
(1870-1940 г.г.)



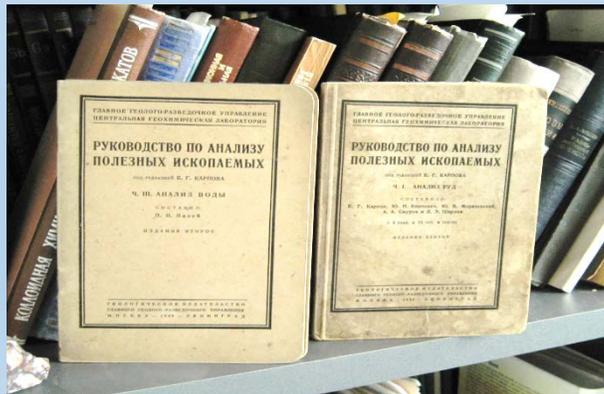
Протокол анализа шеелита  
1916г



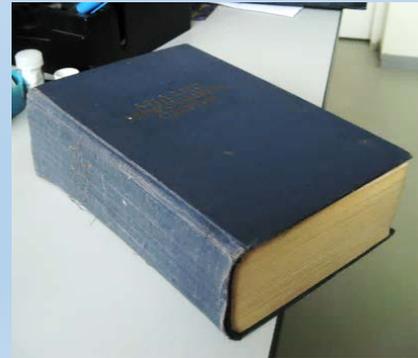
1930-1931гг



Сергей Павлович  
фон Дервиз



Труды Центральной химической лаборатории ГГРУ - ЦНИГРИ  
1936г



Дом С.П. фон Дервиза на Среднем пр./12 линии Васильевского остров

## Центр изотопных исследований ФГБУ «ВСЕГЕИ»

### Изотопные методы исследования:

- Вторично-ионная масс-спектрометрия;
  - Лазерная абляция и масс-спектрометрия в индуктивно-связанной плазме;
  - Термоионизационная масс-спектрометрия;
  - Сканирующая электронная микроскопия, катодолюминесценция и микрозондирование;
  - Жидкостно-сцинтилляционный счет;
- Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой;



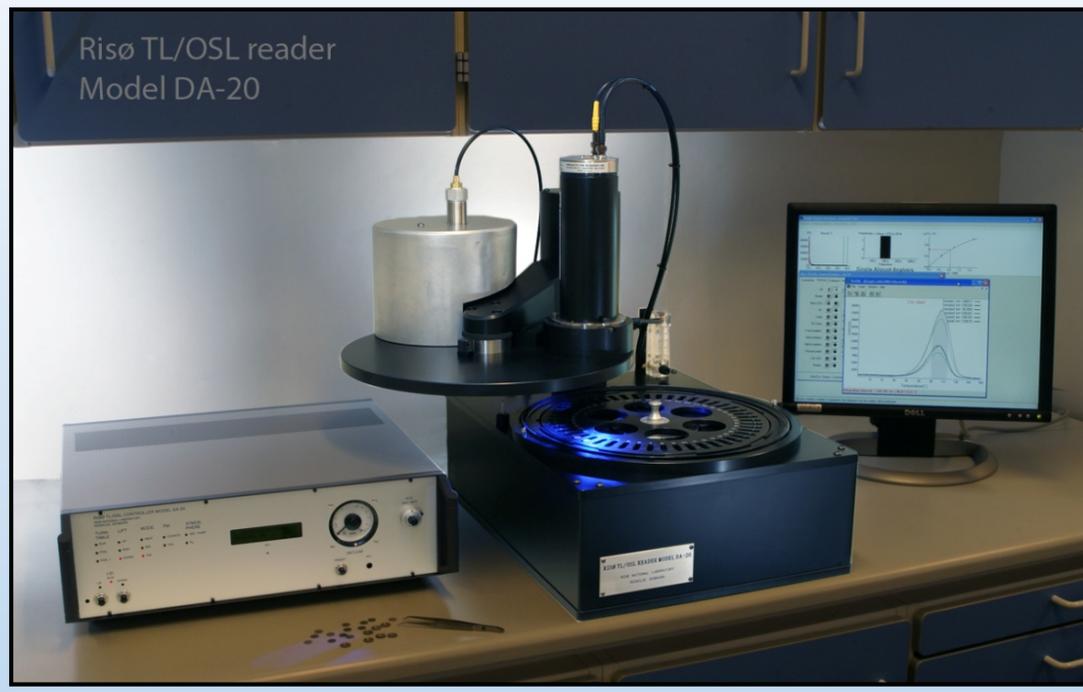
### Техническая оснащенность:

- Мультиколлекторный вторично-ионный высокоразрешающий для изучения изотопии легких стабильных изотопов Thermмасс-спектрометр SHRIMP-II;
- Изотопный мультиколлекторный плазменный масс-спектрометр (MC-ICP-MS) Thermo Quest Finnigann MAT NEPTUNE;
  - Термоионизационный изотопный мультиколлекторный масс-спектрометр ThermoQuest Finnigann MAT TRITON TI;
  - Сканирующие электронные микроскопы CamScan MX2500S (Англия) с рентгеновским микроанализатором и катодолюминесцентным детектором;
  - Высокочувствительный жидкостно-сцинтилляционный счетчик интенсивности альфа- и бета-излучения CT-1220 Quantulus;
  - Высокоразрешающий масс-спектрометр Element-2 Finnigan MAT;
  - Изотопный газовый масс-спектрометр Micromass-5400;
  - Масс-спектрометры oQuest Finnigann MAT DELTA Plus и DELTA XL Plus.

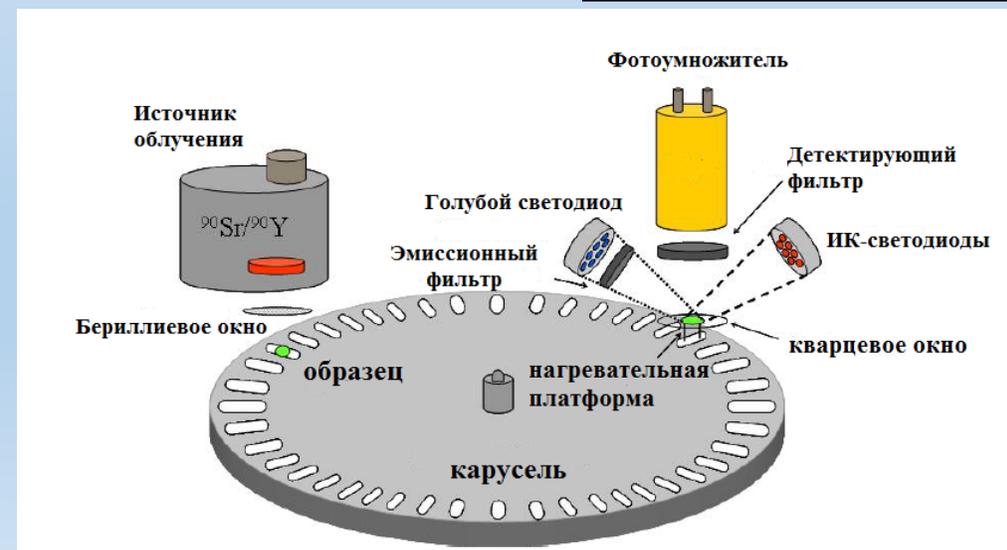




# Лаборатория датирования четвертичных образований методом ОСЛ



Гамма-спектрометр Canberra





# Структура лабораторно-аналитической службы ФГБУ ВСЕГЕИ



## Атомно - абсорбционная спектрометрия

Определение Au, Pt и Pd



«Analyst-600», «PinAAcle»

*Пределы определения:*

*Au – 0.002 г/т,*

*Pt – 0.03 г/т, Pd – 0.04 г/т.*

Анализ третьей категории точности выполняется по утверждённой Методике предприятия МП №16 ЦЛ ВСЕГЕИ (III категория)

## *Пробоподготовка*



Сплавление с метаборатом  
лития



Кислотное разложение

## Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой

Атомно-эмиссионный спектрометр с  
индуктивно-связанной плазмой «Optima  
8300» (PerkinElmer)



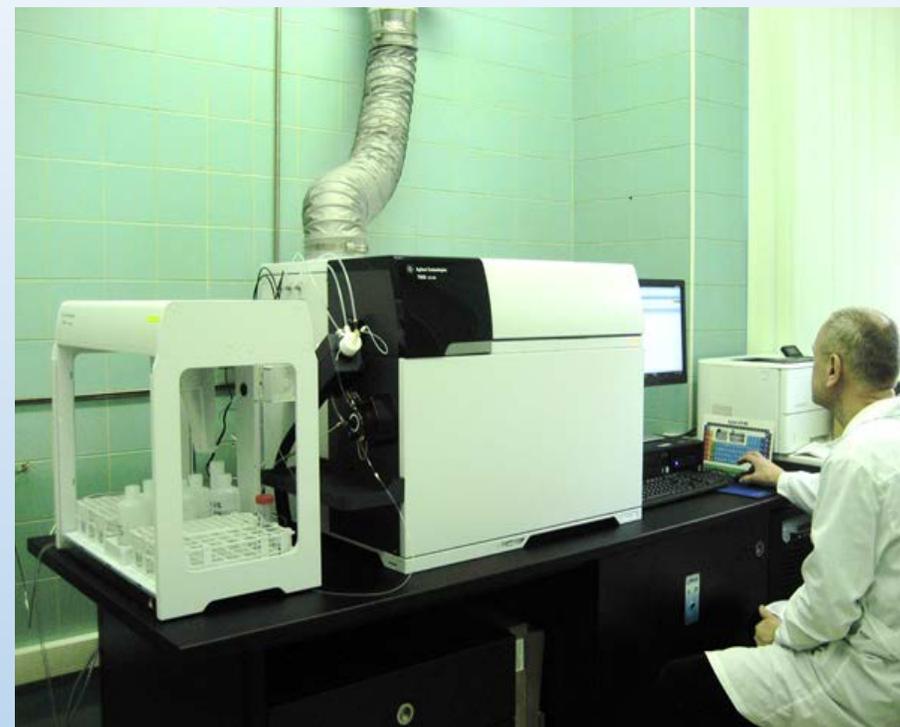
*Новое поколение атомно-эмиссионных  
спектрометров с двойным обзором плазмы, с  
двумя твёрдыми детекторами.*

Анализ горных пород, руд, донных отложений,  
воды (питьевой, природной, сточной)  
МП №11 ЦЛ ВСЕГЕИ (III категория)

Определение Cu, Ni, V, Zn, Pb, Co, Cr, Be, Mn, Ti  
- всего до 30 химических элементов

Пределы определения  
от 1ppm до 0.1 ppm

## Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой



Масс-спектрометры с ИСП – «Agilent 7700 и «Agilent 7900»  
(«Agilent Technologies»)

Многоэлементный анализ растворов на содержание в горных породах и рудах редких и рассеянных элементов, в том числе, благородных металлов – **Au, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir** без предварительного концентрирования (МП № 10 и МП №22 ЦЛ ВСЕГЕИ).

