



**ПИТКЯРАНТСКАЯ  
УЧЕБНАЯ  
МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ  
ПРАКТИКА**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Геологический факультет

**И.В. Пеков, Е.А. Влаев, Е.И. Герасимова**

**ИИТКЯРАНТСКАЯ  
УЧЕБНАЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**

Учебно-методическое пособие

Допущено УМС по «Геологии» УМО классических университетов  
в качестве учебного пособия для студентов специальности 011300 «Геохимия»,  
обучающихся по специализациям «Минералогия» и «Геммология»  
и проходящих учебную минералогическую практику в Карелии



---

МОСКВА – 2008

УДК 378(075.8):549  
ББК 26.31я73  
П24

*Печатается по решению Ученого Совета  
геологического факультета МГУ от 24.04.08.*

Рецензент: к.г.-м.н., доц. *И.А. Бакшеев*

**Пеков П.В., Влаев Е.А., Герасимова Е.П.**

**П24 Питкярантская учебная минералогическая практика: Учебно-методическое пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 60 е.: ил.  
ISBN 978-5-317-02373-7**

Пособие включает программу учебной минералогической практики, проводящейся кафедрой минералогии МГУ в районе г. Питкяранта (Северное Приладожье, Карелия). Рассмотрены цели, учебно-методические и учебно-научные задачи практики, порядок и условия ее проведения. Описаны объекты, посещаемые в ходе практики, приведены конкретные задания, выполняемые в маршрутах, в камеральное время и при подготовке отчета. Кратко охарактеризованы геология и особенности минералогии района (магматические и метаморфические породы, пегматиты, метасоматиты, связанные с ними полезные ископаемые), даны необходимые сведения по истории его геологического изучения и освоения рудных месторождений, приведен обширный список основной и дополнительной литературы.

Для студентов специальности «геохимия», обучающихся по специализациям «минералогия» и «геммология». Может быть использовано при проведении в районе Питкяранты любых полевых работ и экскурсий, в рамках которых затрагиваются вопросы минералогии, петрологии, геохимии и рудной геологии.

УДК 378(075.8):549  
ББК 26.31я73

**ISBN 978-5-317-02373-7**

© И.В. Пеков, Е.А. Власов, Е.И. Герасимова, 2008  
© Геологический факультет МГУ, 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Питкярантская учебная минералогическая практика проводится для студентов третьего курса (после 6-го семестра) Геологического факультета МГУ, обучающихся по специальностям «минералогия» и «геммология». По сравнению с геологическими и петрологическими практиками первого и второго курсов она является более узкоспециализированной и осуществляется под руководством преподавателей и научных сотрудников кафедры минералогии. Практика проходит на территории Республики Карелия, в окрестностях города Питкяранта в Северном Приладожье.

В 1984-1991 гг. аналогичная по задачам трех-четырёхдневная практика проводилась под руководством О.В. Кононова на целом ряде минералогически интересных объектов Европейской России и Восточной Украины, главным из которых было вольфрам-молибденовое месторождение Тырнауз в Кабардино-Балкарии. Автономность практики обеспечивалась наличием автобуса, который арендовался на автобазе МГУ. Ухудшение в начале 1990-х гг. ситуации с безопасностью во многих районах Северного Кавказа, а затем и сокращение финансирования учебного процесса заставили отказаться от этой практики.

Пришедшая ей на смену Питкярантская учебная практика была инициализирована и впервые проведена И.В. Пековым для студентов-минералогов третьего курса в июне 1993 г., а затем повторена им в сентябре того же года для студентов предыдущего курса. Идея переиоса практики в Питкяранту возникла в связи с двумя обстоятельствами. Во-первых, данный район является ближайшим к Москве, где хорошо представлено разнообразие минералогически интересных объектов эндогенного происхождения, в том числе рудных месторождений, которые расположены весьма компактно. Это позволило существенно сократить транспортные расходы при сохранении высокого уровня объективной содержательной части практики. Во-вторых, здесь уже в течение десятилетий проводится учебная минералогическая практика студентов третьего курса Санкт-Петербургского государственного университета. Первая наша поездка в Питкяранту в июле 1993 г. состоялась совместно с коллегами с кафедры минералогии СПбГУ и под их патронажем: М.Д. Евдокимов и А.А. Золотарев любезно показали посещаемые ими объекты, поделились информацией, методиками, практическим опытом.

За истекшие после этого 15 лет Питкярантская учебная минералогическая практика проводилась для студентов Геологического факультета МГУ 13 раз – ежегодно, кроме 1994, 1995 и 2002 гг., когда мы выезжали на Средний Урал. В 1996 и 1997 гг. ею руководила Т.В. Посухова, в 2006 г. – Е.А. Власов, все остальные годы – И.В. Пеков, обычно вместе с И.А. Бакшеевым. За этот период выработались собственные методические подходы, возникли определенные традиции. Регулярно привозимый разнообразный каменный материал послужил для выполнения курсовых,

дипломных и магистерских работ, что способствовало укреплению научно-образовательной базы практики.

Настоящее учебно-методическое пособие призвано помочь будущим руководителям Питкярантской минералогической практики в ее подготовке и проведении, а студентам – в получении и, главное, в систематизации базовых знаний об объекте, с которым они знакомятся.

**Благодарности.** При проведении Питкярантской практики и в процессе подготовки материалов для данного пособия мы прибегали к поддержке целого ряда людей. На кафедре минералогии МГУ это в первую очередь И.А. Бакшеев, один из руководителей практики в течение восьми сезонов и рецензент данного пособия; участие в решении многих практических вопросов принимали А.А. Ульянов и В.В. Бирюков. К изучению питкярантских минералов приложили усилия И.А. Брызгалов, Н.Н. Коноикова, Н.Н. Коротаяева, Е.В. Гусева, Н.В. Чуканов, В.Л. Косоруков, М.Е. Нефедова. Важную роль сыграли коллеги из Санкт-Петербургского университета. Так, организация нашей практики была бы намного более трудной без дружеской помощи на первом этапе М.Д. Евдокимова и А.А. Золотарева; позже мы пользовались консультациями А.Г. Булаха и С.В. Пестрова и, наконец, отдельного слова заслуживает С.Н. Бритвин, неоднократно участвовавший в наших практиках и щедро делившийся своими научными материалами. На месте нам помогали работники образовательных и культурных учреждений Питкяранты и Сортавалы – А.В. Шаманн, И.В. Борисов, В.А. Кононова. Всем перечисленным людям мы выражаем свою признательность. Отдельная благодарность за поддержку практики и данного пособия заведующему кафедрой минералогии МГУ чл.-корр. РАН А.С. Марфунину.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

### Главные цели Питкярантской практики:

- приобретение навыков полевой и камеральной работы минералога;
- закрепление и практическое применение знаний, полученных при изучении общей минералогии и смежных дисциплин, подготовка к курсу генетической минералогии;
- ознакомление с минералогией широкого спектра эндогенных геологических формаций: метаморфических и магматических пород, гранитных негматитов, разнотипных метасоматитов и гидротермалитов.

### Конкретные учебно-методические задачи:

- усвоение основных приемов полевой работы в части специфики отбора минералогических образцов, в том числе из отвалов, а также их этикетирования, упаковки и транспортировки;
- обучение сбору и обработке представительных научных коллекций, посвященных разнообразию минералов и минеральных ассоциаций объектов разных генетических типов;
- обучение специфике документирования геологических объектов, включая зарисовки и фотодокументацию, с целью дальнейшего использования этого материала в минералогических исследованиях (включая камеральную обработку данных и ведение журнала минералогических образцов);
- получение представлений о препарировании минералогических образцов (не только формование и чистка, но и препарирование, направленное на раскрытие строения минеральных агрегатов);
- усвоение навыков камеральной подготовки образцов к различным видам минералогических работ, в первую очередь для последующего изучения: 1) отдельных минералов, в т.ч. с выделением их монофракций, 2) минеральных ассоциаций и взаимоотношений минералов в штучках и плоских препаратах – шлифах и аншлифах, 3) кристаллографии минералов, 4) онтогении минералов;
- обучение приемам диагностики минералов в полевых и камеральных условиях, а также способам описания образцов с минералами, диагностировать которые без применения инструментальных методов не представляется возможным;
- усвоение методов исследования взаимоотношений минеральных индивидов и агрегатов, в первую очередь их возрастных соотношений, в объемных образцах (штучках) с использованием бинокулярного микроскопа, обучение выполнению информативных зарисовок на эту тему и принципам построения схем последовательности выделения минералов;
- наработка опыта обобщения и изложения данных, полученных в ходе полевых и камеральных работ: подготовка, написание и защита отчета по практике.

### Учебно-научные задачи:

– ознакомление с геологическим строением района, главными типами метаморфических (сортавальская и ладожская серии) и магматических (различные граниты) пород, условиями локализации скарнов и связанных с ними рудных месторождений, а также гранито-гнейсовых куполов и мигматитов (*в основном по литературным данным, с привлечением собственных наблюдений*);

– изучение минералогии (*главным образом на базе собственных данных*):

= скарнов, скарново-грейзеновых и гидротермальных образований (Старое рудное поле, Хопунвара, Люпикко, Кительское оловянное месторождение);

= кальцифилов (Ристиниемн);

= гранитных пегматитов керамического типа (Люпикко);

= слюдяных сланцев (Кительское месторождение альмандина);

– выявление типоморфных особенностей метаморфических минералов – гранатов, проксенов, амфиболов, слоистых силикатов, везувия, членов группы гельвина, оксидов железа, сульфидов и др. (*по собственным данным, с привлечением литературных материалов по химическому составу и условиям нахождения*);

– попытка реконструкции особенностей минералогенеза (построение схем смесей минеральных парагенезисов, оценка эволюции химизма среды и P-T-условий – *синтез собственных и литературных материалов*) для:

= скарнов разного минерального состава (Старое рудное поле, Люпикко, Кительское оловянное месторождение);

= нолочатых кальцифилов с магнезиальными силикатами и кварцем (Ристиниемн);

= флюорит-биотитовых пород со шпинеллами и разнообразными минералами редких элементов (Люпикко);

= гидротермалитов, развитых по скарнам (Бекк, Люпикко);

= продуктивных зон Кительского месторождения ювелирного альмандина;

– получение представлений о процессах рудогенеза магнетитовых, оловянных и полиметаллических месторождений Питкярантского района (*синтез собственных и литературных материалов*).

## ПОРЯДОК И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Практика проводится в окрестностях г. Питкяранта (рис. 1) в первой половине июня. Она имеет общую продолжительность 12-14 дней и состоит из полевой части (маршруты и камеральные работы), написания отчета и его защиты.

В зависимости от количества студентов в группе, на практике организуется одна или несколько бригад, объединяющих не более чем по 6 человек. Каждая бригада собирает свою рабочую коллекцию, ведет отдельный журнал образцов, подготавливает и защищает собственный отчет.

Перед отъездом проводится вводное аудиторное занятие, включающее рассказ о целях и задачах практики, ее содержании и порядке проведения, и краткую лекцию о районе Питкяранты: история изучения и освоения месторождений, геолого-петрологический очерк, минералогия главных формаций.

Перед практикой проводится инструктаж студентов по технике безопасности.

В связи с небольшой продолжительностью полевой части практики ее программа очень насыщенная. Маршрут проводится в первой, а камеральные работы – во второй половине каждого дня.



*Рис. 1. Географическое положение района практики*



В маршрутах изучаются коренные обнажения, естественные или искусственные, и отвалы старых горных выработок. После краткого вводного рассказа преподавателя об объекте студенты выполняют полученное задание: проводят документирование (описание, зарисовку, фотографирование) минеральных комплексов в коренном залегании или глыбах, сбор и полевое этикетирование образцов, представительно характеризующих разнообразие минералов, их ассоциаций и взаимоотношений. Отбираются также петрографические образцы. Рисунки делаются не в полевой книжке, а на листах формата А4, что объективно позволяет выполнить их в достаточной степени детальности. Используя собранный материал, студенты вместе с преподавателем непосредственно на месте проводят первичное обсуждение наблюдаемого объекта, его минералогии и возможных генетических особенностей. При этом кратко затрагиваются и близкие по тематике теоретические и практические проблемы минералогии, кристаллографии, кристаллохимии, геохимии, петрологии, геологии, учения о полезных ископаемых, вопросы эксплуатации месторождений и переработки руд.

Камеральные работы начинаются с того, что студенты распаковывают, моют (при необходимости), и раскладывают собранные образцы. Затем составляется их более подробное описание с первичной диагностикой максимально возможного числа минералов, в т.ч. по результатам изучения под бинокулярным микроскопом и, при необходимости, проехтых диагностических тестов, к которым относятся определение цвета черты, твердости по шкале Мооса, магнитности, проба с соляной кислотой. Это описание заносится в журнал образцов.

При характеристике образца обязательно выделяется то, ради чего он был отобран: присутствие того или иного минерала, минеральная ассоциация (или тип горной породы), онтогенетические особенности и др. Работы, связанные с изучением взаимоотношений минералов и тонких деталей их онтогении на уровне «микро», целесообразно частью переписать на период подготовки отчета в Москве, где доступен уже не один микроскоп, а несколько. После каждого маршрута приводятся в порядок и дополняются полученной при камеральном изучении собранных образцов информацией полевые записи. Камеральные работы для каждого маршрута заканчиваются обсуждением с преподавателем материала по соответствующим объектам.

В конце полевой части практики преподаватель принимает коллекцию и журнал образцов (проводится промежуточный зачет), которые затем перевозятся в Москву для подготовки отчета.

В первые несколько лет проведения практики отчет писался и защищался в Питкяранте. В последнее время это осуществляется в Москве, на кафедре минералогии МГУ, что обусловлено наличием здесь оборудования (несколько бинокулярных микроскопов, рентгеновские установки и ИК-спектрофотометр для экстенсивной диагностики сложных минералов, компьютеры с принтерами) и разнообразной

вспомогательной литературы в достаточном количестве. При подготовке отчета используются привезенные из Питкяранты полевые материалы – представительная коллекция образцов, сопровождаемая журналом, сделанные в маршрутах и во время камеральных работ записи, зарисовки и фотографии, а также литературные данные. Процедура защиты отчета студентам проводится на кафедре минералогии; на защиту приглашаются в том числе преподаватели и научные сотрудники, не участвовавшие в практике.

В течение всего времени существования практики студенты и преподаватели в период ее полевой части проживают на базе Питкярантской детско-юношеской спортивной школы (ДЮСШ) на окраине города, в двухкомнатных щитовых домиках (кровати, матрасы, одеяла, подушки, постельное белье выдаются руководством ДЮСШ). Приготовление пищи осуществляется самостоятельно на предоставляемой небольшой кухне. На базе нет водопровода; вода приносится из водоразборной колонки.

Погода в Северном Приладожье в начале июля переменчивая, преобладают дни солнечные и с переменной облачностью, обычен прохладный ветер. Продолжительность светового дня около 17 часов, ночи белые. Температура воздуха обычно колеблется от +7 до +30, наиболее типичен температурный интервал от +12 до +18°C. Дожди в это время года как правило коротковременные, но иногда сильные; затяжные дожди редки. В теплую погоду может быть большое количество комаров.

