



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»



Директор  
И.А. Лапин

15.07.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Металлургия золота и серебра

Закреплена за кафедрой	<b>металлургии</b>	
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallurgy Профиль подготовки "Metallurgy of non-ferrous metals"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>заочная</b>	
Общая трудоемкость	<b>6 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	216	Виды контроля на курсах: экзамены 4 курсовые работы 4
в том числе:		
аудиторные занятия	26	
самостоятельная работа	181	
часов на контроль	9	

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	уп	рп		
Лекции	14	14	14	14
Лабораторные	12	12	12	12
Итого ауд.	26	26	26	26
Контактная работа	26	26	26	26
Сам. работа	181	181	181	181
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	216	216	216	216

Разработчик программы:

канд. техн. наук, проф. кафедры, Лобанов Владимир Геннадьевич \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Металлургия золота и серебра**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"  
утвержденного учёным советом вуза от 23.09.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**металлургии**

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3

Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
-изучение сырьевой базы металлургии золота и серебра, теории основных технологических процессов в металлургии золота и серебра, современного состояния и перспектив развития промышленной технологии, и аппаратуры для получения золота и серебра; -приобретение навыков технологических расчетов в металлургии золота и серебра.	
<b>1.1 Задачи</b>	
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: -способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды; -рассчитать металлургический баланс.	
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.10
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Металловедение
2.1.2	Металлургия тяжелых цветных металлов
2.1.3	Металлургия черных металлов
2.1.4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.1.5	Теплотехника
2.1.6	Электротехника и электроника
2.1.7	Обогащение полезных ископаемых
2.1.8	Основы кристаллографии и минералогии
2.1.9	Руды цветных металлов
2.1.10	Теплофизика
2.1.11	Химия металлов
2.1.12	Экология
2.1.13	Физика
2.1.14	Химия
2.1.15	Металловедение
2.1.16	Экология в техносфере
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Государственная итоговая аттестация
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.4	Процедура защиты выпускной квалификационной работы
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ОПК-4: готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач</b>	
<b>Знать:</b>	
Теории металлургических процессов получения золота и серебра; основы термодинамики и кинетики, процессов плавки, выщелачивания, разделения и осаждения металлов, концентрирования растворов, закономерности обезвоживания пульпы и промывки осадков; устройство и принцип действия аппаратов, направления их развития и совершенствования; закономерности, интенсификации процессов получения золота и серебра.	
<b>Уметь:</b>	
Выбирать прописи химических реакций процессов получения золота и серебра их физико-химического анализа; необходимый математический аппарат исследования термодинамики и кинетики процесса, и механизмов переработки золотосодержащих руд; использовать методологию технологических расчетов для выбора основного оборудования; формулировать рекомендации по интенсификации процесса и улучшения качества продукции.	
<b>Владеть:</b>	
Навыками выбирать прописи химических реакций процессов получения золота и серебра их физико-химического анализа; необходимый математический аппарат исследования термодинамики и кинетики процесса, и механизмов переработки золотосодержащих руд; использовать методологию технологических расчетов для выбора основного оборудования; формулировать рекомендации по интенсификации процесса и улучшения качества продукции.	
<b>ОПК-5: способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</b>	
<b>Знать:</b>	

Методологических основ рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды получения золота и серебра.
<b>Уметь:</b>
Формулировать задачи по рациональному использованию природных ресурсов и защиты окружающей среды получения золота и серебра.
<b>Владеть:</b>
Навыками реализовывать задачи по рациональному использованию природных ресурсов и защиты окружающей среды получения золота и серебра.
<b>ПК-7: способность использовать процессный подход</b>
<b>Знать:</b>
Методологические основы процессного подхода.
<b>Уметь:</b>
Формулировать задачи процессного подхода получения золота и серебра.
<b>Владеть:</b>
Навыками реализовывать задачи процессного подхода получения золота и серебра.