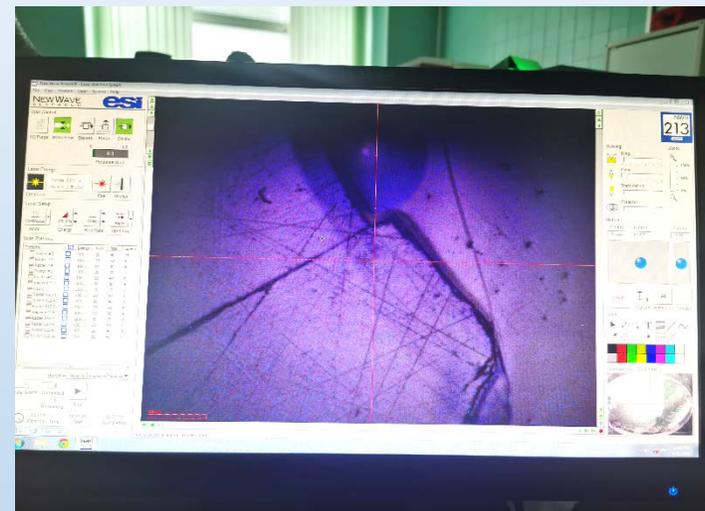
Анализ природных вод повышенной солености.

Пределы определения **Au, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir** 0.002 г/т.

## Масс-спектрометрия с ИСП с лазерным пробоотбором ЛА ИСП МС



**Метод не требует перевода пробы в раствор.** Сочетание - масс-спектрометра с ИСП и системы лазерной абляции NWR 213 позволяет выйти на уровень прямого локального и послонного анализа образцов



**Анализируемая навеска отбирается лазерным зондом из заданной точки образца диаметром от 10 до 200 мкм.**

**Происходит испарение твердых веществ с последующим переносом паров в ИСП-МС спектрометр для анализа горных пород, руд, минералов.**

**Предел обнаружения - 0.01г\т**

## Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА)

Один из ведущих методов анализа горных пород, руд, почв, донных отложений на основные породообразующие оксиды:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ППП, определяется также содержание Ва, Cr, V.

• **Определение микроэлементов:**

Nb, Mo, Rb, Sr, Th, U, Y, Zr, Se - 2 ppm;  
Cu, Ni, Zn, Pb - 3 ppm;  
As, Co, - 5 ppm.

• **Пробоподготовка:**

Оксиды – сплавлением с флюсами;  
Микроэлементы – прессованием в таблетки.



**Автоматическая  
плавильная установка**

**Производительность  
до 5500 проб/год**

**Пресс НР 40 ф.  
Herzog  
Усилие 20 тонн**

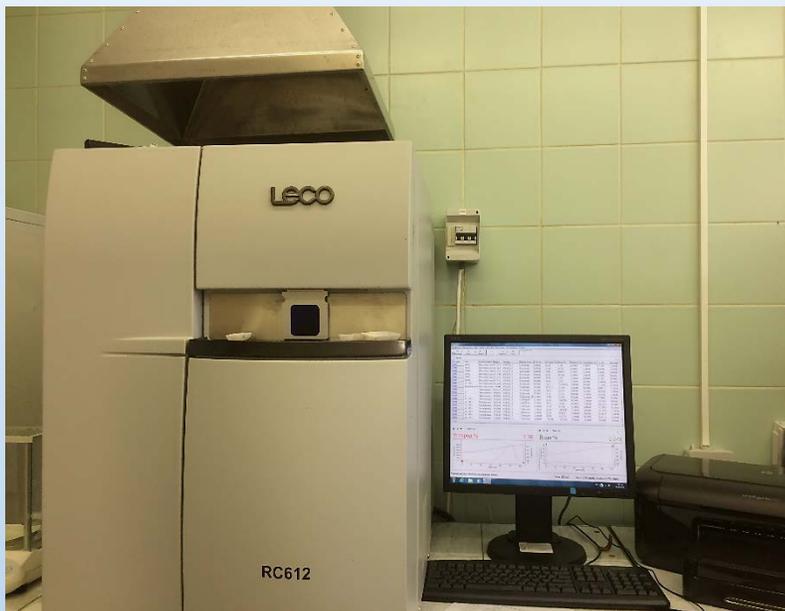


**Рентгеновский спектрометр «ARL 9800»**

Автоматизированная установка с управляющей компьютерной системой.  
Планшетное координатное устройство пробоподдачи - 98 проб.

## Метод инфракрасной спектроскопии

### Анализатор содержания углерода и водорода/воды LECO RC612



*Широкий диапазон определения  
органического и неорганического углерода,  
влаги и крист аллической воды  
(от 100 ррт до 20%).*

#### Области использования:

- определение общего, карбонатного и органического углерода в горных породах и почвах.
- исследование минералов и руд, огнеупорных материалов, цемента, керамики, катализаторов, диоксида кремния, сварочных флюсов, цветных металлов

### Анализатор углерода и серы LECO SC832



Горизонтальная  
высокотемпературная  
печь

Одновременное определение серы общей  
и углерода общего  
МП №15 ЦЛ ВСЕГЕИ (III категория)



*Широчайший динамический диапазон –  
содержаний от единиц ррт (г/т) до  
чист ейшей серы или графит а;*

**Предел определения серы – 0,0005%, углерода – 0,005%**

## Электронно-микроскопический и микрозондовый анализ

В 2020 г. в ЦЛ ВСЕГЕИ введен в эксплуатацию новый **растровый электронный микроскоп VEGA 3** фирмы **TESCAN** (Чехия), оснащенный высокоскоростным энергодисперсионным спектрометром «**UltimMax**» фирмы «**Oxford Instruments**» (Великобритания) с базовым набором функций.

В 2021 году микроскоп дооснащен высокотехнологичными программными модулями «**AZtecFeature**» и «**AZtecMineral**» и международными стандартами минеральных фаз, позволяющими проводить аналитические работы в автоматизированных режимах и получать уникальные данные, недоступные при работе в ручном режиме в т.ч. высококачественные изображения, количественного и полуколичественного микрозондового анализа (с возможностью быстрого элементного картирования).

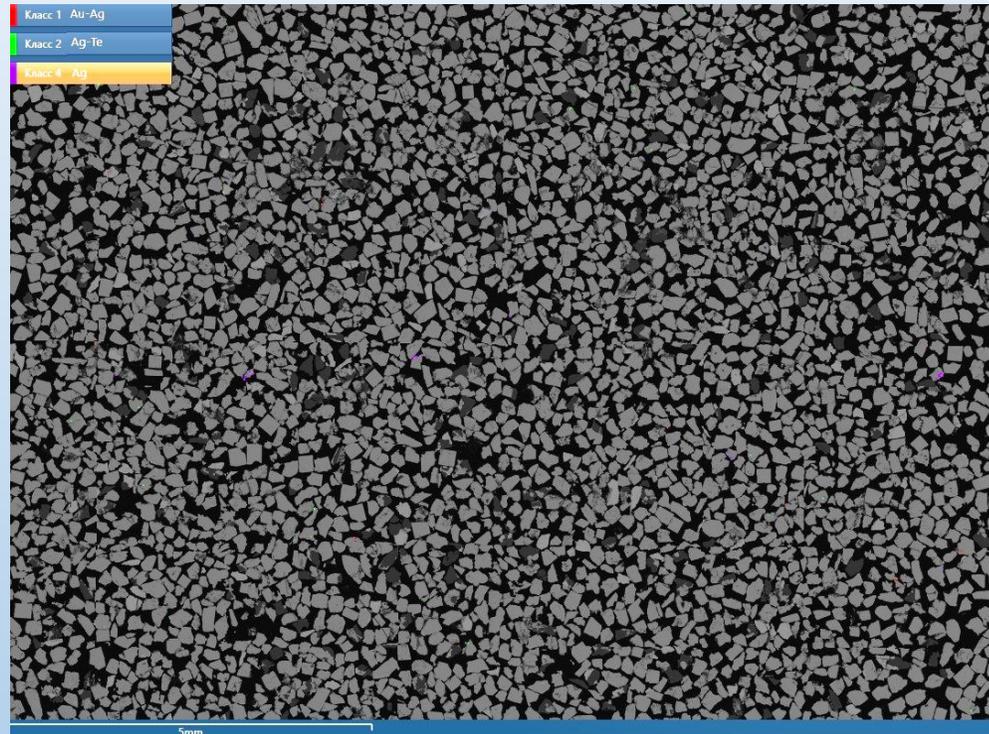


### Решаемые задачи:

1. Обнаружение и детальная характеристика искомым минеральных фаз в материале пробы;
2. Автоматизированный количественный минанализ ППШ, шлихов и проталочек;
3. Модальный анализ по петрографическим шлифам с их полной морфологической и химической характеристикой;
4. Количественный анализ минеральных ассоциаций;
5. Литологическая характеристика материала (крупность, форма, площадь, пористость, трещиноватость и пр.).

