

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

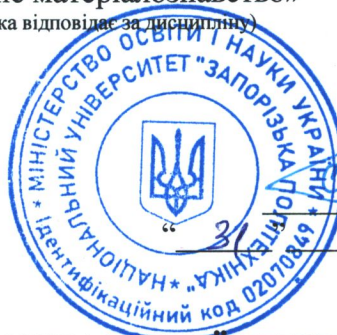
(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

**Кафедра «Фізичне матеріалознавство»**

(назва кафедри, яка відповідає за дисципліну)



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор

Беліков С.Б.

2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ШВС 01. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність

**132 «Матеріалознавство»**

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) **«Композиційні та порошкові матеріали,**

**покриття»**

(назва спеціалізації)

інститут, факультет фізико-технічний інститут, факультет будівництва, архітектури та дизайну

(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

## Робоча програма «Теорія і практика експерименту»

(назва навчальної дисципліни)

для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство»,  
освітня програма (спеціалізація) Композиційні та порошкові матеріали, покриття  
(назва спеціалізації)

„ 01 ” 09 , 2019 року- 13 с.

Розробники: Вініченко В.С. доц. кафедри фізичного матеріалознавства,  
канд. техн. наук, доцент

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізичного матеріалознавства

Протокол від “ 09 ” 09 2019 року № 1

Завідувач кафедри

фізичного матеріалознавства



(Ольшанецкий В.Ю.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“ 09 ” 09 2019 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету будівництва, архітектури та дизайну

Протокол від. “ 31 ” 10 2019 року № 2“ 31 ” 10 2019 рокуГолова  Савченко В.О. )


(підпис)

(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\* кафедри композиційних матеріалів,  
хімії та технологій \_\_\_\_\_

“ 26 ” 09 2019 року

Керівник групи



Мітяєв О.А. )

(підпис)

(прізвище та ініціали)

\*Якщо дисципліна викладається невідпусковою кафедрою

\_\_\_\_\_, 2019 рік

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань <b>13 «Механічна інженерія»</b> (шифр і назва)	вибіркова	
Модулів – 1	Спеціальність <b>132 Матеріалознавство</b> (код і назва)  Освітня програма: <b>Композиційні та порошкові матеріали, покриття</b> (код і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 135		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 6	Освітній ступінь: магістр	<b>Лекції</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		15 год.	2 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		год.	
		<b>Самостійна робота</b>	
90 год.	127 год.		
<b>Індивідуальні завдання:</b>			
год.			
Вид контролю: залік			

**Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 35% до -65%

для заочної форми навчання – 10 % до 90 %

## 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія і практика експерименту» є підготовка фахівців до планування наукових експериментів, формуванні у них здатності самостійно проводити аналіз результатів експериментальних досліджень та приймати обґрунтовані рішення щодо задач оптимізації технологій термічної обробки металів і набуття ними відповідних загальних та професійних компетенцій.

**Завдання дисципліни:** підготовка фахівців, здатних розв'язувати спеціалізовані теоретичні завдання та прикладні проблеми, пов'язані з розробкою, моделюванням, створюванням нових та вдосконаленням наявних технологій термічної обробки металів, які застосовуються для створення необхідних структур, а відповідно і властивостей металів і сплавів.

У результаті вивчення дисципліни «Теорія і практика експерименту» студент повинен отримати:

### загальні компетентності:

- здатність до проведення досліджень на відповідному рівні. **КЗ.03;**
- здатність розробляти та управляти проектами. **КЗ.07;**
- здатність працювати автономно та в команді, у тому числі у складі багатопрофільної групи фахівців. **КЗ.09;**
- уміння складати наукові та науково-технічні звіти за результатами роботи. **КЗ.12;**

### фахові компетентності:

- здатність застосовувати сучасні методи і методики експерименту у лабораторних та виробничих умовах, уміння роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства. **КС.03;**
- знання основ дослідницьких робіт, стандартизації, сертифікації і акредитації матеріалів та виробів. **КС.06;**
- здатність планувати і виконувати дослідження, обробляти результати експерименту з використанням сучасних інформаційних технологій, програмного забезпечення, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів. **КС.12;**
- уміння формувати дослідницькі науково-методичні та науково-технічні програми науково-дослідницької організації або її підрозділу. **КС.13;**
- здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується. **КС.14.**
- здатність розробляти програми, організувати та проводити комплексні випробування матеріалів, напівфабрикатів та виробів. **КС.18**

### Очікувані програмні результати навчання.

**ПРН1.** Володіти логікою та методологією наукового пізнання.

**ПРН3** - Знати та застосовувати принципи проектування нових матеріалів і технологій їх оброблення, розробляти та використовувати

фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів, у тому числі і термічного оброблення.

