

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Т.Н. Александрова

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ГРАВИТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 «Горное дело»
Направленность (профиль):	«Обогащение полезных ископаемых»
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Форма обучения:	Очная
Составитель:	доц. Кусков В.Б.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Гравитационные методы обогащения» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12 августа 2020 года

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 «Горное дело» направленность (профиль) «Обогащение полезных ископаемых».

Составитель _____ к.т.н., доцент В.Б. Кусков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых от 02.02.2021 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Т.Н. Александрова
обогащения полезных
ископаемых

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела _____ Ю.А. Дубровская
лицензирования, аккредитации и
контроля качества образования

Начальник отдела методического _____ А.Ю. Романчиков
обеспечения учебного процесса

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель изучения дисциплины – – приобретение студентами глубоких знаний в области гравитационного обогащения полезных ископаемых, обеспечение подготовки студентов к изучению в последующих семестрах ряда специальных дисциплин, приобретение навыков применения полученных знаний в инженерной практике. Формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественнонаучного мышления.

Основными задачами дисциплины являются:

Получение общих представлений о гравитационном обогащении полезных ископаемых, о его месте в практике обогащения полезных ископаемых, значении в сфере материального производства; изучение теоретических основ гравитационного обогащения; конструкций и принципов действия основных гравитационных обогатительных аппаратов; схем гравитационного обогащения различных видов сырья; практики применения гравитационных процессов; овладение методами расчета типовых схем гравитационного обогащения; навыками выбора аппаратов для обогащения различных видов сырья и проектирования цехов гравитационного обогащения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Гравитационные методы обогащения» относится к части, формируемая участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «Горное дело», направленность (профиль) «Обогащение полезных ископаемых» и изучается в 8 и 9 семестрах.

Дисциплина «Гравитационные методы обогащения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теория разделения минералов», «Комплексная переработка полезных ископаемых», «Технология отходов», «Гравитационные методы обогащения», «Проектирование обогатительных фабрик», «Исследование руд на обогатимость» и др.

Особенностью преподавания дисциплины «Гравитационные методы обогащения» в рамках основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело», специализация «Обогащение полезных ископаемых» в Горном университете является более глубокое рассмотрение вопросов связанных с вопросами обогащения руд, использование материально-технического потенциала Горного университета, применение определенных программных комплексов, использование потенциала Горного музея и т.п., что позволяет глубже вникнуть в вопросы обогащения руд.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Гравитационные методы обогащения» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при проектировании, строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности	ПКС-3	<p>ПКС 3.1. Знает: взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при проектировании, строительстве и реконструкции с учетом требований рациональной и безопасной организации трудового процесса</p> <p>ПКС 3.2. Умеет: анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов, проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и нормативно-техническим документам</p> <p>ПКС 3.3. Владеет: практическими навыками анализа и оптимизации структуры, взаимосвязи, функционального назначения комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности</p>
Способен корректировать существующую технологию обогащения полезных ископаемых на основе теоретических знаний в области обогащения полезных ископаемых и информации, полученной в ходе самостоятельных исследований	ПКС-7	<p>ПКС 7.1. Знает: - технологию обогащения основных видов полезных ископаемых на основе теоретических знаний в области обогащения полезных ископаемых</p> <p>ПКС 7.2. Умеет: применять технологию обогащения основных видов полезных ископаемых.</p> <p>ПКС 7.3. Владеет: выбора технологии обогащения основных видов полезных ископаемых.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц и 288 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов 288	Ак. часы по семестрам	
		8	9
Аудиторная работа, в том числе:	149	64	85
Лекции (Л)	66	32	34
Практические занятия (ПЗ)	33	16	17
Лабораторные работы (ЛР)	50	16	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	103	44	59
Выполнение курсовой работы (проекта)	36	-	36
Расчетно-графическая работа (РГР)		-	-
Реферат	10	10	-
Подготовка к практическим занятиям	22	12	10
Подготовка к лабораторным занятиям	23	10	13
Подготовка к зачету	12	12	-
Промежуточная аттестация –зачет (З), экзамен (Э), курсовой проект (КП)	З, Э (36), КП	З	Э (36), КП
Общая трудоемкость дисциплины			
ак. час.	288	108	180
зач. ед.	8	3	5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Всего ак. час.	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в т.ч. курсовой проект
1	Основные понятия о гравитационных методах обогащения	22	4	10	8	2
2	Теоретические основы гравитационных методов обогащения	54	12	14	12	8
3	Гидравлическая классификация	22	4	3	4	8
4	Отсадка	49	8	2	6	20
5	Обогащение в тяжелых средах	49	14	4	6	26
6	Обогащение в потоках, текущих по наклонным поверхностям	44	10	-	8	15
7	Центробежная концентрация, вибрационная и противоточная сепарация	30	6	-	6	16
8	Промывка	10	4	-	-	4
9	Пневматическое обогащение	8	4	-	-	4
ИТОГО:		288	66	33	50	103

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Основные понятия о гравитационном обогащении	Задачи и содержание курса. Связь курса с другими дисциплинами. Организация изучения дисциплины. Значение гравитационных методов и их место среди других методов обогащения. История, масштабы и перспективы развития гравитационных методов. Характеристика гравитационных методов обогащения и их классификация. Разделительные признаки минералов при гравитационных процессах. Характеристика свойств минералов и реологические свойства сред, используемых при гравитационном обогащении. Методы определения реологических параметров сред обогащения. Методы определения плотности материалов.	4
2	Теоретические основы гравитационного обогащения	Общие положения. Силы, действующие при использовании гравитационных методов. Сопротивление среды и ее составляющие. Диаграмма Релея. Общие принципы разделения частиц в гравитационных аппаратах. Виды сопротивления сред. Турбулентный и ламинарный режимы движения. Свободное падение тел. Определение скорости свободного падения. Определение скорости свободного падения шарообразных частиц. Общее выражение конечной скорости падения по параметру Лященко. Скорость свободного падения тел несферической формы. Равнопадаемость частиц в среде и коэффициент равнопадаемости. Движение тел в центробежном поле. Стесненное движение минеральных частиц. Частные случаи стесненного падения. Сопротивление среды при стесненном движении. Скорость стесненного падения. Равнопадаемость в условиях стесненного движения зерен.	12
3	Гидравлическая классификация	Характеристика процесса и области применения гидравлической классификации. Разделение минеральных частиц по скоростям падения. Роль крупности и плотности зерен. Виды классификаторов. Механические классификаторы. Принцип действия. Назначение и типы механических классификаторов. Расчет производительности. Гидравлические конусные и многокамерные классификаторы. Конструкция и принцип действия. Классификация в поле действия центробежной силы. Гидроциклоны. Принцип действия, область применения. Основные факторы, влияющие	4

№ п/п	Наименование раздела	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		щие на их работу. Достоинства и недостатки. Схемы классификации с применением гидроциклонов. Технологический расчет и выбор гидроциклонов.	
4	Отсадка	Общие принципы процесса и область его применения. Теоретические основы процесса. Отсадка крупного, мелкого и ширококлассифицированного материала. Циклы отсадки. Регулируемые параметры отсадочной машины: частота и амплитуда пульсаций. Виды отсадочных машин и области применения. Отсадочные машины с подвижным решетом. Поршневые отсадочные машины. Диафрагмовые отсадочные машины. Воздушно-пульсационные отсадочные машины. Схемы обогащения отсадкой. Расчет и выбор отсадочных машин.	8
5	Обогащение в тяжелых средах	Основные понятия об обогащении в тяжелых средах. Область применения процесса. Тяжелые среды: тяжелые жидкости и тяжелые суспензии. Фракционный анализ. Построение кривых обогатимости и кривых разделения Утяжелителя. Свойства тяжелых суспензий. Закономерности движения минеральных частиц в суспензиях. Конструкции и области применения тяжелосредних сепараторов. Колесные, конусные и барабанные сепараторы. Тяжелосреднее обогащение в центробежных аппаратах. Схемы обогащения в тяжелых суспензиях.	14
6	Обогащение в потоках воды, текущих по наклонным поверхностям	Движение потоков воды по наклонной плоскости. Особенности движения минеральных зерен в струе воды, текущей по наклонной плоскости. Классификация аппаратов и область их применения. Концентрация на столах. Теоретические основы расслоения материалов на столах. Виды концентрационных столов. Факторы, влияющие на работу столов и регулировка процесса. Выбор и расчет концентрационных столов. Обогащение на шлюзах. Теоретические основы концентрации на шлюзах. Устройство шлюзов. Факторы, влияющие на работу шлюзов. Обогащение в желобах. Принцип действия, типы и устройство струйных концентраторов. Факторы, влияющие на работу струйных концентраторов. Обогащение на винтовых сепараторах и шлюзах. Теория процесса обогащения на винтовых сепараторах.	10