Северное Приладожье относится к районам, опасным по болезням, переносимымксодовыми клещами – клещевому энцефалиту и боррелиозу (болезнь Лайма). Количество клещей в окрестностях Питкяранты невелико (а на базе ДЮСШ они отсутствуют, т.к. ее территория ежегодно обрабатывается отпугивающим препаратом), но тем не менее риск подвергнуться их попаданию в маршруте вполне реален. В связи с этим участники практики обязательно должны заблаговременно сделать противэнцефалитную прививку и до выезда предоставить соответствующую медицинскую справку руководителю. В связи с клещевой опасностью студенты допускаются до маршрутов только в длинных брюках, а там, где обильны кусты и молодой березняк, постоянно рекомендуется заправлять брюки в носки и обрабатывать одежду репеллентом. Очень желательно иметь с собой в период практики препарат иммуноглобулина человеческого против клещевого энцефалита для внутримышечной инъекции после укуса клеща.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИК

### Обязательная программа полевой части:

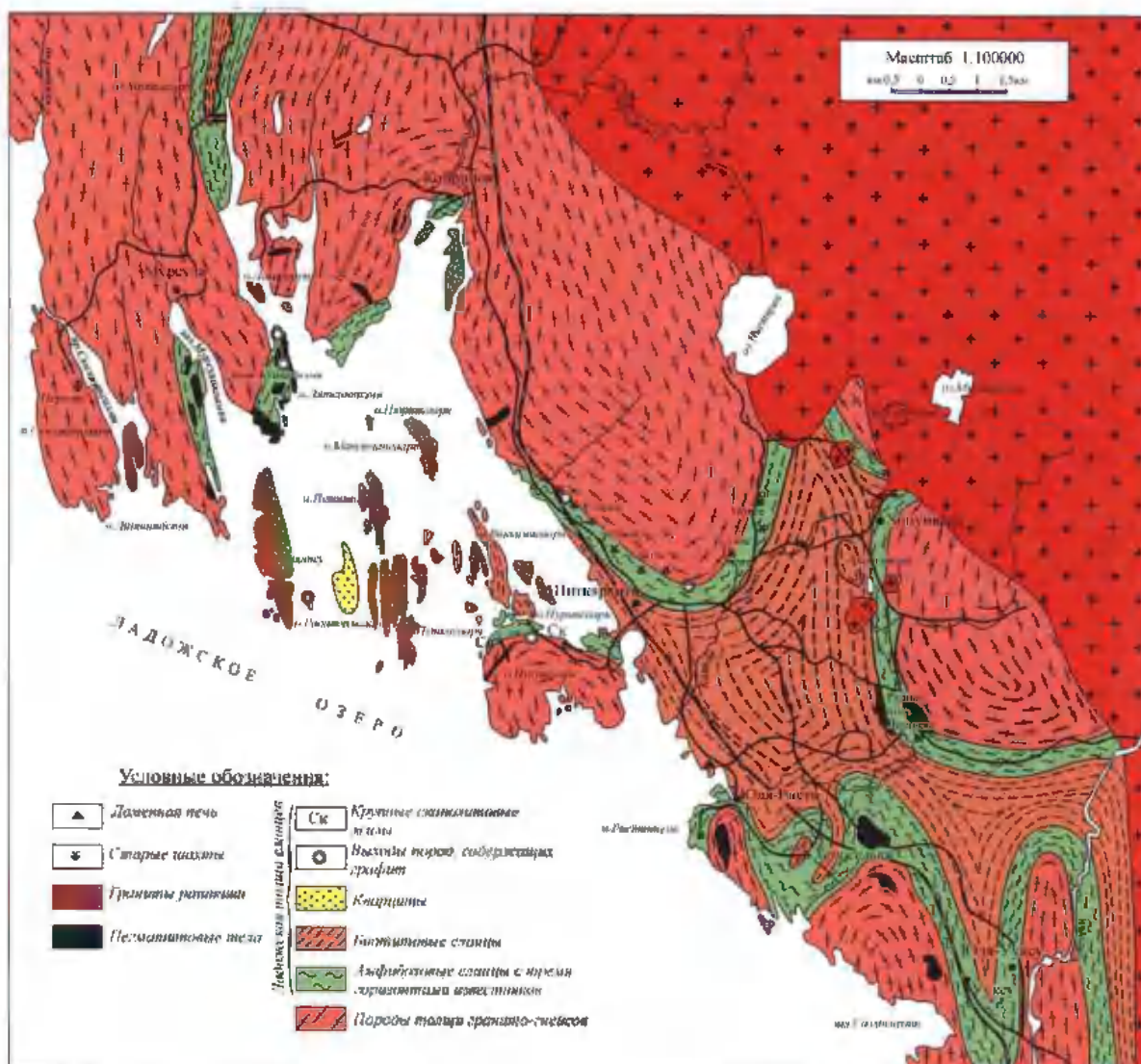
- маршрут 1: отвалы шахт Старого рудного поля в г. Питкяранта (скарны и связанные с ними оловянное и полиметаллическое оруденение);
- маршрут 2: полуостров Ристиннеми (кальцифиры, амфиболиты, гранито-гнейсы, мигматиты);
- маршрут 3: участок Хопунвара (различные разновидности гранитов, мраморы, кальцит-серпентиновые породы, рудоносные метасоматиты и гидротермальные образования);
- маршрут 4: участок Люпикко (гранитные негматиты, скарны с магнетитовым оруденением, грейзепы с редкометаллической минерализацией, гидротермальные образования);
- маршрут 5: Кительское месторождение ювелирного граната (сланцы с алмазидом, кварцевые жилы) и Кительское оловянное месторождение (рудносные скарны);
- посещение Питкярантского краеведческого музея (ознакомление с историей района практики, в т.ч. историей развития горного дела в Питкяранте).

Если по дороге в Питкяранту участники практики проводят день в Санкт-Петербурге, то к обязательной программе добавляется посещение кафедры минералогии (по возможности включая ознакомление с коллекцией по району практики) и Минералогического музея Санкт-Петербургского государственного университета.

### Маршрут 1: отвалы шахт Старого рудного поля

Единственный посещаемый в ходе этого маршрута объект расположен в черте г. Питкяранта и представляет собой небольшую дамбу с грунтовой дорогой (рис. 3), начинающуюся напротив дома № 74 по ул. Ленина и идущую в сторону берега Ладожского озера. Маршрут короткий – в среднем занимает 3 часа – и обычно проводится в день приезда в Питкяранту.

Дамба отсыпана материалом из отвалов нескольких шахт Старого рудного поля (в первую очередь расположенных поблизости шахт Мейер, Омелянов и Николай); восстановить, из какой именно шахты происходит тот или иной штуф, сегодня уже не представляется возможным. В бортах дамбы можно встретить большое количество крупных представительных фрагментов скарновых тел, апоскарновых образований и вмещающих пород. Наиболее распространенными минералами скарнорудных ассоциаций являются диопсид и гранат grosуляр-андрадитового ряда, обычные амфиболы, эпидот, хлорит, магнетит, кальцит, кварц, халькопирит, нирит, можно встретить касситерит в виде длиннопризматических до игольчатых кристаллов, сфалерит, галенит, молибденит, борнит, малахит и другие минералы.



**Рис. 2. Схема геологического строения района Питкяранта, по данным О. Трюстедта (1907) и К.А. Шуркана (1958)**

Нередко попадаются куски шлака медеплавильных печей и плавленного стекла стекольного завода XIX в.

Конкретные вопросы и задачи во время маршрута и при камеральных работах:

- сбор и обсуждение коллекции минералов скарнов и апоскарновых образований с последующей типизацией минеральных ассоциаций;
- установление последовательности образования минералов и их парагенезисов (диопсид, гранат, магнетит, эпидот, кварц, кальцит, касситерит, сульфиды);
- гранат: видовая принадлежность, кристалломорфология, скульптура на гранях кристаллов, индукционные поверхности совместного роста в мономинеральных агрегатах, цветовые разновидности, анатомия индивидов – по зональности окраски;
- диопсид: диагностика, в т.ч. светлых разновидностей, парагенезис, причины совместного нахождения низкожелезистого диопсида с магнетитом;



*Рис. 3. Дамбы, отсыпанная материалом из отвалов старых шахт*

– касситерит: диагностика, кристалломорфология, приуроченность к определенным минеральным комплексам.

Возможные общие вопросы для обсуждения:

– гранаты: видовое разнообразие, химический состав и изоморфные замещения; приуроченность тех или иных минералов группы граната к определенным генетическим типам геологических объектов; скарновые гранаты; связь окраски минералов рядаgrossулар – андрадит с содержанием и валентностью железа; можно ли диагностировать гранаты по цвету, и если можно, то как?

– хлориты: кристаллохимия, изоморфизмы в октаэдрических и тетраэдрических позициях, роль алюминия и изоморфные схемы с его участием; общие черты и различия в структурах и составе хлоритов, серпентинитов и слюд; происхождение наиболее обычных хлоритов;

– минералогия екарнов в разных типах карбонатных пород; эволюция скарновой минерализации с падением температуры; генетические различия между магнезиальными и известковыми скарнами; аломagneзиальные известковые скарны и их минералы-индикаторы;

– признаки, по которым можно установить возрастные соотношения, и особенно одновременность образования минералов; оценка степени надежности таких определений;

– способы производства цветных металлов (Cu, Sn, Pb, Zn) из руд питкьярантского типа.

### **Маршрут 2: полуостров Ристиннеми**

Маршрут занимает 6-7 часов и включает посещение 4 объектов, которые располагаются в черте дачного поселка Юля-Ристи в 3 км от юго-восточной окраины г. Питкьяранта, а также непосредственно на берегу Ладожского озера – у юго-западной окраины этого поселка и в 1.5 км южнее, близ мыса Ристиннеми.

В пос. Юля-Ристи расположены коренные обнажения гранито-гнейсов купола Ристиннеми (объект 1), полевешлат-амфиболовых сланцев и амфиболитов питкьярантской свиты (объект 2).

На берегу Ладожского озера у юго-западной окраины пос. Юля-Ристи находится объект 3, представляющий собой частично затопленную старую дамбу – развал глыб полосчатых кальцифиров (рис. 4). Эти породы добывались в конце XIX – начале XX века в небольшом карьере в глубине полуострова Ристиннеми и служили флюсом для домепной печи на противоположном берегу небольшого залива, где происходила плавка железных руд.

В этих кальцифирах, кроме преобладающего кальцита, присутствуют в породообразующих количествах диоксид, тремолит, высокофтористый флогопит, минералы группы гумита – норбергит и хондродит, иногда доломит, местами обилён кварц в виде желваков, линз и прослоев. В незначительных количествах попадают флюорит, пирротин, шпинель, а в зонах контакта с существенно силикатными породами встречены биотит, амфибол ряда актинолит–эденит и скаполит, обычно замещенный тонкоагрегатным розовым мусковитом.

*Рис. 4. Насыпь глыб кальцифиров у юго-западной окраины пос. Юля-Ристи*



Объект 4, расположенный непосредственно на береговой линии неходя 0,2 км до мыса Ристиниеми, – это коренные обнажения сильно перемятых биотитовых и амфиболовых сланцев, вмещающих обильные тела мигматитов (рис. 5). Последние в раздувах имеют участки с пегматоидной структурой, кварц-иолевошпатовой графикой и мелкими друзовыми полостями.

Конкретные вопросы и задачи во время маршрута и при камеральных работах:

– ознакомление с минеральным составом и текстурно-структурными особенностями метаморфитов питкярантской свиты и грапто-гнейсов, отбор петрографических образцов, обсуждение проблем генезиса гранито-гнейсовых куполов;

– подробные описание, зарисовка и фотодокументация кальцифиров в глыбах, сбор представительной коллекции, посвященной видовому и внутривидовому разнообразию минералов, структурным и текстурным особенностям этих пород;

– определение для кальцифиров «количественных характеристик», к которым относятся содержания разных минералов в отдельных участках (слоях) и породе в целом, вариации размеров зерен, мощность отдельных слоев и повторяющихся пачек, порядок чередования слоев и характер ритмичности; описание текстур и взаимоотношений минералов в кальцифированных участках;

– выявление природы крупных мономинеральных обособлений кварца в кальцифире и механизма возникновения диопсидовых кайм вокруг них;



*Рис. 5. Обнажение мигматитов у мыса Ристиниеми*

– детальное обсуждение минерального и химического состава изучаемых кальцифиров в связи с проблемой их генезиса; метаморфогенная и контактово-метасоматическая (скарновая) гипотезы происхождения этих пород – преимущества и недостатки каждой;

– подробное документирование, в первую очередь зарисовка и фотографирование мигматитов мыса Ристиннеми с определением элементов залегания тел, характеристикой их морфологии, внутреннего строения и взаимоотношений с вмещающими породами (площадь развития мигматитов разбивается на участки, которые одновременно зарисовываются в едином масштабе, после чего из полученных фрагментов составляется карта всего небольшого мигматитового поля);

– выявление признаков, общих для мигматитов Ристиннеми и гранитных пегматитов; описание кризисов полевого шпата мигматитов.

Возможные общие вопросы для обсуждения:

– орто- и парагнейсы: общие черты и различия, признаки, позволяющие различить эти породы; последовательность преобразования минералов от осадочных пород до парагнейсов, химизм этих процессов и поведение «структурной воды» в слоистых силикатах;

– механизмы образования гранитов и гранито-гнейсов, мигматизация при формировании гранито-гнейсовых куполов;

– понятия «кальцифир» и «силикатный мрамор»: минералогический и петрологический и генетический аспекты; дедоментизация; смена одних минеральных ассоциаций другими при формировании кальцифиров;

– амфиболы: общая формула, изоморфные замещения в позициях разных ионов, основы принципа классификации, генетическая характеристика наиболее распространенных амфиболов, связь структурного положения ацмония в амфиболах с условиями образования;

– минералы группы гумита: видовое разнообразие, магниевые и марганцевые представительные группы, кристаллическая структура и вывод идеализированных формул магниевых членов, их генетическая приуроченность.

### **Маршрут 3: участок Хопунвара**

Возвышенность Хопунвара и одноименное рудное поле расположены в 3 км к востоку от г. Питкяранта. Маршрут занимает 6-7 часов и включает посещение 4 объектов.

Объект 1 – заброшенный в настоящее время карьер облицовочного камня, в котором вскрыты граниты ранакиви Салминского Плутона (рис. 6). На подходах к карьере можно встретить другие разновидности елминских гранитов в коренном залегании и в глыбах.

Объект 2 расположен на восточном окончании Известковой ломки – длинного узкого карьера у дороги, из которого во второй половине XIX в добывался мрамор,





*Рис. 6. Гранитный карьер горы Хопунвара*

служивший флюсом для металлургического и стекольного производства. Здесь на поверхность выходит дайка лейкократовых гранитов, а также обнажение и развалы серпентин-кальцитовых пород на контакте мраморов с салминскими гранитами.

Объект 3 вскрыт в западной части Известковой ломки. В борту карьера здесь обнажены знаменитые «рудные трубки» – изогнутые разветвленные стволостроенные концентрически-зональные образования до 10 см и более в диаметре, секущие мрамор. Они имеют концентрически-зональное строение и состоят из ритмично чередующихся тонких зон разных минералов, главным образом магнетита, везувиана и флюорита. «Рудные трубки» ответвляются от залежи тонкополосчатой флюорит-везувиан-магнетитовой породы сходного строения, содержащей в подчиненных количествах гранат, хлорит, кальцит и апатит.

Объект 4 – отвалы разведочной шахты Бекк, находящиеся в 0,5 км к югу от Известковой ломки. Здесь в небольшом количестве встречаются фрагменты малоизмененных скарнов, обычно эпидот-гранатовых, иногда с пироксеном, амфиболом, магнетитом, и в изобилии – продукты гидротермального изменения рудоносных скарнов. Главные минералы гидротермальных ассоциаций: хлорит, кварц и магнетит, представленный псевдоморфозами по пластинчатому гематиту – мушкетеритом. В подчиненных количествах присутствуют кальцит, флюорит и светлый желто-коричневый сфалерит, изредка встречаются пезамещенный

пластинчатый гематит, гётит (включения в кварце и пучки игольчатых кристаллов в полостях), галенит, пирит, берtrandит, апатит. По галениту развиваются гипергенные англезит и церуссит. Измененные породы сильно кавернозные, и практически все гидротермальные минералы образуют не только массивные агрегаты, но и кристаллы на стенках полостей.

Конкретные вопросы и задачи во время маршрута и при камеральных работах:

– ознакомление с различными типами гранитов Салминского плутона, сбор петрографических образцов; обсуждение природы овоидов в граните ранаквн и возможных причин темной окраски кварца и краевой – калиевого полевого шпата в нем;

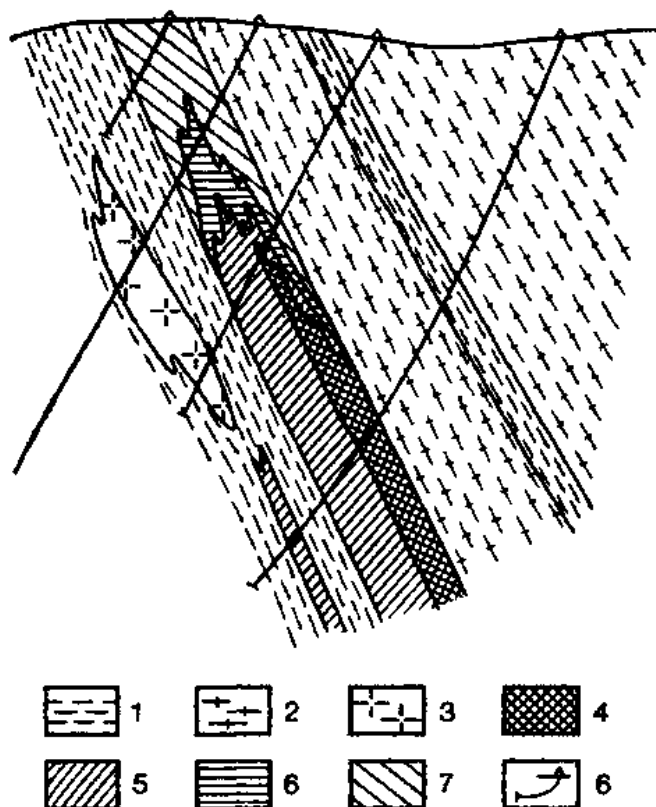
– ознакомление с дайковым лейкократовым гранитом, отбор образцов, сравнительный минералогический анализ нормального и лейкократового гранитов;

– ознакомление с приконтактовыми серпентин-кальцитовыми породами, обсуждение их возможного генезиса, отбор и описание образцов целочного офикальнита;

– подробное документирование обнажения с «рудными трубками» (описание, зарисовка, фотографирование), отбор образцов из отвалов (само обнажение является памятником природы, и повреждать его не следует); дискуссия о возможном генезисе «рудных трубок» и родственной ритмично-полосчатой флюорит-везувнан-магнетитовой породы;

**Рис. 7. Геологический разрез рудопоявления Хопунвара (по А.М. Ларину, 1980).**

1 – сланцы; 2 – гранитогнейсы; 3 – гранитные пегматиты; 4-7 апоскарновые грейзены и пропилиты: 4 – грейзены с олово-редкометальным оруденением, 5 – амфиболовые пропилиты с олово-медно-цинковым оруденением, 6 – эпидотовые и флогопит-эпидотовые пропилиты с олово-свинец-медно-цинковым оруденением, 7 – кварц-хлоритовые пропилиты с олово-свинец-цинковым оруденением; 8 – скважины



– месторождение Бекк: изучение минералогии скарнов, подвергшихся глубокой гидротермальной переработке; сбор коллекции, характеризующей разнообразие минералов и форм их выделения; установление взаимоотношений, в первую очередь возрастных, минералов в гидротермальных данного объекта, описание и детальная зарисовка наиболее информативных в этом отношении штучков, построение обобщенной схемы последовательности кристаллизации минералов;

– изучение типоморфизма минералов месторождения Бекк: влияние температуры на химический состав и, соответственно, окраску сфалерита и морфологию кристаллов кварца; влияние фугитивности кислорода и воды на минеральные формы железа и распределение этого элемента между оксидными, силикатными и сульфидными фазами.