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	1. Теории металлургических процессов получения золота и серебра; основы термодинамики и кинетики, процессов плавки, выщелачивания, разделения и осаждения металлов, концентрирования растворов, закономерности обезвоживания пульпы и промывки осадков; устройство и принцип действия аппаратов, направления их развития и совершенствования; закономерности, интенсификации процессов получения золота и серебра.
3.1.2	2. Методологических основ рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды получения золота и серебра.
3.1.3	3. Методологические основы процессного подхода.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	1. Выбирать прописи химических реакций процессов получения золота и серебра их физико-химического анализа; необходимый математически аппарат исследования термодинамики и кинетики процесса, и механизмов переработки золотосодержащих руд; использовать методологию технологических расчетов для выбора основного оборудования; формулировать рекомендации по интенсификации процесса и улучшения качества продукции.
3.2.2	2. Формулировать задачи по рациональному использованию природных ресурсов и защиты окружающей среды получения золота и серебра.
3.2.3	3. Формулировать задачи процессного подхода получения золота и серебра.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	1. Навыками выбирать прописи химических реакций процессов получения золота и серебра их физико-химического анализа; необходимый математически аппарат исследования термодинамики и кинетики процесса, и механизмов переработки золотосодержащих руд; использовать методологию технологических расчетов для выбора основного оборудования; формулировать рекомендации по интенсификации процесса и улучшения качества продукции.
3.3.2	2. Навыками реализовывать задачи по рациональному использованию природных ресурсов и защиты окружающей среды получения золота и серебра.
3.3.3	3. Навыками реализовывать задачи процессного подхода получения золота и серебра.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение. Физические и химические свойства золота и серебра</b>							

1.1	Общие положения. Историческая справка: особенности развития мировой и отечественной золотодобывающей промышленности, методов добычи и переработки руд, теории металлургии золота. Страны - производители благородных металлов. Области применения благородных металлов. Функция денег. Валютная функция благородных металлов. Формы нахождения в природе. Физические свойства золота и серебра, электронное строение атома, степени окисления, стандартные электронные потенциалы. Золото. Химические свойства: коррозионная стойкость, соединения с кислородом, серой, галогенами, селеном, теллуrom, органические соединения, коллоидные растворы золота; восстановление его из химических соединений, комплексные соединения. Серебро. Химические свойства: взаимодействие с химическими реагентами, явление потускнения, соединения с кислородом, серой, галогенами, восстановление серебра из его соединений, комплексные соединения. /Ср/	4	7	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 2. Извлечение золота из россыпных месторождений</b>							
2.1	Типы россыпей, методы вскрытия и разработки. Подготовительные и обогатительные процессы при извлечении золота из россыпей. Дражный способ, его аппаратура, достоинства способа. /Лек/	4	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.2	Типы россыпей, методы вскрытия и разработки. Подготовительные и обогатительные процессы при извлечении золота из россыпей. Дражный способ, его аппаратура, достоинства способа. /Ср/	4	20	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 3. Теоретические основы цианирования. Выделение благородных металлов из растворов</b>							

3.1	<p>Историческая справка. Роль русских и советских учёных в развитии теории и практики способа. Теоретические основы процесса. Диаграммы равновесных состояний AuCN-KCN-H<sub>2</sub>O, AgCN-KCN-H<sub>2</sub>O и CuCN-KCN-H<sub>2</sub>O. Термодинамика процесса (электродные потенциалы золота и серебра в цианистых растворах, константы равновесия химических реакций растворения в цианистых растворах, изменение энергии Гиббса). Термодинамическая вероятность растворения золота в полисульфидных растворах, растворах тиосульфата и тиомочевины. Кинетика процесса (общие закономерности, влияние концентраций цианида и кислорода, скорости перемешивания, температуры, pH), механизм процесса цианирования. Классификация и свойства технологических золотосодержащих растворов и методов извлечения. Теоретические основы процессов цементации золота и серебра цинком. Технологические факторы производственного процесса и их влияние. Сложности цементации, поведение примесей. Цементация алюминием. Сорбция золота ионами и ионитовыми мембранами. Электродиализ. Формы нахождения золота в морской воде и методы его извлечения. Электролитические способы извлечения золота и серебра. Объемные, пористые, насыпные катоды /Лек/</p>	4	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	---	---------------------	--------------------------------------	--	---	--

