70 лет

# Состояние и перспективы изучения процессов рудообразования в месторождениях стратегического минерального сырья северо-запада Арктической зоны Российской Федерации

**Геологический институт КНЦ РАН** это – структурное подразделение ФИЦ КНЦ РАН, в составе которого – 4 научные, 4 научно-вспомогательные лаборатории, 6 отделов и тематических групп, в которых работает 150 сотрудников.

Научный персонал насчитывает 76 человек, из которых 53 являются кандидатами наук и 12 докторами наук.

## 3 главных научных направления ГИ КЦН РАН

**Геология, геохронология, металлогения и глубинное строение докембрийских структур, их роль в формировании континентальной литосферы**

**Закономерности размещения, формирования и прогнозирования полезных ископаемых древних щитов и шельфа северных морей**

**Минералогия: состав и структура минералов и наноразмерных минеральных фаз уникальных геологических объектов Кольского региона**

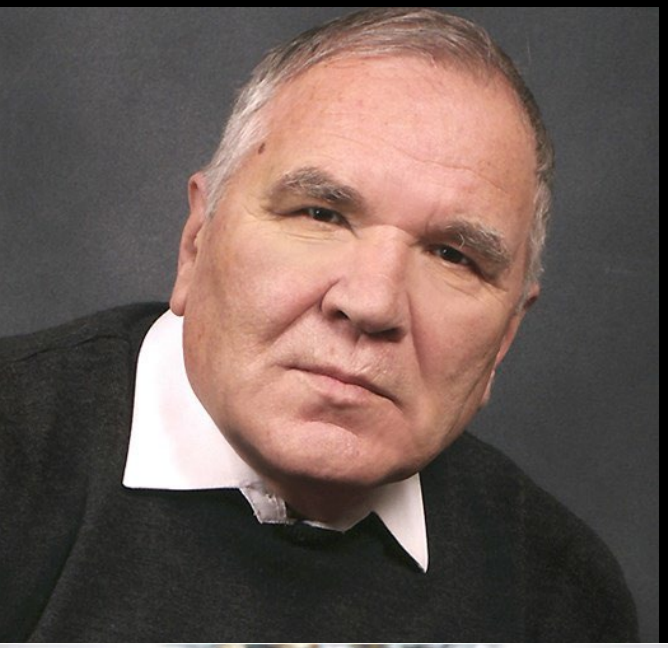
# Геологический институт КНЦ РАН

**Месторождения и рудные узлы открытые сотрудниками ГИ КНЦ РАН**

**Месторождения и рудные узлы, открытие и изучение которых проходило с активным участием сотрудников ГИ КНЦ РАН**

GI KSC RAS
Apatity
1951

# Академик РАН Феликс Петрович Митрофанов



На основании комплексных (геологических, минералогических, изотопных и др.) исследований пород Фёдорово-Панского массива удалось выявить геолого-петрологические и изотопные поисковые индикаторы, позволяющие надёжно определять металлогеническую характеристику и перспективность – рудного массива, не проводя на ранних стадиях массовых дорогостоящих буровых работ и объёмного геохимического опробования.

Удостоверение № 0083

к почетному знаку лауреата Государственной премии Российской Федерации

Указ Президента Российской Федерации

от 05 июня 2012 г.

№764

Зак. 29-6556. Гознак, МПФ, Москва, 2012.

Митрофанову

Феликсу Петровичу

присуждена Государственная премия Российской Федерации в области науки и технологий 2011 года и вручен почетный знак лауреата Государственной премии Российской Федерации № 0083

Президент Российской Федерации

М. П.

Классические петролого-минералогические и геохимические исследования, связанные с изучением вещественного состава и свойств горных пород, руд и минералов, крупные теоретические обобщения по всем рудным районам и месторождениям Кольского региона.

