

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра металургії чорних металів**

**УХВАЛЕНО:**

Вченою радою університету

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Протокол № \_\_\_\_

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Голова вченої ради, ректор

\_\_\_\_\_ О.М. Коробочка

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

**«МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ТА ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ»**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

*освітньо-наукової програми  
третього рівня вищої освіти  
(підготовка докторів філософії  
зі спеціальності 136 “Металургія”)*

м. Кам’янське

2017

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 «Металургія»).

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 року. - 14 с.

Розробник: *к.т.н., доцент Пантейков Сергій Петрович*

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Металургія чорних металів»

Протокол від “ 05 ” 06 2017 року № 11 .

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ *д.т.н., професор Сігарьов Є.М.*

“ 05 ” 06 2017 року

Ухвалено науково-методичною комісією металургійного факультету

Протокол від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 року № \_\_\_\_\_

Голова НМК металургійного ф-ту \_\_\_\_\_ *д.т.н., професор Перемітько В.В.*

Ухвалено науково-методичною радою

Дніпровського державного технічного університету

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 року, протокол № \_\_\_\_\_

Голова НМР ДДТУ \_\_\_\_\_ *д.т.н., професор Гуляєв В.М.*

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний Рівень	Характеристика навчальної дисципліни <b>денна і вечірня форма навчання</b>			
Кількість кредитів – <b>7</b>	Галузь знань: <u>13 – Механічна інженерія</u>  Спеціальність <u>136 Металургія</u>  Освітній ступінь: <u>ДОКТОР ФІЛОСОФІЇ</u>	Нормативна			
Модулів – <b>2</b>		<b>Рік підготовки:</b>			
Змістових модулів – <b>4</b>		<b>1-й</b>			
		<b>Семестр</b>			
Індивідуальне науково-дослідне завдання – <b>немає</b>		<b>1-й</b>		<b>2-й</b>	
		<b>Лекції (34 год)</b>			
Загальна кількість годин – <b>210</b>		<b>22 год</b>		<b>12 год</b>	
		<b>Лабораторні (18 год)</b>			
Тижневих годин для денної форми навчання:		<b>10 год</b>		<b>8 год</b>	
		<b>Практичні (18 год)</b>			
аудиторних: 1 семестр – <b>5</b> 2 семестр - <b>3</b>		<b>10 год</b>		<b>8 год</b>	
		<b>Самостійна робота (140 год)</b>			
самостійної роботи студента 1 семестр – <b>10</b> 2 семестр – <b>6</b>		<b>88 год</b>		<b>52 год</b>	
	<b>Індивідуальні завдання</b>				
	<b>0 год</b>		<b>0 год</b>		
	<b>Вид контролю:</b>				
	<b>залік</b>		<b>іспит</b>		

**Примітка.** Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання –  $70/140 = 0,5$

## 2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета викладення дисципліни** – отримання знань про сучасні методи моделювання технологічних та фізичних металургійних процесів.

**Завдання дисципліни** – формування теоретичних знань та набуття практичних навичок щодо проведення моделювання технологічних та фізичних металургійних процесів, у тому числі із широким застосуванням обчислювальної техніки.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми вищої освіти здобувач вищої освіти має здобути компетентності:

- здатність шляхом самостійного навчання освоїти нові області у теорії та практики металургії, використовуючи здобуті фундаментальні та фахові знання;

- здатність освоїти професійно-профільовані знання в галузі фізичного та математичного моделювання фізико-хімічних, гідродинамічних та тепломасообмінних процесів у металургії, статистичної обробки експериментальних даних та побудови фізичних, математичних та регресійних моделей зазначених процесів;

- здатність продемонструвати знання і практичні навички при моделюванні різноманітних технологічних і фізичних металургійних процесів;

- здатність освоїти професійно-профільовані знання й практичні навички для визначення критеріїв подібності для моделювання металургійних процесів, їх математичного опису з метою побудови фізичних, математичних та регресійних моделей.

В результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

**знати** основні методи математичного і фізичного моделювання, планування фізичного та чисельного експерименту, регресійного аналізу;

**вміти** застосовувати різні методи на практиці при постановці і самостійному вирішенню практичних задач з моделювання технологічних та фізичних математичних процесів;

**мати навички** для творчого вирішування наукових та технічних задач: при

постановці фізичного та чисельного експерименту, вибору методу рішення, побудови критеріальних залежностей при фізичному моделюванні процесів, складення алгоритмів обчислення, а також написання та відладки програм обчислення на алгоритмічній мові програмування високого рівня.

