Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Обогащение руд

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Металлургия (в)»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 29-04-2025 16:08:07 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение теоретических основ процессов обогащения, принципов работы и устройства основного оборудования, воздействия процессов обогащения на окружающую среду.

Задачами учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся представления о продуктах и показателях обогащения, промышленных способах обогащения и рудоподготовки;

– развитие навыков расчетов параметров изучаемых процессов обогащения и установок.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;

– Физика;

– Химия;

– Введение в профессиональную деятельность.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Экология;

– Методы контроля и анализа веществ;

– Металлургия черных металлов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования,	ОПК-1.3 Понимает и применяет общеинженерные знания в своей профессиональной деятельности	– знать: теоретические и технологические основы обогащения руд. – уметь: применять

	математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания		общеинженерные знания в своей профессиональной деятельности.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***66***	*66*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Цель и задачи обогащения (Минерально-сырьевая база России. Цель и задачи обогащения. Типы руд и месторождений цветных металлов. Технологическая характеристика и классификация.);

Раздел 2 Подготовка руды к процессу обогащения (Подготовка к обогащению руд цветных металлов. Процесс дробления. Способы и теория дробления. Типы дробильных машин и принцип их действия.

Процесс грохочения. Виды грохотов. Процесс измельчения. Типы мельниц. Процесс классификации. Виды классификаторов.);

Раздел 3 Методы обогащения руд (Методы обогащения руд (гравитационное, магнитное, электрическое, флотационное). Предварительное обогащение руд цветных металлов. Технологические схемы предварительного обогащения основных типов минерального сырья. Схемы обезвоживания продуктов при обогащении основных типов минерального сырья. Перспективы развития техники и технологии обогащения и комплексного использования минерального сырья.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Минерально-сырьевая база России. Цель и задачи обогащения. Типы руд и месторождений цветных металлов. Технологическая характеристика и классификация.	2	
Раздел 2.	Подготовка к обогащению руд цветных металлов. Процесс дробления. Способы и теория дробления. Типы дробильных машин и принцип их действия. Процесс грохочения. Виды грохотов. Процесс измельчения. Типы мельниц. Процесс классификации. Виды классификаторов.	6	
Раздел 3.	Методы обогащения руд (гравитационное, магнитное, электрическое, флотационное). Предварительное обогащение руд цветных металлов. Технологические схемы предварительного обогащения основных типов минерального сырья. Схемы обезвоживания продуктов при обогащении основных	8	

	типов минерального сырья. Перспективы развития техники и технологии обогащения и комплексного использования минерального сырья.		
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Расчет технологических показателей обогащения руд	4	
Раздел 1; Раздел 2.	Гранулометрический состав материалов	4	
Итого:		**8**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	24	

Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	26	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	16	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**84**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-1	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle» или в бумажном варианте.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его

Оценка	Требования к знаниям
	излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Абрамов, А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. В 3 т. Т. 2. Технология обогащения полезных ископаемых : учебник для вузов / Абрамов А. А. - Москва : Издательство МГГУ, 2004. Режим доступа: по подписке.– ISBN 5-7418-0242-7. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741802427.html (дата обращения: 11.04.2025);

2 Брагина, В. И. Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых : учебное пособие / В. И. Брагина. – Красноярск, СФУ, 2012. – 152 с. Режим доступа: по подписке.– ISBN 978-5-7638-2647-0. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363881 (дата обращения: 11.04.2025);

3 Авдохин, В. М. Обогащение углей : учебник : в 2-х т. Т. 1. Процессы и машины / В. М. Авдохин. – Москва : Горная книга, 2012. – 424 с.Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-98672-309-9. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229021 (дата обращения: 11.04.2025);

4 Авдохин, В. М. Обогащение углей : учебник : в 2-х т. Т. 2. Технологии / В. М. Авдохин. – Москва : Горная книга, 2012. – . – 475 с. Режим доступа: по подписке. – ISBN 978-5-98672-310-5. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229022 (дата обращения: 11.04.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– ABBYY FineReader;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– ProjectLibre;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

доцент Строкина Ирина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Гл. калибровщик
рельсобалочного цеха
ОАО “ЕВРАЗ ЗСМК”
д.т.н



В.В. Дорофеев

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Единица измерения количества вещества?

1) кг
2) моль
3) количество молекул
4) л

2 Укажите молекулярную формулу этана:

1) CH,
2) C_2H_4
3) C_2H_6,
4) CH_4.

