

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ГОУ ВПО АмГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

\_\_\_\_\_ В.В. Проказин

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.

# **ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ, НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ГОРЮЧИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

для специальности 130301 очной формы обучения  
«Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных  
ископаемых»

Составитель: Рогулина Л.И., доцент каф. ГиП, к.г.-м.н.

Благовещенск 2010

*Печатается по  
решению редакционно-  
издательского совета Амурского  
государственного  
университета*

Л.И. Рогулина

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых» для студентов очной формы обучения специальности 130301 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых».

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых» .....	4.
2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых».....	4
3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	16
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	16
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	17
6. ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых» .....	17
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ).....	25
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (ПРАКТИКУМОВ).....	25
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ.....	25
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ.....	25
11. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ.....	25
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
13. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОМУ СОСТАВУ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖСЕССИОННОГО И ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ.....	26
14. КОМПЛЕКТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ.....	26
15. КОМПЛЕКТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ДЛЯ КАЖДОГО ИЗ ПРЕДУСМОТРЕННЫХ ЭКЗАМЕНОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ.....	26
16. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ КАДРАМИ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА.....	29

## 1.

## ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых»

**Образовательный стандарт.** Основы минераграфии; рентгеноструктурный анализ, термобарогеохимические исследования; определение цветности, прозрачности, электропроводимости, теплопроводимости, прочностных свойств, микротвердости; текстурно-структурный анализ руд, анализ минеральной ассоциаций; основы петрологии углей; элементный и технический анализ углей, технологические испытания; специальные методы исследования углей; петрографические типы горючих сланцев и показатели их качества; физико-химические свойства нефтей, природные свойства нефтей и методы исследования; методы оценки качества битумов; оценка показателей качества полезного ископаемого, определяющих характер переработки руды.

**Задачи курса.** Курс «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых» нацелен на познание студентами теоретических и методических основ лабораторного исследования полезных ископаемых. Что даст возможность подготовить студента в дальнейшем при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых большое значение уделять всестороннему изучению вещественного состава руд и продуктов обогащения с целью комплексного использования минерального сырья для увеличения минерально-сырьевой базы страны.

### Тематический план лекций

№ п/п	ТЕМЫ	ЗСО		ДО		
		лек./ч ас	лаб./ час	лек./ч ас	лаб./ час	пр./ч ас
1	Задачи лабораторных исследований и тенденции их развития	0,5		2		
2	Методические основы и направление исследований	0,5		2		
3	Процессы рудоподготовки	1		4	3	3
4	Гранулометрический и морфометрический анализы, методы сепарации руд	1	1	4	3	3
5	Физико-химические методы исследования, сепарация руд	1		3	5	3
6	Оптические методы исследования	1	1	5	10	10
7	Исследование методами электронной микроскопии	1	1	3	5	5
8	Анализ минеральных ассоциаций	1	1	3	2	3
9	Минералого-технологическая типизация полезных ископаемых			3	2	2
10	Петрографические типы горючих сланцев и показатели их качества	0,5	1	3	3	4
11	Природные свойства нефтей и методы оценки их качества	0,5		3	3	2
12	Показатели качества при переработке руд		1	1		1
Итого часов		8	6	36	36	36

## 2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых»

**Цель дисциплины:** Курс лабораторных методов изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых должен дать студенту целостное представление о методах исследования полезного ископаемого; основных рудообразующих минералах, их сростках и свободных зерен, текстурно-структурных взаимоотношений в рудах, продуктах обогащения (конcentратах, промпродуктах, овальных хвостах), что имеет большое значение для разработки технологических схем обогащения руд. И как результат – комплексное извлечение полезного ископаемого из недр для обеспечения воспроизводства минерально-сырьевой базы России.

**Содержание дисциплины.** Программа курса сведена в ранжированный ряд 12 тем (таблица 1), основу которых составляет последовательное изучение лабораторных методов анализа минерального сырья и продуктов их переработки. Дисциплина «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых» включает в себя разделы: научные тенденции в развитии основных направлений лабораторных исследований; методы рудоподготовки, сепарации руд, гранулометрического, морфометрического анализов; исследование физико-химических и оптических свойств (цвет, плотность, твёрдость, растворимость, показатели преломления, отражательная способность и т. д.); электронно-микроскопические приборы и их применение при изучении полезного ископаемого (Ик, ЯМР, ЭПР, АА- и АЭ-спектроскопии, РФА, электронно-зондовый, электронно-микроскопический); анализ минеральных ассоциаций при минералого-технологическом картировании; определение петрографических типов горючих сланцев и свойств нефтей; основные показатели качества при переработке руд.

Таблица 1

№ п/п	ТЕМЫ	ЗСО		ДО		
		лек./ч ас	лаб./ час	лек./ч ас	лаб./ час	пр./ч ас
1	Задачи лабораторных исследований и тенденции их развития	0,5		2		
2	Методические основы и направление исследований	0,5		2		
3	Процессы рудоподготовки	1		4	3	3
4	Гранулометрический и морфометрический анализы, методы сепарации руд	1	1	4	3	3
5	Физико-химические методы исследования, сепарация руд	1		3	5	3
6	Оптические методы исследования	1	1	5	10	10
7	Исследование методами электронной микроскопии	1	1	3	5	5
8	Анализ минеральных ассоциаций	1	1	3	2	3
9	Минералого-технологическая типизация полезных ископаемых			3	2	2
10	Петрографические типы горючих сланцев и показатели их качества	0,5	1	3	3	4
11	Природные свойства нефтей и методы оценки их качества	0,5		3	3	2
12	Показатели качества при переработке руд		1	1		1
Итого часов		8	6	36	36	36

Примечание: Наименование тем (часы: лек. – лекций, лаб. – лабораторных занятий, пр. – практических занятий).

## **Введение в дисциплину «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых». Основные понятия.**

Дисциплина рассматривает новые требования, предъявляемые к исследованию полезных ископаемых. Предмет и задачи лабораторных методов исследования. Практические и прикладные аспекты в исследовании вещества при отработке месторождений полезного ископаемого. История возникновения науки. Основные и сопутствующие минералы в различных генетических типах месторождений. Макро- и микрометоды изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых.

### **2.1. Задачи лабораторных исследований и тенденции их развития**

Новые требования, предъявляемые к исследованию полезных ископаемых, обусловлены следующими обстоятельствами:

- вовлечением в промышленное использование новых минеральных видов, ранее не представлявших никакого практического интереса;
- выявлением новых областей применения минералов на основе изучения их свойств;
- повышением комплексности использования сырья и необходимостью разработки схем безотходной технологии;
- необходимостью усовершенствования технологических схем и повышения извлечения полезных компонентов из руд, что является важнейшим фактором интенсификации использования богатств недр;
- составлением государственной геологической карты страны масштаба 1 : 50000 с целью определения прогнозных ресурсов всех полезных ископаемых. Для этой цели необходимо проведение специальных регионально-минералогических исследований, позволяющих в совокупности с геохимическими, и геофизическими данными обосновать прогнозные ресурсы различных районов;
- появившейся возможностью на основе учения о типоморфизме минералов широко использовать информацию, извлекаемую из самих минералов, как для расшифровки условий их образования, так и для поисково-оценочных работ, использовать минералы, их ассоциации и свойства как индикаторы оруденения;
- необходимостью экспрессной оценки и разбраковки, открываемых в большом количестве геохимических и геофизических аномалий и рудопроявлений, различных зон изменения пород, для чего необходимо разрабатывать специальные минералого-геохимические методы исследования;
- переходом к поискам и разведке крупных месторождений (магматических, метасоматических, штокверковых, стратиформных, вулканогенно-осадочных, метаморфогенных и др.), которые можно разрабатывать открытым способом. Эти месторождения обычно характеризуются тонко-

вкрапленным, часто невидимым на глаз орудением. Для их изучения необходимо проведение всего комплекса минералогических исследований на мельчайших зернах минералов, обнаруживаемых только под оптическими и электронными микроскопами;

- необходимостью выявления в пределах месторождений и рудных полей пространственных закономерностей распределения полезных минералов с учетом изменения их состава и свойств. Без этих данных трудно правильно планировать эксплуатационные работы на действующих горнорудных предприятиях, а также определять прогнозные ресурсы категории Р;

- необходимостью для ряда рудных полезных ископаемых проведения подсчета запасов металлов в тех минералах, из которых их экономически целесообразно извлекать, для нерудных — подсчета запасов минералов с определенными полезными свойствами;

- возможностью облагораживания некоторых видов полезных ископаемых (например, драгоценных и поделочных камней, некоторых видов нерудного сырья) и создания на их основе новых полезных материалов с особыми свойствами.