# Публикационная активность

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|
| Статей Web of Science | 46 | 51 | 57 | 60 | 67 |
| из них в журналах Q1 | 1 | 2 | 2 | 11 | 7 |

до 5 монографий в год

0,96 – 2022

0,86 – 2021

0,74 – 2020

0,67 – 2019

0,51 – 2018

Публикаций WoS на 1 научного сотрудника

Средний импакт-фактор журналов WoS

2022 - 2,26

2021 - 2,1

2020 - 1,73

2019 - 1,54

2018 - 1,31

# ВНЕБЮДЖЕТНОЕ ФИНАНСОВЫЕ, МЛН РУБ.

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|
| Сверх бюджета: | 28,0 | 30,9 | 30,94 | 35,49 | 45,5 |
| в т.ч. гранты РФФИ и РНФ | 16,4<br>16 РФФИ | 14,1<br>1 РНФ<br>8 РФФИ | 13,7<br>1 РНФ<br>4 РФФИ | 11<br>2 РНФ | 25,45<br>8 РНФ |
| контракты, хоздоговоры РФ | 11,7 | 14,7 | 15,74 | 19,76 | 21,56 |

## ОСНОВНЫЕ ЗАКАЗЧИКИ

ЕвроХим
КОВДОРСКИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ

ФОСАГРО
АПАТИТ

СЗФК
АО «СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ФОСФОРНАЯ КОМПАНИЯ»

НОРНИКЕЛЬ

ВНИИХТ
РОСАТОМ
[No Title]
Предприятие управляющей компании АО «Наука и инновации»

МГРЭ

HALMEK
LITHIUM

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 30 августа 2022 г. № 2473-р

МОСКВА

1. Утвердить прилагаемый перечень основных видов стратегического минерального сырья.

2. Минприроды России совместно с Минэкономразвития России, Минфином России, Роснедрами обеспечить приоритетное финансирование за счет средств федерального бюджета работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы дефицитных видов стратегического минерального сырья.

3. Минприроды России совместно с Минэкономразвития России, Минпромторгом России, Минобороны России, Минэнерго России, Минфином России, Росрезервом, Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом" обеспечить подготовку и представление в Правительство Российской Федерации предложений по актуализации перечня, утвержденного настоящим распоряжением, не реже чем раз в 3 года.

4. Реализация полномочий, предусмотренных настоящим распоряжением, осуществляется Минприроды России в пределах установленной Правительством Российской Федерации предельной численности работников центрального аппарата Министерства, а также бюджетных ассигнований, предусмотренных Министерству на руководство и управление в сфере установленных функций.

5. Признать утратившим силу распоряжение Правительства Российской Федерации от 16 января 1996 г. № 50-р (Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, № 4, ст. 390).

Председатель Правительства
Российской Федерации

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП
Поставщик: Федеральное казначейство
Правительство Российской Федерации
Действителен с 10.12.2021 по 10.03.2023

М.Мишустин

# Перечень основных видов стратегического минерального сырья

- Нефть
- Природный газ
- Гелий
- Уран
- Марганец
- Хром
- Титан
- Бокситы
- Медь
- Свинец
- Сурьма
- Олово
- Цинк
- Никель
- Молибден
- Вольфрам
- Кобальт
- Редкие и резкоземельные металлы: Li, Rb, Cs, Be, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, In, Ga, Ge, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Re
- Золото
- Серебро
- Платиноиды: Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt
- Алмазы
- Графит
- Фосфаты (апатитовые руды)
- Соли калийные
- Шпат плавиковый
- Особо чистое кварцевое сырье
- Воды подземные

# Темы НИР

1. Процессы рудообразования в месторождениях и проявлениях стратегического и высокотехнологичного сырья Кольского региона

2. Геология, геохимия и тектоника докембрийских комплексов Кольского региона как основа металлогенического прогноза северо-запада Арктической зоны Российской Федерации

3. Минералогия, петрология, рудогенез и геометаллургия комплексных месторождений Кольской щелочной провинции (северо-запад Арктической зоны РФ)

4. Палеогеографические обстановки, экзогенная геодинамика и неотектоника северо-восточной Фенноскандии в позднем неоплейстоцене и голоцене

# Гранты РНФ

1. Кольский редкометалльный пегматитовый пояс: источники, процессы дифференциации и формирование месторождений лития и редкоземельных элементов

2. Детальное исследование магматических систем и месторождений ЭПГ Федорово-Панского расслоенного комплекса с использованием U-Pb SHRIMP-II датирования циркона

3. Механизм образования поздних редкометальных (РЗЭ, Nb) карбонатитов: от магмогенерации до гипергенеза

4. Источники, распределение и эмиссия водорода ($H_2$) и сопутствующих газов в агпаитовых магматических комплексах (на примере Хибинского и Ловозерского нефелин-сиенитовых массивов, Кольский полуостров, Россия): металлогенические следствия