3.2	<p>Историческая справка. Роль русских и советских учёных в развитии теории и практики способа. Теоретические основы процесса. Диаграммы равновесных состояний AuCN-KCN-H<sub>2</sub>O, AgCN-KCN-H<sub>2</sub>O и CuCN-KCN-H<sub>2</sub>O. Термодинамика процесса (электродные потенциалы золота и серебра в цианистых растворах, константы равновесия химических реакций растворения в цианистых растворах, изменение энергии Гиббса). Термодинамическая вероятность растворения золота в полисульфидных растворах, растворах тиосульфата и тиомочевины. Кинетика процесса (общие закономерности, влияние концентраций цианида и кислорода, скорости перемешивания, температуры, pH), механизм процесса цианирования. Классификация и свойства технологических золотосодержащих растворов и методов извлечения. Теоретические основы процессов цементации золота и серебра цинком. Технологические факторы производственного процесса и их влияние. Сложности цементации, поведение примесей. Цементация алюминием. Сорбция золота ионами и ионитовыми мембранами. Электродиализ. Формы нахождения золота в морской воде и методы его извлечения. Электролитические способы извлечения золота и серебра. Объемные, пористые, насыпные катоды /Лаб/</p>	4	4	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	---	---------------------	--------------------------------------	--	---	--

3.3	Историческая справка. Роль русских и советских учёных в развитии теории и практики способа. Теоретические основы процесса. Диаграммы равновесных состояний AuCN-KCN-H <sub>2</sub> O, AgCN-KCN-H <sub>2</sub> O и CuCN-KCN-H <sub>2</sub> O. Термодинамика процесса (электродные потенциалы золота и серебра в цианистых растворах, константы равновесия химических реакций растворения в цианистых растворах, изменение энергии Гиббса). Термодинамическая вероятность растворения золота в полисульфидных растворах, растворах тиосульфата и тиомочевины. Кинетика процесса (общие закономерности, влияние концентраций цианида и кислорода, скорости перемешивания, температуры, pH), механизм процесса цианирования. Классификация и свойства технологических золотосодержащих растворов и методов извлечения. Теоретические основы процессов цементации золота и серебра цинком. Технологические факторы производственного процесса и их влияние. Сложности цементации, поведение примесей. Цементация алюминием. Сорбция золота ионами и ионитовыми мембранами. Электродиализ. Формы нахождения золота в морской воде и методы его извлечения. Электролитические способы извлечения золота и серебра. Объемные, пористые, насыпные катоды /Ср/	4	32	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 4. Пути совершенствования цианистого процесса. Использование нецианистых растворителей для выщелачивания благородных металлов</b>							



4.1	<p>Влияние условий и режима перемешивания на показатели цианирования. Выщелачивание в пульсационных колоннах, в аппаратах гидроциклонного типа. Выщелачивание, совмещенное с измельчением. Автоклавное выщелачивание благородных металлов. Выщелачивание в условиях, приближенных к кинетическому режиму. Особенности конструкций реакторов, технологических режимов и показателей процесса. Отечественная и зарубежная практика современных вариантов цианирования. Процесс сорбционного выщелачивания, его технологические схемы. Теоретическое обоснование использования нецианистых растворителей в металлургии золота и серебра. Химизм и термодинамика взаимодействия реagenтов с золотом и серебром. Анализ известных практических вариантов использования тиомочевинных, тиосульфатных, аммиачных и сульфитных растворов для выщелачивания золота и серебра из руд, и концентратов. Достоинства и недостатки технологических схем с использованием нецианистых растворителей. /Лек/</p>	4	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.2	<p>Влияние условий и режима перемешивания на показатели цианирования. Выщелачивание в пульсационных колоннах, в аппаратах гидроциклонного типа. Выщелачивание, совмещенное с измельчением. Автоклавное выщелачивание благородных металлов. Выщелачивание в условиях, приближенных к кинетическому режиму. Особенности конструкций реакторов, технологических режимов и показателей процесса. Отечественная и зарубежная практика современных вариантов цианирования. Процесс сорбционного выщелачивания, его технологические схемы. Теоретическое обоснование использования нецианистых растворителей в металлургии золота и серебра. Химизм и термодинамика взаимодействия реagenтов с золотом и серебром. Анализ известных практических вариантов использования тиомочевинных, тиосульфатных, аммиачных и сульфитных растворов для выщелачивания золота и серебра из руд, и концентратов. Достоинства и недостатки технологических схем с использованием нецианистых растворителей. /Лаб/</p>	4	4	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