3 Влияние изменений, которые происходят в равновесной химической системе под влиянием внешних воздействий, определяется

1) принципом Ле Шателье
2) принципом квазистационарности
3) правилом Вант-Гоффа
4) правилом фаз Гиббса

4 Какая отрасль металлургического комплекса занимается выплавкой стали, чугуна и ферросплавов?

1) цветная металлургия
2) черная металлургия
3) горнодобывающая
4) цветная металлургия тяжелых металлов

5 Какие реакции называются гомогенными?

1) между веществами, находящимися в одной фазе
2) реакции, протекающие на поверхности раздела фаз
3) продукты реакции и исходные вещества находятся в одной фазе
4) продукты реакции и исходные вещества находятся в разных фазах

6 К легким цветным металлам относятся:

1) алюминий
2) олово
3) медь
4) чугун

7 Кто открыл закон сохранения массы вещества?

1) Амадео Авогадро
2) Ломоносов М.В.
3) Гиббс Д.У.
4) Менделеев Д.И.

8 Укажите молекулярную формулу метана:

1) CH,
2) CH_2
3) CH_3,
4) CH_4.

9 Какое представление о строении атома соответствует модели атома Резерфорда?

1) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронах.
2) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке.
3) Ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.
4) Ядро — в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

10 Сколько составляет объем одного моль газа?

1) 22,4 литра
2) 1 литр
3) 44,8 литра
4) 0,1 литр

11 Кто открыл закон сохранения массы вещества?

1) Амадео Авогадро
2) Ломоносов М.В.
3) Гиббс Д.У.
4) Менделеев Д.И.

12. Среди перечисленных веществ к сложным веществам относится:

1) ацетон
2) аргон
3) ксенон
4) озон

13. Гидрометаллургические процессы – это:

1) процессы, проводимые в жидких средах при температурах более 300 ^{0}C;

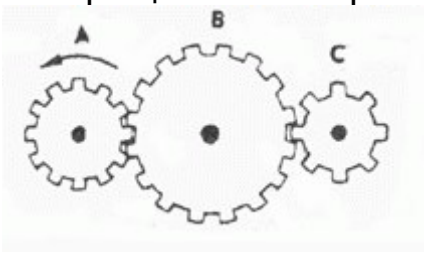
2) процессы, проводимые в жидких средах при температурах не более 300 ^{0}C;

3) процессы, проводимые в газовых средах при температурах не более 300 ^{0}C.

14. Как называется наименьшая частица вещества, обуславливающая его свойства?

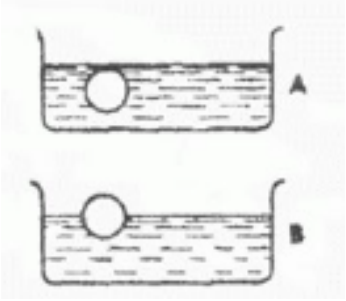
1) Атом
2) Ядро
3) Молекула
4) Ион

15. Какая из шестерен вращается быстрее?



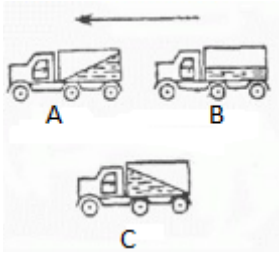
1 Шестерня А,
2 Шестерня В,
3 Шестерня С.

16. Одинаковый ли плотности заполнены емкости или одна из жидкостей более плотная, чем другая (шары одинаковые)?



1) Обе жидкости одинаковые по плотности;
2) Жидкость А плотнее;
3) Жидкость В плотнее.

17. Какая из машин с жидкостью в бочке тормозит?



1) Машина А;
2) Машина В;
3) Машина С.

18. Что такое шлак?
1) это сплав сульфидов;
2) это сплав силицидов;
3) это сплав оксидов.

19. Какая металлургическая база является самой крупной в России?
1) Центральная
2) Сибирская
3) Уральская
4) Западная

20. Какой из перечисленных городов России является крупным центром алюминиевой промышленности?
1) Красноярск
2) Брянск
3) Архангельск
4) Тамбов

Вопросы для устного опроса на лекциях

Раздел 1. Цель и задачи процесса обогащения.

1. Что понимают под термином «обогащение»?
2. Какие минералы относят к компонентам «пустой породы»?
3. Назовите несколько минералов руд цветных металлов, напишите их химическую формулу.
4. Какие продукты получают в результате обогащения руды?
5. Какими показателями характеризуется процесс обогащения руды?

