



## **СИЛАБУС**

**навчальної дисципліни (обов'язкова)**  
**ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА**  
**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**  
Обсяг освітнього компоненту (3 кредити/ 90 годин)

Освітня програма «Прикладне матеріалознавство»  
першого рівня вищої освіти  
Спеціальність – 132 «Матеріалознавство»

## **ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**

***Ткач Дар'я Володимирівна, доцент, к.т.н.***

***Контактна інформація:***

- номер телефону 096 368 2086;*
- [dvt@zp.edu.ua](mailto:dvt@zp.edu.ua);*
- головний навчальний корпус, аудиторія 154*

## **ОПИС КУРСУ**

Навчальна дисципліна «Основи наукових досліджень та ММТП» є обов'язковим компонентом підготовки бакалаврів за спеціальністю 132 «Матеріалознавство». Курс спрямований на формування у здобувачів компетентностей з організації та проведення наукових досліджень, обробки експериментальних даних та математичного моделювання технологічних процесів. Особливістю курсу є його практична спрямованість та використання сучасного програмного забезпечення JMP від SAS для статистичної обробки даних та планування експерименту.

У межах двох змістових модулів здобувачі опановують методи організації та проведення експериментальних досліджень, статистичної обробки даних, планування експерименту, а також основи розробки математичних моделей. Набуті практичні навички роботи з професійним програмним забезпеченням та методами математичного моделювання є необхідними для подальшої професійної та наукової діяльності в галузі матеріалознавства.

## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**



**Мета курсу:** формування у здобувачів вищої освіти системи знань та практичних навичок з методології наукових досліджень, розвиток компетентностей з планування та проведення експериментів, статистичної обробки експериментальних даних, та математичного моделювання технологічних процесів в галузі матеріалознавства. Курс є інтегруючою дисципліною, що поєднує фундаментальні знання з математики та фізики з професійно-орієнтованими дисциплінами спеціальності, забезпечуючи формування наукового світогляду майбутнього фахівця та його здатність до дослідницької діяльності.

**Завдання курсу:** засвоєння принципів організації та методології наукових досліджень; оволодіння методами статистичної обробки експериментальних даних; набуття практичних навичок роботи з програмним комплексом JMP; освоєння методів планування експерименту; формування вмінь з розробки та валідації математичних моделей технологічних процесів; розвиток здатності до аналізу та інтерпретації результатів досліджень.

### **Компетентності:**

#### **Загальні компетентності (КЗ):**

1. **КЗ.01.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. **КЗ.03.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
3. **КЗ.04.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
4. **КЗ.05.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
5. **КЗ.06.** Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
6. **КЗ.07.** Здатність використовувати інформаційні і комунікаційні технології.
7. **КЗ.08.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
8. **КЗ.10.** Здатність працювати автономно.
9. **КЗ.12.** Прагнення до збереження навколишнього середовища.

#### **Фахові компетентності спеціальності (КС):**

1. **КС.02.** Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів.
2. **КС.03.** Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства.
3. **КС.04.** Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства.
4. **КС.05.** Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем.
5. **КС.09.** Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних,



- функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.
6. **КС.12.** Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів.
  7. **КС.14.** Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів.
  8. **КС.16.** Здатність обґрунтовано здійснювати вибір матеріалів для конкретних умов експлуатації.
  9. **КС.17.** Здатність обирати методики покращення комплексу технологічних і службових властивостей.
  10. **КС.18.** Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з розділів фізики твердого тіла та фазових рівноваг для розуміння процесів формування структури і властивостей матеріалів, прогнозування їх експлуатаційних характеристик та розробки новітніх технологій виробництва перспективних матеріалів.
- 

#### **Програмні результати навчання (РН):**

1. **РН1.** Володіти логікою та методологією наукового пізнання.
2. **РН3.** Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій для професійної діяльності.
3. **РН7.** Володіти навичками, які дозволяють продовжувати вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
4. **РН9.** Уміти експериментувати та аналізувати дані.
5. **РН13.** Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів, вибирати оптимальні методи модифікації їх властивостей.
6. **РН16.** Знати і використовувати методи фізичного і математичного моделювання при створенні нових та удосконаленні існуючих матеріалів і технологій їх виготовлення.
7. **РН17.** Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів.
8. **РН19.** Обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.
9. **РН20.** Знаходити потрібну інформацію у літературі, консультиватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації для дослідження інженерних питань.
10. **РН24.** Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольно-вимірвальних приладів.



