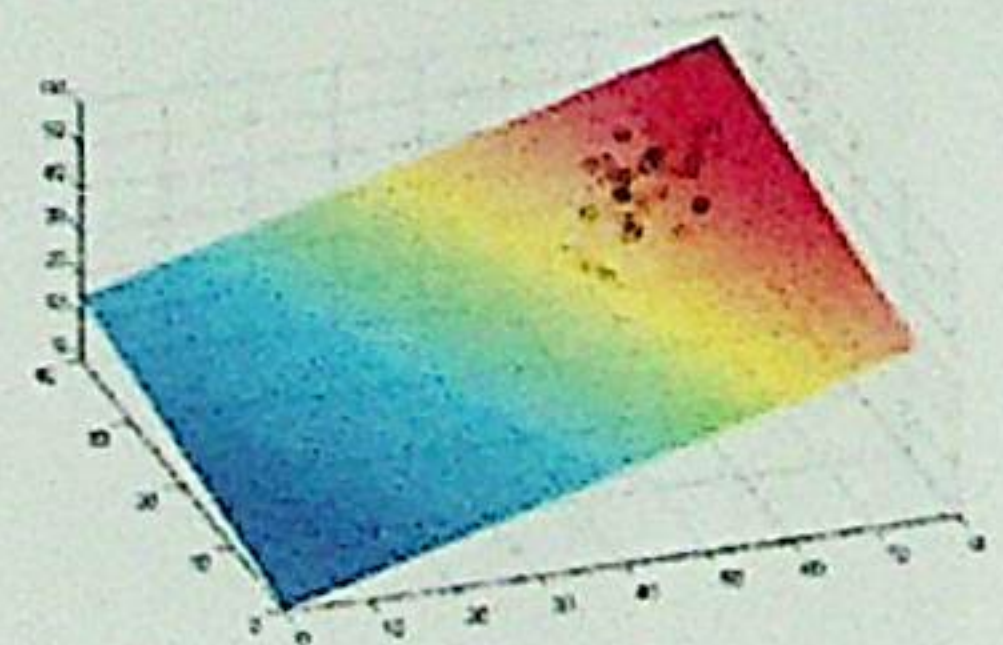
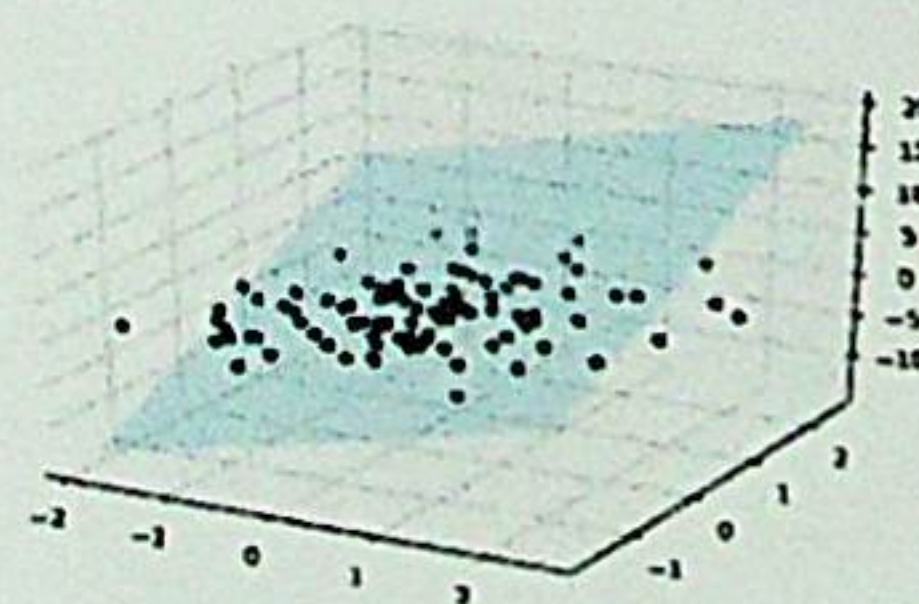
