МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСиС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 02C89CCE0054AC5E89482DDA6B2898269B
Владелец: Кожухов Алексей Александрович
Действителен: с 14.10.2020 до 14.10.2021

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
НИТУ «МИСиС»
от «31» августа 2020 г.
протокол № 1-20

Рабочая программа дисциплины

Методы контроля и анализа процессов обогащения

Закрепленная кафедра	**Кафедра горного дела**
Направление подготовки	21.05.04 Горное дело
Специализация	Обогащение полезных ископаемых
Квалификация	**Горный инженер (специалист)**
Форма обучения	**Очная**
Общая трудоемкость	**2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 72

аудиторные занятия 34
самостоятельная работа 38
часов на контроль

Семестр(ы) изучения 7

Формы контроля

зачет в 7 семестре

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	7	Итого
Вид занятий	УП	РП	
Лекции	17	17	17
Практические			
Лабораторные	17	17	17
Контактная работа	34	34	34
Сам. работа	38	38	38
Часы на контроль	-	-	-
Итого:	72	72	72

Год набора 2016
В редакции 2020 г.

Программу составил:
Казанцев Антон Александрович, доцент, к.т.н. _____
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Методы контроля и анализа процессов обогащения

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» декабря 2015 г. № 602 о.в.)

Выпуск 2:
от 2 декабря 2015 г. № 602 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2016 года набора:
21.05.04 Горное дело, Обогащение полезных ископаемых, утвержденного Ученым советом НИТУ «МИСиС» 22.02.2018 г., протокол №6.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
наименование кафедры

Протокол от «23» апреля 2020 г. № 9-20

Зав. кафедрой ГД _____ А.А. Кожухов
подпись *И.О. Фамилия*

«23» апреля 2020 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зав. кафедрой ГД, д.т.н., доцент _____ А.А. Кожухов
подпись *И.О. Фамилия*

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Цель дисциплины – получение обучающимися комплекса знаний, навыков и умений в области теоретических основ и практических приемов и средств методов контроля и анализа процессов обогащения **Задача дисциплины**: научить современным методам контроля и анализа сырья и продуктов процесса обогащения, их рациональному выбору на основе аналитических и метрологических характеристик в зависимости от цели контроля, технических требований, экономической целесообразности;

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)	вариативная
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающихся**
2.1.1	Обогащение полезных ископаемых
2.1.2	Химия
2.1.3	Физическая химия
2.1.4	Органическая химия
2.2	**Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее**
2.2.1	Окускование и металлургия
2.2.2	Гравитационные методы обогащения
2.2.3	Магнитные и электрические методы обогащения
2.2.4	Флотационные методы обогащения
2.2.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 3
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.7	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ПК-3.5 владение навыками организации научно-исследовательских работ	
Знать:	З-1 основы пробоотбора и пробоподготовки пульп и руд к анализу З-2 химические и инструментальные методы количественного анализа руд, концентратов черных и цветных металлов, аналитические и метрологические характеристики методов контроля
Уметь:	У-1 осуществлять статистическую обработку результатов количественного анализа
Владеть навыком:	Н-1 расчетов в химических и физико-химических методах анализа
УК-7.3 умение ставить и решать нестандартные задачи в условиях неопределенности и альтернативных решений с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, а также новых инновационных методов	
Знать:	З-1 физические и химические свойства полезных ископаемых, их структурно-механические особенности З-2 задачи и значение технологического контроля производства
Уметь:	У-1 применять полученные знания на практике для контроля минерального и элементного состава руды и продуктов ее обогащения
Владеть навыком:	Н-1 самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях; решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	**Раздел 1 Аудиторная работа**	**7**	**34**			
1.1	**Технологический контроль производства**. Цели и задачи технологического контроля. Методы оперативного анализа состояния процесса.	7	1	УК-7.3, З-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	