5. Оценка возрастных соотношений и генетической связи редкометалльных пегматитов и ассоциирующих с ними рудопроявлений золота в Кольской металлогенической провинции на основе изучения изотопных систем (U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr и Lu-Hf)

6. Глубинные электромагнитные зондирования литосферы с естественными и мощными контролируемыми источниками с учетом влияния свойств волновода Земля-ионосфера, статических искажений, горизонтальной неоднородности и анизотропии верхней части земной коры и геодинамические модели напряжённо-деформированного состояния земной коры восточной части Фенноскандинавского щита

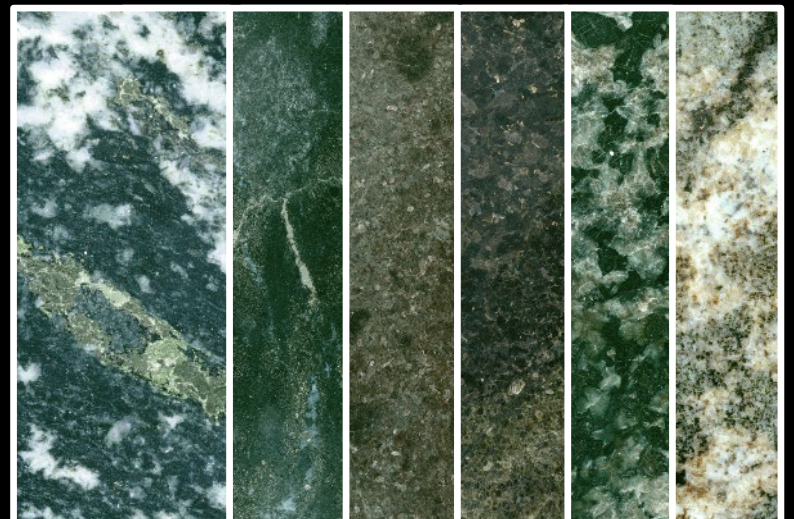
7. U-Th-He система в минералах: геологическая информативность и методы исследования

8. Рамановское изучение минералов уникальных коллекций Музея минералогии и геологии им. И.В. Белькова (Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН)

# ЭПГ

**Исследование ключевых процессов формирования платино-палладиевого оруденения** в Федорово-Панском расслоенном комплексе и некоторых малосульфидных Pt-Pd (Южная Сопча) и сульфидных ЭПГ-Cu-Ni (330 горизонт, Терраса, Морошковое озеро, Поаз) месторождений и проявлений Мончегорского рудного узла с применением комплекса современных петрологических методов:

- детальная петрография
- компьютерная томография
- изучение состава породообразующих и акцессорных (апатит, хромшпинелиды, магнетит и др.) минералов
- геохимия литофильных и халькофильных элементов
- изотопная геохронология
- математическое моделирование.

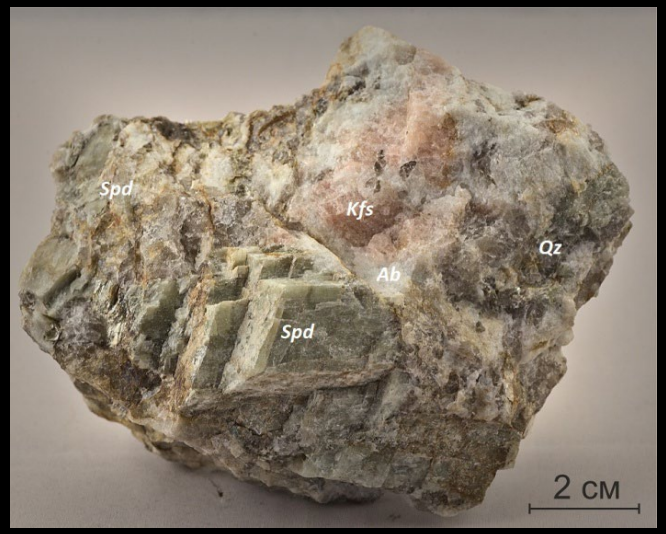


Работы выполняются в рамках госзадания
и гранта РНФ с поддержкой Правительства Мурманской области

Месторождения Федорово-Панского комплекса открыты, разведывались и ставились на баланс сотрудниками ГИ КНЦ РАН

# Li Исследования редкометальных пегматитов зоны Колмозеро-Воронья

- минералогия (состав, генерации, вторичные изменения)
- внутренняя зональность
- пространственное распределения редкометальных пегматитов разных геохимических типов
- изотопно-геохимических исследования
- изучение пространственно-временной связи редкометальных пегматитов зоны Колмозеро-Воронья с гранитоидным магматизмом и/или флюидотермальными стадиями северо-востока Фенноскандинавского щита




Ключевые партнёры

Работы выполняются в рамках госзадания, 2 грантов РНФ с поддержкой Правительства Мурманской области и договоров с промышленными и академическими партнёрами

Колмозёрское месторождение открыто сотрудниками КолФАН СССР в 1947 г.