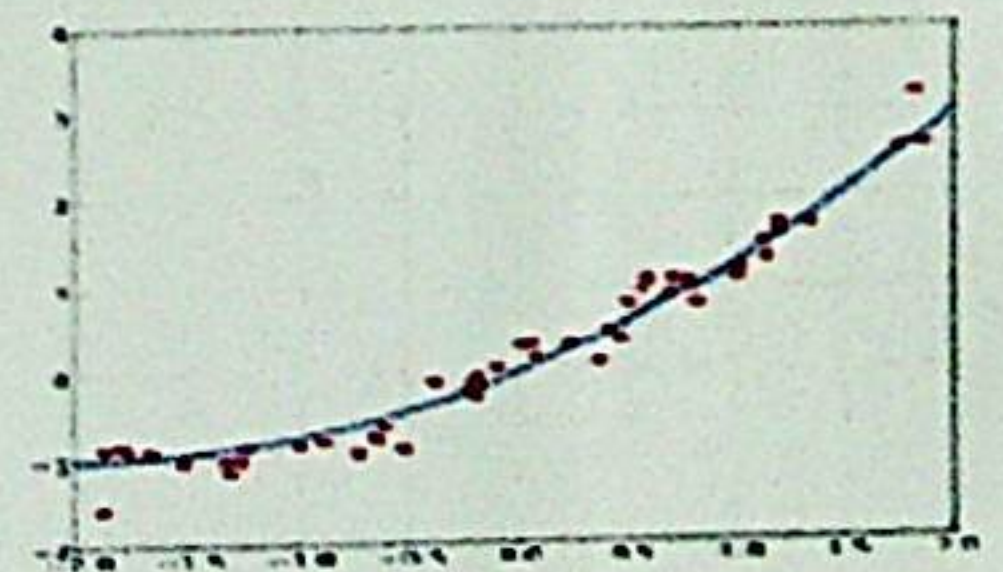
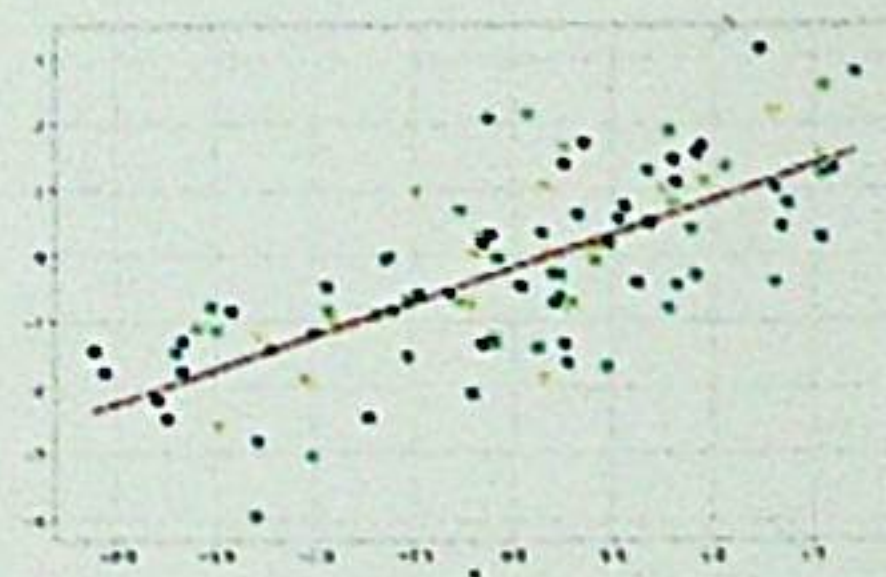
