

**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  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***ФЛОТАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.04 Горное дело
<b>Направленность (профиль):</b>	Обогащение полезных ископаемых
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	проф. Александрова Т.Н.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Флотационные методы обогащения» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.04 Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12.08.2020 г.;

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

Составитель \_\_\_\_\_ Проф. Александрова Т.Н.

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ профессор, Александрова Т.Н.  
д.т.н.

**Рабочая программа согласована:**

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

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Флотационные методы обогащения» - это формирование у студентов базовых знаний в области флотационного обогащения полезных ископаемых, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с физико-химическими методами разделения минералов, формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественно-научного мышления, ознакомление с методологией научных исследований.

Дисциплина базируется на тех знаниях, которые студенты получают при изучении общетехнических и общинженерных дисциплин.

Задачи дисциплины «Флотационные методы обогащения»:

изучение физико-химических основ процесса флотации;

овладение методами расчета флотационных схем обогащения, а также использование полученных знаний при организационно-управленческой деятельности;

формирование представлений об основных процессах флотации;

получение навыков оценки методов их применения для инженерных расчетов аппаратов и схем обогащения;

приобретение навыков практического применения принципов проектирования флотационных обогатительных фабрик;

формирование способностей для анализа технико-экономических показателей работы обогатительной фабрики и разработки мероприятий для улучшения этих показателей;

получение мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области обогащения полезных ископаемых.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Флотационные методы обогащения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «Горное дело» направленность (профиль) «Обогащение полезных ископаемых» и изучается в 9–10 семестрах.

Дисциплина «Флотационные методы обогащения» – важная составная часть образовательной программы специалиста. Программа дисциплины строится на предположении, что студенты владеют основными понятиями высшей математики, физики, общей и физической химии.

В дальнейшем знания, полученные в ходе изучения дисциплины, могут быть использованы при освоении таких дисциплин как «Переработка руд чёрных металлов», «Переработка руд цветных металлов», «Технология отходов», «Проектирование обогатительных фабрик».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Формируемые компетенции по ФГОС		Основные показатели освоения дисциплины
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 объектов, производить их расчет на прочность, устойчивость и деформируемость, выбирать материалы для инженерных конструкций подземных и горнотехнических зданий и сооружений на поверхности	<i>ПКС-3</i>	<p>ПКС-3.1 <b>Знает</b> 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. <b>Умеет</b> анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при проектировании, проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и нормативно-техническим документам</p> <p>ПКС-3.3. <b>Владеет</b> 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	<i>ПКС-7</i>	<p>ПКС-7.1. <b>Знает</b> технологию обогащения основных видов полезных ископаемых на основе теоретических знаний в области обогащения полезных ископаемых</p> <p>ПКС-7.2. <b>Умеет</b> применять технологию обогащения основных видов полезных ископаемых.</p> <p>ПКС-7.3. <b>Владеет</b> выбором технологии обогащения основных видов полезных ископаемых</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 ак. час.)

Вид учебной работы	Всего часов	9 семестр	10 семестр
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>231</b>	<b>119</b>	<b>112</b>
Лекции (Л)	82	34	48
Практические занятия (ПЗ)	49	17	32
Лабораторные работы (ЛР)	100	68	32
<b>Самостоятельная работа студентов СРС, в том числе:</b>	<b>129</b>	<b>61</b>	<b>68</b>
Подготовка к лекциям	35	15	20
Подготовка к лабораторным работам	30	20	10
Подготовка к практическим заняти-	10	2	8

ям/семинарам			
Выполнение курсовой работы (проекта)	36	-	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Реферат	-	-	-
Домашнее задание	10	10	
Подготовка к контрольной работе	6	6	
Подготовка к коллоквиуму			
Аналитический информационный поиск			
Работа в библиотеке			
Подготовка к дифф.зачету	8	8	
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет (З), экзамен (Э), курсовой проект (КП))</b>	<b>З, Э (36), КП</b>	<b>З</b>	<b>Э (36), КП</b>
<b>Общая трудоемкость (час)</b>	<b>396</b>	<b>180</b>	<b>216</b>
<b>Общая трудоемкость (зач. ед)</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

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

Дисциплина содержит 6 разделов-этапов, обеспечивающие следующие виды занятий: лекционный курс, практические и лабораторные занятия в аудитории, самостоятельная работа с промежуточными консультациями и зачетами текущих заданий, подготовка и сдача зачета и экзамена.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Всего час.	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС
1.	Введение. Элементарный акт флотации	24	8	-	6	10
2.	Физико-химические основы флотации	68	14	8	26	20
3.	Флотационные реагенты и механизм их действия	88	12	9	36	31
<b>Итого 9 семестр:</b>		<b>180</b>	<b>180</b>	<b>17</b>	<b>68</b>	<b>61</b>
4.	Флотационные машины и аппараты	33	13	10	4	6
5.	Практика флотации	80	20	12	12	36
6.	Технология флотации	67	15	10	16	26
	Экзамен	36				
<b>Итого 10 семестр:</b>		<b>216</b>	<b>216</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>68</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
1.	<b>Введение. Элементарный акт флотации</b>	Основы теории минерализации пузырьков газа при флотации. Элементарный акт флотации. Гипотезы элементарного акта флотации. Поверх-	24

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		<p>ностная энергия на межфазной поверхности раздела твердое – газ, твердое – жидкость и жидкость – газ. Термодинамический анализ возможности прилипания частицы минерала к пузырьку воздуха при их столкновении. Термодинамический анализ возможности возникновения на частице минерала пузырьков газа, выделяющихся из раствора. Кинетический анализ процессов образования комплекса минерал – пузырек. Разрушение прослойки воды, отделяющей частицу минерала от пузырька воздуха при элементарном акте флотации. Кинетика соприкосновения частицы минерала с пузырьком. Кинетика прилипания частиц минералов к пузырькам после их соприкосновения. Кинетика возникновения на минеральных частицах пузырьков газа, выделяющихся из растворов. Закрепление минеральных частиц на пузырьках. Уравнение равновесия и максимальный размер частицы, флотирующейся на плоской межфазной поверхности раздела жидкость-газ и на пузырьке воздуха. Общая схема сил, действующих при закреплении частицы на пузырьке воздуха в условиях флотации. Уравнение Фрумкина-Кабанова. Понятие о гистерезисе смачивания. Понятие о флотационной силе. «Сухая» и «мокрая» флотации частиц. Изменение флотационной силы при перемещении периметра смачивания в зоне ребра. Особенности формирования трехфазного контакта смачивания и гетерокоагуляционного механизма закрепления частиц. Формы агрегатов минеральных частиц и пузырьков. Особенности флотации частиц минералов различной крупности. Экономический эффект расширения диапазона крупности флотируемого материала, необходимый размер пузырьков.</p> <p>Место и роль флотационного процесса в обогащении полезных ископаемых. Флотационные реагенты как одна из основ флотации. Применение флотационных реагентов, в том числе флокулянтов, коагулянтов и других химических продуктов при измельчении полезных ископаемых, обезвоживании продуктов обогащения, очистке сточ-</p>	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		ных вод, а также в других основных процессах обогащения. Организация производства флотационных реагентов.	
2.	<b>Физико-химические основы флотации</b>	Свойства поверхности минералов, подвергающихся флотационному разделению. Взаимодействие минералов с водой и растворенными в ней веществами. Характер ненасыщенных связей на поверхности минералов. Естественная гидрофильность и гидрофобность минералов. Особенности взаимодействия воды с поверхностью минералов. Растворимость минералов и газов в воде. Образование двойного электрического слоя у поверхности минералов. Понятие о слоях Гельмгольца, Штерна и Гюи.	68
3	<b>Флотационные реагенты и механизм их действия</b>	<p>Назначение, классификация и основные требования, предъявляемые к флотационным реагентам. Основные формы закрепления реагентов на поверхности минералов.</p> <p>Реагенты-собиратели (коллекторы). Строение молекул и классификация. Влияние длины аполярной цепи и строения солидофильной группы на прочность сорбции. Плотность адсорбционного слоя собирателя на минерале и ее влияние на флотацию. Общие закономерности сорбции собирателей и флотуемости минералов. Роль форм сорбции собирателя при флотации. Совместное действие различных собирателей.</p> <p>Оксигидрильные собиратели, их свойства и особенности действия. Способы повышения селективности. Области применения, расходы и стоимость оксигидрильных собирателей.</p> <p>Сульфгидрильные собиратели, их свойства и особенности взаимодействия с минералами при флотации. Влияние кислорода на сульфгидрильные собиратели и их флотационное действие. Области применения, расходы и стоимость.</p> <p>Катионные собиратели, их свойства и закономерности коллектирующего действия. Влияние ионного состава пульпы и шламов на их эффективность при флотации. Области применения, расходы и стоимость катионных собирателей.</p> <p>Аполярные собиратели, их свойства и действие при флотации. Эмульсии аполярных собирателей. Пеногасящее действие аполярных собирателей, Области применения, расходы и стоимость.</p> <p>Реагенты-пенообразователи, Строение и физико-химические свойства пенообразователей, механизм их действия. Свойства пен и их значение при флотации. Строение флотационных пен.</p>	88

