

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра гидрогеологии и инженерной геологии

**ДОПУЩЕНЫ**

к проведению занятий в 2016-2017 уч.году  
Заведующий кафедрой

«31» августа 2016 г.

М.А. Иванов

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Иванов', written over a horizontal line.

## ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ по учебной дисциплине

### «КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ» ЧАСТЬ 2. МИНЕРАЛОГИЯ

**Специальность (направление подготовки):** 21.05.02 «Прикладная геология»

**Специализация (профиль):** «Прикладная геохимия, кристаллография, минералогия» (МГП); «Геологическая съемка, поиски и разведка полезных ископаемых» (РМ)

**Разработал:** профессор М.А. Иванов

*Обсуждены и одобрены на заседании кафедры  
Протокол № 1 от 29 августа 2016 г.*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2016

## Вопросы для подготовки к экзамену

### 1-Й (ОСЕННИЙ) СЕМЕСТР

#### Лекция 1.

1. Что такое минерал?
2. Что такое минеральный вид и индивид?
3. Сколько известно минеральных видов?
4. Что такое «правило 50%» при определении минеральных видов переменного состава?
5. Выдающиеся минералоги 20 века?
6. Принципы полевых и лабораторных методов исследования минералов?
7. Что такое локальные методы исследования состава и структуры минералов?
8. Какие кристаллографические методы исследования важны при изучении минералов?
9. Чем определяется практическая ценность минералов?
10. Почему синтетический рубин нельзя называть просто рубином?

#### Лекция 2.

1. Что такое конституция минералов?
2. Влияние энергетического (электронного) состояния атомов на характер их взаимосвязи в кристаллических структурах?
3. Как определяется эффективный ионный радиус?
4. Изменение ионного радиуса серы в процессе ее окисления?
5. Какое координационное число атомов, расположенных по принципу плотнейших упаковок шаров?
6. В каком соотношении находятся октаэдрические и тетраэдрические пустоты в плотнейших упаковках шаров?
7. Какая морфология характерна для минералов разных типов структуры?
8. Какой плотностью, твердостью и спайностью отличаются минералы разных типов кристаллической структуры?

#### Лекция 3.

1. Что такое изоморфизм?
2. Формы вхождения химических примесей в минералы?
3. Приведите примеры изоморфных замещений в минералах.
4. Причины вхождения изоморфных примесей в минералы?
5. Приведите пример минералов с гетеровалентным изоморфизмом.
6. Как меняется изоморфная емкость минералов с изменением температуры среды?

7. Что такое «звездчатый рубин» или «звездчатый сапфир»?
8. Почему самородное золото в россыпях более высокой пробы по сравнению с золотом коренных эндогенных месторождений?

#### **Лекция 4.**

1. Что такое полиморфная модификация? Приведите примеры.
2. Что называют параморфозой и псевдоморфозой?
3. Что такое обратимый и необратимый полиморфизм?
4. Температура  $\alpha/\beta$ -перехода кварца?
5. Как возникает «сотовый» кварц?
6. Что называют метастабильной полиморфной модификацией?
7. Чем гексагональный графит отличается от тригонального?
8. Почему неупорядоченный полевой шпат характерен для вулканических пород, а упорядоченный – для магматических интрузивных?
9. Как процессы деформации и воздействие гидротермальных растворов влияет на степень структурной упорядоченности минералов?
10. Как метамиктный циркон (малакон, циртолит) отличить от обычного неметамиктного циркона?

#### **Лекция 5.**

1. Какие вопросы содержит понятие «генезис минералов»?
2. Что такое «онтогенез» и «филогенез» минералов?
3. Что означает «гомогенное» зарождение минералов?
4. Что такое эпитактическое зарождение минералов.
5. Какие неоднородности возникают в минеральных индивидах в процессе кристаллизации?
6. В чем состоит принцип геометрического отбора минералов в агрегатах?
7. Чем двойники гранные отличаются от осевых?
8. Что такое дендриты?
9. В чем выражаются преобразования минеральных индивидов?
10. Что такое гетерометрия?