# РЗЭ Комплексные исследования древнейших и палеозойских редкометальных (REE, Zr) образований.

- Проведение петрографических, детальных минералогических и геохимических исследований с созданием петрологической модели рудно-магматической системы субщелочных и щелочных породы и связанной с ними редкометальной минерализации (REE, Nb, W).
- Создание изотопных карт отдельных рудных районов с привязкой к главным металлогеническим эпохам
- На основе изотопных данных изучение вклада мантийно-коровых и плюмовых резервуаров при формировании месторождений РЗЭ

Работы выполняются в рамках госзадания и 3 грантов РНФ

Месторождения РЗЭ Мурманской области открывались и исследовались с участием сотрудников ГИ КНЦ РАН

# Фосфаты

## Апатит

## Минералогия, петрология, рудогенез палеозойских массивов месторождений Кольской щелочной провинции (Хибины, Ловозеро, Ковдор)

- Изучение типохимизма и типоморфизма породообразующих и акцессорных минералов как индикаторов условий формирования пород и руд. Будет проведено математическое моделирование процессов формирования крупных плутонов.
- Выявление роли флюидных компонентов щелочных систем в формировании оруденения. Изучение редких и новых фаз, обнаруженных как в породах, так и в пегматито-гидротермальных жилах.
- Разработка новых подходов к прогнозированию состояния недр в масштабе месторождений. Изучение связи минералогических и технологических свойств руд. Разработка рекомендаций и экспрессных методов для прогнозирования технологических свойств руд как in situ, так и в рудопотоке. Разработка новых методов интерполяции вещественных характеристик руд в объеме месторождений с помощью машинного обучения.

Работы выполняются в рамках госзадания и гранта РНФ

Месторождения открывались и исследовались сотрудниками КолФАН СССР и ГИ КНЦ РАН

# Фосфаты

## Апатит

## Проект АО «АПАТИТ» и ФИЦ КНЦ РАН (ГИ КНЦ РАН и ГоИ КНЦ РАН)

## «Решение проблемы переработки труднообогатимых апатит-нефелиновых руд КФ АО «Апатит»

**Цель проекта**

Достижение стабильно высокого качества апатитового концентрата на обогатительных фабриках КФ АО «Апатит» в условиях изменчивости минерального состава руды