Возможные общие вопросы для обсуждения:

- происхождение гранитов ранакви;
- вопросы геохимии разных типов гранитоидов в связи с проблемой рудогеиеза; геохимические особенности лейкократовых гранитов (фтористость, редкометальная специализация и др.) как возможных материнских пород рудоносных грейзенов;
- термальный контактовый метаморфизм доломитов, эволюционная цепочка от доломитов через иериклазовые и бруситовые мраморы до пород, состоящих из кальцита и различных магнезиальных силикатов;
- проблемы происхождения ритмичной зональности как в минеральных агрегатах, так и в кристаллах: влияние внешних условий и внутренних факторов;
- псевдоморфозы как источник генетической информации; проблемы пространства и баланса вещества при возникновении псевдоморфоз.

**Маршрут 4: участок Люпикко**

Рудное поле Люпикко и одноименное поле гранитных пегматитов расположены в 4-5 км к востоку от г. Питкяранта. Маршрут занимает 6-7 часов и включает посещение 2 объектов.

Объект 1 – обнажение гранитного пегматита керамического типа в выемке технологической железной дороги (рис. 8). Видны контакты пегматитового тела с вмещающими сланцами, а внутри него – различные зоны (пегматоидная, графическая, блоковая) и крупные обособления породообразующих минералов: иловых шпатов, кварца, бнотита, мусковита. Из второстепенных минералов обычны шерл, гранат сщесартин-альмандинного ряда, сульфиды железа, редко встречаются апатит, силлиманит, берилл.

Объект 2 – отвалы железорудных шакт Люпикко (рис. 9), действовавших на рубеже XIX – XX вв. Здесь установлено максимальное для района Питкяранты минеральное разнообразие, в том числе более трех десятков собственных минералов редких элементов и благородных металлов (Be, B, Bi, W, Mo, Te, Ag, Au). Наиболее



*Рис. 8. Гранинный пегматит в выемке железной дороги на Люпикко*

богатой минералогией обладают различные метасоматиты (скарны, апоскарновые грейзены и родственные им образования) и гидротермалиты. Главными минералами скарнов разных типов выступают диоксид, флогопит, магнетит, везувин и кальцит, в эпдоскарновых зонах обычны эпидот; в подчиненных количествах находятся амфиболы, гранат, хондродит. В аподолмитовых и апоскарповых грейзенах – образованиях, сильно обогащенных фтором и калием, ведущими минералами являются флюорит и триоктаэдрические слюды изоморфной системы флогопит–аннит–сидерофиллит, часто в значительных количествах присутствуют шпинелиды (магнетит и члены серии ганит–герцинит, нередко формирующие ритмично-зональные концентрические сростки) и везувин. Практически по всем породам, особенно по магнезиальным скарнам, развиты гидротермалиты, главные минералы которых – члены группы серпентина и хлорита, кальцит, флюорит. Для грейзенов и гидротермально измененных скарнов типична бериллиевая минерализация, местами очень богатая и разнообразная. Во флюорит-слюдяных метасоматитах распространены хризоберилл и члены ряда гельвин–даналит, в меньшей степени берtrandит. Для флогопит-магнетитовой породы характерен железистый гельвин, который иногда замещается бромеллитом, тогда как в соседних существенно флюорит-хлоритовых образованиях встречены маложелезистый гельвин, бромеллит, бехоит и бораты бериллия – гамбергит и берборит. Достаточно типичный борный минерал – флюоборит, повышенные



*Рис. 9. Отвалы старых железорудных шахт Люпикко*

содержания В и Ве отмечаются в некоторых разновидностях везувиана. Олово сосредоточено в основном в касситерите (в позднегидротермальных образованиях установлены гидростаннаты ряда викманит–шёнфлисит), вольфрам – в шеелите. Халькогениды широко распространены в грейзенах и апоекарновых гидротермалитах. Наиболее обычны пирротин, халькопирит и сфалерит, в меньших количествах присутствуют пирит, кубанит, лёллиигит, галенит, молибденит. В грейзенах встречаются самородный висмут, теллуриды Bi, Pb, Ag и Au, члены ряда золото–серебро.

*Конкретные вопросы и задачи во время маршрута и при камеральных работах:*

- ознакомление с минералогией и внутренним строением тел керамических гранитных пегматитов, сбор минералогической коллекции;
- изучение различных минеральных ассоциаций в отвалах магнетитовых шахт Люпикко, документирование (описание, зарисовка, фотографирование) взаимоотношений минеральных комплексов в глыбах; сбор представительной коллекции, посвященной разнообразию минералов и минеральных ассоциаций метасоматитов и гидротермальных образований;

– попытка типизации минеральных ассоциаций рудных месторождений Люиникко: выделение (с определенной долей условности) магпезиально-скарнивых, известково-скарнивых, грейзеновых и гидротермальных парагенезисов;

– практика выявления различий и диагностики сходных между собой минералов – визуально, с помощью лупы, бинокляриого микроскопа и полевого диагностического набора – на следующих примерах: 1) коричневые минералы – везувиан, сфалерит, гельвин, касситерит, гранат, хондродит, окрашенный в коричневый цвет массивный серпентин, ожелезненные ("ржавые") карбонаты; 2) слоистые силикаты – слюды, хлориты, крупночешуйчатый серпентин; 3) желтые и белые (со всеми переходами окрасок и вкраплениями побегалости) минералы с металлическим блеском – пирротин, халькопирит, кубанит, пирит, лёллингит.

Возможные общие вопросы для обсуждения:

– обшеминералогическая характеристика гранитных пегматитов и их классификации: по давлению (глубинности), минералогическим и геохимическим особенностям, по главным типам полезных ископаемых; практическое значение гранитных пегматитов;

– противоречивые теории происхождения гранитных пегматитов, преимущества и слабые места каждой из них, в том числе в свете современных экспериментальных данных; проблема гранитных пегматитов, развитых в районах, где отсутствуют материнские граниты; керамические пегматиты Приладожья и взгляды В.Д. Никитина на их генезис;

– грейзены «нормальные» и интрузивные на магпезиальные породы: сравнительная характеристика в геохимическом и минералогическом аспектах, минеральные формы характерных элементов (F, K, Si, Al, B, Be, Sn, W, Mn);

– минералогия бериллия в разных геологических формациях;

– эндогенные и экзогенные бораты: связь особенностей кристаллохимии и свойств с обстановками образования;

– везувиан: диагностика, химический состав, кристаллохимия и изоморфные замещения, индикаторное значение;

– минералы группы гельвина: кристаллическая структура, изоморфизм Mn-Fe-Zn, обстановки формирования, типохимизм.

**Маршрут 5: Китильское месторождение ювелирного граната и Китильское оловянное месторождение**

Китильские месторождения расположены к северо-западу от г. Питкяранта, в непосредственной близости от железной дороги, связывающей Питкяранту и Янисъярви. В отличие от остальных маршрутов, которые являются пешеходными, при посещении Китильских месторождений приходится пользоваться железнодорожным или автобусным транспортом. Если группа имеет собственный автобус, то маршрут занимает 6-

7 часов, при пользовании же общественным транспортом – до 9-10 часов. Посещаются 2 объекта.

Объект 1 – Кительское месторождение ювелирного алмазина. Оно известно на протяжении уже нескольких веков, и вплоть до настоящего времени здесь осуществляется старательская добыча. Для осмотра доступны шурфы, канавы и их отвалы (рис. 10). Старательскими выработками вскрыты биотитовые сланцы ладожской серии, участками обогащенные кварцем, плагиоклазом, алмазином и силлиманитом. В них часто встречаются кварцевые линзы и жилы, иногда весьма крупные (до десятков метров протяженностью), к которым приурочены обособления силлиманита, плагиоклаза и апатита. Кристаллы алмазина вишневого до темно-малинового цвета, в том числе прозрачные, в наибольшем количестве приурочены к обогащенным биотитом и силлиманитом участкам. В окрестностях месторождения можно наблюдать также слюдяные сланцы со ставролитом.

Объект 2 – Кительское оловянное месторождение с попутным полиметаллическим, в первую очередь цинковым оруденением. В настоящее время для посещения доступны только отвалы разведочной шахты (рис. 11).

Главные минералы скарнов месторождения – диопсид, гранат, гроссуляр, андрадитового ряда, амфиболы и кальцит, для эпидоскарпов типичен энидот; широко развиты поздние хлорит, серпентин и кварц, в меньшей степени тальк. Второстепенные минералы – везувиан, флогопит, альбит, магнетит, флюорит. Главные рудные минералы – касситерит и сфалерит, обычны халькопирит, пирротин, пирит, встречаются галенит, борнит, станиин, шеелит.



*Рис. 10. Горные выработки на Кительском месторождении ювелирного алмазина*



*Рис. 11. Отвалы разведочной шахты, вскрывшей Кительское оловянное месторождение*

В гранатах установлена существенная (до целых мас. %) примесь олова; на месторождении известен малайяит – аналог титанита с Sn вместо Ti, причем эти два минерала образуют здесь изоморфный ряд.

Конкретные вопросы и задачи во время маршрута и при камеральных работах:

– документирование (включая зарисовку и фотографирование) в коренном залегании тел, продуктивных на ювелирный гранат; сбор коллекции, представительной отражающей минералогию Кительского месторождения альмапдпна, в т.ч. разнообразие морфологии и скульптуры поверхности его кристаллов;

– обсуждение условий, необходимых для образования в метаморфических толщах кристаллов граната ювелирного качества (на примере Кительского месторождения); реконструкция метаморфогенного механизма формирования крупных кварцевых жил;

– параметры метаморфизма в породах ладожской серии;

– на отвалах Кительского оловянного месторождения – сбор коллекции, иллюстрирующей колонку скарповой зональности от гранито-гнейса через эндо- и экзоскарповые зоны разного минерального состава до слабоскарпового и, наконец, неизменного мрамора; сбор образцов скарповых и апоскарповых



минералов, в т.ч. рудных; сравнительное обсуждение рудоносных скариов Кительского месторождения и Старого рудного поля в Питкяранте;

– сравнительная характеристика минералов групп граната (граидитов) и эпидота: химический состав и роль в метасоматической колонке скарновых тел.

Возможные общие вопросы для обсуждения:

– полиморфизм природного соединения  $Al_2SiO_5$  и индикаторная роль его модификаций для установления P-T-параметров минералообразования;

– особенности добычи драгоценных камней из коренных месторождений;

– олово и титан в гранатах и других силикатах: схемы изоморфизма; изоморфный ряд титанит–малайит и место его членов с разным Sn/Ti-отношением в скарновой колонке;

– особенности метасоматических процессов при скарнообразовании; инфильтрационные и биметасоматические типы скарнов;

– полезные ископаемые скарновых месторождений; роль собственно скарнового процесса и скарновых тел в концентрировании промышленности важных компонентов.

**Возможные дополнительные объекты практики:**

При возможности участники практики могут дополнительно посетить ряд других геологических объектов в районе Питкяранты, например:

– гранитные негматиты горы Лиипавара и полуостровов Куйваниemi и Нуолайниemi;

– граниты (с поздней гидротермальной минерализацией по трещинам) в действующем щебеночном карьере Люпикко (необходимо разрешение на посещение карьера);

– отвалы магнетитовых и полиметаллических шахт Нового рудного поля (Гербертц, Вилкеалампи), восточной части рудного поля Хопунвары (Клара) и рудного поля Хелоселькя;

– обнажения метаморфических пород и скаполитовые жилы острова Пусунсаари, расположенного напротив г. Питкяранта (необходимо разрешение для прохода на территорию Питкярантского целлюлозно-бумажного комбината);

– мраморные карьеры в районе города Сортавала.

Кроме выполнения учебной программы, в рамках полевой части практики могут осуществляться, по инициативе участников, экскурсии исторического и общекультурного характера: ознакомление со старинным городом Сортавала и Региональным музеем Северного Приладожья в нем, поездка на архипелаг Валаам со знаменитым действующим монастырским комплексом (для этого необходим полный день), посещение мемориалов советско-финской войны 1939–1940 гг и Великой отечественной войны.

## **Приблизительное содержание отчета:**

Введение

Глава 1. Краткий физико-географический очерк *(по литературным данным)*

Глава 2. Геологический и петрологический очерк района *(по литературным данным)*

Глава 3. Минералогия и генетические особенности главных геологических формаций района *(на основе собственных материалов и литературных данных):*

3.1. силикатные метаморфогенные образования (в т.ч. гранито-гнейсовые купола и комплекс мигматитов)

3.2. мраморы и кальцифиры

3.3. граииты

3.4. гранитные пегматиты

3.5. магнезиальные скарны

3.6. известковые скарны

3.7. грейзены и родственные им метасоматиты

3.8. гидротермальные образования

Заключение

Список литературы

Приложения (журнал образцов, список маршрутов и др.)

Основной в отчете является глава 3. При ее написании студенты должны в первую очередь опираться на собственные материалы – полевые записи, зарисовки, фотографии, результаты камеральных работ, а литературные данные привлекать для сравнения при обсуждении и генетических построениях.

Разделы главы 3 сильно отличаются друг от друга по объему фактического материала и по сложности, что необходимо учитывать при распределении их между студентами. Наиболее трудоемкой является подготовка разделов 3.2, 3.7 и 3.8, наименее – 3.3 и 3.5.

## ОЧЕРК ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РАЙОНА ПИТКЯРАНТЫ И ОСВОЕНИЯ ЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

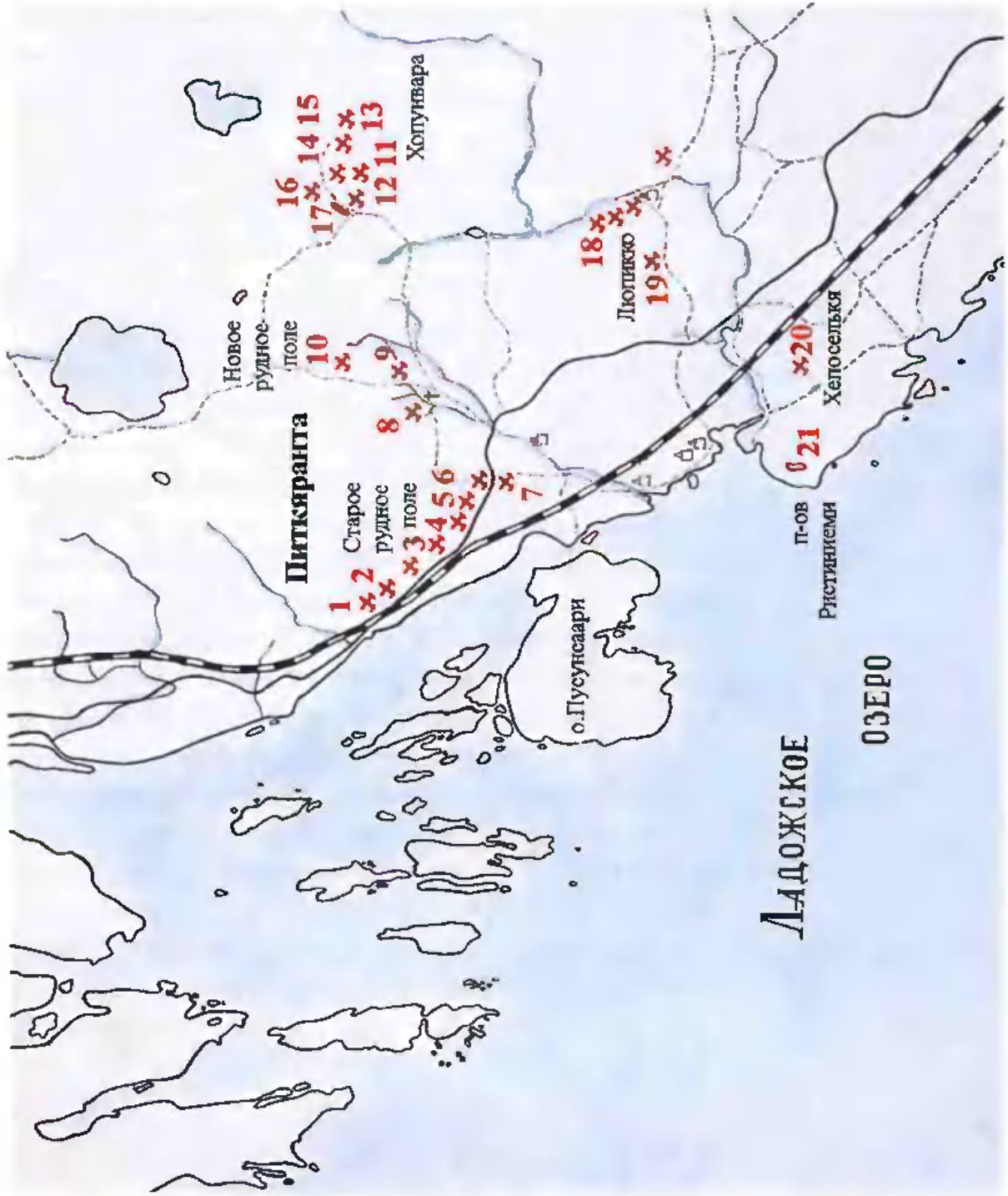
История горнорудного дела в районе Питкяранты насчитывает почти двести лет. В XIX веке здесь разведывали и разрабатывали, в разные годы с разной степенью интенсивности, месторождения меди, олова, железа. В прошлом веке произошла "переориентация" добывающей промышленности Питкяранты на нерудные материалы – в первую очередь керамическое сырье, щебень, строительный и облицовочный камень, однако поисковые и разведочные работы на разнообразные виды металлических полезных ископаемых не прекращались.