	/лекция/					
1.2	**Понятия о пробах и пробоподготовке** 2.1 Основные понятия – проба, опробование, контроль, опробуемая масса, аналитические и технологические пробы, точечная проба, объединенная проба. Характеристики опробуемых продуктов. Способы и техника отбора проб от неподвижных масс. 2.2 Типовые операции подготовки проб. Способы перемешивания. Способы и устройства сокращения. Дробление, обезвоживание проб. **/лекция/**	7	2	ПК-3.5, З-1, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
1.3	**Измерение и контроль параметров процессов обогащения** 3.1 Измерение расхода: руды и сухих продуктов; пульпы, воды, воздуха и реагентов. 3.2 Измерение массовой доли твердого (плотности пульпы). Контроль вязкости пульпы. 3.3 Контроль ионного состава пульпы и технической воды 3.4 Измерение гранулометрического состава сыпучей массы. 3.5 Измерение уровня руды и пульпы. 3.6 Измерение влажности руд и концентратов. Контроль температуры. 3.6 Контроль процессов дробления, измельчения, грохочения, классификации, обезвоживания, флотации, гравитационных, магнитных, электрических, специальных процессов. **/лекция/**	7	7	УК-7.3, З-1, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
1.4	**Контроль вещественного состава руды и продуктов обогащения.** 4.1 Химические методы анализа состава: гравиметрический и титриметрический анализ. 4.2 Основы РСА. Рентгенофлуоресцентный анализ. Приборы для РФА состава руды и пульпы 4.3 Атомно-спектральные анализаторы элементного состава 4.4 Измерение вещественного состава по естественной радиоактивности материала. 4.5 Магнитные методы контроля. 4.6 Спектрофотометрический анализ. 4.7 Определение минерального состава руды и продуктов обогащения: минералогический анализ; химический фазовый анализ; рентгенометрический фазовый анализ; термический анализ. **/лекция/**	7	7	ПК-3.5, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
1.5	Контроль процессов дробления **/лабораторная работа/**	7	3	ПК-3.5, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
1.6	Контроль процессов грохочения **/лабораторная работа/**	7	3	ПК-3.5, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
1.7	Контроль процесса обогащения на концентрационном столе **/лабораторная работа/**	7	3	ПК-3.5, З-1, З_2 УК-7.3, З-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
1.8	Контроль процессов обогащения на отсадочной машине ОТ-52 **/лабораторная работа/**	7	3	УК-7.3, У-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
1.9	Контроль процессов обогащения на сепараторах **/лабораторная работа/**	7	3	ПК-3.5, З-1, З_2 УК-7.3, З-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
1.10	Контроль процессов обогащения на флотационной машине **/лабораторная работа/**	7	2	УК-7.3, У-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
2	**Самостоятельная работа студента**	**7**	**74**			
2.1	Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам лекций	7	34	ПК-3.5, З-1, З_2 УК-7.3, З-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
2.2	Подготовка к выполнению и выполнение контрольных работ (текущая аттестация)	7	32	УК-7.3, Н-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	

2.3	Выполнение домашнего задания (подготовка реферата)	7	18	УК-7.3, Н-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Комплект заданий для проверки умений и навыков

1 ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Задача № 1

Номер варианта выбирается по таблицам согласно последней и предпоследней цифрам шифра студента.

При фотометрическом определении железа в воде по реакции с сульфосалициловой кислотой для стандартных растворов были получены следующие данные отсчетов по шкале гальванометра Δ (табл.1).

Построить калибровочные графики в системах координат Δ — *C* и *D* — *C*. Вывести уравнение для второго графика и определить содержание железа по графикам и расчетным путем, если отечет по шкале гальванометра равен Δ_1 (табл.2).

Для решения задачи необходимо рассчитать логарифмы отклонений lg Δi и оптические плотности $D_i = \lg 100 - \lg \Delta_i$. Построить калибровочные графики зависимостей. Для определения уравнения зависимости $D=f(C)$ вида $D = k\,C$, коэффициент $k=tg\,\alpha$, где α –угол наклона прямой к оси абсцисс.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Содержание железа, %					
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	Отсчет по шкале гальванометра, Δ					
1	100	87,5	77,5	68,5	59,0	52,5
2	100	88,2	77,9	68,4	58,9	52,4
3	100	87,4	77,1	68,2	59,1	52,7
4	100	87,6	76,5	68,6	58,7	52,6
5	100	87,5	74,9	67,9	59,2	52,5
6	100	88,6	76,8	67,8	58,8	51,9
7	100	87,1	75,9	68,1	59,3	52,8
8	100	86,9	76,8	67,7	58,7	51,7
9	100	86,5	77,1	68,2	58,5	52,6
0	100	87,6	77,4	68,5	59,1	51,9

