

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



Утверждаю  
Директор ИПКОН РАН,  
проф., д. т. н.  
В.Н. Захаров  
11 марта 2015 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация технологических процессов и схем

Отрасль науки: 25.00.00 – Науки о земле

Специальность: 25.00.13 – «Обогащение полезных ископаемых»

Наименование степени/квалификации – кандидат технических наук

МОСКВА 2015

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена на основе федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования, утвержденных 16 марта 2011 года (приказ Минобрнауки РФ №1365), паспорта и программы кандидатского экзамена по научной специальности 25.00.13-Обогащение полезных ископаемых

Программу составили:

Шадрунова Ирина Владимировна, доктор технических наук, профессор, ученый секретарь ИПКОН РАН;

Чекушина Татьяна Владимировна, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаб. 1 отдела №4

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на Ученом совете ИПКОН РАН 11.03.2015 г. (Протокол №4/15)

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование и оптимизация обогатительных процессов и схем» являются:

- получение знаний о закономерностях и эффективности подготовки и разделения сырья на минеральные составляющие;
- ознакомление с основными типами расчета массопереноса;
- получение навыков моделирования обогатительных процессов и схем.

Для достижения поставленных целей в дисциплине «Моделирование и оптимизация обогатительных процессов и схем» решаются задачи по изучению:

- расчёта раскрытия минеральных фаз;
- оценки функций фракционного состава;
- определения и оценки параметров сепарационных характеристик обогатительных аппаратов и схем;
- оптимизацию схем разделения;
- оценки эффективности и оптимизации разделения.

Аспирант должен иметь представление:

- ✓ о методах математического моделирования;
- ✓ о моделях обогатительных процессов и аппаратов;
- ✓ о моделировании технологических схем обогащения;
- ✓ о фракционных характеристиках минерального сырья;
- ✓ о способах прогноза показателей и оценки эффективности разделения;
- ✓ о закономерностях и механизмах разделения в обогатительных процессах;
- ✓ о сепарационных характеристиках аппаратов и схем.

Аспирант должен знать:

- методы фракционирования сырья;
- методы прогноза технологических показателей разделения;
- методы получения сепарационных характеристик;
- принципы составления блок-схем алгоритмов;
- методы расчета технологических показателей;
- методы расчета, синтеза и оптимизации схем;
- методы расчёта фракционного состава продуктов разделения.

Аспирант должен иметь навыки:

- составления уравнений массопереноса
- расчёта показателей раскрытия и обогатимости сырья;
- экспериментального получения и расчёта сепарационных характеристик обогатительных аппаратов и схем;
- составления блок-схем алгоритмических моделей;
- моделирования с использованием метода статистических испытаний;
- синтеза и оптимизации схемы по данным многомерного анализа;
- расчета схем итерационным методом и методом структурных преобразований;
- расчёта степени воздействия факторов на суммарную эффективность разделения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Раздел дисциплины	Курс	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)*			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		лекции	практ. занятия	самост. работа	
<b>1. Введение.</b> Механизм разделения при различных сепарационных процессах. Прямые физико-механические процессы. Классификация действующих сил. Уравнения движения частиц в различных полях и средах. Динамика движения. Стеснённые условия. Динамика массопереноса.	2	2		12	УО
<b>2. Составление уравнений массопереноса.</b> Материальный состав рабочего пространства обогатительного аппарата, учет среды и содержания компонентов в материале, движение частиц, законы сохранения.	2	2	2	12	УО Пр.пр
<b>3. Автоматизация технологических процессов.</b> Моделирование, контроль, автоматизация технологических процессов обогащения, их оптимизация.	2	2		8	УО
<b>4. Управления технологическими процессами.</b> Организация технологического обслуживания, управления технологическими процессами, размещения, функционирования обогатительных процессов и производств	2	1	4	12	УО Пр.пр
<b>5. Методы оптимизации проектных решений обогатительных фабрик.</b> Размещения, функционирования обогатительных процессов и производств. Моделирование обогатительных процессов и схем на ЭВМ.	2	1	2	12	Письменный экспресс опрос
<b>Зачет</b>					Комб. опр.
<b>Итого:</b>		8	8	56	

УО – устный опрос; Комб. опр. – комбинированный опрос; Пр.пр.- практическая проверка

### Перечень тем практических занятий (18 ч)

1. Закономерности раскрытия (2ч).
2. Сепарационная характеристика аппарата (2ч).
3. Построение и использование кривых контрастности и обогатимости (4ч).