Раздел 2. Подготовка руды к обогащению.

1. В чем заключается подготовка металлургического сырья к обогащению?
2. Основное назначение процессов дробления и измельчения руд.
3. Какие существуют способы дробления?

3. Дайте краткую характеристику оборудования для дробления материалов.

4. Перечислите основные виды оборудования для тонкого измельчения материалов.

5. В чем заключается сущность процесса грохочения?

6. Опишите конструктивные особенности оборудования для грохочения.

7. Понятие классификации материалов и ее разновидности.

8. Назовите оборудование, применяемое при классификации материалов.

9. Укажите основные технологические схемы дробления и измельчения.

10. В чем разница понятий «дробление» и «измельчение».

Раздел 3. Методы обогащения руд.

1. Гравитационные методы обогащения. Перечислите их.
2. Гравитационное обогащение руд на щлюзах.
3. Обогащение на струйных и конусных сепараторах.
4. Принцип действия винтовых сепараторов.
5. Что такое «тяжелые суспензии»?
6. В чем заключается сущность процесса флотации?
7. По какому принципу классифицируют флотационные реагенты?
8. Что такое «реагенты – собиратели»?
9. Механизм действия реагентов – регуляторов.
10. Основные требования, предъявляемые к реагентам – пенообразователям.
11. Какие факторы влияют на процесс флотации?
12. По каким параметрам классифицируют флотационные машины?
13. Какие магниты необходимы, чтобы частицы двигались в магнитном поле?
14. В каком случае частица притягивается к магниту?
15. Чему пропорциональна сила, действующая на частицу в магнитном поле?
16. Какой способ разделения частиц реализуется с помощью барабанного сепаратора?
17. Что необходимо сделать для повышения извлечения ценного компонента в концентрат при магнитной сепарации?
18. Какие типы сепараторов применяют при мокром магнитном обогащении?

Выполнение практических работ

Задача 1. Определить содержание полезного компонента в

хвостах, если из 5000 т руды с содержанием полезного компонента 0,8 % в процессе обогащения получено 78 т концентрата при извлечении 90,0 %.

Задача 2. Определить выход хвостов, если из 1000 т руды получено 10 т концентрата.

Задача 3. Определить потери никеля в медном концентрате, если содержание никеля в нем - 1,0 % и выход медного концентрата - 10,0 %. Содержание никеля в исходной руде - 3,0 %.

Задача 4. Определить, сколько тонн свинцового концентрата в сутки выдаст обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 7000 т, содержание свинца в руде - 1,6 %, а в концентрате – 50,0 %. Извлечение свинца в концентрат - 92,0 %.

Задача 5. Определить извлечение цинка в концентрат, если при суточной производительности фабрики 5000 т получают 150 т концентрата. Содержание цинка в руде - 2,0 %, а в концентрате – 60,0 %.

Задача 6. Рассчитать, сколько хвостов в сутки будет выбрасывать фабрика, если выход концентрата – 5,0 %, а производительность по руде – 5000 т в сутки.

Задача 7. Определить потери меди и цинка в хвостах, если извлечение меди и цинка в медный концентрат соответственно – 90,0 % и 5,0 %, а в цинковый – 6,0 % и 85,0 %.

Задача 8. Определить выход медного концентрата для условий задачи 12, если содержание меди в руде равно 1,5 %, а в концентрате - 18,0 %.

Задача 9. Рассчитать извлечение полезного компонента в концентрат, если фабрика перерабатывает руду с содержанием полезного компонента 20,0 %, а получает концентрат с содержанием его 50,0 % и хвосты с содержанием 2,0 %.

Задача 10. Рассчитать выход концентрата и извлечение в него полезного компонента, если из 1000 т руды с содержанием полезного компонента 0,8 % в процессе обогащения получено 13 т концентрата с содержанием полезного компонента 60,0 %.

Задача 11. Определить, сколько тонн железного концентрата в сутки выдаст обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 25000 т, содержание железа в руде – 28,0 %, в концентрате – 63,0 %. Извлечение железа в концентрат – 90,0 %.

Задача 12. Определить извлечение цинка в концентрат, если

содержание цинка в руде – 2,0 %, в концентрате – 50,0 %, в хвостах – 0,5%.

Задача 13. Рассчитать, сколько руды нужно переработать для получения 500 т концентрата, если его выход составляет 5,0 %.

