

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ПИ



\_\_\_\_\_  
/Гайдай Н.К./  
(подпись)  
"29" апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**C1.B.06 Обогащение редких и цветных металлов**

Направление (специальности) подготовки  
**21.05.04 «Горное дело»**

Профиль подготовки (специализация)

**Специализация № 2  
«Подземная разработка рудных месторождений»**

**Квалификация (степень) выпускника  
Горный инженер (специалист)**

Форма обучения  
очная / заочная

г. Магадан, 2020 г.

## **1. Цели освоения учебной дисциплины**

Целью освоения учебной дисциплины «**Обогащение редких и цветных металлов**»:

• овладение знаниями по особенностям обогащения руд цветных, редких и благородных металлов.

## **2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «**Обогащение редких и цветных металлов**» является обязательной дисциплиной вариативной части дисциплин учебного плана.

Дисциплина «**Обогащение редких и цветных металлов**» является общеобразовательной дисциплиной по основной профессиональной образовательной программе по направлениям подготовки «**Горного дела**» для специалистов. Изучение дисциплины основывается на знаниях отдельных дисциплин, основными из которых являются: введение в специальность, физика, химия.

Освоение данной дисциплины необходимо для изучения таких дисциплин специализации как: обогащение полезных ископаемых, технология обогащения драгоценных полезных ископаемых.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения им дисциплины С1.В.06 «Обогащение редких и цветных металлов»**

В результате освоения дисциплины студент должен:

• **знать** – физико-химические основы, процессы, аппараты и технологии обогащения твердых полезных ископаемых; основные направления комплексного использования минерального сырья;

• **уметь** – разрабатывать мероприятия по рациональному и комплексному использованию минерального сырья;

• **владеть** – горной терминологией, знаниями основных принципиальных схем комплексной переработки минерального сырья.

Дисциплина «**Обогащение редких и цветных металлов**» способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлениям подготовки «Горное дело» и квалификации «Горный инженер»:

### **а) общепрофессиональных (ОПК)**

• владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений (ОПК-9).

### **б) профессиональных (ПК)**

• использованием нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по

эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов (ПК-6);

• готовностью использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-17).

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 учебных часов. Отчетность: для очного обучения - 6-й семестр «экзамен»; для заочного – 5-й курс «экзамен» (см. таблицы 1 и 2).

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплинам (модулям) включает в себя занятия лекционного типа, семинарского типа (практические занятия).

Объем (в часах) контактной работы занятий лекционного типа, семинарского типа (практические работы) определяется расчетом аудиторной учебной нагрузки по данной дисциплине и составляет **56** часов для очной формы обучения и **12** часов для заочной формы обучения.

Контактная работа при проведении промежуточной аттестации включает в себя индивидуальную сдачу экзамена по курсу.

Объем (в часах) для индивидуальной сдачи экзамена определяется нормами времени для расчета объема учебной нагрузки, выполняемой профессорско-преподавательским составом, и составляет **0,25** часа на одного обучающегося.

**Таблица 1. Структура и содержание учебной дисциплины для очной формы обучения**

Формы промежуточного контроля: 6 семестр – экзамен

№ п/п	Наименование модулей, разделов, тем	Количество часов/Зачетных единиц			Общая трудоем. с учетом зачетов и экзаменов (час/ зачет.ед.)	
		Аудиторные занятия				
Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторн ые занятия				
1	2	3	4	5	6	7
1	<u>Первый модуль:</u> Особенности обогащения россыпей ред. и цвет. металлов.	6	6	-	10	144 / 4
	Тема 1 Введение.	2	-	-	-	
	Тема 2. Классификация руд и россыпей по обогатимости.	2	4	-	5	

	Тема 3. Дезинтеграция, гравитация и доводка коллект. концентратов	2	2	-	5	
2	<b><u>Второй модуль:</u></b> <b>Особенности обогащения руд ред. и цвет. металлов</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	-	<b>10</b>	
	Тема 4. Подготовительн. процессы, рудоподготовка.	2	-	-	5	
	Тема 5. Флотация и флотореагенты.	4	6	-	5	
3	<b><u>Третий модуль:</u></b> <b>Обогащение руд и россыпей ред. метал.</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	-	<b>20</b>	
	Тема 6. Обогащение россыпей, содержащих цирконий и гафний	2	2	-	4	
	Тема 7. Обогащение тантала и ниобия.	2	2	-	4	
	Тема 8. Обогащение руд и россыпей олова и вольфрама.	2	2	-	4	
	Тема 9. Обогащение молибденовых руд.	2	2	-	4	
	Тема 10. Обогащение руд, содержащих селен и теллур.	2	2	-	4	
4	<b><u>Четвертый модуль:</u></b> <b>Обогащение руд цветных металлов</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	-	<b>12</b>	
	Тема 11. Области применения никеля, кобальта, меди, свинца и цинка	2	2	-	4	
	Тема 12. Флотация руд кобальта, никеля висмута.	2	2	-	4	
	Тема 13. Флотация медных и медно-цинковых руд.	2	2	-	4	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	-	<b>52</b>	
	<b>Всего по учебному плану (аудит. + сам.+ контроль)</b>					<b>144</b>