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		<p>Влияние пенообразователей и реагентов других классов на устойчивость флотационных пен. Перемещение частиц минералов в пенном слое. Влияние пенообразователей и реагентов других классов на скорость подъема пузырьков воздуха в воде. Собирательное действие пенообразователей. Пенообразователи, применяемые на практике, их сравнительная характеристика и стоимость, расходы.</p> <p>Реагенты регуляторы (модификаторы): депрессоры, активаторы, регуляторы рН среды. Активирующее и депрессирующее действие регуляторов флотации, их влияние на изменение рН пульпы и степени агрегации минералов.</p> <p>Назначение, классификация и основные механизмы действия реагентов-подавителей флотации. Факторы, влияющие на действие подавителей флотации. Неорганические депрессоры, применяемые в практике флотации, их характеристика, особенности действия, области применения, расходы и стоимость. Органические подаватели флотации, их характеристика, особенности депрессирующего действия и химического взаимодействия с собирателями, области применения, расходы и стоимость.</p> <p>Назначение и классификация, основные механизмы действия реагентов-активаторов. Активаторы, применяемые в практике флотации, их характеристика, закономерности действия, области применения, расходы и стоимость. Взамоактивация минералов и пути ее предотвращения.</p> <p>Назначение, классификация и основные механизмы действия регуляторов рН среды. Гидролиз и его влияние на изменение значений рН водного раствора. Влияние регуляторов на состояние поверхности минералов, изменение формы нахождения собирателей в воде, окислительно-восстановительный потенциал пульпы, устранение из водной фазы нежелательных элементов. Пептизирующее и коагулирующее действие регуляторов. Регуляторы применяемые на практике, их характеристика, закономерности действия, области применения.</p>	
4	<b>Флотационные машины и аппараты</b>	Требования, предъявляемые к флотационным машинам. Классификация современных флотационных машин. Принципы работы и конструктивные особенности флотационных машин механического, пневмомеханического и пневматического типов, а также аэролифтных, компрессион-	33



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		<p>ных, вакуумных и комбинированных флотационных машин. Машины пенной сепарации и адгезионной сепарации. Компоновка машин из всасывающих и прямоточных камер. Преимущества флотомашин различных конструкций и их недостатки. Расчет производительности флотомашин. Техничко-экономические показатели работы и выбор флотационных машин.</p> <p>Основные направления совершенствования и разработка новых флотационных машин. Основные направления совершенствования износостойкости флотационных машин. Пути повышения износостойкости флотационных машин. Контактные чаны. Реагентные питатели.</p>	
5	<b>Практика флотации</b>	<p>Классификация минералов по их флотуемости. Технологические режимы и схемы флотации руд, содержащих минералы с высокой природной гидрофобностью, самородные металлы. Технологические режимы флотации сульфидных медных вкрапленных и сплошных руд, медно-цинковых, полиметаллических, медно-никелевых, медно-молибденовых, ртутных, сурьмяных и мышьяковистых руд. Коллективная, коллективно-селективная и прямая селективная схемы обогащения, флотация окисленных руд цветных металлов. Условия и особенности сульфидизации. Переработка упорных медных руд по способу Мостовича. Флотация смешанных руд.</p> <p>Технологические и реагентные режимы селективной флотации солей щелочноземельных металлов: апатитовых, фосфоритовых, баритовых, флюоритовых и шеелитовых руд. Пропарка черновых шеелитовых концентратов по способу Петрова.</p> <p>Технологические и реагентные режимы флотации окислов и силикатов. Флотация марганцевых, оловянных, ильменитовых, тантало-ниобиевых и полевошпатовых руд. Магнито-флотационные схемы. Требования к качеству концентратов.</p> <p>Технологические режимы и типовые схемы флотации водорастворимых солей. Особенности процесса флотации калийных руд. Влияние глинистых шламов на флотацию калийных руд.</p> <p>Перспектива и направления развития флотационного обогащения полезных ископаемых. Применение флотации в других отраслях промышленности.</p>	80
6	<b>Технология флотации</b>	Основные факторы, определяющие результаты флотации. Влияние свойств обогащаемого полез-	67

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		<p>ного ископаемого. Условия, определяющие оптимальную крупность измельчения полезных ископаемых перед флотацией. Особенности флотации тонких классов и крупных частиц, основные пути повышения селективной флотации тонких шламов и флотационного извлечения крупных частиц.</p> <p>Влияние плотности пульпы на основные технологические показатели: извлечение, содержание полезного компонента в концентрате, расход реагентов, продолжительность флотации, производительность флотомашин, удельные расходы энергии. Представления о средних плотностях пульпы в операциях флотации. Влияние аэрации пульпы, интенсивности ее перемешивания и съема пены, продолжительности флотации, температуры и скорости потока пульпы на основные технологические и технико-экономические показатели процесса.</p> <p>Состав жидкой фазы пульпы, его влияние на показатели процесса.</p> <p>Способы улучшения состава жидкой фазы пульпы. Реагентный режим.</p> <p>Очередность и способы подачи реагентов. Схемы флотации и основные принципы их построения. Типовые схемы, их преимущества и недостатки. Обратное водоснабжение. Техника безопасности при хранении и использовании реагентов.</p>	
			360

#### 4.2.3 Практические занятия:

№ п.п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1	2	Расчет баланса схемы флотационного обогащения	8
2	3	Расчет необходимого количества реагентов	9
<b>Итого 9 семестр</b>			<b>17</b>
	4	Расчет производительности флотомашин	10
	5	Расчет водно-шламовых схем флотации	12
	6	Расчет качественно-количественных схем флотации	10
<b>Итого 10 семестр</b>			<b>32</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы / зачетные единицы)
1	1	Исследование равновесного краевого угла смачивания различных минералов при различных условиях	6
2	2	Исследование флотации кальций содержащих минералов	12
3	2	Исследование флотации порообразующих минералов	14
4	3	Исследование флотации сульфидных минералов	32
5	3	Исследование поверхностного натяжения на границе раздела фаз жидкость-газ для различных условий	4
<b>Итого 9 семестр:</b>			<b>68</b>
6	4	Исследование влияния параметров работы флотационных машин на эффективность флотации	4
7	5	Исследование флотации окислов металлов	6
8	5	Исследование влияния депрессоров на флотацию сульфидных минералов	6
9	6	Исследование кинетики флотации	16
<b>Итого 10 семестр</b>			<b>34</b>

#### 4.2.5. Курсовой проект

##### Примерная тематика курсовых проектов

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика курсового проекта	Трудоемкость (час.)
1	2 – 6	Проект флотационного отделения обогатительной фабрики заданной производительности (т/час) для получения заданного вида концентрата	36

Исходными данными для выполнения курсового проекта являются сведения об объекте обогащения, выдаваемые студенту преподавателем.

В ходе выполнения курсового проекта студент обязан на основе обзора периодической, научно-технической литературы и патентного поиска разработать мероприятия по совершенствованию технологии обогащения руды.

Это может быть:

1. Разработка рекомендаций по использованию нового оборудования, целесообразность применения которого для данного типа сырья обоснована в научно-технической литературе (или самим студентом);
2. Разработка рекомендаций по совершенствованию технологической схемы обогащения руды на основе результатов, опубликованных в периодической научно-технической литературе (или полученных самим студентом);
3. Разработка рекомендаций по совершенствованию реагентного режима обогащения, методов повышения их химической активности, дозировки в процесс, применения новых флотореагентов с целью замены токсичных реагентов;
4. Разработка рекомендаций по снижению энергопотребления;

5. Разработка рекомендаций по комплексному использованию сырья;
6. Разработка рекомендаций по повышению качества товарных концентратов и снижению затрат на их получение;
7. Обоснование технологической возможности и экономической целесообразности безотходной технологии обогащения сырья;
8. Обоснование целесообразности вовлечения в переработку лежалых хвостов обогащения с целью их полной утилизации;
9. Обоснование целесообразности вовлечения в переработку бедных и забалансовых руд с получением коллективных концентратов;
10. Обоснование оптимальной глубины обогащения данного минерального сырья;
11. Обоснование возможности выделения благородных металлов в самостоятельный концентрат при обогащении руд цветных металлов;
12. Разработка рекомендаций по снижению затрат на переработку руды на основе применения комбинированных методов обогащения;
13. Разработка рекомендаций по очистке стоков обогатительной фабрики с целью охраны окружающей среды;

Поощряется использование при выполнении курсового проекта собственных результатов, полученных в ходе выполнения учебной научно-исследовательской работы (УИРС) самим студентом.

