

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан Геологического факультета  
академик

\_\_\_\_\_ /Д.Ю.Пушаровский/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ ЗОЛОТА и ПЛАТИНОИДОВ»**

Автор-составитель: Спиридонов Э.М.

**Уровень высшего образования:**  
*Магистратура*

**Направление подготовки:**  
**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**Геохимия**

**Магистерская программа:**  
**Минералогия**

Форма обучения:  
*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 20

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2019.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## **Цель и задачи дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Генетическая минералогия золота и платиноидов» являются: получение знаний по всем известным минеральным видам золота и главным золотосодержащим сульфидам, платиноидам, их генетическим типам, условиям и обстановкам их формирования.

Задачи, необходимые для решения поставленных целей включают:

1. Исследование минералов систем Au-Ag, Au-Ag-Hg, Au-Cu, Au-Pd-Pt, Au-Sb-Bi-Pb-Sn, Au-Ag(Cu)-Te, Au-Pb-Bi-Sb-Te, Au-Ag-Se-S (Sb, Tl).
2. Исследование возникновения и преобразования минералов золота в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях.
3. Исследование возникновения и преобразования минералов золота в плутоногенных гидротермальных месторождениях, в вулcano-плутонических месторождениях, в телетермальных месторождениях, в экзгаляциях вулканов.
4. Исследование возникновения и преобразования минералов золота в продуктах современной гидротермальной деятельности на суше и дне океанов и морей.
5. Исследование возникновения и преобразования минералов золота в коре выветривания и россыпных месторождениях.
6. Исследование преобразования минералов золота магматогенных и гидротермальных месторождений при процессах регионального и локального метаморфизма (от цеолитовой фации до гранулитовой фации).
7. Использование экспериментальных диаграмм устойчивости самородных элементов и халькогенидов.
8. Исследование PGM (минералов элементов платиновой группы: рутения, родия, палладия, осмия, иридия и платины) – интерметаллидов, халькогенидов, тиошпинелей – продуктов кристаллизации из силикатных ультраосновных – основных расплавов, в гидротермальных и метаморфогенно-гидротермальных образованиях.
9. Исследование возникновения и преобразования минералов PGE (элементов платиновой группы) в интрузивных породах, в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях, в гидротермальных золото-молибден-медно-порфириновых месторождениях, в телетермальных м-ниях Au, в продуктах высокоградного метаморфизма.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины, обязательные дисциплины, курс – I, семестр – 2.

## **2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

освоение дисциплин «Общая геология», «Общая химия», «Минералогия», «Генетическая минералогия», «Минералогия гипергенеза и экологическая минералогия».

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

## **3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ПК-7.М Способность использовать специализированные профессиональные теоретические знания и практические навыки для проведения прикладных исследований.

СПК-3.М Способность самостоятельно работать с аналитическими данными по минералам различного химического состава.

## Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

### *знать:*

1. Минералы систем Au-Ag, Au-Ag-Hg, Au-Cu, Au-Pd-Pt, Au-Sb-Bi-Pb-Sn, Au-Ag(Cu)-Te, Au-Pb-Bi-Sb-Te, Au-Ag-Se-S (Sb,Tl).
2. Условия возникновения и преобразования минералов золота: в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях, в плутоногенных гидротермальных месторождениях, в вулканоплутонических месторождениях, в телетермальных месторождениях, в эксгаляциях вулканов, в продуктах современной гидротермальной деятельности на суше и дне океанов и морей, в коре выветривания и россыпных месторождениях.
3. Условия преобразования минералов золота магматогенных и гидротермальных месторождений при процессах регионального и локального метаморфизма (от цеолитовой фации до гранулитовой фации).
4. Поля устойчивости основных минералов золота на экспериментальных диаграммах.
5. PGM – интерметаллиды, халькогениды, тиошпинели Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt.
6. Условия возникновения и преобразования PGM в интрузивных породах, в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях, в гидротермальных золото-молибден-медно-порфириновых месторождениях, в телетермальных м-ниях Au, в продуктах высокоградного метаморфизма.

