

## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ**

*А.К. Корсаков, А.Д. Межеловский*

### Лекция 9

Этапы проведения геологосъемочных работ

Камеральные работы

# Камеральные работы

Камеральные работы проводятся:

- во время полевого этапа;
- между полевыми сезонами;
- по окончании всех полевых сезонов.

Камеральной обработке подлежат все материалы, имеющиеся на момент ее проведения.

# Содержание полевых камеральных работ

Содержание полевых камеральных работ определяется необходимостью постоянного обобщения и увязки вновь получаемых данных со всем комплексом сведений, собранных на этапе подготовительных работ и реализованных в виде комплекта предварительных карт и схем. По периодичности, целям и задачам камеральные работы полевого этапа геолого-съёмочных работ можно разделить на:

- ежедневные;
- периодические;
- завершающие полевой сезон;
- межсезонные.

# Ежедневные камеральные работы

Ежедневные камеральные работы проводятся в день геологического маршрута и заключаются в оформлении: записей в полевых дневниках, полевых маршрутных карт, собранного каменного материала (образцов, проб).



# Периодические камеральные работы

Периодические камеральные работы проводятся с интервалом в 7-10 дней. В случае неблагоприятных погодных условий они устраиваются в дождливые дни, не пригодные для маршрутов. Данный вид камеральных работ направлен на систематизацию, обобщение и увязку между собой геологических данных, полученных в межкамеральный период. Это построение сводных разрезов и схем, оформление полевой геологической документации, обработка коллекций каменного материала, дополнительное дешифрирование МАКС, предварительная геологическая интерпретация геофизических данных и т.д.

# Периодические камеральные работы



# Завершающие камеральные работы

Камеральные работы, завершающие полевой сезон, направлены на предварительное обобщение и анализ полученных геологических, геохимических, геофизических и др. данных. Они начинаются за 10-15 дней до завершения полевого сезона и призваны выявить пробелы в собранной за полевой сезон информации и оперативно их устранить до отъезда с места проведения работ.



# Полевая камеральная обработка включает:

- Дополнительное дешифрирование и интерпретацию МАКС, геофизических и геохимических материалов с учетом новой информации.
- Обработку, уточнение и увязку полевых наблюдений по всем методам, анализ наблюдений и формулировку выводов по группам маршрутов, профилей скважин и др., обработку материалов фотодокументации геологических объектов и зарисовок.
- Составление карт, схем, планов и других графических материалов по изученным опорным и детализационным участкам, опорным разрезам, профилям буровых скважин и горных выработок, профилям геофизических и геохимических работ.
- Изучение, обработку и сокращение рабочих коллекций образцов, сборов органических остатков и т. п.
- Подготовку проб и их анализ в полевых лабораториях, составление и пополнение ведомостей и каталогов опробования и других форм первичной документации каменного материала.

# Портативный рентгенофлуоресцентный анализатор



- Позволяет выполнять быстрый элементный анализ материалов непосредственно на месте геохимических исследований.

РФА-анализаторы обеспечивают эффективность и гибкость в ходе ГСР:

- Поисково-оценочные работы
- Контроль качества руд
- Экологический мониторинг



# Полевая камеральная обработка включает:

- Обработку и интерпретацию полученных из лабораторий результатов анализов шлиховых, экологических и других видов проб и составление соответствующих форм документации.
- Пополнение, уточнение и/или пересмотр карт и схем, составленных на этапе подготовительных работ, а также составление полевых вариантов дополнительных карт, предусмотренных проектом или необходимых для понимания геологического строения.
- Пополнение компьютерных баз данных (при существовании такой возможности в полевых условиях).
- Обсуждение результатов работ и корректировка ранее намеченных и формулирование новых задач ГСР с соответствующим уточнением целей, методики и последовательности изучения опорных участков, геофизических и геохимических профилей, профилей и групп буровых скважин и т. п.
- Разработку практических рекомендаций для вышестоящих органов управления для принятия мер по их реализации. В большинстве случаев это рекомендации по более детальному изучению перспектив в отношении полезных ископаемых, что может потребовать или организации специальных поисковых работ или изменения геологического задания партии с корректировкой ее ассигнований и других ресурсов.

# Межсезонные и окончательные камеральные работы

Камеральная обработка материалов представляет собой промежуточный этап ГСР между полевыми сезонами и заключительный по окончании полевых работ. Различия промежуточной (между полевыми сезонами) и окончательной обработки определяются лишь различным количеством обрабатываемой информации. В связи с этим их содержание и организация характеризуются совместно.

При составлении Госгеолкарты-200 без полевых работ камеральная обработка составляет основное содержание ГСР.

# Содержание камеральной обработки

Камеральная обработка в общем случае включает большой перечень работ:

- Дополнительное изучение ранее имевшихся и всех новых рукописных и опубликованных материалов по району работ и по всему региону.
- Дополнительное дешифрирование и интерпретация МАКС с учетом всех новых материалов.
- Обработка и интерпретация геохимических материалов с учетом новых данных и результатов других методов, пополнение и окончательное формирование базы данных по району.
- Дополнительная обработка и интерпретация геофизических материалов по всей площади и по отдельным участкам геофизических работ с учетом новых геологических данных, построение или уточнение геолого-геофизических разрезов, схем глубинного строения, геофизических критериев прогноза полезных ископаемых, геофизических характеристик и признаков различных эколого-геологических обстановок и т.п. в соответствии со спецификой задач изучения района.



# Содержание камеральной обработки

## Геологическое строение:

- Макроскопическое и микроскопическое изучение горных пород, корректировка полевых определений и составление сводных описаний пород по каждой единице картографирования (выделенному на карте стратиграфическому подразделению, подразделению магматических и метаморфических пород и т. п.).
- Определение или уточнение возраста и формационной принадлежности единиц картографирования, их геохимической и минерогенической специализации и особенностей, указывающих на потенциальную продуктивность в отношении полезных ископаемых и/или опасность как источников природного загрязнения окружающей среды.
- Изучение процессов магматизма, регионального, контактового и дислокационного метаморфизма, гидротермально-метасоматического изменения пород, образования кор выветривания и связи с ними полезных ископаемых и современных геологических опасностей.
- Тектонические и структурные исследования, выделение парагенезисов структур различного порядка и выяснение их последовательности и закономерностей размещения в пространстве, а также связи с ними полезных ископаемых.