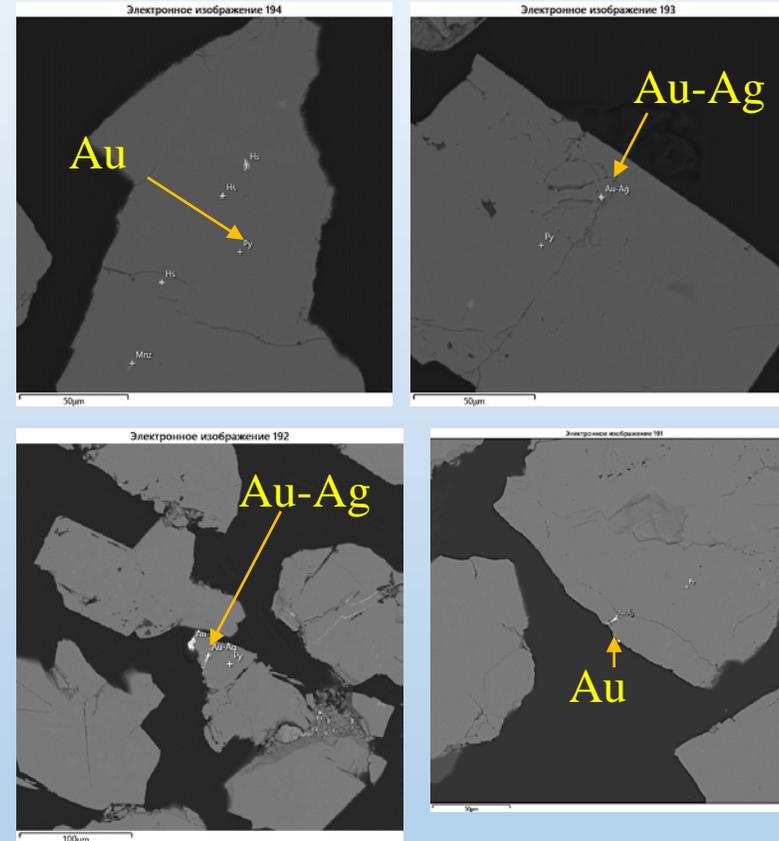
## ПРОБА МЕТАПЕСЧАНИКА, ТАЙМЫР

Содержание в пробе- Au – 2,2г/т; Ag – 100 г/т; Cu – 1%; S – 5 %  
**Задача** – поиск минералов благородных металлов (Au, Ag)



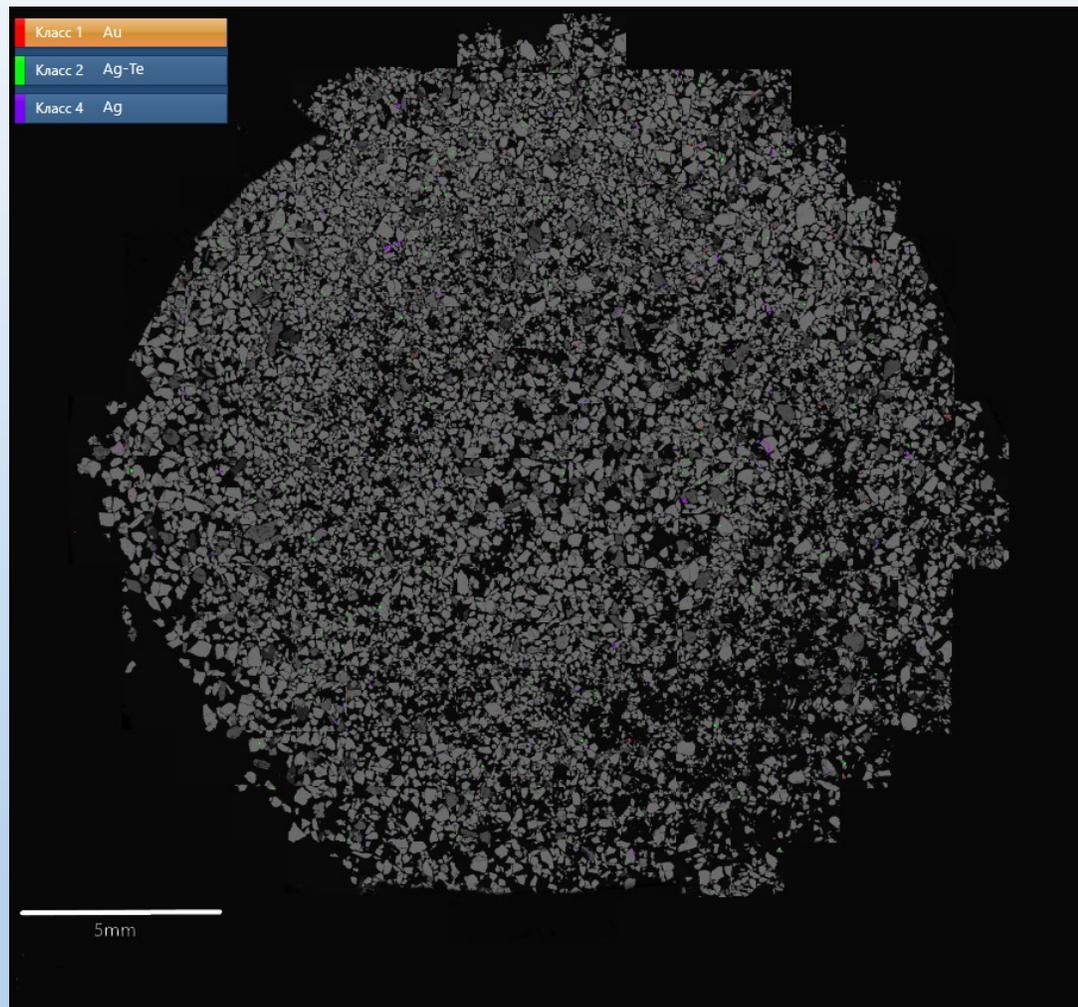
**Пиритовый концентрат.** Образец диаметром 1,5 см. Разбит на 92 площадки. Крупность материала -0,25+0,16 мм, время исследования 1,5-2 часа.

Обнаружено – 40 частиц электрума, гессита и акантита.



Примеры детальных снимков с обнаруженными индивидами благородных металлов.

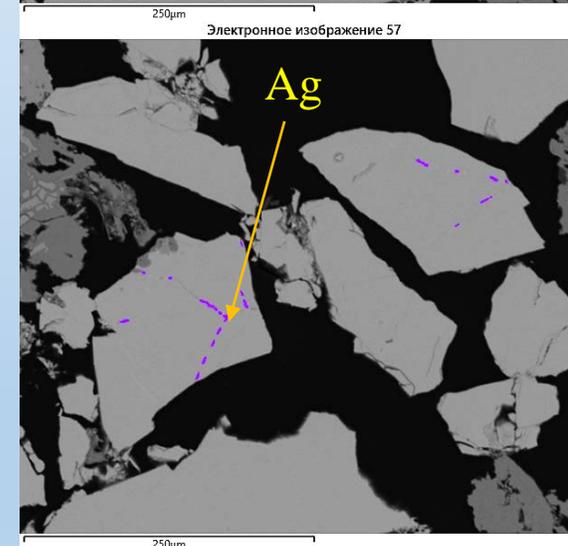
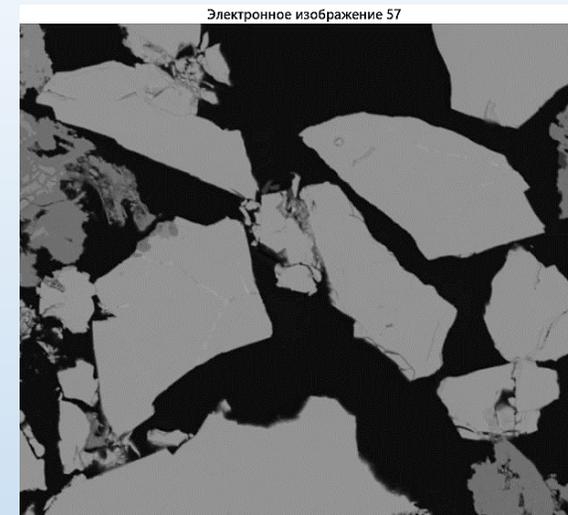
## ПРОБА МЕТАПЕСЧАНИКА, ТАЙМЫР



**Халькопиритовый концентрат.**

Разбит на 213 площадок. Время съемки – 2,5-3 часа.

Обнаружено: 58 частиц электрума, 230 – гессита и 278 – акантита.



## Гравитационный концентрат из шихты «медистых» и вкрапленных руд из месторождений Норильского рудного района

Панорамное изображение полированной поверхности шлифа в обратно-отраженных электронах (BSE).

Светлые минералы – тяжелые фазы, требующие анализа.