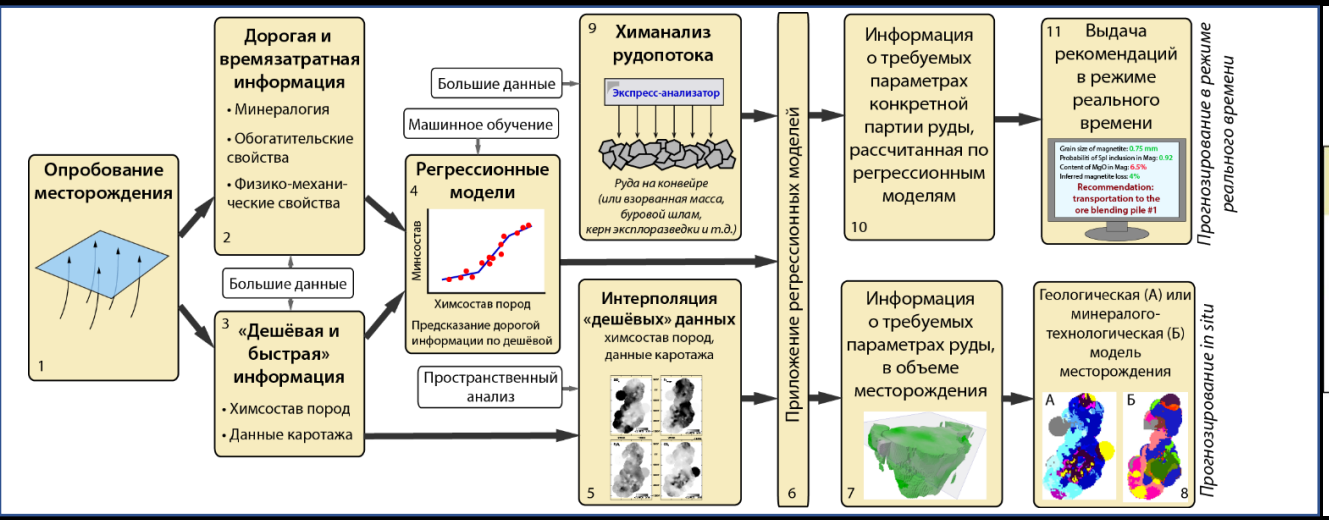
**Задачи проекта:**

- ✓ Минералогическое изучение и выявление всех значимых с точки зрения производства разновидностей руды
- ✓ Создание для каждого из типов руды оптимальных режимов рудоподготовки и селективной флотации
- ✓ Минералогическое 3D-картирование запасов руды, отрабатываемых КФ АО «Апатит»

# Фосфаты

## Апатит

**Разработан метод прогнозирования свойств рудных минералов (химический состав, средний размер зерен, взаимоотношения с другими минералами) по химическому составу пород и автоматического 3D картирования месторождений с помощью машинного обучения, что позволяет повысить точность моделирования и предсказуемость состояния недр Арктической зоны РФ.**




Общая схема прогнозирования свойств рудных минералов

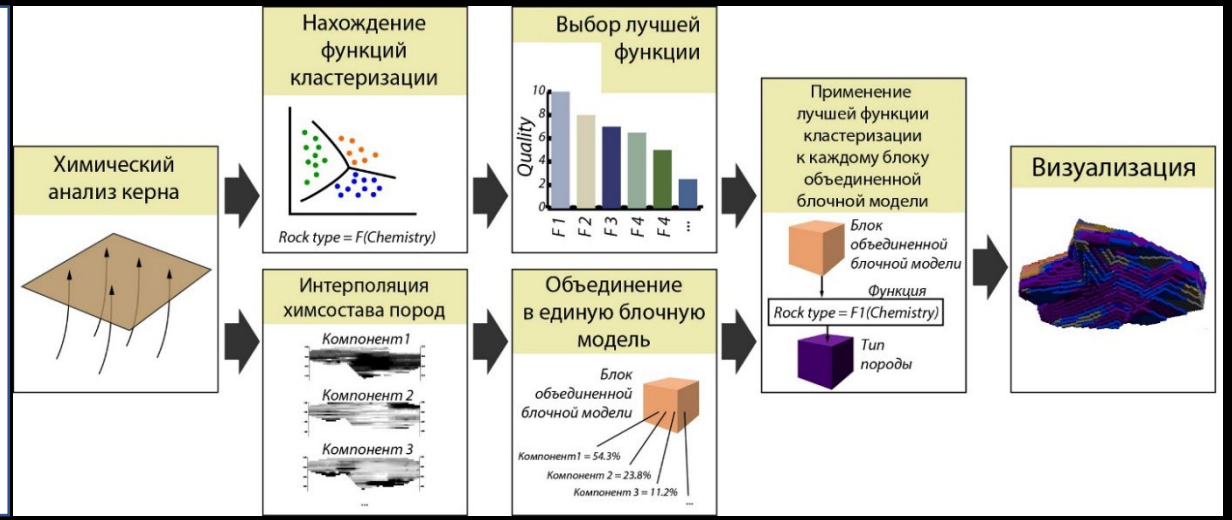
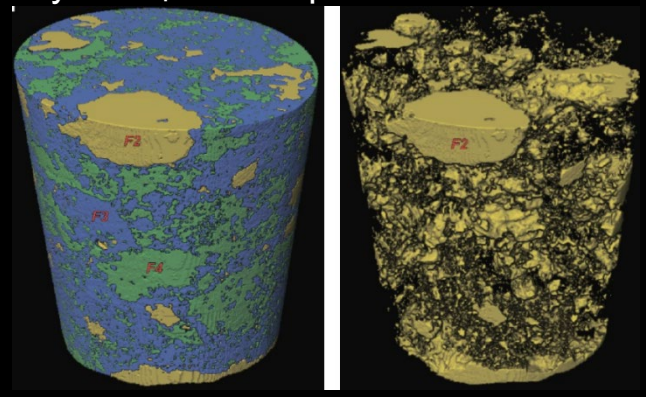



Схема автоматического 3D картирования на основе геохимических данных без обучающей выборки

Различные аспекты исследования использовались в работах по заказу горнорудных предприятий на сумму более **30 млн рублей**:
АО «**Ковдорский ГОК**», АО «**Апатит**», ООО "**Норникель Технические Сервисы**", ООО "**Норильскгеология**", а также при разведке золото-железорудного месторождения Сахаваара (Швеция).



# НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

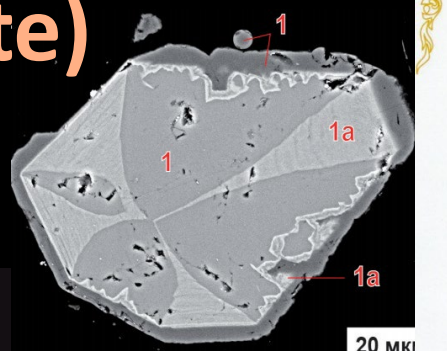
**Ведётся направленный поиск участков локализации неизвестных минералов с промышленно ценными свойствами и их всестороннее изучение с целью утверждения в ММА и разработки технологий их синтеза.**

## Открыто и утверждено КНМ ММА

## более 130 новых минералов

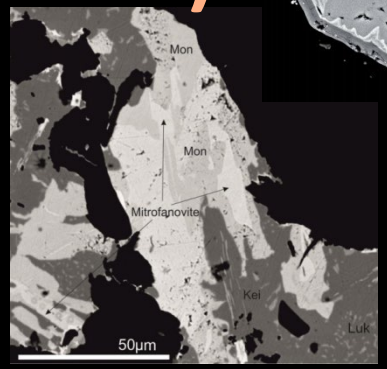
### Никмельниковит (nikmelnikovite)

$Ca_{12}Fe^{2+}Fe^{3+}_3\ Al_3(SiO_4)_6(OH)_{20}$




### Митрофановит (mitrofanovite)

$Pt_3Te_4$




### Икорскиит (Ikorskyite)

$KMn^{3+}(Si_4O_{10}) \bullet 3H_2O$

### Золотаревит (Zolotarevit)

$Na_5Zr[Si_6O_{15}(OH)_3]\bullet_3H_2O$

### Манаевит-(Ce) (Manaevite-(Ce))

$Ca_{11}(Ce,H_2O,Ca)_8Mg(Al,Fe)_4(Mg,Ti,Fe^{3+})_8[Si_2O_7]_4[(SiO_4)_8(H_4O_4)_2](OH)_9$

РОССИЙСКОЕ
МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

ДИПЛОМ

Решением Ученого совета
Российского минералогического общества и
Комиссии по новым минералам, номенклатуре и
классификации вручен

Ю.А.Михайловой, Е.А.Селивановой,
С.В.Кривовичеву, Я.А.Пахомовскому,
Н.В.Чуканову

ЗА УСТАНОВЛЕНИЕ И ОПИСАНИЕ НОВОГО МИНЕРАЛА

Золотаревит (Zolotarevite)
$Na_5Zr[Si_6O_{15}(OH)_3]\bullet 3H_2O$

КОТОРЫЙ КОМИССИЕЙ ПО НОВЫМ МИНЕРАЛАМ,
НОМЕНКЛАТУРЕ, КЛАССИФИКАЦИИ
МЕЖДУНАРОДНОЙ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ
ПРИЗНАН НОВЫМ МИНЕРАЛЬНЫМ ВИДОМ
(меморандум от 12 января 2021)

Президент Российского
Минералогического общества

Председатель Комиссии РМО
по новым минералам,
номенклатуре и классификации

Санкт-Петербург - 2021

# ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

Масс-спектрометр Finnigan MAT 262 с турбомолекулярным газовым насосом Pfeiffer Vacuum TMH 260

Рентгеновский микроанализатор состава Cameca MS-46

Сканирующий электронный микроскоп LEO 1450 Carl Zeiss с энергодисперсионным спектрометром Ultim Max 100

Чистое помещение Класс 1000 Fed209 KOJAIR TECHOY

Газовый хроматограф « Хроматэк Кристалл 5000»

Криотермокамера Linkam THMSG-600 на базе микроскопа Olympus BX-53 с цифровой камерой Olympus EP50

# АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИ

# МОЛОДЁЖЬ ГИ

Сотрудников в возрасте до 39 лет – 50

Выпускников базовой кафедры – 29

К.г.-м.н. до 39 лет – 5

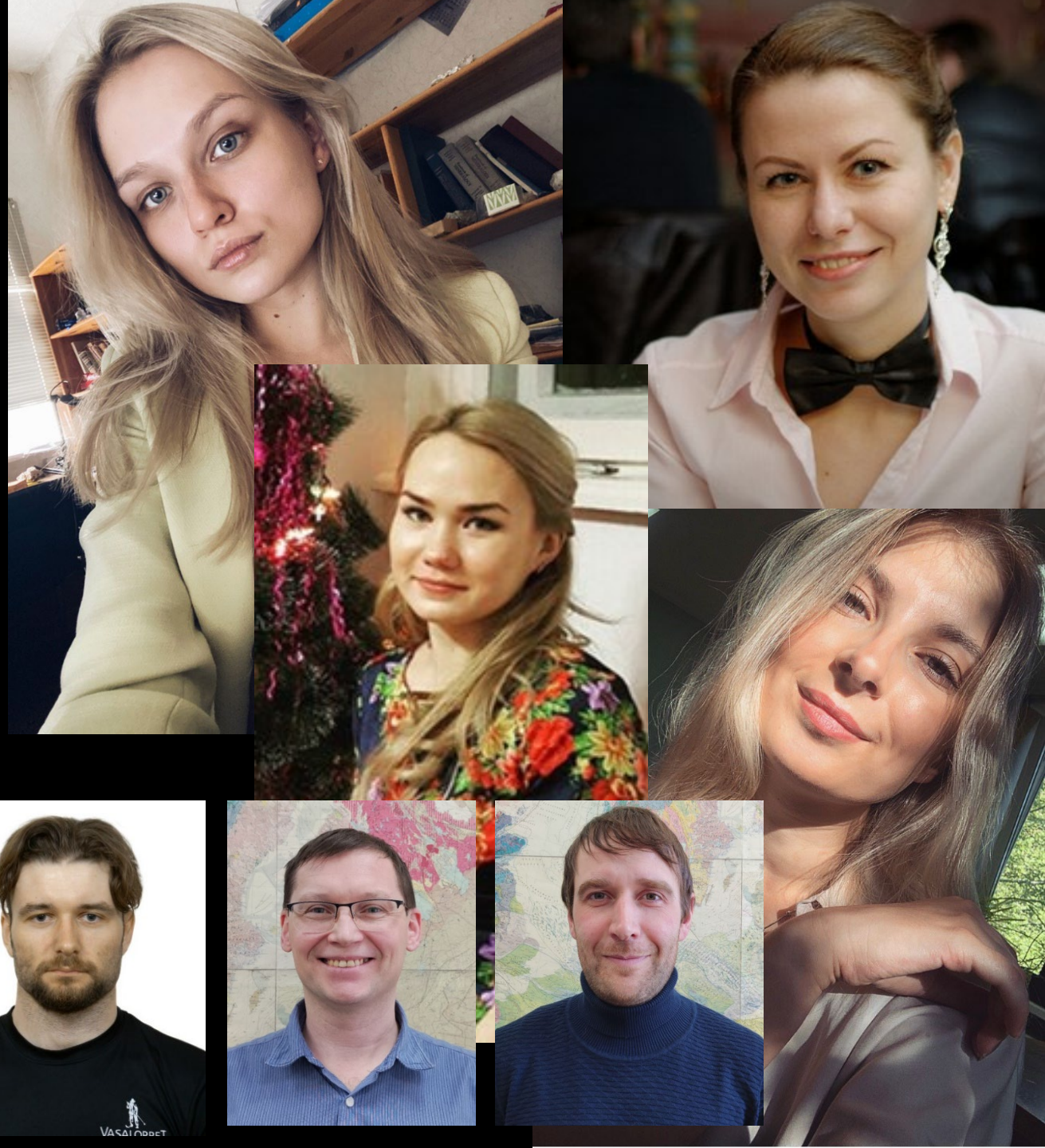
Гранты и награды

2 молодёжных гранта РНФ

2 региональных молодёжных гранта

3 стипендиата Губернатора Мурманской области

Средний возраст дирекции 47 (39)



# Благодарю за внимание!