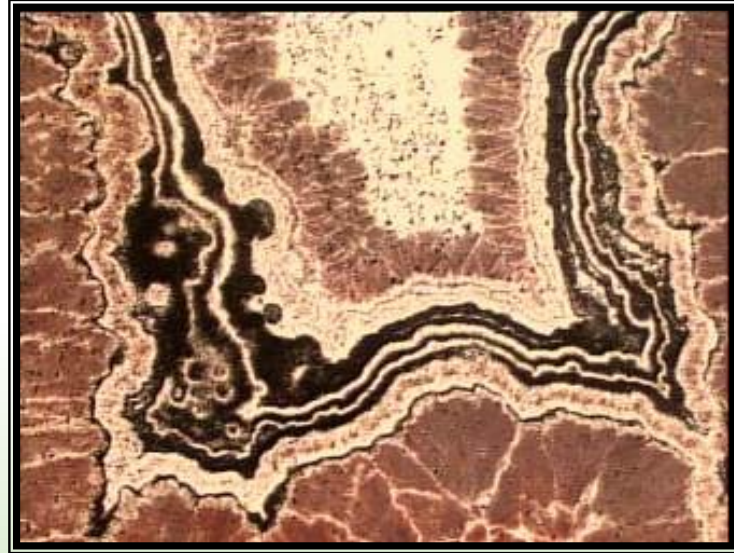
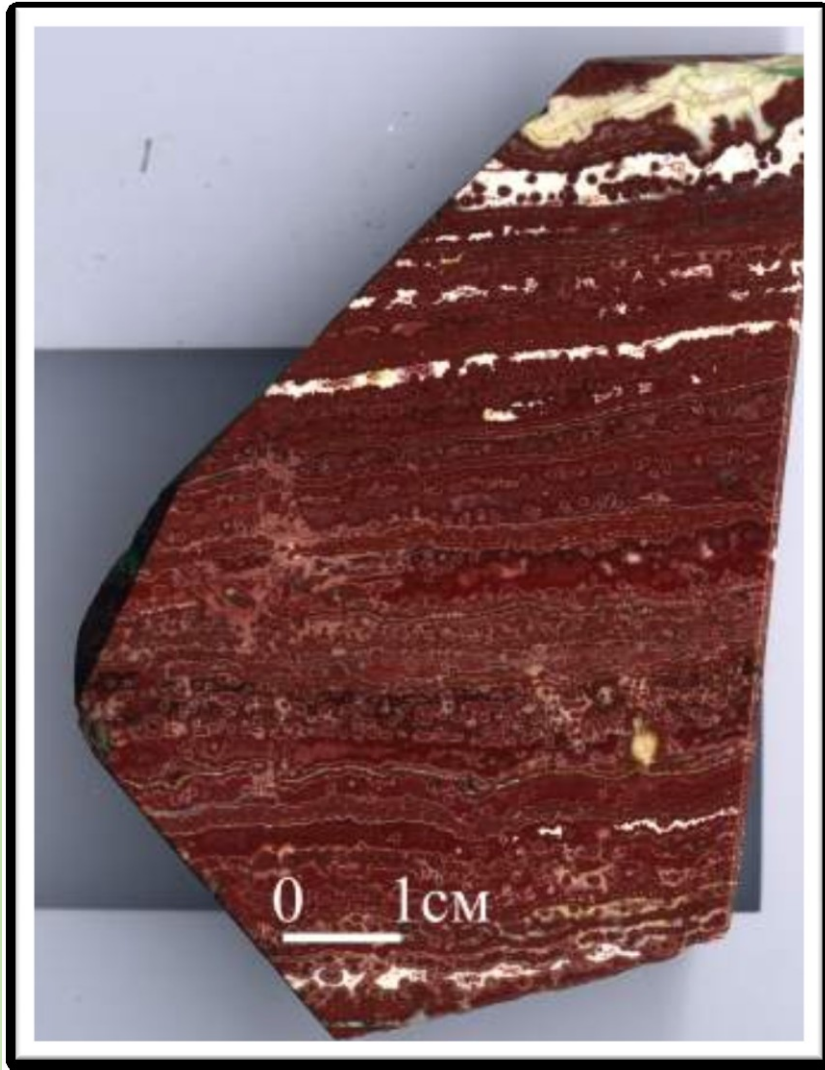
# Лабораторные методы исследования минералов



**Оптический поляризационный  
микроскоп проходящего света**

# Лабораторные методы исследования минералов

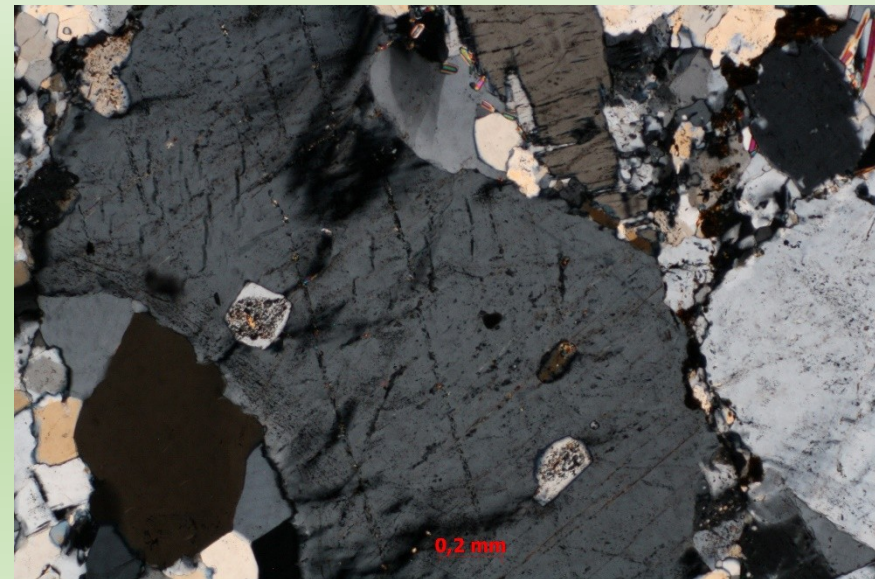
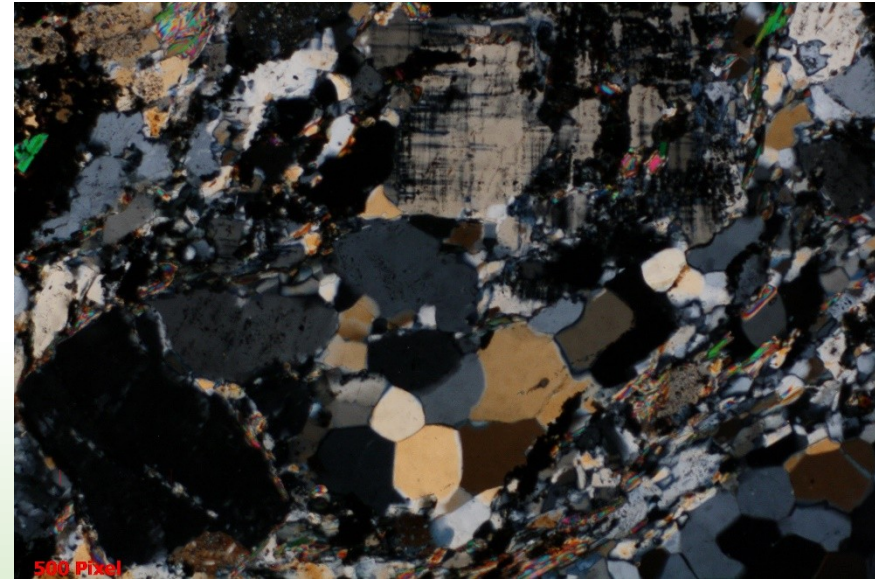
## Осадочные породы





# Лабораторные методы исследования минералов

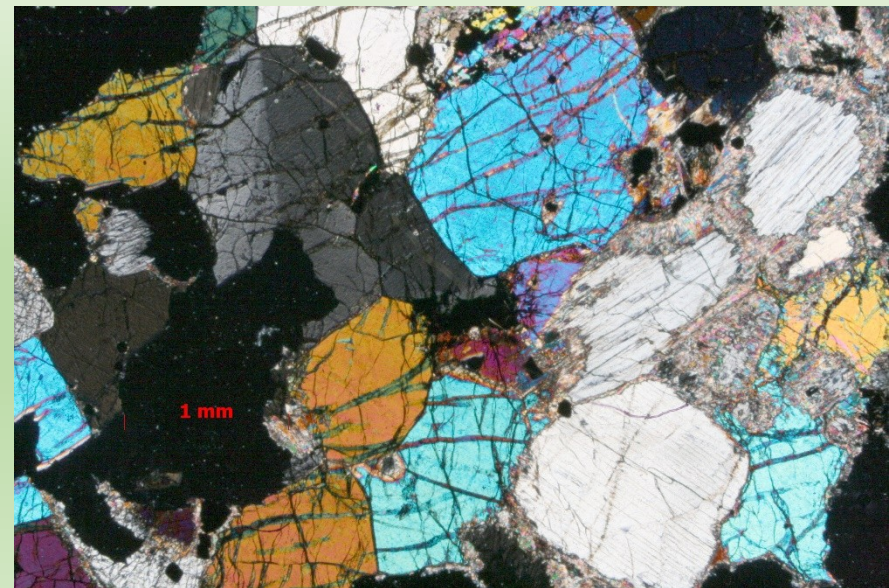
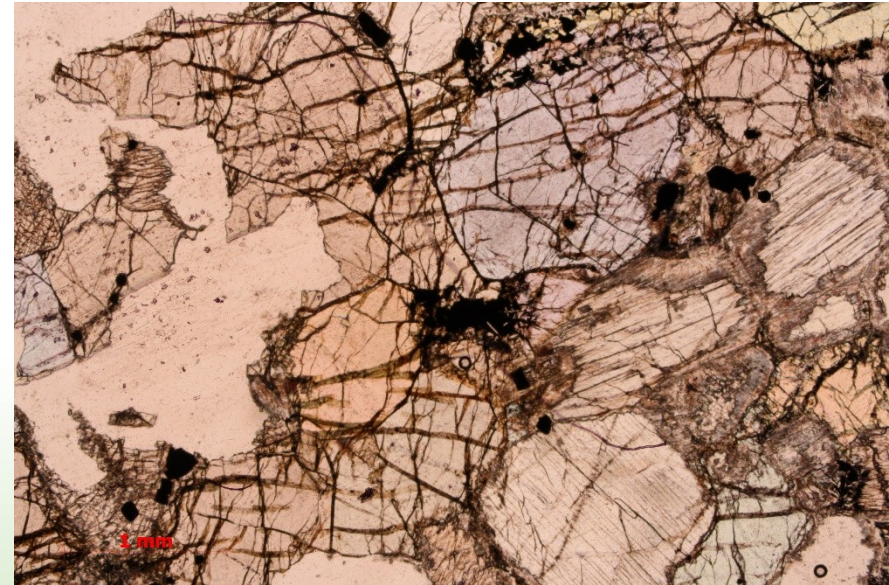
## Интрузивные породы