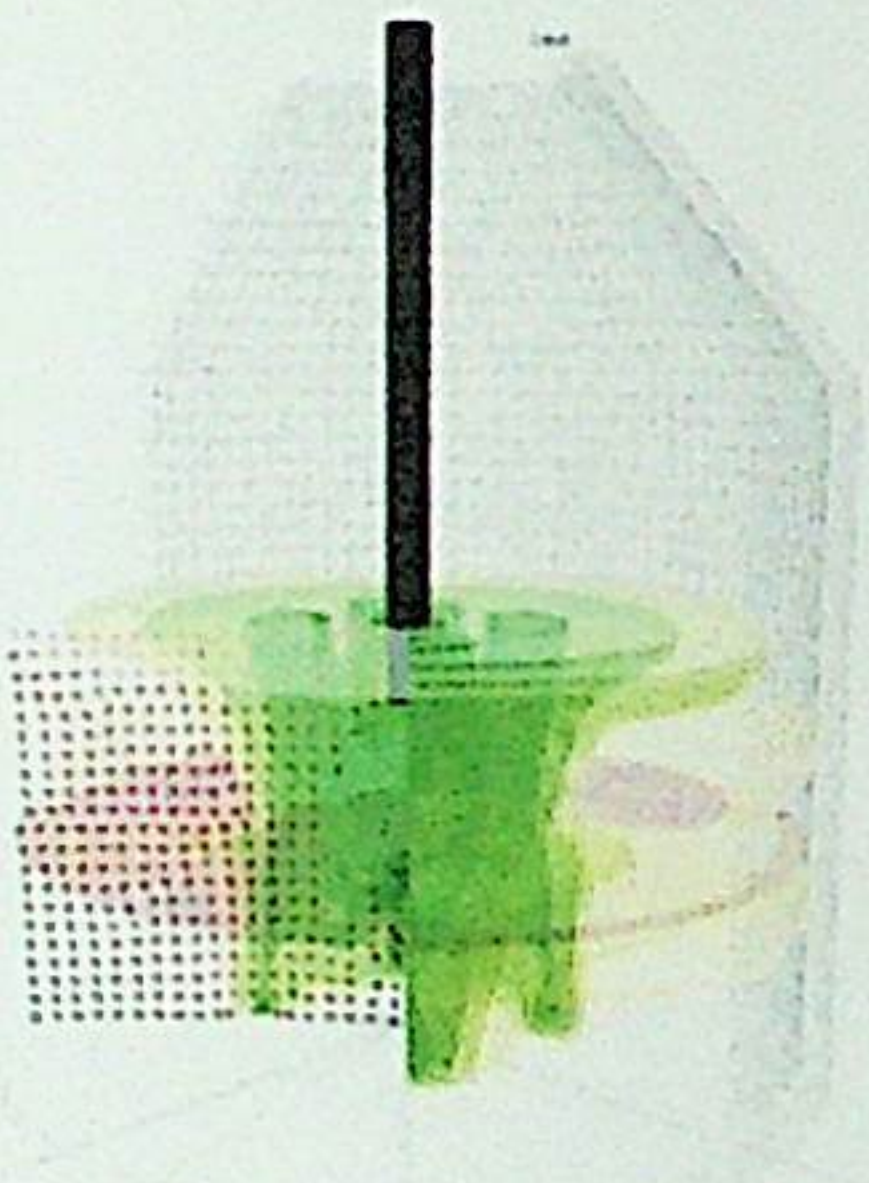
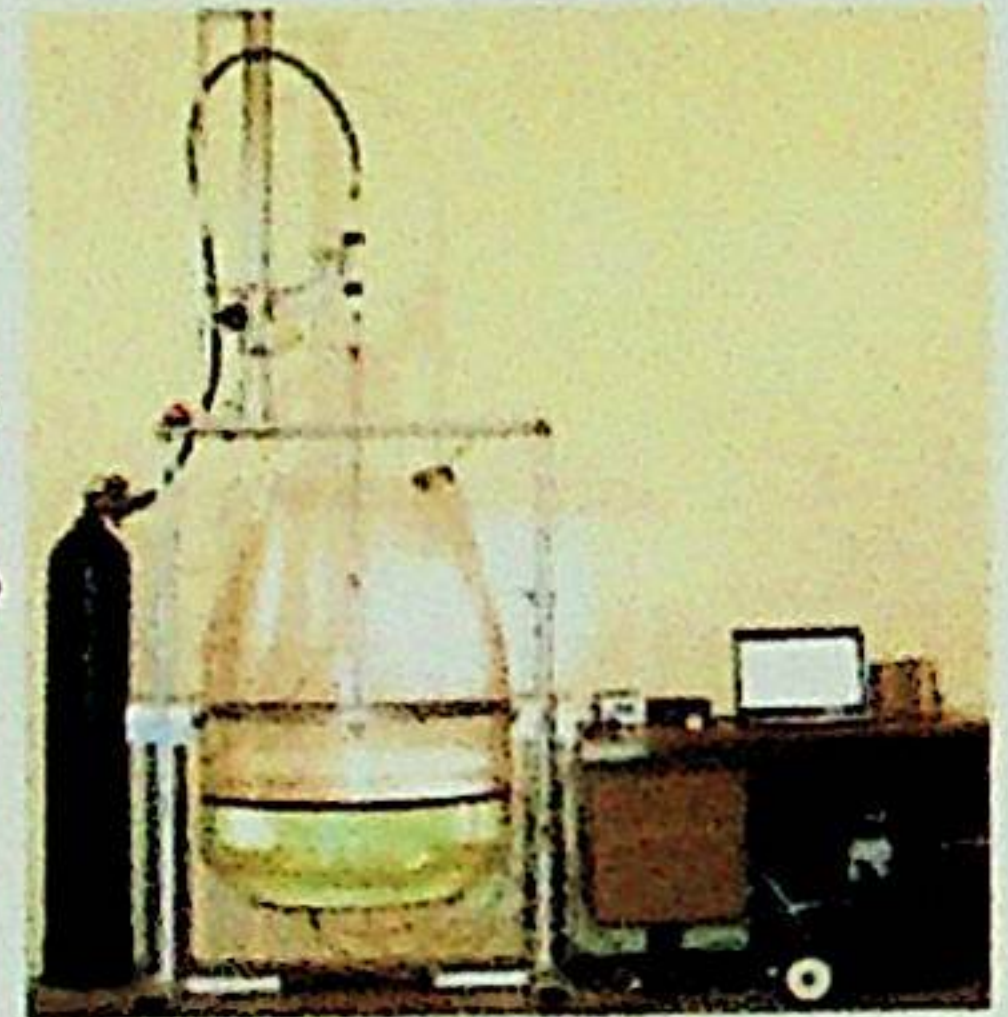