11. **PH26.** Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування.
12. **PH28.** Здатність аналізувати та контролювати фізико-хімічні процеси у матеріалах, прогнозувати їх поведінку при міжфазній взаємодії та використовувати ці знання для оптимізації технологічних параметрів виробництва.
13. **PH29.** Вміння використовувати залежність між будовою, структурою і властивостями матеріалів, режимів їх термічної обробки для забезпечення необхідних показників якості.
14. **PH33.** Демонструвати знання методів і навички практичного застосування експериментальних досліджень властивостей матеріалів.

### **ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Для успішного опанування дисципліни здобувач вищої освіти повинен мати базові знання з математики (теорія ймовірностей та математична статистика, математичний аналіз, лінійна алгебра), інформатики (навички роботи з комп'ютером та електронними таблицями), фізики (фізичні основи та похибки вимірювань) та матеріалознавства (структура та властивості матеріалів, технологічні процеси, методи дослідження). Здобувач має володіти базовими навичками математичних розрахунків, вміти працювати з комп'ютером, аналізувати та систематизувати інформацію, логічно формулювати думки та висновки.

### **ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ**

Таблиця 1 – Тематичний план практичних робіт

<b>Номер тижня</b>	<b>Теми практичних робіт, год.</b>
<b>Змістовий модуль 1. Методи статистичної обробки експериментальних даних</b>	
1-2	Пр. № 1. «Статистична обробка результатів вимірювань. Визначення основних статистичних характеристик», (4 год.)
3-4	Пр. № 2. «Застосування закону нормального розподілу при обробці експериментальних даних. Перевірка гіпотези про нормальність розподілу», (4 год.)
5-6	Пр. № 3. «Методи виявлення та видалення грубих похибок з експериментальних вибірок», (4 год.)
7-8	Пр. № 4. «Кореляційний аналіз. Визначення форми та тісноти зв'язку між досліджуваними величинами», (4 год.)
9-10	Пр. № 5. «Регресійний аналіз. Підбір емпіричних формул методом найменших квадратів», (4 год.)
<b>Змістовий модуль 2. Планування експерименту та аналіз даних в JMP</b>	
11-12	Пр. № 6. «Основи роботи в програмному комплексі JMP. Імпорт та підготовка даних до аналізу», (4 год.)



13	Пр. № 7. «Планування повного факторного експерименту в JMP», (2 год.)
14	Пр. № 8. «Оптимізація технологічних процесів з використанням методів поверхні відгуку», (2 год.)
15	Пр. № 9. «Аналіз та візуалізація результатів експерименту в JMP», (2 год.)

Таблиця 2 – Варіанти завдань для розрахунково-графічного завдання з теми "Комплексний аналіз експериментальних даних"

Номер варіанту	Досліджуваний параметр	Об'єкт дослідження
1	Твердість (HRC)	Сталеві зразки після термічної обробки
2	Теплопровідність	Алюмінієві сплави
3	Ударна в'язкість	Сталеві зразки після термічної обробки
4	Залишкові напруження	Метал після механічної обробки
5	Пластичність (%)	Сталеві зразки після швидкого охолодження
6	Швидкість дифузії	Легувальні елементи при нагріванні
7	Міцність при розтягуванні	Алюмінієві сплави
8	Розмір зерен (мкм)	Структура сталі після термічної обробки
9	Швидкість корозії	Сплави в агресивному середовищі
10	Втрати маси	Матеріали при трибологічному тесті
11	Твердість (HV)	Поверхневий шар після азотування
12	Товщина оксидного шару (мкм)	Алюмінієві зразки після анодування
13	Електропровідність	Мідні зразки при різних температурах
14	Міцність	Зварювальні з'єднання сталей

