

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

  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Т.Н. Александрова

УТВЕРЖДАЮ

  
Декан факультета переработки  
минерального сырья  
доцент П.А. Петров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
Направленность (профиль):	Обогащение полезных ископаемых
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составители:	проф. Александрова Т.Н.

**Рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы флотационного обогащения минерального сырья» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 N 886 (ред. от 30.04.2015);
- на основании учебного плана направленности (профиля) «Обогащения полезных ископаемых» по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых.

**Составитель**

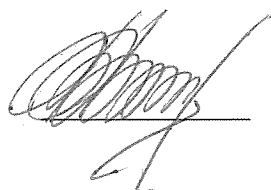


д.т.н., проф. Т.Н. Александрова

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Обогащения полезных ископаемых» от «26» сентября 2020 г., протокол № 2**

**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры  
и докторантуры



к.т.н.

В.В. Васильев

Заведующий кафедрой обогащения  
полезных ископаемых



д.т.н., проф.

Т.Н. Александрова

## ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

*Рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы флотационного обогащения минерального сырья» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых*

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	19	«25» 06 .2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021
2	12	«27» 06 .2022	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д063(44)-04/22 от 28.04.2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины – формирование и закрепление у аспирантов знаний, необходимых для осуществления физико-химических основ флотационных процессов обогащения, а также углубление знаний в области органической и неорганической химии. Подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению профессиональных задач, формирование у аспирантов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественно научного мышления, овладение современными методами научных исследований в области флотационного передела.

### Основные задачи научных исследований:

- *изучение* современного состояния процессов концентрации различных видов минерального сырья в России и за рубежом, основных научно-технических проблем и тенденций интенсификации процесса флотации;
- *овладение* методами моделирования процессов концентрации минерального сырья; *формирование* у аспирантов:
- полных представлений о технологиях концентрации минерального сырья;
- навыков научно-исследовательской деятельности в области интенсификации флотационного обогащения;
- навыков практического применения знаний в области физико-химических основ минерального сырья;
- *мотивация* к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области флотационного обогащения минерального сырья;
- *развитие* у аспирантов личностных качеств, определяемых общими целями обучения, изложенными в основной профессиональной образовательной программе аспирантуры (ОПОП аспирантуры).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина входит в состав Блока 1 вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ОПОП ВО аспирантуры) по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых направленности «Обогащение полезных ископаемых».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на формирование следующих компетенций:

- способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований (ОПК-2);
- способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов в области обогащения полезных ископаемых (ПК-1);
- способность на основе анализа вещественного состава полезного ископаемого самостоятельно составлять план и проводить исследования, получать новые научные и прикладные результаты (ПК-2);
- способность разрабатывать технологию обогащения полезных ископаемых на основе теоретических знаний в области обогащения полезных ископаемых и информации, полученной в ходе самостоятельных исследований, составлять и защищать отчеты по проделанной работе (ПК-3);
- умение работать с программными продуктами общего и специального назначения с целью математической обработки данных, моделирования обогатительных аппаратов, оптимизации технологических процессов и операций в области обогащения полезных ископаемых и проектирования обогатительных производств (ПК-4).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность:

*в научно-исследовательской деятельности:*

- критически анализировать и оценивать современные технонаучные достижения, в том числе в междисциплинарных областях;
- анализировать перспективы развития технонаучной цивилизации и решения глобальных проблем;

*в научно-инновационной деятельности (в соответствии с профилем подготовки):*

- идентифицировать инновации и новые проблемы в области исследования, формулировать стратегические цели и задачи научных исследований, предлагать пути их решения с учетом знания истории и методологии своей предметной области;
- проектировать и осуществлять комплексные и междисциплинарные исследования с использованием знаний в области изучения физико-химических основ флотационного обогащения;
- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития в общетехническом, общенаучном и социальном контекстах.