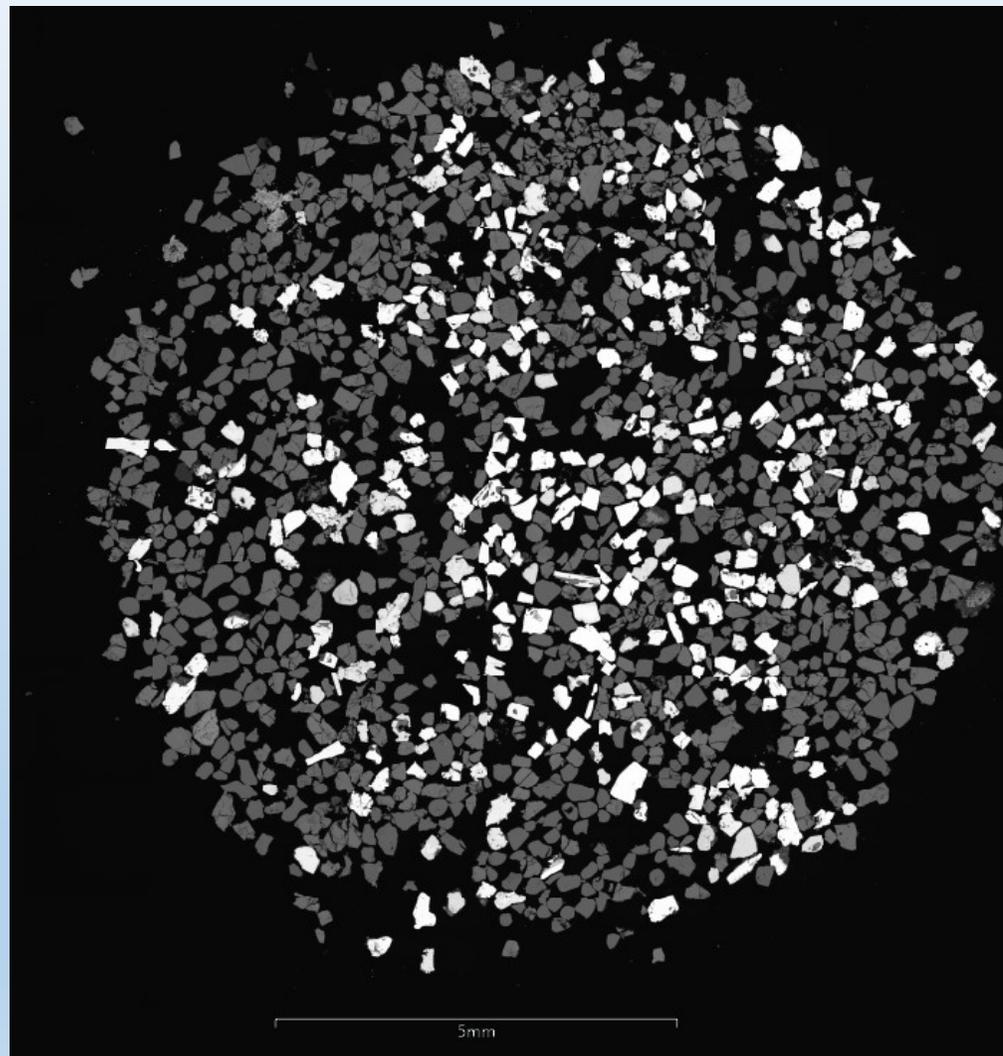
Более темные минералы – сульфиды.

**Задача исследования - диагностика и количественная характеристика минералов благородных металлов.**

Содержания в продукте (г/т): Pt – 386,6; Pd – 228,4; Au – 25,3; Ag – 40,0

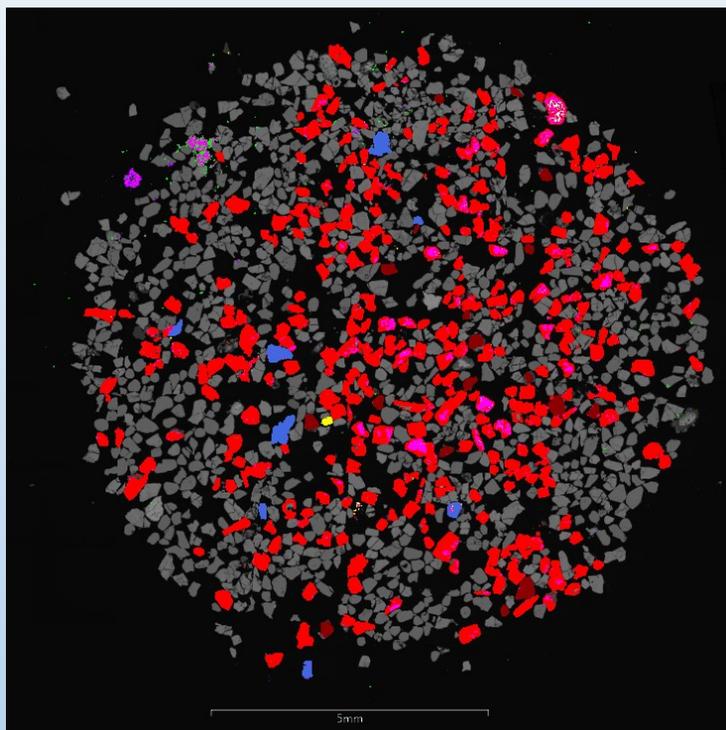
Площадь шлифа была разбита на 88 площадок, время съемки в автоматическом режиме -1 час.

Исследование этого образца, выполненное ранее без использования модуля «AZtecFeature» составило 5 рабочих смен.



## Гравитационный концентрат из шихты «медистых» и вкрапленных руд из месторождений Норильского рудного района

### Классификация тяжелых фаз по химическому составу



Результат

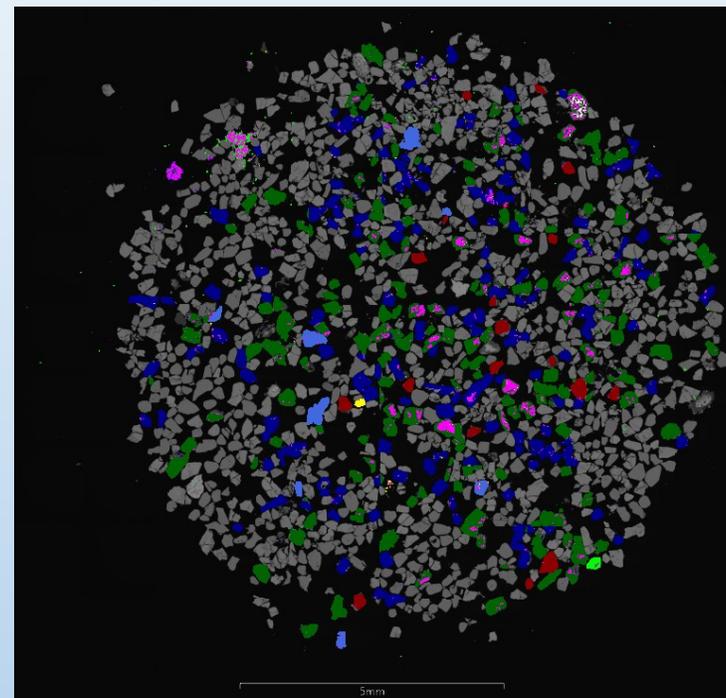


Рис.1 Красным цветом помечены частицы, имеющие в составе платину, синим - палладий, желтым – золото.

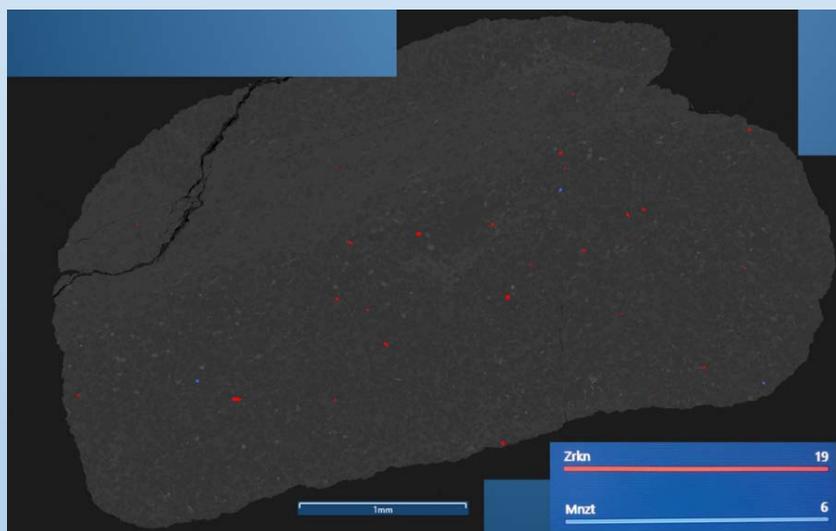
Количество зафиксированных (по выбранному критерию) минералов – 5300 зерен, из которых минералы Pt – 4200; Pd – 65; Au и Ag – 99 шт.

Рис.2 Синим и зеленым цветом отмечены частицы, в состав которых входят платина-палладий (рустенбургит-атокит  $Pt_3Sn-Pd_3Sn$ ) и платина-железа (изо- и тетраферроплатина ( $Pt_3Fe$  и  $PtFe$ )) соответственно.



## Автоматизированная минералогия для нужд геохронологии

- поиск минералов-геохронометров (М-Г) для уран-свинцового метода в прозрачно-полированных шлифах (бадделейт, циркон, титанит, апатит, рутил, перовскит, пирохлор);
- поиск М-Г для рений-осмиевого метода в шлифах, аншлифах, продуктах передела (конcentратах) (молибденит, сульфиды, минералы платиновой группы и т.д.);
- контроль чистоты фракций М-Г (породообразующих) для изохронных методов (рубидий-стронций, самарий-неодим);
- выяснение ассоциации М-Г (в каких породообразующих минералах они преимущественно находятся);
- характеристика ассоциации микровключений внутри М-Г для их привязки к генетическим условиям;
- получение набора данных о морфологии М-Г (размер, коэффициент удлинения и т.д.).



Пример обнаружения цирконов и монацитов в метаморфических породах.



Пример обнаружения бадделейта в основных интрузивных породах (материалы Oxford Instruments).