4.3	<p>Влияние условий и режима перемешивания на показатели цианирования. Выщелачивание в пульсационных колоннах, в аппаратах гидроциклонного типа.</p> <p>Выщелачивание, совмещенное с измельчением. Автоклавное выщелачивание благородных металлов. Выщелачивание в условиях, приближенных к кинетическому режиму. Особенности конструкций реакторов, технологических режимов и показателей процесса. Отечественная и зарубежная практика современных вариантов цианирования. Процесс сорбционного выщелачивания, его технологические схемы. Теоретическое обоснование использования нецианистых растворителей в металлургии золота и серебра. Химизм и термодинамика взаимодействия реagensов с золотом и серебром. Анализ известных практических вариантов использования тиомочевинных, тиосульфатных, аммиачных и сульфитных растворов для выщелачивания золота и серебра из руд, и концентратов. Достоинства и недостатки технологических схем с использованием нецианистых растворителей. /Ср/</p>	4	32	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 5. Упорные золото- и серебросодержащие руды и основные принципы их металлургической переработки. Кучное и подземное выщелачивание</b>							

5.1	<p>Классификация золотосодержащих руд. Коэффициенты депрессии, типы упорных руд. Кварцевые и сульфидные руды с тонковкрапленным золотом. Медистые, сурьмянистые, мышьяковистые, углистые, глинистые руды. Основные принципы переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов (сверхтонкое измельчение, применение химических растворителей, обжиг, флотационное и гравитационное обогащение, автоклавное и бактериальное вскрытие и т.д.). Методы интенсификации цианирования применительно к переработке упорных видов сырья. Бактериальные методы вскрытия упорного сырья. Роль советских учёных в развитии теории и практики метода (основные типы микроорганизмов, факторы, влияющие на жизнедеятельность микроорганизмов, взаимодействие бактерий с поверхностью минералов). Технология бактериального выщелачивания, аппаратура и схемы. Перспективы развития метода. Теоретические особенности перколяционного выщелачивания. Требования к сырью, технологические режимы. Перколяция в чанах. Кучное выщелачивание с использованием специальных площадок. Подземное выщелачивание цианистыми и нецианистыми растворами. Технико-экономический анализ вариантов перколяционных процессов. /Лек/</p>	4	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	---	---------------------	--------------------------------------	--	---	--

5.2	Классификация золотосодержащих руд. Коэффициенты депрессии, типы упорных руд. Кварцевые и сульфидные руды с тонковкрапленным золотом. Медистые, сурьмянистые, мышьяковистые, углистые, глинистые руды. Основные принципы переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов (сверхтонкое измельчение, применение химических растворителей, обжиг, флотационное и гравитационное обогащение, автоклавное и бактериальное вскрытие и т.д.). Методы интенсификации цианирования применительно к переработке упорных видов сырья. Бактериальные методы вскрытия упорного сырья. Роль советских учёных в развитии теории и практики метода (основные типы микроорганизмов, факторы, влияющие на жизнедеятельность микроорганизмов, взаимодействие бактерий с поверхностью минералов). Технология бактериального выщелачивания, аппаратура и схемы. Перспективы развития метода. Теоретические особенности перколяционного выщелачивания. Требования к сырью, технологические режимы. Перколяция в чанах. Кучное выщелачивание с использованием специальных площадок. Подземное выщелачивание цианистыми и нецианистыми растворами. Технико-экономический анализ вариантов перколяционных процессов. /Ср/	4	20	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 6. Пирометаллургическая переработка золотосодержащего сырья</b>							
6.1	Технико-экономические предпосылки пирометаллургической переработки сырья благородных металлов. Типы и виды сырья, переработка которого целесообразна по пирометаллургической схеме. Типовые технико-экономические показатели пирометаллургической переработки золото- и серебросодержащего сырья. Медеплавильные заводы России и их технологические особенности. Состав и свойства сырья. Форма нахождения благородных металлов в медных рудах и концентратах. Поведение благородных металлов в основных переделах медеплавильного производства: обжиг, отражательная и шахтная плавка, конвертирование, анодная плавка. Поведение благородных металлов в основных переделах производства свинца. /Лек/	4	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