Задача 14. Определить потери меди с цинковым концентратом, если выход цинкового концентрата – 5,0 %, а содержание меди в нем – 2,0 %. Содержание меди в исходной руде – 1,2 %.

Задача 15. Рассчитать, сколько нужно переработать руды с содержанием меди 1,0 % для получения 100 т концентрата, содержащего 20,0 % меди. Содержание меди в хвостах – 0,1 %.

Задача 16. Определить содержание компонентов в хвостах, если извлечение его в концентрат – 90,0 %, выход хвостов – 95,0 %, содержание в исходном сырье – 1,0 %.

Задача 17. Определить содержание металла в хвостах при обогащении монометаллической руды с содержанием металла – 2,0 %, если извлечение в концентрат – 90,0 % при выходе 3,6 %.

Задача 18. Определить содержание металла в исходной руде, если выход концентрата – 8,0 %, извлечение – 90,0 % и содержание металла в нем – 60,0 %.

Задача 19. Определить потери меди в цинковом концентрате, полученном, при обогащении медно-цинковой руды с содержанием меди 1,0 %, если выход цинкового концентрата - 4,5 %, содержание меди в нем – 4,0 %.

Задача 20. Определить количество свинца, потерянного в хвостах при флотации 6000 т руды с содержанием свинца – 4,0 %, если извлечение его в концентрат – 85,0 %.

Задача 21. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по минусу) и определить по ней содержание класса +50,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-250+125	-125+80	-80+40	-40+20	-20
Содержание класса, %	42,0	18,0	18,0	10,0	12,0

Задача 22. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по минусу) и определить по ней содержание класса –6,0+1,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-25+15	-15+8	-8+4	-4+2	-2+0

Содержание класса, %	12,0	18,0	17,0	14,0	39,0

Задача 23. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по плюсу) и определить по ней содержание класса -0,25+0,1 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-1+0,6	-0,6+0,3	-0,3+0,15	-0,15+0,075	-0,075
Содержание класса, %	13,0	17,0	16,0	18,0	36,0

Задача 24. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по минусу) и определить по ней содержание класса –8,0+4,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-20+10	-10+5	-5+2,5	-2,5+1	-1,0
Содержание класса, %	30,0	28,0	17,0	13,0	12,0

Задача 25. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по плюсу) и определить по ней содержание класса –175,0+125,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-300+200	-200+100	-100+50	-50+25	-25
Содержание класса, %	30,0	13,0	9,0	10,0	38,0

Задача 26. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по плюсу) и определить по ней содержание класса –10,0+5,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-25+12	-12+6	-6+3	-3+1	-1+0
Содержание класса, %	52,0	18,0	6,0	9,0	15,0

Задача 27. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по минусу) и определить по ней содержание класса -0,6+0,3 мм.

Крупность класса, мм	-2+1	-1+0,5	-0,5+0,25	-0,25+0,15	-0,15
Содержание класса, %	13,0	22,0	25,0	12,0	28,0

Задача 28. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по минусу) и определить по ней выход класса +3,0 мм.

Крупность класса, мм	-15+10	-10+5	-5+2	-2+1	-1+0
Содержание класса, %	25,0	30,0	23,0	10,0	12,0

Задача 29. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по минусу) и определить по ней содержание класса –5,0+1,0 мм.

Крупность класса, мм	-50+25	-25+12,5	-12,5+5	-5+2,5	-2,5
Содержание класса, %	40,0	23,0	18,0	8,0	11,0

Задача 30. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по плюсу) и определить по ней содержание класса –4,0+2,0 мм.

Крупность класса, мм	-10+5	-5+3	-3+1	-1+0,5	-0,5+0
Содержание класса, %	20,0	10,0	22,0	15,0	33,0

Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. По минералогическому составу руды цветных металлов делятся на:

1) самородные, сульфидные, окисленные, смешанные;

2) самородные, сульфидные, кислородсодержащие, смешанные;

3) самородные, сульфидные, кислородсодержащие, комбинированные.

2. В результате обогащения руд получают следующие продукты:

1) концентрат, шлам, промежуточный продукт;

2) концентрат, хвосты, промежуточный продукт;

3) концентрат, хвосты, оборотный продукт.

3. Показатели обогащения:

1) количество переработанной руды; степень обогащения, извлечение;

2) выход продукта, содержание ценного компонента в продукте;

3) выход продукта, извлечение, степень обогащения.

4. Отношение содержания извлекаемого компонента в концентрате к его содержанию в руде – это _____.

