

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерії, транспорту та архітектури

Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО

2024 р.

## СИЛАБУС

Навчальна дисципліна Математичні та числові методи в інженерії матеріалів і процесів

Освітньо-професійна програма Відновлення та технічний сервіс автомобілів

Рівень вищої освіти Другий (магістерський)

Таблиця 1 – Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Драч Ілона Володимирівна
Профайл викладача	<a href="https://im.khmnu.edu.ua/drach">https://im.khmnu.edu.ua/drach</a>
E-mail викладача(ів)	<a href="mailto:drachil@khmnu.edu.ua">drachil@khmnu.edu.ua</a>
Контактний телефон	097-584-98-11
Сторінка дисципліни в ІСУ	<a href="https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9002">https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9002</a>
Консультації	Очні: відповідно до графіка, встановленого кафедрою Онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

## Загальна характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття					Самостійна робота, в т.ч. ІРС			залік	іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
О	О	1	1	4	120	51	34	17			69			+	

## Анотація навчальної дисципліни

За сучасних тенденцій одним із дієвих інструментів для вирішення складних задач та проблем, пов'язаних з розробкою, дослідженням, застосуванням, виробництвом, обробкою та випробуванням сучасних матеріалів та виробів на їх основі є методи математичного моделювання. Розглядаються питання прикладних можливостей математичних методів розв'язання практичних задач, а також методи і алгоритми, які найбільш часто використовуються в інженерних додатках для математичного моделювання вдосконалення наявних матеріалів і технологій їх виготовлення й обробки.

Дисципліна «Математичні та числові методи в інженерії матеріалів і процесів» є обов'язковою дисципліною циклу загальної підготовки, має провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «магістр» за освітньо-професійною програмою «Відновлення та технічний сервіс автомобілів». Залучення студентів до теоретичних матеріалознавчих досліджень сприяє активізації їх розумової діяльності, самовдосконаленню, самореалізації та розвитку «softskills». Дисципліна викладається для здобувачів ВО очної форми навчання другого (магістерського) рівня спеціальності 13 Матеріалознавство. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема оглядові лекції, елементи комп'ютерного моделювання тощо.

**Пререквізити:** вихідна; **кореквізити:** інженерія поверхні, вибір матеріалів деталей технологічних і транспортних машин, високоенергетичні змцнюючі технології, виконання кваліфікаційної роботи.

## Мета і завдання дисципліни

**Мета дисципліни.** Формування особистості фахівця, здатного виконувати прикладні технологічні та наукові дослідження, спрямовані на вдосконалення наявних матеріалів і технологій їх виготовлення й обробки.

**Завдання дисципліни.** Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо уміння планувати та здійснювати прикладні технологічні дослідження; володіння навичками дослідження об'єктів та предметів виробництва; вміння використовувати автоматизовані системи в професійній діяльності; вміння оцінювати та

узагальнювати виробничий досвід для впровадження сучасних матеріалів, технологій та прогресивної техніки відповідно до вимог ринку.

### Очікувані результати навчання

Здобувач вищої освіти, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: досконало **володіти** професійною термінологією та основними поняттями галузі матеріалознавства, **володіти** методами дослідження структури і властивостей різних груп матеріалів з використанням сучасних технологій; знаходити раціональні і ефективні конструктивні рішення при проектуванні нових матеріалів; **використовувати** методи фізичного і математичного моделювання при удосконаленні існуючих матеріалів, технологій їх виготовлення і обробки; **застосовувати** інформаційно-комп'ютерні технології, програмне забезпечення та творчий підхід для вирішення матеріалознавчих задач; **оформляти** результати згідно з вимогами до звітної документації; **презентувати** результати дослідження.

### Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

Таблиця 3 – Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекції	Тема лабораторного заняття	Самостійна робота студента		
			зміст	год.	література
1	Вступ. Багатофакторний експеримент та можливості застосування його в матеріалознавстві	Лабораторна робота (далі ЛР) 1. Планування експериментів при розробленні складу високоміцного твердого сплаву для обробки деталей, що дають зливну стружку	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1 Організація та проведення експериментальних досліджень, підготовка до виконання лабораторної роботи №1. Одержання індивідуального завдання (ІДЗ), з Т5 Числові методи в задачах інженерії матеріалів і процесів, що виносяться на самостійне опрацювання	1	[1] с. 5-30; [2] с. 8-14, 105-108; [4] с. 149-186, [9] с. 6-16
2	Методика застосування і аналіз можливостей повного та дробового факторних експериментів	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до захисту лабораторної роботи № 1, підготовка до виконання ІДЗ: задача 1	4	[1]с.114-125; [2]с.116-126, [9] с. 16-24
3	Дослідження властивостей повного і дробового багатофакторних експериментів	ЛР 2. Оцінка аномальності результатів вимірювань при контролі глибини дифузійного хромованого шару сталі 4x5мф1с	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до виконання лабораторної роботи № 2 та до виконання ІДЗ: задача 2	4	[1]с.127-137; [2]с.126-134, [9] с. 24-28
4	Методика проведення експерименту і обробка результатів дослідів	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до захисту лабораторної роботи № 2 та до виконання ІДЗ: задача 3	4	[1]с.141-151; [2] с. 36-83, [9] с. 28-33
5	Використання методу крутого сходження по поверхні відгуку для розв'язання задач оптимізації	ЛР 3. Визначення оцінок і довірчих границь для параметрів нормального розподілу при вимірюванні твердості сталі	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до виконання лабораторної роботи № 3 та до виконання ІДЗ: задача 4	4	[1] с. 151-170; [4] с. 166-176, [9] с. 33-38
6	Методика дослідження впливу факторів при використанні моделі у вигляді рівняння степеневого виду	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до захисту лабораторної роботи № 3 та до виконання ІДЗ: задача 5	4	[3] с. 7-13; [4] с. 12-36; [9] с. 38-41
7	Дослідження випадків доцільності використання планів другого порядку	ЛР 4. Розрахунок параметрів дослідного розподілу і оцінка достовірності впливу термічної обробки на твердість хромованого шару	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2 Основи математичного моделювання (ММ) та ідентифікація математичних моделей, підготовка до виконання лабораторної роботи № 4 та до виконання ІДЗ: задача 6	5	[3] с. 14-34; [4] с. 73-86; [5] с. 10-22, [9] с. 41-47
8	Ідентифікація математичних моделей	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до захисту лабораторної роботи № 4 та до виконання ІДЗ: задача 7	5	[5] с. 68-78; [6] с. 11-19

9	Поняття моделі та моделювання. Узагальнена методика математичного моделювання	ЛР 5. Визначення закону розподілу випадкової величини при вимірюванні твердості сталі	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до виконання лабораторної роботи № 5 та до виконання ІДЗ: задача 8	5	[5] с. 6-47;
10	Методи оптимізації	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до захисту лабораторної роботи № 5 та до виконання ІДЗ: задача 9, підготовка до тестового контролю з теми 2	5	[5] с. 47-67; [6] с. 20-33
11	Математичне моделювання при створенні матеріалів та процесів їх обробки	ЛР 6. Парний регресійний аналіз результатів експериментів при визначенні здатності деталей до крихкого руйнування	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3 Математичне моделювання при створенні матеріалів та процесів їх обробки, підготовка до виконання лабораторної роботи № 6 та до виконання ІДЗ: задача 10	5	[4]с.185-188; [6] с. 33-35
12	-	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до захисту лабораторної роботи № 6 та до презентації ІДЗ	5	[4] с. 186-203; [5] с. 58-60
13	Моделювання технологічних режимів та їх оптимізація	ЛР 7. Інтерполяція і екстраполяція таблиць при призначенні режиму нагріву сталевих виробів у полум'яних печах і соляних ваннах	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до виконання лабораторної роботи № 7	3	[4] с.247-256
14	-	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до захисту лабораторної роботи № 7	3	[5] с. 61-62
15	Методи числового моделювання	ЛР 8. Оптимізація оснащення термічного цеху методом лінійного програмування	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4 Моделювання технологічних режимів і їх оптимізація, підготовка до виконання лабораторної роботи № 8	4	[4] с. 283-308; [5] с. 23-25
16	Імітаційне моделювання методом Монте-Карло	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, Т5 Числові методи в задачах інженерії матеріалів і процесів підготовка до захисту лабораторної роботи № 8, підготовка до тестового контролю з теми 4	4	[5] с. 25-28; 41-47
17	Технологія оптимального вибору матеріалу	-	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, презентація ІДЗ, підготовка до підсумкового заняття	4	[7] с. 6-30