В дальнейшем результаты, полученные в ходе выполнения курсового проекта, студент использует при выполнении специальной части своего дипломного проекта.

Если в ходе выполнения данного курсового проекта и УИРС получен новый результат с теоретическим обоснованием его сущности, то студент может использовать его при выполнении дипломной работы.

Курсовой проект должен быть оформлен студентом в виде пояснительной записки (ПЗ). Сопровождается ПЗ графической частью в виде листов формата А1: 3–4 листа: схема цепи аппаратов, план флотационного цеха, разрез цеха.

### Исходные данные для проектирования

В соответствии с выданным руководителем вариантом курсового проекта, студент по табл. принимает исходные данные для выполнения курсового проекта.

### Исходные параметры и показатели технологического процесса

	Вариант				
	1	2	3	4	5
<b>Характеристика исходной руды</b>					
Максимальный размер куска, мм	600	650	700	750	800
Плотность руды, т/м <sup>3</sup>	2,65	2,70	2,70	2,80	2,75
Влажность руды, %	3,5	4,0	4,0	3,5	5,0
Годовая переработка руды, т/год:	Задается руководителем курсового проекта				
Извлечение ценного компонента, %: на флотационной фабрике	92,0	92,5	91,7	90,0	89,7
Производительность фабрики	Задается руководителем курсового проекта				

## 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 и экзамена) 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, 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.

В курсе дисциплины «Флотационные методы обогащения» широко используются следующие образовательные технологии:

- **технология модульного обучения:** учебный материал структурирован по отдельным разделам (модулям), что позволяет наилучшим образом реализовать деятельностный подход, сформировать ключевые компетенции самообучения и саморазвития, способность принимать решения, оценивать свою деятельность.

Основными формами проведения практических занятий по дисциплине являются следующие:

- мастер-класс – практическое занятие проводит специалист в профессиональной области, для тех, кто хочет улучшить свои практические достижения в этом предмете;
- метод проектов – комплексный метод обучения, результатом которого является создание какого-либо продукта (проект, отчет о проведенном исследовании, статья. В основе учебных проектов лежат исследовательские методы обучения (самостоятельная работа студентов, НИР);
- тестирование – контроль знаний с помощью тестов, которые состоят из условий (вопросов) и вариантов ответов для выбора.

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

### 6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

#### 6.1.1 Тематика для самостоятельной подготовки

#### Раздел 1. Введение. Элементарный акт флотации

1. На чем основан флотационный процесс разделения минералов?

2. Физический смысл удельной поверхностной энергии.
3. Каким выражением определяется величина косинуса краевого угла смачивания?
4. Какой признак частично гидрофильного твердого тела?
5. Какой признак частично гидрофобного твердого тела?

## **Раздел 2. Физико-химические основы флотации**

1. Что такое показатель флотируемости?
2. Что такое коалесценция?
3. Какие реагенты являются аполярными собирателями?
4. Какие реагенты являются сульфгидрильными собирателями?
5. Какие реагенты являются оксигидрильными собирателями?
6. Флотируемость какого сульфидного минерала ксантогенатами максимальна?
7. Назовите растворимые в воде минералы.
8. Какова максимальная крупность флотирующихся зерен серы, графита и талька?

## **Раздел 3. Флотационные реагенты и механизм их действия**

1. Какой сульфид наиболее легко депрессируется смесью цинкового купороса и соды?
2. Какой сульфид наиболее легко депрессируется бихроматом?
3. Какова основная область применения сульфида натрия?
4. Какое химическое вещество является сульфоксидным депрессором?
5. Приведите пример катионного высокомолекулярного органического депрессора.

## **Раздел 4. Технология флотации**

1. Какова оптимальная крупность пузырьков воздуха во флотомашине?
2. Что является депрессором кварца?
3. Назовите собиратель для молибденовых руд.
4. Что является депрессором сульфидов железа?
5. Что является депрессором силикатов?

## **Раздел 5. Практика флотации**

1. Для чего применяют фосфорную кислоту и фосфаты?
2. Назовите сульфид, наиболее легко депрессируемый щелочами.
3. Какой собиратель используется при флотации шеелита?
4. Каким металлом можно осадить медь из раствора?
5. Какова химическая формула собирателя ИМ – 50?

## **Раздел 6. Флотационные машины и аппараты**

1. Что происходит при физической адсорбции?
2. По какой формуле оценивается вероятность флотации  $W_f$  ?
3. Что происходит при химической адсорбции?
4. Назовите основные преимущества колонных флотомашин.
5. Перечислите основные виды флотомашин.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)**

1. На различии в каком свойстве минералов основана флотация?
2. По какой формуле рассчитывается технологический показатель выход?
3. Какой процесс относится к подготовительным процессам обогащения?
4. По какой формуле рассчитывается технологический показатель извлечение?
5. Как определяется технологический показатель - содержание?
6. Как определяется технологический показатель - извлечение?
7. Какой аппарат чаще всего используют для гидравлической классификации?

8. Какие минералы переходят в пену при пенной флотации?
9. Какая основная задача собирателей во время процесса флотации?
10. В чем заключаются основные недостатки флотации?
11. Какой угол  $\theta$  характеризует гидрофобную поверхность?
12. Перечислите природно-гидрофильные минералы.
13. Укажите природно-гидрофобные минералы.
14. Чем характеризуется физическая сорбция реагента на поверхности минерала?
15. Чем регулируется уровень пульпы во флотомашине?
16. Каков средний размер пузырьков воздуха во флотационном процессе?
17. Как удаляется пенный продукт из флотационной машины?
18. Каким образом подается воздух в камеру флотационной машины механического типа?
19. Каким образом подается воздух в камеру флотационной машины пневматического типа?
20. К чему приводит повышенное содержание шламов в пульпе?
21. Каков правильный порядок чередования флотационных операций?
22. В чем заключается процесс обратной флотации?
23. Какая средняя крупность извлекаемых в пенный продукт сульфидных зерен?
24. Чем определяется конечная крупность измельчения тонковкрапленных руд при флотации?
25. Чем объяснить предпочтение применения коллективно-селективной схемы флотации при флотационном обогащении вкрапленных сульфидных руд тяжелых цветных металлов?
26. Что является собирателем при флотации касситерита?
27. Назовите эффективный собиратель для графитовых руд.
28. Назовите эффективный подавитель сульфидов меди.
29. Назовите эффективный собиратель для самородных металлов.
30. Что является собирателем для пирита, халькопирита, арсенопирита?
31. Какой эффективный собиратель для оксидов черных металлов?
32. Какой собиратель применяется для флотации апатита?
33. Чем активируется минерал сфалерит?
34. Чем эффективно активируются окисленные сульфидные минералы?
35. Какой собиратель обычно используется для флотации барита?
36. Что используется при селективной флотации полиметаллических руд для депрессии пирита?
37. Что является депрессором для силикатных пород?
38. Для чего применяется цинковый купорос?
39. Что является депрессором сульфидов железа?
40. Для чего используется активатор?
41. Для чего используется медный купорос?
42. Что используют для активации кварца?
43. Для чего используются щелочи при флотации?
44. Что применяют для подавления сульфидов меди?
45. Как регулируется уровень пульпы в машине?
46. К чему приведет увеличение температуры пульпы при флотации с использованием жирнокислотных собирателей?

47. К чему приведет увеличение температуры пульпы при флотации с использованием сульфгидрильных собирателей?