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра студента									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
отсчет по шкале, Δ_1									
71,5	74,5	70,5	71,0	72,5	70,0	71,8	72,0	73,0	73,5

2 ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Задача № 2

Вариант задачи выбирается в соответствии с суммой двух последних цифр шифра студента.

1.Навеску руды массой 0,6578 г растворили и через полученный раствор в течение 20 минут пропускали ток силой 0,20 А, в результате чего на катоде выделилась медь. Определить массовую долю (%, масс.) меди в руде, если выход по току составлял 80 % .

2.Из анализируемого раствора, содержащего ионы металла $M^{+3,}$ в результате электролиза при силе тока 1 А за 50 мин было выделено на катоде 0,2800 г металла. Определить, какой металл выделился на катоде.

3.Навеску руды массой 2,1574 г растворили и после соответствующей обработки довели объем раствора до 100 мл. Определить массовую долю (%, масс.) серебра в руде, если при потенциометрическом

титровании 25 мл приготовленного раствора раствором хлористого натрия с концентрацией c(NaCl)=0,1250 моль/л получили следующие результаты:

V (NaCl), мл	16,0	18,0	19,0	19,5	19,9	20,0	20,1	20,5	21
E, мВ	689	670	652	634	594	518	441	401	383

Кривую потенциометрического титрования построить в координатах E - V и ΔE/ΔV - V.

4. Из навески массой 2,0400 г таллий перевели в Tl^{+1} и оттитровали раствором $KBrO_3$ с концентрацией c(1/6 $KBrO_3$)= =0,1000 моль/л в хлороводородной среде. В процессе титрования в растворе протекает реакция:

$BrO_3^- + 3\,Tl^+ + 6H^+ = Br^- + 3Tl^{3+} + 3H_2O$.

Вычислить массовую долю (%, масс.) таллия по следующим результатам потенциометрического титрования:

V ($KBrO_3$), мл	2,0	10,0	18,0	19,8	20,0	20,2	22,0
E, мВ	1251	1280	1309	1339	1407	1430	1451

Кривую потенциометрического титрования построить в координатах E - V и ΔE/ΔV - V.

5.Из навески руды массой 0,6000 г титан перевели в TiO^{2+} и оттитровали раствором хлористого хрома с концентрацией c($CrCl_2$) = 0,1000 моль/л:

$TiO^{2+} + Cr^{2+} + 2H^+ = Ti^{3+} + Cr^{3+} + H_2O$

Вычислить массовую долю (%, масс.) титана в руде по следующим результатам потенциометрического титрования:

V($CrCl_2$), мл	2,0	10,0	18,0	19,8	20,0	20,2	22,0
E, мВ	159	100	41	-18	-155	-292	-351

Кривую потенциометрического титрования построить в координатах E - V и ΔE/ΔV - V.

6.Вычислить электродный потенциал медного электрода, опущенного в раствор его соли с концентрацией меди c(Cu^{2+}) = =0,1 моль/л.

7.Вычислить концентрацию ионов меди в растворе $CuSO_4$, при условии, что электродный потенциал меди в нем равен нулю.

8.На кулонометрическое титрование церия (IV) в 0,1 М растворе Fe(III) электрогенерируемыми ионами Fe(II) при силе тока 30 мА потребовалось 100 с. Определите массу церия (IV) в анализируемом растворе.

9.Рассчитайте потенциал платинового электрода, опущенного в раствор $FeSO_4$, который на 99,9 % оттитрован раствором $KMnO_4$

10. Для определения примеси железа в алюминии использовали метод кулонометрического титрования ионов Fe^{3+} электровосстанавливаемыми ионами Sn^{2+} при постоянной силе тока 4 мА. Точка эквивалентности фиксировалась потенциометрическим методом. Время электролиза составило 100с. Навеска алюминия 1,0005 г. Вычислить массовую долю железа (%, масс.) в алюминии.