### **3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

#### **МОДУЛЬ 1**

#### **ОСНОВИ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ**

**Змістовий модуль 1. ВСТУП. МОДЕЛІ. МОДЕЛЮВАННЯ.  
ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.**

**Тема 1.** *Вступ. Моделі. Моделювання [1-3, 4, 7, 8] – 4 год*

Основні поняття та визначення. Цілі і принципи моделювання. Аксиоми теорії моделювання. Види моделей та моделювання. Функції моделей. Фактори, що впливають на модель об'єкту.

**Тема 2.** *Фізичне моделювання [1, 2, 6-13] – 6 год*

Подібність систем. Фізична подібність. Аналогія при моделюванні. Моделювання як засіб експериментального дослідження. Поняття фізичного моделювання. Етапи фізичного моделювання.

*Практичні заняття – 1.*

*Лабораторні заняття – 1.*

**Змістовий модуль 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.  
АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ.**

**Тема 3.** *Математичне моделювання [3-5, 8, 14-17] – 8 год*

Основні поняття і визначення. Вимоги до математичної моделі. Структура математичної моделі. Класифікація математичних моделей. Цілі математичного моделювання для технічних об'єктів і технологічних процесів.

*Практичні заняття – 2-4*

*Лабораторні заняття – 2-4.*

**Тема 4.** *Алгоритм побудови моделі [3-5, 8, 14-17] – 4 год*

Технології моделювання. Алгоритм побудови аналітичної моделі. Алгоритм побудови емпіричної моделі. Коротка характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних і емпіричних моделей.

*Практичні заняття – 5.*

*Лабораторні заняття – 5.*

## МОДУЛЬ 2

### ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

#### **Змістовий модуль 3.** ПЛАНУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ. РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ З ОДНІЄЮ ВХІДНОЮ ЗМІННОЮ.

**Тема 5.** *Планування і проведення експерименту [5] – 2 год*

Основні поняття і визначення. Планування експерименту. Вибір рівнів факторів. Повний факторний експеримент. Проведення експерименту.

**Тема 6.** *Регресійні моделі з однією вхідною змінною [4, 5] – 4 год*

Основні поняття. Адекватність регресійних моделей. Точність регресійних моделей. Види регресійних моделей з однією вхідною змінною.

*Практичні заняття – 6.*

*Лабораторні заняття – 6.*

#### **Змістовий модуль 4.** РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ З ДЕКІЛЬКОМА ВХІДНИМИ ЗМІННИМИ. ІНТЕРПРЕТАЦІЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

**Тема 7.** *Регресійні моделі з декількома вхідними змінними [4, 5, 18, 19] – 2 год*

Багатофакторна (множинна) лінійна регресія. Матричний підхід до визначення коефіцієнтів регресії. Оцінка адекватності та точності багатофакторної лінійної моделі. Лінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Нелінійні регресійні моделі з декількома вхідними змінними. Крокові методи побудови регресійних моделей.

**Тема 8.** *Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей [4, 5] – 4 год*

Інтерпретація моделі. Оптимізація моделі.

#### 4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	Лекції	Практ.	Лабор.	Інд.	Сам.роб.
<b>МОДУЛЬ 1 ОСНОВИ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ</b>						
<b>Змістовий модуль 1 ВСТУП. МОДЕЛІ. МОДЕЛЮВАННЯ. ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.</b>						
<b>Тема 1. Вступ. Моделі. Моделювання</b>	<b>20</b>	4	-	-	-	16
<b>Тема 2. Фізичне моделювання</b>	<b>34</b>	6	2	2	-	24
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>54</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>40</b>
<b>Змістовий модуль 2 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ. АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ.</b>						
<b>Тема 3. Математичне моделювання</b>	<b>52</b>	8	6	6	-	32
<b>Тема 4. Алгоритм побудови моделі</b>	<b>24</b>	4	2	2	-	16
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>76</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	-	<b>48</b>
<b>Разом за МОДУЛЕМ 1</b>	<b>130</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	-	<b>88</b>
<b>МОДУЛЬ 2 ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНИХ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ</b>						
<b>Змістовий модуль 3 ПЛАНУВАННЯ І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ. РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ З ОДНІЄЮ ВХІДНОЮ ЗМІННОЮ.</b>						
<b>Тема 5. Планування і проведення експерименту</b>	<b>14</b>	2	-	-	-	12
<b>Тема 6. Регресійні моделі з однією вхідною змінною</b>	<b>36</b>	4	8	8	-	16
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	-	<b>28</b>
<b>Змістовий модуль 4 РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ З ДЕКІЛЬКОМА ВХІДНИМИ ЗМІННИМИ. ІНТЕРПРЕТАЦІЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ</b>						
<b>Тема 7. Регресійні моделі з декількома вхідними змінними</b>	<b>14</b>	2	-	-	-	12
<b>Тема 8. Інтерпретація і оптимізація регресійних моделей</b>	<b>16</b>	4	-	-	-	12
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	-	-	-	<b>24</b>
<b>Разом за МОДУЛЕМ 2</b>	<b>80</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	-	<b>52</b>
<b>УСЬОГО ГОДИН:</b>	<b>210</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	-	<b>140</b>