## **2 2. Методические основы и направление исследований**

В исследовании руд произошли существенные изменения, вызванные современными достижениями физики твердого тела, кристаллохимии и развитием новых физических методов исследования, которые позволили поднять изучение минералов на принципиально новый уровень. Появились возможности не только изучать структуры минералов, но и благодаря развитию спектроскопических методов (ИК-спектроскопия, оптическая, люминесцентная, магнитная, ядерно-гамма-резонансная, мессбауэровская, рамановская спектроскопия и др.) сравнительно просто разбираться в тех сложнейших процессах, которые протекают в самих кристаллических решетках между составляющими ее элементарными частицами — атомами, ионами или молекулами. Дальнейшее развитие высокоразрешающей электронной микроскопии и электронного микрозондирования позволило изучать строение минералов при увеличениях близких к размерам молекул (наночастиц).

Реальностью стало изучение минералов на новом атомно-электронном уровне. В результате изменились коренные представления, на которых базировалась вся минералогия, начиная с того, что следует считать минералом. В отличие от химически чистых соединений, преобладающее большинство минералов представляет собой сложно построенные неоднородные микросистемы, состоящие из матрицы, имеющей определенный состав, и включенных в нее многочисленных микрофаз, возникающих в результате различных сингенетических с самой матрицей и более поздних эпигенетических процессов.

Кристаллическая решетка такой матрицы минерала способна до некоторой степени изменяться под воздействием внешних физико-химических условий. Она может быть в разной степени разупорядочена, в ней могут возникать

различного рода дефекты, появляться электронно-дырочные и примесные центры, представленные как катионами, так и анионными радикалами. Далеко не всегда наблюдаются в ней точные, стехиометрические соотношения между катионами и анионами. Нестехиометричность состава уравнивается появлением соответствующих вакансий-дефектов. Отдельные слои кристаллической решетки могут быть сдвинуты друг по отношению к другу (явления политипии), а также разбиваться на блоки и приобретать в связи с этим мозаичное строение.

Вся сложная микросистема, представляющая сам минерал, легко может перестраиваться на электронно-ядерном уровне, тонко реагируя на изменение внешних физико-химических условий, при этом внешняя форма кристалла минерала не нарушается, а изменение некоторых физических свойств удается выявить только при применении прецизионных измерений и использовании современных спектроскопических методов исследований.

Из нового подхода к минералам и появившейся возможности их изучения на атомно-электронном уровне следуют весьма важные для практики выводы:

- а) поскольку сам «внутренний мир» минерала, его микростроение, легко изменяется под воздействием внешних факторов, то, воздействуя на минерал определенными способами (облучая лучами различной энергии, нагревая и охлаждая его, воздействуя на него различными реагентами и т. п.), можно направленно изменять его свойства. Это обстоятельство крайне важно для разделения минералов при процессах обогащения, изыскания новых областей применения минералов, создания новых материалов с заданными свойствами;
- б) в самом минерале, в его составе, строении и свойствах заключены все сведения об условиях его образования и последующей «жизни» — истории существования. Эти сведения, получаемые при детальном исследовании минералов современными методами, могут быть использованы в различных целях: для оценки физико-химической обстановки образования минералов; установления новых поисковых и оценочных критериев, основанных на специфических (типоморфных) особенностях минералов и их ассоциаций; для усовершенствования технологических схем переработки руд и максимальной интенсификации использования богатств недр.

### **2.3. Основные направления лабораторных исследований:**

- изучение свойств и распространенности минералов в различных генетических типах месторождений с целью выявления областей их применения и использования как новых видов минерального сырья;
- развитие комплекса исследований, направленных на повышение эффективности поисковых и оценочных работ (поисковая минералогия);
- **технологическая минералогия** - новое направление исследований минералов полезных ископаемых сформировавшееся в ВИМСе с целью комплексного извлечения полезного ископаемого
- развитие исследований по генетической минералогии с целью получения объективных данных об условиях образования минералов.



## 2.4. Процессы рудоподготовки

Основные процессы рудоподготовки: операции стадийного измельчения (дезинтеграции) исходного материала, многократное просеивание, перемешивание (гомогенизация) и сокращения. Главная задача подготовки проб — получение **представительной пробы** или навески для анализа. Основные задачи разработки схем рудоподготовки: выбор начальной и конечной крупности измельчения. Зависимость крупности измельчения от физических свойств минералов и текстурно-структурных особенностей руд. Погрешность исследования вещества на стадии обработки проб, методы оценки погрешности, формулы Ричардса—Чечота  $Q = Kd^2$  и Демонда — Хальфердаля  $Q = Kd^n$ . Опыт пробоподготовки В.В. Ляховича при анализе шлихов, а также при изучении акцессорных минералов магматических и метаморфических пород. Оптимальные массы проб при различных видах анализа: начальные и конечные. Последовательность различных операций при подготовке проб. Механизмы крупного и среднего дробления: щековые дробилки, валковые, молотковые — их принцип работы. Аппараты тонкого дробления: микроистератели типа «Микрон», сверхтонкого измельчения предельно твердых материалов западногерманских фирм «Фрич» и «Реч», мельницы-ступки, роторные, дисковые, планетарные, режущие и вибрационные мельницы, компактные микромельницы «Спектро-милл» и SM-1 (ультрацентрифужной) мельнице, где за несколько секунд измельчаются от 0,5—1 мм до > 1 мкм. Новые методы разрушения горных пород: аэродинамический, пневмомеханический, ультразвуковой, термомеханический, электрогидравлический, электроимпульсный — их принцип работы и эффективность. Механизмы и методы сокращения (квартование, вычерпывание) и расситовки проб: грохоты, вибрационные ситовые анализаторы типа «Ротап», сократитель лабораторных проб СПЛ, компактный прободелитель ДП и др. Важнейшие задачи дальнейших конструкторских и методических работ при создании механизмов и режимов подготовки проб.