**ПРН8** - уміти використовувати методи планування експерименту, виконувати експериментальні дослідження та обробляти їх результати.

Поглибленні знання із класифікації похибок вимірювань; принципів максимальної правдоподібності; кореляційного аналізу результатів вимірювань. Здатність визначати теоретичні та експериментальні результати досліджень щодо зв'язків теплових впливів на структуру та, відповідно, і на комплекс фізико-механічних і експлуатаційних властивостей з метою забезпечення надійності і довговічності матеріалів і виробів.

## **1. Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1. Експеримент як предмет дослідження та застосуванням планів першого порядку.**

**Тема 1. Стратегія та задачі дисципліни при проектуванні виробничих об'єктів та оптимізації технологічних процесів.** Актуальність вивчення методик планування експериментів. Показники технологічного процесу, їх ймовірнісний сенс. Особливості планування екстремальних експериментів. Доцільність застосування різних методик рандомізації та греко-латинських квадратів.

**Тема 2. Застосуванням планів першого порядку при вирішенні питань з оптимізації технологічних процесів.** Основні поняття і визначення. Плани першого порядку. Параметри оптимізації, фактори, вимоги до них, способи їх визначення, кодування факторів (незалежних змінних). Поверхня відгуку, припущення про її форму. Приклади вибору даних параметрів.

**Тема 3 Повний та дробовий факторний експерименти.** Характеристика повного факторного експерименту. Основна ідея дробового факторного експерименту. Кількість дослідів при повному та дробовому експериментах. Контраст, що визначає, співвідношення, що генерує. Розрізнявальна здатність дробових реплік. Властивості матриць повного і дробового факторних експериментів. Насичені і не насичені дробові репліки. Фактори, що впливають на ефективність дробових реплік та рекомендації щодо вибору дробової репліки.

**Тема 4. Методика проведення експерименту та обробка результатів дослідів.** Методи зменшення систематичних похибок. Оцінка випадкових похибок при рівномірному дублюванні дослідів, при нерівномірному дублюванні дослідів. Виключення сумнівних результатів дослідів. Довірчий інтервал коефіцієнтів рівнянь регресії. Визначення необхідної кількості повторних експериментів. Дослідження рівнянь регресії.

**Тема 5. Круте сходження по поверхні відгуку.** Характеристика факторів, що впливають на вибір розміру кроку. Варіанти можливих рішень по завершенню даних досліджень.

**Тема 6. Дослідження виробничих процесів з застосуванням ступеневих рівнянь.** Ліанерізація рівнянь з застосуванням логарифмування. Формули кодування факторів. Складання планів експерименту, їх реалізація, перевірка адекватності отриманих рівнянь регресії. Методика переходу від кодованих значень до натуральних, потенціювання і приклади доцільного застосування отриманого рівняння.

**Змістовий модуль 2. Опис практично стаціонарної області з застосуванням планів другого порядку.**

**Тема 7. Центральні композиційні плани.** Вибір ядра центрального композиційного плану. Вибір плеча зірчастих точок та кількості експериментів в центрі плану. Способи досягнення ортогональності і ротатабельності планів другого порядку. Ротатабельне уніформ планування. Порівняння ортогональних і ротатабельних планів другого порядку за властивостями. Методика застосування ротатабельних планів другого порядку для дослідження області оптимуму. Приклади вирішення матеріалознавчих задач за допомогою реалізації вказаних планів.

**Тема 8. Не композиційні плани другого порядку.** Методика застосування не композиційних планів другого порядку при дослідженні технологічних процесів виробництва, матеріалів і виробів. Приведення рівнянь другого ступеню до канонічного виду (перенесення початку координат та поворот осей). Методика аналізу рівняння в канонічному виді при  $k=2$ ,  $k=3$  і  $k>3$ , застосування графоаналітичного методу, можливі варіанти рішень за результатами аналізу. Порівняння доцільності застосування не композиційних та центральних композиційних планів. Приклади вирішення матеріалознавчих задач за допомогою вказаних методів планування експериментів.