### 3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
1	ОПК-2	Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	<b>Выпускник знает:</b> правила составления отчетов	В соответствии с учебным планом
			<b>Умеет:</b> самостоятельно составлять отчеты по результатам выполнения исследований	
			<b>Владеет навыками:</b> самостоятельного составления отчетов по результатам выполнения исследований	
2	ПК-1	Способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов в области обогащения полезных ископаемых	<b>Выпускник знает:</b> теоретические основы традиционных и новых методов обогащения полезных ископаемых	В соответствии с учебным планом
			<b>Умеет:</b> самостоятельно использовать теоретические основы традиционных и новых методов обогащения полезных ископаемых	
			<b>Владеет навыками:</b> самостоятельного использования теоретических основ традиционных и новых методов обогащения полезных ископаемых	
3	ПК-2	Способность на основе анализа вещественного	<b>Выпускник знает:</b> основные положения теории научного	В соответствии

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
		состава полезного ископаемого самостоятельно составлять план и проводить исследования, получать новые научные и прикладные результаты	эксперимента	и с учебным планом
			<b>Умеет:</b> самостоятельно составлять план и проводить исследования, получать новые научные и прикладные результаты	
			<b>Владеет навыками:</b> самостоятельного проведения исследований	
4	ПК-3	Способность разрабатывать технологию обогащения полезных ископаемых на основе теоретических знаний в области обогащения полезных ископаемых и информации, полученной в ходе самостоятельных исследований, составлять и защищать отчеты по проделанной работе	<b>Выпускник знает:</b> технологию обогащения основных видов полезных ископаемых на основе теоретических знаний в области обогащения полезных ископаемых и информации, полученной в ходе самостоятельных исследований, составлять и защищать отчеты по проделанной работе	В соответствии с учебным планом
			<b>Умеет:</b> применять технологию обогащения основных видов полезных ископаемых	
			<b>Владеет навыками:</b> выбора технологии обогащения основных видов полезных ископаемых	
5	ПК-4	Умением работать с программными продуктами общего и специального назначения с целью математической обработки данных, моделирования обогатительных аппаратов, оптимизации технологических процессов и операций в области обогащения полезных ископаемых и проектирования обогатительных производств	<b>Выпускник знает:</b> основные программные продукты общего и специального назначения	В соответствии с учебным планом
			<b>Умеет:</b> пользоваться основными программными продуктами общего и специального назначения	
			<b>Владеет навыками:</b> использования основными программными продуктами общего и специального назначения	

\*Основными этапами формирования компетенций обучающихся при освоении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий в течение учебного семестра (семестров).

### 3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенций обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 72 часа, 2 зачётные единицы. Дисциплина изучается в 7 семестре по очной форме обучения. Форма контроля для очной формы обучения: дифференцированный зачет в 7 семестре.

### 4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	семестр
		7
Общая трудоемкость дисциплины в часах	72	72
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Лекции	10	10
Практические занятия	10	10
Самостоятельная работа (всего)	52	52
<b>Вид аттестации</b>	<b>Диф. зачёт</b>	<b>Диф. зачёт</b>

### 4.2. Темы учебной дисциплины и виды занятий

Тема п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий		
			Лекции	Практические	Самостоятельные
<b>7 семестр</b>					
1	Основные факторы, определяющие результаты флотации..	30	4	4	22
2	Свойства поверхности минералов. Способы улучшения состава жидкой фазы пульпы.	28	4	4	20
3	Особенности флотации тонких классов и крупных частиц, основные пути повышения селективной флотации тонких шламов и флотационного извлечения крупных частиц.	14	2	2	10

	Итого по дисциплине	72	10	10	52
--	---------------------	----	----	----	----

#### 4.3. Содержание учебной дисциплины

##### *Тема 1. Основные факторы, определяющие результаты флотации.*

Введение. Основные виды минерального сырья. Основные факторы, влияющие на процесс флотации. Термодинамический анализ и кинетика процесса флотации. Влияние свойств обогащаемого полезного ископаемого.