# Лабораторные методы исследования минералов

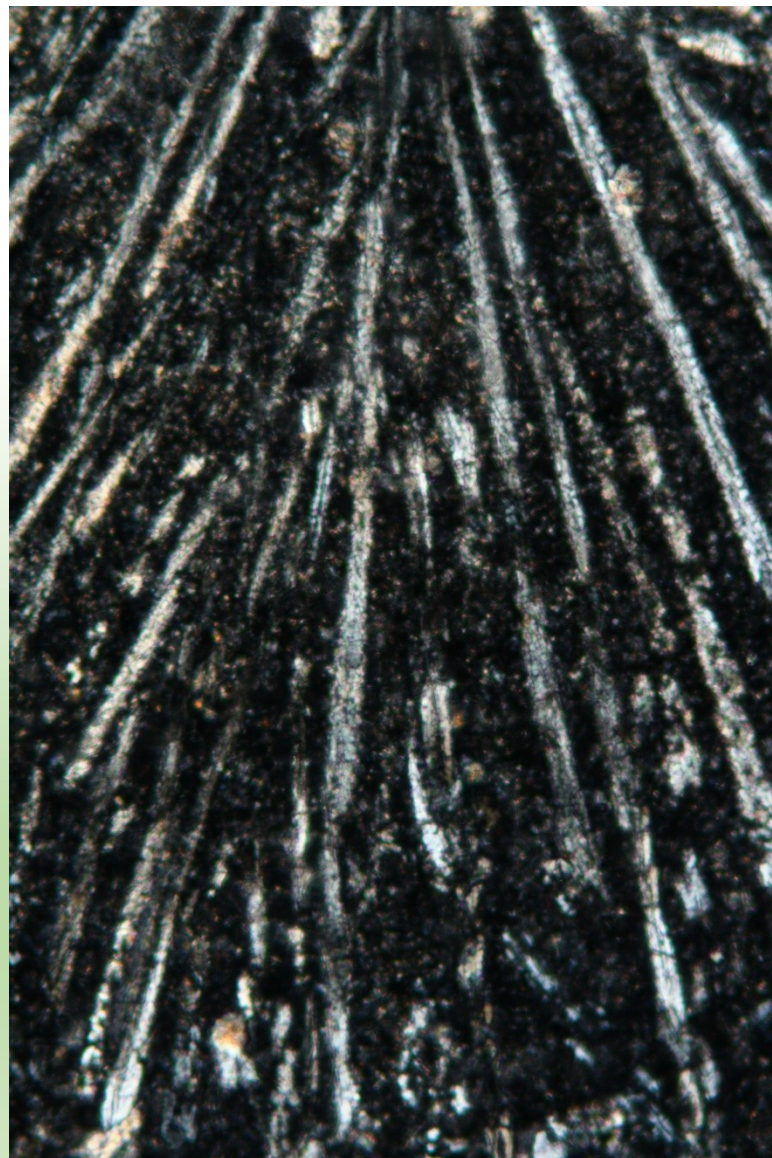
## Интрузивные породы





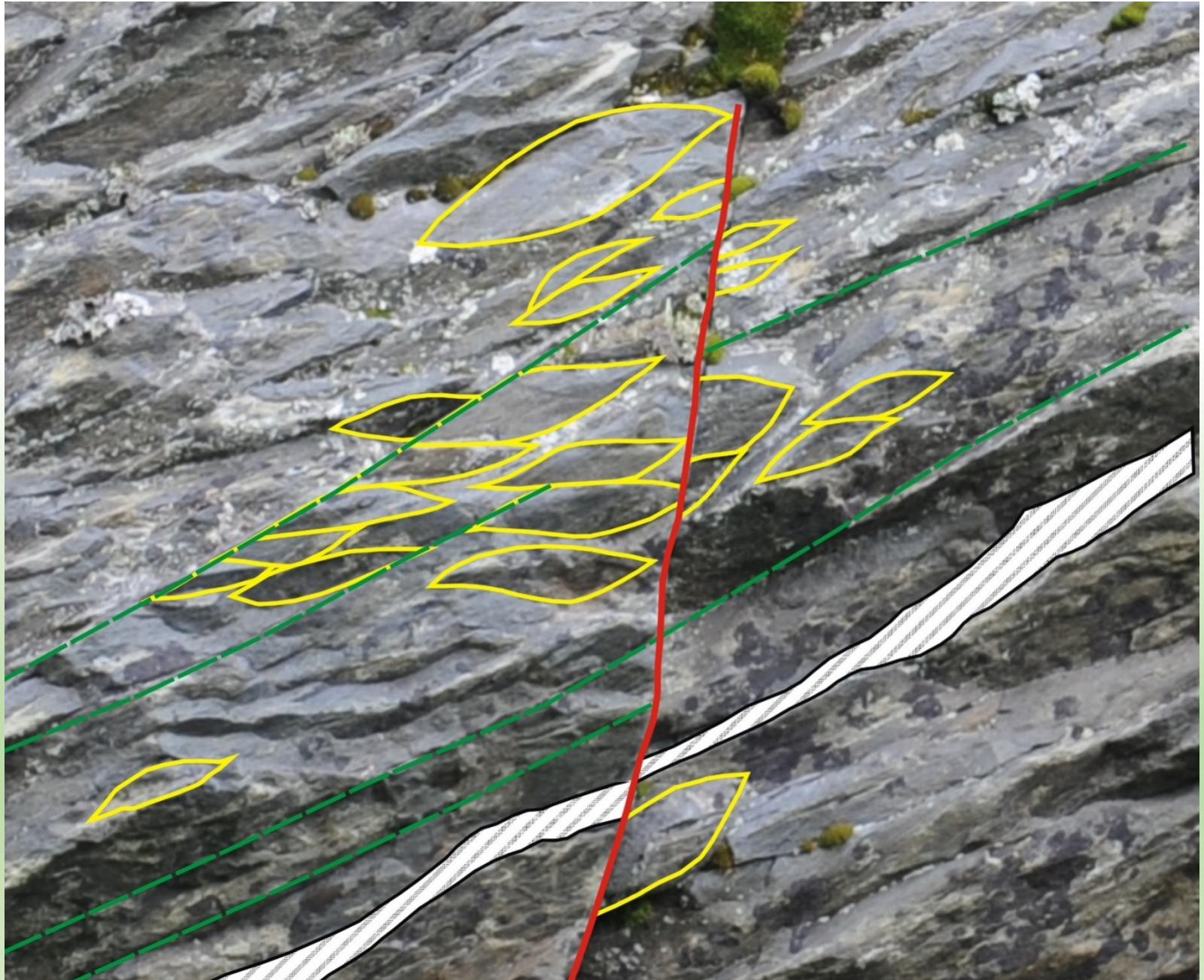
# Лабораторные методы исследования минералов