№ п/п	Наименование раздела	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		раторах и винтовых шлюзах. Особенности движения потока и расслоения минеральных взвесей на винтовых сепараторах. Принцип работы, конструкции и виды винтовых сепараторов и шлюзов. Факторы, влияющие на работу винтовых сепараторов.	
7	Центробежная концентрация и противоточная водная сепарация	Центробежные концентраторы. Напорные и безнапорные концентраторы. Конструкция. Области применения. Вибрационная концентрация. Аппараты для вибрационной концентрации. Противоточная водная сепарация. Особенности процесса и область применения. Аппараты.	6
8	Промывка	Общие положения. Характеристика процесса дезинтеграции и промывки, области применения. Физические свойства глин и других материалов, поступающих на промывку. Классификация промывочных машин, их типы и конструкции	4
9	Пневматическое обогащение	Основные понятия о процессе. Область применения. Аппараты для пневматического обогащения. Схемы гравитационного обогащения.	4
Итого:			66

4.2.4. Практические занятия

№	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Расчет плотности сростков по их составу. Расчет состава сростков по их плотности и плотности составляющих их минералов. Расчет параметров суспензии. Расчет коэффициента сферичности и эквивалентных диаметров по объёму и по поверхности.	10
2	2	Расчет конечной скорости свободного падения шаров в гравитационном поле. Расчет диаметра шара по известной конечной скорости его свободного падения. Расчет коэффициента равнопадаемости шаров при известной скорости их падения с использованием параметра ψ/Re . Расчет коэффициента равнопадаемости минеральных зерен, когда не известна скорость их падения. Расчет конечной скорости стесненного падения шаров, падающих в ограниченном пространстве среды. Расчет конечной скорости стесненного падения взвесей шаров однородной крупности при разной объемной концентрации падающего твердого.	14

		Расчет конечной скорости стесненного падения минеральных зерен в воде при различных объемных концентрациях твердой фазы.	
3	3	Расчет эффективности классификации. Технологический расчет гидроциклонов.	3
	4	Расчет технологических показателей отсадки.	2
	5	Построение кривых обогатимости.	4
Итого:			34

4.2.3 Лабораторные работы

№	Раздел	Наименования лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Определение плотности минералов зерен. Определение реологических свойств сред гравитационного обогащения.	8
2	2	Определение конечной скорости свободного падения минеральных зерен различной плотности, крупности и формы. Определение скорости стесненного падения шаров. Определение скорости стесненного падения массы однородных минеральных зерен.	12
3	3	Изучение процесса гидравлической классификации. Седиментационный анализ.	4
4	4	Изучение процесса отсадки.	6
5	5	Фракционный анализ материалов.	6
6	6	Обогащение на концентрационном столе. Обогащение на шлюзе. Обогащение на винтовом сепараторе.	8
7	7	Обогащение на центробежном концентраторе.	6
Итого:			50

4.2.5. Курсовой проект

№ п/п	Тематика курсового проекта (примеры)
1	Проект фабрики для гравитационного обогащения горючих сланцев (на примере Ленинградского месторождения)
2	Проект фабрики для гравитационного обогащения углей (на примере Печорской ЦОФ)
3	Проект фабрики для гравитационного обогащения серебросодержащей руды (на примере фабрики "Дукат")
...	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий: совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных работ:

Ознакомить студентов с процессами и аппаратами, применяемыми для гравитационного обогащения полезных ископаемых

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Основные понятия о гравитационном обогащении

1. Что такое гравитационное обогащение?
2. Указать области применения гравитационного обогащения.
3. Перечислить основные этапы развития гравитационных методов.
4. Дать классификацию гравитационных процессов обогащения.
5. Что такое разделительные признаки при гравитационном обогащении?
6. Какая плотность воздуха?
7. Что такое вязкость среды?
8. Как меняется вязкость воздуха при изменении температуры?
9. Как меняется вязкость воды при изменении температуры?
10. Что такое коэффициент сферичности частицы?
11. Что такое эквивалентный диаметр частицы по объему?
12. Что такое эквивалентный диаметр частицы по поверхности?
13. В каких пределах меняется коэффициент сферичности частицы?
14. Как можно определить плотность частицы?
15. Как можно определить плотность жидкой среды?
16. Как можно определить вязкость жидкой среды?
17. Какие виды вискозиметров Вы знаете?
18. Опишите принцип действия капиллярного вискозиметра.
19. В чем преимущества и недостатки гравитационного метода обогащения?
20. Для каких полезных ископаемых применяется гравитационное обогащение?
21. Опишите энергетическую гипотезу гравитационного разделения.

Раздел 2. Теоретические основы гравитационных процессов обогащения

1. Охарактеризовать режимы обтекания частиц средой.

2. Какова конечная скорость свободного падения частиц кварца размером менее 0,1 мм, более 2 мм и промежуточной крупности (уравнения)?
3. Какова графическая зависимость коэффициента сопротивления Ψ от числа Рейнольдса Re при свободном падении?
4. Описать характерные области на диаграмме Релея.
5. Как изменяется скорость свободного падения частиц во времени?
6. Какова скорость свободного падения частиц в восходящей и нисходящей струе?
7. Охарактеризовать следующие понятия: эквивалентный диаметр, гидравлическая крупность, коэффициент сферичности, равнопадающие частицы.
8. Описать коэффициент равнопадаемости и его прикладное значение.
9. Какова скорость стесненного падения частиц?
10. Охарактеризовать равнопадаемость частиц в условиях стесненного падения.
11. В каких средах производится гравитационное обогащение?
12. Какие основные виды сопротивления среды падающему в ней телу Вы знаете?
13. Дайте определение коэффициента сопротивления среды. В чем он выражается?
14. Какова область применения формул Риттингера, Аллена и Стокса по определению конечной скорости падения?
15. В чем недостатки формулы Аллена и какую формулу можно использовать взамен?
16. В чем заключается метод определения конечной скорости падения (по Лященко)?
17. Как влияют форма зерен и температура среды на скорость их падения?
18. Как найти коэффициент равнопадаемости?
19. При прочих равных условиях скорость стесненного падения больше или меньше скорости свободного падения?
19. Что такое фактор разделения?
20. От чего зависит скорость стесненного падения?
21. Что такое объемная концентрация твердого?
22. Что такое пористость?

Раздел 3. Гидравлическая классификация

1. Что такое гидравлическая классификация?
2. В чем отличие гидравлической классификации от грохочения?
3. Благодаря чему происходит разделение частиц при гидравлической классификации?
4. Как зависит скорость падения частицы в воде от ее плотности (при прочих равных условиях)?
5. Как зависит скорость падения частицы в воде от ее крупности (при прочих равных условиях)?
6. Как зависит скорость падения частицы в воде от ее формы (при прочих равных условиях)?
7. Как происходит разделение частиц классификацией в вертикальных потоках?
8. Как происходит разделение частиц классификацией в горизонтальных потоках?
9. Укажите область применения гидравлической классификации.
10. Укажите основные классифицирующие аппараты.
11. Опишите принцип действия классифицирующего конуса.
12. Опишите принцип действия механического спирального классификатора.
13. Укажите область применения механического спирального классификатора.
14. В чем преимущества и недостатки механического спирального классификатора?
15. Как защищают днище механического спирального классификатора от быстрого износа?
16. Опишите принцип действия гидроциклона.
17. Укажите область применения гидроциклонов.