##### *Самостоятельная работа.*

Технологические показатели обогащения. Условия, определяющие оптимальную крупность измельчения полезных ископаемых перед флотацией. Влияние аэрации пульпы, интенсивности ее перемешивания и съема пены, продолжительности флотации, температуры и скорости потока пульпы на основные технологические показатели процесса.

##### *Рекомендуемая литература:*

основная: [1, 2],

дополнительная: [3-8].

##### *Тема 2. Свойства поверхности минералов.*

Свойства поверхности минералов, подвергающихся флотационному разделению. Взаимодействие минералов с водой и растворенными в ней веществами. Способы улучшения состава жидкой фазы пульпы. Характер ненасыщенных связей на поверхности минералов.

##### *Самостоятельная работа.*

Назначение, классификация и основные требования, предъявляемые к флотационным реагентам. Основные формы закрепления реагентов на поверхности минералов. Растворимость минералов и газов в воде.

##### *Рекомендуемая литература:*

основная: [2],

дополнительная: [3-8].

##### *Тема 3. Особенности флотации тонких классов и крупных частиц*

Особенности флотации тонких классов и крупных частиц, основные пути повышения селективной флотации тонких шламов и флотационного извлечения крупных частиц.

##### *Самостоятельная работа.*

Технологические режимы и схемы флотации руд. Очередность и способы подачи реагентов. Схемы флотации и основные принципы их построения.

##### *Рекомендуемая литература:*

основная: [1, 2],

дополнительная: [3-8].



#### 4.3.1 Практические занятия

№ раздела/темы дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Кинетика измельчения. Кинетика флотации минерального сырья.	4
2	Исследование влияния различных физико-химических воздействий на процесс флотации минерального сырья.	4
3	Расчет качественно-количественных, водно-шламовых схем флотации. Расчет необходимого количества реагентов.	2
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>10</b>

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Физико-химические основы флотационного обогащения минерального сырья» обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

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**, которые позволяют 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.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета, 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.

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, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1 Цель и основные задачи текущего контроля по дисциплине

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по наиболее актуальным темам дисциплины (устный ответ).

## **6.2 Критерии оценивания результатов текущего контроля**

### **Критерии оценивания устных ответов обучающихся**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

## **6.3 Цель и основные задачи дифференцированного зачёта по дисциплине**

Дифференцированный зачет имеет целью проверить знание и понимание обучающимися представлений об учебной дисциплине «Физико-химические основы флотационного обогащения минерального сырья».

## **6.4 Порядок проведения дифференцированного зачета**

Дифференцированный зачет проводится путем написания обучающимися самостоятельных ответов на вопросы, которые затем проверяются преподавателем с выставлением дифференцированных оценок.

## **6.7. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета**

Оценки за зачет выставляются, исходя из следующих критериев:

— «отлично» (5): если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это в ответах, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, использует обширный материал разнообразных источников, излагает свою позицию, хорошо ее объясняя и обосновывая;

— «хорошо» (4): если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своей позиции излагает одну из стандартных, не подкрепляя ее хорошо подобранными обоснованиями;

— «удовлетворительно» (3): если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, привлекает мало материала из источников, пользуясь, в основном, стандартными учебниками и формулировками;

— «неудовлетворительно» (2): если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет или, по существу, не выполняет задания.

Оценки по результатам проверки ответов объявляются обучающимся и заносятся в зачетную ведомость.