## Вулканические породы



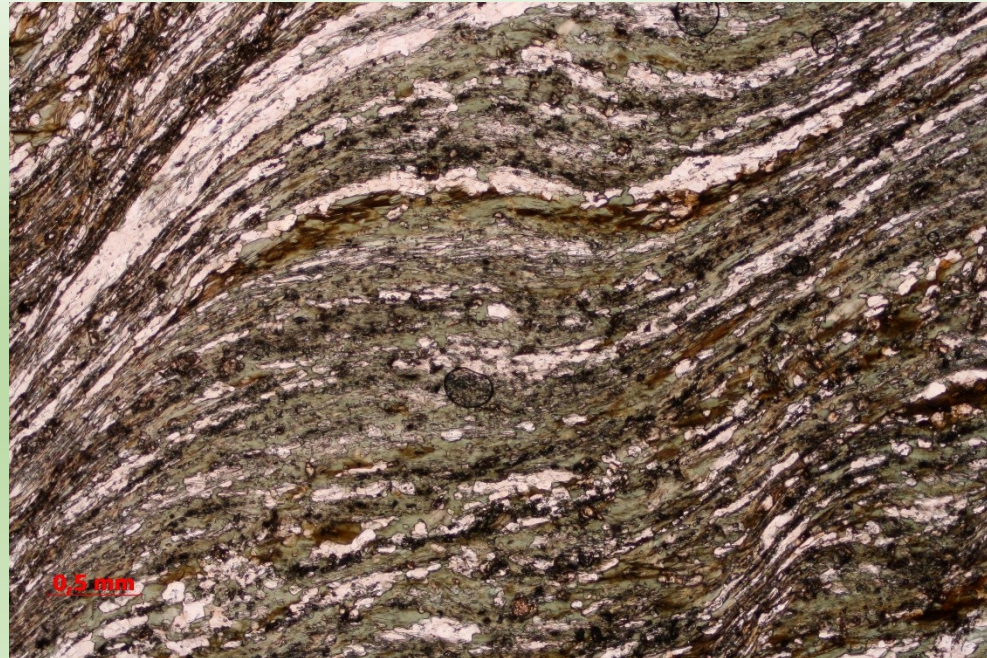
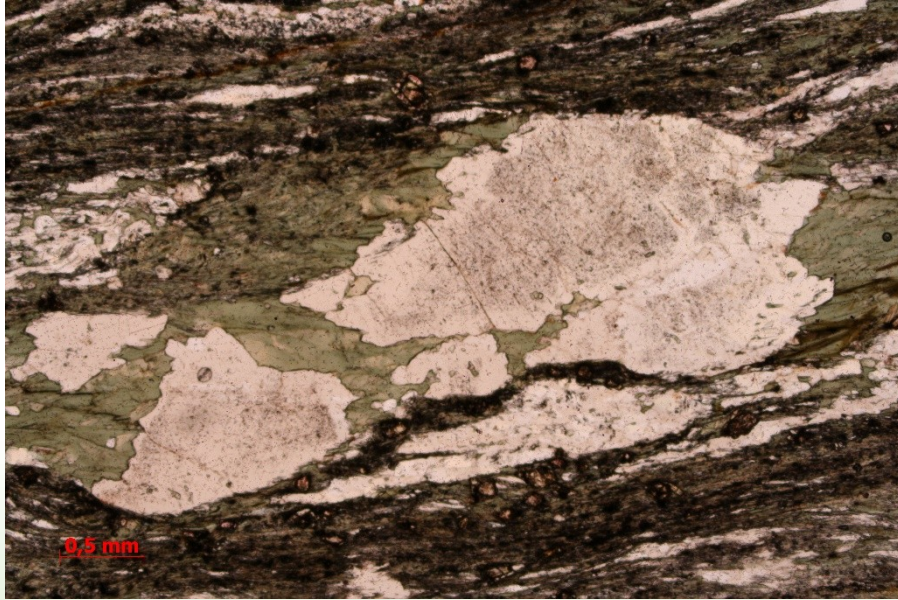