48. Для депрессии какого минерала используется известь?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

#### Вариант 1

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Флотация основана на различии минералов в...	1. Плотностях 2. Магнитной восприимчивости 3. Электропроводности 4. Поверхностных свойствах
2.	Какие из приведенных особенностей характеризуют <i>химическую</i> сорбцию ПАВов (поверхностно-активных веществ)?	1. Низкий тепловой эффект 2. Неизбирательность 3. Высокая скорость 4. «Островное» распределение ПАВа
3.	К какой группе собирателей относится данное (поверхностно-активное вещество)? <b>C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OCSSK</b>	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Амины
4.	Собиратель для флотации <b>кварца</b>	1. Ксантогенат 2. Керосин 3. Аэрофлот 4. Амин
5.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)?	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Аэрофлоты
6.	Что такое «сухая» флотация?	1. Безводная флотация 2. Флотация, при которой одна грань частицы контактирует с водой, пять с воздухом. 3. Флотация с обезвоженной пеной. 4. Флотация, при которой одна грань частицы контактирует с воздухом, пять – с водой.
7.	Собиратель для флотации водорастворимых солей	1. Ксантогенат 2. Керосин 3. Аэрофлот 4. Амины
8.	Процесс разделения минералов на плоской поверхности раздела: <i>вода-воздух</i> называется:	1. Масляная флотация 2. Флотогравитация 3. Пленочная флотация 4. Пенная флотация
9.	Какие из приведенных особенностей характеризуют <i>физическую</i> сорбцию ПАВов (поверхностно-активных веществ)?	1. Избирательность 2. Высокий тепловой эффект 3. Высокая скорость 4. Равномерное распределение ПАВ
10.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный



№	Вопросы	Варианты ответов
	активное вещество)? 1.1.1.1.1 ROCSSK	4. Аполярный
11.	Собиратель для <b>само-родных металлов</b>	1.Ксантогенат 2.Амины 3.Олеат натрия 4.Керосин
12.	Собиратель для <b>графитовых</b> руд	1. Ксантогенат 2. Амин 3. Карбоновые кислоты 4. Керосин
13.	Процесс разделения на поверхности раздела <i>вода-масло</i> , причём: $\rho_{\text{масла}} < 1,0$	1. Масляная флотация 2. Флотогравитация 3. Пленочная флотация 4. Пенная флотация
14.	На границе каких слоев формируется электрокинетический потенциал ?	1. Между слоями 1 и 2+3 2. Между слоями 2 и 3 3. Между слоями 3 и 4 4. Между слоями 12' и 34'
15.	Депрессор для <b>сульфидов меди</b>	1. Хромпик 2. Известь 3. Цианиды 4. Крахмал
16.	Процесс разделения на поверхности раздела <i>вода-масло</i> , причём: $\rho_{\text{масла}} > 1,0$	1. Масляная флотация 2. Грануляционная флотация 3. Пленочная флотация 4. Пенная флотация
17.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? <b>C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH</b>	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Амины
18.	Собиратель для флотации <b>талька</b>	1. Ксантогенат 2. Амин 3. Карбоновые кислоты 4. Керосин
19.	Процесс разделения минералов на поверхности раздела : <b>вода-воздух</b>	1. Масляная флотация 2. Флотогравитация 3. Флотация в расплаве 4. Пенная флотация
20.	Какой из углов изображенных на рисунке является <b>углом натекания</b> ?	1. 1 2. 2 3. 3 4. 4

№	Вопросы	Варианты ответов

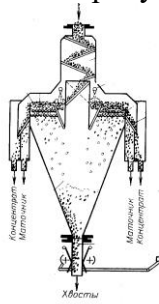
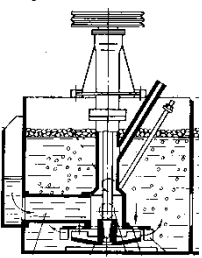
### Вариант 2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Собиратель для <b>само-родных металлов</b>	1. Ксантогенат 2. Амины 3. Олеат натрия 4. Керосин
2.	Реагент, являющийся аполярным собирателем:	1. КМЦ 2. полиакриламид 3. керосин 4. диалкилдитиокарбонаты
3.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? <b>R-O-SO<sub>3</sub>Me</b>	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Аэрофлоты
4.	Минерал, флотированность которого ксантогенатами максимальна:	1. Халькопирит; 2. Сфалерит; 3. Фргентит; 4. Галенит.
5.	Собиратель для <b>сульфидных минералов</b>	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Амины
6.	Гидрофобную поверхность характеризует угол $\theta$ , равный:	1. $0^\circ$ 2. $0 < \theta < 90^\circ$ 3. $45^\circ$ 4. $> 90^\circ$
7.	Как соотносятся электрокинетический ( $\xi$ ) и термодинамический (E) потенциалы?	1. $\xi = E$ 2. $\xi < E$ 3. $\xi > E$ 4. $\xi = E + \theta$
8.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? <b>R-SH</b>	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Меркаптаны
9.	Собиратель для оксидов черных металлов	1. Талловые масла 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Амины
10.	Сульфгидрильный соби-	1. Ксантогенаты

№	Вопросы	Варианты ответов
	ратель:	2. Амиды карбоновых кислот 3. Реагент ИМ-50 4. Керосин
11.	С увеличением доли ионности связи в ряду минералов, их флотиремость...	1.уменьшается 2.возрастает 3.остается постоянной 4.изменяется вне зависимости от доли ионности
12.	Собиратель для флотации <b>апатита</b>	1.Ксантогенаты 2.Амины 3.Талловое масло 4.Керосин
13.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? <b>C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH</b>	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный 4. Аполярный
14.	Активатор для <b>сфалерита</b>	1.Серная кислота 2.Известь 3.Медный купорос 4.Цианиды
15.	Оксидрильный собиратель:	1. Аэрофлоты; 2. Олеиновая кислота; 3. Меркаптаны; 4. Керосин.
16.	Активатор для <b>окисленных</b> сульфидных минералов	1.Жидкое стекло 2.Сернистый натрий 3.Серная кислота 4.Цианиды
17.	К какой группе относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? <b>талловое масло</b>	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный 4. Аполярный
18.	Собиратель для флотации <b>барита</b>	1.Ксантогенаты 2.Алкилсульфаты 3.Амины 4.Сосновое масло
19.	Для поверхности каких минералов характерна приведенная форма капель аполярных реагентов?	1.Пирит 2.Гипс 3.Графит 4.Кальцит
20.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? <b>R / NH R</b>	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный 4. Аполярный

### Вариант 3.

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	2.1 Депрессор для <b>пирита</b>	1.Хромпик 2.Известь 3.Цианиды 4.Крахмал
2.	2.2 Роль <b>гистерезиса</b> при флотации	1.Отрицательна 2.Положительна 3.Не имеет значения 4.Зависит от времени флотации
3.	Собиратель для флотации <b>сульфидных минералов</b>	1.Амины 2. Карбоновые кислоты 3.Ксантогенаты 4. Алкилсульфаты
4.	К какой группе относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество) ? <b>керосин</b>	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный 4. Аполярный
5.	Природно гидрофильный минерал – это...	1. Молибденит 2. Тальк 3. Кварц 4. Сера
6.	Как соотносятся <b>равновесный</b> краевой угол( $\theta_p$ ), <b>гистерезисный</b> краевой угол( $\theta_r$ ), углы <b>натекания</b> ( $\theta_n$ ) и <b>оттекания</b> ( $\theta_o$ ) для полированной поверхности?	1. $\theta_r > \theta_p = \theta_n = \theta_o$ 2. $\theta_n > \theta_p = \theta_o = \theta_r$ 3. $\theta_n > \theta_r > \theta_p > \theta_o$ 4. $\theta_n = \theta_r = \theta_p = \theta_o$
7.	К какой группе реагентов относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество) ?: <b>сосновое масло</b>	1.Собиратель 2.Депрессор 3.Вспениватель 4.Активатор
8.	<b>2.2.1</b> Депрессор галенита	1. Хромпик 2.Известь 3.Цианиды 4.Крахмал
9.	Активатор для <b>сфалерита</b>	1. Катионы кальция 2. Медный купорос 3. Известь 4. Серная кислота
10.	<b>2.2.2</b> Депрессор кварца	1.Хромпик 2.Известь 3.Цианиды 4.Цинковый купорос

№	Вопросы	Варианты ответов
11.	Собиратель для <b>графитовых</b> руд	1.Ксантогенаты 2.Алкилсульфаты 3.Амины 4.Сосновое масло
12.	Назовите тип машины, изображенной на приведенном рисунке 	1.Пневмомеханическая 2.Аэролифтная 3.Механическая 4.Пневматическая
13.	2.3 Депрессор сульфидов <b>железа</b>	1. Хромпик 2. Известь 3. Цианиды 4. Цинковый купорос
14.	При отсасывании воздуха из пузырька его форма менялась.. Поверхность можно характеризовать, как...?	1.Гидрофильную 2.Гидрофобную 3.Абсолютно гидрофобную 4.Абсолютно гидрофильную
15.	2.4 Депрессор <b>силикатов</b>	1. Хромпик 2. Известь 3. Жидкое стекло 4. Цинковый купорос
16.	2.5 <b>ОП- 4</b> – это...	1. Депрессор 2. Вспениватель 3. Собиратель 4. Активатор
17.	Назовите тип машины, изображенной на приведенном рисунке 	1.Пневмомеханическая 2.Аэролифтная 3.Механическая 4.Пневматическая
18.	2.6 Активатор используется для...	1. Подавления флотации минерала 2. Создания пенного слоя 3. Гидрофобизации поверхности 4. Создания условий для сорбции собирателя
19.	К какой группе собирате-	1. Катионный