18. В чем преимущества и недостатки гидроциклонов по сравнению со спиральными классификаторами?
19. От чего зависит крупность слива гидроциклона?
20. Как обычно регулируют работу гидроциклона на фабрике?
21. Для чего кроме разделения материалов по крупности можно использовать гидроциклоны?
22. Как гидроциклоны защищают от быстрого износа?

Раздел 4. Отсадка

1. Что такое отсадка?
2. Для каких полезных ископаемых применяется отсадка?
3. В чем преимущества процесса отсадки?
4. Какие теоретические модели отсадки Вы знаете?
5. Что такое цикл отсадки?
6. Что такое искусственная постель в отсадочной машине?
7. Что такое естественная постель в отсадочной машине?
8. Какие виды отсадочных машин Вы знаете?
9. Как создаются пульсации среды в поршневой машине?
10. Как создаются пульсации среды в беспоршневой машине?
11. Как создаются пульсации среды в диафрагмовой машине?
12. В чем преимущества и недостатки диафрагмовых отсадочных машин?
13. В чем преимущества и недостатки поршневых отсадочных машин?
14. В чем преимущества и недостатки воздушно-пульсационных отсадочных машин?
15. Какие основные виды (по расположению воздушных камер) воздушно-пульсационных отсадочных машин Вы знаете?
16. Как регулируется процесс отсадки?
17. Как разгружается тяжелая фракция из отсадочной машины при обогащении крупных материалов?
18. Как разгружается легкая фракция из отсадочной машины при обогащении крупных материалов?
19. Что такое ширококлассифицированный материал?
20. Можно ли проводить отсадку не в водной, а в воздушной среде?

Раздел 5. Обогащение в тяжелых средах

1. Дайте определение процесса обогащения в тяжелых средах.
2. Укажите область применения обогащения в тяжелых средах.
3. В чем преимущества и недостатки обогащения в тяжелых средах по сравнению с отсадкой.
4. Что такое тяжелая среда?
5. Какие виды тяжелых сред Вы знаете?
6. Приведите примеры тяжелых жидкостей.
7. В чем отличие тяжелой жидкости от тяжелой суспензии?
8. Что такое денсиметрический анализ и как он проводится?
9. Зачем нужны кривые обогатимости?
10. Как используют кривые разделения?
11. Что такое тяжелая суспензия?
12. Что такое утяжелитель?
13. Назовите основные виды утяжелителей.
14. Какие утяжелители чаще всего используют на практике и почему?
15. Какая связь между плотностью суспензий и плотностью утяжелителя?
16. Как рассчитать плотности суспензии?
17. От чего зависит вязкость суспензии?
18. Как влияет крупность утяжелителя на свойства суспензии?

19. Как зависит вязкость суспензий от концентрации твердой фазы и ее дисперсности?
20. Как измеряют вязкость суспензии?
21. Как предельное напряжение сдвига зависит от концентрации твердой фазы в суспензии?
22. Каковы способы снижения эффективной вязкости и напряжения сдвига в тяжелых суспензиях?
23. Как устойчивость суспензий влияет на процесс обогащения?
24. Каковы причины потерь утяжелителя и способы их снижения?
24. Какие виды тяжелосредних сепараторов Вы знаете?
25. Опишите принцип действия колесного тяжелосреднего сепаратора.
26. Опишите принцип действия конусного тяжелосреднего сепаратора.
27. Опишите принцип действия барабанного тяжелосреднего сепаратора.
28. Опишите принцип действия тяжелосреднего гидроциклона.
29. Бывают ли трехпродуктовые тяжелосредние гидроциклоны?
30. Описать типовую схему обогащения в тяжелых суспензиях.

Раздел 6. Обогащение в потоках воды, текущих по наклонным поверхностям

1. В чем отличие процессов обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям от отсадки и тяжелосредней сепарации?
2. Какие процессы обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям известны?
3. Опишите принцип действия концентрационного стола.
4. Укажите область применения концентрационных столов.
5. В чем преимущества и недостатки концентрационных столов?
6. Как «борются» с недостатками концентрационных столов?
7. Что такое обогащение на шлюзах?
8. Укажите область применения шлюзов.
9. В чем преимущества и недостатки шлюзов?
10. Какие виды шлюзов Вы знаете?
11. Опишите принцип действия шлюза «Бартлесс-Мозли» и область его применения.
12. Что такое обогащение в желобах?
13. Какие виды желобов Вы знаете?
14. Опишите принцип действия винтового сепаратора.
15. В чем отличие винтового сепаратора от других аппаратов для обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям?
16. Укажите область применения винтовых сепараторов.
17. В чем преимущества и недостатки винтовых сепараторов?
18. В чем отличие винтового сепаратора от винтового шлюза?
19. Как можно увеличить производительность винтового сепаратора?
20. Можно ли на винтовом сепараторе обогащать уголь?

Раздел 7. Центробежная концентрация и противоточная водная сепарация

1. Какие известны виды центробежных концентраторов?
2. Опишите принцип действия напорного центробежного концентратора.
3. Укажите область применения напорного центробежного концентратора.
4. В чем преимущества и недостатки напорных центробежных концентраторов?
5. Опишите принцип действия безнапорного центробежного концентратора.
6. Какие виды безнапорных центробежных концентраторов Вы знаете?
7. В чем преимущества и недостатки безнапорных центробежных концентраторов?
8. Какие способы разрыхления «постели» в безнапорных центробежных концентраторах Вы знаете?
9. Опишите принцип действия концентратора Нельсона.
11. В чем недостатки концентратора Нельсона?

12. Опишите принцип действия концентратора «Итомак».
13. Для обогащения каких полезных ископаемых обычно применяют безнапорные центробежные концентраторы?
14. Что такое вибрационная концентрация?
15. Что такое противоточная водная сепарация?
16. Укажите область применения противоточной водной сепарации.
17. Для обогащения каких полезных ископаемых обычно применяют противоточные водные сепараторы?
18. В чем преимущества и недостатки противоточной водной сепарации?
19. Опишите принцип действия шнекового сепаратора.
20. Опишите принцип действия крутонаклонного водного сепаратора.

Раздел 8. Промывка

1. Что такое промывка?
2. Для каких полезных ископаемых применяются процессы промывки и протирки?
3. Что такое глина?
4. Что такое пластичность глины?
5. Как классифицируются руды по степени промывистости?
6. Как производят подготовку руды перед промывкой?
7. Назовите основные виды промывочных машин.
8. Назовите основные способы дезинтеграции материала в промывочных машинах.
9. Опишите принцип действия и область применения промывочного желоба.
10. Можно ли производить промывку на плоском качающемся грохоте?
11. Опишите принцип действия бутары.
12. В чем отличие бутары от барабанного грохота?
13. Опишите принцип действия промывочного скруббера.
14. Опишите принцип действия скруббер-бутары.
15. Укажите область применения скруббер-бутары.
16. Опишите принцип действия наклонной корытной мойки.
17. Укажите область применения наклонной корытной мойки.
18. Опишите принцип действия горизонтальной промывочной машины.
19. Опишите принцип действия вибромойки.
20. Опишите принцип действия промывочной башни.
21. В чем особенности дезинтеграция песков в условиях отработки месторождений в районах вечной мерзлоты?

Раздел 9. Пневматическое обогащение

1. Что такое пневматическое обогащение?
2. Какую среду для разделения используют в пневматических процессах?
3. В каких случаях целесообразно применение пневматического обогащения?
4. Какова плотность воздуха?
5. Как меняется плотность воздуха в зависимости от его температуры?
6. Как меняется вязкость воздуха в зависимости от его температуры?
7. Производят ли пневматическое обогащение в атмосфере азота в промышленных условиях?
8. В чем главные отличия воздуха и воды как сред гравитационного обогащения?
9. В чем преимущества пневматического обогащения по сравнению с гидравлическим?
10. В чем недостатки пневматического обогащения по сравнению с гидравлическим?
12. За счет чего происходит разделение частиц при пневматическом обогащении?
13. От каких факторов зависит скорость падения частиц при пневматическом обогащении?
14. Как зависит скорость падения частицы от ее формы при пневматическом обогащении?