6.2	Технико-экономические предпосылки пирометаллургической переработки сырья благородных металлов. Типы и виды сырья, переработка которого целесообразна по пирометаллургической схеме. Типовые технико-экономические показатели пирометаллургической переработки золото- и серебросодержащего сырья. Медеплавильные заводы России и их технологические особенности. Состав и свойства сырья. Форма нахождения благородных металлов в медных рудах и концентратах. Поведение благородных металлов в основных переделах медеплавильного производства: обжиг, отражательная и шахтная плавка, конвертирование, анодная плавка. Поведение благородных металлов в основных переделах производства свинца. /Лаб/	4	4	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
6.3	Технико-экономические предпосылки пирометаллургической переработки сырья благородных металлов. Типы и виды сырья, переработка которого целесообразна по пирометаллургической схеме. Типовые технико-экономические показатели пирометаллургической переработки золото- и серебросодержащего сырья. Медеплавильные заводы России и их технологические особенности. Состав и свойства сырья. Форма нахождения благородных металлов в медных рудах и концентратах. Поведение благородных металлов в основных переделах медеплавильного производства: обжиг, отражательная и шахтная плавка, конвертирование, анодная плавка. Поведение благородных металлов в основных переделах производства свинца. /Ср/	4	30	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 7. Переработка медьэлектролитных шламов</b>							
7.1	Состав и свойства медьэлектролитных шламов. Обезмеживание шламов. Выделение из шламов товарного селена. Плавка шламов на золотосеребряный сплав. Гидрометаллургические схемы переработки медьэлектролитных шламов. Перспективные технологии переработки шламов. /Лек/	4	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
7.2	Состав и свойства медьэлектролитных шламов. Обезмеживание шламов. Выделение из шламов товарного селена. Плавка шламов на золотосеребряный сплав. Гидрометаллургические схемы переработки медьэлектролитных шламов. Перспективные технологии переработки шламов. /Ср/	4	20	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>

	<b>Раздел 8. Металлургия вторичных благородных металлов</b>							
8.1	<p>Организационные, технологические и экономические принципы переработки первичного и вторичного сырья благородных металлов. Организационно-правовые особенности добычи и производства благородных металлов в России и за рубежом. Формирование цен на благородные металлы. Структура затрат при извлечении благородных металлов из различных видов сырья. Классификация и характеристика вторичного сырья. Существующее положение об использовании и обороте благородных металлов в быту и народном хозяйстве. Нормы использования и возврата. Порядок сбора и утилизации. Пробирный анализ, функции и возможности. Возрастающее значение роли вторичного сырья. Происхождение и виды лома и отходов ВДМ. Происхождение, структура, классификация и характеристика электронного лома. Техно-экономические принципы пиро- и гидрометаллургической переработки отдельных видов сырья ВДМ. Особенности плавки сырья ВДМ на специализированных и медеплавильных заводах. Технология и показатели гидрометаллургической переработки отдельных видов сырья ВДМ.</p> <p>/Лек/</p>	4	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