# S- структуры сдвиговых деформаций





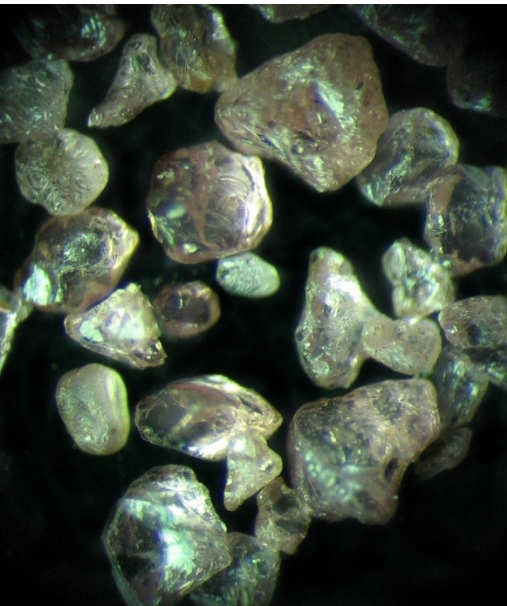
# Признаки деформаций на микроуровне



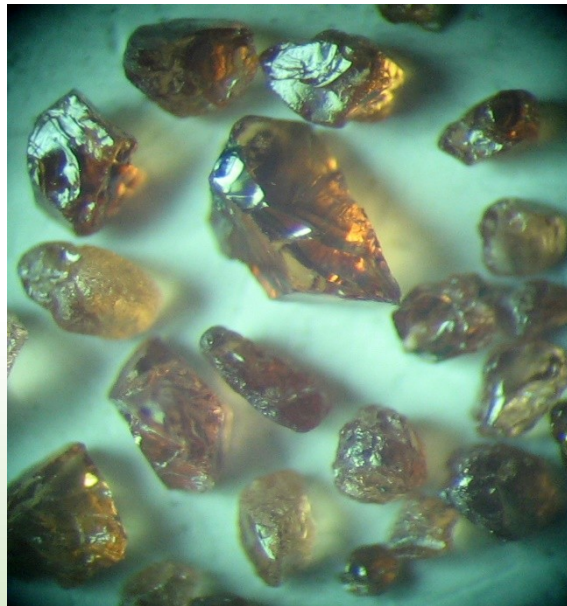


# Определение минералов в шлихах

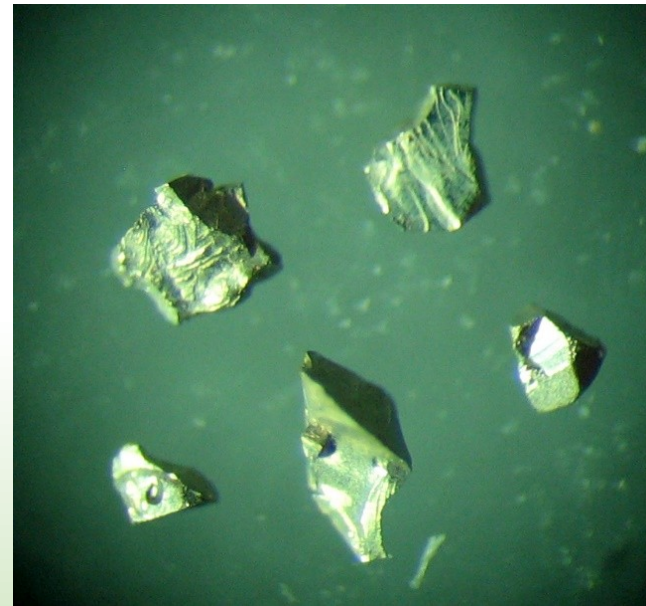
Гранат



Гранат



Пирит



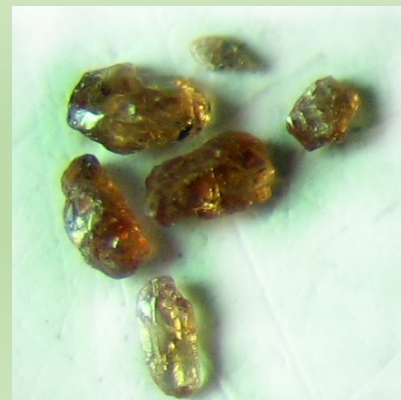
Циркон



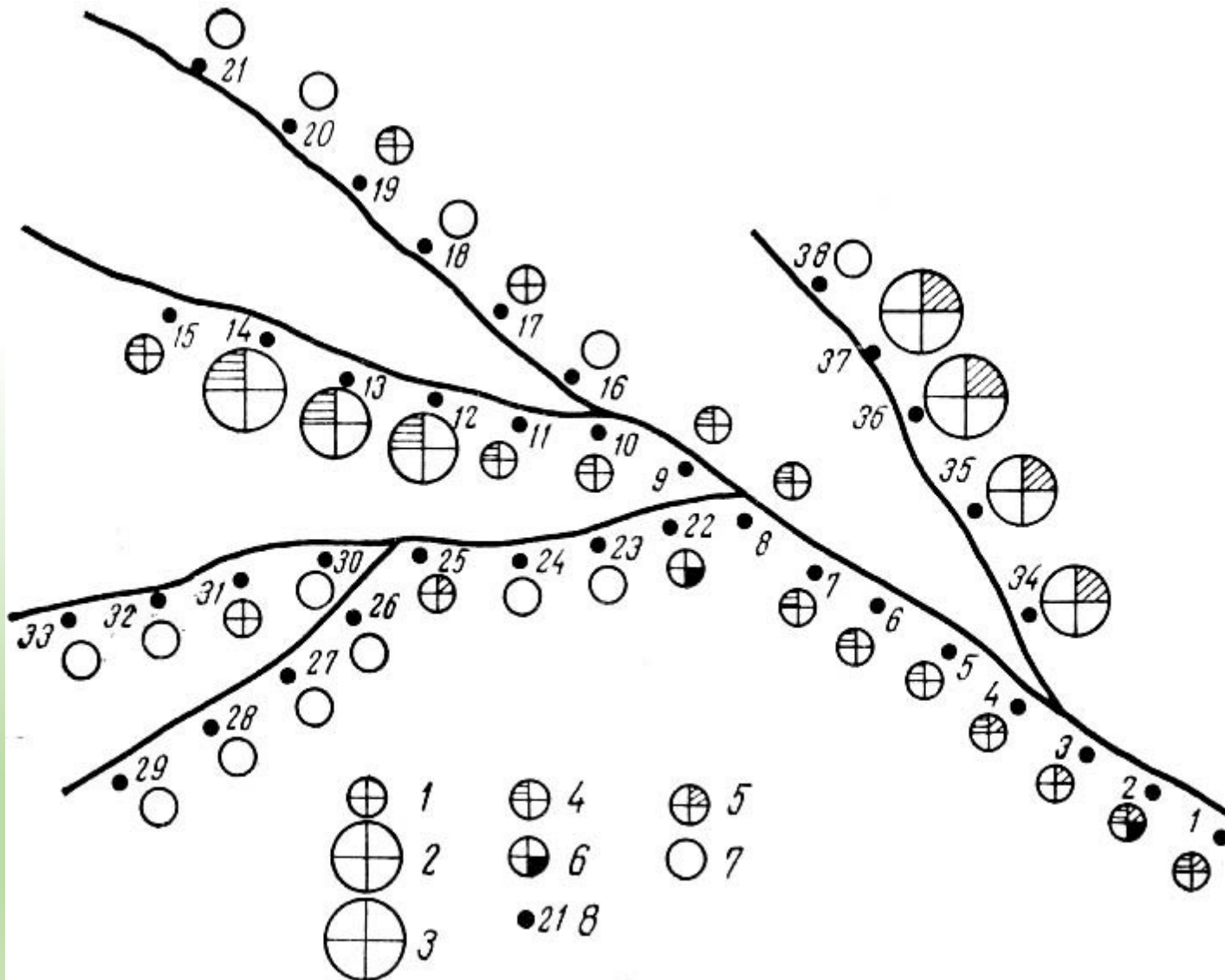
Кианит



Шпинель



# Карта шлихового опробования

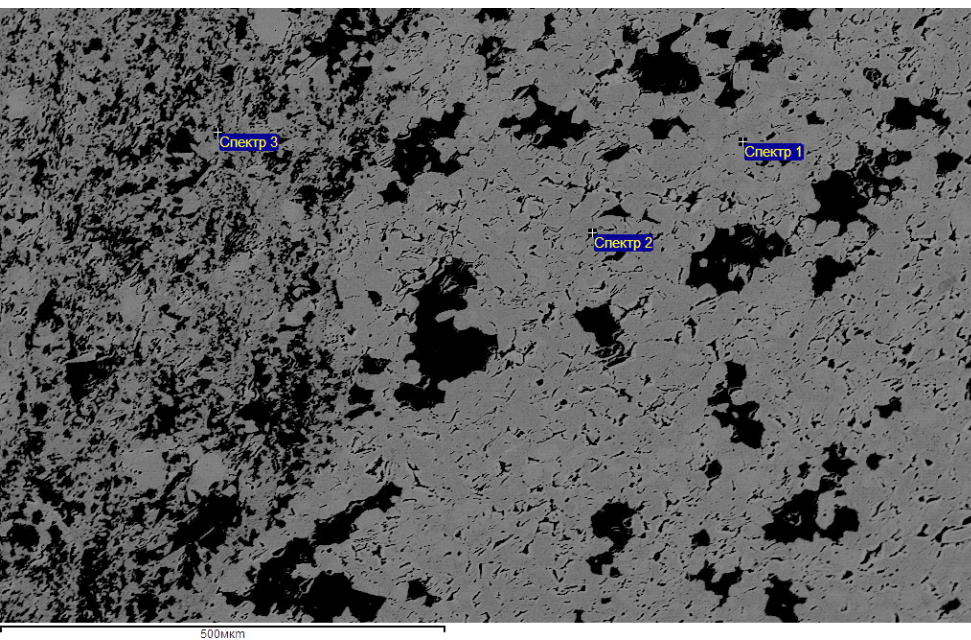




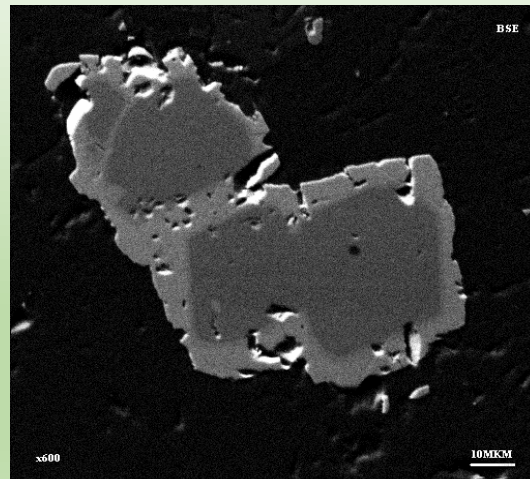
**Высокоточный количественный, полуколичественный и оперативный  
качественный анализ элементов от Na до U**



**Микроанализатор Cameca SX100**



Растровое изображение отраженных электронов (BSE) предназначено для получения изображения с информацией о вариациях состава на основе контраста по среднему атомному номеру



Все результаты в соединениях %

Спектр	Al	Si	Ca	Ti	Fe	Ce	Итого
Спектр 1	21,61	34,99	19,27		10,42	2,92	89,21
Спектр 2	27,45	38,22	23,75		6,93		96,33
Спектр 3	24,06	38,28	23,69	0,89	9,32		96,24