## 2.5. Гранулометрический и морфометрический анализы, методы сепарации руд

Многообразие методов и технических устройств, используемых при гранулометрическом анализе: прямые, косвенные. Основные группы современных методов гранулометрического анализа: ситовой, гидравлический, оптический, телевизионно-оптический. Преимущества каждого из них, методика работы и аппаратура. Стандарты сит, мокрый и сухой способы расситовки, проблемы ошибок ситового анализа (Л.Б. Рухин, 1969; В.Н. Шванов, 1969; Дж. Гриффитс, 1971). Формула Стокса (зависимость скорости осаждения частиц от сферического диаметра). Гидравлические методы: седиментационные трубки, весы, седиментометр, гранулометр ТА-II — преимущества и недостатки методов. Гранулометрия сцементированных пород: оптическая и телевизионно-оптическая (электроно-оптическая), установки МИУ (ЛОМО), ASM

(ZEISS) и др. Морфометрический анализ: форма, окатанность. Информативность формы в целом, как единого свойства обломочных частиц. Существующие методы анализа: визуальные, (в том числе оптические и электронно-оптические), в плоскости проекции, трёхмерные оценки формы частиц, способность частиц к перекачиванию при разных углах наклона. Шкала определения окатанности зёрен (бальность) разработанная во ВСЕГЕИ. Приборы и методики количественной оценки формы: вибросепаратор и др. Способы изображения результатов гранулометрического и морфометрического анализов, их аналитическая обработка статистическими методами. Эмпирическое распределение и генетическая интерпретация распределений обломочных частиц. Форма выражения результатов гранулометрического и морфометрического анализов: массовые доли процентов, число зёрен и др. Основное понятие сепарации руд. Физические и физико-химические свойства минералов, на которых основаны методы сепарации: плотность (гравитация), магнитная восприимчивость (магнитная и электромагнитная сепарация), электрические (электрическая и диэлектрическая сепарация), физико-химические свойства поверхности частиц (флотация). Специальная малогабаритная обогатительная аппаратура: МОЛМ, МГС-1, СИМ-1, ПС, ЭС, ДЦС, ФМ, АДАП, передвижная минералого-аналитическая лаборатория ПМАЛ-1А и др. Разделение минералов в тяжёлых жидкостях и искусственных утяжелителях: техника разделения, применяемые жидкости [бромформ  $\text{CHBr}_3$ , тетробромэтан  $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$ , йодистый метилен  $\text{CH}_2\text{I}_2$ , жидкость Клеричи  $\text{CH}_2(\text{COOTl})_2$   $\text{HCOOTl}$ , Туле  $\text{HgJ}_2 + \text{KJ}$ , Рорбаха  $\text{BaJ}_2 + \text{HgJ}_2$ ].

Магнитогидростатический сепаратор МГС-1 и техника разделения в искусственных утяжелителях. Концентрационные столы, винтовые и центробежные сепараторы, шлюзы, флотомашины и процесс разделения в коронно-электростатическом поле электрических сепараторов. Оптимальные режимы выбранных схем сепарации для получения мономинеральных фракций. Сопоставление главных рудообразующих компонентов в различных продуктах сепарации.

## **2.6. Физико-химические методы исследования**

Понятие плотности минералов и горных пород, методы определения плотности: пикнометрический, объёмометрический, микроплавковый, объёмно-весовой. Теоретические основы твёрдости минералов, приборы для определения твёрдости и микротвёрдости (ПМТ-3). Упругие свойства пород и минералов, анизотропия упругих свойств, статистические и динамические методы их определения, ультразвуковые приборы для определения упругих свойств (ИПА, ИКЛ, УЗИС-ЛЭТИ и др.).

Магнитные свойства минералов, теоретические сведения о диа- и парамагнетизме, аппаратура и методика проведения исследований. Растворимость минералов в природных геохимических процессах, селективная растворимость. Зависимость растворения минералов от

химического состава и структуры вещества. Электролиз, теоретические основы метода. Определение кислотности и щёлочности минералов и руд по рН суспензии. Удельная поверхность минеральных агрегатов. Термический анализ минерального сырья (ДТА, СТА). Включения минералообразующих сред и методы их исследования.

### **2.7. Оптические методы исследования (световая микроскопия)**

Методы световой микроскопии, как одно из важнейших средств познания вещественного состава минерального сырья. Задачи современных методов световой микроскопии: надёжно идентифицировать объект, выявлять особенности его состава и строения, генезис и онтогенез минералов, парагенезис рудных ассоциаций. Специальные виды световой микроскопии: люминесцентная, инфракрасная, рентгеновская, электронно-микроскопическая (электронно-зондовая).

Методы исследования руд и горных пород с использованием МБС. Поляризационные микроскопы серии ПОЛАМ для проходящего и отражённого света, устройство и приспособления. Поляризационные стереоскопические микроскопы для исследования петрографических шлифов и непрозрачных объектов. Инфракрасные и люминесцентные микроскопы, особенности их использования. Микроскопы-рефрактометры, спектрофотометры – назначение и области применения. Иммерсионный метод исследования минералов: способ Бекке, кольцевого экранирования, темного поля, косо́го освещения, фазового контраста.

Измерение главных показателей преломления прозрачных кристаллов. Оптимальные размеры зёрен и выбор исследуемых сечений. Петрографические методы исследования. Количественные методы исследования оптических свойств непрозрачных минералов: измерение спектров отражения и поглощения; дисперсия отражения; цвета и цветности; показателя преломления.

Минераграфические методы исследования руд. Определение минералов по оптическим свойствам и структурным константам, минеральных ассоциаций различных генетических типов минералообразования.

### **2.8. Исследования методами электронной микроскопии**

Рентгеновская микроскопия, её возможности и физические принципы: абсорбционные, эмиссионные и дифракционные. Методы рентгеновской микроскопии, основанные на абсорбции рентгеновских лучей и различающихся по принципу получения теневого рентгеновского изображения: контактная, проекционная и отражательная рентгенография (методы изучения структуры минералов).

Методы рентгеноспектрального (микронного), рентгено-флюоресцентного, масс-спектрометрического анализов (элементный и атомный состав минералов). Сканирующая электронная микроскопия РЭМ. Термический анализ и термохимия минералов. Методы электронной спектроскопии: спектроскопия поглощения и излучения света (ЭПР),

колебательной(ИК- и КР-спектроскопии) и ядерной (ЯМР,ЯКР,ЯГР).  
Объекты исследования и методы подготовки исследуемого вещества.

Приборы микроминералогических методов исследования вещества. Методы наноминералогических исследований (прямая визуализация нанообъектов и наноструктур). Методы исследования элементов платиновой группы (ЭПГ): бездеструктивные и традиционные.

## **2.9. Анализ минеральных ассоциаций**

Понятие минеральной ассоциации по С.С. Смирнову (1937г), Н.А. Петровской (1965) и разграничение понятий «минеральная» ассоциация и «парагенетическая» ассоциация (Геология рудных месторождений, 1967). Минеральные комплексы, определяющие несколько минеральных ассоциаций в многостадийном рудном процессе. Типоморфизм минералов (особенности состава, структуры, свойств парагенезиса, типичность форм нахождения вещества в природе) – основа для расшифровки или сопоставления генезиса месторождений полезных ископаемых. Полное понятие «типоморфизма» минералов и их ассоциаций (А.Е. Ферсман, 1970), как индикатор генезиса руд и особенностей сквозных минералов, возникающих в разных геологических условиях. Структурно-текстурные взаимоотношения минеральных агрегатов, как определяющий критерий выделения парагенетических минеральных ассоциаций. Выявление вертикальной и горизонтальной зональности в отдельных месторождениях и рудных телах, отражающих смену физико-химических условий минералообразования, при анализе минеральных ассоциаций. Выделение генетических типов месторождений на основе анализа парагенетических минеральных ассоциаций.