**Таблица 2. Структура и содержание учебной дисциплины для заочной формы обучения**  
**Формы промежуточного контроля: 5-й курс – экзамен**

№ п/п	Наименование модулей, разделов, тем	Количество часов/Зачетных единиц				Общая трудоем. с учетом зачетов и экзаменов (час/ зачет.ед.)	
		Аудиторные занятия					
		Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторн ые занятия			
1	2	3	4	5	6	7	
1	<b><u>Первый модуль:</u></b> Особенности обогащения россыпей ред. и цвет. металлов.	1	1	-	30	144 / 4	
	Тема 1 Введение.	0,2	-	-	-		
	Тема 2. Классификация руд и россыпей по обогатимости.	0,3	-	-	15		
	Тема 3. Дезинтеграция, гравитация и доводка коллект. концентратов	0,5	1	-	15		
2	<b><u>Второй модуль:</u></b> Особенности обогащения руд ред. и цвет. металлов	1	1	-	30	144 / 4	
	Тема 4. Подготовительн. процессы, рудоподготовка.	0,5	-	-	15		
	Тема 5. Флотация и флотореагенты.	0,5	1	-	15		
3	<b><u>Третий модуль:</u></b> Обогащение руд и россыпей ред. метал.	2		-	30	144 / 4	
	Тема 6. Обогащение россыпей, содержащих цирконий и гафний	0,3	0,2	-	6		
	Тема 7. Обогащение тантала и ниобия.	0,4	0,2	-	6		
	Тема 8. Обогащение руд и россыпей олова и вольфрама.	0,3	0,2	-	6		

	Тема 9. Обогащение молибденовых руд.	0,5	0,2	-	6	
	Тема 10. Обогащение руд, содержащих селен и теллур.	0,5	0,2	-	6	
4	<b>Четвертый модуль: Обогащение руд цветных металлов</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>38</b>	
	Тема 11. Области применения никеля, кобальта, меди, свинца и цинка	1	1	-	15	
	Тема 12. Флотация руд кобальта, никеля висмута.	0,5	-	-	13	
	Тема 13. Флотация медных и медно-цинковых руд.	0,5	1	-	10	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>128</b>	
	<b>Всего по учебному плану (аудит. + сам.+ контроль)</b>					<b>144</b>

## 5. Образовательные технологии

В связи с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело (уровень специалитета) и специализация № 2 «Подземная разработка рудных месторождений» реализация компетентностного подхода при изучении дисциплины «Обогащение редких и цветных металлов» предусмотрено проведение занятий с использованием следующих образовательных технологий:

**1. Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения):

*Информационная лекция* – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляющее преимущественно верbalными средствами (монолог преподавателя).

**2. Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов:

*Проблемная лекция* – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

*Практические занятия в форме практикума* – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

**3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией:

*Лекция-визуализация* – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в

т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Оценка уровня сформированности компетенций осуществляется на основании критериев модульно-рейтинговой системы.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Всего на самостоятельную работу запланировано **52** часа – для очной формы и **128** часа – для заочной формы.

Целью самостоятельной работы студентов является углубленное изучение отдельных разделов читаемого курса.

Практические занятия по обогащению полезных ископаемых помогают студентам глубже уяснить физические основы разделения минерального сырья на полезные компоненты и отходы. Практические занятия предполагают значительную самостоятельную работу студентов как на этапе предварительной подготовки к лекционным занятиям, так и при выполнении собственно практической работы, её оформлении и выполнении расчётов.

Самостоятельная работа студентов представляет собой:

- теоретическая подготовка к лекционным и практическим занятиям;
- самостоятельное решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей применения теоретических знаний на практических занятиях;
- подготовка к промежуточной аттестации.

№ п/п	Форма работы	Объём работы (час)		Учебно-методическое обеспечение
		очная	заочная	
1	Теоретическая подготовка к лекционным занятиям	14	20	См. список основной и дополнительной литературы + конспект лекций
2	Самостоятельное решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей применения теоретических знаний на практических занятиях	20	38	См. список основной и дополнительной литературы + конспект лекций
3	Подготовка к промежуточной аттестации	18	70	См. список основной и дополнительной литературы + конспект лекций
	Итого:	52	128	

### *Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы*

#### Первый модуль: Особенности обогащения россыпей ред. и цвет. металлов

1. Предмет, цели, задачи и научные основы обогащения полезных ископаемых;
2. Какие металлы относятся к группам редких и цветных;

3. Применение цветных и редких металлов. Металлы, месторождения которых известны на территории Магаданской области;
4. Классификация руд и россыпей по обогатимости. Гранулометрический состав руд и продуктов обогащения;
5. Особенности обогащения россыпей редких металлов. Гравитационные процессы, оборудование (струйные и конусные сепараторы, отсадочные машины, концентрационные столы);
6. Доводка коллективных концентратов. Магнитная сепарация, электрические методы обогащения, обжиг концентратов. Технологические схемы доводки коллективных концентратов.

