

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директорка Інженерного навчально-
наукового інституту ЗНУ

Н. Г. Метеленко

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2021 р.

Математична обробка експериментальних даних
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістра
очної (денної) форм здобуття освіти
спеціальності **136 - МЕТАЛУРГІЯ**
освітньо-професійна програма «Металургія кольорових металів»
«Металургія чорних металів»

Укладач Скачков В.О., доктор технічних наук, доцент, професор кафедри металургії

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри металургії
Протокол № від “ ” _____ 2021 р.
Завідувач кафедрою

(підпис)

О.Г.Кириченко

(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
ІННІ
Протокол № від “ ” _____ 2021 р.
Голова науково-методичної ради

(підпис)

Т.А. Шарапова

(ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом

(підпис)

(ініціали, прізвище)

2021 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 13 Механічна інженерія	Кількість кредитів – 3	Обов'язкова	
		Цикл дисциплін Професійної підготовки (вказати цикл, до якого належить програма, відповідно до ОПП та навчального плану)	
Спеціальність 136 Металургія	Загальна кількість годин – 90	Семестр:	
Освітньо-професійна програма Металургія чорних металів		Змістових модулів – 4	3 -й
	Лекції		
	12 год.		6
	Практичні		
Рівень вищої освіти: магістерський	Кількість поточних контрольних заходів – 16	10 год.	4
		Самостійна робота	
		68 год.	80
		Вид підсумкового семестрового контролю: Залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є надбання студентами чітких уявлень про основи методологічних питань моделювання, правил та методик математичної обробки експериментальних даних.

Основними завданнями вивчення дисципліни «**Математична обробка експериментальних даних**» є:

- ознайомлення студентів з засобами моделювання, створення математичних моделей дійсних металургійних процесів;
- знати види моделей;
- знати структуру процесу моделювання;
- знати складність моделей і систем;
- знати теорію подоби при моделюванні;
- вміти використовувати фізичні закони для моделювання;
- вміти будувати моделі різних кінетичних реакцій, масо- і тепло перенесення;
- володіти експериментально-статистичними методами математичного опису;
- вміти використовувати регресійний аналіз;
- вміти будувати математичні моделі різних металургійних процесів за допомогою обчислювальної техніки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p>Загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК3. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності). – ЗК4. Здатність працювати в міжнародному контексті. 	<p>Методи:</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>
<p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СФК1. Здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері металургії, а також дотичні до неї 	<p>Методи:</p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти).</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p>

<p>міждисциплінарні проекти.</p> <ul style="list-style-type: none"> – СФК8. Здатність приймати ефективні рішення в металургії. – СФК9. Здатність розв’язувати складні задачі і проблеми металургії в широких та мультидисциплінарних контекстах, у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.. 	<p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>
<p>Програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – РН2. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її, обирати оптимальні методи та здійснювати статистичний аналіз даних. – РН4. Вільно спілкуватися державною та англійською мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері металургії та ширшого кола інженерних питань, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів. – РН10. Застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв’язання складних задач і проблем металургії. Додаткові вимоги до результатів навчання за освітньо-професійною програмою підготовки магістрів. – РН13. Забезпечувати потрібні техніко-економічні показники при керуванні складними металургійними процесами. 	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем.</p>

Міждисциплінарні зв’язки. Дисципліна «Математична обробка експериментальних даних» - базується на знаннях, які були отримані при вивченні дисциплін «Сучасні проблеми металургії», «Теоретичні основи наукових досліджень в металургії», «Фізико-хімічні процеси виробництва кольорових металів». Набуті студентом знання та навички з дисципліни «Моделювання процесів кольорової металургії» будуть необхідні їм при

написанні випускного дипломного проекту (роботи), у подальшій професійній діяльності.

Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні для подальшого вивчення металургії сплавів різноманітних марок та подальшої дослідницької діяльності в металургії кольорових та чорних металів та інших галузях науки та техніки.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Попередня обробка експериментальних даних.

Обробка статистичних характеристик експериментальних даних. Прямі та непрямі виміри. Випадкова величина. Постійна величина. Нестабільна величина.

Змістовний модуль 2. Відсіювання випадкових значень.

Типи погрішностей вимірів. Абсолютні погрішності. Відносні погрішності. Грубі погрішності. Приладова погрішність. Модельна погрішність. Випадкові погрішності. Приладова (систематична) погрішність. Виключення «грубих» даних з варіаційного ряду вимірів. Точність виміру "критичного" фактору. Приведення розподілу досліджуваної величини до нормального розподілу. Логарифмічні нормальні розподіли.

Змістовний модуль 3. Регресійний аналіз.

Основні характеристики випадкових величин. Випадкова величина. Закон розподілу. Функція розподілу. Щільність розподілу. Математичне очікування. Дисперсія. Безперервний розподіл. Пошук оцінок параметрів розподілу. Ідея регресійного аналізу. Метод найменших квадратів. Шляхи отримання вихідних даних. Перевірка значимості коефіцієнтів регресії. Перевірка адекватності моделі.

Змістовний модуль 4. Основи планування експерименту.