1571475

С. П. Пантейков

# МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В МЕТАЛУРГІЇ





У навчальному посібнику «Моделювання технологічних та фізичних процесів в металургії» розглянуті основи теорії (основні поняття, визначення і положення фізичного і математичного моделювання, вимоги до моделей) і технології (алгоритм і побудова моделей) моделювання, розглянуті основні поняття і визначення планування експерименту, регресійні моделі з однією і декількома входними змінними, інтерпретація результатів регресійного аналізу і рішення задач оптимізації, вирішені практичні задачі знаходження критеріїв подібності процесів та побудови лінійної регресійної моделі з однією входною змінною, наведені умови подібності для «гарячого» моделювання продувки конвертерної ванни, «холодного» моделювання її гідродинаміки та ошлаковування футерівки конвертера при різних способах подачі дуття до агрегату.

Мета посібника: надати здобувачам вищої освіти теоретичну, практичну і методичну допомогу щодо отримання і поглиблення знань в області фізичного і математичного моделювання, регресійного аналізу та побудови різних моделей з метою вирішення складних дослідницьких і інших завдань, їх прогнозування і оптимізації, формування у здобувачів навичок і вміння, що необхідні для самостійного вивчення літератури.

Для здобувачів вищої освіти спеціальності 136 «Металургія» та інших.