11.Раствор дихромата калия объемом 20,00 мл оттитровали ионами железа (II), генерируемыми при силе тока 0,350 А в течение 20 мин; конец реакции фиксировался фотометрически. Определить молярную концентрацию эквивалента раствора $K_2Cr_2O_7$ ($f_{экв.}$=1/6).

12.Построить кривую потенциометрического титрования в координатах E-V. Рассчитать концентрацию $CaCl_2$ в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора 0,0500 N раствором $Hg_2(NO_3)_2$ получили:

$V_{Hg_2(NO_3)_2}$, мл	10	15	17	17,5	17,9	18	18,1	18,5	19
E, мВ	382	411	442	457	498	613	679	700	709

13*. По приведенным данным таблицы 3 определить концентрацию раствора в указанных единицах.

Таблица 3

№	Определяемый ион	Реакция образования	Нач. ток, мкА	Стандартный раствор	Исследуемый раствор

		окрашенного соединения		концентрация	толщина слоя, см	ток, мкА	концентрация	толщина слоя, см	ток, мкА
13	Mg^{2+}	с эриохром черным	100	0,100 г $MgCl_2$ в 250 мл р-ра	2,0	60	Mg, % в минерале при навеске 0,2г в 50 мл р-ра	3	90
14	Cr_2O_7	собственная окраска	90	р-р $K_2Cr_2O_7$ с титром по Fe II 0.00150 г/мл	1,0	83,4	Cr (г/мл)	1	75,2
15	Ni^{2+}	с диметилглиоксимом	100	0,250 г $NiSO_4$ $6H_2O$ в 1л р-ра	1,0	53,2	Ni (мг/мл)	5	73,4
16	Pb^{2+}	с дитизоном	100	2,5 мг PbO_2 d 100 мл р-ра	5,0	74,8	Pb (мг/л)	5	92,6
17	Sb^{3+}	с метиловым фиолетовым	100	2,56 мг Sb в 50 мл р-ра	0,5	82,3	Sb_2O_3 (%) в минерале при навеске 0,5г в 100 мл р-ра	2,5	74,6
18	Cu^{2+}	с аммиаком	75	0,1г сплава, содержащего 5,26 % Cu в 100 мл р-ра	2,5	51,4	Cu (%) в сплаве при навеске 0,2 г в 250 мл р-ра	5	

Задача № 3

Номер варианта соответствует последней цифре шифра студента.

На основании данных, приведенных в табл.4, определить содержание заданных элементов в исследуемых объектах, используя метод калибровочного графика в фотометрическом анализе.

Указания к решению задачи.

Калибровочный график построить в координатах оптическая плотность - объем стандартного раствора.

Определив по калибровочному графику значение объема стандартного раствора, пересчитать на концентрацию (1 мкг = $=10^{-6}$ г). При построении калибровочного графика (на миллиметровой бумаге) необходимо правильно выбрать масштаб с тем, чтобы точность вычислений соответствовала точности исходных данных и требуемой точности результата измерений.

Таблица 4

Вариант	Определяемый элемент	Оптическая плотность А		Концентрации	
		Объем растворов, мл		Стандартный раствор, мкг/мл	Исследуемый раствор, аликвотная часть 10 мл
		Стандартные растворы	Исследуемый Ах		