15. Какие пневматические аппараты Вы знаете?
16. Опишите принцип действия пневматической отсадочной машины.
18. Как создаются пульсации среды в пневматической отсадочной машине?
19. В чем отличие пневматической отсадочной машины от гидравлической?
20. Опишите принцип действия пневматического концентрационного стола.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету (по дисциплине):

1. Какие основные процессы обогащения наиболее часто используются в настоящее время?
2. Дайте определения гравитационному методу обогащения полезных ископаемых.
3. Дайте классификацию гравитационных процессов обогащения.
4. Для каких полезных ископаемых применяется гравитационное обогащение?
5. Какие гравитационные процессы используются в практике гравитационного обогащения?
6. Различие в каких физических свойствах лежит в основе гравитационного обогащения?
7. В чем преимущества гравитационного метода обогащения?
8. В чем недостатки гравитационного метода обогащения?
9. Какие самые распространенные гравитационные процессы?
10. Какие среды используют при гравитационном обогащении?
11. Как можно определить плотность относительно крупных частиц?
12. Как определить плотность мелких частиц?
13. Что такое эквивалентный диаметр частицы по объему и по поверхности?
14. Что такое коэффициент сферичности частицы?
15. Что такое вязкость среды?
16. Как можно определить плотность жидкости?
17. Как определить вязкость жидкости?
18. Что показывает число Рейнольдса?
19. Чему равно число Рейнольдса?
20. Какие основные силы действуют при гравитационном обогащении?
21. Что такое гидравлическое и сегрегационное разделение частиц?
22. Что такое свободное падение частицы?
23. По какой формуле вычисляется скорость свободного падения частиц при величине числа Рейнольдса меньше 1?
24. Как скорость свободного падения частицы зависит от ее формы?
25. Что такое равнопадающие частицы?
26. Какова область применения формул Риттингера, Аллена и Стокса по определению конечной скорости падения?
27. Какой «режим» движения частицы при числе Рейнольдса (Re) меньше 1 (0,5)?
28. Какой «режим» движения частицы при числе Рейнольдса (Re) больше 3000?
29. Какой «режим» движения частицы при числах Рейнольдса (Re) больше от 1 до 3000?
30. В чем заключается метод определения конечной скорости падения (по Лященко)?
31. При прочих равных условиях скорость стесненного падения больше или меньше скорости свободного?
32. Что такое фактор разделения при обогащении в центробежном поле?
33. Как можно ускорить процесс разделения частиц при гравитационном обогащении?
34. Какие частные случаи стесненного падения Вы знаете?
35. От чего зависит скорость стесненного падения?
36. Что такое объемная концентрация твердого?
37. Что такое пористость?

38. Дайте определение понятию «разжижение».
39. Что такое гидравлическая классификация?
40. Для чего может применяться гидравлическая классификация?
41. Для чего чаще всего применяется гидравлическая классификация на обогатительной фабрике?
42. Благодаря чему происходит разделение частиц при гидравлической классификации?
43. Для материалов какой крупности применяется гидравлическая классификация?
44. Опишите принцип действия многокамерного гидравлического классификатора.
45. Какой из классифицирующих аппаратов имеет наибольшую удельную производительность?
46. Основные области применения гидроциклона.
47. В чем преимущества и недостатки гидроциклонов по сравнению со спиральными классификаторами?
48. От чего в большей степени зависит крупность слива гидроциклона?
49. Как обычно регулируют работу гидроциклона на фабрике?
50. Как зависит производительность гидроциклона от его диаметра?
51. Для чего, кроме разделения материалов по крупности, можно использовать гидроциклоны?
52. Что такое отсадка?
53. Для каких полезных ископаемых применяется отсадка?
54. В чем преимущества процесса отсадки по сравнению с обогащением в тяжелых средах?
55. Опишите принцип действия отсадочной машины.
56. В чем преимущества процесса отсадки перед тяжелосредной сепарацией?
57. Что такое цикл отсадки?
58. Что такое искусственная постель в отсадочной машине?
59. Что такое естественная постель в отсадочной машине?
60. Какие виды отсадочных машин Вы знаете?
61. Как создаются пульсации среды в беспоршневой машине?
62. Как создаются пульсации среды в диафрагмовой машине?
63. В чем преимущества и недостатки воздушно-пульсационных отсадочных машин?
64. Какие основные виды (по расположению воздушных камер) воздушно-пульсационных отсадочных машин Вы знаете?
65. Как регулируется процесс отсадки?
66. Как разгружается тяжелая фракция из отсадочной машины при обогащении крупных материалов?
67. Как разгружается легкая фракция из отсадочной машины при обогащении крупных материалов?
68. Можно ли использовать в качестве среды при отсадке не воду, а воздух?
69. Что такое обогащение в тяжелых средах?
70. По какому (каким) физическому свойству происходит разделение при обогащении в тяжелых средах?
71. Укажите область применения обогащения в тяжелых средах.
72. Охарактеризовать разновидности тяжелых сред, их свойства и области их применения.
73. Что такое плотность жидкости?
74. Что такое вязкость жидкости?
75. Как зависит вязкость жидкости от температуры?
76. Приведите примеры тяжелых жидкостей.
77. В чем преимущества и недостатки тяжелых жидкостей?
78. Что такое денсиметрический анализ, и как он проводится?
79. Зачем нужны кривые обогатимости?

80. Что такое тяжелая суспензия?
81. В чем отличие тяжелой суспензии от тяжелой жидкости?
82. Что такое устойчивость тяжелой суспензии?
83. Что такое утяжелитель?
84. Какие утяжелители чаще всего используют на практике и почему?
85. От чего зависит плотность тяжелой суспензии?
86. Как зависит вязкость суспензии от объемной концентрации утяжелителя?
87. Каковы причины потерь утяжелителя и способы их снижения?
88. Конструкции и принцип действия колесных тяжелосредних сепараторов.
89. Конструкции и принцип действия конусных тяжелосредних сепараторов.
90. Конструкции и принцип действия барабанных тяжелосредних сепараторов.
91. Конструкции и принцип действия тяжелосредних гидроциклонов.
92. Конструкции и принцип действия трехпродуктовых тяжелосредних гидроциклонов.
93. Опишите типовую схему обогащения в тяжелой суспензии.

6.2.2 Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Что такое гравитационный метод обогащения?
2. Какие известны гравитационные процессы обогащения?
3. Различие в каких физических свойствах частиц лежит в основе гравитационного обогащения?
4. В чем преимущества гравитационного метода обогащения?
5. В чем недостатки гравитационного метода обогащения?
6. Какие самые распространенные гравитационные процессы?
7. Для обогащения каких полезных ископаемых применяется гравитационное обогащение?
8. Какие среды используют при гравитационном обогащении?
9. Какие основные силы действуют при гравитационном обогащении?
10. Как определить плотность мелких частиц?
11. Что такое коэффициент сферичности частицы?
12. Что такое вязкость среды?
13. Что такое напряжение сдвига (в суспензии)?
14. Статическое и динамическое напряжение сдвига.
15. Как можно определить плотность жидкости?
16. Как определить вязкость жидкости?
17. Какая примерно плотность угля (органической части)?
18. Плотность магнетита составляет примерно:
19. Плотность кварца составляет примерно:
20. Максимальная плотность золота:
21. Плотность галенита составляет примерно:
22. Плотность янтаря составляет примерно:
23. Какие существуют основные режимы обтекания тела средой?
24. Что показывает число Рейнольдса?
25. Чему равно число Рейнольдса?
26. Какие основные силы действуют при гравитационном обогащении?
27. Что такое гидравлическое и сегрегационное разделение частиц?
28. Описать характерные области на диаграмме Релея.
29. Что такое свободное падение частицы?
30. Как изменяется скорость свободного падения частиц во времени?
31. Что такое равнопадающие частицы?
32. Описать коэффициент равнопадаемости и его прикладное значение.
33. Какова область применения формул Риттингера, Аллена и Стокса по определению конечной скорости падения?