В Северном Приладожье работали выдающиеся геологи, петрологи, минералоги, геохимики, и сегодня степень изученности метаморфических, магматических, метасоматических формаций и связанных с ними месторождений этого региона можно оценить как весьма высокую.

**Изучение и освоение рудных месторождений** (*сведения, касающиеся периода XIX – начала XX в, заимствованы в основном из книги: Борисов И.В., Ильин П.В. Питкярантские рудники и заводы. Сортавала – Питкяранта, 2004*)

История освоения рудных объектов района начинается с месторождений, отнесенных сегодня к Старому рудному полю. Все они расположены в черте современного города Питкяранта (рис. 12 и 13). Первая достоверная информация о здешних рудах относится к 1810 году, когда российский горный инженер Фурман, руководствуясь сведениями о старых приисках близ деревни Питкяранта (*Длинный берег*, в переводе с финского), заложил несколько канав и подземных выработок, вскрывших слои с бедным халькопиритовым оруденением. В течение следующих двадцати лет усилиями целого ряда предпринимателей и специалистов в области горного дела в районе Питкяранты производились поиски и разведка руд меди, свинца, железа, залежей мраморов, но серьезные работы начались лишь с 1832 г, когда право на разработку месторождений получил дворянин В. Омелянов. Им были заложены четыре шахты (в двух из них, помимо медной, обнаружена богатая оловянная руда, о чем впервые сообщил Г.А. Иосса в 1834 г) и построен Митрофаньевский завод, на котором в 1842 г было выплавлено первое российское олово. Однако, производство не дало ожидаемых прибылей. В 1843 г в Питкяранте появился и другой горнозаводчик – Г. Клее, который соорудил еще несколько шахт и Александровский медеплавильный завод, давший за пять лет около 16 тонн меди. В конце 1840-х – первой половине 1850-х гг рудники (в первую очередь группы шахт Омелянов и Клее) эксплуатировались "Питкярантской Компанией", заметно увеличившей производство меди. Что же касается олова, то сначала его добыча возросла, а к 1855 г резко упала и возобновилась лишь в 1860 г.

**Рис. 12. Схема расположения старых рудников в районе г. Питкяранта.** 1-7 шахты Старого рудного поля (1 – Шевард I и II, 2 – Николай I и II, 3 – Мейер I, II, III и IV, 4 – Омелянов I, II, III и IV, 5 – Тойво, 6 – Клее I, II, III, V и VI, 7 – Ристаус и Мария); 8-10 шахты Нового рудного поля (8 – Гербертц II, 9 – Гербертц I, 10 – Валкесалми); 11-17 шахты рудного поля Хопунвара (11 – Бекк, 12 – Клара III, 13 – Клара II и I, 14 – Винберг I, 15 – Винберг II, 16 – Винберг III, 17 – мраморный карьер Хопунвара); 18-19 – шахты Рудного поля Лютикко (18 – Восточная залежь, 19 – Западная залежь); 20 – рудники Хелоселья; 21 – мраморный карьер Ристиниеми. По данным О. Грюстедта (1907), А.Г. Булаха и В.А. Франк-Каменецкого (1961).



Извлекалась оловянная руда в основном из шахт Омелянов-III и Омелянов-IV, которые работали с перерывами до начала XX в. К 1866 г в Питкяранте было выплавлено 1581 т меди и 208,8 т олова. Поисковые работы в этот период продолжались весьма активно, причем не только на Старом рудном поле, но и к востоку от Питкяранты: так, в 1856 г рудные залежи (магнетитовые, содержащие халькопиритовую минерализацию) были открыты в Люнкко, а в 1860 г – в Хепоселья.

В 1875 г рудники и заводы разорванной к тому времени "Питкярантской Компании" приобрел купец К. Винберг, чье предприятие в 1879 г вошло в состав Санкт-петербургского банкирского дома "Эдвард М. Мейер". Под руководством горных инженеров Х. Фурухельма и Й.Г. Грендаля производство было существенно модернизировано и вновь заработало. В западной части Старого рудного поля были разведаны богатые медные руды. 1880-е – 1890-е гг стали периодом расцвета горнодобывающей и рудоперерабатывающей промышленности Питкяранты: в это время на рудниках и заводах было занято более двух тысяч человек. Помимо меди и олова, активно добывалось железо (с 1890 г), ипутно извлекались серебро и золото. Начиная с конца 1880-х гг основная добыча руд приходилась уже не на шахты Омелянов, Клее и Тойво в центре Старого рудного поля, а на рудники его западной части, в первую очередь группы шахт Мейер и Николай. В этот же период Й.Г. Грендаля и О. Трюстедт не только разведали новые месторождения железа к востоку от Питкяранты, в пределах рудных полей Хопунвара и Люпикко, но и разработали эффективные способы обогащения здешних магнетитовых руд. Для утилизации побочных продуктов рудопереработки в Питкяранте были построены заводы по производству стекла, красителей, щелочей, глауберовой соли.

Ко второй половине 1890-х гг медные и оловянные месторождения Старого рудного поля практически истощились, и горнорудная промышленность Питкяранты в целом переориентировалась на железо. В 1896 г рудники и заводы перешли в собственность акционерного общества "Ладога", а в 1899 г были приобретены Санкт-петербургской сталелитейной компанией "Александровский завод". Железо в этот период добывалось в основном из месторождений к востоку от Питкяранты, относившихся к трем рудным полям: Новому (рудники Гербертц и Валкеалампи), Хопунвара (группы шахт Клара, Випберг, карьер в западной части известковой ломки на холме Хопунвара) и Люпикко (здесь наиболее интенсивно работали шахты Люпикко-I и Люпикко-III). В черте поселка Питкяранта продолжалась добыча железа на руднике Мейер, а кроме того, на обоих флангах Старого рудного поля в 1890-х – 1900-х гг специально для добычи магнетита были заложены новые шахты: Шварц – на западном, Ристаус и Мария – на восточном.

Рис. 13. Шахты  
Старого рудного  
поля, по данным О.  
Трюстедта (1907),  
А.Г. Булаха и  
В.А. Франк-  
Каменецкого  
(1961). Условные  
обозначения см. на  
рис. 12.



Начиная с 1897 г были построены железобогатительная фабрика и снабжавшая ее энергией гидроэлектростанция, подвесные железные дороги между этой фабрикой и рудниками Нового поля и Хопунвара, чугуноплавильный завод на берегу Ладожского озера. В качестве флюса использовалась мраморы, добывавшиеся из известковых ломов на полуострове Риединеми и на холме Хопунвара.

В первые годы XX века в связи со снижением рентабельности горнометаллургическая промышленность Питкяранты пришла к упадку, и в течение 1903-04 гг все рудники закрылись.

Таким образом, активный период эксплуатации рудных месторождений в районе продолжался более 60 лет. По данным О. Трюстедта (1907), за время с 1840-х до 1904 г здесь было добыто 1.1 млн т различных руд, что составило две трети от общей цифры по рудным полезным ископаемым для всей Финляндии. За этот период рудники и заводы Питкяранты дали 6617 т меди, 488 т олова, 30000 т железа, 11 т серебра и 32 кг золота. Кроме того, с 1896 по 1904 г в Санкт-Петербург водным путем было перевезено для переработки 8613 т штуфной железной руды и 37412 т магнетитового концентрата.

Все последующие попытки возродить горнометаллургическую промышленность на базе рудных объектов Питкяранты большого успеха не принесли. С 1914 по середину 1920-х гг сначала акционерному обществу "Риединеми", а затем акционерному обществу "Питкяранта Брук АБ", модернизовавшим производство и реконструировавшим рудники Люпикко, удалось получить всего 5000 т железорудного концентрата и выплавить 3565 т чугуна (Борисов, Ильин, 2004).

В 1934-38 гг М.К. Пальмунен (акционерное общество "Питкяранта") провел ревизию глубоких горизонтов Старого рудного поля и поиски полиметаллических и железных руд на рудных полях Новом (Гербертц) и Хопунвара (Клара, Коскелло, Бекк). По результатам этих работ перспективы месторождений Питкяранты были оценены положительно (Раппапеп, 1939).

В 1940 г, а затем в 1949-51 гг рудные поля Питкяранты исследовались с точки зрения возможности возобновления эксплуатации на цветные металлы и железо уже советскими геологами – А.М. Даминовой, К.В. Скворцовой, Г.В. Суйковским, Н.И. Лобановым и другими, приходшими к выводу, что месторождения в целом выработаны, а оставшиеся залежи представляют собой мелкие неперспективные тела. Новых рудных объектов в этот период выявлено не было.

В 1960-х – 1970-х гг в Северном Приладожье проводились, в первую очередь силами Карельской геологической экспедиции и Северо-Западного геофизического треста, комплексные работы, включавшие геологическую съемку и поиски (Ю.А. Вильгер, Г.В. Макарова, Р.А. Хазов, Р.И. Вербицкий и др.). Они привели к открытию целого ряда проявлений (в том числе в пределах рудных полей Хопунвара, Люпикко, Хеноселькя) и нескольких месторождений оловянных, вольфрамовых (шеелитовых) и полиметаллических руд (Хазов, 1973). Кительское месторождение олова – крупнейший

из обнаруженных в этот период рудных объектов – разведывалась шахтой в 1980-х гг. В настоящее время работ на рудных месторождениях в районе Питкяранты не ведется.

### **Исследование геологии района**

Первые геологические работы в Питкяранте были связаны с освоением рудных месторождений в 1830-х – 1840-х гг, систематическое же изучение территории началось во второй половине XIX века силами русских, финских и шведских исследователей, среди которых были многие известнейшие ученые. Общегеологические вопросы разрабатывали М.Н. Мнклухо-Маклай, Г.Р. Лисицин, а позднее Й.Й. Седерхольм, карбонатными породами занимались А.А. Иностранцев и П.А. Пузыревский, диабазами – Ф.Ю. Левисон-Лессинг. Характеристику тел, возникших на контакте между интрузивными и карбонатными породами, дал Й.Г. Грендаль и П.П. Суцинский. Первую сводку по геологии, минералогии и рудоносности Питкярантского района опубликовал А.Э. Тёрнебом (1891), наиболее же подробно эти вопросы осветил в своей монографии О. Трюстедт (1907), высказавший, в частности, идею о связи оловянного оруденения с гранитами рапакиви, а скариообразования – с более ранними гранитоидами.

В первой половине XX века наиболее значительный вклад в изучение геологии Питкярантского района и его рудных месторождений внесли финские ученые П. Эскола (1951) и М. Саскела (1951).

Начиная с 1945 г Северное Приладожье активно изучалось советскими геологами. Стратиграфией занимались Л.Н. Потрубович, Л.Я. Харитонов, В.А. Соколов, К.О. Крац (1963) и другие. Карбонатные породы изучал В.И. Кицул (1963). Работы по тектонике и метаморфизму вели Н.Г. Судовиков (1954), В.Ю. Нагайцев и ряд других исследователей. Вопросы магматизма и петрологии магматических пород, в первую очередь гранитоидных, разрабатывались Г.М. Сараичиной (1972), Л.П. Свириденко (1968), Т.В. Перекалиной, А.А. Полкановым и другими. Гранитные пегматиты исследовались В.Д. Никитиным (1949), К.А. Шуркиным (1958), Л.Л. Гродницким (1982). Проблемы металлогении района, геологии рудных месторождений, скарио- и грейзенообразования, вещественного состава руд подробно освещены в работах Р.А. Хазова (1973, 1982), В.И. Иващенко (1979, 1987), Ж.Д. Никольской и А.М. Ларина (1972) и ряда других ученых.

### **Минералогические исследования**

Изучение минералогии района Питкяранты, как и его геологии, началось вместе с разведкой и разработкой первых медных и оловянных месторождений.

В середине XIX века минералами Питкярантских месторождений и окружающих их пород занимались С.С. Куторга, Н.А.Э. Норденшельд, А.В. Гадолин, П.А. Пузыревский, В.В. Докучаев, Т. Шерер, В. Бек и ряд других исследователей. Минералогия вошла важным разделом в сводку о рудных объектах Питкяранты,



опубликованную О. Трюстедтом (1907). В период нахождения района в составе независимой Финляндии (1920-е – 1930-е гг) исследованием минералогии рудных месторождений и метаморфических пород занимались П. Эскола (1951), М. Саскела (1951), Т. Сахама.

Минералогическое изучение гранитных пегматитов окрестностей Питкяранты, в первую очередь их редкометальной минерализации, началось в конце XIX века. Им занимались М.П. Мельников, Г.Р. Лисицын, В. Рамзай, позднее – Л. Боргстрём, Й. Вуориен, Л. Локка. Книгу по минералогии керамических пегматитов Северного Приладожья, с акцентом на тантало-ниобаты, опубликовал А.П. Калита (1961).

В конце 1960-х – начале 1970-х гг в Питкяранте работал выдающийся минералог Е.Н. Нефедов. С его именем связаны самые значительные достижения в области исследования рудоносных метасоматитов и гидротермалитов – наиболее интересных с минералогической точки зрения объектов района. Е.И. Нефедовым обнаружено и изучено большое количество ранее неизвестных здесь минералов, охарактеризована оловянная, берилловая, цинковая, висмутовая, благороднометаллическая минерализация. К сожалению, его капитальный труд, оформленный как геологический отчет (Нефедов, 1973), так и не был издан в виде монографии.

Минералогические работы, вышедшие из печати за последние тридцать лет, посвящены главным образом рудным, в первую очередь оловянным и вольфрамовым, месторождениям и проявлениям. Наиболее значительный объем данных о скарновых и постскарновых минералах этих объектов приведен в монографии В.П. Иващенко (1987). Публикации ряда авторов (С.М. Александрова, А.Е. Лисицына и других) затрагивают вопросы минералогии боратов и геохимии бора в контактово-метасоматических образованиях района. Перечень статей, посвященных минералам района Питкяранты, приведен в заключительной части списка литературы.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГЛАВНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСПОЛЗУЕМЫЕ РАЙОНА

Северное Приладожье расположено на юге Балтийского кристаллического щита и является юго-восточной частью крутиной Восточно-Финляндской синклинальной зоны, которая обрамляет юго-западную оконечность Карельского гранито-гнейсового массива. На юго-востоке и юго-западе эта зона прорвана крупными телами гранитов раякиви, на юге ее граница погребена под чехлом Русской платформы (рис. 14).

В геологическом строении Северного Приладожья выделяется три структурных яруса: нижний, средний и верхний.

**Нижний ярус** представлен породами Карельского массива, который в пределы Северного Приладожья заходит лишь своей юго-западной краевой частью. В строении нижнего яруса принимают участие архейские гнейсы, мигматиты, олигокварцевые гранито-гнейсы и прорывающие их интрузивы габбро-диабазов и плагиоклазовых гранитов.

**Средний ярус** сложен глубоко метаморфизованными толщами сортавальской и ладожской серий, имеющих раннепротерозойский возраст. Сортавальская серия общей мощностью до 1600 м состоит из двух свит – *питкярантской* и *соанлахтинской*, различающихся структурно-фациальными особенностями.

*Питкярантская свита*ложена в основном амфиболитами, сланцами, кварцитами и мраморами (последние частично скварнированы). Эти породы в виде узких зон прослеживаются вдоль куполов гранито-гнейсов. В строении питкярантской свиты выделяются четыре подсвиты.

Первая подсвита сложена железистыми амфиболитами, кварцитами и кварц-биотитовыми сланцами, образующими многочисленные ксеиолиты среди гранито-гнейсов и мигматитов в куполовидных структурах района. Мощность подсвиты варьирует от 0 до 40 м.

Вторая подсвита распространена повсеместно. Она сложена мраморами с подчиненным количеством прослоев амфиболитов, кварцитов, амфиболовых и кварц-биотитовых сланцев. Карбонатные породы находятся в непосредственном контакте с гранито-гнейсовыми куполами. Среди мраморов выделяются доломитовые и кальцитовые разновидности. Последние преимущественно распространены на северо-западе района, тогда как первые тяготеют к его юго-восточной части. Обычно это массивные породы, но мраморы со значительным количеством силикатов (кальцифиры) как правило имеют полосчатую текстуру. Общая мощность подсвиты составляет 25-100 м, а мощность карбонатных горизонтов в ней изменяется от 1 м до десятков метров.

Третья подсвита мощностью 100-400 м представлена амфиболовыми сланцами с относительно тонкими прослоями амфиболитов, кальцифиров, кварцитов и графитовых сланцев.



*Рис. 14. Тектоническая схема юго-западной части Карелии*

Четвертая подевита сложена доломитовыми и кальцитовыми мраморами, кальцифрами, амфиболовыми и кварц-биотитовыми сланцами. Мощность подевиты непостоянна и варьирует обычно от первых метров до 100-120, а в отдельных случаях достигает 600 м.