### *уметь:*

1. Определять макро- и микроскопически основные минералы золота, PGM.
2. Устанавливать генезис минералов золота на основе исследования их соотношений с ведущими сульфидами и оксидами в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях.
3. Устанавливать генезис минералов золота на основе исследования их соотношений с жильными и рудными минералами в плутоногенных гидротермальных месторождениях, в вулканоплутонических месторождениях, в телетермальных месторождениях.
4. Устанавливать генезис минералов золота на основе исследования их соотношений с жильными и рудными минералами в метаморфизованных плутоногенных гидротермальных месторождениях, в вулканоплутонических месторождениях, в телетермальных месторождениях.
5. Использовать современные оптические и электронные микроскопы.
6. Использовать экспериментальные диаграммы устойчивости самородных элементов и халькогенидов.
7. Устанавливать генезис PGM на основе исследования их соотношений с ведущими минералами в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях.

*владеть:* основными приёмами стандартных минералогических исследований и парагенетического анализа.

**4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет **3** з.е., в том числе **26** академических час., отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**8** часов – занятия лекционного типа, **18** часов – занятия семинарского типа), **82** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

**6. Содержание дисциплины (модуля),** структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

**Краткое содержание дисциплины (аннотация)**

Данный курс включает обзор всех известных минеральных видов золота главных золотосодержащих халькогенидов (пирит, арсенопирит...), их генетических типов, условий и обстановок их формирования. Рассматриваются возникновение и преобразования минералов золота в магматических и позднемагматических сульфидных медно-никелевых месторождениях; в плутоногенных гидротермальных месторождениях золото-кварцевой березит-лиственитовой, медно-порфировой и гумбеитовой формаций; в вулканогенно-плутоногенных месторождениях золото-сульфидно-кварцевой березит-лиственитовой формации; в вулканогенных гидротермальных месторождениях вторично-кварцовой - аргиллизитовой и пропилитовой формаций; в телетермальных месторождениях сурьмы, ртути, урана, палладия, селена; в эксгаляциях вулканов, в продуктах современной гидротермальной деятельности на суше и на дне океанов и морей; в метаморфизованных месторождениях; в корах выветривания и россыпных месторождениях.

Обзор всех известных минеральных видов PGM, их генетических типов, условий и обстановок их формирования.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Генетическая минералогия золота		4		9	13	41 час
Генетическая минералогия платиноидов		4		9	13	41 час
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>						
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>26</b>			<b>82</b>	

**Содержание дисциплины по разделам**

- Условия возникновения и преобразования минералов золота в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях.

- Условия возникновения и преобразования минералов золота в плутоногенных гидротермальных месторождениях, в вулcano-плутонических месторождениях, в телетермальных месторождениях, в эксгаляциях вулканов.
- Условия возникновения и преобразования минералов золота в продуктах современной гидротермальной деятельности на суше и дне океанов и морей.
- Условия возникновения и преобразования минералов золота в коре выветривания и россыпных месторождениях.
- Условия преобразования минералов золота магматогенных и гидротермальных месторождений при процессах регионального и локального метаморфизма (от цеолитовой фации до гранулитовой фации).
- Поля устойчивости основных минералов золота на экспериментальных диаграммах.
- Исследование возникновения и преобразования минералов PGE (элементов платиновой группы) в интрузивных породах, в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях, в гидротермальных золото-молибден-медно-порфириновых месторождениях, в телетермальных м-ниях Au, в продуктах высокоградного метаморфизма.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

*Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации.*

К первому разделу курса

1. Минеральные виды золота.
2. Пневматолитовая Au минерализация платиноносных базит-гипербазитовых формации.
3. Почему самородное золото – главная минеральная форма золота?
4. Причины разнообразия состава самородного золота гидротермальных месторождений.
5. Чем отличается самородное золото гипабиссальных и более глубинных плутоногенных гидротермальных месторождений?
6. Аурустибит, условия его появления, особенности технологии переработки руд с аурустибитом.
7. В чём отличия минералогии плутоногенных и вулcanoгенных гидротермальных золоторудных формаций? Причины этих отличий.
8. В чём причины появления колчеданных, мало- и убогосульфидных золотых и золото-серебряных месторождений?
9. Парагенезы теллуридов золота – серебра плутоногенных и вулcanoгенных гидротермальных золоторудных формаций.
10. Типоморфные теллуриды вулcanoгенных гидротермальных золоторудных формаций.
11. Особенности парагенезов минералов золота плутоногенной гидротермальной медно-порфириновой формации.
12. Особенности парагенезов минералов золота телетермальных золоторудных формаций.
13. Причины появления селенидов и сульфидов золота – серебра в гидротермальных месторождениях.
14. Что происходит с минералами золота в корях выветривания?

15. Что происходит с минералами золота при процессах регионального метаморфизма?

Ко второму разделу курса

1. Минеральные виды минералов PGE.
2. Интерметаллиды PGE
3. Халькогениды PGE.
4. Тиошпинели PGE.
5. PGM в интрузивных породах – продуктах кристаллизации базит-гипербазитовых расплавов
6. Главные магматогенные Pt - Pd месторождения
7. Пневматолитовые PGM
8. Различия минералогии PGE в рудах Бушвелда и Норильска
9. PGM – продукты процессов серпентинизации
10. PGM гидротермальных золото-молибден-медно-порфировых месторождений
11. PGM телетермальных месторождений Au
12. PGM – продукты высокоградного метаморфизма

### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Не удовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<p>Знания:                      Минералы систем Au-Ag, Au-Ag-Hg, Au-Cu, Au-Pd-Pt, Au-Sb-Bi-Pb-Sn, Au-Ag(Cu)-Te, Au-Pb-Bi-Sb-Te, Au-Ag-Se-S (Sb,Tl).</p> <p>1. Минералы систем Au-Ag, Au-Ag-Hg, Au-Cu, Au-Pd-Pt, Au-Sb-Bi-Pb-Sn, Au-Ag(Cu)-Te, Au-Pb-Bi-Sb-Te, Au-Ag-Se-S (Sb,Tl).</p> <p>2. Условия возникновения и преобразования минералов золота: в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях, в плутоногенных гидротермальных месторождениях, в вулканоплутонических месторождениях, в телетермальных месторождениях, в экзгаляциях вулканов, в продуктах современной гидротермальной деятельности на суше и дне океанов и морей, в коре выветривания и россыпных месторождениях.</p> <p>3. Условия преобразования минералов золота магматогенных и гидротермальных месторождений при процессах регионального и локального метаморфизма (от цеолитовой фации до гранулитовой</p>	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

<p>фации).</p> <p>4. Поля устойчивости основных минералов золота на экспериментальных диаграммах.</p> <p>5. PGM – интерметаллиды, халькогениды, тиошпинели Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt.</p> <p>6. Условия возникновения и преобразования PGM в интрузивных породах, в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях, в гидротермальных золото-молибден-медно-порфировых месторождениях, в телетермальных м-ниях Au, в продуктах высокоградного метаморфизма.</p>				
<p>Умения:</p> <p>1. Определять макро- и микроскопически основные минералы золота, PGM.</p> <p>2. Устанавливать генезис минералов золота на основе исследования их соотношений с ведущими сульфидами и оксидами в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях.</p> <p>3. Устанавливать генезис минералов золота на основе исследования их соотношений с жильными и рудными минералами в плутоногенных гидротермальных месторождениях, в вулcano-плутонических месторождениях, в телетермальных месторождениях.</p> <p>4. Устанавливать генезис минералов золота на основе исследования их соотношений с жильными и рудными минералами в метаморфизованных плутоногенных гидротермальных месторождениях, в вулcano-плутонических месторождениях, в телетермальных месторождениях.</p> <p>5. Использовать современные оптические и электронные микроскопы.</p>	<p>Умения отсутств уют</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности и не принципиального характера</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение строить диаграммы процессов, Использовать оборудование</p>	<p>Успешное умение строить диаграммы процессов, Устанавливать генезис минералов Использовать оборудование</p>