### Політика дисципліни

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і практичні заняття згідно із розкладом, не запізнюватися на заняття, домашні завдання виконувати якісно і відповідно до графіка.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни можуть користуватись як наявним в аудиторіях кафедри комп'ютерним обладнанням, так і власними пристроями (ноутбуками, планшетами, смартфонами). Власними пристроями можна користуватись як для роботи в системі Модульного середовища, так і для доступу до зовнішніх інформаційних ресурсів, які необхідні для виконання лабораторних робіт та пов'язаних із ними, власних завдань кваліфікаційної роботи.

Лабораторні роботи виконуються індивідуально або групами, згідно з варіантами, що представлені у методичних вказівках до лабораторних робіт. Під час роботи над індивідуальними завданнями недопустимі порушення правил академічної доброчесності. У разі наявності плагіату (спроба представити до захисту лабораторну роботу іншого варіанту) здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати

лабораторну роботу згідно із його варіантом.

### Критерії оцінювання результатів навчання

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною **чотирибальною** шкалою відповідно до Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення звіту; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

При цьому використовуються методи поточного контролю: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт; тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми; презентація індивідуальних завдань.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу, який проводиться тестуванням з усього матеріалу дисципліни. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу, вважається невстигаючим. Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Самостійна робота	Семестровий контроль, залік
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль		ІДЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	T2	T3-4	T 5	За рейтингом
ВК:				0,5				0,3		0,2	

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт.

### Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти п'яти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25.

Тестові завдання для кожного студента випадково генеруються із загального банку питань у середовищі для навчання Moodle. Оцінювання відповідей студента здійснюється в автоматичному режимі. Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою. Сума балів пропорційна кількості правильних відповідей. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестові завдання	1–13	14–16	17–22	23–25
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 25 хвилин.

Якщо студент отримав негативну оцінку, то він має перездати її в установленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

### Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ECTS	Інституційна шкала балів	Інституційна оцінка	Критерії оцінювання	
A	4,75-5,00	5	Зараховано	
B	4,25-4,74	4		<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок.
C	3,75-4,24	4		<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками.
D	3,25-3,74	3		<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
E	3,00-3,24	3		<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією.
FX	2,00-2,99	2	Незараховано	
F	0,00-1,99	2		<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
			<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни	
			<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.	

## Питання для підсумкового контролю з дисципліни

- 1 Класифікація експериментів.
- 2 Послідовність виконання експериментальних досліджень.
- 3 Основні засоби, які необхідні для виконання експериментальних досліджень в галузі матеріалознавства.
- 4 Методи та способи вимірювання величин технічних показників об'єктів дослідження.
- 5 Вимоги, що висуваються до точності вимірювань.
- 6 Основні статистичні характеристики.
- 7 Методи перевірки гіпотези про нормальний закон розподілу статистичної сукупності.
- 8 Етапи виконання апроксимації результатів експериментальних досліджень.
- 9 Методи визначення коефіцієнтів, апроксиманти.
- 10 Етапи виконання регресійного аналізу.
- 11 Методика перевірки кореляційного зв'язку.
- 12 Методика перевірки однорідності дисперсій дослідів експерименту.
- 13 Перевірка коефіцієнтів регресії на значущість.
- 14 Перевірка рівняння регресії на адекватність.
- 15 Способи пошуку оптимальних рішень під час експериментальних досліджень.
- 16 Методи теоретичного рівня досліджень.
- 17 Фундаментальні дослідження.
- 18 Прикладні дослідження.
- 19 Мета та завдання теоретичних досліджень.
- 20 Послідовність етапів виконання теоретичних досліджень.
- 21 Сучасні методи теоретичних досліджень.
- 22 Методи моделювання процесів дослідження.
- 23 Застосування ММ при оптимізації технологій термічної обробки.
- 24 Застосування детермінованого та статистичного описів.
- 25 Раціональний розв'язок, область його існування.
- 26 Етапи розробки математичних моделей.
- 27 Оцінка адекватності моделі.
- 29 Розробка математичних моделей з використанням фундаментальних законів.
- 30 Моделювання систем у випадку, коли вона добре вивчена і є можливість записати аналітичні співвідношення.
- 31 Моделювання систем у випадку, коли система відома з точністю до невідомих параметрів.
- 32 Моделювання систем у випадку, коли відомо, що моделлю може служити одна з відомих функцій.
- 33 Моделювання систем у випадку, коли аналітичний вид моделі невідомий.
- 34 Вимоги до об'єкту досліджень, параметра оптимізації, факторів.