**Второй модуль: Особенности обогащения руд редких и цветных металлов**

7. Особенности обогащения руд редких и цветных металлов. Подготовительные процессы;
8. Флотация коллективная и селективная. Флотационные реагенты, применяемые при флотации руд редких и цветных металлов: пенообразователи, реагенты собираители, регуляторы процесса;

**Третий модуль: Обогащение руд и россыпей редких металлов**

9. Обогащение россыпей, содержащих цирконий и гафний;
10. Основные свойства и области применения циркония и гафния;
11. Кондиции на концентраты циркония и гафния;
12. Обогащение циркониевых и комплексных россыпей;
13. Флотация циркона из коллективных концентратов;
14. Области применения тантала и ниобия. Руды тантала и ниобия.  
Требование промышленности к рудам и концентратам;
15. Методы обогащения руд тантала и ниобия;
16. Особенности флотации колумбита и танталита;
17. Обогащение колумбит- танталитовых россыпей;
18. Схемы обогащения колумбит- танталитовых руд и россыпей;
19. Основные области применения вольфрама и олова. Руды олова и вольфрама. Кондиции на оловянные, вольфрамовые и комплексные руды и концентраты;
20. Гравитационные методы обогащения россыпей вольфрама и олова;
21. Электрическая и магнитная сепарация. Флотация кассiterита, шеелита и вольфрамита;
22. Получение коллективных и селективных концентратов олова и вольфрама
23. Характеристика флотационных процессов, режимы, флотореагенты;
24. Схемы обогащения оловянных и вольфрамовых руд и россыпей;
25. Области применения молибдена. Кондиции на молибденовые руды и концентраты;
26. Методы обогащения молибденовых руд;
27. Коллективная и селективная флотация;
28. Схемы обогащения молибденовых руд;
29. Области применения селена и теллура. Руды месторождений, содержащих селен и теллур. Кондиции на руды и концентраты селена и теллура;
30. Методы получения селена и теллура из руд благородных и цветных металлов

### **Четвертый модуль: Обогащение руд цветных металлов**

31. Области применения никеля, кобальта, меди, свинца и цинка;
32. Общие сведения о минералах и рудах цветных металлов. Кондиции на руды и концентраты никеля, кобальта, висмута, меди, свинца и цинка
33. Технологические схемы обогащения цветных металлов;
34. Флотация руд никеля, кобальта и висмута;
35. Флотация медных, медно- цинковых и медно- пиритовых руд;
36. Флотация свинцовых и свинцово- цинковых руд;
37. Флотация полиметаллических руд;
38. Цветные и редкие металлы в рудах месторождений благородных металлов Магаданской области, возможности и методы их извлечения.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- 1.** Брагина, В.И. Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых: учебное пособие / В.И. Брагина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 152 с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363881> (дата обращения: 23.12.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2647-0. – Текст: электронный.
- 2.** Чекушин, В.С. Комплексная переработка минерального, вторичного и техногенного сырья благородных металлов: учебник / В.С. Чекушин, Н.В. Олейникова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск: СФУ, 2017. – 158 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497047> (дата обращения: 23.12.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-3589-2. – Текст: электронный.
- 3.** Константинов, И.Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением: учебник / И.Л. Константинов, С.Б. Сидельников; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. – 488 с.: табл., схем., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435694> (дата обращения: 23.12.2019). – Библиогр.: с. 467-471. – ISBN 978-5-7638-3166-5. – Текст: электронный.
- 4.** Прусс Ю.В. Промывка геологических проб: учеб. пособие для студентов специальностей "Приклад. геология" специализация "Геол. съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых", "Горное дело" специализация "ОГР", "Обогащение полезных ископаемых" вузов региона: рекоменд. Дальневост. регион. УМЦ (ДВ РУМЦ) /Ю. В. Прусс, В. К. Прейс; Сев.-Вост. гос. ун-т, Сев.-Вост. комплекс. науч.-исслед. ин-т / Прейс В.К.: Изд-во СВГУ Магадан. 2018. -237:

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- 1.** Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: учеб. для студ. вузов: в 3 т.: рекоменд. М-вом образования и науки РФ /А.А. Абрамов; Моск. гос. горный ун-т/.-: Изд-во МГГУ М.. 2004. -510: ил. - (Высшее горное образование) экземпляров: 10
- 2.** Кармазин В.В. Магнитные электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых: учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Обогащение полезных ископаемых": в 2 т.: допущ. УМО вузов РФ по образованию в обл. горного дела /В.В. Кармазин, В.И. Кармазин; Моск. гос. горный ун-т/Кармазин В.И.-: Изд-во МГГУ М..