#### **Лекция 6.**

1. По каким признакам устанавливается свободная кристаллизация минералов?
2. Что такое метасоматический способ образования минералов?
3. «Метасоматический способ образования минералов» и «метасоматоз» – это одно и то же?
4. В чем принципиальное отличие метасоматического образования минералов от образования минералов путем перекристаллизации?
5. Какие признаки могут указывать на то, что минералы являются метакристаллами?

6. Что такое угнетенные формы роста метакристаллов?
7. Как доказать, что минеральные включения, наблюдаемые в кристаллах, являются реликтами незамещенных частей вмещающей среды и потому указывают на метасоматический способ образования минерала?
8. Что такое рекристаллизация?
9. Почему при перекристаллизации в условиях направленного давления могут возникнуть закономерные ориентировки минералов?
10. Что такое «структуры снежного кома» в гранатах метаморфических пород?

### **Лекция 7.**

1. При каких температуре и давлении могут образовываться минералы на нижней и средней уровнях земной коры?
2. Какая температура и давление характеризует образование минералов в магматических (интрузивных) условиях?
3. Почему минералы в эффузивных (вулканических) условиях кристаллизуются при более высокой температуре, чем в магматических интрузивных условиях?
4. Величина температурного градиента в среднем по планете?
5. Как Вы себе представляете образование минералов в магматических условиях?
6. Что такое пегматиты и каким способом образуются в них минералы в соответствии с представлениями о магматическом и перекристаллизационно-метасоматическом образовании этих пород?
7. Какие уровни температуры и давления характеризуют высокотемпературные и низкотемпературные условия гидротермального образования минералов?
8. Как Вы себе представляете образование минералов в скарнах и грейзенах?
9. Как Вы себе представляете образование минералов в корках выветривания горных пород?
10. Что такое «органогенное» образование минералов (на примере органогенных известняков)?

### **Лекция 8.**

1. Цели и задачи генетической минералогии?
2. Что такое ассоциация минералов и в чем состоит ее отличие от генерации минералов?
3. Что такое генерация минералов?
4. Что такое парагенезис минералов?
5. Почему парагенезисы бываю запрещенными?
6. Критерии, позволяющие отделять одну генерацию минерала от другой генерации этого же минерала?

7. Что такое типоморфные особенности минералов?
8. В чем состоит типоморфное значение морфологии кристаллов циркона?
9. В чем состоит типоморфное значение степени структурной упорядоченности минералов?
10. Чем отличается химическая классификация от кристаллохимической классификации минералов?

### **Лекция 9.**

1. Химизм процесса образования меди в корях выветривания сульфидных медных руд?
2. В чем особенности морфологии кристаллов самородного серебра?
3. Почему золото россыпей имеет более высокую пробыность по сравнению с золотом гидротермальных месторождений?
4. Парагенезис платины в магматических медно-никелиевых рудах?
5. В чем состоит роль бактерий в образовании и накоплении самородной серы в осадочных породах?
6. Как может образоваться графит в эндогенных условиях?
7. Как ориентированы в алмазе «мягкие» и «твердые» направления?
8. Что такое «балласы» и «карбонадо»?
9. Какого происхождения параморфозы алмаза по графиту?
10. Минералы, являющиеся «спутниками» алмаза?

### **Лекция 10.**

1. Парагенезис халькозина в медистых песчаниках?
2. В чем особенности морфологии галенита?
3. Что называют дигенитом?
4. Изоморфные примеси в галените и сфалерите, имеющие практическое значение?
5. Вторичные минералы по галениту и сфалериту?
6. Парагенезис пирротина магматического происхождения?
7. В чем причина отличия по составу пирротина от троилита?
8. Какое свойство отличает пирротин моноклинный от гексагонального?
9. Какая изоморфная примесь, имеющая практическое значение, особенно характерна для клейофана?
10. Почему в корях выветривания сульфидных свинцово-цинковых руд возникает зона вторичного сульфидного обогащения?

### **Лекция 11.**

1. В каких парагенезисах может образоваться киноварь?
2. Парагенезисы стибнита?
3. В каких условиях образуется молибденит?

4. Важнейшая изоморфная примесь в молибдените, имеющая практическое значение?
5. Условия образования реалгара и аурипигмента?
6. В каких условиях и с какими минералами вместе образуется пентландит?
7. В каких условиях образуется неупорядоченная структурная разновидность халькопирита?
8. Какая форма кристаллов характерного для низкотемпературного халькопирита?
9. Вторичные минералы по халькопириту?
10. Какой парагенезис характерен для ковеллина?