5. Основные операции подготовки руды к обогащению:

1) дробление – классификация; измельчение – грохочение;

2) дробление – грохочение; измельчение – классификация;

3) дробление – грохочение; измельчение – отсадка.

6. На стадии крупного дробления применяются дробилки следующих типов:

1) конусные, дробилки ударного действия;

2) щековые, конусные;

3) щековые, короткоконусные.

7. Гравитационные методы обогащения:

1) на концентрационных столах, шлюзах, винтовых, струйных и конусных сепараторах, в тяжелых суспензиях, флотация;

2) на концентрационных столах, шлюзах, винтовых, струйных и конусных сепараторах, в тяжелых суспензиях, отсадка;

3) на концентрационных столах, шлюзах, винтовых, струйных и конусных сепараторах, в тяжелых суспензиях, декрипитация.

8. Гравитационный метод обогащения – отсадка основан на:

1) разнице начальных скоростей падения минеральных частиц в вертикальной струе воды;

2) разнице конечных скоростей падения минеральных частиц в вертикальной струе воды;

3) разнице начальных скоростей падения минеральных зерен в спокойной среде.

9. В настоящее время при обогащении примерно 90,0 % добываемых руд цветных металлов применяется флотация:

1) пленочная;

2) пенная;

3) масляная.

10. Под действием флотореагентов поверхность одних минеральных частиц не смачивается водой, а поверхность других – смачивается водой, т.е. становится:

1) гидратированной;

2) гидрофобной;

3) гидрофильной.

11. Реагенты – собиратели, представляющие собой органические ПАВ, имеют гетерополярную структуру и применяются для:

1) повышения смачиваемости поверхности минералов;

2) уменьшения смачиваемости поверхности минералов;

3) для поддержания постоянной смачиваемости поверхности минералов.

12. Реагенты – активаторы:

1) Na_2S, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, NaCN, NaF;

2) H_2SO_4, CaO, NaOH, Na_2CO_3;

3) H_2SO_4, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, Na_2S.

13. В зависимости от назначения флотационные реагенты делятся на группы:

1) собиратели, регуляторы, пенообразователи;

2) собиратели, модификаторы, коллекторы;

3) модификаторы, регуляторы, пенообразователи.

14. Анионные собиратели:

1) сульфгидрильные, оксигидрильные, амины и их соли, комплексообразующие;

2) сульфгидрильные, оксигидрильные, комплексообразующие;

3) сульфгидрильные, оксигидрильные, производные H_2SO_4, комплексообразующие.

15. Реагенты, механизм действия которых заключается либо в образовании на поверхности минералов активирующего слоя, либо в растворении депрессирующего слоя:

1) депрессоры;

2) активаторы;

3) модификаторы.

16. Обогащение в струе воды, текущей по наклонной плоскости, происходит в следующих гравитационных аппаратах:
1) отсадочные машины, шлюзы;
2) концентрационные столы, шлюзы;
3) шлюзы, винтовые сепараторы.

17. Продолжительность контакта пульпы с реагентами собирателями:
1) 1 – 5 минут;
2) 5 – 10 минут;
3) 10 – 15 минут.

18. Природные минеральные вещества, которые при данном состоянии производства могут быть использованы для извлечения из них цветных металлов:
1) руда;
2) полезные ископаемые;
3) пустая порода.

19. В качестве утяжелителей для получения тяжелых суспензий применяют:
1) FeMn, PbS, Fe_2O_3
2) FeSi, ZnS, Fe_3O_4
3) FeSi, PbS, Fe_3O_4

20. Наиболее дешевый и распространенный реагент – регулятор среды:
1) Na_2S;
2) CaO;
3) NaOH.

21. Отношение веса продукта обогащения к весу переработанной руды – это _____.

22. Отношение веса расчетного компонента в продукте к общему весу этого же продукта – это _____.

23. Процесс разделения смеси минералов в водной или воздушной среде на классы различной крупности на основе различий скоростей падения частиц различного размера – это _____.

24. _____ – метод обогащения, основанный на различной смачиваемости поверхности минералов, т.е. на

избирательном прилипании частиц минералов к поверхности раздела двух фаз; жидкость — газ; жидкость — жидкость и др.

25. _____ – вещества, подавляющие флотируемость отдельных минералов (они покрывают поверхность минерала гидрофильной пленкой и препятствуют взаимодействию коллектора с минералом).