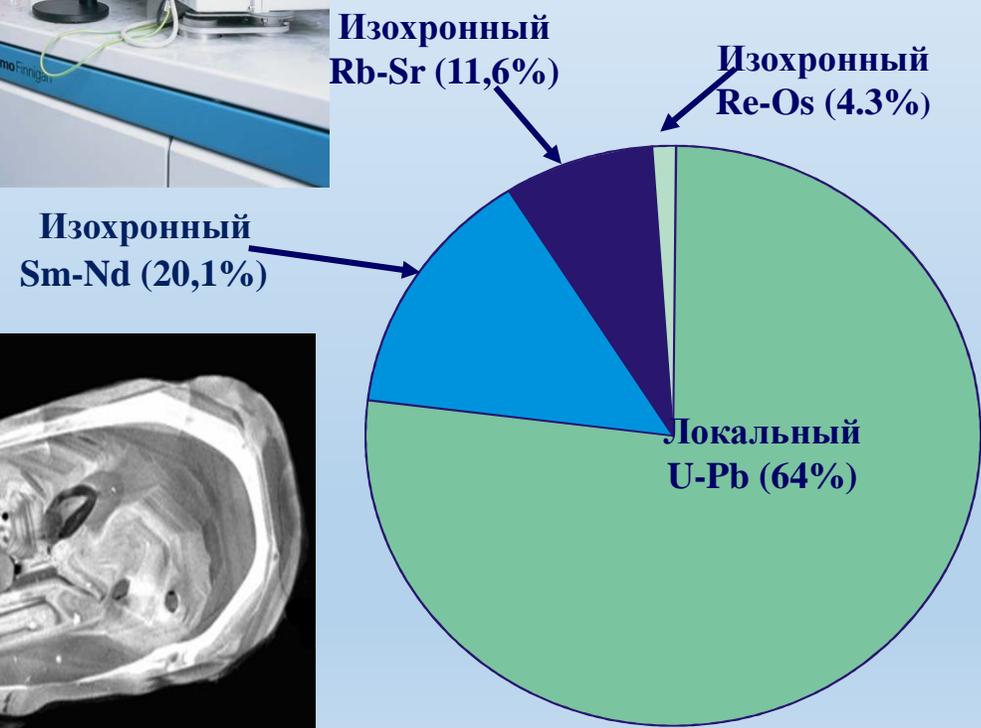
# Применение изотопных методов в геологии



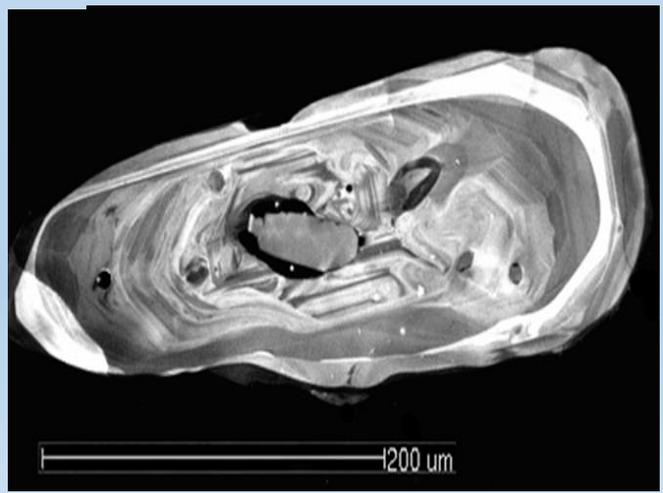
1. Изотопная геохимия - Оценить генезис; - Определить источник магматических пород, рудного вещества и рудо-формирующих флюидов;  
- Оценить степень взаимодействия глубинного и поверхностного вещества, выявить изотопные критерии оценки масштабности оруденения

2. Геохронология - Определить возраст геологических объектов и процессов

## Методы изотопного определения возраста



**Изотопные методы непосредственного датирования рудного вещества:**  
-Pb-Pb по сульфидам в локальном варианте (лазерная абляция);  
-Sm-Nd по шеелитам и Re-Os по молибдениту и другим сульфидам, а также по породообразующим минералам.



## U-Pb геохронометр пироклор



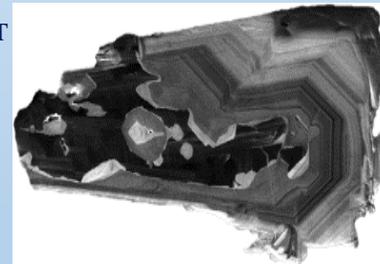
Датируются:  
карбонатиты,  
ультраосновные-  
щелочные  
породы,  
метасоматиты и  
редкометалльные  
рудные объекты.

При  $T = 600^{\circ}\text{C}$  U-Th-Pb система  
пироклора  
перустанавливается.



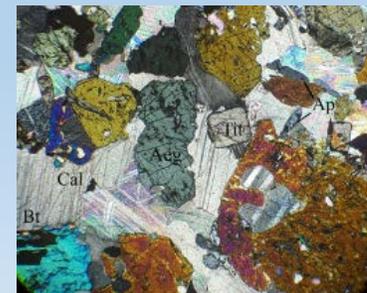
U-Pb геохронометр бадделеит  
Датируются:  
сиениты, кимберлиты,  
магматические породы  
основного-ультраосновного  
состава, региональные  
рои мафических даек, россыпи.

Бадделеит не сохраняет  
«изотопной памяти» о  
вторичных наложенных  
геологических процессах.



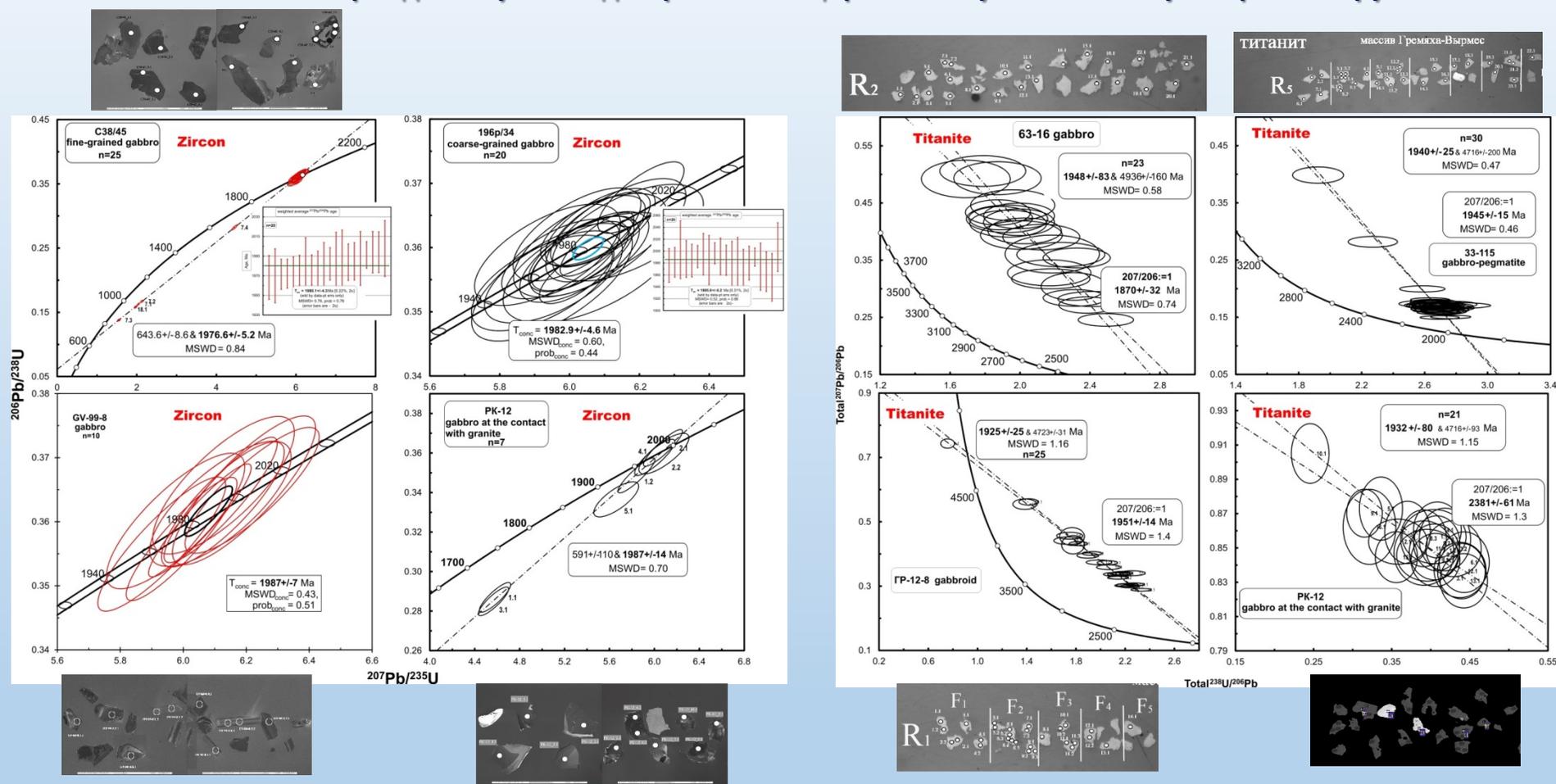
U-Pb геохронометр  
титанит (сфену)  
Датируются:  
магматические,  
метаморфические породы  
и рудные процессы.