## **2.10. Минералого-технологическая типизация полезных ископаемых**

Цели типизации полезного ископаемого (разработка ВИМСа). Основные тенденции в развитии минералого-технологического картирования:

- разработка методов и приёмов минералого-технологического картирования для рациональной отработки руд;
- проведение исследований направленных на выявление ценных компонентов с целью комплексного использования сырья;
- выявление форм вхождения элементов для правильного выбора технологических исследований;
- составление баланса распределения рудных элементов по минералам и вычисление теоретически возможного извлечения;
- исследование гранулометрического состава и характера срастаний с целью оценки количества неизбежных потерь и определения режима дробления;
- исследование поведение минералов в ходе процессов обогащения;
- выявление возможности и необходимости изменения направленных свойств минералов;
- Исследование поведение минералов при гидро- и пирометаллургическом переделе концентратов с целью повышения

извлечения на стадии конечных продуктов;

- минералогическое изучение отвальных продуктов, шламов, пылей и создание безотходной технологии;

- выяснение возможности создания новых материалов на основе отвальных продуктов.

Современные приборы для обеспечения контроля всех данных: минеральном составе технологических продуктов, изменении их структур и фазовых превращениях. Задачи по разработке автоматизации управления технологическими процессами. Методика минералого-технологической типизации на примере Pb-Zn месторождений.

### **2.11. Петрографические типы горючих сланцев и показатели их качества**

Основные понятия и термины петрологии углей: макроструктура, микроструктура, текстура, вещественно-петрографический состав, петрографический тип, углефикация, химические показатели углей.

Классификация микрокомпонентов углей различных групп углефикации (по А.И. Гинсбургу, ГОСТ бурые угли, ГОСТ каменные угли) – гелифицированные (витринит), фюзенизированные (семинит, семифюзенит, фюзинит, интертинит), кутиновые, водорослевые, смоляные. Классификация микрокомпонентов углей различных групп углефикации (альгиниты, липоидиниты, витриниты, фюзениты).

Характеристика микрокомпонентов углей их петрографические и химические признаки. Микрокомпоненты из остатков грибов - склеротиниты, их виды и формы. Микрокомпоненты неясной природы: корпо-витриниты, микриниты, графитиниты. Минеральные включения в углях: терригенные, аутигенные. Минералы динамо-термального генезиса. Вещественно-петрографическая классификация ископаемых углей – разновидности мелкой таксономической единицы.

Стадии метаморфизма углефицированного ряда Показатели качества горючих сланцев: стадии углефикации и мацералы. Понятие термина и группы мацералов. Характеристика стадий углефикации: буроугольная, длиннопламенная, газовая, жирная, тощая, коксовая, антрацитовая.

### **2.12. Природные свойства нефтей и методы оценки их качества**

Основные понятия нефтидов (petroleum): терминология и научная классификация. Распределение запасов нефти в различных коллекторах и эпохах развития земли. Состав нефти в недрах. Химический состав углеводородов нефти (метаны, нафтаны, ароматические соединения) и неуглеводородных соединений (кислородные, сернистые, азотистые). Элементный состав: (С 82,5-87%; Н 11,5-14,5% О 0,05-0,35, редко до 0,7% S 0,001-5,5 редко свыше 8% N 0,02-1,8%. Около 1/3 всей добываемой в мире нефти содержит свыше 1% серы). Содержание золы и металлов. Физические свойства нефти: цвет, плотность, вязкость, температура кипения, температура вспышки. Особенности природных свойств различных сортов

нефти.

Методы исследования: физических свойств и фракционного состава по унифицированной программе: атмосферно-вакуумная разгонка, газожидкая хроматография, компьютерная хромато-масс-спектрометрия. Основа технологической классификации нефти (по S) и классы: малосернистые (до 0,5%); сернистые (0,5-2%); высокосернистые (свыше 2%). Типономия (шифры) технологической классификации (класс, тип, группы, подгруппы) в России и за рубежом (плотность, класс).

### 2.13 Показатели качества полезного ископаемого при переработке руд

Современные методы оценки технологических свойств труднообогатимого и нетрадиционного минерального сырья благородных металлов и алмазов. Нучно-прикладные основы обогащения и комплексного извлечения полезного ископаемого: флотация, цианирование, обжиг, автоклавное и бактериально-химическое окисление, комбинированные металлургические схемы. Влияние вещественного состава полезного ископаемого на возможность извлечения. Изыскание и технологическая оценка альтернативных методов определений показателей качества при переработке руд.

#### Основные критерии оценки знаний студентов

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
5	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
4	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявлений причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
3	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
2	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации;	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать

## Рекомендуемая литература по дисциплине

### Основная:

1. Барабанов В.Ф. Генетическая минералогия. Л.: Недра, - 1977. 326 с.
2. Коц Г.А., Разумная Е.Г. Применение микрообогатительных методов и аппаратуры для минералогических исследований, оценки обогатимости и технологического картирования месторождений. М.: Недра, - 1970.
3. Ломтатзе В.Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород. Л.: Недра, - 1972. 312 с.
4. Международный толковый словарь по петрологии углей. М.: Наука – 1965. 265 с.
5. Методика минералогических исследований месторождений благородных и цветных металлов. // Труды ЦНИГРИ, вып. 178 М., - 1983. 87 с.
6. Методы минералогических исследований. // Справочник под редакцией А.И. Гинсбурга. М.: Недра, - 1985. 480 с.
7. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке. // под редакцией В.И. Ревнивцева, М.: Недра, - 1987. 306 с.
8. Рухин Л.Б. Основы литологии. Л.: Недра, - 1969.
9. Соболев Р.Н. Методы оптического исследования минералов // Справочник – М.: Недра, 1990. 288 с.
10. Электронная микроскопия в минералогии. // Фундаментальные труды зарубежных учёных под общей редакцией Г.-Р. Венка. М.: Мир, - 1979. 541 с.
11. Юшко С.А. Методы лабораторного исследования руд. М.: Недра, - 1984. 335 с.

### Дополнительная:

12. Берлинский А.И. Разделение минералов. М.: Недра, - 1975. 173 с.
13. Галопен Г., Генри Н. Исследование непрозрачных минералов под микроскопом. М.: Мир, - 1975. 363 с.
14. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, - 1999. 521 с.
15. Ильинский Г.А. Определение плотности минералов. М.: Недра, - 1975.
16. Костов И. Минералогия. М.: Мир, - 1971. 384 с.
17. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. М.: МГУ, - 1969. 160 с.
18. Международный толковый словарь по петрологии углей. Под ред. П.П. Тимофеева М.: Наука, - 1965. 266 с.
19. Минералого-геохимические типы свинцово-цинковых месторождений и их поисковые признаки. // Труды ЦНИГРИ, вып. 174. М.: - 1983. 97 с.
20. Петрографические типы углей СССР. Под ред. А.А. Любер. М.:

- Недра, -1975. 247 с.
21. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке. Под ред. В.И. Ревнивцева. М.: Недра, - 1987. 307 с.
  22. Романовский С.И. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, - 1977.
  23. Современные методы минералогического исследования т.1, т.2.М.: Недра, - 1969
  24. Ткачёв Ю.А. Обработка проб полезных ископаемых М.: Недра, - 1987. 190 с.
  25. Татарский В.В. Кристаллооптика и иммерсионный метод. М.: Недра, - 1965.
  26. Чвилева Т.Н., Клейнбок В.Е., Безсмертная М.С. Цвет рудных минералов в отражённом свете М.: Недра, - 1977. 190 с.
  27. Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. Л.:Недра, - 1969.
  28. Штах Э, Маковски М.Т., Тейхмюллер М., Тейлор Г., Чандра Д., Тейхмюллер Р. Петрология углей. М.: Мир, - 1978. 554 с.

### **Средства обеспечения освоения дисциплины.**

1. Коллекции шлихов, рудных минералов; микроскопы МБС-10, ПОЛАМ-Р-211, ПОЛАМ-Р-312 ;схемы, плакаты, кинофильмы, диапозитивы
2. Экскурсии в лаборатории современных методов исследования полезного ископаемого.