## **6.8 Примерный перечень вопросов для дифференцированного зачета**

1. Что лежит в основе флотационного процесса лежат различия в свойствах разделяемых минералов?
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. Какой признак частично гидрофильного твердого тела?
6. Какой признак частично гидрофобного твердого тела?
7. Опишите случай «сухой» флотации?
8. Как определяется равновесие сил, действующих на минеральную частицу, плавающую на плоской поверхности газ – жидкость в положении «сухой» флотации?
9. Каким выражением определяется максимальный размер минеральной частицы кубической формы, закрепляющейся на поверхности пузырька воздуха?
10. Чему равна величина максимальной флотационной силы при перемещении периметра смачивания ( $\Pi$ ) через ребро минеральной частицы ?
11. Что такое показатель флотуемости?
12. Каким выражением определяется показатель флотуемости?
13. При чём гидрофобность минеральной поверхности увеличивается?
14. При уменьшении толщины гидратного слоя на кривой Фрумкина – Дерягина появляется энергетический барьер для твердых частиц, у которых краевой угол смачивания ( $\Theta$ )?
15. Как определить полный гистерезис смачивания?
16. Что такое коалесценция?
17. Как объяснить, что при столкновении в пульпе капли масла с пузырьком воздуха оно полностью растекается по поверхности пузырька?
18. При каком условии гистерезисный краевой угол меньше равновесного?
19. Как определить Показатель флотуемости ( $F$ ) при коалесцентном механизме элементарного акта флотации?
20. Какое первым следствием гипотезы Белоглазова?
21. Какое вторым следствием гипотезы Белоглазова?
22. При понижении давления над пульпой из воды выделяется в виде мелких пузырьков растворенный воздух, пузырьки чего?
23. К чему приводит выделение растворенного воздуха на поверхности твердых частиц в виде мелких пузырьков?
24. Какая из связей кристаллической решетки минерала наименее прочной?
25. Что такое электрокинетический потенциал?
26. Что является общим для физической и химической адсорбций реагентов поверхностью частиц?
27. Как оценивают величину адсорбции реагента поверхностью минерала по изотерме Ленгмюра?
28. Какой реагент являющийся аполярным собирателем?
29. Какие есть сульфгидрильные собиратели?
30. Какие есть оксигидрильные собиратели?
31. Какой минерал, флотуемость которого ксантогенатами максимальна?
32. Какие знаете растворимым в воде минералам?
33. Какая максимальная крупность флотирующихся зерен серы, графита и талька?
34. Какой сульфид, наиболее легко депрессируемый смесью цинкового купороса и соды?
35. Какой сульфид, наиболее легко депрессируемый бихроматом?
36. Какая основная область применения сульфида натрия?
37. Какое химическое вещество являющееся сульфоксидным депрессором?
38. Сколько обычно содержит после обработки окисленной медной руды по методу Мостовича концентрат?
39. Какие являются главные промышленные минералы в окисленных цинковых рудах?
40. Какое извлечение смитсонита в кондиционный концентрат ( для окисленных полиметаллических руд) ?

41. Какой катионный высокомолекулярный органический депрессор?
42. Какой должна быть плотность баритового концентрата для нефтяной промышленности?
43. Какие основные промышленные минералы в железных рудах?
44. Какая оптимальная крупность пузырьков воздуха во флотомашине?
45. Какой основной способ улучшения флотуемости крупных частиц?
46. Какое количество операций доизмельчения для двухстадиальной схемы флотации?
47. От каких факторов зависит сила взаимодействия поверхности минерала с флотационными реагентами?
48. По каким классификационным признакам делятся примеси в минералах?
49. Приведите структуру двойного электрического слоя.
50. Дайте определение электрокинетического потенциала.
51. Приведите классификацию процессов адсорбции.
52. Сформулируйте основные факторы, влияющие на флотацию минералов жирными кислотами.
53. От каких факторов зависит гидролиз ксантогенатов?
54. Приведите основные правила техники безопасности при работе с фенольными дитиофосфатами?
55. Какое основное оборудование применяется при приготовлении раствора извести?
56. Какими реагентами производят обезвреживание тары после цианидов?
57. Назовите основные технологические параметры при варке жидкого стекла.
58. От каких факторов зависит гидролиз ксантогенатов?
59. Приведите основные правила техники безопасности при работе с фенольными дитиофосфатами?
60. Какое основное оборудование применяется при приготовлении раствора извести?
61. Какими реагентами производят обезвреживание тары после цианидов?
62. Назовите основные технологические параметры при варке жидкого стекла.
63. От чего не зависит дисперсность частиц жидкого стекла?