*Соанлахтинская свита* распространена в обрамлении южного края Карельского массива и представлена доломитовыми мраморами, сланцами и силлами метаднабазов и метагаббро-диабазов.

На породах сортавальской серии согласно залегают елюдиетые кварциты и сланцы ладожской серии, представляющие собой метаморфизованные песчано-глинистые отложения. В разрезе ладожской серии выделяются четыре свиты, из которых в районе Питкярянты распространены три: *конттиосари*, *наатселька*, *пялкярви*.

*Свита конттиосари* мощностью 250-450 м сложена кварц-биотитовыми и двуелюдянными сланцами со ставролитом, силлиманитом, альмандином. К ней приурочены проявления и месторождения ювелирного алмазика, включая наиболее известное Кительское. *Свита наатселька* мощностью 400-700 м сложена кварцитами, елюдиетыми кварцитами, биотит-кварцевыми и кварц-биотитовыми сланцами. Ее характерной особенностью является груборитмичное строение. *Свита пялкярви* представлена феллитами, елюдиетыми кварцитами и кварц-биотитовыми сланцами. Ее мощность 1000-1100 м.

**Верхний ярус** сложен верхнепротерозойскими платформенными образованиями осадочно-вулканогенной салминской свиты.

Самыми молодыми в Северном Приладожье являются четвертичные отложения, мощным чехлом (до 50-100 м) покрывающие большую его часть (Хазов, 1973).

Нижнепротерозойские породы сортавальской и ладожской серий прорывает крупный Салминский интрузивный массив. Геофизические данные позволяют рассматривать его как субгоризонтальное пластинчатое тело, мощность которого постепенно увеличивается от 2 до 10 км в юго-восточном направлении, где предполагается существование подводного канала. В составе массива отчетливо выделяются два комплекса пород: габбро-апортозит-монцитонитовый и более поздний – гранитный, в т.ч. рапакиви (Ларин и др., 1991). Среди гранитов выделяют три самостоятельные интрузивные фазы. Первая фаза представлена грубозернистыми порфировидными, иногда оловянными биотит-амфиболовыми гранитами. Породы этой фазы наиболее распространены и составляют центральную и южную части Салминского массива. Вторая фаза – средне- и крупнозернистые биотитовые граниты, характерные только для северной части массива. Третья фаза – мелкозернистые слабопорфировидные биотитовые лейкограниты и аляскиты. Породы этой фазы, для которых характерна сильная альбитизация, образуют небольшие штокообразные тела в северной части массива и в зоне его западного экзоконтакта. Возраст гранитов салминского массива составляет  $1550 \pm 30$  млн лет (Шергина и др., 1982).

Гранитные пегматиты широко распространены на территории Северного Приладожья. Они залегают в архейских гранито-гнейсах, метаморфитах сортавальской и ладожской серий, внутри постладожских интрузивов. Форма и размеры тел пегматитов, характер их взаимоотношений с вмещающими породами, минеральный состав и внутреннее строение разнообразны. Все пегматиты района подразделяются по возрасту на: 1) доладожские (нижнеархейские); 2) постладожские; 3) верхнепротерозойские.

К доладожским относятся пегматиты, которые встречаются только в пределах архейского комплекса гнейсов. Они участвовали в последующих деформациях этого комплекса наряду со всеми слагающими его породами. Среди доладожских пегматитов выделяются две возрастные группы. Пегматиты первой группы предшествуют внедрению тел габбро-диабазов, тогда как пегматиты второй группы относятся к периоду мигматизации гнейсового комплекса, который проявился уже после внедрения основных пород. Пегматиты второй группы более распространены. Они образуют тела неправильной формы, размер которых не превышает первых десятков метров. Данные пегматиты обычно характеризуются простым минеральным составом и отсутствием четкой зональности тел.

Постладожские пегматиты залегают в породах сортавальской и ладожской серий, реже в гранито-гнейсах. Среди постладожских пегматитов также выделяются две возрастные группы. Пегматиты первой группы генетически связаны с ранними постладожскими гранитами. Обычно они образуют тела протяженностью до нескольких десятков метров. Наиболее крупные жилы имеют длину до 750 м при мощности до 20-25 м. Пегматиты второй постладожской группы образуют самые крупные тела в Питкярантском районе и представляют наибольший промышленный интерес как источник строительных материалов и сырья для керамической и стекольной промышленности. Главная масса их сконцентрирована на западном берегу залива Мурсуланлахти и на полуострове Куйваниemi. Установлена приуроченность наиболее крупных тел к нижней толще ладожской серии. Размер жильных или штокообразных тел пегматитов второй постладожской группы может достигать 1600 м при максимальной мощности до 30-35 м. Обычно данные тела не имеют четкой зональности в своем строении. Они состоят в основном из полевых шпатов, кварца и биотита, в иодичиенных количествах присутствуют мусковит, гранат, шерл, апатит, тантало-ниобаты, сульфиды.

Верхнепротерозойские пегматиты на территории района распространены ограниченно. Они представлены как правило незначительными по размеру жилами, которые генетически связаны с гранитами рапакви (Шуркин, 1958).

В районе можно выделить следующие главные типы метасоматитов: магниевые скарны, известковые скарны, грейзепы, пропилиты.

За пределами контактового ореола Салмппского массива расположены только безрудные «синметаморфические» магнезиальные скарны, имеющие возраст  $1950 \pm 30$  млн. лет (Шергина и др., 1982). Магнезиальные скарны фиксируются преимущественно в верхнем карбонатном горизонте питкярантской свиты и, как правило в виде реликтов, среди более поздних метасоматитов.

Известковые скарпы являются наиболее распространенным типом метасоматитов района. Среди них выделяются: 1) экзоскарны, образованные по первичным карбонатным породам питкярантской свиты и из магнезиальным скарнам; 2) эндоскарны, сформировавшиеся по алюмосиликатным породам. С известковыми скарнами тесно связано полиметаллическое и оловянное оруденение.

Метасоматиты грейзеновой формации района достаточно разнообразны. Аносилкатные грейзены развиты по гранито-гнейсам, гранитам рапакиви и лейкогранитам. Они приурочены к тектопическим нарушениям и образуют зоны протяженностью 50-100 м при мощности до 2 м. По минеральному составу выделяются альбит-флюорит-мусковитовые и мусковит-кварцевые грейзены. Также в районе широко распространены апоскарповые грейзены, еложенные преимущественно флюоритом, магнезиальными и железными слюдами, везувианом. Метасоматиты данного типа образуют линейные зоны мощностью 0.3-0.5 м, реже до 2 м, а также столбовобразные и неправильные по форме тела мощностью до 4 м (Никольская, Ларина, 1972).

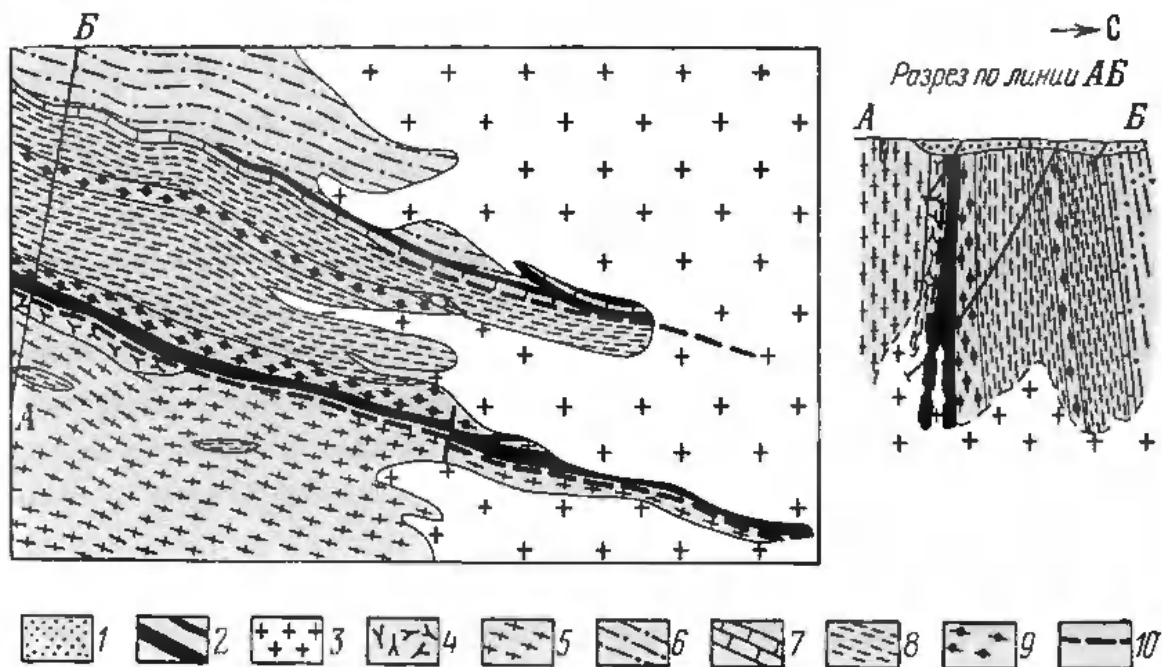
Согласно данным А.М. Лариной с соавторами (1991), формирование скарнов происходило синхронно с внедрением первой фазы гранитов рапакиви Салмппского массива, при вовлечении вещества вмещающих пород, главным образом гранито-гнейсовых кулолов. Формирование метасоматитов грейзеновой формации значительно оторвано по времени от этапа скарнообразования. Их образование связано, вероятно, с флюидным воздействием наиболее поздних гранитоидов третьей фазы как на грапнты Салмппского массива, так и на вмещающие их толщи.

В Питкярантском районе сконцентрированы практически все известные в Карелии месторождения и проявления олова, из которых наиболее значимыми являются Питкярантская группа и Кительское месторождение.

Питкярантские месторождения расположены в черте и ближайших окрестностях города Питкяранта. Они приурочены к юго-западному (Старое рудное поле) и юго-восточному (Новое рудное поле) обрамлению Койринойско-Питкярантского гранито-гнейсового купола и пространственно связаны с карбонатными горизонтами второй и четвертой подсвит питкярантской свиты. Общая протяженность рудоносной скарновой залежи пластообразной формы на участке Старое рудное поле составляет 2.5 км при мощности 0.5-12 м. Новое рудное поле объединяет две скарновые залежи протяженностью по простиранию до 1100 м и мощностью 2-25 м. Многие рудные тела отработаны до глубин 75-170 м, и месторождения Питкярантской группы считаются на

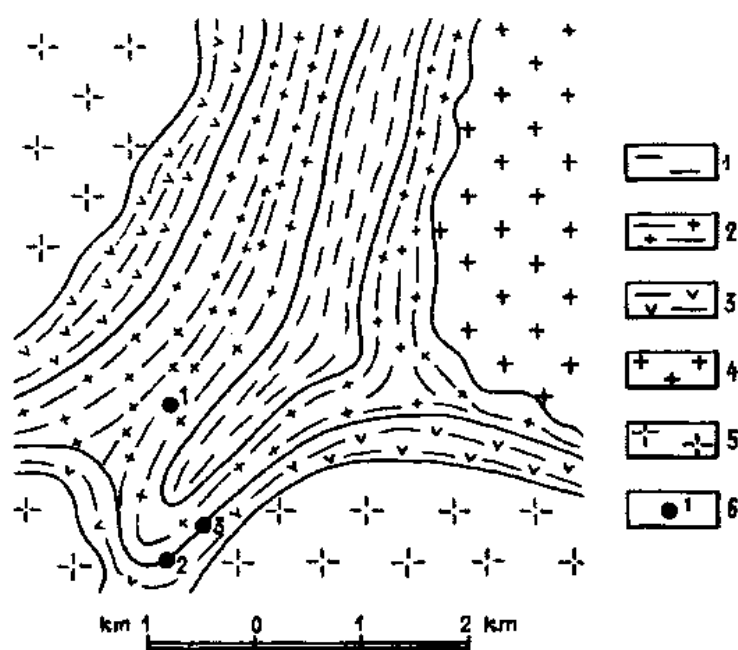
сегодняшний день утратившими свое промышленное значение (Минерально-сырьевая..., 2005).

Кительское оловорудное месторождение расположено в 15 км северо-северо-западнее г. Питкяранта. Оловянное и сопутствующее, в первую очередь цинковое, оруденение приурочено к скарнам нижней части разреза питкярантской свиты, обрамляющей северное крыло Койринойско-Питкярантского гранито-гнейсового купола (рис. 15.). В пределах рудной зоны протяженностью 2 км до глубины 500 м выявлено 21 оловорудное тело и ряд тел с развитием сфалеритовой и графитовой минерализации. Оловянное оруденение локализовано в гранатовых, гранат-пироксеновых и магнетит-пироксеновых скарнах. Олово сконцентрировано в касситерите (75-90%), а также находится в виде изоморфной примеси в силикатах, главным образом гранатах и амфиболах. Руды месторождения труднообогатимые, бедные, со средним содержанием 0.4-0.6% Sn. Запасы олова Кительского месторождения по категориям С1+С2 составляют 6.39 тыс. т (Рудные..., 1978; Минерально-сырьевая..., 2005).



**Рис. 15. Геологическая схема восточной части Кительского оловянного месторождения (Рудные..., 1978):** 1 – четвертичные отложения; 2 – рудоносные скарны; 3 – граниты; 4 – ортеритовые мигматиты; 5 – плагио-микроклиновые гнейсо-граниты и тепловые мигматиты; 6 – биотит-кварцевые сланцы и гнейсо-сланцы с прослоями кварцитов; 7 – мраморизованные и скарнированные известняки с прослоями скарнов; 8 – амфиболовые сланцы и полевошпатовые амфиболиты; 9 – пачки переслаивания разнообразных сланцев, амфиболитов и скарнированных известняков; 10 – тектонические нарушения.

В районе известно единственное в России месторождение ювелирного алмазда – Кительское. Оно находится к северо-западу от г. Питкяранта на левобережье р. Сюскюпяйоки (Киттеля). Месторождение локализовано в северном обрамлении Мурсульского и Койринойеко-Питкярантского грапто-гнейсовых кунолов и приурочено к толще слюдяных сланцев ладожской серии (рис. 16), которые здесь содержат кристаллы алмазда размерами 0.5-2.5 см в количестве до 20%. Индивиды размером 1.0-1.5 см часто имеют участки оградочного качества, а отдельные кристаллы размером 0.5-0.7 см бывают полностью бездефектными. Гранатовая минерализация с крупными кристаллами наблюдается в участках, где сланцы обогащены плотным и содержат сравнительно много силлиманита. Запасы кристаллосырья до глубины 3 м по категории С2 оценены в 2.1 тыс. т, в том числе ювелирного алмазда 20.9 т. В 2-4 км от месторождения в аналогичных геологических условиях находятся алмазопровые проявления Озерное, Плотина и ряд других (Киевченко, 2001; Мпперально-сырьевая..., 2006).



**Рис. 16. Схема геологического строения района Кительского месторождения алмазда (по Е.Я. Киевченко, 2001):**

1 – филлиты, кварц-биотитовые сланцы с силлиманитом, ставролитом и гранатом (свита пъякярви);  
 2 – порфиробластические кварц-биотитовые и плагиоклазовые сланцы с гранатом и силлиманитом (свита контиосари);  
 3 – амфиболиты,

амфиболовые сланцы, скарны; 4 – граниты рапакиви; 5 – граниты, гнейсо-граниты, мигматиты; 6 – участки Кительского месторождения: 1) Железнодорожный, 2) Высотный, 3) Северный.

Северное Приладожье уже на протяжении двух веков является важным районом разработки месторождений высококачественного стропельного и облицовочного камня, преимущественно грапто и гранитного негматита. Сегодня в районе г. Питкяранта активно работает ряд предприятий по добыче востребованных видов сырья – блочного камня, щебня, гравия.



## ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОГИИ РАЙОНА

Питкяранту и ее окрестности с полным правом можно отнести к числу выдающихся в минералогическом отношении районов России. На сегодняшний день здесь на сравнительно небольшой территории установлено более 200 (!) минералов, связанных с образованиями различных генетических типов, преимущественно эндогенными. Главная часть минерального разнообразия сконцентрирована в позднекарбовых, грейзеновых и гидротермальных парагенезисах рудных объектов. Так, Е.И. Нефедов еще в 1973 г указывал, опираясь на результаты собственных и предшествующих работ, что на месторождениях Питкяранты можно считать достоверно диагностированными 156 минералов.

В окрестностях Питкяранты открыты три новых минеральных вида: в гранитных пегматитах полуострова Нуолайнеми – нитропироклор-(Y) (Калита, 1961), а в гидротермально-метасоматических апоскарбовых образованиях Люпкко – берборит (Нефедов, 1967) и фторвезувиан (Britvin *et al.*, 2003). С месторождениями района связаны находки целого ряда редких и редчайших минералов олова (шөпфлисит, никманит, малайит, стокспит, икерит), бериллия (бромеллит, тааффеит, бехоит, берборит, битинит), бора (котоит, гулсит, берборит), цинка (гардистоит). По видовому разнообразию бериллиевых минералов Питкяранта опережает все другие объекты бывшего СССР. Уже полтора века шахты и карьеры Питкяранты и ее окрестностей "поставляют" в музей интересный и разнообразный минералогический материал. Этот район известен находками (кроме уже названных новых и редких минералов) гөльвина, даналита, норбергита, хондронита, бертрандита, везувиана, скаполита, андрадита, флюоборита, касситерита, магнетита (мушкетовита), кубарита, алмадина, шерла, эксенита-(Y), бөгафита, образующих крупные кристаллы или же встречающихся в виде необычно богатых, выразительных штуфов.