34. Какой «режим» движения частицы при числе Рейнольдса (Re) меньше 1 (0,5)?
35. Какой «режим» движения частицы при числе Рейнольдса (Re) больше 3000?
36. Какой «режим» движения частицы при числах Рейнольдса (Re) больше от 1 до 3000?
37. В чем недостатки формулы Аллена и какую формулу можно использовать взамен?
38. При прочих равных условиях скорость стесненного падения больше или меньше скорости свободного?
39. Что такое фактор разделения при обогащении в центробежном поле?
40. Как можно ускорить процесс разделения частиц при гравитационном обогащении?
41. Какие частные случаи стесненного падения Вы знаете?
42. От чего зависит скорость стесненного падения?
43. Что такое гидравлическая классификация?
44. Для чего чаще всего применяется гидравлическая классификация на обогатительной фабрике?
45. Благодаря чему происходит разделение частиц при гидравлической классификации?
46. Укажите основные классифицирующие аппараты.
47. Для чего обычно применяют механические спиральные классификаторы?
48. В чем преимущества и недостатки механического спирального классификатора?
49. Как защищают днище механического спирального классификатора от быстрого износа?
50. Как оперативно регулируют работу механического спирального классификатора?
51. Для чего обычно применяют многокамерные гидравлические классификаторы?
52. В чем преимущества и недостатки многокамерного гидравлического классификатора?
53. Опишите принцип действия гидроциклона.
54. Основные области применения гидроциклона.
55. В чем преимущества и недостатки гидроциклонов по сравнению со спиральными классификаторами?
56. Если гидроциклон работает в «паре» с мельницей, то где его устанавливают по отношению к мельнице?
57. От чего в большей степени зависит крупность слива гидроциклона?
58. Можно ли устанавливать гидроциклоны не вертикально, а под углом к горизонту?
59. Для чего, кроме разделения материалов по крупности, можно использовать гидроциклоны?
60. Какие материалы используют для внутренней футеровки гидроциклона?
61. Что такое отсадка?
62. Для каких полезных ископаемых применяется отсадка?
63. В чем преимущества процесса отсадки?
64. Опишите принцип действия отсадочной машины.
65. Что такое цикл отсадки?
66. Как характеризуют цикл отсадки в воздушно-пульсационной отсадочной машине?
67. В каком случае цикл отсадки оказывает существенное влияние на результаты разделения?
68. Какие виды отсадочных машин Вы знаете?
69. Что такое ширококлассифицированный материал?
70. Что такое искусственная постель в отсадочной машине?
71. Что такое естественная постель в отсадочной машине?
72. Опишите принцип действия отсадочной машины с подвижным решетом.
73. Область применения отсадочной машины с подвижным решетом.
74. Опишите принцип действия поршневой отсадочной машины.
75. Как регулируется процесс отсадки?

76. Как зависит частота колебаний среды в отсадочной машине от крупности обогащаемого материала?
77. Как зависит амплитуда колебаний среды в отсадочной машине от крупности обогащаемого материала?
78. Как разгружается легкая фракция из отсадочной машины?
79. Какой тип отсадочных машин целесообразнее применять на обогатительных фабриках небольшой производительности – диафрагмовые или воздушно-пульсационные?
80. В чем преимущества диафрагмовой отсадочной машины?
81. Что такое обогащение в тяжелых средах?
82. По какому (каким) физическому свойству происходит разделение при обогащении в тяжелых средах?
83. Укажите область применения обогащения в тяжелых средах.
84. Охарактеризовать разновидности тяжелых сред, их свойства и области их применения.
85. Что такое плотность жидкости?
86. Что такое вязкость жидкости?
87. Как зависит вязкость жидкости от температуры?
88. Приведите примеры тяжелых жидкостей.
89. Какая плотность тетрабромэтана?
90. В чем преимущества и недостатки тяжелых жидкостей на основе галоидзамещенных углеводородов.
91. В чем преимущества и недостатки тяжелых жидкостей на основе растворов солей тяжелых металлов.
92. В чем преимущества и недостатки тяжелых жидкостей?
93. Для чего обычно в практике обогащения полезных ископаемых применяют тяжелые жидкости?
94. Какая примерно максимальная плотность раствора хлористого цинка?
95. Что такое денсиметрический анализ и как он проводится?
96. Какую тяжелую жидкость используют для денсиметрического анализа угля?
97. Зачем нужны кривые обогатимости?
98. Как используют кривые разделения?
99. Что такое среднее вероятное отклонение?
100. Что такое погрешности разделения?
101. Что такое тяжелая суспензия?
102. В чем отличие тяжелой суспензии от тяжелой жидкости?
103. Что такое утяжелитель?
104. Основные виды утяжелителей.
105. От чего зависит плотность тяжелой суспензии?
106. Что такое «рабочая» плотность суспензии?
107. Что такое объемное содержание утяжелителя?
108. Как влияет крупность утяжелителя на свойства суспензии?
109. Как зависит вязкость суспензии от объемной концентрации утяжелителя?
110. Как зависит вязкость суспензии от дисперсности утяжелителя?
111. Как зависит «рабочая» плотность суспензии от формы частиц утяжелителя?
112. Какое примерно максимальное объемное содержание измельченного утяжелителя (для частиц неправильной формы) может быть в тяжелой суспензии?
113. Какое примерно максимальное объемное содержание гранулированного утяжелителя (частиц сферической формы) может быть в тяжелой суспензии?
114. Как предельное напряжение сдвига зависит от концентрации твердой фазы в суспензии?
115. Каковы способы снижения вязкости и напряжения сдвига в тяжелых суспензиях?

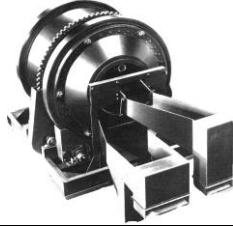
116. Какие типы тяжелосредних сепараторов Вы знаете?
117. Какие виды гравитационных тяжелосредних сепараторов Вы знаете?
118. Опишите принцип действия колесных тяжелосредних сепараторов (СКВ) и область их применения.
119. Опишите принцип действия конусных тяжелосредних сепараторов и область их применения.
120. Опишите принцип действия барабанных тяжелосредних сепараторов и область их применения.
121. Какие центробежные тяжелосредние сепараторы Вы знаете?
122. Опишите принцип действия центробежных тяжелосредних циклонов и область их применения.
123. Опишите схемы обогащения полезных ископаемых в тяжелых суспензиях.
124. Как происходит регенерация различных утяжелителей?
125. От чего зависят потери утяжелителя при обогащении в тяжелых средах?
126. Какие процессы обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям Вы знаете?
127. Какой вид движения осуществляет концентрационный стол при работе?
128. Для каких полезных ископаемых применяют концентрационные столы?
129. В чем преимущества концентрационных столов?
130. В чем недостатки концентрационных столов?
131. К какой части стола разгружается тяжелая фракция?
132. К какой части стола разгружается легкая фракция?
133. Для чего используют многодечные концентрационные столы?
134. Как работает шлюз?
135. В какую часть шлюза попадает тяжёлая фракция?
136. В чем преимущества шлюзов?
137. В чем недостатки шлюзов?
138. Какие виды шлюзов Вы знаете?
139. Какие виды подвижных шлюзов Вы знаете?
140. Опишите принцип действия струйных желобов.
141. Область применения струйных желобов. Преимущества и недостатки.
142. Какие виды струйных суживающихся желобов применяют в промышленности?
143. Что такое винтовой сепаратор?
144. Область применения винтового сепаратора, его преимущества и недостатки.
145. Опишите принцип действия винтового сепаратора. В чем его отличие от других аппаратов для обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям?
146. Что такое центробежная концентрация?
147. Какие известны виды центробежных концентраторов?
148. За счет чего создается центробежная сила в напорном центробежном концентраторе?
149. В чем преимущества напорных центробежных концентраторов?
150. Для каких полезных ископаемых применяют напорные центробежные концентраторы?
151. За счет чего создается центробежная сила в безнапорном центробежном концентраторе?
152. Как производится разрыхление «постели» в безнапорном центробежном концентраторе?
153. В чем преимущества и недостатки безнапорных центробежных концентраторов?
154. Для обогащения каких полезных ископаемых обычно применяют безнапорные центробежные концентраторы?
155. В чем недостатки концентратора Нельсона?
156. Что такое противоточная водная сепарация?