### 3. Образовательные технологии

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается

- использование электронного демонстрационного материала, лабораторного оборудования и установок по темам, требующим иллюстрации механизмов разделения минералов, работы установок.
- использование программы «Excel» для математического моделирования и расчета процессов и схем;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос и т.д.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы	Порядок выполнения и контроля	Кол-во часов сам. работы	Учебно - методическое обеспечение
1	Теоретические основы разделения.	Подготовка к лекционным занятиям	Работа с литературой. УО	12	[1-14]
2	Составление уравнений массопереноса	Подготовка к лекционным занятиям	Работа с литературой. УО	4	[5,7]
		Подготовка к практическим занятиям	Защита практической работы	8	[2,4]
3	Автоматизация технологических процессов	Подготовка к лекционным занятиям	Работа с литературой. УО	8	[6-11]
4	Управления технологическими процессами	Подготовка к лекционным занятиям	Работа с литературой. УО	4	[2,9-14]
		Подготовка к практическим занятиям	Защита практической работы	8	[5]
5	Методы оптимизации проектных решений обогатительных фабрик	Подготовка к лекционным занятиям	Работа с литературой. УО	4	[8,9]
		Подготовка к практическим занятиям	Защита практической работы	8	[2,4]
	Зачет	Подготовка к зачету	Работа с конспектом, основной и дополнительной литературой. Комб. опр.		[1-13]

#### Вопросы к зачету:

1. Методы моделирования аппаратов и схем обогащения, использующих функции распределения твердого и ценного компонента по фракциям для

- описания вещественного состава руд и продуктов обогащения.
2. Методы экспериментального определения функций для процессов обогащения
  3. Сепарационные характеристики идеального и реального сепараторов. Перестройка и улучшение сепарационной характеристики.
  4. Основные уравнения массопереноса, методы их решения.
  5. Синтез и оптимизация схемы по данным многомерного анализа.
  6. Расчет схем итерационным методом и методом структурных преобразований.
  7. Расчёт степени воздействия факторов на суммарную эффективность разделения.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература**

1. Шохин В.Н., Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения. Учебник для вузов— М.: Недра, 1993.- с. 478с.
2. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник: в 2-х томах. Т.1.Обогатительные процессы.- М. "Горная книга", 2008 .- 414с.
3. Козин В.З., Тихонов О.Н. Опробование, контроль и автоматизация обогатительных процессов :учеб. для вузов по спец. "Обогащение полез. ископаемых" - М. : Недра, 1990. - 342 с. : а-ил

### **б) Дополнительная литература**

4. Кармазин В.И., Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых, том 1, М.: Недра, 2005
5. Тихонов О.Н. Закономерность эффективного разделения минералов в процессах обогащения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984.- 208 с..
6. Тихонов О.Н. Введение в динамику массопереноса процессов обогатительной технологии.- Л.: Недра, Ленинградское отделение, 1973.- 239с.
7. Цыпин Е.Ф. Предварительная концентрация руд: Учебное пособие. – Свердловск: СГИ, 1991.-80с.
8. Цыпин Е.Ф., Морозов Ю.П., Козин В.З. Моделирование обогатительных процессов и схем.- Екатеринбург: Издательство Уральского Университета, 1996.-368с.
9. Козин В.З. Исследование руд на обогатимость. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2008.- 379 с.

10. Белькова О. Н. Моделирование обогатительных процессов и схем ( типовые задачи и примеры их решения) : учеб. пособие / О. Н. Белькова. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2001.
11. Козин В. З., Троп А. Е., Комаров А. Я. Автоматизация производственных процессов на обогатительных фабриках : учебник для вузов по спец. "Обогащение полез. ископаемых" - М. : Недра, 1980. - 333 с.
12. Журналы «Обогащение руд», «Уголь», «Горный журнал».

#### **в) Программное обеспечение и Интернет – ресурсы**

13. Лагов Б.С., Лагов П.Б. Радиометрическая сортировка и сепарация твердых полезных ископаемых: Учебное пособие. – М.: МИСиС, 2007. – 155 с. Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система. [e.lanbook.com](http://e.lanbook.com)
14. Журнал "Обогащение руд" <http://rudmet.ru/products/?sid=51>

#### **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

1. Оборудование: Магнитные сепараторы, флотационные машины, концентрационный стол, винтовой сепаратор, сепаратор Нельсона.
2. Комплект мультимедийного оборудования.