### **3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

На самостоятельную работу студентов отводится 141 час. Эта работа осуществляется в результате изучения основной и дополнительной литературы (см список в конце рабочей программы), написанием рефератов по заданным темам, и дополнительными занятиями с коллекциям шлихов, рудных минералов, освоением методов световой микроскопии. Кроме того, осуществляется поиск в «Интернете» новых данных по изучаемым разделам.

### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

На практические занятия отводится 36 часов.

Практические занятия проводятся на природных объектах и в учебных аудиториях. Основная часть отведенного времени посвящается решению задач, которые позволяют студентам приобрести навыки работы с пробами полезного ископаемого, оптическими приборами и малогабаритной



лабораторной аппаратурой по изучению физических и флотационных свойств полезного компонента.

Задания к практическим работам выдаются преподавателем согласно рабочей программы дисциплины:

1. Копчёнова Е.В. Минералогический анализ шлихов и рудных концентратов. М.: Недра. 1979. 244 с.
2. Коц Г.А., Разумная Е.Г. Применение микрообогащительных методов и аппаратуры для минералогических исследований, оценки обогатимости и технологического картирования месторождений. М.: Недра, - 1970.
3. Ломтатзе В.Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород. Л.: Недра, - 1972. 312 с.
4. Международный толковый словарь по петрологии углей. М.: Наука – 1965. 265 с.
5. Методика минералогических исследований месторождений благородных и цветных металлов. // Труды ЦНИГРИ, вып. 178 М., - 1983. 87 с.
6. Методы минералогических исследований. // Справочник под редакцией А.И. Гинсбурга. М.: Недра, - 1985. 480 с.
7. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке. // под редакцией В.И. Ревнивцева, М.: Недра, - 1987. 306 с.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

Для лабораторных занятий обязательным является:

- овладение методами подготовки проб к проведению лабораторных исследований полезного ископаемого;
- освоение методов оптического минералогического исследования: шлихового, иммерсионного, петрографического, минераграфического;
- знакомство с методами электронно-микроскопического анализа и пробоподготовкой материала для получения прецизионных анализов;
- анализ минеральных ассоциаций с целью выявления генетических особенностей месторождений полезных ископаемых;
- изучение типов горючих сланцев, природных свойств нефтей и оценка их качества

Закрепление лекционного курса требует проведения занятий по наиболее важным разделам курса «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых».

## **6. ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **«Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых»**

#### **6.1. Введение в дисциплину Основные понятия.**

Полезное ископаемое – природное скопление минералов в земной коре. Всестороннее изучение вещественного состава руд необходимо для точной диагностики форм нахождения полезных и вредных компонентов в рудах, промпродуктах, концентратах и хвостах для разработок технологических схем обогащения руд. Наука минералогия – фундаментальная наука, лежащая в основе всех геологических дисциплин. Лабораторные методы минералогического исследования. Основные задачи и тенденции развития: вовлечение в промышленное использование новых минеральных видов сырья; выявление в пределах месторождений и рудных полей закономерностей распределения полезного ископаемого с учётом изменения их состава и свойств; повышение комплексности его исследования; разработка схем безотходной технологии.

Успехи геологов в обеспечении минерально-сырьевой базы народного хозяйства нашей страны. Вклад русских и советских учёных в развитие дисциплины. Труды М.В. Ломоносова, В.М. Севергина, В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, С.С. Смирнова, А.П. Виноградова, А.И. Берлинского, Е.К. Васильева, А.И. Гинсбурга, В.И. Донецко, Г.П. Ильинского, Г.А. Коц, Н.В. Логвиненко, В.И. Лучицкого, Е. Ларсен, В.Н. Лодочникова, М.С. Бессмертной, А.С. Поваренных, Л.Б. Рухина, В.В. Татарского, Т.Н. Чвилевой, С.А. Юшко, А.Н. Винчелл, Дж. Крейг и др.

## **6.2. Методические основы и направление исследований**

Влияние достижений современной физики, кристаллохимии в области изучения минерального сырья на принципиально новом уровне. Выявление физических свойств прецизионными измерениями. Новый подход к минералам при изучении их на атомно-электронном уровне. Изучение свойств и распространенности минералов с целью выявления областей их применения и использования как новых видов минерального сырья. Развитие комплекса исследований, направленных на повышение эффективности поисковых и оценочных работ (поисковая минералогия). Необходимость создания полевых методов минералогических исследований, Новые основы средне- и крупномасштабного минералогического картирования. Тонкие особенности состава, структуры и свойств минералов, выявляемые современными методами и их использование в качестве критериев при поисках, разведке и оценке минерального сырья. Типоморфные особенности минералов, используемые в поисковой минералогии Развитие исследований по генетической минералогии с целью получения объективных данных об условиях образования минералов.

## **6.3. Процессы рудоподготовки**

Подготовка проб к минералогическим исследованиям определяет достоверность получаемых результатов. Представительность проб и надежная масса пробы  $Q$  (в кг), отвечающая ее представительности. Исходные параметры при расчете рекомендуемой массы пробы.

Контроль качества аналитических работ. Методы оценки погрешности анализа на основе статистической обработки результатов конкретных измерений. Основные операции процесса подготовки проб к исследованиям. Структурные изменения минералов в процессе тонкого измельчения. Метод определения конечной крупности измельчения, связанная со структурными особенностями руды. Последовательность различных операций при рудоподготовке.

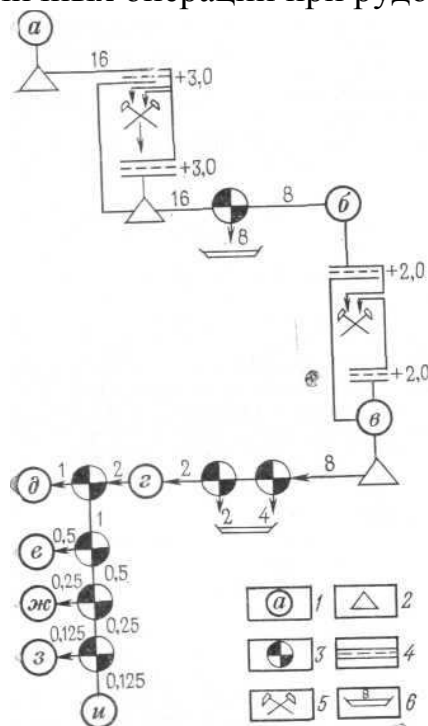


Рис. 1. Полная схема подготовки пробы оловянной руды для минералого-химического исследования (по В.Р. Болошенко, О.П. Иванову и С.А. Сотниковой): а) исходная (генеральная), б, в) промежуточные, з) конечная разведочная, д) геологический дубликат, е) контрольная лабораторная, ж) рядовая лабораторная, з) минералогическая, и) - контрольная минералогическая; 2—5 - операции: 2 - перемешивания (гомогенизации) пробы; 3 - сокращения (квартования) пробы; 4 - вспомогательного и контрольного просеивания (грохочения) пробы; 5 - дробления (измельчения) пробы; 6 -

масса пробы (в кг). Цифры при грохочении указывают размер сита (в мм), цифры при квартовании массы материала (в кг).