## Лекция 12.

1. По какому диагностическому признаку можно отличить тетраэдрит от теннантита?
2. В ассоциации с какими минералами образуются минералы группы красных серебряных руд?
3. Какие вторичные минералы характеризуют минералы группы блеклых руд?
4. Габитусные простые формы кристаллов пирита и марказита? По каким признакам можно различить эти минералы?
5. Как различить арсенопирит и леллингит?
6. Минеральная и изоморфная примеси в пирите, имеющие практическое значение?
7. Практически ценная минеральная примесь в арсенопирите?
8. Вторичные минералы кобальтина?
9. Условия образования скуттерудита?
10. Вторичные минерала никельскуттерудита?

## Лекция 13.

1. При каких PT-условиях возникают сульфиды в скарнах и грейзенах?
2. На каких глубинах происходит образование сульфидов в полиметаллических рудах?
3. Способ образования сульфидов в скарнах?
4. Способ образования сульфидов, составляющих парагенезис их медно-никелевых руд?
5. Что собой представляет среда кристаллизации сульфидов, составляющих отложения черных курильщиков?
6. Состав псевдоморфоз по галениту в корах выветривания?
7. В чем причина возникновения сульфидов в зоне вторичного сульфидного обогащения?
8. Парагенезис сульфидов зоны вторичного сульфидного обогащения?
9. Почему невозможен парагенезис пирротина и пирита в гидротермальных рудах?

10. Как ведет себя золото при выветривании золотосодержащего пирита?

### Лекция 14.

1. В какой минеральной ассоциации встречается куприт?
2. Чем обусловлен астеризм кристаллов корунда?
3. Что собой представляет структура кристаллов корунда?
4. Чем обусловлена окраска рубина и сапфира?
5. В каких условиях может образоваться корунд?
6. Как классифицируются минералы группы шпинелидов?
7. Условия образования и парагенезис хромита?
8. В каких случаях магнетит не используется в качестве рудного минерала для получения железа?
9. Чем обусловлены ферромагнитные свойства магнетита?
10. Как образуются мартит и мушкетовит?

### Лекция 15.

1. Как устроены тройники хризоберилла?
2. Что такое «александритовый эффект» окраски некоторых минералов?
3. В каких условиях могут образоваться настуран и урановая чернь?
4. Как выглядят вторичные минералы коры выветривания урановых минералов?
5. Что такое «сагенитовая решетка» на гранях горного хрусталя и кварц-волосатик?
6. Морфология кристаллов касситерита?
7. Химизм реакции на «оловянное зеркало» для касситерита?
8. Парагенезис пирохлора?
9. Условия образования вольфрамита?
10. Как образуются минералы группы гидрооксидов алюминия?
11. Условия образования скрытокристаллических агрегатов гетита?
12. Условия образования минералов – гидрооксидов марганца?

### Лекция 16.

1. Температура  $\alpha$ - $\beta$ -перехода кварца?
2. Как образуется сотовый кварц?
3. Полиморфные модификации минералов кремнезема?
4. Метастабильные модификации тридимита и кристобалита?
5. Габитусные простые формы  $\alpha$ - и  $\beta$ -кварца?
6. Как отличить «правый» кварц от «левого»?
7. Что такое японский, дофинейский и бразильский двойники кварца?
8. Причины пьезоэлектрического эффекта кристаллов кварца?
9. Разновидности по цвету  $\alpha$ -кварца и его агрегатов?
10. Что называется халцедоном, агатом и кварцевых ониксом?
11. Что называют тигровым глазом?
12. Что такое благородный опал?

13. В каких условиях образуется тридимит?
14. Какие полиморфные модификации кремнезема являются типоморфными для горных пород, содержащих импактные алмазы? и в каких условиях он образуется?
15. Что называют яшмой и как она образуется?