		1 мл	2 мл	3 мл	4 мл	5 мл	6 мл	7 мл	8 мл	9 мл	10мл					
1	Fe	0,09	0,178	0,268	0,356	0,445						0,244	79,3	Fe (%, масс.) в карбиде хрома при навеске 0,0400 г в 250 мл раствора		
2	Cr	0,106	0,196	0,285	0,374	0,464								0,354	10,25	Cr_2O_3 (%, масс.) в боксите при навеске 0,1556 г в 100 см^3 раствора
3	Mn		0,055	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,3	0,25	25,62	Mn (%, масс.) в руде при навеске 0,1400 г в 250 мл раствора		
4	Mo		0,07	0,102	0,136	0,17	0,204	0,237	0,271	0,305	0,340	0,310	7,2	Mo (%, масс.) в стали при навеске 0,1120 г в 250 мл раствора		
5	W	0,12	0,18	0,232	0,290	0,345	0,4	0,459	0,516			0,390	68,0	W (%, масс.) в руде при навеске 1,5776 г в 100 мл раствора		
6	Ni	0,07	0,132	0,19	0,257	0,32	0,382	0,447				0,365	10,0	Ni в стали при навеске 1,4250 г в 250 мл раствора		
7	Cu	0,06	0,105	0,15	0,195	0,242	0,290	0,335	0,380	0,427	0,470	0,175	36	Cu (%, масс.) в ферро-молибдене при навеске 3.1580 г в 250 мл раствора		
8	P	0,08	0,18	0,26	0,34	0,42	0,50	0,61				0,23	10,0	P в ферромолибдене при навеске 0.5087 г в 100 мл раствора		
9	Fe	0,065	0,135	0,205	0,26	0,322	0,45	0,46	0,52	0,592	0,60	0,55	10,0	Fe (%, масс.) в титановой руде при навеске 0.3450 г в 500 мл раствора		
0	Sb	0,084	0,170	0,250	0,370	0,422						0,275	5,0	Sb (%, масс.) в феррохроме при навеске 5.5090 г (для фотометрирования используется экстрагирование сурьмы из всего приготовленного раствора)		

3 АТОМНО-ЭМИССИОННЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Задача № 4 (варианты 1-10)

Вариант задачи выбирается в соответствии с суммой двух последних цифр шифра студента.

Определить массовую долю меди в алюминии, серебра в медных отливках, сурьмы в свинце, марганца в стальных деталях по значениям почернений аналитической пары элементов (таблица 5). Данные для эталонных образцов приведены в таблице 6.

Таблица 5

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S (Cu) S (Al)	0,41 0,35	0,44 0,41	0,56 0,42							
S (Ag) S (Cu)				0,51 0,65	0,47 0,65	0,64 0,67				
S (Sb) S (Pb)							1,02 1,64	0,95 1,69		
S (Mn) S (Fe)									0,91 0,73	0,63 0,76

Таблица 6 – Характеристики эталонных образцов

Параметры	Эталоны			Параметры	Эталоны		
	1	2	3		1	2	3
ω(Cu)* S(Cu) S(Al)	0,25 0,25 0,42	0,80 0,54 0,44	1,20 0,61 0,41	ω(Sb)* S(Sb) S(Pb)	0,12 0,79 1,58	0,38 1,20 1,55	0,80 1,65 1,59
ω(Ag)* S(Ag) S(Cu)	0,23 0,45 0,65	0,34 0,54 0,64	0,55 0,68 0,67	ω(Mn)* S(Mn) S(Fe)	0,05 0,53 0,72	0,21 0,90 0,74	0,30 1,03 0,78

***** - Концентрация элемента ω выражена в массовых долях (%, масс.)

Задача № 5 (варианты 11-18)

Вариант задачи выбирается в соответствии с суммой двух последних цифр шифра студента.

Определить содержание серебра в медных отливках (табл.7) и марганца в стальных деталях (табл.8) по измеренным почернениям аналитических линий в спектрах проб и стандартных образцов.

Таблица 7

№ варианта	Образец	*C, %*	S_{Ag}	S_{Cu}	$\Delta S_{Ag,Cu}$
	Стандартный	0,18	0,41 0,42	0,64 0,67	
		0,23	0,45 0,46	0,66 0,65	
		0,34	0,51 0,52	0,64 0,65	
		0,4	0,55 0,55	0,65 0,63	
		0,55	0,67 0,69	0,65 0,69	
11	Проба	C_x	0,5 0,52	0,65 0,66	
12		C_x	0,49 0,46	0,66 0,64	
13		C_x			-0,18 -0,20