Планування, підготовка та проведення спеціальних експериментів. Активний факторний експеримент. Створення матриці планування. Натуральні і кодовані перемінні. Повний факторний експеримент. Дробовий факторний експеримент. Обробка упорядкованих експериментальних даних.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів			
		Усього годин		Лекційні Заняття, год		Семінарські/ Практичні /лабораторні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів	
				о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.				
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	15	4	2	2	1	2	1	11	13	7	8	15	
2	15	6	3	4	2	2	1	9	12	7	8	15	
3	15	6	3	2	2	4	1	9	12	7	8	15	
4	15	6	2	4	1	2	1	9	13	7	8	15	
Усього за змістові модулі	60	22	10	12	6	10	4	38	50	28	32	60	
Підсумковий семестровий контроль Залік	30							30	30	20	20	40	
Загалом		90									100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Лекція 1. Обробка статистичних характеристик експериментальних даних. Попередня обробка експериментальних даних.	2	1
2	Лекція 2. Методика відсіювання випадкових значень, отриманих в експерименті. лінеаризація даних. Лекція 3. Метод найменших квадратів.	4	2
3	Лекція 4. Коефіцієнти регресії при неадекватній математичної моделі	2	1
4	Лекція 5. Основи планування експерименту. Планування підготовки та проведення спеціальних експериментів. Лекція 6. Обробка упорядкованих експериментальний даних	4	2
Разом		12	6

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Практична робота №1. Обробка статистичних характеристик експериментальних даних.	2	1
2	Практична робота №2. Розробка алгоритму та розрахункової програми для побудови рівняння регресії.	2	1
3	Практична робота №3. Оцінка адекватності отриманих експериментальних даних. Практична робота №4. Обробка експериментальних даних по виплавці сплаву з завданням хімічним складом.	4	1
4	Практична робота №5. Розробка методики обробки упорядкованих експериментальних даних.	2	1
Разом		10	4

7. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	*Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Тест 1	Питання для підготовки: Обробка статистичних характеристик експериментальних даних. Попередня обробка експериментальних даних.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 14. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	7
	Практична робота №1. Обробка статистичних характеристик експериментальних даних.	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота оформлена у вигляді файлів MS Word.	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 8 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	8
Усього за ЗМ 1	2			15
2	Тест 2	Питання для підготовки:	Тестові питання оцінюються:	

		<p>Методика відсіювання</p> <p>Випадкове значень, отриманий в експеримент.</p> <p>лінеаризація даних</p> <p>Метод найменших квадратів</p>	<p>правильно/неправильно.</p> <p>Кількість питань – 14.</p> <p>Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.</p>	7
	<p>Практична робота №2. Розробка алгоритму та розрахункової програми для побудови рівняння регресії.</p>	<p>Вимоги до виконання та оформлення:</p> <p>Практична робота 1 у вигляді файлів MS Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ</p> <p>Практична робота 2 – оформлена в вигляді MS Word.</p>	<p>Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 8 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.</p> <p>Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.</p>	8
Усього за ЗМ 2	2			15
	Тест 3	<p>Питання для підготовки:</p> <p>Коефіцієнти регресії при неадекватній математичної моделі.</p>	<p>Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно.</p> <p>Кількість питань – 14.</p> <p>Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.</p>	7
3	<p>Практична робота №3. Оцінка адекватності отриманих експериментальних даних.</p> <p>Практична робота №4. Обробка експериментальних даних по виплавці сплаву з завданням хімічним складом</p>	<p>Вимоги до виконання та оформлення:</p> <p>Практична робота 3 у вигляді файлів MS Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ</p> <p>Практична робота 3 – оформлена в вигляді MS Word.</p>	<p>Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 8 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.</p> <p>Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.</p>	8
Усього за ЗМ 3	2			15
4	Тест 4	<p>Питання для підготовки: . Основи планування експерименту.</p> <p>Планування підготовки</p>	<p>Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно.</p> <p>Кількість питань – 14.</p>	7

		та проведення спеціальних експериментів. Обробка упорядкованих експериментальних даних.	Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	
	Практична робота №5. Розробка методики обробки упорядкованих експериментальних даних.	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота 4 у вигляді файлів MS Word завантажена на сайт системи Moodle ЗНУ Практична робота 4 – оформлена в вигляді MS Word.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 8 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	8
Усього за ЗМ 4	2			15
Усього за змістові модулі	8			60

*(критерії оцінювання за електронним посиланням)

8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Залік	Тестування	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–4 у таблиці 7. Тестування передбачає обмежену у часі (40 хвилин) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 20. Правильна відповідь оцінюється у 2 бал.	40
Усього за підсумковий семестровий контроль	1			40