В разработке по  
апатиту и рутилу



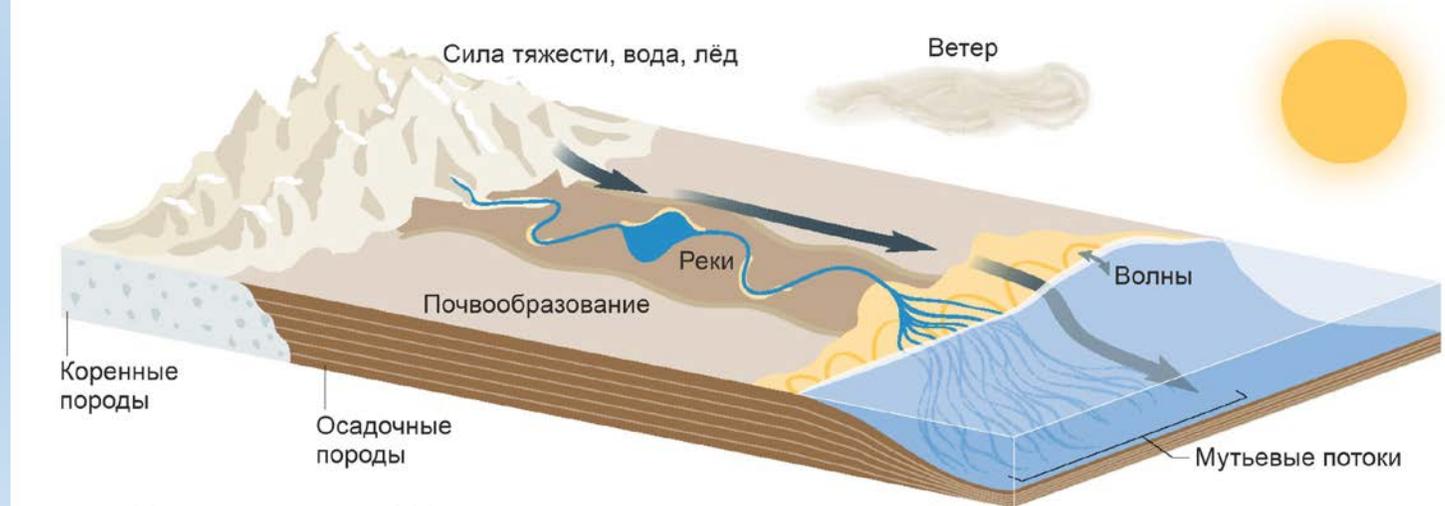
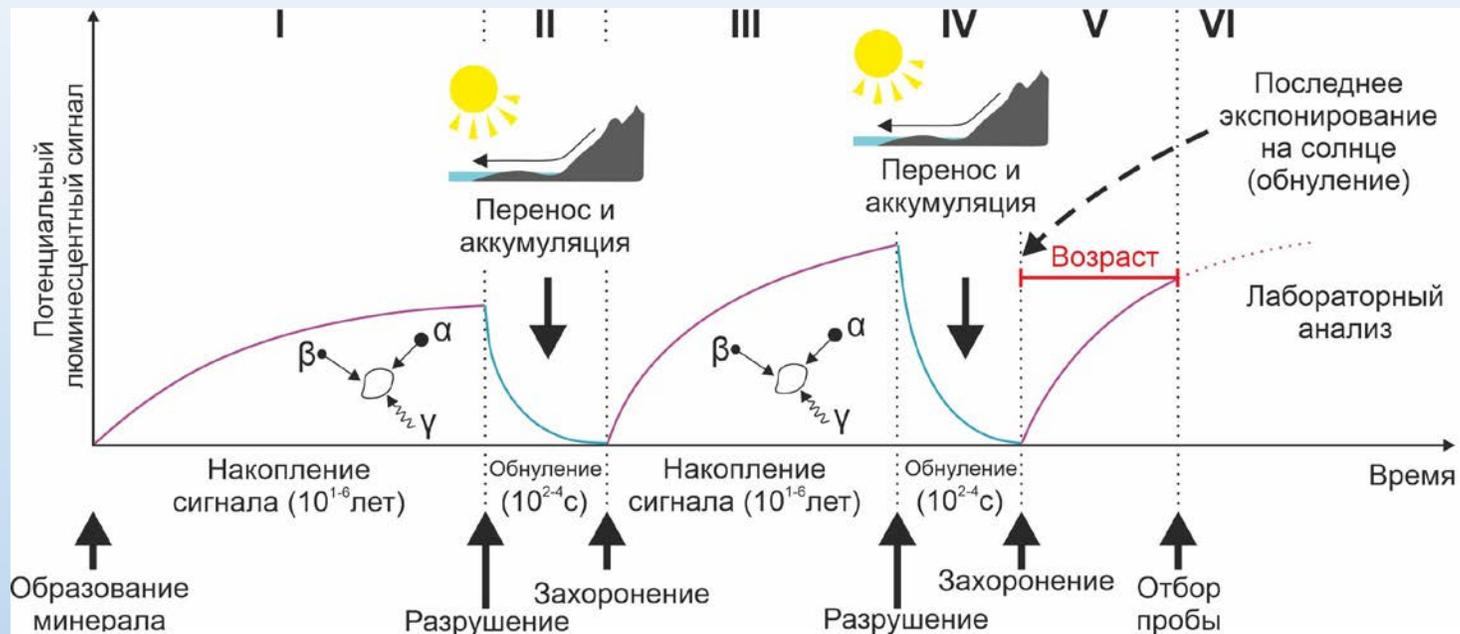
# Примеры датирования: базит-ультрабазитовый протерозойский комплекс Гремяха –Вырмес, Балтийский щит

Габброиды могут быть датированы по цирконовому и титановому геохронометру:



**U-Pb диаграммы с конкордией для циркона и титанита из пород расслоенного комплекса Гремяха-Вырмес (Балтийский щит). Средний возраст циркона габброидов:  $1981.7 \pm 5.9$  млн лет, средний возраст титанита габброидов:  $1944 \pm 17$  млн лет.**

# Датирование четвертичных отложений методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ)



## Минералы-геохронометры



**Кварц**



**Калиевые полевые шпаты (микроклин, ортоклаз, санидин)**

## Оборудование, расчёт возраста и пределы применимости



Анализатор люминесценции Riso

Палеодоза



Гамма-спектрометр Canberra

Скорость накопления дозы

$$\text{Возраст, тыс. лет} = \frac{\text{Палеодоза, Гр}}{\text{Скорость накопления дозы, Гр/тыс. лет}}$$

Возрастные пределы применимости методов инструментального датирования, используемых в четвертичной геологии

| Время, тыс. лет   | 0.01        | 0.1 | 1        | 10        | 100 | 1000 |
|---|-------------|-----|----------|-----------|-----|------|
| Радиоуглерод ( <sup>14</sup> C)   | 0.01 - 1    |     |          |           |     |      |
| Калий-аргоновый (аргон-аргоновый)   |             |     |          | 10 - 1000 |     |      |
| <sup>210</sup> Pb   | 0.01 - 10   |     |          |           |     |      |
| Урановые ряды   |             |     | 1 - 1000 |           |     |      |
| Наземные космогенные нуклиды (НКН)  |             |     | 1 - 1000 |           |     |      |
| Оптически стимулированная люминесценция (ОСЛ)<br>кварц от ~10 лет до ~150 тыс. лет<br>полевые шпаты от ~100 лет до ~ 500 тыс. лет |             |     | 1 - 500  |           |     |      |
| Электронно-парамагнитный резонанс (ЭПР)   |             |     | 1 - 1000 |           |     |      |
| Треки деления   |             |     |          | 10 - 1000 |     |      |
| Дендрохронология, варвохронология   | 0.01 - 1000 |     |          |           |     |      |

# Датирование четвертичных отложений методом оптически стимулированной люминесценции

Объекты датирования:



Аллювиальные



Озерные



Морские

Порядок отбора проб:



# Методическое обеспечение лабораторных работ

ЛАС ВСЕГЕИ за последние 15 лет создано более двадцати собственных методик, аттестованных в ранге «Методика предприятия», охватывающие весь круг решаемых задач по определению фазового (минерального), химического, изотопного составов и возраста горных пород руд, минералов, объектов экологического мониторинга.

Ряд  
технических  
решений  
защищен  
патентами  
РФ.





**GeoPT**  
Proficiency Testing Programme  
for Geochemical Laboratories  
Organised by the International Association of Geoanalysts (IAG)  
*Certificate of Performance*



Subscriber: GeoPT318 Round: GeoPT49 Laboratory Code: L18 Test Material: BVA-1 Date: June 2021

| Analyte | Z-Score | Data Quality | Consensus Value |        | Result Submitted |
|---------|---------|--------------|-----------------|--------|------------------|
|         |         |              | g/100g          | g/100g |                  |
| SiO2    | 0.66    | 2            | 52.52           | 53.28  |                  |
| TiO2    | 0.46    | 2            | 1.176           | 1.197  |                  |
| Al2O3   | 0.61    | 2            | 14.32           | 14.55  |                  |
| Fe2O3T  | -0.1    | 2            | 11.31           | 11.28  |                  |
| Fe(II)O | -       |              | 8.425           |        |                  |
| MnO     | -0.22   | 2            | 0.1790          | 0.177  |                  |
| MgO     | 1.38    | 2            | 6.580           | 6.854  |                  |
| CaO     | -1.55   | 2            | 10.43           | 9.977  |                  |
| Na2O    | 0.5     | 2            | 2.235           | 2.274  |                  |
| K2O     | 0.53    | 2            | 0.7200          | 0.736  |                  |
| P2O5    | -0.93   | 2            | 0.1400          | 0.133  |                  |
| Ag      | -       |              | 0.05214         |        |                  |
| Ba      | -0.15   | 2            | 178.5           | 176.5  |                  |
| Be      | 2.16    | 2            | 0.7090          | 0.967  |                  |
| Bi      | -       |              | 0.03019         |        |                  |
| Cd      | -       |              | 0.08756         |        |                  |
| Ce      | -1.61   | 2            | 26.70           | 22.5   |                  |
| Co      | 0       | 2            | 44.42           | 44.42  |                  |
| Cr      | -0.25   | 2            | 165.0           | 162    |                  |
| Cs      | 0.19    | 2            | 1.215           | 1.25   |                  |
| Cu      | 0.64    | 2            | 121.9           | 127.9  |                  |
| Dy      | -0.23   | 2            | 4.250           | 4.122  |                  |
| Er      | -0.45   | 2            | 2.461           | 2.307  |                  |
| Eu      | -0.23   | 2            | 1.194           | 1.151  |                  |
| Ga      | -0.98   | 2            | 17.43           | 15.66  |                  |
| Gd      | -0.12   | 2            | 4.130           | 4.064  |                  |
| Ge      | -1.13   | 2            | 1.483           | 1.231  |                  |
| Hf      | -0.39   | 2            | 2.760           | 2.614  |                  |

| Analyte | Z-Score | Data Quality | Consensus Value |       | Result Submitted |
|---------|---------|--------------|-----------------|-------|------------------|
|         |         |              | mg/kg           | mg/kg |                  |
| Ho      | 0.2     | 2            | 0.8750          | 0.904 |                  |
| In      | -       |              | 0.06800         |       |                  |
| La      | -0.09   | 2            | 12.29           | 12.17 |                  |
| Li      | -       |              | 13.50           |       |                  |
| Lu      | 0.06    | 2            | 0.3399          | 0.344 |                  |
| Mo      | -1.01   | 2            | 0.7069          | 0.586 |                  |
| Nb      | 0.09    | 2            | 8.000           | 8.088 |                  |
| Nd      | -0.12   | 2            | 14.63           | 14.45 |                  |
| Ni      | -0.11   | 2            | 74.30           | 73.64 |                  |
| Pb      | 0.89    | 2            | 4.697           | 5.224 |                  |
| Pr      | -0.07   | 2            | 3.391           | 3.36  |                  |
| Rb      | -0.22   | 2            | 24.40           | 23.86 |                  |
| Sb      | 1.72    | 2            | 0.1615          | 0.22  |                  |
| Sc      | -2.08   | 2            | 36.00           | 29.03 |                  |
| Sm      | -0.09   | 2            | 3.668           | 3.622 |                  |
| Sr      | -0.77   | 2            | 1.016           | 0.892 |                  |
| Sr      | -0.26   | 2            | 185.0           | 181.5 |                  |
| Ta      | -0.13   | 2            | 0.5204          | 0.508 |                  |
| Tb      | 0.09    | 2            | 0.6900          | 0.701 |                  |
| Th      | -0.03   | 2            | 2.540           | 2.531 |                  |
| Tl      | -       |              | 0.1200          |       |                  |
| Tm      | 0.08    | 2            | 0.3557          | 0.361 |                  |
| U       | -0.05   | 2            | 0.5851          | 0.58  |                  |
| V       | -0.03   | 2            | 275.5           | 275   |                  |
| W       | 0.46    | 2            | 0.3300          | 0.359 |                  |
| Y       | -0.28   | 2            | 22.69           | 22.05 |                  |
| Yb      | -0.02   | 2            | 2.267           | 2.259 |                  |
| Zn      | 0.75    | 2            | 82.56           | 87.69 |                  |
| Zr      | 0.02    | 2            | 99.75           | 99.88 |                  |