14		C_x			0,01 -0,03

Таблица 8

№ варианта	Образец	C, %	lgC	S_{Mn}	S_{Fe}	$\Delta S_{Mn,Fe}$	$\Delta\bar{S}_{Mn,Fe}$
	Стандартный		-0,20				-0,05
			-0,30				-0,18
			-0,42				-0,25
			-0,50				-0,40
	Проба						
15		C_x		0,68 0,67	0,80 0,80		
16		C_x		0,55 0,53	0,79 080		
17		C_x				-0,15 -0,16	
18		C_x				-0,29 -0,28	

Темы рефератов

1. Назначение и классификация процессов контроля. Основные контролируемые параметры технологического процесса.
2. Организация опробования и контроля. Системы отбора и подготовки проб руды.
3. Организация опробования и контроля Системы отбора и подготовки проб пульпы.
4. Оптимальный пробоотбор. Параметры отбора проб.
5. Отбор проб и опробование неподвижных масс и движущихся потоков.
6. Пробоотбиратели, виды, требования.
7. Схемы подготовки проб. Дробление, измельчение и грохочение проб.
8. Способы обезвоживание, перемешивание, сокращение проб.
9. Методы измерения и контроля расхода жидкостей и пульп. Измерение расхода методом переменного перепада давления.
10. Методы измерения и контроля расхода жидкостей и пульп. Электромагнитные расходомеры. Датчики расхода твердого в пульпе.
11. Измерение и контроль уровня сыпучих сред.
12. Измерение и контроль уровня жидких сред.
13. Методы контроля плотности пульпы. Автоматические плотномеры.
14. Контроль вязкости пульпы.
15. Автоматический контроль гранулометрического состава продуктов дробления и измельчения.
16. Автоматический контроль влажности сыпучих материалов (кондуктометрические, радиоизотопные, емкостные влагомеры).
17. Контроль мутности слива сгустителей и фильтрата фильтров. Нефелометрический, емкостной и радиоизотопный методы.
18. Контроль дробильного оборудования.
19. Контроль работы грохотов.
20. Контроль процессов измельчения и классификации.
21. Контроль процессов мокрого измельчения и классификации.
22. Контроль и регулирование гравитационных процессов обогащения.
23. Контроль процессов обезвоживания концентратов.
24. Контроль и регулирование магнитного процесса обогащения.
25. Контроль и регулирование процесса флотации.
26. Теоретические основы РСА, виды. Рентгенорадиометрический метод анализа, сущность, аппаратное обеспечение.

27. Основы рентгенофлуоресцентного анализа, достоинства, аппаратное обеспечение.
28. Сущность эмиссионного спектрального анализа, аппаратное обеспечение.
29. Сущность метода атомно-абсорбционного анализа. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрофотометра.
30. Сущность масс-спектрального анализа. Принципиальная схема масс-спектрометра.
31. Суть титриметрического метода анализа, достоинства и недостатки, пределы обнаружения.
32. Сущность потенциометрического анализа, достоинства. Закон Нернста.
33. Контроль ионного состава пульпы (потенциометрический и кондуктометрический анализ).
34. Магнитные методы контроля содержания железа в руде.
35. Методы контроля содержания железа в пульпе.
36. Спектрофотометрические методы анализа. Приборы для проведения анализа.
37. Кондуктометрический анализ, принцип, достоинства и недостатки.
38. Нейтронно-активационный анализ.
39. Суть методов ядерной спектроскопии, классификация методов. Способы ведения активных ядер в анализируемый образец.
40. Метод ядерно-магнитного резонанса. Применение метода для вещественного анализа руд и продуктов обогащения.