## Рекомендована література

### Основна

- 1 Любич О.Й., Будник А.Ф. Експериментальне забезпечення наукових досліджень: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.-186 с.
- 2 Горват А.А., Молнар О.О., Мінкович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019. – 160 с.
- 3 Яганов П.О. Моделювання технічних систем і технологічних процесів вибрані розділи регресійний аналіз: Київ, Україна: НТУУ «КПІ», 2023. URL : [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/53255/1/Modeliuvannia\\_tekhnichnykh\\_system.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/53255/1/Modeliuvannia_tekhnichnykh_system.pdf)
- 4 Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
- 5 Математичне моделювання систем і процесів. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. В. Богданова, О. В. Богданов . – Електронні текстові дані (1 файл: 3,42 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 85 с.
- 6 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Математичне моделювання та оптимізація технологічних процесів” Для студентів напрямку 6.050403 «Інженерне матеріалознавство» / Укладачі: О.В.Степанов, М.О.Сисоєв - К.: НТУУ “КПІ”. 2014. – 36 с. URL : <https://compnano.kpi.ua/uk/navchannya/informatsijni-resursi-distiplin/2-uncategorised/358-matematychnemodeliuvannia-ta-optymizatsiia-lab.html>
- 7 Вибір і комп'ютерний дизайн матеріалів: Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. В. Степанов, Ю. І. Богомол, І.М. Гурія. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 107 с.
- 8 Сігова В.І., Алексєєв О.М. Основи комп'ютерного матеріалознавства: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 207 с.
- 9 Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Техніка і методика експерименту» для студентів спеціальності 132. Матеріалознавство» /Укл.: В.С. Вініченко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. 48 с.

### Додаткова

- 1 Комп'ютерні технології в матеріалознавстві : навчальна - методичний посібник / О.Є. Бармін, О.Є. Вуєць, А.І. Зубков та ін.; за ред. проф. О.В. Соболя та доц. І.М. Колупаєва. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – 272 с.
- 2 Степанов О.В., Богомол Ю.І. Програмні засоби оптимального вибору матеріалів//Металознавство та обробка металів.-2016. - № 4. С. 56-60

3 Інженерне матеріалознавство : Підручник / О.М. Дубовий, Ю.О. Казмиренко, Н.Ю. Лебедева, С.М. Самохін. – Миколаїв: НУК, 2009. – 444 с.

4 Using MATLAB, Version 7.\*,2007, The MathWork, Inc.,Natick, MA.(HELP).

5 CES EduPack.

URL : [https://www.grantadesign.com/download/pdf/edupack2018/CES\\_Edupack\\_2018\\_Overview.pdf](https://www.grantadesign.com/download/pdf/edupack2018/CES_Edupack_2018_Overview.pdf)

6 Michael F. Ashby. Materials and Sustainable Devepment. Elsevier. - 2016. – 312 p.

7 Michael Ashby, Hugh Shercliff, David Cebon. Materials. Engineering, Science, Processing and Design. Elsevier; 2007. - 514 p.

8 Теорія планування експериментів: Виконання розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / С.М. Лапач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 3,31 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 86 с.

9 Сущук-Слюсаренко В.І., Гадияк Р.А. Математична статистика: навчальний посібник для самостійної роботи студентів з дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика». Київ, Україна: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. URL : <http://ela.kpi.ua:8080/bitstream/123456789/11536/1/1.pdf>.

10 Теорія планування експериментів: Виконання розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / С.М. Лапач ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 3,31 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 86 с.

11 Learn Materials – Ansys Granta. URL :

<https://www.grantadesign.com/education/teachingresources/ongoing-development/learn-materials/>