**Тема 9 Експерименти для відсіювання мало впливових факторів.** Насичені плани. Наднасичені плани. Послідовне відсіювання.

**Тема 10. Фізико-хімічна інтерпретація результатів дослідження отриманих у виді рівнянь регресії.** Евристична інформація поліноміального рівняння. Перевірка гіпотез висунутих апріорі. Формалізація апріорних знань.

**Тема 11. Методи пошуку умовного оптимуму при дослідженні багатофакторних процесів.** Застосування лінійного програмування для пошуку умовного оптимуму функції відгуку. Використання методу невизначених множників Лагранжа для пошуку умовного оптимуму функції відгуку. Нелінійне програмування при відсутності та наявності обмежень.

Застосування комп'ютерних програм для пошуку умовного оптимуму функції відгуку

**Тема 12. Застосування методів планування експерименту при розробці технологій отримання матеріалів та їх обробці. Приклад застосування рототабельного планування другого порядку для оптимізація хімічного складу та режиму термообробки сталі H18K9M5T. Вплив технологічних факторів на істинне напруження при деформації дроту.**

**Тема 13. Фактори економічної ефективності при використанні теорії експерименту.** Економічна ефективність застосування планування експерименту в виробництві. Підвищення ефективності міркувань та осмислення дійсності за допомогою теорії експерименту. Можливості зменшення вартості робіт щодо планування та проведення експериментів.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьо-го	у тому числі					усьо-го	у тому числі				
		лк	пр	л б	ін д	с.р .		лк	п	ла б	ін д	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Експеримент як предмет дослідження та застосуванням планів першого порядку.</b>												
Тема 1. Стратегія та задачі дисципліни при проектуванні виробничих об'єктів та оптимізації технологічних процесів	9	2				7	10	1				9
Тема 2. Застосування планів першого порядку при вирішенні питань з оптимізації технологічних процесів.	17	2	2			13	16		1			15
Тема 3.	10	2	2			6	12					12

Повний та дробовий факторний експерименти												
Тема 4. Методика проведення експерименту та обробка результатів дослідів.	9	3				6	17	1				16
Тема 5. Круте сходження по поверхні відгуку.	18	2	3			13	12	1				11
Тема 6. Дослідження виробничих процесів з застосуванням ступеневих рівнянь.	4	4										
Разом за змістовим модулем 1	67	15	7			45	67	3	1			63
<b>Змістовий модуль 2. Опис практично стаціонарної області з застосуванням планів другого порядку.</b>												
Тема 7. Центральні композиційні плани.	11	2	2			7	11		1			10
Тема 8. Некомпозиційні плани другого порядку.	14	2	2			10	13					13
Тема 9. Експерименти для відсіювання мало впливових факторів.	10	2	2			6	12					12
Тема 10. Фізикохімічна інтерпретація	14	2	2			10	9					9



результатів дослідження отриманих у виді рівнянь регресії.												
Тема 11. Методи пошуку умовного оптимуму при дослідженні багатофакторних процесів.	9	2				7	11	1				10
Тема 12. Застосування методів планування експерименту у технологіях отримання матеріалів та їх обробки.	6	3				3	5					5
Тема 13. Фактори економічної ефективності при використанні теорії експерименту.	4	2				2	5					5
Разом за змістовим модулем 2	68	15	8			45	68	3	1			64
Усього годин	135	30	15			90	135	6	2			127

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Багатофакторний експеримент та можливості застосування його в матеріалознавстві	2
2	Методика застосування і аналіз можливостей повного та дробового факторних експериментів	2
3	Дослідження властивостей повного і дробового	2

	багатофакторних експериментів	
4	Методика обробка результатів дослідів	2
5	Використання методу крутого сходження по поверхні відгуку для рішення задач з оптимізації.	2
6	Дослідження впливу факторів при використанні моделі у вигляді рівняння ступеневого виду	2
7	Дослідження випадків доцільності використання планів другого порядку	3
	Усього годин	15