## 5 ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

## 6 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	К-сть год.
1.	Знаходження критеріїв подібності процесів із застосування теорії подібності і розмірностей.	2
2.	Математичне моделювання на ЕОМ процесу нагрівання стрижня.	2
3.	Математичне моделювання на ЕОМ процесу охолодження зливка квадратного перерізу.	2
4.	Математичне моделювання на ЕОМ процесу твердіння зливка квадратного перерізу.	2
5.	Розробка алгоритму процесу плавлення тіла правильної геометричної форми.	2
6.	Регресійна модель з однією вхідною змінною для статистичної обробки даних на ПЕОМ (Лінійна регресія. Метод найменших квадратів. Вибірковий коефіцієнт кореляції. Перевірка значущості коефіцієнтів рівняння регресії та його адекватності).	8
<b>РАЗОМ:</b>		<b>18</b>

## 7 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	К-сть год.
1.	Знаходження критеріїв подібності для фізичного моделювання технологічного процесу із застосування теорії подібності і розмірностей.	2
2.	Побудова на ПЕОМ математичної моделі процесу нагрівання двошарового стрижня.	2
3.	Побудова на ПЕОМ математичної моделі процесу охолодження зливка прямокутного перерізу.	2
4.	Побудова на ПЕОМ математичної моделі процесу твердіння зливка прямокутного перерізу.	2
5.	Побудова на ПЕОМ математичної моделі процесу плавлення тіла правильної геометричної форми за розробленим алгоритмом.	2
6.	Побудова на ПЕОМ регресійної моделі з однією вхідною змінною.	8
<b>РАЗОМ:</b>		<b>18</b>



## 8 САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проробка лекційного матеріалу (0,25 год. на 1 год. лекцій )	8
2	Проробка окремих розділів програми, які не викладаються на лекціях (4 год. на 1 год. лекцій )	84
3	Підготовка до практичних занять (0,5 год. на 1 год. практичних занять )	9
4	Підготовка до лабораторних занять (0,5 год. на 1 год. лабораторних занять )	9
5	Підготовка до тестування	30
<b>Разом:</b>		<b>140</b>

## 9 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальні завдання навчальним планом не передбачені.

## 10 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Лекції, практичні заняття, самостійна робота з основною та додатковою літературою, консультації.

## 11 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточне тестування, усне опитування, залік, іспит.

## 12 РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

<b>Модуль 1</b> (Поточне тестування та самостійна робота) (100 балів)											Підсумковий тест (залік)
Змістовий модуль 1 (50 балів)			Змістовий модуль 2 (50 балів)					Сума			100
Лекційні заняття (теоретичний матеріал) 40 балів											
Т1		Т2		Т3			Т4				
15		15		5			5				
Лабораторні та практичні заняття 60 балів											
	Пр1	Л1	Пр2	Л2	Пр3	Л3	Пр4	Л4	Пр5	Л5	
	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	

<b>Модуль 2</b> (Поточне тестування та самостійна робота) (100 балів)											Підсумковий тест (іспит)
Змістовий модуль 3 (50 балів)			Змістовий модуль 4 (50 балів)					Сума			100
Лекційні заняття (теоретичний матеріал) 80 балів											
Т5		Т6		Т7			Т8				
10		20		25			25				
Лабораторні та практичні заняття 20 балів											
Пр6	Л6										
10	10										

Т1, Т2, ..., Т8 – теми змістових модулів;

Пр1, Пр2, ..., Пр6 – теми практичних занять;

Л1, Л2, ..., Л6 – теми лабораторних занять.

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 13 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 52 с.
2. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділи – фізичне і математичне моделювання) освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 42 с.
3. Регресійна модель з однією вхідною змінною для статистичної обробки даних на ПЕОМ. Методичні вказівки до практичної роботи з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділ – регресійні моделі з однією вхідною змінною) освітньо-наукової програми вищої освіти (підготовка докторів філософії) зі спеціальності 136 “Металургія” / Пантейков С.П.- Кам’янське, ДДТУ, 2017.- 23 с.
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділ – “Фізичне моделювання”) освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 8 с.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» (розділи – “Математичні і регресійні моделі”) освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 40 с.
6. Методичні вказівки по самостійному вивченню дисципліни «Моделювання технологічних та фізичних процесів» освітньо-наукової програми третього рівня вищої освіти (підготовка докторів філософії зі спеціальності 136 “Металургія”) / Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2017.- 16 с.