8.2	<p>Организационные, технологические и экономические принципы переработки первичного и вторичного сырья благородных металлов. Организационно-правовые особенности добычи и производства благородных металлов в России и за рубежом. Формирование цен на благородные металлы. Структура затрат при извлечении благородных металлов из различных видов сырья. Классификация и характеристика вторичного сырья. Существующее положение об использовании и обороте благородных металлов в быту и народном хозяйстве. Нормы использования и возврата. Порядок сбора и утилизации. Пробирный анализ, функции и возможности. Возрастающее значение роли вторичного сырья. Происхождение и виды лома и отходов ВДМ. Происхождение, структура, классификация и характеристика электронного лома. Техно-экономические принципы пирро- и гидрометаллургической переработки отдельных видов сырья ВДМ. Особенности плавки сырья ВДМ на специализированных и медеплавильных заводах. Технология и показатели гидрометаллургической переработки отдельных видов сырья ВДМ.</p> <p>/Ср/</p>	4	20	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	---	---	----	---------------------	--------------------------------------	--	---	--

#### 4.1 Образовательные технологии

Лекция-диалог

Виртуальные практикумы и тренажеры

### 5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 5.1. Комплект оценочных средств

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Кононова О. Н., Холмогоров А. Г., Кононов Ю. С.	Сорбционное извлечение золота из растворов и пульп: химизм процесса, селективность, технология: монография	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229259">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229259</a>
Л1.2	Моисеенко (Моисеенков) Ф. П.	О выплавке серебра из его руд: монография	Москва: Издательство Академии Наук СССР, 1955	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=470661">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=470661</a>

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства	Санкт-Петербург: Лань, 2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.2	Гулишамбаров С. И.	Благородные металлы и сплавы: монография	Санкт-Петербург: б.и., 1904	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103688">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103688</a>
Л2.3	Богданович К. И.	Серебро, свинец и цинк: монография	Петроград: б.и., 1919	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469180">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469180</a>

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Windows
6.3.1.2	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)
6.3.1.3	Google Chrome
6.3.1.4	Mozilla Firefox
6.3.1.5	7-Zip

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам
6.3.2.2	Консультант-плюс

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд. №	Назначение	Оснащение
107		Столы с компьютерами с выходом в интернет, стулья, книжные шкафы и стеллажи.
225	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
300	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места, оборудованные блочной мебелью с расположением амфитеатром. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибуна, компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная доска с проектором. Моторизованный экран Потолочные поворотные камеры. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система. Маркерная доска.
Л406	Лаборатория гидрометаллургии - проведение лабораторных работ по Химии, химии металлов, для всех направлений подготовки в ТУ УГМК в соответствии с ФГОС ВО. А также по профильным дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров и магистров кафедры Металлургия.	Насосы вакуумные, термостаты, шкаф сушильный, лабораторные весы электронные и механические, стол для лабораторных весов, анализатор дифракционный, шкафы лабораторные, мельница бисерная лабораторная, мешалки лабораторные, столы -мойки лабораторные, насосы перистальтические, экстрактор, установка электролизная лабораторная, шейкер лабораторный, мельница аналитическая, анализатор влаги, реактор из стекла борсиликат.1 куб.дм, реактор из стекла борсиликат. 3 куб.дм, баня лабораторная, устройство сушки лабораторной посуды, мультиметр, аспиратор сильфонный, прибор рН-метр, компрессор, прибор рН-метр, иономер, прибор электролиза растворов солей, штативы для пробирок, калориметр с нагревателем, термометры, плитка лабораторная, регулятор напряжения, блок питания, холодильник лабораторный, ареометры, набор сит, аквадистиллятор, мельница зерновая лабораторная.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным



графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины металлургия золота и серебра представлены в УМК дисциплины.

Лабораторный практикум направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины металлургия золота и серебра и представлены в УМК дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий лабораторных занятий, и подготовку к экзамену.

Задания и методические указания к выполнению курсовой работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины металлургия золота и серебра и представлены в УМК дисциплины.

Курсовая работа структурно являются заключительным этапом изучения дисциплины, а организационно проверкой знаний студентов их умения решать практические инженерные задачи. При подготовке работы систематизируются, закрепляются и углубляются навыки лабораторных работ, поиска и анализа технической информации в специальной литературе.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.