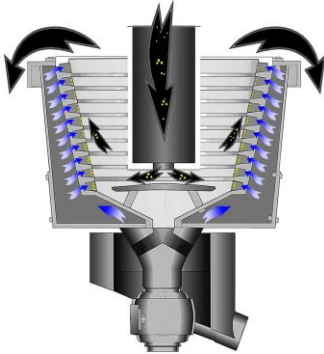
157. Для каких полезных ископаемых используют противоточные водные сепараторы?
158. В какой части аппарата разгружается тяжелая фракция в шнековом противоточном водном сепараторе?
159. Что такое промывка?
160. Может ли процесс промывки выступать в качестве основного процесса обогащения?
161. Что такое глина?
162. В каких формах может находиться глина в полезных ископаемых?
163. Как влияет глина на процесс обогащения в тяжелых средах?
164. Как влияет глина на вязкость тяжелой суспензии?
165. Какие известны типы промывочных машины?
166. Как влияет увеличение температуры пульпы на процесс промывки?
167. Как влияет уменьшение температуры пульпы на процесс промывки?
168. Как влияет на процесс промывки наличие смерзшихся частиц в промываемом материале?
169. Какова плотность воздуха?
170. Как меняется плотность воздуха в зависимости от его температуры?
171. Укажите область применения пневматических процессов.
172. В чем главные различия воздуха и воды как сред гравитационного обогащения?
173. В чем преимущества и недостатки пневматического обогащения по сравнению с гидравлическим?
174. Для каких полезных ископаемых обычно используется пневматическое обогащение?
175. Какие аппараты используются для пневматического обогащения?

6.2.3 Примеры тестовых заданий к экзамену:

Вариант 1

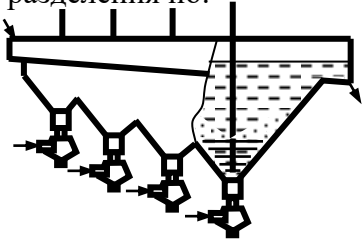
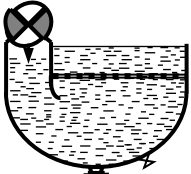
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	В гравитационном методе обогащения основным разделительным признаком является:	1. Плотность частиц; 2. Удельная магнитная восприимчивость частиц; 3. Смачиваемость поверхности частиц; 4. Диэлектрическая проницаемость.
2.	Основной недостаток гравитационного метода обогащения полезных ископаемых в:	1. Низкой эффективности обогащения крупных классов углей и руд (– 150 + 13 мм); 2. Низкой эффективности обогащения мелких частиц; 3. Низкой производительности; 4. Существенной экологической вредности.
3.	Плотность угля (<i>органической части</i>) примерно:	1. 1000 кг/м ³ ; 2. 1300 кг/м ³ ; 3. 2500 кг/м ³ ; 4. 3500 кг/м ³
4.	Число Рейнольдса Re рассчитывается по формуле (где v – скорость движения частицы, μ – коэффициент динамической вязкости, ν – коэффициент кинематической вязкости, d – диаметр частицы):	1. $Re = \frac{vd}{\mu}$ 2. $Re = \frac{\mu d}{\nu}$ 3. $Re = \frac{vd}{\nu}$ 4. $Re = \frac{vd}{\Delta}$

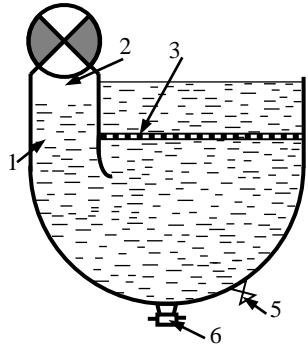
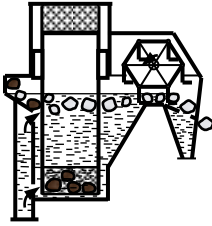
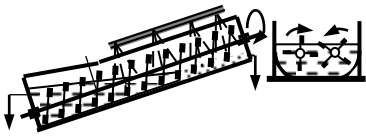
№	Вопросы	Варианты ответов
5.	Свободным падением частиц называют такое, при котором на частицы действует:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Только сила Архимеда; 2. Только сила тяжести; 3. Сила тяжести, сила Архимеда, сила механического сопротивления от других частиц; 4. Сила тяжести, сила Архимеда, силы гидродинамического сопротивления среды.
6.	В практике обогащения классификация чаще всего используется как:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основной процесс; 2. Вспомогательный процесс; 3. Процесс технологического обслуживания; 4. Подготовительный процесс;
7.	По сравнению с грохочением, получаемый при гидравлической классификации мелкий класс (слив):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Никогда не содержит крупных (больше чем крупность разделения) частиц; 2. Всегда содержит крупные (больше чем крупность разделения) частицы; 3. Всегда имеет больший выход; 4. Всегда имеет меньший выход;
8.	При отсадке обогащаемый материал разделяется по:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плотности частиц; 2. Крупности частиц; 3. Электропроводности частиц; 4. Смачиваемости частиц.
9.	При тяжелосредной сепарации чаще всего используют следующие утяжелители:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Коллоидный раствор сульфида свинца; 2. Ферросилиций; 3. Пирит; 4. Халькопирит.
10.	Максимальная плотность «рабочей» суспензии зависит от:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типа сепаратора; 2. Плотности утяжелителя; 3. Плотностей разделяемых минералов; 4. Содержания тяжелого минерала в руде.
11.	Это... 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Центробежный сепаратор; 2. Колесный тяжелосредный сепаратор; 3. Барабанная мельница; 4. Барабанный тяжелосредный сепаратор.
12.	Для обогащения в потоках, текущих по наклонной плоскости, используют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Скрубберы; 2. Шлюзы; 3. Шнековые сепараторы; 4. Центробежные отсадочные машины.
13.	Основное преимущество процесса концентрации на столах в:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокой эффективности; 2. Высокой удельной производительности; 3. Возможности обогащать крупные частицы; 4. Возможности обогащать очень плотные минералы ($\rho > 21500 \text{ кг/м}^3$).

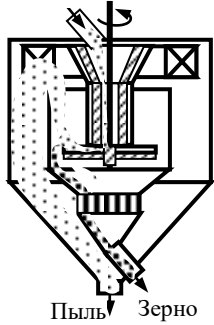
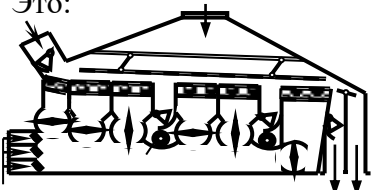
№	Вопросы	Варианты ответов
14.	 <p>Это:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Струйный желоб; 3. Спиральный классификатор; 3. Шнековый сепаратор; 4. Винтовой сепаратор.
15.	Преимущества безнапорных центробежных концентраторов в:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокой эффективности разделения мелких частиц; 2. Высокой эффективности разделения крупных частиц; 3. Больших размерах; 4. Высокой удельной производительности.
16.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Винтовой сепаратор; 2. Концентратор «Трикон»; 3. Шнековый сепаратор; 4. Концентратор Нельсона.
17.	Концентраторы Нельсона применяют в основном для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обогащения золотосодержащих руд; 2. Обогащения углей; 3. Обогащения сланцев; 4. Обогащения асбестовых руд.
18.	Преимущества напорных центробежных концентраторов в:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокой эффективности разделения мелких частиц; 2. Высокой эффективности разделения крупных частиц; 3. Больших размерах; 4. Высокой удельной производительности.
19.	Недостатки напорных центробежных концентраторов в:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Невысокой эффективности разделения; 2. Быстром выходе из строя привода; 3. Больших размерах; 4. Высокой стоимости.
20.	Промывка нужна для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разделения материалов по плотности; 2. Удаления глины; 3. Снижения содержания полезного компонента в руде; 4. Удаления металлических включений.