#### 6.4. Гранулометрический и морфометрический анализы, методы сепарации руд.

Причины отсутствия универсального метода разделения пород по крупности на 5-6 порядков. Современные методы гранулометрического анализа: ситовой анализ, гидравлические методы, оптические и телевизионно-оптические методы. Требования к лабораторным определениям гранулометрического состава песчаных пород. Стандартные наборы перфорированных сит, выпускаемые фирмами «Реч» и «Фрич» (Германия). Особенности сухой и мокрой ситовки. Проблема ошибок ситового анализа в работах Л. Б. Рухина [15], В. Н. Шванова [72], Дж. Гриффитса. Гидравлические методы. Анализ тонкодисперсных частиц седиментационным отстаиванием и его особенности. Гранулометр ТАИ, серийно выпускаемый фирмой «Культроникс Франс» (Франция), разработка последних лет. Таблица стандартов сит.

Международный стандарт ISO 565 R20/3, мм	ГОСТ 3584—73, мм	Стандарт ФРГ DIN 4188, мм	Стандарт США ASNT, мм	Стандарт Франции AFNOR, мм
	—	25	25	25
	—	20	22,4	20
	—	18	19	18
16	—	16	16	16
	—	12,5	12,5	12,5
	—	10	9,5	10
8	—	8	8	8
	—	6,3	6,3	6,3
	—	5	4,75	5
4	—	4	4	4
	—	3,15	3,35	3,15
	2,50	2,5	2,36	2,5
2	2,00	2	2	2
	1,60	1,6	1,7	1,6
	1,25	1,25	1,18	1,25
1	1,00	1	1	1
	0,80	0,8	0,85	0,80
	0,63	0,63	—	0,63
0,5	0,50	0,5	0,5	0,50
	0,40	0,4	0,425	0,40
	0,315	0,315	0,3	0,315
0,25	0,250	0,25	0,25	0,25
	0,200	0,2	0,212	0,20
	0,160	0,16	0,150	0,16
0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
	0,100	0,100	0,106	0,100
	—	0,090	0,090	0,090
	0,080	0,080	—	0,080
	—	0,071	0,075	0,071
0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
	—	0,056	0,053	0,056
	0,050	0,050	—	0,050
	—	0,045	0,045	0,045
	0,040	0,040	—	0,040
	—	0,036	0,038	0,0355
0,032	—	0,032	0,033	0,0315
	—	0,028	—	0,028
	—	0,025	0,025	0,025
	—	0,020	—	0,020

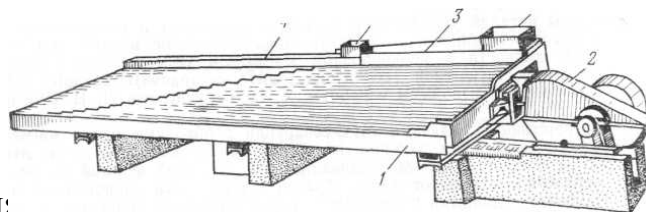
Оптический метод, измерения размеров зерен в шлифах, предложенный Крамбейном. Применение телевизионно-оптических систем в гранулометрии. Морфометрический анализ, причины отсутствия чётких критериев оценки. Существующие методы морфометрического анализа: 1) визуальные оценки формы обломочных частиц; 2) оценки формы частиц в плоскости проекции (в том числе оптические и телевизионно-оптические); 3) трехмерные оценки формы частиц, основанные на прямых измерениях длины их осей; 4) исследование формы частиц по их способности к перекачиванию. Методы трёхмерных оценок формы обломочных частиц.

### 6.5. Физико-химические методы исследования, сепарация руд.

Понятие плотности пород (истинная и кажущаяся). Определение плотности горной породы измельчённой и в кусках. Пористость горных пород (общая, открытая). Определение общей пористости гидростатическим взвешиванием.

Влажность (весовая, объёмная). Определение влажности горных пород. Гравитационные методы обогащения в водной среде: на концентрационных столах, винтовых сепараторах и некоторых других аппаратах, в меньшей мере — разделение минералов в искусственно утяжеленных парамагнитных жидкостях (магнитогидростатическая сепарация). Разделение минералов в тяжелых жидкостях: органические жидкости и 2) растворы солей тяжелых металлов. Концентрационный стол и главные факторы регулировки процесса. Винтовой сепаратор.

Рис. 2. Концентрационный стол: дека; 2—механизм привода; 3 — желоб для питания; 4 — желоб распределения питания; 5- желоб для распределения воды

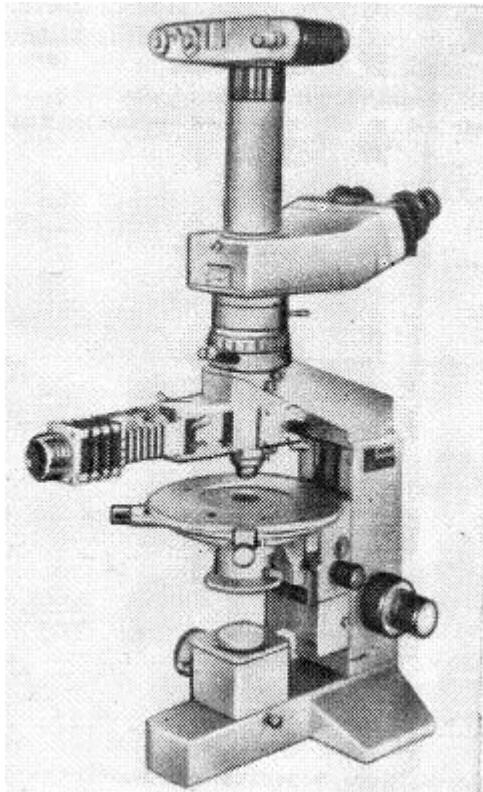


Обогащение в шлюзах и центробежных сепараторах. Диэлектрические методы сепарации. Флотационное разделение минералов, свойство на котором оно основано (различие в смачиваемости поверхности частиц водой). Разделение минералов по трению.

### 6.6. Оптические методы исследования

Существует обширная литература по методике исследования руд (непрозрачных минералов) в отраженном свете. Микроскопическом изучении руд широко освещено в работах А.Б Баталова (1953), С.А Вахрамеев (1956), С.А. Юшко (1971), Е.Л. Афанасьевой и М.П. Исаенко (1978), Справочник (1988). Из зарубежных исследований, как справочное руководство по рудной микроскопии, получили книги Л. Рамдора (1962), Ю.И. Камерона (1966), Дж. Крейга (1983).

Значимость знаний типов природных химических соединений, форм нахождения полезных и вредных элементов руд, минеральный их состав, размеры зерен и количественные соотношения слагающих руду минералов, а также структурно-текстурные особенности руд для целей выбора рационального метода обогащения руд. Этапы минераграфических исследований: камеральный, полевой, описание полированных шлифов, составление отчёта. Определение цветности и отражательной способности рудных минералов по таблицам И.С. Волынского, М.С. Бессмертной, Т.Н. Чвилевой. Задачи минераграфических исследований в тесной связи с другими задачами познания геологии рудных месторождений. Необходимость в детальном минераграфическом исследовании в связи с выяснением генезиса месторождения. Характеристика отдельных типов и сортов руд в отношении количественного минерального их состава, размеров зерен, текстур и структур.



Устройство рудного микроскопа Полам Р-312 и методика минераграфических исследований.