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

### 7.1. Обеспеченность литературой

#### Основная:

1. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения: Учебник [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2016. — 595 с.  
<https://e.lanbook.com/book/74374>.
2. Глембоцкий, В.А. Флотационные методы обогащения : Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1981. - 304 с.

#### Дополнительная:

3. Мелик-Гайказян, В.И. Методы решения задач теории и практики флотации: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Мелик-Гайказян, Н.П. Емельянова, Т.И. Юшина. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2013. — 363 с. —  
<https://e.lanbook.com/book/66447>
4. Абрамов, А.А. Собрание сочинений: Т. 6: Флотация. Физико-химическое моделирование процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2010. — 607 с.  
<https://e.lanbook.com/book/74367>
5. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья: В 2 кн. Кн.1: Справочник / Иванков С.И., Шубов Л.Я. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 293 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=872575>

6. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья: В 2 кн. Кн.2: Справочник / Иванков С.И., Шубов Л.Я. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 228 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=899760>

7. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения : учебник. Т. 4 / А.А. Абрамов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Изд-во МГГУ [и др.], 2008. - 710 с.

8. Разумов, К. А. Флотационный метод обогащения : Конспект лекций. - 2-е изд. - Л. : ЛГИ, 1975. - 272 с.

#### **7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

1. 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>

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\\_stati\\_c\\_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_stati_c_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>)

#### **7.3. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>
6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.
7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

#### **7.4 Электронно-библиотечные системы:**

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

#### **7.5 Современные профессиональные базы данных:**

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

#### **7.6 Информационные справочные системы:**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.

3.000 «Современные медиа технологии в образовании и культуре».  
<http://www.informio.ru/>.

4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые»  
<https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>

5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы»  
<http://www.cntd.ru/>

6. Программное обеспечение «База знаний: гидрогеология, инженерная геология и геоэкология» <http://www.geoinfo.ru>

7. Электронная справочная система «Система Госфинансы» <http://www.auditc.ru/product/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя технические средства обучения, служащие для представления информации (мультимедийные доски, проекторы, и т.д.). Имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования, которые укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

### 8.1. Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 Аудитория 3116	52 посадочных места Стол преподавательский – 1 шт., стол 120×80×72 – 20 шт., стол 180×80×72 – 4 шт., трибуна 92×126×60 – 1 шт., стул «ИСО» - 54 шт., акустическая система потолочная ФСЗ- 4 шт., усилитель Inter M – 1 шт., микрофон – 1 шт., доска аудиторная под фломастер – 1 шт., плакат тематический – 14 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 Аудитория 3117	92 посадочных мест стол 250×110×72 – 1 шт., стол 120×80×72 -35 шт., стол 180×80×72 – 7 шт., трибуна 90×130×60 – 1 шт., доска под фломастер – 1 шт., стул «ИСО» - 94 шт., акустическая система потолочная ФСЗ – 4 шт., микрофон АКGGN30 – 2 шт., усилитель Inter M – 1 шт., блок питания БП-95- 1 шт., плакат тематический - 24 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 Аудитория 3118	12 посадочных мест шкаф для одежды 90×42×199 - 1 шт., шкаф книжный 90×42×199 – 1 шт., тумба 90×42×1200 -3 шт., стол письменный 120×50×73 – 4 шт., стол письменный 140×80×42 – 1 шт., тумба – 1 шт., доска под фломастер – 1 шт., стул ИСО – 17 шт., технологическая приставка без воды 1200×250×1270 – 3 шт., блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) - 2 шт., системный блок HP Compaq 6000 Pro MT – 1 шт., монитор ЖК HP 22" LA2205wg – 1 шт., компьютер моноблок Lenovo 20"HD ThinkCente Edge 72z – 1 шт., системный блок R-Style Carbon IC – 1 шт., монитор ЖК Philips 17" –