## З М І С Т

	стор.
<b>В С Т У П</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ I. ОСНОВИ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ</b> .....	7
<b>Тема 1. МОДЕЛІ. МОДЕЛЮВАННЯ</b> .....	7
1.1. Основні поняття і визначення.....	7
1.2. Мета і принципи моделювання.....	10
1.3. Аксиоми теорії моделювання.....	11
1.4. Види моделей і моделювання.....	13
1.5. Функції моделей.....	21
1.6. Фактори, що впливають на модель об'єкта.....	22
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	29
<b>Тема 2. ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ</b> .....	30
2.1. Основні положення.....	30
2.2. Стислі відомості з теорії подібності.....	34
2.3. Критерії подібності гідрогазодинамічних, теплових і масообмінних процесів.....	39
2.4. Поняття про автомодельність.....	46
2.5. Метод аналізу розмірностей.....	49
2.6. Основні етапи фізичного моделювання.....	52
2.7. Переваги і недоліки фізичного моделювання.....	54
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	56
<b>Тема 3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ</b> .....	57
3.1. Основні поняття і визначення.....	57
3.2. Вимоги до математичної моделі.....	59
3.3. Структура математичної моделі.....	60
3.4. Класифікація математичних моделей.....	61
3.5. Цілі математичного моделювання для технічних об'єктів і технологічних процесів.....	64
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	65



Тема 4. АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ.....	66
4.1. Технології моделювання.....	66
4.2. Алгоритм побудови аналітичної моделі.....	67
4.3. Алгоритм побудови емпіричної моделі.....	68
4.4. Стисла характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних і емпіричних моделей.....	68
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>76</i>
<b>РОЗДІЛ 2. ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ.....</b>	<b>77</b>
Тема 5. ПЛАНУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ.....	77
5.1. Основні поняття і визначення.....	77
5.2. Планування експерименту.....	82
5.2.1. Вибір рівнів факторів.....	82
5.2.2. Повний і дробовий факторні експерименти.....	84
5.3. Проведення експерименту.....	87
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>90</i>
Тема 6. РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ З ОДНІЄЮ ВХІДНОЮ ЗМІННОЮ.....	92
6.1. Основні поняття.....	92
6.2. Адекватність регресійних моделей.....	100
6.3. Точність регресійних моделей.....	103
6.4. Залежність коефіцієнта кореляції.....	105
6.5. Види регресійних моделей з однією вхідною змінною....	106
<i>Питання для самоконтролю.....</i>	<i>107</i>
Тема 7. РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ З ДЕКІЛЬКОМА ВХІДНИМИ ЗМІННИМИ.....	108
7.1. Множинна (багатофакторна) лінійна регресія.....	108
7.2. Матричний підхід до визначення коефіцієнтів регресії...	110



7.3. Оцінка адекватності і точності багатофакторної лінійної моделі.....	111
7.4. Види лінійних регресійних моделей з декількома вхідними змінними.....	113
7.5. Види нелінійних регресійних моделей з декількома вхідними змінними.....	113
7.6. Крокові методи побудови регресійних моделей.....	115
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	119
<b>Тема 8. ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ І РІШЕННЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ.....</b>	
8.1. Інтерпретація результатів регресійного аналізу.....	121
8.2. Рішення задач оптимізації.....	122
<i>Питання для самоконтролю</i> .....	130
<b>РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ.....</b>	<b>132</b>
Тема 9. Знаходження критеріїв подібності процесів із застосуванням теорії подібності і розмірностей...	132
Тема 10. Умови подібності для «гарячого» моделювання процесів продувки конвертерної ванни при різних способах підведення дуття до розплаву.....	140
Тема 11. Умови подібності для «холодного» моделювання гідродинаміки конвертерної ванни при різних способах її продувки.....	162
Тема 12. Умови подібності для «холодного» моделювання процесів ошлаковування футерівки конвертера.	189
Тема 13. Побудова лінійної регресійної моделі з однією вхідною змінною.....	196
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>211</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>213</b>
<i>Додаток А. Табличні значення критеріїв Фішера (F–критерію) і Стьюдента (t–критерію).....</i>	<i>232</i>