Таблиця 3 – Теми індивідуальних завдань для роботи в програмному комплексі JMP

№	Тема індивідуального завдання	Зміст роботи
1	Оптимізація режимів термічної обробки сталі	Побудова моделі впливу температури та часу витримки на твердість сталі. Визначення оптимальних параметрів процесу.
2	Дослідження впливу легувальних елементів на властивості сплавів	Багатофакторний аналіз впливу вмісту легувальних елементів на механічні властивості.
3	Моделювання процесу зносу матеріалів	Побудова регресійної моделі залежності зносостійкості від умов експлуатації.
4	Оптимізація параметрів зварювання	Планування експерименту для визначення оптимальних режимів зварювання.
5	Аналіз факторів впливу на корозійну стійкість	Виявлення значущих факторів та їх взаємодій методом повного факторного експерименту.
6	Моделювання процесу дифузійного насичення поверхні	Побудова математичної моделі для прогнозування глибини дифузійного шару.
7	Оптимізація складу композиційних матеріалів	Застосування методів поверхні відгуку для оптимізації складу композитів.
8	Дослідження структуроутворення в металах	Аналіз впливу технологічних параметрів на формування структури.



9	Прогнозування механічних властивостей сплавів	Розробка прогностичних моделей на основі хімічного складу та режимів обробки.
10	Оптимізація процесу гартування	Визначення оптимальних параметрів гартування для досягнення заданих властивостей.
11	Моделювання процесу кристалізації	Аналіз впливу умов охолодження на структуру та властивості металів.
12	Дослідження втомної міцності	Побудова моделей для прогнозування довговічності матеріалів

## САМОСТІЙНА РОБОТА

Таблиця 4 – Тематичний план самостійної роботи

Номер тижня	Теми для самостійного вивчення, год.
<b>Змістовий модуль 1. Методи статистичної обробки експериментальних даних</b>	
1-2	Види експериментальних досліджень у матеріалознавстві. Систематизація методів вимірювання властивостей матеріалів. (6 год.)
3-4	Методи графічного представлення статистичних даних. Побудова гістограм, полігонів частот, кумулятивних кривих. (6 год.)
5-6	Критерії узгодженості для перевірки гіпотези про закон розподілу (Колмогорова, Пірсона, Шапіро-Уїлка). (6 год.)
7-8	Множинна кореляція. Рангова кореляція. Частинна кореляція. (6 год.)
9-10	Методи нелінійної регресії. Поліноміальна, експоненціальна, логарифмічна регресія. (6 год.)
<b>Змістовий модуль 2. Планування експерименту та аналіз даних в JMP</b>	
11-12	Дробовий факторний експеримент. Скорочення числа дослідів. Регулярні дробові репліки. (8 год.)
13	Центральний композиційний план. Ротатабельні плани другого порядку. (8 год.)
14	Методи оптимізації багатофакторних процесів. Симплекс-метод. Метод градієнтного спуску. (8 год.)

## РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Літературні джерела:

1. Основи наукових досліджень / Ю.С. Гришук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 232 с. – Режим доступу: <https://web.kpi.kharkov.ua/ea/wp-content/uploads/sites/25/2017/02/OND-Ukr.pdf>
2. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
3. JMP Learning Library [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.jmp.com/en\\_us/learning-library.html](https://www.jmp.com/en_us/learning-library.html)
4. Брадул О.М. Теорія планування експерименту. – Київ: Кондор, 2018. – 232 с.
5. Статистична обробка експериментальних даних: Навчальний посібник / О.П. Мельниченко, І.Л. Якименко, Р.Л. Шевченко – Біла Церква, 2006.
6. Руденко В. М. Математична статистика. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 304 с.



7. Карпаш, О. М. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. / О. М. Карпаш, П. М. Райтер, М. О. Карпаш. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2014. - 253 с.  
<http://chytalnya.nung.edu.ua/node/2947>

8. JMP Essentials: An Illustrated Step-by-Step Guide for New Users, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.

9. Online Statistics Education: An Interactive Multimedia Course of Study. URL: <http://onlinestatbook.com>

## **ОЦІНЮВАННЯ**

Протягом семестру здобувачі вищої освіти можуть набрати до 100 балів за виконання різних видів навчальної діяльності. 40 балів за виконання та захист практичних робіт. При захисті оцінюється якість виконання роботи, правильність розрахунків, оформлення звіту та відповіді на питання. За кожен практичну роботу можна отримати 2-4 бали.