№	Вопросы	Варианты ответов
	<p>лей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)?</p> <p><b><math>C_{17}H_{33}COOH</math></b></p>	<p>2. Анионный</p> <p>3. Гетерополярный</p> <p>4. Аполярный</p>
20.	<p>К какой группе флотационных реагентов относится <b>T-66</b></p>	<p>1. Собиратель</p> <p>2. Депрессор</p> <p>3. Вспениватель</p> <p>4. Активатор</p>

### 6.3 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

#### 6.3.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

##### Раздел 1. Введение. Элементарный акт флотации

1. Какое свойств разделяемых минералов лежит в основе флотационного процесса?
2. Как называется процесс, в котором руда подается на слой пены?
3. Физический смысл удельной поверхностной энергии.
4. Каким выражением определяется величина косинуса краевого угла смачивания (уравнение Юнга)?
5. Каким выражением определяется показатель флотуемости?

##### Раздел 2. Физико-химические основы флотации

1. Какой признак частично гидрофильного твердого тела?
2. Какой признак частично гидрофобного твердого тела?
3. Опишите случай «сухой» флотации.
4. Как определяется равновесие сил, действующих на минеральную частицу, плавающую на плоской поверхности газ – жидкость в положении «сухой» флотации?
5. Каким выражением определяется максимальный размер минеральной частицы кубической формы, закрепляющейся на поверхности пузырька воздуха?

##### Раздел 3. Флотационные реагенты и механизм их действия

1. Какое химическое вещество являющееся сульфоксидным депрессором?
2. Какой реагент является аполярным собирателем?
3. Какие есть сульфгидрильные собиратели?
4. Какие есть оксигидрильные собиратели?
5. Назовите минерал, флотуемость которого ксантогенатами максимальна.

##### Раздел 4. Технология флотации

1. Что флотуруется в насыщенных растворах солей?
2. Каково назначение контактных чанов?
3. Что такое прямая флотация?
4. Какое среднее содержание (%) твердого при основной флотации каменного угля?
5. Какое среднее содержание (%) твердого при основной флотации меди и железа из сплошной сульфидной руды?

##### Раздел 5. Практика флотации

1. Когда обычно подается активатор?
2. Какое среднее содержание (%) твердого при перемешивной флотации меди и железа из сплошной сульфидной руды?
3. Какое среднее содержание (%) твердого при перемешивной флотации каменного угля?
4. В какой последовательности происходит подача реагентов в процесс?

5. Какой основной промышленный никелевый минерал?

### **Раздел 6. Флотационные машины и аппараты**

1. От чего зависит объём устанавливаемых флотомашин?

2. Какая оптимальная крупность пузырьков воздуха во флотомашине?

3. К какому типу флотомашин относится машина, в которой статор с радиальными лопатками расположен сверху импеллера?

4. Как называется флотомашина, в которой подача исходного материала производится на пенный слой?

5. Как называется флотомашина, камера которой перегороджена решеткой на верхнее и нижнее отделение?

#### **6.3.2. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:**

1. Чему равна величина максимальной флотационной силы при перемещении периметра смачивания ( $\Pi$ ) через ребро минеральной частицы ?

2. Что такое показатель флотуемости?

3. При каких условиях гидрофобность минеральной поверхности увеличивается?

4. При уменьшении толщины гидратного слоя на кривой Фрумкина – Дерягина появляется энергетический барьер для твердых частиц, у которых краевой угол смачивания ( $\Theta$ )?

5. Как определить полный гистерезис смачивания?

6. Что такое коалесценция?

7. Как объяснить, что при столкновении в пульпе капли масла с пузырьком воздуха оно полностью растекается по поверхности пузырька?

8. При каком условии гистерезисный краевой угол меньше равновесного?

9. Как определить Показатель флотуемости ( $F$ ) при коалесцентном механизме элементарного акта флотации?

10. Какое первое следствие гипотезы Белоглазова?

11. Какое второе следствие гипотезы Белоглазова?

12. При понижении давления над пульпой из воды выделяется в виде мелких пузырьков растворенный воздух, пузырьки чего?

13. К чему приводит выделение растворенного воздуха на поверхности твердых частиц в виде мелких пузырьков?

14. Какая из связей кристаллической решетки минерала является наименее прочной?

15. Что такое электрокинетический потенциал?

16. Что является общим для физической и химической адсорбций реагентов поверхностью частиц?

17. Как оценивают величину адсорбции реагента поверхностью минерала по изотерме Ленгмюра?

18. Какие знаете растворимым в воде минералам?

19. Какая максимальная крупность флотирующихся зерен серы, графита и талька?

20. Какой сульфид, наиболее легко депрессируемый смесью цинкового купороса и соды?

21. Какой сульфид, наиболее легко депрессируемый бихроматом?

22. Какая основная область применения сульфида натрия?

23. Сколько обычно содержит после обработки окисленной медной руды по методу Мостовича концентрат?

24. Какие являются главные промышленные минералы в окисленных цинковых рудах?

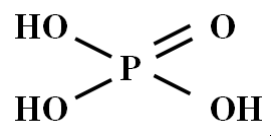
25. Какое извлечение смитсонита в кондиционный концентрат ( для окисленных полиметаллических руд) ?
26. Какой катионный высокомолекулярный органический депрессор?
27. Какой должна быть плотность баритового концентрата для нефтяной промышленности?
28. Какие основные промышленные минералы в железных рудах?
29. Какой основной способ улучшения флотуемости крупных частиц?
30. Какое количество операций доизмельчения для двухстадиальной схемы флотации?
31. Приведите дифференциальную форму кинетического уравнения флотации.
32. К какому виду влаги относится вода в медном купоросе ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )?
33. Какой минерал наиболее трудно флотируется в коллективном цикле полиметаллических руд?
34. Как осуществляется очистка сточных вод флотационных фабрик от растворенных примесей?
35. Назовите минералы, флотуемость которых ксантогенатами минимальна.
36. Что является наиболее распространенным флокулянт?
37. По какой формуле рассчитывается число камер механических флотомашин для каждой операции?
38. Какое содержание твёрдого в пульпе при разжижении  $R = 1:3$ ?
39. По какой формуле определяется содержание влаги в продуктах флотации?
40. Что такое качество флотоконцентрата?
41. Что можно использовать в качестве коагулянта для интенсификации процесса осветления оборотных вод при флотации?
42. В чем заключаются преимущества флотационного метода обогащения перед другими?
43. Какое свойство минералов используется для разделения частиц методом флотации?
44. К чему приводит увеличение плотности пульпы?
45. Что является исходным продуктом для первой перерешетки?
46. Какое количество операций доизмельчения для двухстадиальной схемы флотации?
47. Как называется флотомашин, снабженная дисковым импеллером с пальцами?
48. К какому типу флотомашин относится машина, в которой перемешивание пульпы осуществляется импеллером с принудительной подачей воздуха?
49. Каково количество групп минералов, выделяемых по классификации Эйгельса в зависимости от их флотационных свойств?
50. Как называется метод, основанный на введении в раствор противоионов?
51. Что характерно для ионной флотации?
52. В чем заключается процесс ионной флотации?
53. Какие из приведенных особенностей характеризуют химическую сорбцию ПАВов?
54. Назовите собиратель для флотации кварца.
55. Назовите собиратель для флотации водорастворимых солей.
56. Какие из особенностей характеризуют физическую сорбцию ПАВов?
57. Назовите собиратель для графитовых руд.
58. Что является депрессором для сульфидов меди?
59. Назовите собиратель для флотации талька.
60. Назовите собиратель для самородных металлов.
61. Назовите собиратель для сульфидных минералов.
62. Назовите собиратель для оксидов черных металлов.
63. Назовите активатор для сфалерита.

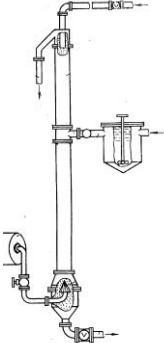


64. Назовите активатор для окисленных сульфидных минералов.
65. К какой группе ПАВ относится талловое масло?
66. Назовите собиратель для флотации барита.
67. Что является депрессором для пирита?
68. К какой группе реагентов относится сосновое масло?
69. Что является депрессором для галенита?