### 5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Порівняння переваг та недоліків однофакторних та багатофакторних експериментів	5
2	Обґрунтування доцільності застосування багатофакторних експериментів для вирішення екстремальних задач.	6
3	Обґрунтування доцільності застосування багатофакторних експериментів для вирішення інтерполяційних задач.	9
4	Сутність методу Бокса-Уілсона та приклади його доцільного застосування	6
5	Рангова оцінка параметра оптимізації та приклади її доцільного застосування	8
6	Методи врахування впливу зовнішніх факторів при неможливості їх стабілізації	9
7	Труднощі прямої оцінки розрізнявальної здатності дробної репліки і методи їх подолання	6
8	Вплив стратегії проведення дослідів на вартість експерименту.	9
9	Критерії вилучення результатів, що різко відрізняються	4
10	Методи вирішення задач у випадку неоднорідності дисперсій	6
11	Вибір теоретичних законів розподілу при оцінці довірчих інтервалів коефіцієнтів. Критерії, що уточнюють даний вибір.	5
12	Вирішення задачі встановлення зв'язку між випадковою величиною (параметром оптимізації) і невідповідними величинами (факторами)	6

13	Проведення регресійного аналізу при рівномірному дублюванні дослідів і на рівномірному дублюванні	5
14	Застосування комп'ютерних програм при здійсненні регресійного аналізу	6
	Усього годин	90

### 6. Методи навчання

- розповідь – для описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

### 7. Очікувані результати навчання з дисципліни

Студент після успішного завершення програми з даного предмету має продемонструвати заплановані знання, уміння і навички:

- уміння аналізувати й оцінювати висунуті гіпотези щодо вирішення конкретних проблем матеріалознавчої галузі та планувати експерименти для їх перевірки.

- уміння застосовувати набуті знання при вирішенні задач щодо доцільного вибору планів проведення експериментів.

- уміння використовувати практичні знання при плануванні, оптимізації та здійсненню контролю за проведенням експериментів.

- уміння самостійно використовувати нормативно-технічну і довідкову літературу, вимоги ДСТУ.

Вміти аналізувати, розраховувати та експериментально уточнювати оптимальні значення технологічних параметрів процесів виробництва.

Володіти прийомами і навичками роботи для здійснення випробувань зразків та виробів.

### 8. Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: усне опитування на лабораторних заняттях, аудиторна контрольна робота, тестування.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, тестування.

## 9. Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота													Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2								100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13		
16	16	16	16	16	20	14	14	14	14	14	15	15		

T1, T2 ... T11 – теми змістових модулів.

## 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
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<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

## 10. Методичне забезпечення

1. Плани до практичних занять з дисципліни «Теорія і практика експерименту» для студентів спеціальності 132 “Прикладне матеріалознавство”, денної і заочної форм навчання /Укл.: В.С. Вініченко, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – с 19.

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту. Навч. посібник. — Львів: Видав. ДУ «ЛП», — 2000. — 205 с.
2. Організація наукових досліджень: навчальний посібник / В.М. Кислий. — Суми: Університетська книга, 2011. — 224 с.
3. Організація наукових досліджень: навчальний посібник / В.М. Кислий. — Суми: Університетська книга, 2011. — 224 с.

4. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов – М.: Машиностроение, 1981 – 183 с.
5. Налимов, В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов: / В.В. Налимов, Н.А. Чернова; под общ. ред. В.В. Налимова – М.: Наука, 1965. – 405 с.

#### **Допоміжна**

1. Планування і обробка даних наукового експерименту: Конспект лекцій /В.В. Полтавець. — Донецьк: ДВНЗ ДонНТУ, 2008 — 52 с.
2. Методологія наукових досліджень технологічних процесів. /П.Білей, М.Адамовський, Я. Ханік, Н. Довга, Л. Сорока/ — Львів: Видав. НУ "Львівська політехніка", 2003. — 352 с
3. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. М.: Наука, 1976. 279 с.
4. Налимов В.В. Логические основания планирования эксперимента / В.В. Налимов, Т.И. Голикова, – изд. 2-е перераб. и доп. М.: Металлургия, 1980. – 152 с.
5. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента /Х Шенк; под общ. ред. Бусленко Н.П. Мир, М.: 1972 – 379 с.

#### **12. Інформаційні ресурси**

1. Google Академія <http://scholar.google.com.ua/>
2. Національна бібліотека України ім. В.І.Вернадського  
<http://www.nbuv.gov.ua/>

\_\_\_\_\_, 2019 рік