Перечень вопросов для текущей аттестации

Вопросы к разделам «Технологический контроль производства», «Понятия о пробах и пробоподготовке»

1. Назначение и классификация процессов контроля.
2. Основные контролируемые параметры технологического процесса.
3. Задачи качественного и количественного анализа.
4. Основные параметры, характеризующие результаты обогащения.
5. Понятия - проба, проба точечная, объединенная, минимальная, достаточная, товарная, минералогическая, химическая, технологическая. Требования к пробе.
6. Значение опробования как средства контроля технологического процесса.
7. Виды схем опробования и контроля в зависимости от назначения.
8. Цели качественного и количественного анализов.
9. Данные каких проб необходимы для определения технологических показателей обогащения.
10. По данным каких проб определяют количество руды, уходящей с хвостами?
11. Данные каких проб используют для определения количества металла, уходящего с хвостами?
12. По данным каких проб можно проанализировать потери ценного компонента с хвостами?
13. Особенности пробы на влажность, объясните необходимость точки ее отбора от исходной руды, товарного концентрата.
14. Обоснуйте необходимость отбора технологической пробы при работе фабрики.
15. Назначение минералогической пробы, отличие «количественной» минералогической пробы от «качественной».
16. Особенности химической пробы, точки отбора ее от исходной руды, технологического и товарного концентратов.
17. Цель отбора проб от хвостов на химический, минералогический и ситовой анализы.
18. Определение массы и минимального числа точечных проб.
19. Методы опробования неподвижных масс материалов: отбор проб из железнодорожных вагонов и других транспортных емкостей, из штабелей,
20. Опробование движущихся материалов.
21. Типы и требования, предъявляемые к пробоотборникам.
22. Суть методов продольных и поперечных сечений.
23. Методы опробования и пробоотборники для пульп.
24. Операции, применяемые при обработке проб.
25. Способы перемешивания и сокращения при обработке химических проб.
26. Методы обезвоживания пульпообразных продуктов при их обработке.

Вопросы к разделу «Измерение и контроль параметров процессов обогащения»

1. Методы контроля расхода жидкостей, пульп:
1.1 расходомеры переменного перепада давления
1.2 расходомеры постоянного перепада давления
1.3 электромагнитные расходомеры
2. Измерение уровня сред с помощью поплавковых, гидростатических, емкостных, радиоизотопных уровнемеров.

3. Методы контроля плотности пульпы:
3.1 гидростатический
3.2 пьезометрический
3.3 весовой
3.4 радиометрический.
4. Сущность методов, их сравнение, точность определения, погрешность измерения.
5. Контроль гранулометрического состава твердой фазы пульпы. Методы анализа: ситовой, седиментационный, Фигуровского.
6. Сущность и особенности методики проведения седиментационного анализа. Для какой крупности применим данный анализ.
7. Для какой крупности используется ситовой анализ; опишите методику проведения анализа. Построения характеристик крупности.
8. Для каких продуктов, необходим контроль влажности? Сущность применяемых методов контроля, их достоинства и недостатки.
9. Показатели работы дробильного оборудования, каким образом осуществляется контроль работы дробильного оборудования.
10. Как осуществляется контроль крупности дробленой руды?
11. Основные показатели работы грохотов. Оценка эффективности работы.
12. Основные показатели работы классификаторов. Оценка эффективности работы.
13. Контролируемые параметры при работе гравитационных установок.
14. Параметры контроля магнитного процесса обогащения.
15. Схема контроля сухой магнитной сепарации.
16. Схема контроля мокрой магнитной сепарации.
17. Параметры контроля процессов обезвоживания концентратов.

Вопросы к разделу «Контроль вещественного состава руды и продуктов обогащения»