### 6.3.3. Примеры тестовых заданий к экзамену:

#### Вариант 1

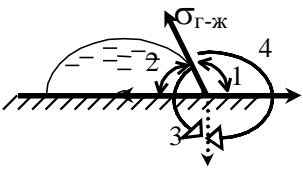
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	<b>Физическая</b> сорбция характеризуется	1. Низкой скоростью 2. Высоким тепловым эффектом 3. «Сплошным» покрытием поверхности 4. Образованием самостоятельной фазой
2.	Карбоксиметилцеллюлоза – это...	1. Вспениватель 2. Собиратель 3. Регулятор среды 4. Депрессор
3.	К какой группе относится <b>хромпик</b>	1. Вспениватель 2. Собиратель 3. Регулятор среды 4. Депрессор
4.	К какой группе относится данное ПАВ (поверхностно активное вещество)? 	1. Вспениватель 2. Собиратель 3. Активатор 4. Депрессор
5.	Активатор <b>кварца</b>	1. Серная кислота 2. Катионы кальция 3. Щелочь 4. Цинковый купорос
6.	К какой группе относится данное ПАВ (поверхностно активное вещество)?? <b>ОП-4</b>	1. Вспениватель 2. Собиратель 3. Активатор 4. Депрессор
7.	Назовите тип машины, изображенной на приведенном рисунке	1. Пневмомеханическая 2. Аэролифтная 3. Механическая 4. Колонная

№	Вопросы	Варианты ответов
		
8.	<b>Щелочи</b> используются при флотации в качестве...	1. Вспенивателей 2. Регуляторов среды 3. Собирателей 4. Флокулянтов
9.	К какой группе относится <b>циклогексанол</b>	1. Вспениватель 2. Собиратель 3. Активатор 4. Депрессор
10.	Депрессор <b>сульфидов меди</b> – это...	1. Щелочи 2. Цианиды 3. Крахмал 4. Дистиллированная вода
11.	<b>Жидкое стекло</b> – это...	1. Вспениватель 2. Депрессор 3. Собиратель 4. Фазовое состояние стекла
12.	Уровень пульпы в машине регулируется...	1. Скоростью вращения импеллера 2. Пеногоном 3. Высотой сливного порога 4. Шибером
13.	Оптимальный размер воздушных пузырьков в промышленной флотации	1. 5,0 мм 2. 0,5 мм 3. 5 мкм 4. 5 см
14.	Увеличение температуры пульпы при флотации с использованием жирнокислотных собирателей...	1. Необязательно 2. Нежелательно 3. Необходимо 4. Опасно
15.	Увеличение температуры пульпы при флотации с использованием сульфгидрильных собирателей...	1. Необязательно 2. Нежелательно 3. Необходимо 4. Опасно
16.	Пенный продукт удаляется из флотационной машины...	1. Импеллером 2. Шпицкастомом 3. Пеногоном 4. Шибером
17.	Воздух во флотационную машину подается для...	1. Охлаждения импеллера 2. Снижения плотности пульпы 3. Продувки воздухопроводов

№	Вопросы	Варианты ответов
		4. Селективного транспортирования минеральной массы
18.	<b>Известь</b> используется для депрессии...	1. Кварца 2. Пирита 3. Флюорита 4. Самородной меди
19.	Повышенное содержание шламов в пульпе приводит к...	1. Снижению расхода реагентов 2. Повышению температуры пульпы 3. Разубоживанию концентрата 4. Уменьшению времени флотации
20.	Объём устанавливаемых флотомашин зависит от	1. Реагентного режима 2. Вида минерального сырья 3. Времени флотации 4. Перепада технологической высоты

### Вариант 2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Данный реагент <b>НзРО<sub>4</sub></b> является депрессором для...	1. Браунита 2. Халькопирита 3. Апатита 4. Талька 5. Борнита
2.	Обратная флотация – это когда...	1. Пенный продукт разгружается через хвостовой карман 2. Пульпа перемещается по камерам машины в противоположном направлении 3. Камерный продукт является концентратом 4. Камерный продукт разгружается пеногоном
3.	Обычная крупность извлекаемых в пенный продукт сульфидных зерен составляет...	1. 1мкм 2. 0,1 мкм 3. 50мкм 4. 1000мкм
4.	Приведенный реагент <b>хромпик</b> является депрессором для...	1. Кварца 2. Галенита 3. Пирита 4. Галита
5.	Природно гидрофобный минерал – это...	1. Турмалин 2. Сера 3. Барит 4. Гематит
6.	Собиратель для флотации <b>кварца</b>	1. Ксантогенаты 2. Алкилсульфаты 3. Амины 4. Сосновое масло
7.	Идеальный собиратель для барита ( <b>BaSO<sub>4</sub></b> )	1. Жидкое стекло 2. Алкилсульфат

№	Вопросы	Варианты ответов
		3. Сосновое масло 4. Аэрофлот
8.	<b>Силикаты</b> флотируются обычно...	1. Аминами 2. Ксантогенатами 3. Тиомочевинной 4. Спиртами
9.	2.7 <b>Сосновое</b> масло – это...	1. Собиратель 2. Депрессор 3. Регулятор среды 4. Активатор
10.	Собиратель используется для...	1. Гидрофилизации поверхности 2. «Умягчения» воды 3. Снижения числа Рейнольдса 4. Гидрофобизации поверхности
11.	Какой из приведенных углов является краевым ? 	1. 1 2. 2 3. 3 4. 4
12.	Пенный продукт удаляется из флотационной машины...	1. ИмPELLером 2. Шпицкастеном 3. Пеногоном 4. Шибером
13.	Воздух во флотационную машину подается для...	1. Охлаждения имPELLера 2. Снижения плотности пульпы 3. Продувки воздухопроводов 4. Селективного транспортирования минеральной массы
14.	<b>Известь</b> используется для депрессии...	1. Кварца 2. Пирита 3. Флюорита 4. Самородной меди
15.	Повышенное содержание шламов в пульпе приводит к...	1. Снижению расхода реагентов 2. Повышению температуры пульпы 3. Разубоживанию концентрата 4. Уменьшению времени флотации
16.	Объем устанавливаемых флотомашин зависит от	1. Реагентного режима 2. Вида минерального сырья 3. Времени флотации 4. Перепада технологической высоты
17.	Назовите правильный порядок чередования флотационных операций	1. Контрольная $\Rightarrow$ основная $\Rightarrow$ перечистка 2. Перечистная $\Rightarrow$ основная $\Rightarrow$ контрольная 3. Перечистная $\Rightarrow$ контрольная $\Rightarrow$ основная 4. Перечистная $\Leftarrow$ основная $\Rightarrow$ контрольная
18.	<b>Олеат натрия</b> – это собиратель для ...	1. Талька 2. Молибденита 3. Апатита 4. Сильвина

№	Вопросы	Варианты ответов
19.	Активатор обычно подается в...	1. Основную флотацию 2. В контрольную 3. В перечистную 4. В основную и перечистную
20.	Данный реагент <b>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OCSSK</b> является собирателем для...	1. Кварца 2. Халькопирита 3. Сильвина 4. Талька

### Вариант 3.

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Реагент, являющийся аполярным собирателем :	1. КМЦ 2. Полиакриламид 3. Керосин 4. Диалкилдитиокарбонаты
2.	Сульфгидрильный собиратель :	1. Ксантогенаты 2. Амиды карбоновых кислот 3. Реагент ИМ-50 4. Керосин
3.	Оксгидрильный собиратель:	1. Аэрофлоты 2. Олеиновая кислота 3. Меркаптаны 4. Керосин
4.	Минерал, флотируемость которого ксантогенатами максимальна:	1. Халькопирит; 2. Сфалерит; 3. Аргентит; 4. Галенит.
5.	К растворимым в воде минералам относят:	1. Халькопирит, самородный медь, кварц 2. Сильвин, галит, бишофит, карналлит 3. Галит, галенит, биотит 4. Карналлит, галенит, слюда
6.	Максимальная крупность флотирующихся зерен серы, графита и талька -	1. 0,1 мм 2. 0,2 мм 3. 0,5 мм 4. 0,6 мм
7.	<b>Щелочи</b> используются во флотации в качестве...	1. Вспенивателей 2. Регуляторов среды 3. Собирателей 4. Флокулянтов
8.	К какой группе относится <b>циклогексанол</b> ?	1. Вспениватель 2. Собиратель 3. Активатор 4. Депрессор
9.	Депрессор <b>сульфидов меди</b> – это...	1. Щелочи 2. Цианиды 3. Крахмал 4. Дистиллированная вода
10.	<b>Жидкое стекло</b> – это...	1. Вспениватель 2. Депрессор