## 14 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### ОСНОВНА

1. Марков Б.Л., Кирсанов А. А. Физическое моделирование в металлургии.- М.:Металургия, 1984 - 119 с.
2. Теория подобия и размерностей. Моделирование / П.М.Алабужев, В.Б.Геронимус, Л.М.Минкевич, Б.А.Шеховцов.- М.: Высшая школа, 1968.- 208 с.
3. Огурцов А.П., Мамаев Л.М., Каримов И.К. Математические методы и модели в расчётах на ЭВМ.- Киев: ИСМО, 1997.- 192 с.
4. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул.- М.: Высшая школа, 1982.- 224 с.
5. Белай Г.Е., Дембовский В.В., Соценко О.В. Организация металлургического эксперимента.- М: Металлургия, 1993.- 256 с.

### ДОДАТКОВА

6. Гречко А. В., Нестеренко Р.Д., Кудинов Ю.А. Практика физического моделирования на металлургическом заводе.- М.: Металургия, 1976 - 224 с.
7. Основы научных исследований в чёрной металлургии / В.И.Баптизманский, Г.А.Воловик, Б.И.Емлин и др. // Под общ. ред. Ю.Н.Яковлева.- Киев-Донецк.Вища школа, 1985 – 205 с.
8. Яковлев Ю.Н. Физическое и математическое моделирование сталеплавильных процессов // Вопросы теории и практики сталеплавильного производства: Науч. тр. ММИ.- М.: Металлургия, 1991.- С.32-44.
9. Пантейков С.П., Семерунина Л.П. О высокотемпературном моделировании комбинированных конвертерных процессов с продувкой ванны кислородом сверху и подачей нейтральных газов для донного перемешивания // Сборник научных статей. Международная научно-практическая конференция “Техника и технология. Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты” (г.Гданськ, Польша, 30-31 мая 2017г.).- Варшава: Издательство: «Diamond trading tour», 2017.– С.25-29.
10. Пантейков С.П. Условия гидрогазодинамического подобия при высокотемпературном моделировании конвертерных процессов с донной подачей кислородного дутья // Сборник научных статей. Международная научно-практическая конференция “Научные наработки. Теория. Практика. 2017” (г.Краков, Польша, 30-31 августа 2017г.).– Варшава: Издательство: «Diamond trading tour», 2017.– С.51-55.

11. Пантейков С.П. О методике холодного моделирования гидродинамики конвертерной ванны при верхней продувке // Известия вузов. Чёрная металлургия.- 2001.- № 3.- С. 14-18.
12. Пантейков С.П. Методика холодного моделирования гидродинамики конвертерной ванны при верхне-боковой продувке // Збірник наукових праць ДДТУ: (технічні науки) /Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2003.- С. 17-27.
13. Пантейков С.П., Пантейкова Е.С. К вопросу газогидродинамического подобия низкотемпературного моделирования процессов ошлаковывания футеровки конвертера верхней фурмой // Сборник научных статей. Международная научно-практическая конференция “Техника и технология. Современные фундаментальные и прикладные исследования” (г.Сопот, Польша, 29-30 апреля 2017г.).– Варшава: Издательство: «Diamond trading tour», 2017.– С.32-36.
14. Гресс А.В., Пантейков С.П., Чернятевич А.Г. Численные исследования предварительного подогрева лома в полости конвертера газокислородными факелами боковых фурм многоцелевого назначения // Известия вузов. Чёрная металлургия.- 1998.- № 12.- С.11-15.
15. Пантейков С.П. Математическое моделирование процесса плавления металлического лома в конвертерной ванне при верхней и верхне-боковой продувках // Сборник научных трудов ДГТУ: Сер. Металлургия.- Днепродзержинск, 1998.- С. 5-11.
16. Пантейков С.П. Математическая модель тепловых условий работы боковых дутьевых устройств конвертеров комбинированного дутья // Металлургическая и горнорудная промышленность.- 2010.- № 7 (265).- С. 66-74
17. Пантейков С.П., Пантейкова Е.С. Математическая модель теплового состояния днища кислородного конвертера с учётом слоя защитного шлакового покрытия // «Современная металлургия нового тысячелетия»: Сб. науч. тр. XI Международной научно-практической конференции (8-11 декабря 2015г., г.Липецк, Россия).– Часть 1. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015.– С.89-92.
18. Пантейков С.П., Трикило А.И., Тохтомир А.Ю. Статистический анализ влияния технологических факторов плавки на технико-экономические показатели процесса конвертирования // Азовсталь-2000: Тезисы докладов научно-технической конференции молодых специалистов.- Мариуполь, 2000.- С. 10.
19. Пантейков С.П., Трикило А.И., Разработка статистических моделей для определения химического состава передельного чугуна // Комп’ютерне моделювання: Тези доповідей Міждержавної конференції.- Дніпродзержинськ, 2000.- С. 243, 244.