

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛО- І МАСООБМІННИХ
ПРОЦЕСІВ**

підготовки магістрів

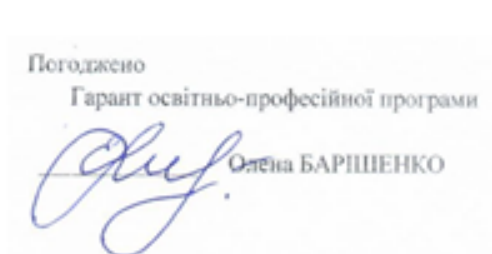
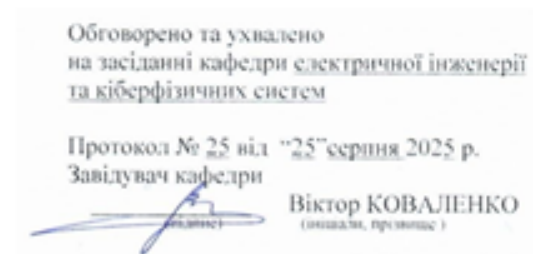
денної форми здобуття освіти

освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

ВИКЛАДАЧ (-ЧП): Баріщенко О. М., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем



2025 рік

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

Зв'язок з викладачем:

E-mail: barishenko.om@np.znu.edu.ua

СЕЗН ЗНУ повідомлення: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=10233>

Телефон: +380679110180

Інші засоби зв'язку: Viber, Telegram

Кафедра: електричної інженерії та кіберфізичних систем, пр. Соборний, 226 9-й корп. ЗНУ,
ІННІ, 3-й поверх каб. 656

1. Опис навчальної дисципліни

Метою є оволодіння методикою імітаційного моделювання тепломасообмінних процесів, проведення наукового дослідження для удосконалення роботи технологічних об'єктів та підвищення ефективності систем управління з використанням сучасного обладнання.

Виконання лабораторних завдань навчає навичкам розробки математичного опису і створення імітаційних моделей для потреб систем управління на основі обмінних процесів (теплових або/і масових) за допомогою сучасних програмних застосунків, проводити теоретичні дослідження та розробки рекомендацій.

Основними завданнями вивчення курсу є закріплення існуючих знань на базі яких будуть отриманні достатні, фундаментальні та прикладні знання для розробки математичних моделей об'єктів промисловості та енергетики, в проектах розробки систем управління безпілотними апаратами, особливо в умовах повоєнного відновлення України, проведення різноманітних досліджень та складання рекомендацій щодо удосконалення систем управління, опанування можливостей сучасних математичних середовищ і програмних застосунків.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти
<i>1</i>	<i>2</i>
Статус дисципліни	Обов'язкова
Семестр	2-й
Кількість кредитів ECTS	6
Кількість годин	180
Лекційні заняття	24 год.
Практичні заняття	24 год.
Самостійна робота	132 год.
Консультації	Дистанційно в месенджері телеграм на каналі курсу https://t.me/magistru174 Щосереда з 17-00 по 18-00
Вид підсумкового семестрового контролю:	екзамен
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=10233



2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ Програмні результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
ЗК02. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК03. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. СК01. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв. СК03. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами. СК05. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень. СК06. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами. СК08. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу. СК09. Здатність застосовувати знання особливостей металургійних та енергетичних об'єктів для створення багаторівневих систем автоматизації. СК10. Вміти поєднувати в процесі роботи класичні навички з комп'ютерними технологіями та найсучаснішими ІТ-технологіями; здатність проєктувати комп'ютерно-інтегровані систем сучасного автоматичного обладнання. РН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв. РН4. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та	Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).	Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, із застосування СЕЗН Moodle) Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; виконання і захист лабораторних робіт; підсумкове тестування і підсумкова контрольна робота. Екамен



створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами. РН5. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації. РН8. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв. РН9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом. РН14. