

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
профессор В.Ю. Бажин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

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:	д.т.н., профессор Т.Н. Александрова

Рабочая программа дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» 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

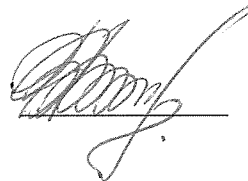


д.т.н., проф. Т.Н. Александрова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Обогащения полезных ископаемых» от «26» сентября 2019 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 «Обогащение полезных ископаемых» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	<i>13</i>	<i>«14» 06</i> .2020	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д033(44)-04/20 от 28.04.2020
2	<i>19</i>	<i>«15» 06</i> .2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021
3	<i>12</i>	<i>«17» 06</i> .2022	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д063(44)-04/22 от 28.04.2022

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» - формирование у аспирантов знаний в области проблемно-ориентированных исследований в области обогащения полезных ископаемых, подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению профессиональных задач, связанных с проблемами извлечения полезных компонентов из различных видов полезных ископаемых, формирование у аспирантов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественнонаучного мышления, овладение современными методами научных исследований в области обогащения полезных ископаемых.

Задачи дисциплины:

изучение современного состояния процессов обогащения полезных ископаемых в России и за рубежом, основных научно-технических проблем и тенденций в области повышения эффективности процессов обогащения полезных ископаемых и перспективных направлений в разработке новых обогатительных аппаратов.

овладение методами моделирования различных процессов обогащения полезных ископаемых.

формирование у аспирантов:

полных представлений о технологиях обогащения полезных ископаемых;

навыков научно-исследовательской деятельности в области обогащения полезных ископаемых;

навыков практического применения знаний в обогащения полезных ископаемых;

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

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на формирование следующей универсальной компетенции:

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).

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	<p>Выпускник знает: правила составления отчетов</p> <p>Умеет: самостоятельно составлять отчеты по результатам выполнения исследований</p> <p>Владеет навыками: самостоятельного составления отчетов по результатам выполнения исследований</p>	В соответствии с учебным планом
2	ПК-1	Способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов в области обогащения полезных ископаемых	<p>Выпускник знает: теоретические основы традиционных и новых методов обогащения полезных ископаемых</p> <p>Умеет: самостоятельно использовать теоретические основы традиционных и новых методов обогащения полезных ископаемых</p> <p>Владеет навыками: самостоятельного использования теоретических основ традиционных и новых методов обогащения полезных ископаемых</p>	В соответствии с учебным планом
3	ПК-2	Способность на основе анализа вещественного состава полезного ископаемого самостоятельно составлять план и проводить исследования, получать новые научные и прикладные результаты	<p>Выпускник знает: основные положения теории научного эксперимента</p> <p>Умеет: самостоятельно составлять план и проводить исследования, получать новые научные и прикладные результаты</p> <p>Владеет навыками: самостоятельного проведения исследований</p>	В соответствии с учебным планом
4	ПК-3	Способность разрабатывать технологию обогащения	Выпускник знает: технологию обогащения основных видов полезных	В соответствии с учебным планом

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
		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	ископаемых на основе теоретических знаний в области обогащения полезных ископаемых и информации, полученной в ходе самостоятельных исследований, составлять и защищать отчеты по проделанной работе Умеет: применять технологию обогащения основных видов полезных ископаемых Владеет навыками: выбора технологии обогащения основных 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	Выпускник знает: основные программные продукты общего и специального назначения Умеет: пользоваться основными программными продуктами общего и специального назначения Владеет навыками: использования основными программными продуктами общего и специального назначения	В соответствии с учебным планом

*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

Дисциплина включает в себя 4 раздела, содержание которых направлено на рассмотрение теоретических и практических основ в области обогащения полезных ископаемых.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 108 часов, 3 зачётных единицы. Дисциплина изучается в 5 семестре по очной форме обучения. Форма контроля для очной формы обучения: экзамен в 5 семестре.

4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	40	40
Лекции	20	20
Практические занятия	20	20
Экзамен	36	36
Самостоятельная работа (всего)	32	32
Вид промежуточной аттестации (экзамен - Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	108
	зач. ед.	3

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Аудиторные занятия (всего ак. часов)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа аспиранта
1.	Введение	7	3	4		4
2.	Подготовительные операции	8	4	4		4
3.	Основные обогатительные операции	21	9	12		18
4.	Вспомогательные операции	4	4			6
	Итого:	40	20	20		32

4.3. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение	Полезные ископаемые и их исключительная роль в сфере материального производства. Виды полезных ископаемых. Твердые, жидкие и газообразные полезные ископаемые. Основные понятия об обогащении полезных ископаемых. Основные методы обогащения полезных ископаемых	3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2.	Подготовительные операции	Дробление и измельчение. Дробилки. Виды дробилок. Назначение процесса измельчения. Основные виды мельниц. Мельницы-мешалки. Вертикальные, башенные мельницы. Струйные мельницы. Мельницы ISA-mill.	4
3.	Основные обогатительные операции	Гравитационное обогащение. Определение метода. Область применения. Теоретические основы гравитационного обогащения. Виды гравитационных процессов. Отсадка. Обогащение в тяжелых средах. Обогащение в потоках, текущих по наклонным поверхностям. Центробежная концентрация. Схемы гравитационного обогащения. Флотационное обогащение. Определение процесса. Теоретические основы флотационного обогащения. Флотационные реагенты. Флотационные машины. Схемы флотационного обогащения руд цветных металлов. Схемы флотационного обогащения горно-химического сырья. Магнитное обогащение. Область применения метода. Теоретические основы. Основные типы магнитных сепараторов. Схемы магнитного обогащения. Электрические методы обогащения. Область применения метода Электрические сепараторы. Специальные методы обогащения. Комбинированные методы обогащения.	9
4.	Вспомогательные операции	Виды вспомогательных процессов. Обезвоживание. Пылеулавливание. Очистка сточных вод. Окускование полезных ископаемых. Виды окускования.	4

4.3.1 Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Определение технологических показателей обогащения	4
2	Расчет схем дробления Расчет схем измельчения	4
3	Расчет конечной скорости свободного падения тел в гравитационном поле Расчет коэффициента равнопадаемости Расчет конечной скорости стесненного падения Расчет параметров суспензии Расчет схем гравитационного обогащения Расчет схем флотационного обогащения	12
	Итого по дисциплине:	20

5. Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины

При изучении дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» 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. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение

1. Какие известны виды полезных ископаемых?
2. Для чего используют полезные ископаемые?
3. Что такое обогащение полезных ископаемых?
4. Для чего нужно обогащение полезных ископаемых?
5. Перечислите основные методы обогащения твердых полезных ископаемых.
6. Для чего нужны подготовительные операции?
7. Для чего нужны основные обогатительные операции?
8. Для чего служат вспомогательные операции?
9. Какие продукты получают в ходе обогащения полезных ископаемых?
10. Что такое концентрат?
11. Что такое технологические показатели обогащения?

Раздел 2. Подготовительные операции

1. Что такое дробление?
2. Что такое степень дробления?
3. Чем дробление отличается от измельчения?
4. Какие основные виды дробилок используются в практике обогащения полезных ископаемых?
5. В чем преимущества щековых дробилок перед конусными?
6. В чем преимущества конусных дробилок по сравнению со щековыми?

7. Какая примерно степень дробления у щековых дробилок для крупного дробления?
8. Что такое измельчение?
9. Какие виды мельниц обычно используют на обогатительной фабрикe?
10. Что такое мельница самоизмельчения?
11. Что такое мельница полусамоизмельчения?

Раздел 3. Основные обогатительные операции

1. Что такое гравитационное обогащение. В чем преимущества и недостатки гравитационного обогащения?
2. Для каких полезных ископаемых используют гравитационное обогащение?
3. Какие гравитационные процессы Вы знаете?
4. Что такое отсадка?
5. Опишите принцип действия основных видов отсадочных машин.
6. Что такое обогащение в тяжелых средах?
7. Какие виды тяжелосредных сепараторов Вы знаете?
8. Опишите принцип действия основных видов тяжелосредных сепараторов.
9. Опишите типовую схему обогащения в тяжелых суспензиях.
10. Какие процессы обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям Вы знаете.
11. Опишите принцип действия концентрационного стола. Область его применения. Преимущества и недостатки.
12. Опишите принцип действия винтового сепаратора. В чем его отличие от других аппаратов для обогащения в потоках, текущих по наклонным поверхностям?
13. Опишите принцип действия безнапорного центробежного концентратора.
14. В чем преимущества и недостатки флотационного обогащения?
15. Для каких полезных ископаемых используют флотационное обогащение?
16. Какие флотационные реагенты Вы знаете?
17. Какие виды флотационных машин Вы знаете?
18. Опишите принцип действия пневмомеханических флотационных машин.
19. Что такое магнитное обогащение?
20. Для каких полезных ископаемых используют магнитное обогащение?
21. Какие сильномагнитные минералы Вы знаете?
22. Какие виды магнитных сепараторов Вы знаете?
23. Опишите принцип действия основных видов магнитных сепараторов.
24. Опишите принцип электрической сепарации?
25. Назовите основные способы зарядки частиц?
26. Опишите принцип действия основных видов электрических сепараторов.
27. Какие специальные методы обогащения Вы знаете?
28. Что такое радиометрическое обогащение?
29. Что такое комбинированные методы обогащения?
30. Приведите примеры комбинированных методов обогащения.
31. Что такое выщелачивание?
32. Какие известны виды выщелачивания?

Раздел 4. Вспомогательные операции

1. Назовите вспомогательные процессы обогащения.
2. Для чего нужно обезвоживание?
3. Назовите основные обезвоживающие аппараты.
4. Опишите принцип действия пресс-фильтра.
5. Для чего нужно пылеулавливание на обогатительной фабрике?
6. Опишите принцип действия основных видов пылеуловительных аппаратов.
7. Что такое хвостохранилище?
8. Что такое окускование сырья?
9. Назовите основные способы окускования.

10. Что такое брикетирование сырья?
11. Что такое окомкование сырья?
12. Что такое агломерация сырья?
13. Как обычно окисковывают железорудное сырье.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1 Цель и основные задачи экзамена по дисциплине

Экзамен имеет целью проверить знание и понимание обучающимися материала дисциплины.

Индексы контролируемых компетенции - ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

Экзамен проводится путем устного собеседования с обучающимся по материалам дисциплины с выставлением оценок.

6.2.2. Примеры билетов для экзамена

Билет 1

1. Основные методы обогащения полезных ископаемых.
2. Гравитационное обогащение. Определение метода. Область применения.
3. Барабанный коронно-электростатический сепаратор. Конструкция. Область применения.

Билет 2.

1. Дробление. Назначение процесса. Виды дробилок.
2. Центробежная концентрация. Виды центробежных концентраторов.
3. Брикетирование полезных ископаемых. Применяемые аппараты.

Билет 3.

1. Вирошековые дробилки. Конструкция. Область применения.
2. Самоизмельчение. Виды самоизмельчения. Мельницы самоизмельчения.
3. Инерционные и самобалансные грохоты. Конструкция область применения.

Билет 4.

1. Виды магнитных сепараторов и принцип их работы.
2. Отсадка. Основные виды отсадочных машин.
3. Механическая флотационная машина. Конструкции.

Билет 5.

1. Концентрация на столах. Область применения. Конструкции концентрационных столов.
2. Флотационные реагенты собиратели. Классификация.
3. Высокоградиентные магнитные сепараторы. Конструкции. Область применения.

Билет 6.

1. Выщелачивание сырья. Определение процесса. Область применения.
2. Пневмомеханическая флотационная машина. Конструкции. Область применения.
3. Рентгенолюминесцентный сепаратор. Конструкции. Область применения.

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. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74374>. — Загл. с экрана.

2. Абрамов, А.А. Собрание сочинений: Т. 7: Флотация. Реагенты-собиратели: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2012. — 656 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66421>. — Загл. с экрана.

3. 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. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74367>. — Загл. с экрана.

4. 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_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>

5. Е.Е. Андреев, О.Н. Тихонов Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебник. - СПб.: [Б. и.], 2007. - 439 с. (Печатный экземпляр).

6. Верхотуров М.В. Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс]: учебник для вузов - М.: МАКС Пресс, 2006. – 352 с. Кармазин В.И., Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. 2005 г., 669 стр. (Печатный экземпляр).

7. Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учеб. / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2005. — 669 с. <https://e.lanbook.com/book/3302>

8. Кобзев, А.С. Радиометрическое обогащение минерального сырья [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2015. — 125 с. <https://e.lanbook.com/book/72610>.

9. Кравец Б.Н. Специальные и комбинированные методы обогащения: Учеб. Для вузов. – М.: Недра, 1986. – 304 с. (Печатный экземпляр).

10. 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>.

Дополнительная:

11. 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. <https://e.lanbook.com/book/3267>.

12. 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. <https://e.lanbook.com/book/3268>.

13. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 366 с. (Печатный экземпляр).

14. Справочник по обогащению руд. Основные процессы. /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 381 с. (Печатный экземпляр).

15. Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1983. 376 с. (Печатный экземпляр).

16. Справочник по обогащению руд. Обогащительные фабрики / Гл. ред. О.С. Богданов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1984. - 358 с.

17. Федотов, К.В. Проектирование обогатительных фабрик: учеб. / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2014. — 536 с. (Печатный экземпляр).

18. Обогащение полезных ископаемых [Текст]: метод. указания к практ. занятиям для студентов спец. 130400 специализации «Обогащение полезных ископаемых» / сост. В. В.

Львов. - СПб.: Горн. ун-т, 2014. - 82, [3] с.: рис., табл. - Б. ц.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088796%2F%D0%9E%2D21%2D396885976<.>

7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

1. 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_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>

2. 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>

3. Обогащение полезных ископаемых [Текст]: метод. указания к практ. занятиям для студентов спец. 130400 специализации «Обогащение полезных ископаемых» / сост. В. В. Львов. - СПб.: Горн. ун-т, 2014. - 82, [3] с.: рис., табл. - Б. ц.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_statistic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088796%2F%D0%9E%2D21%2D396885976<.>

7.3. Ресурсы сети Интернет

- Сайт Российской государственной библиотеки: <http://www.rsl.ru>.
- Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России: <http://www.gpntb.ru>.
- Каталог образовательных Интернет-ресурсов: <http://www.edu.ru/modules.php>.
- 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>.

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

- Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс: <http://www.consultant.ru>.
- Электронно-периодический справочник «Система Гарант»: <http://www.garant.ru>.
- ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре»: <http://www.informio.ru>.

8. Материально-техническое обеспечение

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя технические средства обучения, служащие для представления информации (мультимедийные проекторы и т.д.). Имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, 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.

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

1. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3 Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3. Аудитория 3120: 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.

2. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3. Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3. Аудитория 3125: 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 Лагох – 1 шт., Лабораторная установка бегущего магнитного поля – 1 шт., Шлюз прямоточный – 1 шт., Мельница Етах – 1 шт., Гидравлический ручной пресс РР25 – 1 шт., Плакаты тематические – 8 шт., Жалюзи – 3 шт.

3. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3. Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3. Аудитория 3121: 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-VAT1000 (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.

4. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3. Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3. Аудитория 3122: 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 xll – 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., Ионномер 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 T23 – 1 шт., Плакаты тематические – 2 шт.

5. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3. Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3. Аудитория 3123: 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.

6. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, литера 3. Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус № 3. Аудитория 3124: 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 Sonogex RK1028С – 1 шт., Ультразвуковая ванна, Sonogex 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 (Учебный центр №1): 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 (Учебный центр №2): 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 (Инженерный корпус): 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» 1800ммx1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения (Учебный центр №1):

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.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения (Учебный центр №2):

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.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения (Инженерный корпус):

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 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.

8.4. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1165 Читальный зал	Аппарат Xerox W.Centre 5230 - 1 шт.; Сканер K.Filem - 1 шт.; Копир. аппарат - 1 шт.; Кресло - 521AF-1 шт.; Монитор ЖК HP22 - 1 шт.; Монитор ЖК S.17 - 11 шт.; Принтер HP L/Jet - 1 шт.; Системный блок HP6000 Pro - 1 шт.; Системный блок Ramec S. E4300 - 10 шт.; Сканер Epson V350 - 5 шт.; Сканер Epson 3490 - 5 шт.; Стол 160*80*72 - 1 шт.; Стул 525 BFH030 - 12 шт.; Шкаф каталожн. - 20 шт.; Стул «Кодоба» - 22 шт.; Стол 80*55*72-10 шт.	MARK-SQL, Ирбис
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1171 Читальный зал	Книжный шкаф 1000*3300*400 - 17 шт.; Стол, 400*180 Титаник «Pico» - 1 шт.; Стол письменный с тумбой - 37 шт.; Кресло «Cannes» черное - 42 шт.; Кресло (кремовое) - 37 шт.; Телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT - 1 шт.; Монитор Benq 24 - 18 шт.; Цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт.; Пульт для презентаций R700 - 1 шт.; Моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт.; Сканер Xerox 7600 - 4шт.	
Санкт-Петербург, В.О., Малый пр., д.83, Инженерный корпус, Ауд. № 327-329 Читальные залы	Компьют. кресло 7875 A2S - 35 шт.; Стол компьют. - 11 шт.; Моноблок Lenovo 20 HD - 16 шт.; Доска настенная белая - 1 шт.; Монитор ЖК Philips - 1 шт.; Монитор HP L1530 15tft - 1 шт.; Сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт.; Системный блок HP6000 - 2 шт.; Стеллаж открытый - 18 шт; Микрофон Д-880 с 071с.ч. - 2 шт.; Книжный шкаф - 15 шт.; Парта - 36 шт.; Стул - 40 шт.	