Несмотря на то, что разработка рудных и пегматитовых месторождений в районе закончена, говорить о том, что слава Питкяранты как минералогического объекта уже в прошлом, определенно рано. Как показывают последние данные, в том числе наши, изучение здешних минералов и их ассоциаций современными локальными методами может дать много нового. Особенно это касается мелкозернистых апоскарбовых метасоматитов и рудной (халькогенильной и оксидной) минерализации.

На сегодняшний день доступны для минералогических наблюдений и отбора представительного материала для исследования минерального вещества магматического, пегматитового, метаморфического и метасоматического образования практически всех типов, известных в районе. В большинстве своем это материал из отвалов старых шахт и открытых выработок, но целый ряд интересных объектов можно увидеть и в коренном залегании – в бортах заброшенных карьеров, выемках дорог, естественных обнажениях. Краткая минералогическая характеристика основных объектов, посещаемых в рамках нашей практики, приведена выше (см. "Содержание

практики"), в настоящем же разделе даны, наряду со списком наиболее значимых минералов, также фотографии, сделанные под оптическим и электронным микроскопом, и информация по химическому составу минералов. Это наши оригинальные данные, полученные в результате изучения собранных на объектах практики в период с 1993 по 2006 г коллекций. Они приводятся здесь для лучшего представления о тех минералах и минеральных ассоциациях, с которыми участники практики знакомятся в Питкяранте.

## СПИСОК МИНЕРАЛОВ РАЙОНА ПИТКЯРАИТЫ, ОБСУЖДАЕМЫХ В ХОДЕ ПРАКТИКИ

*Двумя звездочками отмечены минералы, которые несложно найти на объектах, посещаемых в маршрутах, и, как правило, возможно диагностировать визуально. Одной звездочкой отмечены менее распространенные и/или более труднодиагностируемые минералы: их не всегда удастся найти (или уверенно идентифицировать) в ходе практики. Жирным шрифтом выделены главные породообразующие и рудные минералы. В квадратные скобки взяты те минералы ранних парагенезисов, которые были целиком или практически целиком изменены более поздними процессами.*

### ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА (САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ)

Серебро	Ag
Золото	Au
Висмут*	Bi
Графит*	C

### ТЕЛЛУРИДЫ

Гессит	Ag <sub>2</sub> Te
Алтаит	PbTe
Хедлиит	Bi <sub>2</sub> Te

### АРСЕНИДЫ

Лёллингит**	FeAs <sub>2</sub>
-------------	-------------------

### СУЛЬФИДЫ

Галепит**	PbS
<b>Сфалерит**</b>	ZnS
<b>Пирротин**</b>	Fe <sub>1-x</sub> S
Молибденит*	MoS <sub>2</sub>
<b>Халькопирит**</b>	CuFeS <sub>2</sub>
Кубанит*	CuFe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>

Борнит*	$Cu_5FeS_4$
Станиин	$Cu_2FeSnS_4$
Пирит**	$FeS_2$
Арсенопирит*	$FeAsS$

#### ФТОРИДЫ

Флюорит**	$CaF_2$
-----------	---------

#### ОКСИДЫ И ГИДРОКСИДЫ

Бромеллит*	$BeO$
[Периклаз]	$MgO$
Корунд*	$Al_2O_3$
Гематит**	$Fe_2O_3$
Кварц**	$SiO_2$
Касситерит**	$SnO_2$
Хризоберилл*	$BeAl_2O_4$
Шпинель*	$MgAl_2O_4$
Ганит*	$ZnAl_2O_4$
Герцинит*	$FeAl_2O_4$
Магнетит**	$FeFe_2O_4$
Эвксейит-(Y)	$(Y, Ln, Ca)(Nb, Ti, Ta)_2O_6$
Пирохлор	$(Ca, Na)_2(Nb, Ta)_2O_6(OH, F)$
Иттропирохлор-(Y)	$(Y, Ca, Ln, U)_{2-x}(Nb, Ta)_2O_6(OH, F)$
Бетафит	$(U, Ca, Na)_{2-x}(Ti, Nb, Ta)_2O_6(OH, F)$
Брусит*	$Mg(OH)_2$
Бехоит	$Be(OH)_2$
Шёнфлиент	$MgSn(OH)_6$
Викмапит	$MnSn(OH)_6$
Гётит**	$FeO(OH)$

#### БОРАТЫ

Людвигит	$(Mg, Fe^{2+})_2Fe^{3+}(BO_3)_2O_2$
Флюоборит*	$Mg_3(BO_3)(F, OH)_3$
Гамбергит*	$Be_2(BO_3)(OH, F)_2$
Берборит	$Be_2(BO_3)(OH, F) \cdot H_2O$

#### КАРБОНАТЫ

Кальцит**	$CaCO_3$
[Доломит]*	$CaMg(CO_3)_2$
Церуссит*	$PbCO_3$

Малахит\*\*  $Cu_2(CO_3)(OH)_2$

#### СУЛЬФАТЫ

Англезит\*  $PbSO_4$

#### ФОСФАТЫ

Фторапатит\*  $Ca_5(PO_4)_3F$

Монацит-(Ce)  $(Ce, La, Nd)PO_4$

#### ВОЛЬФРАМАТЫ

Шеелит\*  $CaWO_4$

#### СИЛИКАТЫ

##### *ОСТРОВНЫЕ И КОЛЬЦЕВЫЕ*

[Форстерит]  $Mg_2[SiO_4]$   
Норбергит\*\*  $Mg_3[SiO_4](F, OH)_2$   
Хондродит\*\*  $Mg_5[SiO_4]_2(F, OH)_2$   
Фенакит  $Be_2[SiO_4]$   
Виллемит  $Zn_2[SiO_4]$   
Альмадин\*\*  $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$   
Гроссуляр\*  $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$   
Андрадит\*\*  $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$   
Топаз  $Al_2[SiO_4](F, OH)_2$   
Титанит  $CaTi[SiO_4]O$   
Малайяит  $CaSn[SiO_4]O$   
Ставролит\*  $FeAl_4[SiO_4]_2O_2(OH)_2$   
Берtrandит\*  $Be_4[Si_2O_7](OH)_2$   
Эпидот\*\*  $Ca_2(Al, Fe)_3[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$   
Алланит-(Ce)  $Ca(Ce, La, Y)Al_2Fe^{2+}[Si_2O_7][SiO_4]O(OH)$   
Везувцан\*\*  $Ca_{19}(Mg, Fe, Al)_9Al_4[SiO_4]_{10}[Si_2O_7]_4(OH, O, F)_{10}$   
Фторвезувцан\*  $Ca_{19}(Al, Mg)_{13}[SiO_4]_{10}[Si_2O_7]_4O(F, OH)_9$   
Берилл\*  $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$   
Шерл\*\*  $NaFe_3Al_6[Si_6O_{18}](BO_3)_3(OH, F)_4$

##### *ЦЕПОЧЕЧНЫЕ И ЛЕНТОЧНЫЕ*

Диопсид\*\*  $CaMg[Si_2O_6]$   
Геденбергит\*  $CaFe[Si_2O_6]$   
Силлиманит\*\*  $Al_2[SiO_4]O$   
Амфиболы (группа)\*\*  
- тремолит\*\*  $Ca_2Mg_5[Si_8O_{22}](OH)_2$   
- актинолит\*\*  $Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_8O_{22}](OH)_2$

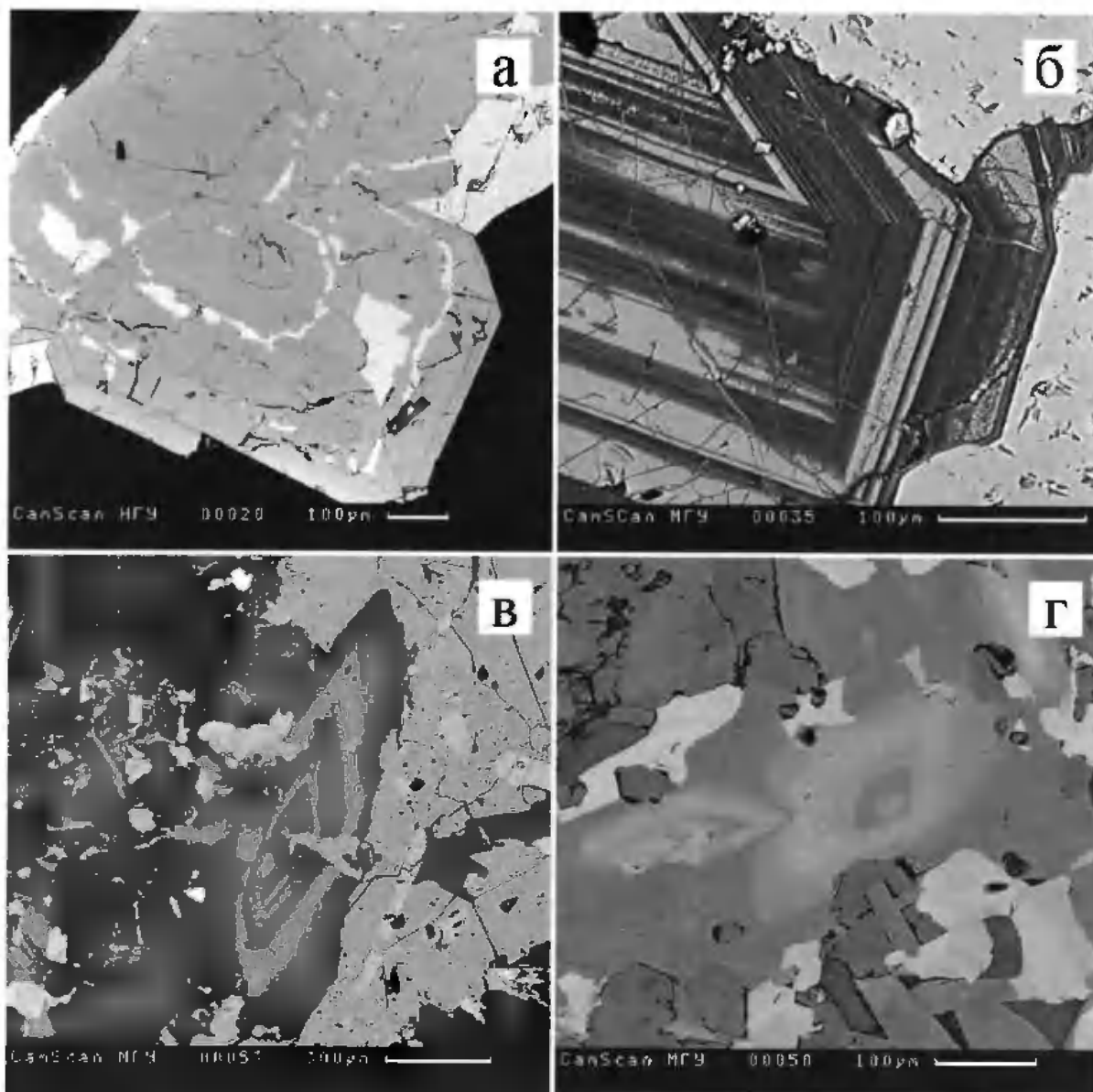
- эденит*	$\text{NaCa}_2(\text{Mg,Fe})_3[\text{AlSi}_7\text{O}_{22}](\text{OH})_2$
- паргасит	$\text{NaCa}_2(\text{Mg,Fe})_4\text{Al}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}](\text{OH})_2$
- магцезногастингсит**	$\text{NaCa}_2(\text{Mg,Fe})_4\text{Fe}^{3+}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}](\text{OH})_2$
- гастингсит*	$\text{NaCa}_2(\text{Fe,Mg})_4\text{Fe}^{3+}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}](\text{OH})_2$
- саданагант	$(\text{Na,K})\text{Ca}_2(\text{Fe}^{2+},\text{Mg,Al,Fe}^{3+})_5[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{22}](\text{OH})_2$

*СЛОИСТЫЕ*

<b>Серпентинц (группа)**</b>	$\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
Тальк*	$\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
<b>Мусковит**</b>	$\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH,F})_2$
<b>Флогонит**</b>	$\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH,F})_2$
<b>Биотит (ряд)**</b>	$\text{K}(\text{Mg,Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH,F})_2$
Аннит*	$\text{KFe}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH,F})_2$
Сидерофиллит	$\text{KFe}_2\text{Al}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH,F})_2$
<b>Клинохлор**</b>	$(\text{Mg,Fe})_5\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
<b>Шамозит**</b>	$(\text{Fe,Mg})_5\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
Пренит	$\text{Ca}_2\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
Стильпомелан*	
$(\text{K,Na,Ca})_{<1}(\text{Fe}^{2+},\text{Mg,Mn,Fe}^{3+},\text{Al})_6(\text{Si,Al})_9(\text{O,OH})_{27} \cdot n\text{H}_2\text{O}$	

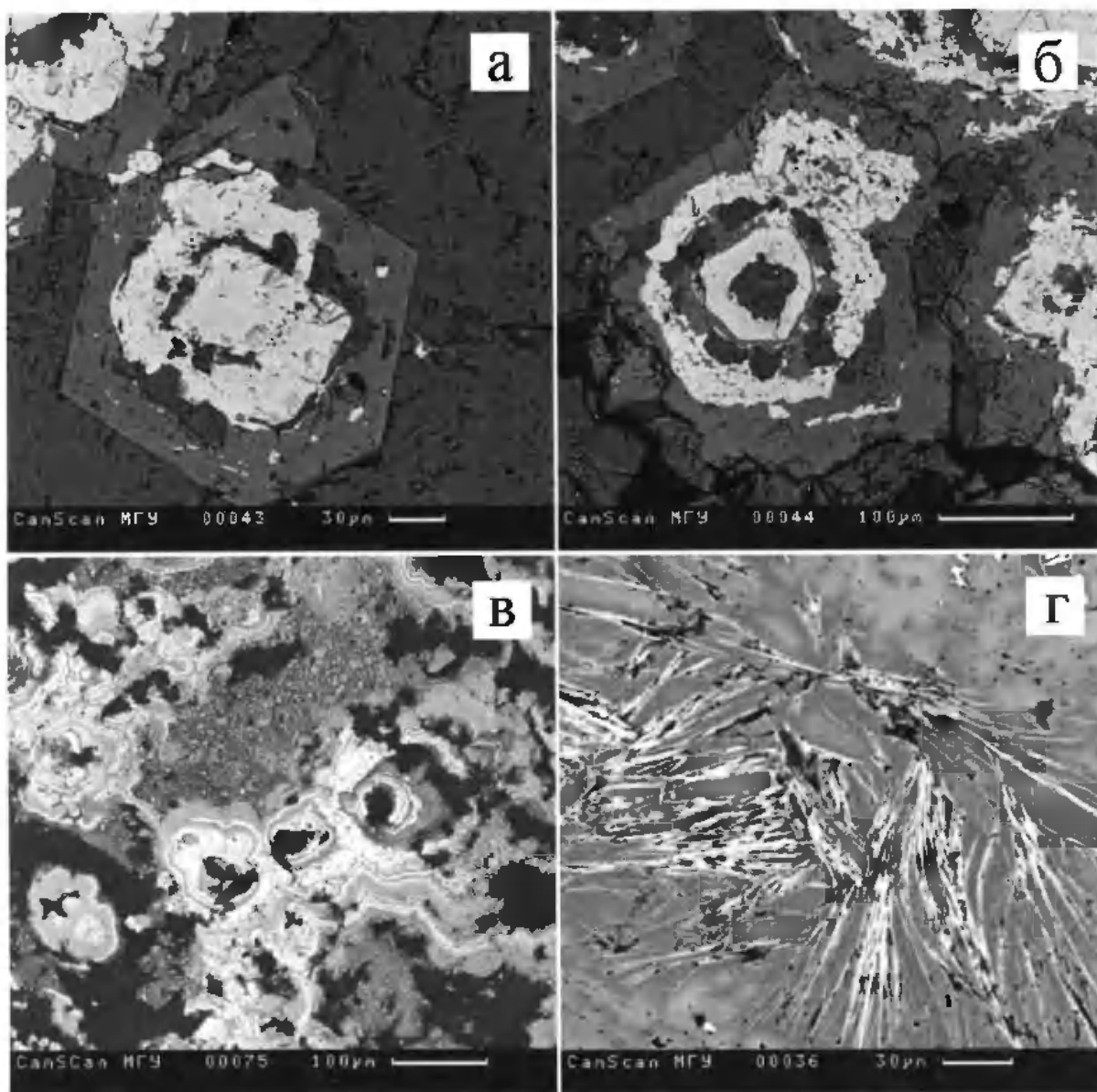
*КАРКАСНЫЕ*

<b>Ортоклаз**</b>	$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
<b>Микроклин**</b>	$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
<b>Альбит**</b>	$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
<b>Одноклаз**</b>	$(\text{Na}_{0.8}\text{Ca}_{0.2})[\text{Al}_{1.4}\text{Si}_{2.6}\text{O}_8]$
Гельвин**	$\text{Mn}_4[\text{BeSiO}_4]_3\text{S}$
Даналит*	$\text{Fe}_4[\text{BeSiO}_4]_3\text{S}$
Скаполит (ряд мариалит – мейонит)*	$\text{Na}_4[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}]\text{Cl} - \text{Ca}_4[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}](\text{CO}_3)$