The principles upon which GeoPT z-scores are based are detailed in the full report for this round  
 - indicates result within acceptable range of z-score limits  $|z| \leq 2$   
 - indicates result outside z-score limits  $|z| \geq 2$  but within the z-score limits  $|z| < 3$   
 - indicates result outside z-score limits  $|z| \geq 3$  and likely to require investigation  
 Consensus values are assigned values unless otherwise indicated  
 Shaded Consensus values have provisional status

Peter Webb - Administrator of GeoPT on behalf of the International Association of Geoanalysts



**GeoPT**  
Proficiency Testing Programme  
for Geochemical Laboratories  
Organised by the International Association of Geoanalysts (IAG)  
*Certificate of Performance*



Subscriber: GeoPT318 Round: GeoPT48 Laboratory Code: K36 Test Material: MzBP-1 Date: March 2021

| Analyte | Z-Score | Data Quality | Consensus Value |        | Result Submitted |
|---------|---------|--------------|-----------------|--------|------------------|
|         |         |              | g/100g          | g/100g |                  |
| SiO2    | 0.77    | 2            | 57.70           | 58.66  |                  |
| TiO2    | 0.61    | 2            | 1.076           | 1.102  |                  |
| Al2O3   | 0.4     | 2            | 19.58           | 19.78  |                  |
| Fe2O3T  | 0.35    | 2            | 4.757           | 4.81   |                  |
| MnO     | -0.27   | 2            | 0.1400          | 0.138  |                  |
| MgO     | 0.16    | 2            | 1.130           | 1.137  |                  |
| CaO     | 1.51    | 2            | 3.719           | 3.904  |                  |
| Na2O    | 0.44    | 2            | 6.715           | 6.803  |                  |
| K2O     | 0.14    | 2            | 3.789           | 3.806  |                  |
| P2O5    | -0.57   | 2            | 0.5986          | 0.584  |                  |
| Ba      | 0.61    | 2            | 1320            | 1364   |                  |
| Be      | 2.09    | 2            | 3.645           | 4.65   |                  |
| Ce      | 0.45    | 2            | 181.9           | 187.9  |                  |
| Co      | -0.33   | 2            | 5.370           | 5.15   |                  |
| Cr      | 1.57    | 2            | 121.7           | 136.5  |                  |
| Cs      | 0.08    | 2            | 0.6210          | 0.629  |                  |
| Cu      | -2.34   | 2            | 7.000           | 5.041  |                  |
| Dy      | 0.12    | 2            | 5.880           | 5.964  |                  |
| Er      | -0.37   | 2            | 3.099           | 2.945  |                  |
| Eu      | 0.04    | 2            | 4.743           | 4.77   |                  |
| Ga      | 0.76    | 2            | 25.00           | 26.87  |                  |
| Gd      | 0.77    | 2            | 7.704           | 8.404  |                  |
| Hf      | 0.64    | 2            | 11.71           | 11.76  |                  |
| Ho      | -0.33   | 2            | 1.104           | 1.045  |                  |
| La      | 0.26    | 2            | 100.0           | 102.1  |                  |

| Analyte | Z-Score | Data Quality | Consensus Value |       | Result Submitted |
|---------|---------|--------------|-----------------|-------|------------------|
|         |         |              | mg/kg           | mg/kg |                  |
| Li      | -0.66   | 2            | 17.15           | 15.97 |                  |
| Lu      | -0.08   | 2            | 0.4400          | 0.434 |                  |
| Mo      | 0.23    | 2            | 5.130           | 5.278 |                  |
| Nb      | -0.61   | 2            | 106.1           | 101   |                  |
| Nd      | -0      | 2            | 69.08           | 69.07 |                  |
| Ni      | 0.09    | 2            | 2.889           | 2.924 |                  |
| Pb      | 0.07    | 2            | 6.220           | 6.273 |                  |
| Pr      | 0.34    | 2            | 20.00           | 20.7  |                  |
| Rb      | 0.65    | 2            | 65.11           | 68.72 |                  |
| Sb      | -0.27   | 2            | 0.2250          | 0.213 |                  |
| Sc      | 4.69    | 2            | 6.200           | 9.733 |                  |
| Sm      | -0.19   | 2            | 10.67           | 10.44 |                  |
| Sn      | -0.07   | 2            | 2.099           | 2.078 |                  |
| Sr      | 0.12    | 2            | 1087            | 1094  |                  |
| Ta      | 0.25    | 2            | 6.160           | 6.351 |                  |
| Tb      | 0       | 2            | 1.103           | 1.103 |                  |
| Th      | 0.14    | 2            | 11.90           | 12.09 |                  |
| Tl      | -       |              | 0.02000         |       |                  |
| Tm      | -0.26   | 2            | 0.4483          | 0.427 |                  |
| U       | -0.41   | 2            | 3.230           | 3.054 |                  |
| V       | 0.35    | 2            | 27.90           | 28.84 |                  |
| W       | 0.32    | 2            | 2.660           | 2.778 |                  |
| Y       | 0.04    | 2            | 29.06           | 29.18 |                  |
| Yb      | 0.1     | 2            | 2.911           | 2.95  |                  |
| Zn      | 0.6     | 2            | 80.20           | 84.17 |                  |
| Zr      | -1.79   | 2            | 507.6           | 450.8 |                  |

The principles upon which GeoPT z-scores are based are detailed in the full report for this round  
 - indicates result within acceptable range of z-score limits  $|z| \leq 2$   
 - indicates result outside z-score limits  $|z| \geq 2$  but within the z-score limits  $|z| < 3$   
 - indicates result outside z-score limits  $|z| \geq 3$  and likely to require investigation  
 Consensus values are assigned values unless otherwise indicated  
 Shaded Consensus values have provisional status

Peter Webb - Administrator of GeoPT on behalf of the International Association of Geoanalysts

ФГБУ «ВСЕГЕИ» участвует в программах по сравнению результатов измерений, организуемых Минстандартом и ФГБУ ВИМС, а также в международных программах профессионального тестирования лабораторий (proficiency testing program), предусмотренных стандартом 17025-2019.

1. GeoPT (Geoanalytical Proficiency Testing Program) – международная программа по профессиональному тестированию геоаналитических лабораторий (Великобритания), ЦЛ участвует с 2001 года.

2. ISE (“International Soil Analytical Exchange”) – международная программа по профессиональному тестированию лабораторий в области анализа почвенных объектов (Нидерланды), ЦЛ участвует с 1998 года.

3. G-Probe – международная программа по профессиональному тестированию лабораторий в области микроанализа геологического материала (США), ЦЛ участвует с 2005 года.

4. Round Robin (Раунд Робин) - международная программа по профессиональному тестированию лабораторий в области анализа руд (Австралия), ЦЛ участвует с 2011 года.

5. G-Chron An international proficiency testing programme devoted to U-Pb dating (Великобритания) ЦИИ участвует с 2019 года.

## О техническом перевооружении

Комплекс масс-спектрометров нового поколения в геологии:

**TIMS** (радиогенные изотопы), **IRMS** (стабильные изотопы), **ICP** (ионизация в ИСП)

REE

$^{7}\text{Li}/^{6}\text{Li}$

$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$

$^{29}\text{Si}/^{28}\text{Si}$

D/H

$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$

$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$

$^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$

$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

U-Th-Pb

$^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

Noble Gases

Noble Gas MS  
Thermo Scientific ARGUS VI, HELIX MC  
and HELIX SFT

Gas Isotope Ratio MS  
Thermo Scientific MAT 253

Thermal Ionization MS  
Thermo Scientific TRITON Plus

Multicollector ICP-MS  
Thermo Scientific NEPTUNE Plus

ICP-MS  
Thermo Scientific ELEMENT 2, ELEMENT XR  
and XSERIES 2

Gas Isotope Ratio MS  
Thermo Scientific DELTA V



В сочетании с безконтаминационной сепарацией минералов (**SelfFrag**)  
и деликатной фемто-секундной системой лазерно-абляционным (**ESLA**)  
для решения широкого круга геохронологических и изотопно-геохимических задач.

**ИННОВАЦИОННЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
«KLEORA» - CAMECA SIMS 1300-HR**



**Вторично-ионный масс-спектрометр большой геометрии высокого разрешения - ионный микрозонд, обеспечивающий максимальную аналитическую производительность при решении геологических задач, в первую очередь геохронологических (на уровне зон роста минералов) и изотопно-геохимических (распределение стабильных изотопов в трехмерном объеме минерала, распределение микроэлементов по зонам роста).**

**Назначение - уран-свинцовое локальное датирование любых урансодержащих акцессорных минералов, а также определение элементного и изотопного состава (литий, водород, бор, кислород, углерод, сера, магний, свинец, гафний, стронций, уран и др.) на локальном уровне в рудах, отдельных минералах, зонах роста, неоднородностях, возможно датирование прямо в шлифах. Уровень локальности 1-2 мкм. Прибор позволяет исследовать и распределение микроэлементов вглубь, с разрешением от 1 до 20-30 нм.**

*Спасибо за внимание*



## ПРОБОПОДГОТОВКА

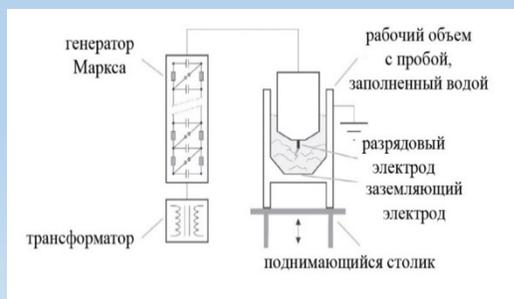
### Технология фрагментации горных пород и руд на минеральные фракции методом высокоимпульсного электрического разряда на установке Selfrag LAB

Установка высокоимпульсного электрического разряда для дефрагментации горных пород Selfrag Lab (Швейцария).

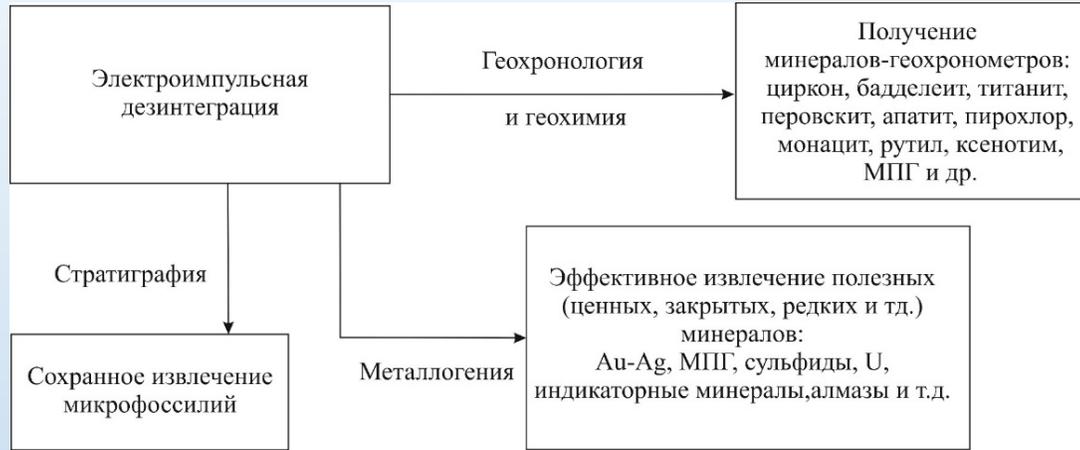
Традиционный подход с применением механической дезинтеграции горных пород и руд не является объективным и не может обеспечить тех требований, которые предъявляют к пробам новые, современные, прецизионные методы изучения вещества, особенно изотопные. Решением указанных проблем является использование Системы селективной фрагментации горных пород и руд на минеральные фракции с помощью высоковольтного электроимпульсного разряда Selfrag LAB



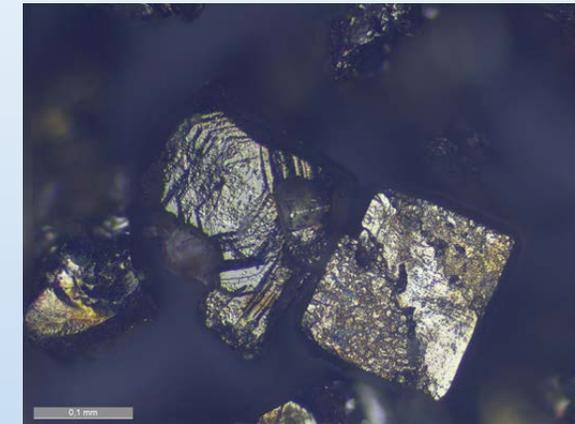
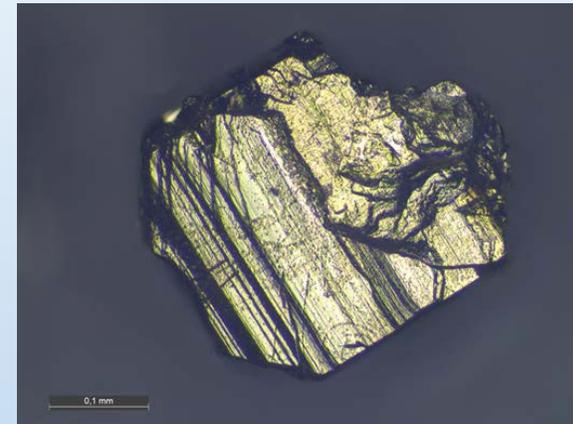
*Принцип работы SelfragLAB - при фрагментации горных пород создаются высокочастотные электрические разряды (напряжением от 90 – 230 kV), которые проходят через образец, погруженный в жидкость. В результате происходит пробой между диэлектриками (минералами). Внезапное расширение плазмы создает ударную волну с локальными давлениями до 10'000 bar. Возникает огромное напряжение внутри породы или руды, заставляющее её распадаться вдоль границ раздела сред, включений или неоднородностей.*



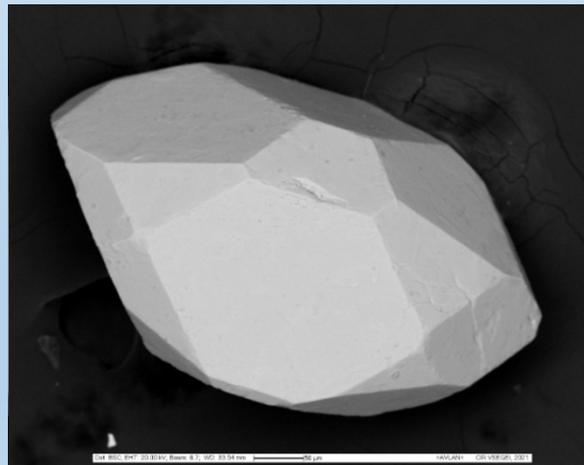
## Объекты и задачи для применения технологии Selfrag Lab



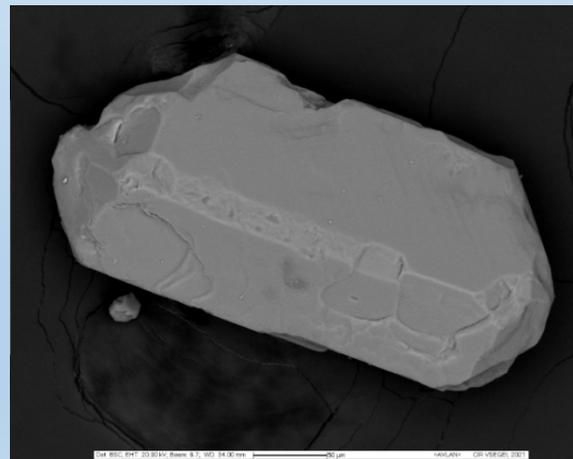
Из кварц-сульфидной жильной породы выделены пирит, халькопирит и арсенопирит



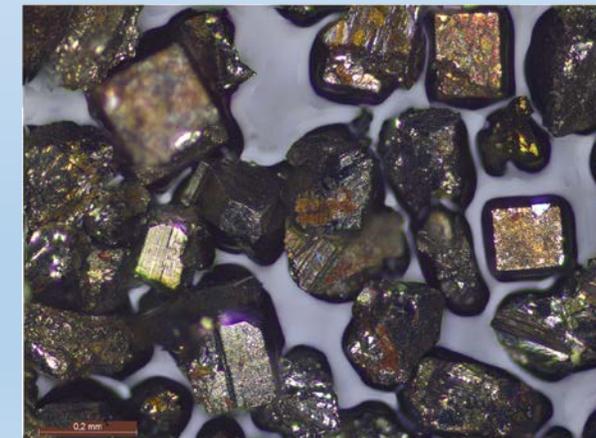
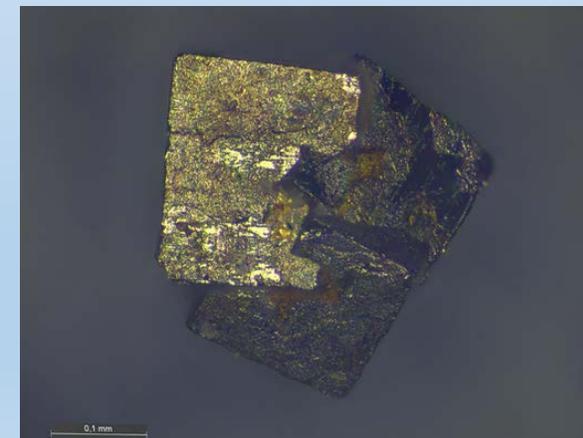
Фрагментация магматических, метаморфических и осадочных горных пород и руд различного состава и генезиса на минеральные фракции для последующего выделения



Зерно циркона



Зерно апатита





## Технология:

- Позволяет дезинтегрировать породы и руды преимущественно по границам естественных разделов сред с различными диэлектрическими параметрами, в частности по граням минералов. Высвободить из породы минералы в естественной кристаллографической форме для исследований прецизионными методами;
- обеспечивает принципиально новый уровень пробоподготовки без потерь анализируемого вещества для изохронных и локальных методов изотопного датирования по единичным зернам минералов геохронометров;
- используется как для выделения акцессорных минералов, прежде всего для геохронологических задач, так и породообразующих минералов для последующих петрологических исследований, рудных минералов для решения задач минерагении и минерализованных остатков микрофауны и микрофлоры для решения палеонтологических и биостратиграфических задач;
- обеспечивает отсутствие кросс-контаминации между образцами, последовательно проходящими процесс фрагментации, т.к. сам процесс происходит в закрытом и изолированном сосуде, доступность и возможность полной очистки поверхности сосуда с полным визуальным контролем;
- позволяет получить заданные заранее размерные фракций минералов, что обеспечивается набором встроенных сит;
- обеспечивает отсутствие пылевой составляющей и загрязнение воздуха в лаборатории – процесс происходит в герметично закрытом сосуде, в водной среде;
- обеспечивает высокую производительность.