<p>6. Использовать экспериментальные диаграммы устойчивости самородных элементов и халькогенидов.</p> <p>7. Устанавливать генезис PGM на основе исследования их соотношений с ведущими минералами в магматических сульфидных медно-никелевых месторождениях и мало- и убогосульфидных платиноидных месторождениях.</p>				
<p>Владения: Основными приемами стандартных минералогических исследований и парагенетического анализа</p>	<p>Навыки владения отсутствую</p>	<p>Фрагментарное владение основными приемами</p>	<p>В целом владение основными приемами стандартных минералогических исследований и парагенетического анализа</p>	<p>Владение Основными приемами стандартных минералогических исследований и парагенетического анализа</p>

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

а) основная литература:

лекции, в т.ч.

Спиридонов Э.М. «Генетическая минералогия золота», 2011. Учебное пособие к курсу в семи частях: 1. Минералогия и геохимия золота. 2. Минералогия золота вулканогенных месторождений. 3. Минералогия золота вулканогенно-плутоногенных месторождений. 4. Минералогия золота плутоногенных месторождений. 5. Минералогия золота телетермальных месторождений. 6. Минералогия золота метаморфизованных месторождений. 7. Минералогия золота в корях выветривания рудных месторождений и в россыпях.

Электронный вариант в библиотеке геологического факультета МГУ.

б) дополнительная литература:

1. Вернадский В.И. Опыт описательной минералогии. Петроград: изд. Имп. АН, 1914. 780с.

2. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. 348 с.

3. Петровская Н.В. Золотые самородки. М.: Наука, 1993. 192 с.

4. Спиридонов Э.М. Инверсионная плутоногенная золото-кварцевая формация каледонид севера Центрального Казахстана // Геология рудных месторождений. 1995 а. Т. 37. № 3. С. 179-207.

5. Спиридонов Э.М. Минералогия метаморфизованного плутоногенного золото-кварцевого месторождения Кочкарское, Южный Урал. I. Золото-теллуридные руды // Зап. ВМО. 1995. Ч. 124. Вып. 6. С. 24-39. II. Золото-галенит-висмутиновые руды // Зап. ВМО. 1996. Ч. 125. Вып. 6. С. 1-10.

6. Генкин А.Д. Минералы платиновых металлов и их ассоциации в медно-никелевых рудах Норильского месторождения. М.: Наука. 1968. 106 с.

7. Спиридонов Э.М. Рудно-магматические системы Норильского рудного поля // Геология и геофизика. 2010. С. 52-79.
8. Спиридонов Э.М., Кулагов Э.А., Куликова И.М. Минеральные ассоциации палладия, платины и золота в рудах Норильского месторождения //Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46. С. 175-191.
- 9 .Спиридонов Э.М., Гриценко Ю.Д. Эпигенетический низкоградный метаморфизм и Сj-Ni-Sb-As минерализация в Норильском рудном поле. М.: Научный мир. 2009. 218 с.
10. Геология и генезис месторождений платиновых металлов : Сб.науч.тр.. / РАН. - М. : Наука, 1994. - 300с.

Дополнительная литература для углубленного изучения может рекомендоваться преподавателем.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

Д) Материально-технического обеспечение: - персональные компьютеры, проектор. Оборудование кафедры минералогии и Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Спиридонов Э.М.

11. Автор (авторы) программы – Спиридонов Э.М.