1. Основы РСА, его виды.
2. Рентгенорадиометрический метод анализа, сущность.
3. Способы возбуждения рентгеновских характеристических спектров элементов.
4. Закон Мозли, предел обнаружения элементов методом РСА
5. Основы РФА, достоинства.
6. Способы разложения рентгеновского излучения в спектр.
7. Аппаратное обеспечение РСА.
8. Сущность эмиссионного спектрального анализа
9. Качественный и количественный атомно-эмиссионный анализ.
10. Понятия потенциала возбуждения, потенциала ионизации, самопоглощения, гомологических линий, аналитической пары
11. Методы регистрации спектров в ЭСА.
12. Что представляет собой источник излучения индуктивно-связанная плазма (ИСП)?
13. Элементы и нижняя граница определяемых содержаний в атомно-эмиссионном методе анализа.
14. Сущность метода атомно-абсорбционного анализа.
15. Законы ААА. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрофотометра.
16. Источники резонансно-поглощаемого излучения в методе атомно-абсорбционного анализа
17. Анализаторы в атомно-абсорбционном анализе.
18. Сущность масс-спектрального анализа.
19. Принципиальная схема масс-спектрометра.
20. Области применения МСА и достоинства МСА.
21. Назовите основные способы разделения ионов в пространстве.
22. На чем основан качественный МСА, пределы обнаружения элементов в МСА.
26. Суть титриметрического метода анализа, достоинства и недостатки, пределы обнаружения.
27. Индикаторы в титриметрических методах. Требования к химическим реакциям, лежащим в основе титриметрических методов анализа.
28. Способы титрования.
29. Сущность потенциометрического анализа, достоинства. Закон Нернста.
30. Различие прямой потенциометрии и потенциометрического титрования.
31. Классификация и функции электродов в потенциометрии.
32. Виды кривых в потенциометрическом титровании.
33. Компенсационный и некомпенсационный методы потенциометрического титрования.
34. Спектрофотометрические методы анализа.
35. Приборы для проведения анализа.
36. Кондуктометрический анализ, принцип, достоинства и недостатки.

37. Суть методов ядерной спектроскопии, классификация методов.
38. Способы ведения активных ядер в анализируемый образец.
39. Принцип ядерно-магнитного резонанса.
40. Термический метод определения минерального состава руды

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

1. Лабораторные работы в семестре
2. Контрольные работы
3. Домашнее задание (реферат)

Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзамен не предусмотрен

Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

- Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 7 семестре.
- Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости в 7 семестре - балльно-рейтинговая:
  - посещение занятий – 1 балл за 1 занятие (всего 17 лекционных занятий), итого не более 17 баллов;
  - выполнение практических работ, всего 4 работы в семестре по 10 баллов, итого не более 40 баллов;
  - выполнение контрольных работ, всего 3 работы в семестре по 12 баллов, итого не более 36 баллов;
  - выполнение домашнего задания – до 7 баллов
  ИТОГО не более 100 баллов в семестре.
- Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Хан, Г.А.	Опробование и контроль технологических процессов обогащения.	НТБ ГФ НИТУ МИСиС	М. : Недра, 1979 . – 253 с.

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Авдохин, В.М.	Основы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов : в 2-х т. Т. 1. Обогащение полезных ископаемых	Университетская библиотека ONLINE URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100028	Москва : Горная книга, 2008.

6.1.3 Методические материалы

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1				

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	www.google.ru
Э 2	
Э 3	

6.3. Перечень программного обеспечения

6.3.1 Дополнительная техническая документация/информация

П 1	

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И 1	
И 2	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
7.1	Ауд. 101. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий. 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – системный блок и монитор; – мультимедиа-проектор; 2. Комплект учебной мебели на 90 посадочных мест. Программное обеспечение – WINHOME 10 RUS OLP NL Acdmc Legalization GetGen; – Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc
7.2	Ауд. 115. Лаборатория «Обогащение полезных ископаемых» Помещение 2. Аудитория для проведения лабораторных работ. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Сепаратор электромагнитный ЭБМ-32/20 с пультом управления – 2 шт.; 2. Сократитель рифельный 934РМ – 1 шт.; 3. Сепаратор электростатический ЭЛКОР-1 – 1 шт.; 4. Анализатор гранулометрического состава ФСХ-5 – 1 шт. 5. Трубчатый магнитный анализатор 25-СТЭ – 1 шт. 6. Ультразвуковая мойка RK – 1 шт. 7. Коллекция руд; 8. Набор сит – 3 шт.; 9. Сушильный шкаф – 2 шт.; 10. Весы ВЛТЭ-500 – 1 шт.; 11. Весы ВТ-300 – 1 шт.; 12. Микроскоп рудный – 1 шт.; 13. Бинокулярная лупа – 1 шт.; 14. Набор химической посуды – 2 шт.; 15. Центрифуга ЦЛК-1 – 1 шт.; 16. Эксикатор – 4 шт.; 17. Набор колб V=250; 0,5; 1 л. 18. Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты и презентации. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий. При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания: - изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу; - выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы. Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.