№	Вопросы	Варианты ответов
		3. Собиратель 4. Фазовое состояние стекла
11.	Уровень пульпы в машине регулируется...	1. Скоростью вращения импеллера 2. Пеногоном 3. Высотой сливного порога 4. Шибером
12.	Оптимальный размер воздушных пузырьков в промышленной флотации	1. 5,0 мм 2. 0,5 мм 3. 5 мкм 4. 5 см
13.	Увеличение температуры пульпы при флотации с использованием жирнокислотных собирателей...	1. Необязательно 2. Нежелательно 3. Необходимо 4. Опасно
14.	Увеличение температуры пульпы при флотации с использованием сульфгидрильных собирателей...	1. Необязательно 2. Нежелательно 3. Необходимо 4. Опасно
15.	Пенный продукт удаляется из флотационной машины...	1. Импеллером 2. Шпицкастомом 3. Пеногоном 4. Шибером
16.	Воздух во флотационную машину подается для...	1. Охлаждения импеллера 2. Снижения плотности пульпы 3. Продувки воздухопроводов 4. Селективного транспортирования минеральной массы
17.	<b>Известь</b> используется для депрессии...	1. Кварца 2. Пирита 3. Флюорита 4. Самородной меди
18.	Повышенное содержание шламов в пульпе приводит к...	1. Снижению расхода реагентов 2. Повышению температуры пульпы 3. Разубоживанию концентрата 4. Уменьшению времени флотации
19.	Объем устанавливаемых флотомашин зависит от	1. Реагентного режима 2. Вида минерального сырья 3. Времени флотации 4. Перепада технологической высоты
20.	Назовите правильный порядок чередования флотационных операций	1. Контрольная ⇒ основная ⇒ перечистка 2. Перечистная ⇒ основная ⇒ контрольная 3. Перечистная ⇒ контрольная ⇒ основная 4. Перечистная ⇐ основная ⇒ контрольная
21.	<b>Олеат натрия</b> – это собиратель для ...	1. Талька 2. Молибденита 3. Апатита 4. Сильвина
22.	Активатор обычно подается в...	1. Основную флотацию 2. В контрольную

№	Вопросы	Варианты ответов
		3. В перечистную 4. В основную и перечистную
23.	В насыщенных растворах солей флотируются...	1. Сульфиды 2. Хлориды и сульфаты калия 3. Самородные металлы 4. Графитовые руды

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий зачета:*

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение не менее 85 % лекционных и 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.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и 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

### 6.3.4. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:*

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
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

#### 6.3.5. 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 «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «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

### 7.1. Основная литература

1) Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2008. — 711 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3269>. — Загл. с экрана

2) Александрова Т.Н. Флотационные методы обогащения. Методические указания к лабораторным работам. – Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», СПб, 2013;

3) Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения: Учебник [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2016. — 595 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74374>. — Загл. с экрана.

4) Александрова Т.Н., Кусков В.Б., Львов В.В., Николаева Н.В. Обогащение полезных ископаемых. Учебник. РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный», Заказ 503. С 144 (ISBN 978-5-94211-731-3), 2015, 530 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1) Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: Учебное пособие в 2 кн. Т.3. Книга 1. Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2005. — 575 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3267>. — Загл. с экр

2) Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: Учебное пособие в 2 кн. Т.3. Книга 2. Pb, Pb-Cu, Zn, Pb-Zn, Pb-Cu-Zn, Cu-Ni, Co-, Bi-, Sb-, Hg- содержащие руды [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2005. — 470 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3268>. — Загл. с экрана.



3) Николаев, А.А. Физико-химические методы исследований флотационных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2013. — 73 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47432>. — Загл. с экрана

4) Сорокин, М.М. Флотационные методы обогащения. Химические основы флотации [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2011. — 411 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2073>. — Загл. с экрана.

### **7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

### **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. 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>.

2. Александрова Т.Н. Обогащение полезных ископаемых. [Электронный ресурс]: Учебник/ Кусков В.Б., Львов В.В., Николаева Н.В – Электрон. дан. РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный», Заказ 503. С 144 (ISBN 978-5-94211-731-3), 2015, 530 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>)

3. Обогащение полезных ископаемых: учеб. пособие [Электронный ресурс]: / К.И. Лукина, В. П. Якушкин, А. Н. Муклакова. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 224 с. — (Высшее образование: Специалитет).

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=561064>

4. Флотационные методы обогащения: методические указания к самостоятельной работе для студентов всех специальностей и направлений подготовки [Электронный ресурс]: / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Т.Н. Александрова. СПб, 2018. 22 с. [http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs\\_1540804006.pdf](http://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1540804006.pdf)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатория оснащена оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Флотационные методы обогащения».

24 посадочных места. Шкаф 90x42x199 – 3 шт., Стол 140\*80\*72 -1 шт., Стол 120\*50\*73 – 12 шт., Стул ИСО – 26 шт., Тумба -3 шт., Стол-мойка двойной (глубина 280) Durson 1450x600x850 3.1.09 – 1 шт., Титровальная установка 1200x640x1830 31,0630 - 1 шт., Документ-камера Elmo HV-5600XG – 1 шт., Источник бесперебойного питания Rowerware 5115 750VA – 1 шт., Коммутатор Kramer VP201XL – 1 шт., Компьютер Intel Core 2 DUO MB Gigabyte GA-945 GCMS2C – 1 шт., Конвектор -коммутатор Kramer VP-719XL – 1 шт., Микрофон проводной МД 99 с держателем – 1 шт., Микшер-усилитель Dynacord MV-506 – 1 шт., Монитор ЖК Acer AL-1717 – 2 шт., Мультимедиа проектор Mitsubischi XD490U с лампой подвеской и кабелями – 1 шт., Плеер LG DC-778 комбинированный – 1 шт., Усилитель PA-935 – 1 шт., Усилитель-распределитель Kramer VP-200XL – 1 шт., Экран с пультом Draper 183\*244 с пультом – 1 шт., Доска аудиторная (фломастер) 2000x1200 – 1 шт., Плакаты тематические –9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения. Microsoft Windows 7 Professional ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 Microsoft Office 2007 Standard, Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

2. Концентрационный стол, фирма «Holman» (Холман) модель 800. (Англия) – 1 шт., Лабораторный вибрационный грохот Kroosh ULS-1506.12, в комплекте Производитель: Kroosh Technologies (Израиль) – 1шт., Лабораторный ситовый анализатор модель Ultimate Screener MSA-W/D-200.Производитель: Kroosh Technologies (Израиль) – 1 шт., Лабораторная установка гидроклассификации AKW Laborant ZLF 50-CH, в комплекте. Производитель: AKW Apparate und Verfahren GMBH (Германия) – 1 шт., Концентратор лабораторный комплексный центробежный Knelson KC-MD3 – 1 шт., Гранулометр лабораторный ПИК 074-01 – 1 шт., Шлюз винтовой ШВм-250 – 1 шт., Стол для концентратора 1200\*800\*850 – 1 шт., Лабораторная установка для отсадки минерального сырья модель МОД -0,02 СКЛ производитель ЗАО Итомак (Россия) - 1 шт., Стол-мойка двойной (глубина280) Durson 1450x600x850 3.1.09 – 1 шт., Технологическая приставка без воды Durson 1200x250x1270 31 – 2 шт., Стеллаж СТ-032 – 7 шт., Полка с дверцами лабораторная – 2 шт., Шкаф вытяжной стандартный без воды 1500x760x2200 31,1031 – 1 шт., Стол письменный – 1 шт., Стул ИСО -1 шт., Стол лабораторный – 2 шт., Сита для отсева из нержавеющей стали диаметром 200 мм, высотой обечайки 50 мм - 25 шт., Прессфильтровальная установка Larox – 1 шт., Лабораторная установка бегущего магнитного поля – 1 шт., Шлюз прямоточный – 1 шт., Мельница Еmax – 1 шт., Гидравлический ручной пресс PP25 – 1 шт., Плакаты тематические – 8 шт., Жалюзи – 3 шт.