### **Лекция 17.**

1. Какие сульфиды и оксиды могут кристаллизоваться вместе с минералами магматических пород?
2. Способ и условия образования кристаллов мориона в занорышах камерных пегматитов?
3. Почему при серпентинизации минералов ультраосновных магматических пород в одних случаях образуется магнетит, а в других - гематит?
4. Сульфиды и оксиды, образующие парагенезисы в высоко- средне- и низкотемпературных гидротермальных условиях?
5. Как образуются друзы горного хрусталя? Какие условия и способ образования?
6. Аметист часто возникает в ассоциации с какими минералами?
7. Как образуются халцедоновые миндалины в базальтах?
8. Как образуются минералы бокситов?
9. Почему бурые железняки (болотные руды) часто образуются в устьях рек, берущих начало в заболоченной местности?
10. Что такое железо-марганцевые конкреции (ЖМК) и где они образуются?

## **2-Й (ВЕСЕННИЙ) СЕМЕСТР**

### **Лекция 18.**

1. Минералы класса «Силикаты» относятся к кому типу химических соединений?
2. Какую позицию занимает алюминий в структуре силикатов (алюмосиликатов)?
3. Что собой представляет основная структурная единица силикатов, когда и кем это было выяснено?
4. Как соотносятся в силикатах кремний, находящийся в тетраэдрической позиции, и алюминий, находящийся в октаэдрической позиции?
5. Какую позицию в кристаллической структуре силикатов занимают ионы кальция, магния, железа и других «крупных» катионов?
6. Какой тип изоморфизма характерен для силикатов? Приведите примеры минералов, в которых такой изоморфизм имеет место.
7. Морфология, спайность и другие свойства, характерные для силикатов островной структуры?



8. Силикаты цепочечной структуры характеризуются каким обликом кристаллов и спайностью?
9. Для силикатов какой структуры характерна наиболее низкая плотность?
10. Назовите минералы класса силикатов, которые относятся к полезным ископаемым?

### **Лекция 19.**

1. Особенности морфологии оливина?
2. Классификация минералов группы оливина?
3. Вторичные минералы по оливину?
4. В каких условиях образуется оливин?
5. Как выглядит и как называется ювелирный оливин?
6. Типоморфное значение облика и габитусных форм циркона?
7. Метамиктность циркона? Что такое малакон и циртолит?
8. Как выглядит и как называется ювелирный циркон?
9. Условия образования циркона?
10. Почему преимущественно циркон используется для определения изотопного (абсолютного) возраста минералов?

### **Лекция 20.**

1. Виды граната, относящиеся к группе пиральспитов?
2. Виды граната, относящиеся к группе уграндитов?
3. В чем состоит различие гранатов групп пиральспитов и уграндитов?
4. Габитусные простые формы граната?
5. Парагенезис и условия образования пиропы?
6. Какой гранат может быть встречен в редкометальных гранитных пегматитах?
7. Какие гранаты характерны для известковых скарнов?
8. Какой гранат встречается в ассоциации с хромитом?
9. Зависимость состава альмандина от P-T-условий регионального метаморфизма?
10. Какой гранат относится к наиболее ценным ювелирным камням?

### **Лекция 21.**

1. Особенности морфологии и цвет кианита, андалузита, силлиманита?
2. P-T-диаграмма условий образования кианита, андалузита, силлиманита?
3. В чем состоит сходство и различие кристаллических структур трех полиморфных модификаций - кианита, андалузита, силлиманита?
4. Парагенезисы кианита, андалузита, силлиманита?
5. Изоморфизм в ряду «цоизит-эпидот»?
6. В чем состоит особенность примесного состава алланита?

7. Парагенезис эпидота в известковых скарнах?
8. В каких условиях и в ассоциации с какими минералами образуется алланит?
9. Ювелирная разновидность цоизита?
10. Ювелирная разновидность эпидота?

### **Лекция 22.**

1. Особенности морфологии и свойств топаза?
2. Условия образования и парагенезис топаза?
3. Условия образования и парагенезис берилла?
4. Разновидности берилла, выделяемые по его цвету?
5. Изоморфизм в группе турмалина?
6. Условия образования и парагенезис дравита, шерлита и эльбаита?
7. Морфология кристаллов, анизотропия окраски и пьезоэлектрические свойства турмалина?
8. Какие турмалины можно встретить в редкометальных гранитных пегматитах?
9. Условия образования, парагенезис и практическая ценность эвдиалита?
10. Как образуется геммиморфит?