Вариант 2

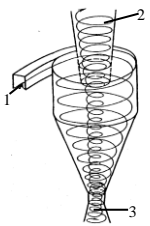
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	В гравитационном методе обогащения основным разделительным признаком является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плотность частиц; 2. Удельная магнитная восприимчивость частиц; 3. Смачиваемость поверхности частиц; 4. Диэлектрическая проницаемость.
2.	Плотность магнетита	1. 3500 кг/м ³ ;


№	Вопросы	Варианты ответов
	примерно	2. 1500 кг/м ³ ; 3. 5000 кг/м ³ ; 4. 7500 кг/м ³ .
3.	Число Рейнольдса Re равно (где v – скорость движения частицы, μ – коэффициент динамической вязкости, ν – коэффициент кинематической вязкости, d – диаметр частицы):	1. $Re = \frac{vd}{\mu}$; 2. $Re = \frac{\mu d}{v}$ 3. $Re = \frac{vd}{\nu}$; 4. $Re = \frac{vd}{\Delta}$
4.	При движении в центробежном поле скорость крупных частиц (где; Fr – фактор разделения):	1. Меньше скорости их движения в гравитационном поле в Fr раз; 2. Больше скорости их движения в гравитационном поле в $1/2Fr$ раз; 3. Больше скорости их движения в гравитационном поле в \sqrt{Fr} ; 4. Равна фактору разделения Fr .
5.	Объемная концентрация твердого (λ) и пористость (m) связаны соотношением:	1. $\lambda - m = 1$; 2. $\lambda \cdot m = 1$; 3. $\lambda / m = 1$; 4. $\lambda + m = 1$.
6.	Скорость падения мелких частиц рассчитывают по формуле:	1. Стокса; 2. Ритгенгера; 3. Аллена; 4. Антонычева-Нагирняка.
7.	Этот аппарат обычно используют для разделения по: 	1. Смачиваемости частиц; 2. Форме частиц; 3. Плотности среды; 4. Крупности частиц.
8.	Гидравлическая классификация служит для разделения частиц по:	1. Форме; 2. Плотности; 3. Крупности; 4. Равнопадаемости.
9.	Здесь схематично изображен: 	1. Воздушный сепаратор; 2. Диафрагмовая отсадочная машина; 3. Пневматическая отсадочная машина; 4. Воздушно-пульсационная отсадочная машина.

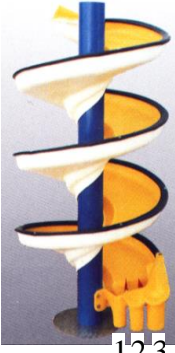
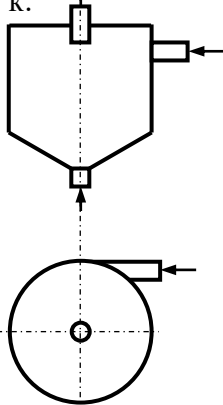
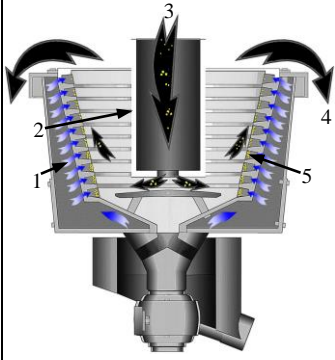
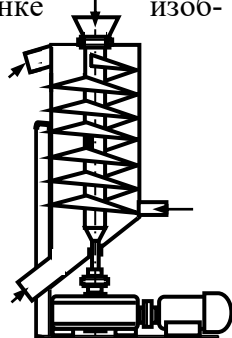
№	Вопросы	Варианты ответов
10.	<p>В данном аппарате воз-</p>  <p>дух подается в точке:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1; 2. 2; 3. 3; 4. 4.
11.	<p>В качестве тяжелой жидкости можно использовать:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ртуть; 2. Жидкие углеводороды; 3. Эмульсии жидких углеводородов в воде; 4. Растворы солей тяжелых металлов.
12.	<p>Плотность тяжелой суспензии рассчитывается по формуле:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Delta_c = (\rho_{yt} - 1000) + 1000$; 2. $\Delta_c = \lambda(\rho_{yt} - 1000) + 1000$; 3. $\Delta_c = \lambda + 1000$; 4. $\Delta_c = \lambda(\rho_{yt} - 1000)$.
13.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Конусный тяжелосредный сепаратор; 2. Трехпродуктовая отсадочная машина; 3. Колесный тяжелосредный сепаратор; 4. Колесная отсадочная машина.
14.	<p>Основное преимущество процесса концентрации на столах в:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокой эффективности; 2. Высокой удельной производительности; 3. Возможности обогащать крупные частицы; 4. Возможности обогащать очень плотные минералы ($\rho > 21500 \text{ кг/м}^3$).
15.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гидравлический грохот; 2. Турбоциклон; 3. Наклонная корытная мойка; 4. Вибромойка.
16.	<p>При пневматических процессах в качестве среды разделения используют:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Воду; 2. Тяжелую суспензию; 3. Тяжелую жидкость; 4. Воздух.
17.	<p>Пневматические процессы по сравнению с гидравлическими:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Менее эффективны; 2. Более эффективны; 3. Имеют равную эффективность; 4. Никогда не применяются в промышленности.
18.	<p>Пневматические процессы гравитационного обогащения обычно используют для обогащения:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фосфоритовых и апатитовых руд; 2. Калийных солей; 3. Флюоритовых руд; 4. Углей и сланцев.

№	Вопросы	Варианты ответов
19.	<p>Это: Питание</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Центробежный пневматический классификатор; 2. Пневматическая отсадочная машина; 3. Гидроциклон; 4. Концентрационный стол.
20.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сепарационный грохот; 2. Пневматическая отсадочная машина; 3. Наклонная корытная мойка; 4. Механический классификатор.

Вариант 3.

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	В гравитационном методе обогащения разделение частиц происходит благодаря различию:	<ol style="list-style-type: none"> 1. В их смачиваемости; 2. В их удельной магнитной восприимчивости; 3. В плотности, размерах и форме; 4. Диэлектрическая проницаемость.
2.	К гравитационным процессам относится:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обогащение на щелевых сепараторах; 2. Обогащение на жировых поверхностях; 3. Обогащение на центробежных концентраторах; 4. Обогащение на адгезионных сепараторах.
3.	Плотность кварца примерно:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2650 кг/м³; 2. 4500 кг/м³; 3. 5550 кг/м³; 4. 7500 кг/м³
4.	Технологический показатель «разжижение» - это отношение:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Массы твердого в продукте к массе жидкого; 2. Массы жидкого в продукте к массе твердого; 3. Объемы жидкого к суммарному объему твердого и жидкого; 4. Объемы твердого к суммарному объему твердого и жидкого.
5.	По сравнению со стесненным падением скорость свободного падения при прочих равных условиях:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Больше скорости стесненного падения; 2. Меньше скорости стесненного падения; 3. Равна скорости стесненного падения; 4. Это зависит от объемной концентрации.
6.	<p>В этом аппарате воздух подают в точку:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1; 2. 2; 3. 3; 4. Не подают вообще.