3. 10 посадочных мест. Стол компьютерный – 10 шт., Стол 80\*80\*72 – 1 шт., Стол 200\*110\*72 – 1 шт. Стул мягкий ИСО-18 шт., Книжный шкаф – 1 шт., Доска (фломастер) – 1 шт., Принтер HP Laser Jet 4014dn – 1 шт., Коммутатор сетевой управляемый HP ProCurve 2524- 1 шт.,

Системный блок Ramec Storm E4300- 11 шт., Монитор ЖК Samsung 17"- 11 шт., МФУ А4 Xerox 3210 – 1 шт., Плакаты тематические – 11 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения. Professional Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003 Microsoft Office 2007 Standard, Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года).

4. 60 посадочных мест. Стол-кафедра 140\*80\*72 – 1 шт., Стол-парта 120\*50\*73 (2-х местн.) со скамьей – 9 шт., Стол-парта 120\*80\*72 (4-х местн.) со скамьей – 9 шт., Стол-парта 120\*50\*73 (2-х местн.) б/скамьи – 1 шт., Стол-парта 120\*80\*72 (4-х местн.) б/скамьи – 1 шт., Доска (мел) – 1 шт., Стул жесткий – 9 шт., Плакаты тематические - 11 шт.

5. 18 посадочных мест. Стол 120\*50\*73 – 9 шт., Стол 140\*80\*72 – 1 шт., Стол лабораторный 140\*80\*70 – 1 шт., Стул ИСО – 21 шт., Стол-мойка двойная (глубина 280) Durson 1450x600x850 3.1.09 – 1 шт., Шкаф книжный – 1 шт., Испытательный ударный тест падающего груза. Фирма «JKTech Pty Ltd», модель JK Drop Weight Tester. (Австралия) – 1 шт., Лабораторная мельница для тонкого и сверхтонкого измельчения. Фирма «Xstrata Technology» (Экстрата Технолоджи), модель M4 IsaMill. (Германия) – 1 шт., Установка для определения индекса абразивности в соответствии со стандартом Ф.С. Бонда. Фирма «Laarmann» (Лаарманн), модель LM-BAT1000. (Германия) - 1 шт., Шкаф вытяжной стандартный без воды 1500x760x2200 31,1031- 1 шт., Доска аудиторная (фломастер) 2000x1200, Плакаты тематические –3 шт., Щековая дробилка – 2 шт., Мельница МШ-7 – 3 шт., Мельница МШР-2 – 1 шт., Рольганг – 1 шт.

6. Полка с дверцами лабораторная – 12 шт., Стол для весов большой – 2 шт., Стол лабораторный 1200x600x850 3.1.0220 – 8 шт., Стол-мойка двойной (глубина280) Durson 1450x600x850 3.1.09 – 1 шт., Стол-мойка с сушилкой (глубина280) Durson 550x900x1300 3.1 – 1 шт., Технологическая приставка без воды Durson 1200x250x1270 31 -3 шт., Технологическая приставка без воды нерж. 1200x250x1270 31 – 9 шт., Титровальная установка 1200x640x1830 31,0630 – 3 шт., Шкаф 90x42x199 хII – 1 шт., Шкаф для посуды и приборов 600x400x1840 3.1.0809 – 2 шт., Шкаф для хранения реактивов 600x400x1840 3.1.0808 – 3 шт., Табурет 560x690 – 6 шт., Стул ИСО – 3 шт., Стол письменный – 1 шт., Источник бесперебойного питания APC Smart-UPS 750VA – 1 шт., Коммутатор управляемый сетевой HP ProCurve 2510- 1 шт., монитор ЖК HP 2510i Pavilion – 1 шт., системный блок HP Z600 – 1 шт., Система комплексная для гранулометрического анализа Malvern Mastersizer 2000 – 1 шт., Пневмо - механическая флотационная машина с автоматическим снятием пенного продукта, фирма «Laarmann» (Лаарманн) модель Laarmann Flotation Bench Test Machine (Германия) – 1 шт., Ареометр общего назначения АОН-1 700-1840 – 1 шт., Весы Shimadzu с комплектом для гидростатического взвешивания и сетевым адаптером – 1 шт., Вискозиметр Fungilab EXPERT V300003 – 1 шт., Водосборник для хранения очищенной воды С-30 – 3 шт., Дистиллятор АЭ-5 – 1 шт., Дозатор одноканальный Proline Plus 5-50 мкл – 1 шт., Ионмер рН Hanna Instrument – 1 шт., Экстрактор ПЭ-8020 – 1 шт., Лампа УФ VL-215.LC, с фильтром, переносная, 15 Вт, 365/254 нм – 1 шт., Штатив-подставка Vilber Lourmat SVL-30 для УФ-ламп VL-115/VL-215 – 1 шт., Вискозиметр AND SV-10 – 1 шт., Флотомашинa 137 ФЛ -3 шт., Флотомашинa 189ФЛ-Г – 4 шт., Флотомашинa 135Д-ФЛ – 1 шт., Вытяжной шкаф 2Ш-НЖ – 1 шт., Холодильник для реактивов – 1 шт., Лабораторный встряхиватель для колб – 1 шт., Магнитная мешалка с подогревом – 4 шт., Механическая мешалка – 3 шт., Лабораторная центрифуга Т23 – 1 шт., Плакаты тематические – 2 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения. Microsoft Windows 7 Professional ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Standard, Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

7. Стол приборный с полкой - 6 шт., Стол приборный без полки – 1 шт., Стол-мойка двойной Durson -1 шт., Шкаф 90x42x199 – 1 шт., Шкаф книжный – 1 шт., Шаровая мельница «Laarmann» - 1 шт., Стержневая мельница «Laarmann» - 1 шт., Установка для испытаний на дробимость «Laarmann» - 1 шт., Цифровой встряхиватель для сит 200 мм «Laarmann» -1 шт., Сита для отсева из нержавеющей стали диаметром 200 мм, высотой обечайки 50 мм -13 шт. Цифровой встряхиватель для сит диаметром 450 мм «Laarmann» - 1 шт., Сита для отсева из нержавеющей

стали диаметром 450 мм, высотой обечайки 100 мм -17 шт., Сита для отсева диаметром 450 мм, высотой обечайки 100 мм – 13 шт., Щековая дробилка с загрузочным бункером. «Laarmann» LMC100-D – 1 шт., Приводной рольганг модель АЗ-ВТР.36 – 1 шт., Валковая дробилка усиленная с повышенным давлением модель ДВГУ-АПМ-200Х125 – 1 шт., Сита для отсева из нержавеющей стали Laarmann Test Sieve 200x50 мм – 3 шт., Пылеулавливающий аппарат ПУА-200 – 2 шт., Грохот вибрационный со сменной поверхностью 126x45x100 – 3 шт., Валковая дробилка лабораторная 100x30x60 -1 шт., Весы Shinko HJR 17KSCE – 1 шт., Щековая дробилка – 1 шт., Мельница МШ-7 – 1 шт., Дробилка КМД-100 – 1 шт., Встряхиватель для сит – 2 шт., Вибрационная мельница – 1 шт., Весы лабораторные – 2 шт., Плакаты тематические – 2 шт.

8. Полка с дверцами -12 шт., Стол приборный без полки – 2 шт., Стол приборный большой - 4 шт., Стол-мойка двойной Durson – 1 шт., Стол лабораторный – 4 шт., Технологическая приставка без воды нерж. -5 шт., Шкаф 90x42x199 – 1 шт., Шкаф для хранения реактивов - 1 шт., Магнитный сепаратор БС-20/10-Н -12.023-1 шт., Магнитный сепаратор, модель SLon100- 1 шт., Сепаратор СМВИ -1Л-100/Т3501 – 1 шт., Магнитный сепаратор ПБМ 25/10.- 1 шт., Лабораторная установка МВЕ Р40 – 1 шт., Насос вакуумный тип N 86 KN 18. Сепаратор электромагнитный ЭВС-10/5- 1 шт., Станок токарно-винтовой – 1 шт., Уз ванна Sonorex RK1028С – 1 шт., Ультразвуковая ванна, Sonorex RK 1040 – 1 шт., Установка вакуумного насоса KNF N 86 – 1 шт., Вытяжной шкаф 150x80x220 – 1 шт., Трубчатая печь СУОЛ-0,25.1/12-М1 30x50x60 – 1 шт., Трубка Дэвиса – 1 шт., Муфельная печь МП-2М 50x60- 1 шт., Электрический сушильный шкаф – СНОЛ 3,5x3,5 35/3М 1 шт., Ковер резиновый 17,62м2 - 6 шт., Прибор Магнит 6 – 1 шт., Весы лабораторные – 1 шт., Мельница МШ-7 – 1 шт., Агатовая ступка – 1 шт., Коронно-электростатический сепаратор – 1 шт., Плакаты тематические –12 шт.

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт.,

моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

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)

### **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 (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).