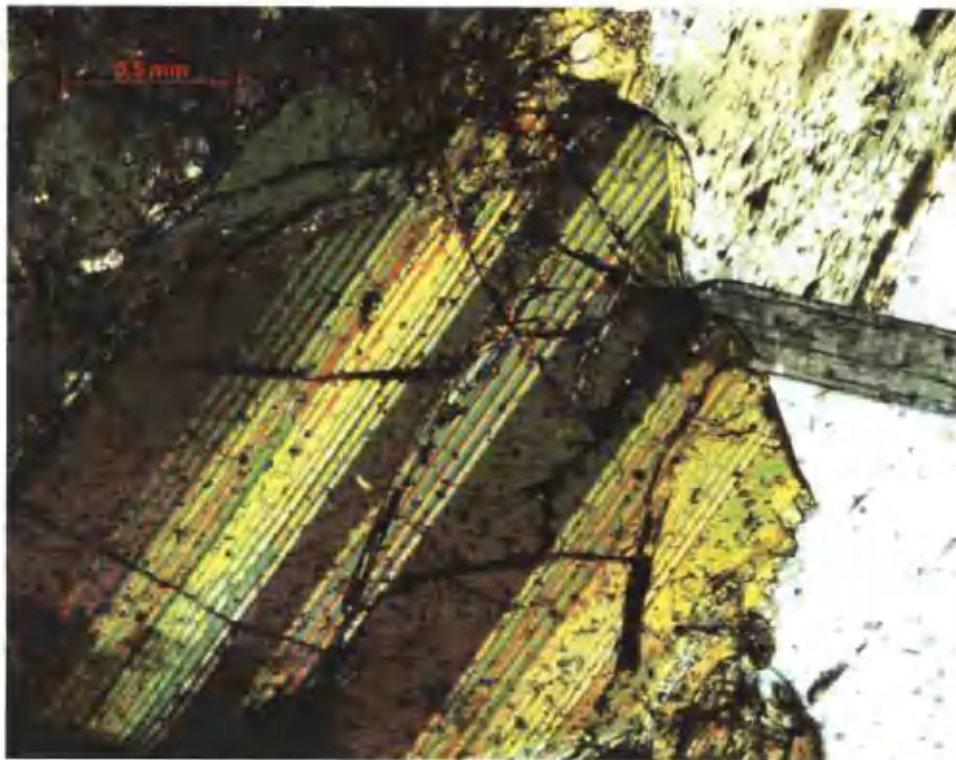
*Рис. 17. Минералы метисоматитов рудного поля Любикко (фото в отраженных электронах):*

*а – кристалл везувиниа с вростками флюорита (светлый) по зонам роста; б – зональный кристалл везувиниа с вростками хлорита (темный); в и г - срастания зональных кристаллов амфиболов (светлые зоны – гастингсит, темные – магнизогастингсит)*

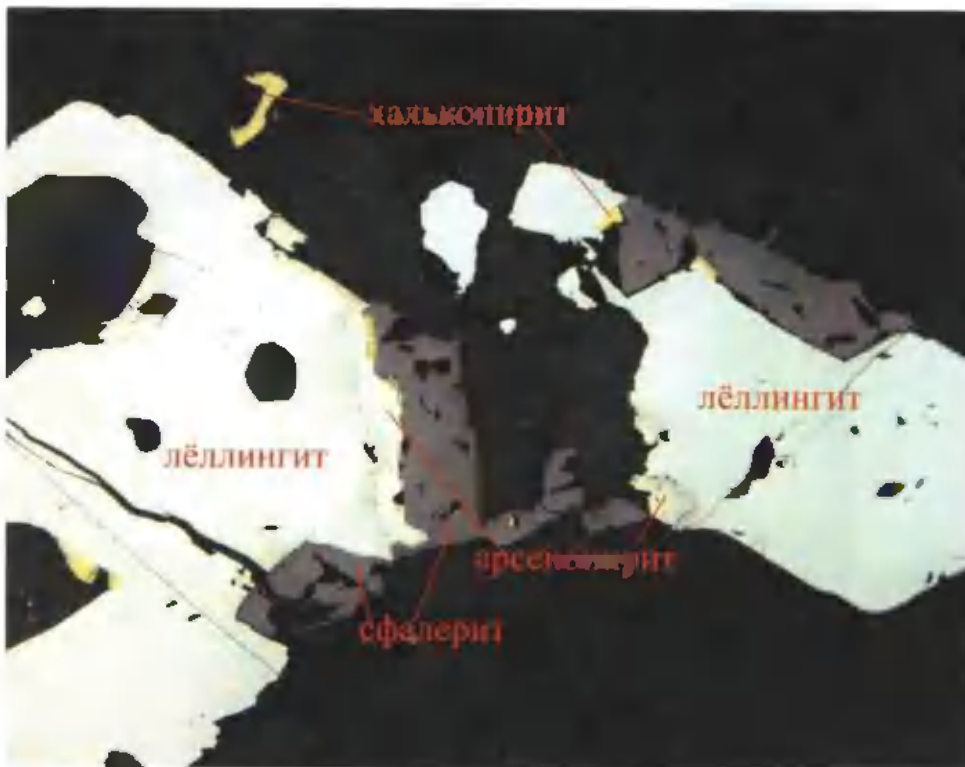


*Рис. 18. Минералы метасоматитов рудного поля Люпикко (фото в отраженных электронах):*

*а, б – зональные кристаллы шпинелидов: магнетит – светлое, промежуточные члены ряда габит–герциинит – темное; в – тонкоритмичные агрегаты магнетита, герциинита-габит и хлорита; г – вроски тонкочешуйчатого стильпномелана в кальците*

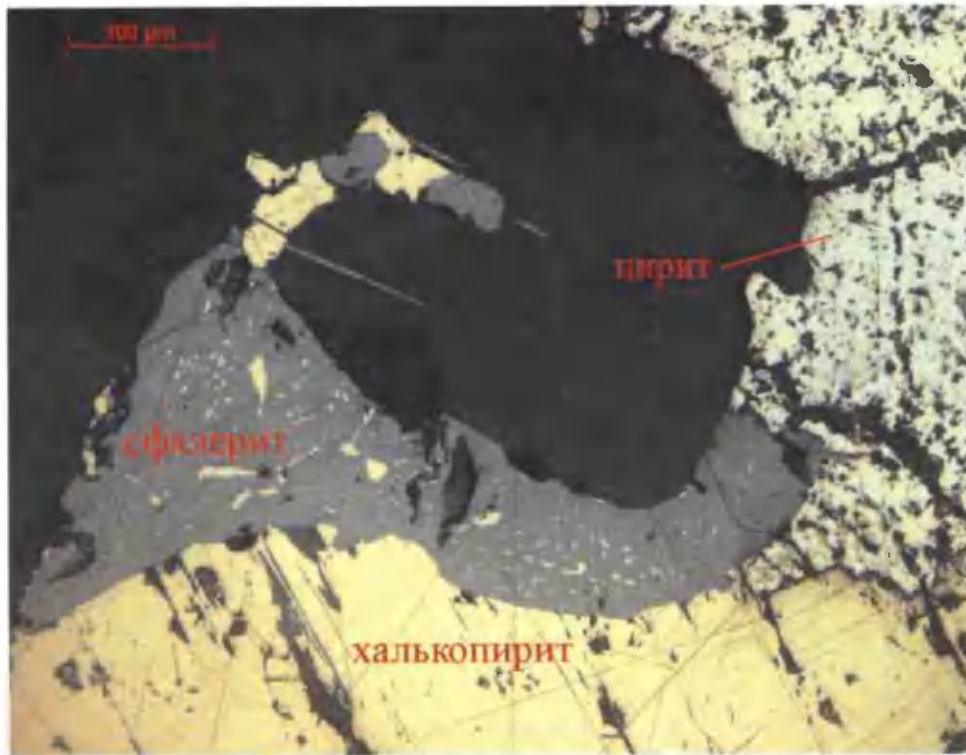


*Рис. 19. Поликристаллические двойники в хондродите из кальцифера, полуостров Ристинцеми. Фото в проходящем свете (никколи скрещены).*

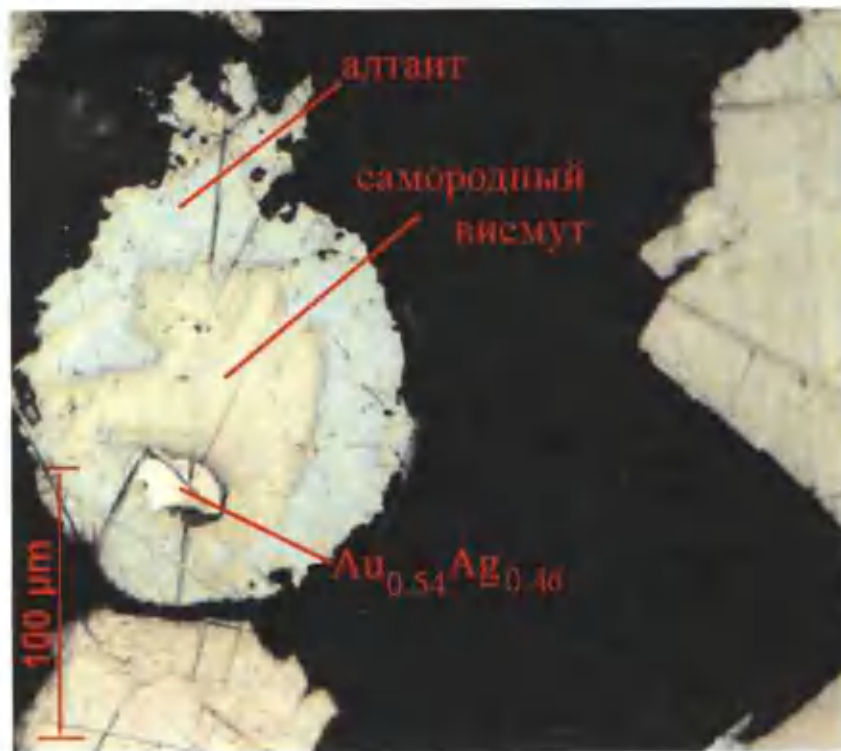


*Рис. 20. Срастаная лёллингита, сфалерита, арсенопирита и халькопиритина во флюорит-биотитовом метосоматите, Отвалы железорудных шахт Любикко. Фото в отраженном свете.*





*Рис. 21. Эмульсионная вкрапленность халькопирита в сфалерите из гидротермально измененного скарна. Отвалы железорудных шахт Люпикко. Фото в отраженном свете.*



*Рис. 22. Включение электрума в самородном висмуте с каймой гессита (из флюорит-биотаового метасоматита). Отвалы железорудных шахт Люпикко. Фото в отраженном свете.*

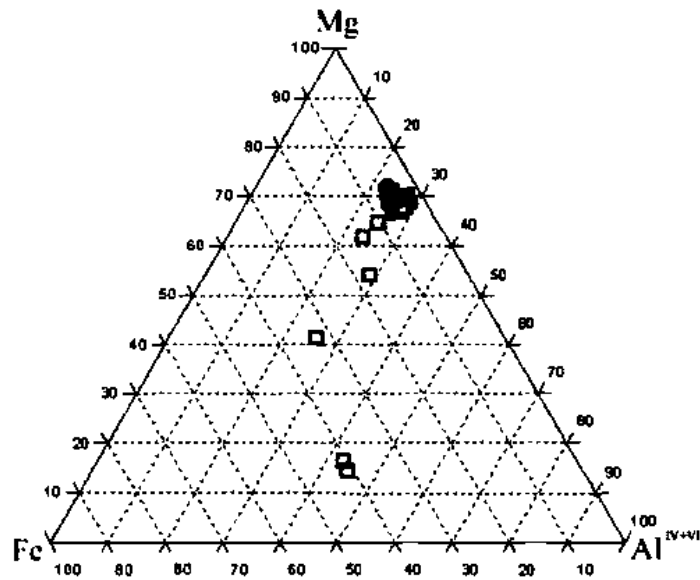


Рис. 23. Соотношения железа (общего), магния и алюминия в слюдах метасоматитов района Питкяранты: □ – Люникко, ■ – Бекк, ● – Ристиниеми

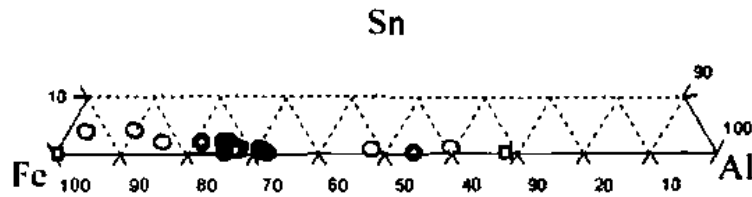


Рис. 24. Соотношения железа (общего), олова и алюминия в гранатах метасоматитов района Питкяранты: □ – Люникко, о – Кительское оловорудное месторождение, ○ – Старое рудное поле

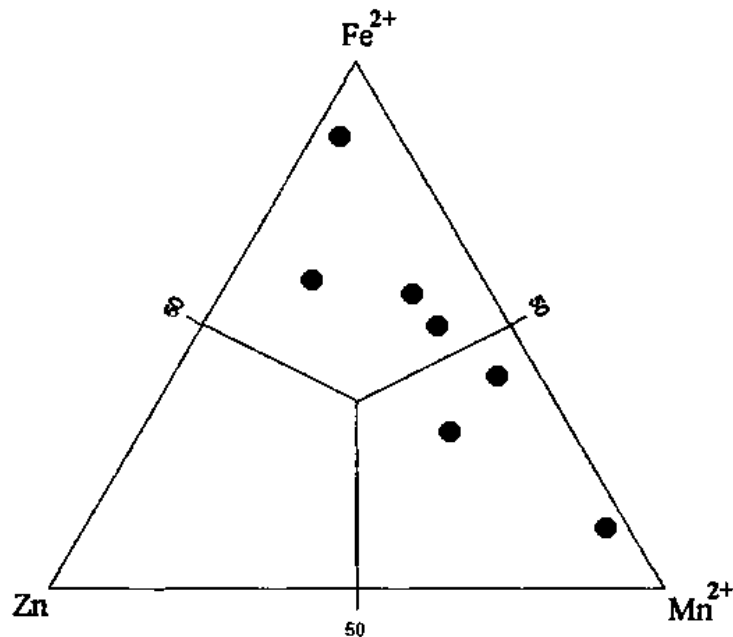


Рис. 25. Соотношения железа, марганца и цинка в минералах группы гельвиния рудного поля Люникко



Продолжение табл.1

Минерал	Хлорит						Серпентин						Норбергит						Хондродит						Пироксены																																																																																																															
	мас. %												мас. %												мас. %																																																																																																															
CaO	0.06	н.п.о.	н.п.о.	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	24.98	25.55	MgO	20.2	25.24	42.72	40.95	60.73	60.73	50.75	50.75	19.13	18.81	MnO	0.72	0.34	0.19	0.43	0.17	0.17	0.81	0.81	0.13	0.17	FeO	23.72	7.48	2.97	3.48	1.96	1.96	10.64	10.64	0.48	1.53	ZnO	0.05	1.67	0.12	0.20	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	0.12	н.п.о.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.22	12.10	1.10	0.03	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	0.05	0.55	SiO <sub>2</sub>	29.38	43.56	42.15	43.14	0.24	0.24	0.30	0.30	55.33	54.43	TiO <sub>2</sub>	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	28.67	28.67	33.48	33.48	0.06	н.п.о.	F	0.30	н.п.о.	1.62	1.86	15.73	15.73	7.49	7.49	не опр.	не опр.	Cl	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	не опр.	не опр.	-O-(F,Cl) <sub>2</sub>	0.13	н.п.о.	0.68	0.78	6.62	6.62	3.15	3.15	не опр.	не опр.	Сумма	92.52	90.41	90.28	89.38	100.92	100.92	100.34	100.34	100.28	101.21
<p>Формульные коэффициенты, рассчитанные для: хлорита и серпентина на 28 единиц заряда;  норбергита – на сумму катионов, равную 4; хондродита – на сумму катионов, равную 7; разделение на Fe<sup>2+</sup> и Fe<sup>3+</sup> проводилось по балансу зарядов; пироксенов – на сумму катионов, равную 4</p>																																																																																																																																								
Ca	0.01			0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.97	0.98	Mg	2.98	3.42	5.84	5.67	2.98	2.98	4.46	4.46	1.02	0.98	Mn	0.06	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01	0.04	0.04	0.02	0.05	Fe**	1.96	0.57	0.23	0.27	0.06	0.06	0.48/0.04	0.48/0.04			Zn		0.11	0.01	0.01							Al	2.12	1.30	0.12							0.03	Ti					0.01	0.01	0.01	0.01			Si	2.90	3.96	3.86	4.00	0.95	0.95	1.97	1.97	1.99	1.96	F	0.07		0.41	0.47	1.92	1.92	1.41	1.41																																			