Важливою складовою оцінювання є тестовий контроль знань, за який можна отримати до 30 балів. Тестування проводиться двічі за семестр - після завершення кожного змістового модуля. Перший тест перевіряє знання з методів статистичної обробки даних, другий - з планування експерименту та роботи в програмі JMP. За кожен тест можна отримати максимум 15 балів.

Протягом семестру студенти виконують розрахунково-графічне завдання (РГЗ), яке оцінюється у 15 балів. При оцінюванні РГЗ враховується правильність виконання розрахунків, якість оформлення графічного матеріалу та захист роботи. Також 15 балів можна отримати за виконання індивідуального завдання, яке включає проведення дослідження в програмі JMP, аналіз отриманих результатів та їх презентацію.

Для отримання заліку необхідно виконати всі практичні роботи, успішно скласти модульні тести, захистити РГЗ та індивідуальне завдання. При цьому сума набраних балів має бути не менше 60. Якщо студент набирає менше 60 балів або не виконує всі обов'язкові види робіт, він отримує оцінку «не зараховано» та має можливість перескласти дисципліну відповідно до встановленого порядку.

## **ПОЛІТИКИ КУРСУ**

При вивченні дисципліни здобувачі вищої освіти мають відвідувати практичні заняття та активно в них брати участь. У разі пропуску занять студент зобов'язаний самостійно опрацювати матеріал та може відпрацювати пропущене заняття через індивідуальні консультації з викладачем.

Для ефективного опанування курсу необхідно дотримуватися встановленого графіку виконання практичних робіт та індивідуальних завдань. При виникненні складнощів з дотриманням термінів, потрібно завчасно узгодити з викладачем можливість їх перенесення. Всі роботи мають бути подані не пізніше встановленого терміну наприкінці семестру. У випадку поважних причин можливе індивідуальне узгодження термінів виконання завдань.



У курсі суворо дотримується політика академічної доброчесності. Здобувачі зобов'язані самостійно виконувати всі види навчальних завдань, завдання поточного та підсумкового контролю. При виконанні індивідуальних завдань та РГЗ допускається обговорення ідей та консультації, але розрахунки та аналіз кожен студент має виконувати самостійно. Списування під час тестів заборонено. Також необхідно дотримуватися норм законодавства про авторське право та давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.

Комунікація з викладачем здійснюється через електронну пошту, Telegram та під час консультацій у робочий час. Здобувачі можуть створювати групи для спільного навчання та обміну досвідом, дотримуючись принципів академічної доброчесності. Важливою умовою ефективної роботи є толерантне та доброзичливе ставлення до однокурсників та викладачів.

Детальніше з політикою академічної доброчесності можна ознайомитися в Кодексі академічної доброчесності НУ "Запорізька політехніка" ([https://zp.edu.ua/uploads/dept\\_nm/Nakaz\\_N253\\_vid\\_29.06.21.pdf](https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf)).

#### **ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ**

Для роботи на курсі необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle, де розміщені всі матеріали курсу, завдання та методичні рекомендації. На платформі також публікуються оголошення та відбувається здача виконаних робіт. Допускається надавати роботи електронною поштою та через Telegram.

Основним програмним забезпеченням для виконання практичних робіт є JMP студентська версія. Це безкоштовна академічна версія програми з ліцензією на 12 місяців, яку можна отримати на офіційному сайті SAS ([https://www.jmp.com/en\\_us/academic/jmp-student-edition.html](https://www.jmp.com/en_us/academic/jmp-student-edition.html)). Для встановлення програми потрібно зареєструватися на сайті, використовуючи університетську електронну пошту. Після реєстрації ви отримаєте доступ до завантаження інсталятора та код активації програми.

Для онлайн-консультацій та комунікації з викладачем використовується Telegram. Рекомендується мати комп'ютер або ноутбук з операційною системою Windows 10/11 або macOS та стабільне інтернет-з'єднання. Для оформлення звітів знадобляться програми для роботи з документами - Microsoft Office або безкоштовні аналоги.

На платформі Moodle ви знайдете детальні інструкції щодо встановлення та налаштування всього необхідного програмного забезпечення. Якщо виникнуть технічні проблеми, завжди можна звернутися за консультацією до викладача.