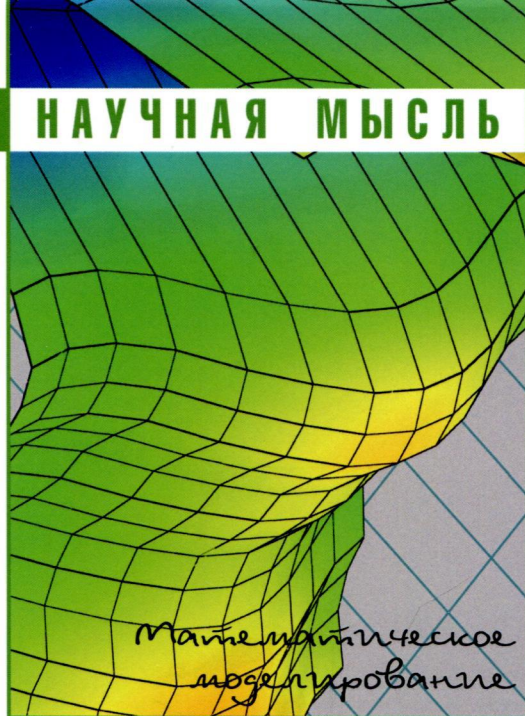


НАУЧНАЯ МЫСЛЬ



*Математическое  
моделирование*

*Н.В. Васильева*

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ  
В УПРАВЛЕНИИ  
ПРОИЗВОДСТВОМ МЕДИ**

*идеи, методы, примеры*



**НАУЧНАЯ МЫСЛЬ**

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

**Н.В. ВАСИЛЬЕВА**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
МОДЕЛИ  
В УПРАВЛЕНИИ  
ПРОИЗВОДСТВОМ  
МЕДИ**

**ИДЕИ, МЕТОДЫ, ПРИМЕРЫ**

МОНОГРАФИЯ

**Электронно-  
Библиотечная**

**znanium.com**

Москва  
ИНФРА-М  
2020

**УДК [519.87+669](075.4)**

**ББК 22.18:34.3**

**В19**

**Васильева Н.В.**

**В19** Математические модели в управлении производством меди: идеи, методы, примеры : монография / Н.В. Васильева. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 194 с. — (Научная мысль). — DOI 10.12737/1014071.

ISBN 978-5-16-014986-8 (print)

ISBN 978-5-16-107482-4 (online)

Изложено современное состояние вопросов моделирования металлургических процессов, рассмотрены типовые математические модели, применяющиеся при описании процессов медного производства, и их классификация. Изложена система методов и моделей в области математического моделирования технологических процессов, включающая в себя балансовые, статистические, оптимизационные модели, модели прогнозирования и интеллектуальные модели. Для конкретных технологических процессов разработаны: балансовая модель пирометаллургического цикла получения меди, полиномиальная модель прогноза состава штейна на основе проведения пассивного эксперимента, интеллектуальная модель количественной оценки содержания меди в штейне на основе нечеткой логики.

Представляет интерес для студентов, аспирантов, преподавателей технических вузов, инженерно-технических и научных работников, применяющих математические методы при обработке данных лабораторных и производственных экспериментов.

УДК [519.87+669](075.4)

ББК 22.18:34.3

ISBN 978-5-16-014986-8 (print)

ISBN 978-5-16-107482-4 (online)

© Васильева Н.В., 2020

# Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
-----------------------	----------

<b>Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....</b>	<b>5</b>
--	----------

1.1. Характеристика медного производства .....	5
1.2. Сравнительная характеристика вариантов реализации плавки на штейн сульфидных медных и медно-никелевых материалов .....	9
1.3. Физико-химические основы плавки шихты в печи Ванюкова .....	22
1.4. Основные виды неопределенности, неточности, нечеткости и нехватки информации, присущие процессу Ванюкова .....	27
1.5. Моделирование и управление процессом плавки медно-никелевого сульфидного сырья .....	30
1.6. Выводы по главе 1 .....	36

<b>Глава 2. РАЗРАБОТКА БАЛАНСОВОЙ МОДЕЛИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ПОЛУЧЕНИЯ МЕДИ .....</b>	<b>38</b>
--	-----------

2.1. Вещественный состав материальных потоков плавки на штейн .....	39
2.2. Вещественный состав материальных потоков конвертирования медного штейна .....	45
2.3. Вещественный состав материальных потоков огневого рафинирования.....	53
2.4. Математическая модель расчета материального баланса комплексной переработки медно-никелевого сырья .....	58
2.5. Расчет материального баланса переработки медно-никелевого сырья.....	64
2.6. Выводы по главе 2 .....	73

<b>Глава 3. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ .....</b>	<b>75</b>
--	-----------

3.1. Характеристика исходных данных оперативного контроля .....	75
3.2. Корреляционный и регрессионный анализ производственных данных .....	77
3.3. Частотные и вероятностные методы описания процессов.....	92
3.4. Применение методов математической статистики к оценке качества управления процессом Ванюкова .....	109
3.5. Выводы по главе 3 .....	120

<b>Глава 4. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ .....</b>	<b>122</b>
--	------------

4.1. Основы теории планирования экспериментов .....	124
4.2. Нахождение аппроксимирующей зависимости .....	130
4.3. Проведение числового эксперимента .....	135
4.4. Выводы по главе 4 .....	139

<b>Глава 5. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ К РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ В ШТЕЙНЕ .....</b>	<b>142</b>
5.1. Методика формирования обучающей и тестовой выборок.....	143
5.2. Применение нечеткой кластеризации данных к построению функций принадлежности.....	155
5.3. Разработка модели количественной оценки содержания меди в штейне.....	162
5.4. Проверка адекватности модели количественной оценки содержания меди в штейне .....	170
5.5. Выводы по главе 5.....	175
<b>Заключение.....</b>	<b>177</b>
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>179</b>