# Рентгенофлуоресцентный анализ элементного состава



Спектрометр VRA-30



Спектрометр CPM-18



Спектрометр CPM-25

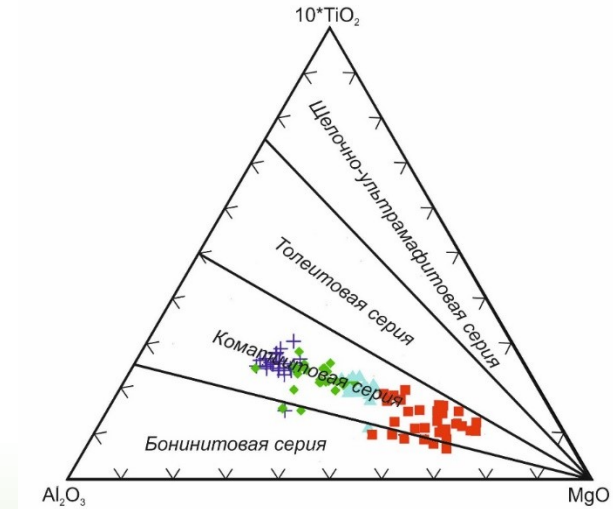


Камера спектрометра EDX-900HS с образцом

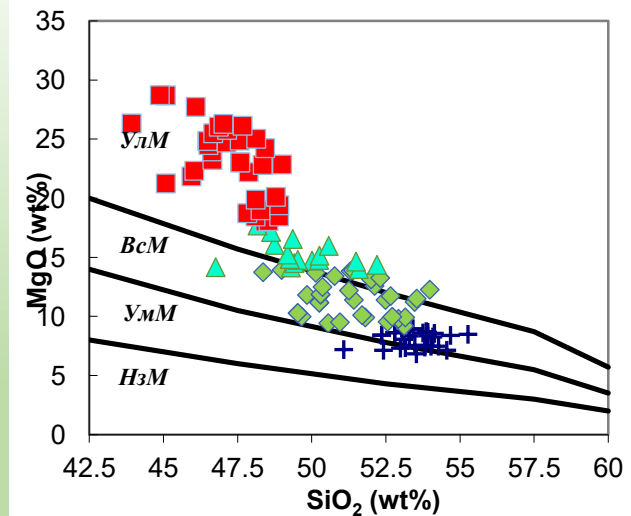
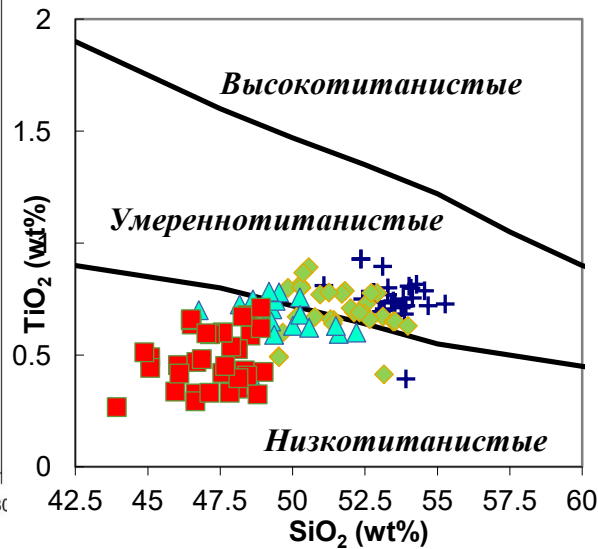
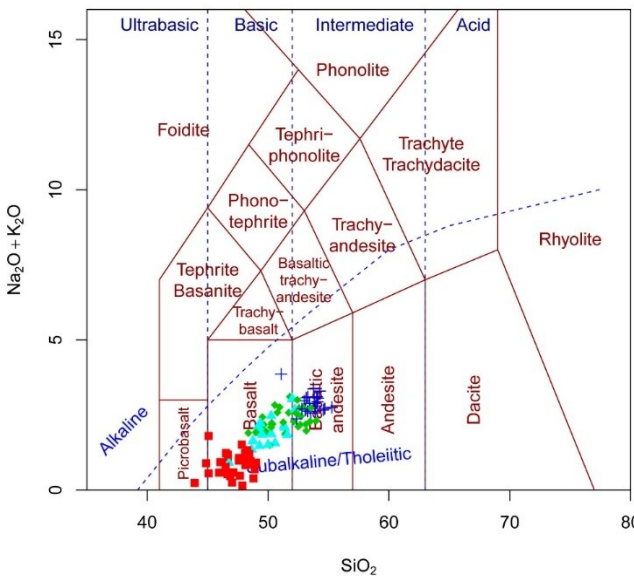
**Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА)** — один из современных спектрометрических методов исследования вещества с целью получения его элементного состава. С помощью него могут быть определены элементы от Be до U.

# ПРИМЕР РЕЗУЛЬТАТОВ СИЛИКАТНОГО АНАЛИЗА

№	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	54,14	0,75	14,44	8,63	0,18	8,56	10,15	2,54	0,52	0,08
11	51,80	0,79	12,89	11,02	0,22	9,91	10,18	2,99	0,11	0,08
12	49,30	0,70	11,23	11,58	0,23	14,14	11,27	1,33	0,14	0,07
15	54,56	0,79	14,30	9,16	0,19	7,13	11,13	2,31	0,36	0,08
19	52,72	0,78	13,15	9,80	0,18	9,97	10,87	2,03	0,42	0,09
23	52,49	0,68	12,52	10,23	0,20	11,38	10,31	1,71	0,40	0,08



TAS (Le Bas et al. 1986)

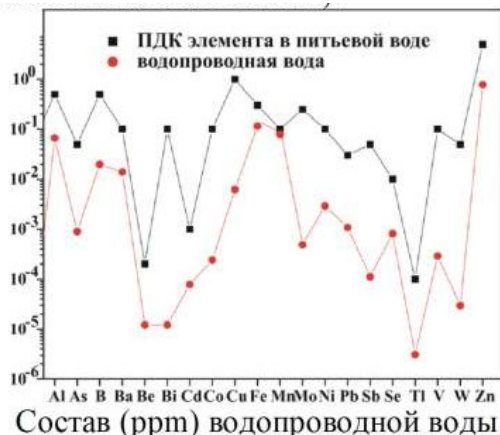


# Масс-спектрометрический анализ элементов и их изотопного состава

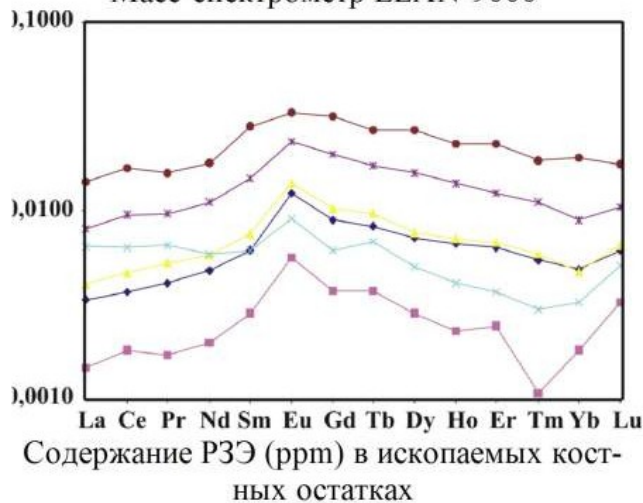
Высокоточное определение следовых содержаний элементов в жидких и твердофазных пробах



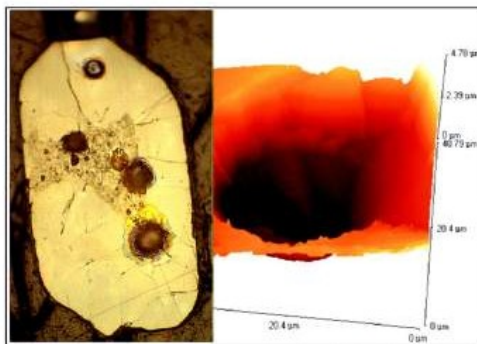
Масс-спектрометр ELAN-9000



Состав (ppm) водопроводной воды



Содержание РЗЭ (ppm) в ископаемых костных остатках



Микрозерно циркона после лазерной абляции (данные АСМ)

Масс-спектрометр с индуктивно связанной (аргоновой) плазмой – предназначен для проведения сверхточного анализа ряда элементов, в том числе редких и редкоземельных элементов. Является универсальным методом анализа элементного и изотопного состава вещества.



# Определение возраста горных пород

**ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ** - изучение остатков животных организмов (фауны) и растений (флоры) в горных породах. По данным палеонтологии установлена определенная последовательность и необратимость в развитии жизни на земле (эволюция).