9. Рекомендована література

1. Білецький В. С., Смирнов В. О. Моделювання процесів збагачення корисних копалин: (Монографія). Донецьк: Східний видавничий дім, 2013. 304 с.
2. Організація наукових досліджень: навчальний посібник / В.М. Кислий. Суми: Університетська книга, 2011. 224 с.
3. Планування і обробка даних наукового експерименту: Конспект лекцій/ В.В. Полтавець. Донецьк: ДВНЗ ДонНТУ, 2008. 52 с.
4. Методологія наукових досліджень технологічних процесів. /П.Білей, М.Адамовський, Я. Ханік, Н. Довга, Л. Сорока. Львів: Видав. НУ "Львівська політехніка«, 2003. 352 с.
5. Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту. Навч. посібник. Львів: Видав. ДУ «ЛП», 2000. 205с.
6. Стеченко Д.М., Чмир О.С. Методологія наукових досліджень. Підручник. К.: Знання (Вища освіта ХХІ століття), 2005. 309с.
7. Аністратенко В.О., Федоров В.Г. Математичне планування експерименту в АПК. К.: Вища школа, 1993. 375 с.
8. Дикий Н.А., Халатов А.А. Основы научных исследований: Теплоэнергетика. М.: Высш. школа, 1981. 178 с.
9. Теория инженерного эксперимента: текст лекций. А.К. Бояршинова, А.С. Фишер. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. 85с.
10. Гришин В.К., Живописцев Ф.А., Иванов В.А. Математический анализ и интерпретация физического эксперимента. М.: МГУ, 1988. 156с.
11. Злоказов В.Б. Математические методы для анализа экспериментальных спектров и спектро-подобных распределений. ФЭЧАЯ, 1985. Т.16-5. с.1126-1163.
12. Айвазян С.А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. М. : Финансы и статистика, 2012. 323 с.
13. Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. М. : Высшая школа, 2011. 287 с.
14. Глушаков С.В. Microsoft Excel 2007. Лучший самоучитель / С.В. Глушаков, А.С. Сурядный. М. : АСТ, 2012. 364 с.
15. Горелова Г.В. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel / Г.В. Горелова, И.А. Кацко. Ростов н/Д. : Феникс, 2010. 257 с.
16. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математическая статистика. Институт компьютерных исследований, 2010. 372 с.
17. Чураков Е. П. Математические методы обработки экспериментальных данных в экономике : учеб. пособие. М. : Финансы и статистика, 2011. 240 с.
18. Горват, А А. МЕТОДИ ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ MS EXCEL/ А А Горват, В Мінькович// Ужгородський національний університет, February 2020. ISBN: ISBN 978-617-7825-00-4
19. Володарський Є.Т., Кошева Л.О. Статистична обробка даних: Навч. посібник. К.: НАУ, 2008. 308с.

20. Джонсон, Н., Лион, Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. М. : Мир, 1980. 610с.
21. Сторожук, В.П., Кустовська, О.В., Ткач, Є.І., Шост, І.М. та ін. Курс лекцій з дисципліни «Статистика». Частина 1. Теорія статистики: Тернопіль: Економічна думка, 2006. 224 с 6.
22. Барковський, В.В, Барковська, Н.В., Лопатін, О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика: Навч.посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 424с.
23. Пасічник, А. М., Козаченко, Д. М., Кравчук, С. С. Логістичний аналіз та моделювання розподілу вагопотоків вантажного митного комплексу. Вісник АМСУ, 2009. № 2. С. 25 – 33.
24. Викулин, И.М., Горбачев, В.Э., Коробицын, Б.В., Криськив, С.К. Оценка пригодности результатов измерений и исключение аномальных значений. Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2007. №2. С.106-111.
25. Самарян, Г.Г. Підвищення достовірності вимірювань показників якості електричної енергії з урахуванням ефекту кореляції даних: дис. ... кандидата техн. наук: 05.01.02. Харків, 2008. 223с.
26. Ишемгужин И.Е., Атнагулов, А.Р., Зотов, А.Н. Специальные критерии согласия для малой выборки при оценке надежности нефтепромышленного оборудования. Нефтегазовое дело, 2008. 214с.
27. Laukhin, D.V., Beketov, O.V., Rott V.D. Алгоритм проведення первинної статистичної обробки масивів експериментальних даних. Вісник «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», 2017. № 2. С.15-21.
28. ИСО 5725:1994 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1-6. Использование значений точности на практике»
29. Скачков, В.А., Бережная, О.Р., Критская, Т.В., Шварцман, Л.Я., Меркер Р. Моделирование процесса образования поликристаллического кремния в проточном реакторе. «Наукові нотатки» (Міжвузівський збірник ЛНТУ). Луцьк: ЛНТУ, 2013. Вип. 40. С.257-261.
30. Скачков, В.О., Вербицький, В.Г., Бережна, О.Р., Дзядок Д.Ю. Дослідження впливу мікролегування на триботехнічні характеристики бабіту БК-2. Металургія: Зб. наук. праць ЗДІА. Запоріжжя: ЗДІА, 2017. № 1(37). С.77-80.
31. Скачков, В.А., Иванов, В.И., Нестеренко, Т.Н, Кириченко, А.Г. Теоретические аспекты процессов разложения диборана и осаждения бора на поверхности углеродных волокон. Металургія: Зб. наук. праць ЗДІА. Запоріжжя: ЗДІА, 2017. №2(38). С.71–75.

Інформаційні ресурси:

1. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>

2. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL:
<https://moodle.znu.edu.ua/>

3. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL:
<http://www.nbuv.gov.ua/>