Рис. 3 Рудный микроскоп ПОЛАМ Р-312

### **6.7. Исследование методами электронной микроскопии.**

Изучение структуры и химического состава минералов благодаря развитию спектроскопических методов (ИК-спектроскопия, оптическая, люминесцентная, магнитная, ядерно-гамма-резонансная, мессбауэровская, рамановская спектроскопия и др.). Развитие высокоразрешающей электронной микроскопии и электронного микрозондирования в изучении строения минералов при увеличениях близких к размерам молекул (наночастиц). Качественный и количественный анализ содержания микроэлементов, силикатный анализ в образцах различного происхождения на рентгенофлуоресцентном спектрометре S4 PIONER. Рентгенофазовый анализ порошковых и твёрдых поликристаллических материалов на дифрактометре ДРОН-2, минидифрактометре МД-10 ЭФА с базой данных для фазового анализа. Растровые электронно-зондовые микроскопы высокого разрешения с большой глубиной резкости: LEO -1420 с энергодисперсионным спектрометром RONTEC, LEOL-1430VP, микроанализатор JXA-8100 (LEOL, Япония) с энергодисперсионным спектрометром ИНКА. Сканирующий электронный микроскоп EVO-50XVP. Возможности каждого из вышеназванного оборудования в изучении структуры, микроструктуры, состава поверхности образца. Диапазон увеличений. Примеры расшифровки данных анализа.

### **6.8. Анализ минеральных ассоциаций.**

Понятие минеральная ассоциация и парагенетическая минеральная ассоциация. Парагенетический анализ минеральных ассоциаций, основывающийся на законах термодинамики. Описание типоморфизма различных генераций минералов для каждой минеральной ассоциации.

Выяснение характера пространственного распределения минеральных ассоциаций и выделение на их основе типов и сортов руд. Сопоставление схемы последовательности минералообразования в рудах. Описание этапов и стадий минерализации в рудах.

### **6.9. . Минералого-технологическая типизация полезного ископаемого.**

Технологическая минералогия и её прогрессивные тенденции, направленные на разработку безотвальной технологии извлечения полезного ископаемого. Цель технологического картирования месторождений. выяснение контрастности руд по различным свойствам и возможности постановки в голове процесса обогащения радиометрических методов сепарации. Выбора направления технологических исследований в зависимости от форм вхождения рудных элементов в состав минералов. Изучение поведения минералов в ходе процессов обогащения (при дроблении и истирании, гравитации, магнитной и электростатической сепарации, флотации и др.). Исследование поведения минералов при гидро- или пирометаллургическом переделе концентратов с целью повышения извлечения на этой стадии получения конечных продуктов.

Минералогическое изучение отвальных продуктов — отвалов, шлаков, кеков, зол, шламов, пылей с целью их утилизации и создания безотходной технологии. Выяснение возможности создания на основе переработки отвальных продуктов новых материалов. Современные приборы (рентгеновские дифрактометры, термические установки и др.) обеспечивающие получение всех данных о минеральном составе технологических продуктов, характере изменения их структур и фазовых превращениях при различных воздействиях на руды в автоматическом режиме.

### **6.10. Петрографические типы горючих сланцев и показатели их качества.**

Основные понятия и термины петрологии углей: Классификация микрокомпонентов углей различных групп углефикации (по А.И. Гинсбургу, ГОСТ бурые угли, ГОСТ каменные угли) – гелифицированные (витринит), фюзенизированные (семинит, семифюзенит, фюзинит, интертинит), кутиновые, водорослевые, смоляные. Характеристика микрокомпонентов углей их петрографические и химические признаки. Минеральные включения в углях: терригенные, аутигенные. Минералы динамо-термального генезиса. Вещественно-петрографическая классификация ископаемых углей – разновидности мелкой таксономической единицы. Свойства коксующихся углей. Стадии метаморфизма углефицированного ряда Показатели качества горючих сланцев: стадии углефикации и мацералы. Понятие термина и группы мацералов. Характеристика стадий углефикации: буроугольная, длиннопламенная, газовая, жирная, тощая, коксовая, антрацитовая. Сортировка угля на фракции при обогащении: 80-120 мм; 80-10 (6) мм; 10-6

до 0,5 мм и пыль ниже 0,5 мм. Возможность снижения концентрации серы, и пирита. Использование методов углепетрографии при решении проблем обогащения. Степень обогатимости углей. Количественное определение петрографических компонентов угля в прозрачных шлифах.

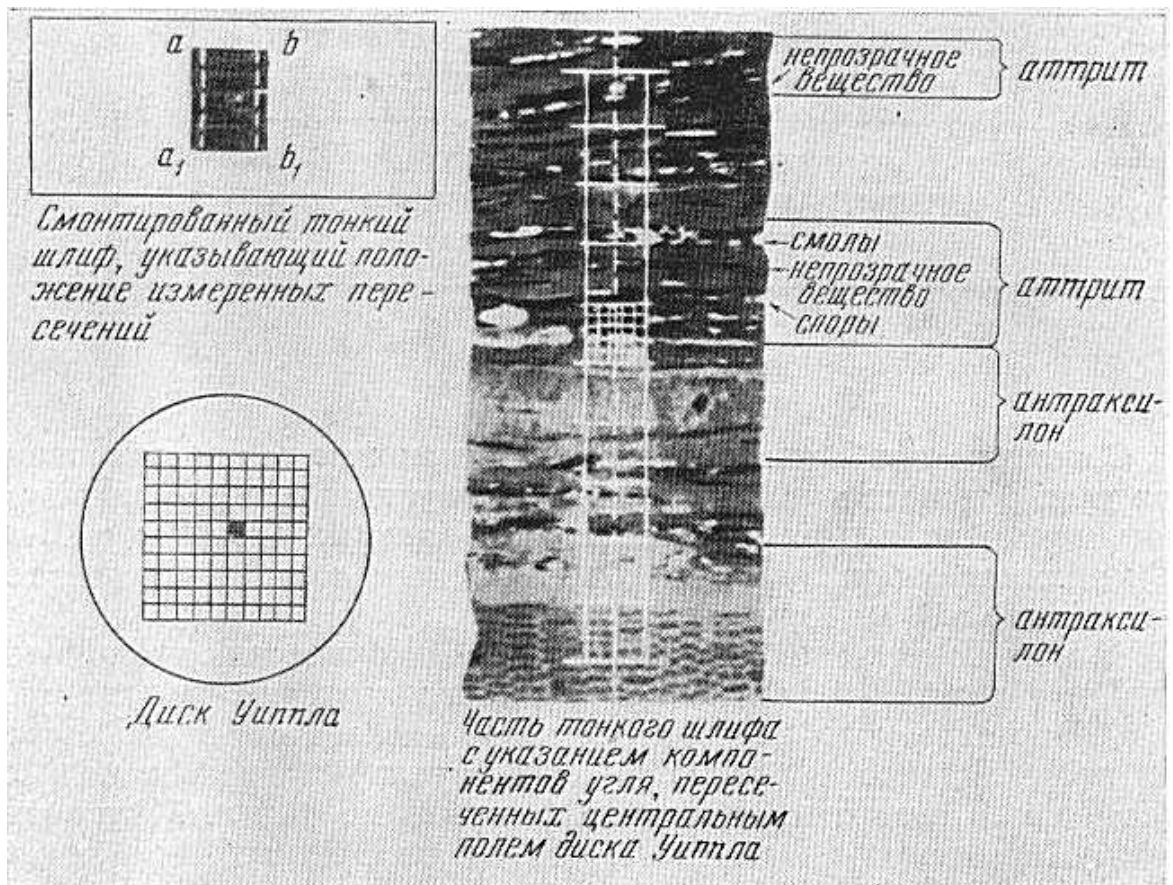


Рис. 4. Измерение компонентов угля под микроскопом в тонких шлифах.