### **Лекция 23.**

1. Сходство и различия структуры пироксенов и амфиболов?
2. Различия пироксенов и амфиболов по морфологии и спайности?
3. Как ориентированы плоскости спайности в кристаллах пироксенов и амфиболов?
4. В чем сходство и различие в морфологии и спайности ромбических и моноклинных пироксенов?
5. Условия образования и парагенезис энстатита и гиперстена?
6. В чем состоит различие условий образования пироксенов и амфиболов?
7. Вторичные минералы, типичные для энстатита?
8. Ориентировка трещин отдельности в кристаллах ромбических и моноклинных пироксенов?
9. На какие РТ-условия образования указывает гиперстен в гнейсах и кристаллических сланцах?

### **Лекция 24.**

1. Принцип современной классификации моноклинных пироксенов?
2. Как выглядят на чертеже сечения кристалла моноклинного пироксена по (100), (010) и (001)?
3. Как ориентированы трещины спайности и отдельности в моноклинных пироксенах?
4. Изоморфные примеси, определяющие цвет моноклинных пироксенов?

5. Условия образования и парагенезис диопсида?
6. Условия образования и парагенезис авгита?
7. Условия образования и парагенезис сподумена?
8. Условия образования и парагенезис жадеита?
9. Условия образования и эгирина?
10. Какие моноклинные пироксены могут быть ювелирного качества?

### **Лекция 25.**

1. Принцип классификации амфиболов?
2. Морфология кристаллов ромбических и моноклинных амфиболов?
3. Природа спайности амфиболов?
4. Парагенезис и условия образования антофиллита?
5. Парагенезис и условия образования тремолита и актинолита?
6. Что собой представляет скрытокристаллический агрегат актинолита?
7. Условия образования гастингсита?
8. Парагенезис и условия образования арфведсонита?
9. Для какого минерала характерны асбестовидные агрегаты?
10. Условия образования глаукофана?

### **Лекция 26.**

1. Особенности морфологии и свойств слоистых силикатов?
2. Структура слоистых силикатов (однослойных и двухслойных)?
3. Политипы слоистых силикатов (на примере каолинита-диккита)?
4. Строение и условия образования хризотил-асбеста?
5. Почему в агрегатах минералов группы серпентина части обнаруживаются хромит, магнетит или гематит?
6. Как практически отличить тальк от пиррофиллита?
7. В чем состоят особенности структуры антигорита?
8. Свойства агрегатов минералов группы смектитов?
9. В чем состоит практическая ценность смектитов?
10. Какими свойствами должны обладать смектиты, чтобы их можно было использовать в качестве наполнителей буровых растворов?

### **Лекция 27.**

1. Особенности морфологии кристаллов мусковита и их сростков?
2. Структура и политипия слюд?
3. Изоморфные замещения в минералах группы слюд?
4. Что называют серицитом?
5. Условия образования и парагенезис мусковита?
6. Условия образования и парагенезис флогопита?
7. Условия образования глауконита?

8. Как образуется вермикулит?
9. Парагенезис лепидолита?
10. Практическое значение минералов группы слюд?

### **Лекция 28.**

1. Особенности морфологии и свойств вермикулита?
2. Как образуется вермикулит?
3. Практическое использование вермикулита?
4. В каких условиях образуется глауконит?
5. Чем объясняется повышенная твердость хрупких слюд?
6. Какой парагенезис характерен для маргарита и хлоритоида?
7. Какой минерал плавает на воде и в чем причина его такой низкой плотности?
8. В каких условиях образуется хризоколла?
9. Какой слоистый силикат в парагенезисе с эпидотом и актинолитом образует зеленые метаморфические сланцы?
10. Как образуется гидромусковит?

### **Лекция 29.**

1. Особенности морфологии кристаллов полевых шпатов?
2. В чем состоит различие моноклинных и триклинных кристаллов полевых шпатов?
3. Как визуально различить калиево-натриевые полевые шпаты от плагиоклазов?
4. Как структурная упорядоченность влияет на симметрию кристаллов полевых шпатов?
5. От каких причин зависит структурная упорядоченность полевых шпатов?
6. Структуры распада твердого раствора в полевых шпатах?
7. Как называются плагиоклазы № 5, 25, 45, 58, 76, 95?
8. Что является причиной иризации беломорита и лабрадора?
9. Для каких геологических образований амазонит является типоморфным минералом?
10. Парагенезис, условия образования и практическое значение нефелина и лейцита.