№	Вопросы	Варианты ответов
7.	В практике обогащения классификация чаще всего используется как:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основной процесс; 2. Вспомогательный процесс; 3. Процесс технологического обслуживания; 4. Подготовительный процесс.
8.	При гидравлической классификации разделение происходит благодаря различию:	<ol style="list-style-type: none"> 1. В скоростях падения частиц различной крупности; 2. В геометрической крупности частиц; 3. В объеме частиц; 4. В объемной концентрации частиц;
9.	По сравнению с грохочением получаемый при гидравлической классификации мелкий класс (слив):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Никогда не содержит крупных (больше чем крупность разделения) частиц; 2. Всегда содержит крупные (больше чем крупность разделения) частицы; 3. Всегда имеет больший выход; 4. Всегда имеет меньший выход;
10.	Плотность тетрабромэтан:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 800 кг/м³; 2. 1200 кг/м³; 3. 2960 кг/м³; 4. 4200 кг/м³.
11.	Максимальная плотность «рабочей» суспензии зависит от:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типа сепаратора; 2. Плотности утяжелителя; 3. Плотностей разделяемых минералов; 4. Содержания тяжелого минерала в руде.
12.	В этом аппарате воздух подается в точку: 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1; 2. 2; 3. 3; 4. 4.
13.	Это: 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Двухпродуктовый классифицирующий гидроциклон; 2. Двухпродуктовый обогатительный гидроциклон; 3. Трехпродуктовый классифицирующий гидроциклон; 4. Трехпродуктовый обогатительный гидроциклон.
14.	 <p>В этом аппарате плотные, промежуточные и легкие частицы попадают в зоны:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1, 2, 3; 2. 2, 3, 4; 3. 3, 4, 5; 4. 3, 2, 1.

№	Вопросы	Варианты ответов
15.	<p>Это:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спиральный классификатор; 2. Винтовой шлюз; 3. Винтовой классификатор; 4. Крутонаклонный сепаратор.
16.	<p>Этот аппарат относится к:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Противоточным водным сепараторам; 2. Конусным тяжелосредным сепараторам; 3. Конусным классификаторам; 4. Напорным концентраторам.
17.	<p>Преимущества безнапорных центробежных концентраторов в:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокой эффективности разделения мелких частиц; 2. Высокой эффективности разделения крупных частиц; 3. Больших размерах; 4. Высокой удельной производительности.
18.	 <p>В этом аппарате исходное питание поступает, а тяжелая и легкая фракции попадают в точки:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3, 4, 5. 2. 1, 2, 3; 3. 3, 4, 5; 4. 3, 5, 4.
19.	<p>На рисунке изображен:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спиральный классификатор; 2. Винтовой концентрирующий стол; 3. Шнековый противоточный сепаратор; 4. Винтовой сепаратор.

№	Вопросы	Варианты ответов
20.	К промывочным аппаратам относится:	1. Планетарная мельница; 2. Бутара; 3. Колосниковый грохот; 4. Конусный концентратор.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических / лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических / лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

6.3.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта

Студент выполняет курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Верхотуров М.В. Гравитационные методы обогащения: учебник для вузов - М.: МАКС Пресс, 2006. – 352 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%91%20160217%2F%D0%92%2036%2D854050443<.>

2. Шохин В.Н., Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения [Текст]: 2-е изд. М.: Недра, 1993 (1980). (Печатный экземпляр 29 экз.)

3. Кусков В.Б. Гравитационные методы обогащения. Конспект лекций для студентов специальности 090300 [Текст]: /СПбГГИ, 2001 г. (84 экз.)

7.1.2 Дополнительная литература

1. Авдохин В.М. Обогащение углей. Том 1. Процессы и машины. 2012 г. 424 стр. Авдохин, В.М. Обогащение углей: Учебник для вузов: В 2 т. Процессы и машины. Т.1 [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2012. — 424 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66424>. — Загл. с экрана.

2. Авдохин В.М. Обогащение углей. Том 2. Технология. 2012 г. 475 стр. Авдохин, В.М. Обогащение углей: Учебник для вузов: В 2 т. Технологии. Т.2 [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2012. — 475 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66425>. — Загл. с экрана.

3. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогатительных фабрик. Уч-к для ВУЗов, 2-е изд., М. 2014, 533 с. Федотов, К.В. Проектирование обогатительных фабрик [Электронный ресурс]: учеб. / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2014. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72717>.

4. Гравитационные методы обогащения [Текст]: метод. указания к практ. занятиям / [сост.: В. Б. Кусков, Я. В. Кускова]. - Санкт-Петербург: С.-Петерб. горный университет, 2017. - 85, [2] с.: ил. - Библиогр.: с. 85 (2 назв.).

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F1%2E9%2F%D0%93%2075%2D292412553<.>

5. Кусков В.Б., Кускова Я.В. Гравитационные методы обогащения. Методические указания к лабораторным работам. / РИЦ Санкт-Петербургского горного университета. Заказ 607. С.168. 2017 г., 72 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2089358%2F%D0%93%2075%2D032921618<.>

6. Кусков В.Б., Кускова Я.В. Гравитационные методы обогащения. Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности 21.05.04 / РИЦ Санкт-Петербургского горного университета. Заказ 608. С. 169. 2017 г., 46 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2089360%2F%D0%93%2075%2D348301536<.>

7.1.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Верхотуров М.В. Гравитационные методы обогащения: учеб, для вузов - М.: МАКС Пресс, 2006. – 352 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%91%20160217%2F%D0%92%2036%2D854050443<.>

2. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогатительных фабрик. Уч-к для ВУЗов, 2-е изд., М. 2014, 533 с. Федотов, К.В. Проектирование обогатительных фабрик [Электронный ресурс]: учеб. / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2014. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72717>.

3. Гравитационные методы обогащения [Текст]: метод. указания к практ. занятиям / [сост.: В. Б. Кусков, Я. В. Кускова]. - Санкт-Петербург: С.-Петерб. горный университет, 2017. - 85, [2] с.: ил. - Библиогр.: с. 85 (2 назв.).

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F1%2E9%2F%D0%93%2075%2D292412553<.>

4. Кусков В.Б., Кускова Я.В. Гравитационные методы обогащения. Методические указания к лабораторным работам. / РИЦ Санкт-Петербургского горного университета. Заказ 607. С.168. 2017 г., 72 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2089358%2F%D0%93%2075%2D032921618<.>

5. Кусков В.Б., Кускова Я.В. Гравитационные методы обогащения. Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности 21.05.04 / РИЦ Санкт-Петербургского горного университета. Заказ 608. С. 169. 2017 г., 46 с. http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2089360%2F%D0%93%2075%2D348301536<.>

c_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2089360%2F%D0%93%2075%2D348301536<.>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. www.consultant.ru
2. ЭБС издательского центра «Лань». <http://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru
7. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт». <http://rucont.ru/>
8. ООО Научная электронная библиотека. Интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования. (Включает РИИЦ- библиографическая база данных публикаций российских авторов и SCIENCE INDEX- информационно - аналитическая система, позволяющая проводить аналитические и статистические исследования публикационной активности российских ученых и научных организаций). <http://elibrary.ru/>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).
10. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>).
11. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ.

44 места для студентов, 1 место для преподавателя. Мобильный интерактивный комплекс. Компьютерные комплектующие.

20 мест для студентов, 1 место для преподавателя, 21 моноблок.

Вискозиметр А&D SV-100. Анализатор ситовой вибрационный АСВ-200. Трубка классифицирующая Т7711. Весы лабораторные электронные Сартосм СЕ6101-С. Весы лабораторные Shimadzu UW4200H-V с Комплектом для определения удельной плотности SMK-101. Весы Госметр ВПВ-12С. Сухожаровой шкаф Binder FD115. портативный рентгенофлуоресцентный спектрометр X-MET 8000 Expert Geo. Стол концентрационный лабораторный СКЛ-0,2. Весы лабораторные до 6 кг (d=0,1 г). Просеивающая машина А20 ВП30Т + 15 сит.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

20 мест для студентов, 1 место для преподавателя, 21 моноблок Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета. Лицензионное программное обеспечение.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2010. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

Microsoft Windows 10 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).