Минерал	Гранаты																																																								
	мас. %																																																								
CaO	33.24	32.24	32.24	32.24	32.65	35.85	MgO	0.08	0.22	0.22	0.27	0.06	MnO	0.36	0.20	0.38	0.43	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.39	2.02	5.08	7.59	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.05	0.03	н.п.о.	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.04	0.07	н.п.о.	н.п.о.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.15	27.67	24.02	21.68	SiO <sub>2</sub>	35.90	35.97	35.82	33.82	TiO <sub>2</sub>	0.05	0.03	0.40	0.08	SnO <sub>2</sub>	0.49	2.59	1.22	н.п.о.	Сумма	99.76	101.06	99.87	99.51
<p>Формульные коэффициенты, рассчитанные на сумму всех катионов равную 8</p>																																																									
Ca	2.94	2.895	2.90	3.08	Mg	0.01	0.025	0.03	0.01	Mn	0.02	0.01	0.03	0.03	Al	0.53	0.20	0.50	0.72	Fe**	1.50	1.75	1.50	1.45	Ti			0.03	0.01	Sn	0.02	0.09	0.04		Si	2.97	3.02	2.97	2.71																		

Продолжение табл.1

Минерал	Минералы группы гельвина		
	мас. %		
MgO	0.02	0.08	0.48
ZnO	2.40	11.71	17.78
FeO	5.92	16.42	31.51
MnO	43.65	26.66	6.65
SiO <sub>2</sub>	34.20	32.79	32.62
S	5.02	5.07	4.95
-O=S	2.51	2.53	2.48
Сумма	88.70	90.19	91.51
Формульные коэффициенты, рассчитанные на сумму катионов, равную 7			
Mg		0.01	0.07
Zn	0.16	0.78	1.18
Fe	0.44	1.24	2.37
Mn	3.30	2.04	0.51
Si	3.05	2.96	2.94
S	0.84	0.86	0.83

Минерал	Шпинелиды		
	мас. %		
MgO	0.54	н.п.о.	0.29
MnO	0.33	н.п.о.	0.28
FeO	20.42	97.95	24.38
ZnO	22.19	0.16	20.34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	55.61	0.76	52.79
TiO <sub>2</sub>	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.
Сумма	99.09	98.87	98.08
Формульные коэффициенты, рассчитанные на сумму катионов, равную 3			
Mg	0.02		0.01
Mn	0.01		0.01
Fe**	0.48/0.03	1.00/1.97	0.52/0.10
Zn	0.49		0.46
Al	1.97	0.03	1.90

\* -  $A_{0-1}B_2C_5^{VI}[T_8^{IV}O_{22}](OH,F,Cl)_2$ , где  $A$  – □,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ;  $B$  –  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ;  $C$  –  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ;  $T$  –  $Si^{4+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ;

\*\* - все Fe рассчитано как  $Fe^{2+}$ , только для хондрита и шпинелидов как  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  (записано через /);

н.п.о. – ниже предела обнаружения; не опр. – компонент не определялся; пустая клетка обозначает, что при пересчете на формульные коэффициенты количество элемента менее 0,005.

## ЛИТЕРАТУРА

### ОСНОВНАЯ

Киевленко Е.Я. Геология самоцветов. М., Земля, 2001, 583 с.; или: Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. М., Недра, 1982, 278 с. (*Кительское месторождение альмандина*)

Никольская Ж.Д., Ларин А.М. Грейзеновые образования Питкярантского рудного поля // Записки ВМО, 1972, № 5, 290-297.

Рудные месторождения СССР, т. 3. М., Недра, 1978, 496 с. (*Кительское оловянное месторождение: с. 235-238*)

Сараична Г.М. Гранитондный магматизм, метаморфизм и метасоматоз докембрия (на примере Приладожья и других областей). Л., Изд. ЛГУ, 1972, 127 с.

Судовников Н.Г. Тектопика, метаморфизм, мигматизация и гранитизация пород Ладожской формации // Тр. лаб. геологии докембрия АН СССР, вып. 4. Л., Изд-во АН СССР, 1954, 189 с.

Хазов Р.А. Геологические особенности оловянного оруденения Северного Приладожья. Л., Наука, 1973, 87 с.

Шуркин К.А. Геологический очерк Питкярантского поля керамических пегматитов (Северо-Восточное Приладожье). М.-Л., Изд. АН СССР, 1958, 89 с.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

**Обобщающие публикации по геологии, петрологии и минералогии района**  
Иващенко В.Н. Скарновое оруденение олова и вольфрама южной части Балтийского щита. Л., Наука, 1987, 240 с.

Калига А.П. Редкоземельные пегматиты Алакуртти и Приладожья. М., Изд. АН СССР, 1961, 119 с.

Кицул В.И. Петрология карбонатных пород ладожской формации. М., Изд. АН СССР, 1963, 171 с.

Нефедов Е.И. Минералогия месторождения Питкяранта. Металлоносность и минералогия скарноидов юга Карелии и запада Кольского полуострова. Отчет. Л., ВСЕГЕИ, 1973, 326 с.

Свириденко Л.П. Петрология Салминского массива гранитов рапакиви (в Карелии). Петрозаводск, Карелия, 1968, 116 с.

Хазов Р.А. Металлогения Ладожско-Ботнического геоблока Балтийского щита. Л., Наука, 1982, 192 с.

Eskola P. Around Pitkäranta // Ann. Acad. Sci. Fenn., 1951. Ser. A, 3, N 27, 90 pp.

Saksela M. Zur Mineralogie und Entstehung der Pitkäranta Erze // Bull. Com. Geol. Finl., 1951, 154, 181-231.

Trüstedt O. Die Erzlagerstätten von Pitkäranta am Ladoga-See // Bull. Comm. Geol. Finl., 1907, 19, 1-333.

**По общим вопросам, затрагиваемым на практике (в том числе публикации, непосредственно касающиеся геологических объектов района Питкяранты)**

Александров С.М. Геохимия скарно- и рудообразования в доломитах. М., Наука, 1990, 344 с.

Александров С.М. Явления самоорганизации при прогрессивном метасоматизме карбонатных пород // Геохимия, 1995, № 9, 1323-1338.

Георгневская М.Г. К вопросу о генезисе ритмично-витневато-полосчатой текстуры рудных тел некоторых контактово-метасоматических месторождений // ДАН СССР, 1955, т. 101, № 5, 929-932.

Граменицкий Е.Н. Парагенезисы магниезиальных скарнов и отражение в них режима кислотности и активности фтора поелемагматических растворов // Проблемы метасоматизма. М., Недра, 1970, 244-254.

Гродницкий Л.Л. Гранитные пегматиты Балтийского щита. Л., Наука, 1982, 294 с.

Жариков В.А. Парагенезисы известковых скарнов // Проблемы метасоматизма. М., Недра, 1970, 227-239.

Жариков В.А., Руснов В.Л., Маракушев А.А., Зарайский Г.П., Омеляненко Б.И., Перцев Н.Н., Расс И.Т., Андреева О.В., Абрамов С.С., Подлесский К.В. Метасоматизм и метасоматические породы. М., Научный мир, 1998, 492 с.

Иващенко В.И. Этапы образования и метасоматическая зональность скарнов Северного Приладожья // Вопросы геологии и петрологии докембрийских комплексов Карелии. Петрозаводск, 1979, 30-37.

Иващенко В.И. Особенности скарнообразования и кислотного выщелачивания скарнов в доломитовых контактах рапакиви // ДАН СССР, 1982, т. 267, № 1, 199-202.

Кратц К.О. Геология карелии Карелии. М.-Л., изд-во АН СССР, 1963, 210 с.

Ларин А.М. Особенности проявления зональности минерализации в Питкярантском рудном районе // Бюлл. МОНП, отд. геол., 1980, т. 55, вып. 3, 73-82.

Ларин А.М., Амелин Ю.В., Неймарк Л.А. Возраст и генезис комплексных скарновых руд Питкярантского рудного района // Геол. рудных месторождений, 1991, № 6, 15-32.

Металлогения восточной части Балтийского щита. Л., Недра, 1980, 247 с.

Минерально-сырьевая база республики Карелии. Книга 1. Горючие полезные ископаемые. Металлические полезные ископаемые. Петрозаводск, 2005, 280 с.

Минерально-сырьевая база республики Карелии. Книга 2. Неметаллические полезные ископаемые. Подземные воды и лечебные грязи. Петрозаводск, 2006, 356 с.

Мирошниченко Л.А., Гуляев А.П. Скарново-грейзеновые месторождения. Алма-Ата, Наука, 1978, 199 с.

Никитин В.Д. Основные черты генезиса керамических пегматитов Южной Карелии // Записки ВМО, 1949, № 3, 207-226.

Перьев Н.Н. Высокотемпературный метаморфизм и метасоматизм карбонатных пород. М., Наука, 1977, 256 с.

Ферсман А.Е. Пегматиты. Т. 1. М.-Л., Изд. АН СССР, 1940, 712 с.

Хазов Р.А. Новое проявление оловянного оруденения в Северном Приладожье (Кительское месторождение) // Советская геология, 1967, № 8, 119-125.

Хазов Р.А., Иващенко В.И. Генетическая классификация и рудопосность скарнов Северного Приладожья // Изв. АН СССР, сер. геол., 1981, № 1, 96-106.

Хазов Р.А., Иващенко В.И. Инфильтрационные жильные эндоскарны Южной Карелии // Минералогия и геохимия протерозойских образований Карелии. Петрозаводск, Карелия, 1982, 47-58.

Шабынин Л.Н. О геохимических условиях образования везувина в скарнах // Геохимия, 1968, № 10, 1195-1210.

Шабынин Л.И. Формация магнезиальных скарнов. М., Наука, 1973, 213 с.

Шабынин Л.И. Рудные месторождения в формации магнезиальных скарнов. М., Недра, 1974, 288 с.

Шергина Ю.П., Ларин А.М., Чухонин А.П., Мурина Г.А., Рублев А.Г. Возраст Салминского массива грапитов райаквита и связанного с ним оруденения // Изв. АН СССР, сер. геол., 1982, № 12, 64-76.

Sahama T.G. Mineralogy of the humite group // Annal. Acad. Sci. Fenn., ser. A, geol.-geogr., 1953, 31, 1-50.

Törnebohm A.E. Om Pitkäranta malmfält och dess omgifningar // Geol. Fören. i Stockholm. Förh., 1891, 13, 313-333.

#### **История изучения и освоения, нутсводители**

Борисов И.В., Ильин П.В. Питкярантские рудники и заводы. Сортавала – Питкяранта, 2004, 52 с.

Булах А.Г., Франк-Каменецкий В.А. Геологическая экскурсия в окрестностях Питкяранты. Петрозаводск, Гос. изд-во КАССР, 1961, 107 с.

Булах А.Г., Борисов И.В., Гавриленко В.В., Панова Е.Г. Каменное убранство Петербурга. Книга путешествий. 2-е изд. СПб., Сударыня, 2002, 235 с.

Грендаль Г. Питкяранта (краткое описание Питкярантского месторождения, рудников и заводов). СПб., 1896, 50 с.

Иосеа Г. Известие о нахождении олова и меди в Питкяранте в Финляндии // Горн. журн., 1834, ч. 4, кн. 10, 157-161.

Palmunen M.K. Pitkäranta vv. 1934-1938 suoritetujen vuoriteknillisten tutkimusten valossa // Geol. Toimik. Geoteknil. Julkais., 1939, 44, 1-154.



### По отдельным вопросам минералогии района Питкяранты

Беус А.А., Калита А.П. Новые данные о так называемом вниките // ДАН СССР, 1961, т. 141, № 3, 705-708.

Гайдукова В.С., Грингорьев И.М., Дубинчук В.Т., Ильясов А.М., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Распад твердого раствора оловосодержащих гранатов // ДАН СССР, 1980, т. 250, № 3, 694-697.

Долгашева Т.И., Зуев В.В. О природе примесей олова в составе гранатов Кительского месторождения // Минералы и парагенезисы минералов горных пород и руд. Л., Наука, 1979, 141-146.

Иващенко В.И., Хазов Р.А. О гранатах редкометалло-оловянных и вольфрамовых месторождений магнезиально-скарновой формации // Геол. рудн. м-ний, 1980, № 5, 96-102.

Калита А.П., Быкова А.В. О танталбетафите из пегматитов Приладожья // Тр. ИМГРЭ АН СССР, 1961, 7, 104-107.

Лисницын А.Е., Маленко С.В., Руднев В.В. Бораты Питкяранты: распределение и состав // Минер. журн., 1991, № 1, 49-60.

Лобзова Р.В., Пернев Н.Н. Находка котоита в мраморе в Северном Приладожье // Записки ВМО, 1988, № 3, 348-351.

Нефедов Е.И. Магниоборит – новый минерал // Матер. ВСЕГЕИ, новая серия, 1961, вын. 45, минерал. сб. № 2, 243-247.

Нефедов Е.И. Берборит – новый минерал // ДАН СССР, сер. геол., 1967, т. 174, № 1, 189-192.

Рундквист Н.Д., Москалева Г.П. О кительских алмадинах // Записки ВМО, 1985, № 5, 581-585.

Сердюченко Д.П., Ганзсева Л.В. Везувиты из Питкяранты, их состав и особенности изоморфных замещений // ДАН СССР, 1976, т. 231, № 6, 1450-1453.

Britvin S.N., Apitonov A.A., Krivovichev S.V., Armbruster Th., Burns P.C., Chukanov N.V. Fluorvesuvianite,  $\text{Ca}_{19}(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_{13}[\text{SiO}_4]_{10}[\text{Si}_2\text{O}_7]_4\text{O}(\text{F}, \text{OH})_9$ , a new mineral species from Pitkäranta, Karelia, Russia: description and crystal structure // Canad. Miner., 2003, 41, 1371-1380.

Eskola P., Juurinen A. Fluoborite from Pitkäranta // Bull. Com. Geol. Finl., 1952, 157, 111-114.

Lokka L. Über Wiikit // Bull. Com. Geol. Finl., 1928, 82, 1-68.

Mrose M.E., Fleischer M. The probable identity of magnioborite with suanite // Amer. Miner., 1963, 48, 915-924.

Nefedov E.I., Griffin W.L., Kristiansen R. Minerals of the schoenflisite – wickmanite series from Pitkäranta, Karelia, U.S.S.R. // Canad. Miner., 15, 437-445.

Ramsay W., Zilliacus A. Monazit von Impilaks // Ofv. Finska Vet. Soc. Forh., 1897, 39, 58-63.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОБОРУДОВАНИЕ И СПОРТАЖИЕ ДЛЯ ПРАКТИКИ

(необходимое и желательное)

*список оглашается на организационном собрании перед практикой*

#### На всю группу

Микроскоп бинокулярный

Комплект основной литературы (ксерокопии)

Бумага офисная формата А4 для зарисовок и отчета – минимум одна пачка 500 листов

Полевая аптечка

Иммуноглобулин человеческий против клещевого энцефалита – не менее 2 доз  
(желательно)

Лента-скотч для упаковочных и других технических нужд

Полэтиленовая пленка – кусок площадью не менее 3-4 м<sup>2</sup> для укрывания вещей в маршруте в случае дождя (желательно)

Ведро техническое для мытья образцов

Ведро кухонные для воды – не менее 3

Кухонная утварь для приготовления пищи на всю группу (кастрюли, чайник, сковорода, кухонные ножи, разделочные доски, половник, консервный нож и пр.)

Рукомойники – не менее 2

Средство для мытья посуды

#### На бригаду

Кувалда массой не менее 2.5 кг

Зубила – 2

Молоток малый препараторский

Полевой набор для диагностики минералов (2 лупы с увел. 10<sup>x</sup>, игла стальная, шкала Мооса, магнитная стрелка, фарфоровая пластинка-бисквит, кислота соляная 10%-ная)

Материал для упаковки образцов (оберточная бумага, мешочки, коробки)

Бумага белая для этикеток

Бумага миллиметровая (желательно)

Тетрадь общая в клетку формата А4 для журнала образцов

Лейкопластырь рулонный для наклеивания номеров на образцы

Линейка длиной не менее 30 см

Горный компас

Фотоаппараты – 2

Набор цветных карандашей

Рулетка длиной не менее 3 м

Нож пилочный

Щетки для мытья образцов – большая и малая

### На каждого участника

- Молоток геологический
- Полевая книжка
- Геологическая карта-схема района (ксерокопия)
- Непромокаемая папка формата не менее чем А4 для листов с зарисовками и полевой книжки
- Маршрутный рюкзак (или удобная сумка через плечо)
- Карандаш простой, авторучка шариковая, ластик
- Кусок фанеры формата А4 или другая жесткая подкладка под лист бумаги для выполнения зарисовок в полевых условиях (*желательно*)
- Теплая одежда
- Непромокаемая одежда
- Прочная обувь
- Головной убор от солнца
- Репеллент (+ *желательно* средство для отпугивания комаров в домиках)
- Личная посуда (необходимый минимум: миска, кружка, ложка)
- Спальный мешок (*желательно*; на случай холодных ночей)
- Индивидуальные медикаменты (*если требуются*)
- Справка о сделанной противозенцефалитной прививке (*сдается руководителю перед практикой*)
- Личные документы: паспорт, полис (карточка) медицинского страхования

**Примечание:** часть снаряжения (посуда для приготовления пищи, ведра, мыльница и пр.) обычно оставляется на период между практиками на складе базы ДЮСШ в Питкяранте.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Цели и задачи практики	5
Порядок и условия проведения практики	7
Содержание практики	10
Очерк истории геологического изучения района Питкяранты и освоения его месторождений	26
Геологическое строение и главные полезные ископаемые района	33
Особенности минералогии района	40
Литература	53
Приложение: оборудование и снаряжение для практики	57