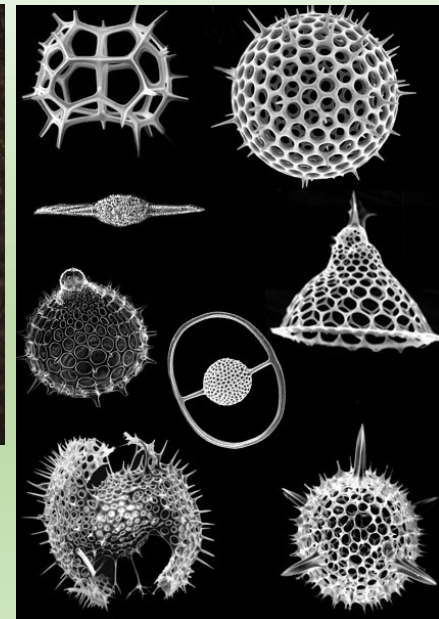


Микропалеонтологические методы - используются при исследовании остатков ископаемых микроорганизмов (фораминифер, радиолярий, остракод, одноклеточных водорослей, акритархов и др.), а также мелкие части более крупных (спикулы губок, иглы и пластинки морских ежей, членики морских лилий, конодонты, споры, пыльца, семена и плоды растений и др.).



<http://www.ammonit.ru>

<http://olnud.livejournal.com>





# ПОЯВЛЕНИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Появление первых организмов – ПРОКАРИОТОВ (бактерий)

**3,85 млрд лет**

Графит биогенного происхождения  
Начало бактериальной деятельности (железистая формация ЮЗ Гренландии)

**3,8 млрд лет**

Массовое распространение железоокисляющих анаэробных бактерий

**3,7 млрд лет**

Древнейшее проявление бактериальных строматолитов

Э О А Р Х Е Й

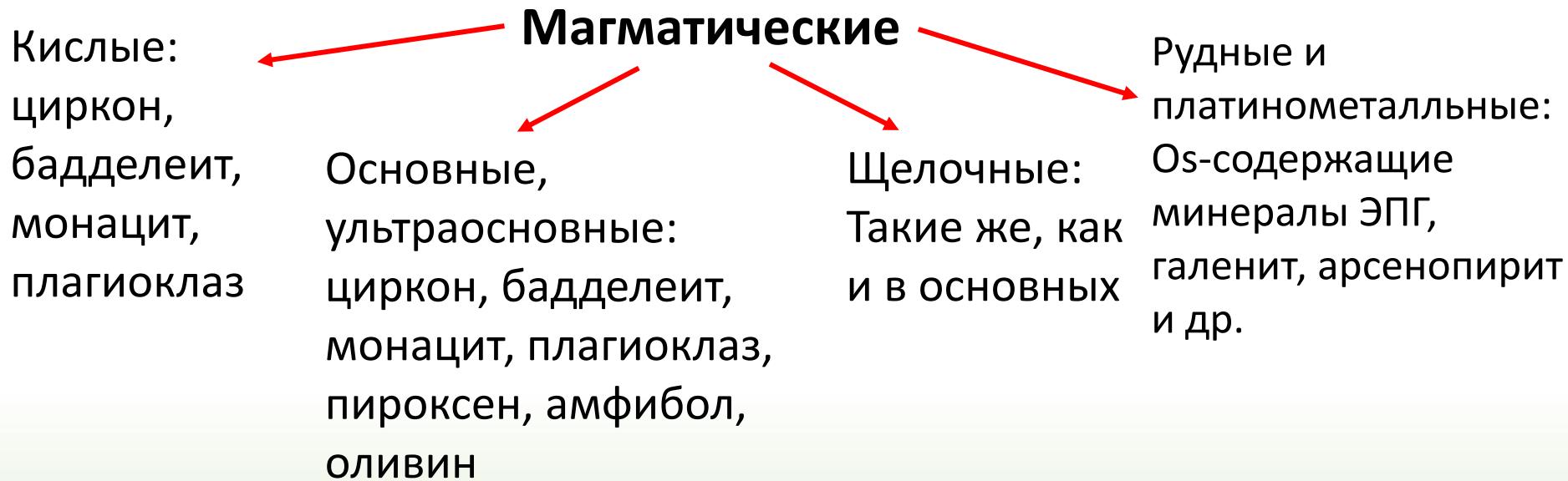


Появление континентов

Первые хемогенные осадочные породы, включая железистые кварциты

Формирование ядер континентов

# МИНЕРАЛЫ ГЕОХРОНОМЕТРЫ ДЛЯ ПОРОД РАЗНОГО СОСТАВА



## Метаморфические и метасоматические

Высокотемпературные:  
циркон, бадделеит, монацит

Гидротермальные:  
слюды, галенит, арсенопирит,  
сфен, уранинит и др.

## Осадочные

Карбонаты, слюды из цемента песчаников, циркон из терригенной составляющей



# Изотопные методы определения возраста горных пород

***Рубидий-стронциевый ( $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ )*** – используется для датирования магматических и метаморфических пород кислого и среднего состава.

***Калий-аргоновый ( $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ )*** – метод используется для широкого спектра калийсодержащих минералов, в частности слюд, полевых шпатов, амфиболов и для всей шкалы геологического времени. Для докембрийских метаморфических пород результаты будут соответствовать возрасту регрессивной стадии метаморфизма. Потеря аргона при метаморфизме приводит к заниженным значениям возраста пород. Для минералов с низкими содержаниями калия (плагиоклазы, пироксены) отмечается избыточное содержание аргона, захваченного из окружающей среды или при замещении минералов, что приводит к завышению возраста.

***Радиоуглеродный метод*** – применяется для определения возраста молодых пород. Это связано с коротким периодом полураспада углерода 5730 лет.

# Изотопные методы определения возраста горных пород

**Самарий-неодимовый**  $^{147}\text{Sm}/^{143}\text{Nd}$  – основан на радиоактивном распаде Sm, который содержится в силикатных, фосфатных и карбонатных минералах. В силу большого периода полураспада Sm используется для древних пород основного состава. Из минусов - большая погрешность.

**Рений-осмиевый**  $^{187}\text{Re}/^{188}\text{Os}$  – активно используется в сочетании с U-Pb, Rb-Sr, Sm-Nd методами для изучения процессов дифференциации в мантии и эволюции земной коры. В связи с высокими концентрациями радиогенного Re и Os в рудных минералах (молибденит, халькопирит, и большинства ассоциаций сульфидных медно-никелевых и гидротермальных месторождений порфирирового типа) с его помощью успешно производится определение возраста оруденения. Особенностью метода является отсутствие возможности применения окисленных горных пород и минералов для анализа. Это связано с тем, что Re изоморфно входит в состав сульфидов в состоянии низшей валентности, а при окислении легко переходит в  $\text{ReO}_4$  и становится легколетучим компонентом.

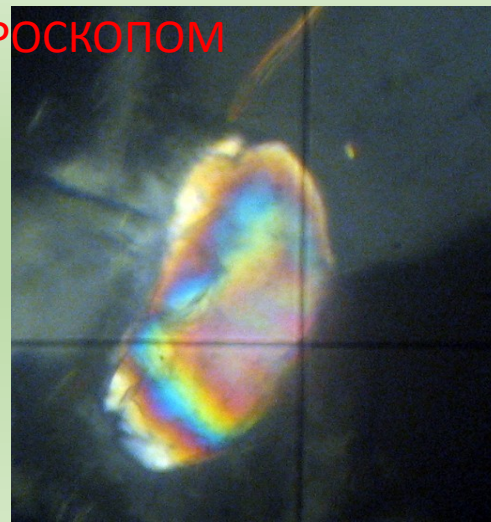
Изотопные методы определение возраста горных пород

**Уран-свинцовый метод** – успешно применяется для определения возраста магматических пород. Для определения этим методом используют устойчивый минерал - циркон. В цирконе U-Pb «память» фиксирует время образования кристалла. Прибор, фиксирующий отношения разных изотопов свинца и урана, масс-спектрометр SHRIMP.