	1 шт., телефонный аппарат Siemens euroset 2005 – 1 шт., принтер HP Color LaserJet 5550 – 1 шт., плакат тематический – 5 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 <b>Аудитория 3119</b>	48 посадочных мест Стол с кафедрой 310×110×68 – 1 шт., стол 140×80×72 – 24 шт., стул «ИСО» - 51 шт., доска (фломастер) – 1 шт., акустическая система потолочная ФС3 – 4 шт., микрофон АКGGN30 – 1 шт., усилитель Inter M – 1 шт., блок питания БП-95 – 1 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 <b>Аудитория 3120</b>	24 посадочных места Шкаф 90×42×199 – 3 шт., стол 140×80×72 -1 шт., стол 120×50×73 – 12 шт., стул ИСО – 26 шт., тумба -3 шт., стол-мойка двойной (глубина280) Durson 1450×600×850 3.1.09 – 1 шт., титровальная установка 1200×640×1830 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) 2000×1200 – 1 шт., плакат тематический – 9 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 <b>Аудитория 3212</b>	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., плакат тематический – 11 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3	108 посадочных мест Стол-кафедра – 1 шт., стол-парта (2-х местн.) со скамьей 120×50×73 - 16 шт., стол-парта (4-х местн.) со скамьей 240×50×73 - 17 шт., стол-парта (2-х местн.) б/скамьи 120×50×73 - 2 шт., стол-парта (4-х местн.) б/скамьи 240×50×73 – 2 шт., стул «ИСО»- 3 шт., стул жесткий - 8 шт., акустическая система потолочная - 4 шт., комплект микрофонный СК-31 – 2 шт., усилитель PA-935 – 1 шт., доска (мел)

	1 шт., телефонный аппарат Siemens euroset 2005 – 1 шт., принтер HP Color LaserJet 5550 – 1 шт., плакат тематический – 5 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 <b>Аудитория 3119</b>	48 посадочных мест Стол с кафедрой 310×110×68 – 1 шт., стол 140×80×72 – 24 шт., стул «ИСО» - 51 шт., доска (фломастер) – 1 шт., акустическая система потолочная ФСЗ – 4 шт., микрофон АКGGN30 – 1 шт., усилитель Inter M – 1 шт., блок питания БП-95 – 1 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 <b>Аудитория 3120</b>	24 посадочных места Шкаф 90×42×199 – 3 шт., стол 140×80×72 -1 шт., стол 120×50×73 – 12 шт., стул ИСО – 26 шт., тумба -3 шт., стол-мойка двойной (глубина280) Durson 1450×600×850 3.1.09 – 1 шт., титровальная установка 1200×640×1830 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) 2000×1200 – 1 шт., плакат тематический – 9 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 <b>Аудитория 3212</b>	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 A4 Xerox 3210 – 1 шт., плакат тематический – 11 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3	108 посадочных мест Стол-кафедра – 1 шт., стол-парта (2-х местн.) со скамьей 120×50×73 - 16 шт., стол-парта (4-х местн.) со скамьей 240×50×73 - 17 шт., стол-парта (2-х местн.) б/скамьи 120×50×73 - 2 шт., стол-парта (4-х местн.) б/скамьи 240×50×73 – 2 шт., стул «ИСО»- 3 шт., стул жесткий - 8 шт., акустическая система потолочная - 4 шт., комплект микрофонный СК-31 – 2 шт., усилитель PA-935 – 1 шт., доска (мел)



<b>Аудитория 3216</b>	– 1 шт., плакат тематический – 20 шт.
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно- лабораторный корпус № 3 <b>аудитория 3221</b>	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., плакат тематический - 11 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.

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.

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: 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., балон 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., стула – 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. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., Учебный центр №1	307 посадочных мест; 74 посадочных места, оснащенные персональными компьютерами с доступом к сети Интернет; 149 единиц компьютерного оборудования; 42 единицы копировально-множительной техники	MARK-SQL, Ирбис

#### 8.5. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. 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)