### **Лекция 30.**

1. Особенности состава, морфологии, парагенезиса и условий образования минералов группы скаполита?
2. Особенности состава, морфологии, парагенезиса и условия образования канкринита?

3. Особенности состава, морфологии, парагенезис и условия образования содалита?
4. Особенности состава, морфологии, парагенезис и условия образования лазурита?
5. Особенности состава, морфологии, парагенезис и условия образования минералов группы цеолитов?
6. Практическая ценность лазурита?
7. Типичный габитус кристаллов анальцима?
8. Благодаря каким свойствам цеолиты относятся к полезным ископаемым?
9. Особенности кристаллической структуры минералов группы цеолитов?
10. В каких условиях происходит образование стильбита совместно с исландским шпатом?

### **Лекция 31.**

1. Особенности состава, морфологии и условий образования монацита?
2. Состав, морфология, парагенезис и условия образования минералов группы апатита?
3. Продуктом изменения какого минерала часто является эритрин, аннабергит и скородит?
4. В чем состоит специфика морфологии и свойств урановых слюдок?
5. В каких условиях образуются урановые слюдки?
6. Как выполняется диагностическая химическая реакция на фосфор, содержащийся в фосфатах?
7. В каких условиях образуется бирюза?
8. Условия образования гипса и ангедрита?
9. Практическое значение алунита?
10. Какой минерал группы сульфатов используется для приготовления буровых промывочных жидкостей?

### **Лекция 32.**

1. Диагностические свойства шеелита?
2. Парагенезис и условия образования шеелита?
3. Парагенезис и условия образования крокоита?
4. В каких условиях может образоваться ферримолибдит?
5. Как выполняется диагностическая химическая реакция на бор при диагностики боратов?
6. Условия образования борацита, гидроборацита и ссайбелиит?
7. Условия образования людвигита?
8. Парагенезис минералов класса «Бораты» в эвапоритах?
9. Какой вид обычно имеют агрегаты гидроборацита?
10. Практическая ценность боратов?

### **Лекция 33.**

1. Особенности морфологии и структуры тригональных и ромбических карбонатов?
2. Как диагностируются карбонаты по химической реакции с соляной кислотой?
3. Условия образования и практическая ценность исландского шпата?
4. Что называют известью и как ее практически получают из карбонатов?
5. Особенности образования и практическое использование магнезита?
6. Как образуются церуссит и смитсонит?
7. В каких условиях и в какой минеральной ассоциации образуются малахит и азурит?
8. В какой минеральной ассоциации может образоваться родохрозит?
9. Что называют и как образуется арагонитовый оникс?
10. Какие минералы класса карбонатов широко используются в качестве металлургических флюсов?

### **Лекция 34.**

1. Особенности состава, морфологии, структуры и свойств флюорита?
2. Парагенезис флюорита в магматических, гидротермальных и метаморфических (метасоматических) образованиях?
3. Парагенезис и ассоциации галогенидов в эвапоритах?
4. Использование флюорита в оптическом приборостроении и в металлургии?
5. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в магматических условиях?
6. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в высоко- и среднетемпературных гидротермальных условиях?
7. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в низкотемпературных гидротермальных условиях?
8. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в условиях формирования кор выветривания?
9. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в условиях накопления морских хемогенных осадков?
10. Важнейшие минеральные ассоциации, возникающие в условиях накопления морских органогенных осадков?

**Общие требования к студентам,  
которые допускаются к зачету и экзамену по итогам выполнения  
лабораторных работ**

1. Знать кристаллохимическую классификацию минералов.

2. Знать кристаллохимические формулы минералов, предусмотренных учебной программой.
3. Знать и уметь визуально определять минералы по их важнейшим диагностическим признакам,
4. Знать условия образования, парагенезисы, продукты изменения минералов.
5. Знать практическую ценность минералов - в каких областях науки, техники, промышленности и сельского хозяйства используются, в каких целях разрабатывают их месторождения на предприятиях минерально-сырьевого комплекса?

**Составитель, профессор**

**М.А. Иванов**

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of fluid, connected strokes that form a stylized representation of the name 'M.A. Ivanov'.