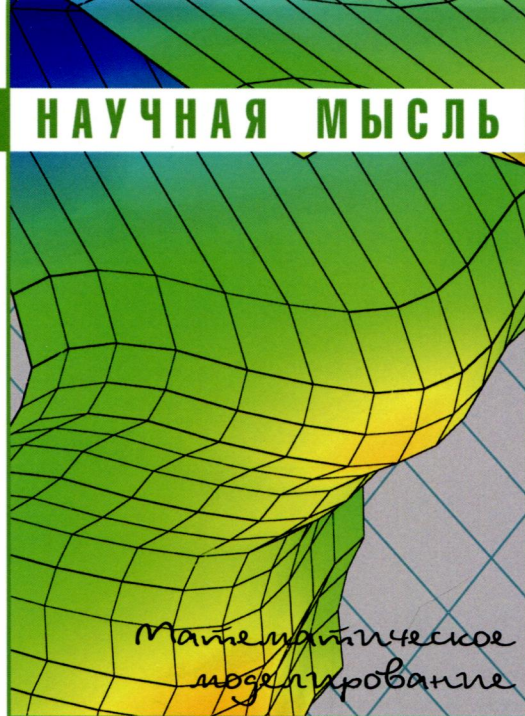


НАУЧНАЯ МЫСЛЬ



*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

| | |
|-----------------------|----------|
| Введение | 3 |
|-----------------------|----------|

| | |
|--|----------|
| Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ..... | 5 |
|--|----------|

| | |
|--|----|
| 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 |

| | |
|--|-----------|
| Глава 2. РАЗРАБОТКА БАЛАНСОВОЙ МОДЕЛИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ПОЛУЧЕНИЯ МЕДИ | 38 |
|--|-----------|

| | |
|--|----|
| 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 |

| | |
|--|-----------|
| Глава 3. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ | 75 |
|--|-----------|

| | |
|--|-----|
| 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 |

| | |
|--|------------|
| Глава 4. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ | 122 |
|--|------------|

| | |
|---|-----|
| 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 |

| | |
|---|------------|
| Глава 5. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ К РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ В ШТЕЙНЕ | 142 |
| 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 |
| Заключение..... | 177 |
| Список использованной литературы | 179 |