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Руды и минералы, их свойства.
2. Классификация руд.
3. Цель и методы обогащения. Продукты и показатели обогащения руд. Обогатительные фабрики.
4. Дробление. Способы и теория дробления. Типы дробильных машин и принцип их действия.
5. Процессы грохочения. Грохота. Схемы дробления и грохочения.
6. Измельчение. Теоретические основы процессов измельчения, основные показатели. Мельницы.
7. Достоинства и недостатки различных аппаратов измельчения. Циркулирующая нагрузка в мельницах.
8. Классификация. Теоретические основы процесса. Основные законы падения тел в среде.
9. Равнопадающие зерна. Коэффициент равнопадаемости. Стесненное падение зерен.
10. Классификаторы. Достоинства и недостатки различных аппаратов (гидравлические классификаторы, конусные, механические классификаторы, гидроциклоны).
11. Схемы измельчения и классификации.
12. Гравитационное обогащение руд.
13. Основные гравитационные процессы. Отсадка. Теоретические вопросы процесса отсадки.
14. Отсадочные машины.
15. Обогащение в струе воды, текущей по наклонной плоскости.
16. Обогащение на концентрационных столах.
17. Обогащение на шлюзах.
18. Обогащение на винтовых сепараторах.
19. Обогащение на струйных и конусных сепараторах.
20. Обогащение в тяжелых суспензиях. Регенерация утяжелителей.
21. Схемы гравитационного обогащения руд цветных металлов.
22. Теоретические основы процесса флотации.
23. Флотационные реагенты и их классификация.
24. Реагенты – собиратели (коллекторы), их классификация, особенности. Механизм действия собирателей.

25. Реагенты – регуляторы (реагенты – депрессоры; реагенты – активаторы; реагенты – регуляторы среды), их краткая характеристика, цель применения.

26. Реагенты – пенообразователи.

27. Флотационные машины. Факторы, влияющие на процессы флотации. Принципы построения схем флотации.

28. Теоретические основы магнитного обогащения. Магнитные свойства минералов и факторы, влияющие на процесс магнитного обогащения. Магнитные сепараторы. Схемы магнитного обогащения.

29. Электрические сепараторы. Схемы электрического обогащения.

30. Специальные методы обогащения и рудоподготовки.

Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

Задача 1. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по плюсу) и определить по ней содержание классов –12,0 +1,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-50+30	-30+15	-15+8	-8+4	-4+2	-2+0
Содержание класса, %	10,0	12,0	8,0	18,0	22,0	30,0

Задача 2. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по минусу) и определить по ней содержание классов –6,0 +3,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-10+5	-5+2	-2+1	-1+0,5	-0,5+0
Содержание класса, %	39,0	32,0	13,0	7,0	9,0

Задача 3. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по плюсу) и определить по ней содержание классов –8,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-20+10	-10+5	-5+3	-3+1	-1+0
Содержание класса, %	7,0	8,0	9,0	16,0	60,0

Задача 4. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по плюсу) и определить по ней содержание класса +0,3 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-1+0,5	-0,5+0,25	-0,25+0,15	-0,15+0
Содержание класса, %	31,0	24,0	15,0	30,0

Задача 5. По результатам ситового анализа построить суммарную характеристику крупности (по плюсу) и определить по ней содержание класса –10,0+1,0 мм и средневзвешенный диаметр.

Крупность класса, мм	-25+12	-12+6	-6+3	-3+1,5	-1,5
Содержание класса, %	27,0	17,0	13,0	13,0	30,0

Задача 6. Рассчитать выход никелевого концентрата, содержащего 10% никеля. На фабрику поступает руда с содержанием никеля 3,2 %. Извлечение никеля в концентрат - 82,0 %.

Задача 7. Определить сколько тонн концентрата в сутки выдает фабрика, если выход концентрата 3,0 %, а производительность фабрики 1500 т руды в сутки.

Задача 8. Определить выход концентрата и хвостов, если фабрика перерабатывает руду с содержанием меди 1,8 %, а после обогащения получается два продукта: концентрат - содержание меди 25,0 % и хвосты - содержание меди 0,1 %.

Задача 9. Рассчитать выход и извлечение свинца в концентрат, если фабрика перерабатывает в сутки 40000 т руды с содержанием свинца 3,5 % и получает 1800 т концентрата с содержанием свинца 45,0 процентов.

Задача 10. Определить суточную производительность фабрики по руде, если фабрика выдает 1000 т в сутки концентрата при выходе 2,5 %.