2005. -669: ил. - (Высшее горное образование) экземпляров: 10

3. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: учеб. для студ. вузов: в 3 т.: рекоменд. М-вом образования и науки РФ /А.А. Абрамов; Моск. гос. горный ун-т./.: Изд-во МГГУ М.. 2004. -510: ил. - (Высшее горное образование) экземпляров: 10

адреса сайтов сети ИНТЕРНЕТ

[www.edu.ru](http://www.edu.ru)

[www.gornaya-kniga.chat.ru](http://www.gornaya-kniga.chat.ru)

[www.gornaya-kniga.narod.ru/index.htm](http://www.gornaya-kniga.narod.ru/index.htm)

[www.rmpi.ru](http://www.rmpi.ru)

[www.mining-media.ru](http://www.mining-media.ru)

[www.kopimash.ru](http://www.kopimash.ru)

[www.yumz.ru/](http://www.yumz.ru/)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Теоретические занятия проводятся в лекционной аудитории 5104. Практические занятия проводятся так же в аудитории 5104, которая снабжена плакатами «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева», «Схема цепи аппаратов обогатительной фабрики» и набором образцов редких металлов.

**9. Рейтинг план дисциплины (форма Ф СВГУ 7.3-08 Рейтинг-план).****С1.В.06 «Обогащение редких и цветных металлов»**Факультет (институт) **Политехнический институт**

Курс 3 группа семестр 6 20\_\_ /20\_\_ учебного года

Преподаватель:

Кафедра **Горное дело**

Аттестац. период	Номер модуля	Название темы	Форма занятия	Вид контролируемой деятельности	Макс. к-во баллов
1	1	Особенности обогащения россыпей редких и цветных металлов	Практическая работа 1	Практическая работа	3
			Практическая работа 2	Практическая работа	3
			Практическая работа 3	Практическая работа	3
	2	Особенности обогащения руд редких и цветных металлов	Практическая работа 4	Практическая работа	3
			Практическая работа 5	Практическая работа	3
<b>Максимальное количество баллов за аттестационный период</b>					<b>15</b>
2	2	Особенности обогащения руд редких и цветных металлов	Практическая работа 6	Практическая работа	3
	3	Обогащение руд и россыпей редких металлов	Практическая работа 7	Практическая работа	3
			Практическая работа 8	Практическая работа	3
			Практическая работа 9	Практическая работа	3
			Практическая работа 10	Практическая работа	3
<b>Максимальное количество баллов за аттестационный период</b>					<b>15</b>
3	3	Обогащение руд и россыпей редких металлов	Практическая работа 11	Практическая работа	3
			Практическая работа 12	Практическая работа	3
	4	Обогащение руд цветных металлов	Практическая работа 13	Практическая работа	3
			Практическая работа 14	Практическая работа	3
			Практическая работа 15, 16	Практическая работа	6
<b>Максимальное количество баллов за аттестационный период</b>					<b>18</b>

\*В зависимости от уровня подготовки студентов и контингента преподаватель имеет право корректировки плана в ту или иную сторону в отношении часов и количества проверочных работ

Рейтинг план выдан

(дата, подпись старосты группы)

Рейтинг план получен

(дата, подпись преподавателя)

**10. Протокол согласования с другими дисциплинами (специальности) подготовки**

Наименование базовых дисциплин и разделов (тем), усвоение которых необходимо для данной дисциплины	Предложения базовым дисциплинам об изменениях в пропорциях, порядок изложения, введение новых тем курса и т.д.
Математика	Дифференциальное и интегральное исчисление. Дифференциальные уравнения
Материаловедение	Связь структуры материалов с его механическими свойствами.
Сопротивление материалов	Напряжения при различных деформациях.

Ведущие лекторы \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

**11. Приложения**

**Приложение 1.** Ф СВГУ 8. 1.4-02 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

**Приложение 2.** Лист изменений и дополнений.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.05.04. «*Горное дело*» и специализации № 2 «*Подземная разработка рудных месторождений*» приказ № 1298 от 17.10. 2016 г.

Автор: **Болотин Александр Викторович**, к.х.н., доц. кафедры горного дела

\_\_\_\_\_ **А.В. Болотин**  
 (дата, подпись)

Зав. кафедрой горного дела: **Михайленко Григорий Григорьевич** – кандидат технических наук, доцент

**Г.Г. Михайленко**

(дата, подпись)