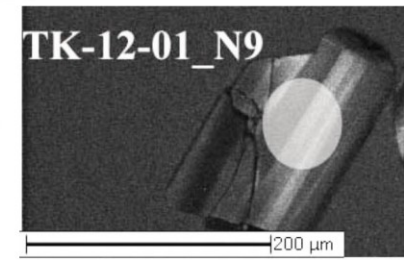
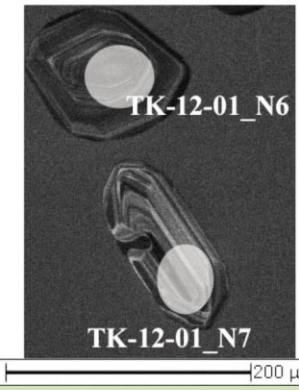
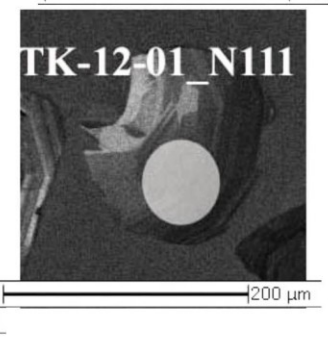
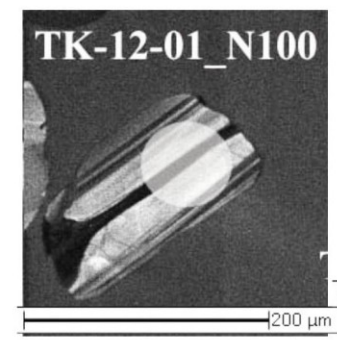
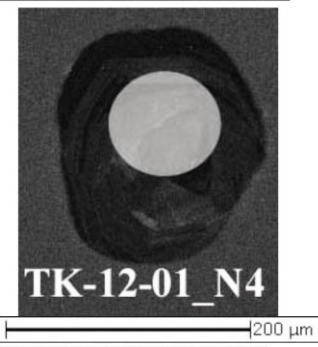
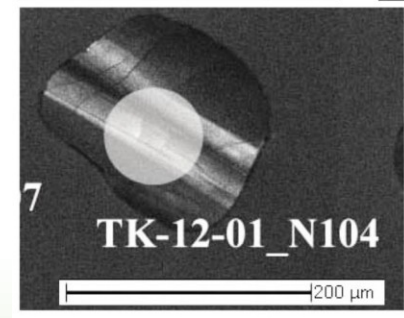
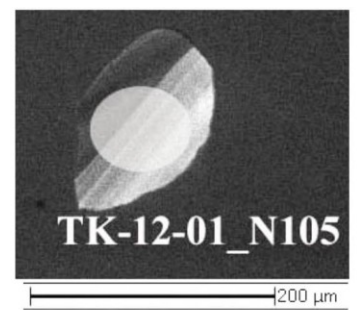
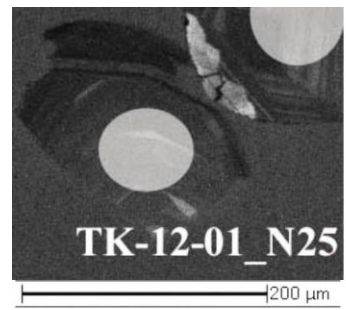


Лаборатория  
ВСЕГЕИ  
им. Карпинского  
(Санкт-Петербург)





Ц  
И  
Р  
К  
О  
Н





# Содержание камеральной обработки

## Полезные ископаемые:

- Выделение факторов образования и локализации полезных ископаемых и оценка их значимости как критериев прогноза полезных ископаемых.
- Минерагеническое районирование территории, составление схем, карт, разрезов и других картографических материалов.
- Прогноз полезных ископаемых с выделением потенциально перспективных площадей и участков, особенно в отношении новых видов минерального сырья и новых типов месторождений.

# Содержание камеральной обработки

## Полезные ископаемые:

- Морфометрический и геоморфологический анализ рельефа, изучение размещения и характеристик неотектонических структур различных порядков (в том числе сейсмоопасных разрывов), связи с ними полезных ископаемых и развития экзо- и эндодинамических процессов (особенно представляющих геологические опасности).
- Выявление и изучение астроблем, структур центрального типа и других структур подобного рода и их влияния на распределение полезных ископаемых и геологических опасностей.
- Историко-геологические исследования (палеогеографический, литологофациальный, палеотектонический, палеогеодинамический анализы и др.) по важнейшим эпохам геологического развития района, и в первую очередь, по эпохам формирования месторождений полезных ископаемых; составление соответствующих схем, планов, карт, разрезов и других необходимых графических материалов.
- Пополнение по вновь собранным материалам карт распространения поисковых признаков полезных ископаемых с выделением полей распространения поисковых признаков по различным методам поисков и на различные полезные ископаемые.

# Содержание камеральной обработки

## Полезные ископаемые:

- Интерпретацию геофизических полей с точки зрения выявления геофизических критериев рудоносности и/или потенциально продуктивных структур (выделение и картографирование геофизических критериев и признаков полезных ископаемых).
- Специализированная обработка и интерпретация МАКС с целью выделения потенциально продуктивных геологических тел, структур и полей распространения изменений и других образований, перспективных на обнаружение полезных ископаемых с учетом данных проведенных работ.
- Выяснение связей между месторождениями, поисковыми признаками и прогнозными критериями в условиях района, анализ закономерностей размещения месторождений, построение прогнозно-поисковых моделей (при наличии материалов глубинных и объемных) известных и прогнозируемых рудных районов, узлов и полей, нефтегазоносных структур, продуктивных бассейнов и других продуктивных структурно-вещественных комплексов.
- Окончательное составление карты месторождений и проявлений полезных ископаемых по всем имеющимся и вновь полученным материалам.



# Содержание камеральной обработки

## Эколого-геологические исследования:

- Картографирование природных и техногенных комплексов ландшафтных элементов.
- Картографирование полей, зон и участков природноповышенного содержания вредных веществ по группам (тяжелые металлы, углеводороды, радионуклиды) и, если это определено геологическим заданием или необходимо для выяснения эколого-геологической обстановки района, с разделением на подгруппы.
- Картографирование полей, зон и участков развития современных и ископаемых экзодинамических и эндогенных процессов, опасных для деятельности и обитания человека (в том числе желательное выделение зон прогнозируемого затопления, морских и озерных регрессий).
- Характеристика и картографирование результатов техногенного нарушения геологической среды.

# Содержание камеральной обработки

## Эколого-геологические исследования:

- Оценка степени защищенности подземных вод от заражения с картографированием распространения заражения в каждом водоносном горизонте по исследованиям предшественников или одновременно проводимым гидрогеологическим работам.
- Картографирование распределения районов различной степени устойчивости к антропогенным воздействиям.
- Анализ динамики развития эколого-геологической обстановки.
- Разработка рекомендаций по дальнейшему изучению эколого-геологической обстановки.

# Содержание камеральной обработки

## Оформление материалов:

- Пополнение и окончательное оформление всех локальных баз данных по каждому листу масштаба 1 : 200 000 или по всей площади при выполнении работ вне рамок целостных листов (ГГК, АФГК и иногда другие виды ГСР-200).
- Составление и оформление комплекта Госгеолкарты-200 и объяснительной записки к нему или составление и оформление отчета по ГСР-200.
- Разработка рекомендаций для дальнейших геологосъемочных и, если возможно, геологоразведочных работ.



# Содержание камеральной обработки

## Защита материалов:

- Подготовка первичных материалов и передача их на хранение в архив (первичная документация по всем видам работ и исследований), музей (коллекции образцов, шлифов и пр.) или другие хранилища (дубликаты проб, керн скважин и др.).
- Защита всех отчетных материалов по ГСР-200 на НТС региональной геологической организации (геологические комитеты и др.) и сдача их в фонды (для ГСР-200, заканчивающихся отчетом) или после рассмотрения на НТС региональной организации передача для утверждения к печати НРС Министерства природных ресурсов и передача на картографическое предприятие (для работ, заканчивающихся составлением Госгеолкарты-200).

# Содержание камеральной обработки

Приведенная выше характеристика состава камеральных работ примерна. При камеральных работах по конкретному виду и району перечень может меняться.