### 6.11. Природные свойства нефтей и методы оценки их качества.

Основные понятия нефтяков (petroleum): терминология и научная классификация. Распределение запасов нефти в различных коллекторах и эпохах развития земли. Состав нефти в недрах. Химический состав углеводородов нефти (метаны, нафтаны, ароматические соединения) и неуглеводородных соединений (кислородные, сернистые, азотистые). Элементный состав: (С 82,5-87%; Н 11,5-14,5%; О 0,05-0,35, редко до 0,7% S 0,001-5,5 редко свыше 8% N 0,02-1,8%. Содержание золы и металлов. Физические свойства нефти: цвет, плотность, вязкость, температура кипения, температура вспышки. Особенности природных свойств различных сортов нефти. Вязкость и плавучесть, пластовое давление, градиенты давления. Методы исследования: физических свойств и фракционного состава по унифицированной программе: атмосферно-вакуумная разгонка, газово-жидкая хроматография, компьютерная хромато-масс-спектрометрия. Основа технологической классификации нефти (по S) и классы: малосернистые (до 0,5%); сернистые (0,5-2%); высокосернистые (свыше 2%). Типономия (шифры) технологической классификации (класс, тип, группы, подгруппы) в России и за рубежом (плотность, класс).



### **2.13 Показатели качества полезного ископаемого при переработке руд**

Современные методы оценки технологических свойств легкообогащаемого, труднообогащаемого и нетрадиционного минерального сырья благородных металлов и алмазов. Выявление основных различий в природных типах руд, необходимых для классификации и сортировке руд при обогащении. Нучно-прикладные основы обогащения и комплексного извлечения полезного ископаемого: флотация, цианирование, обжиг, автоклавное и бактериально-химическое окисление, комбинированные металлургические схемы. Влияние вещественного состава полезного ископаемого на возможность извлечения. Изыскание и технологическая оценка альтернативных методов определений показателей качества при переработке руд. Распознавание типов руд при управлении процессами обогащения. Метод главного компонента (МГК) – экспрессный метод факторного анализа качества полезного ископаемого при обогащении. Статистическая корреляция результатов минералого-геохимических исследований полезного ископаемого при классификации руд.

#### **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ**

Не предусмотрено.

#### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Смотри пункт 5. УМКД.

#### **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ**

См. пункт 5.

#### **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Для студентов очного обучения предусмотрены домашние задания в виде самостоятельного изучения отдельных тем. Задания выполняются письменно и докладываются на занятия во время экспресс-опроса.

#### **11. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ**

Не имеется.

## **12.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Современные информационные технологии применяются для проверки остаточных знаний у студентов с помощью тестирования. В учебном процессе также используются: электронные библиотечные ресурсы АмГУ и других ВУЗов России.

## **13.. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПРОФЕССОРСКО- ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОМУ СОСТАВУ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖСЕССИОННОГО И ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**

См. материалы в УМО АмГУ

## **14.. КОМПЛЕКТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ**

Выдача заданий к лабораторным работам осуществляется по методическим пособиям:

7. Копчёнова Е.В. Минералогический анализ шлихов и рудных концентратов. М.: Недра. 1979. 244 с.
8. Коц Г.А., Разумная Е.Г. Применение микрообогатительных методов и аппаратуры для минералогических исследований, оценки обогатимости и технологического картирования месторождений. М.: Недра, - 1970.
9. Ломтатзе В.Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород. Л.: Недра, - 1972. 312 с.
10. Международный толковый словарь по петрологии углей. М.: Наука – 1965. 265 с.
11. Методика минералогических исследований месторождений благородных и цветных металлов. // Труды ЦНИГРИ, вып. 178 М., - 1983. 87 с.
12. Методы минералогических исследований. // Справочник под редакцией А.И. Гинсбурга. М.: Недра, - 1985. 480 с.
13. Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке. // под редакцией В.И. Ревнивцева, М.: Недра, -1987 305 с.
14. Татарский В.Б. Кристаллооптика и иммерсионный метод исследования минералов. М.: Недра – 1965. 305 с.

## **15. . КОМПЛЕКТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА ПО «ОБЩЕЙ ГЕОЛОГИИ» И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

Билеты к экзамену утверждаются ежегодно на заседании кафедры.

**Образец экзаменационного билета**

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждено на заседании кафедры

Кафедра ГиП

« » 20010г.

Факультет

Специальность

Курс

Дисциплина

Зав. кафедрой Т.В. Кезина «Лабораторные методы изучения металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Процесс подготовки проб к исследованиям
2. Этапы изучения минерального состава руд
3. Понятие термина и группы мацералов.

**Перечень вопросов к зачету и экзамену.**

1. Предмет дисциплины. Задачи исследований и тенденции их развития.
2. Основные направления лабораторных исследований.
3. Задачи лабораторных исследований полезных ископаемых.
4. Понятие плотности минералов и горных пород и методы определения плотности.
5. Растворимость минералов в природных геохимических процессах, селективная растворимость. Зависимость растворения минералов от химического состава и структуры вещества.
6. Оптические микроскопы, принцип их устройства.
7. Основные направления минералогических исследований.
8. Рудный микроскоп, подготовка к работе.
9. Основные задачи минераграфических исследований на месторождениях.
10. Химические методы анализа полезных ископаемых.
11. Процесс подготовки проб к исследованиям.
12. Диагностика минералов в полевых условиях.
13. Гранулометрический и морфометрический анализы.
14. Разделение минералов в тяжелых жидкостях.
15. Гравитационное обогащение в водной среде.
16. Особенности применения щековых и валковых дробилок, дисковых истирателей.
17. Организация минераграфических исследований.
18. Методы сепарации руд.
19. Систематизация материалов при изучении месторождения.
20. Специфика рудной микроскопии.

21. Физические свойства минералов.
22. Цели отбора каменного материала для детальных исследований.
23. Иммерсионный метод исследования полезных ископаемых.
24. Задачи минераграфических и петрографических исследований.
25. Схема описания минералов.
26. Традиционные схемы подготовки проб к исследованию.
27. Понятие текстуры и структуры руд.
28. Этапы изучения минерального состава руд.
29. Тяжелые жидкости, применяемые при разделении проб.
30. 30.Характер минераграфических исследований на различных этапах работ.
31. Термический анализ и термохимия минералов.
32. Микроминералогические методы исследования вещества.
33. Рентгеновская микроскопия, её возможности и физические принципы: абсорбционные, эмиссионные и дифракционные.
34. Основные понятия и термины петрологии углей
35. Вещественно-петрографическая классификация ископаемых углей – разновидности мелкой таксономической единицы.
36. Классификация и характеристика микрокомпонентов углей.
37. Стадии метаморфизма углефицированного ряда.
38. Показатели качества горючих сланцев: стадии углефикации и мацералы.
39. Понятие термина и группы мацералов.
40. Характеристика стадий углефикации.
41. Основные понятия нафтидов (petroleum): терминология и классификация.
42. Состав нефти в недрах. Элементный состав.
43. Методы исследования: физических свойств и фракционного состава нефти по унифицированной программе.
44. Основа технологической классификации нефти.
45. Минералого-технологическая типизация полезных ископаемых. Основные тенденции в развитии минералого-технологического картирования.
46. Методика минералого-технологической типизации на примере Pb-Zn месторождений.
47. Современные приборы для обеспечения всех данных о минеральном составе технологических продуктов.
48. Основа технологической классификации нефти.
49. Минералого-технологическая типизация полезных ископаемых. Основные тенденции в развитии минералого-технологического картирования.
50. Методика минералого-технологической типизации на примере Pb-Zn месторождений.
51. Современные приборы для обеспечения всех данных о минеральном составе технологических продуктов.

### **Основные критерии оценки знаний студентов**

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
--------	--	---------------------

5	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
4	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
3	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
2	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы

## 16. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ КАДРАМИ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА

Ф.И.О.	должность	специальности
Роголина Л.И.	Доцент, К.Г.-М.Н.	25.0009 геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых; 25.0011 – геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения.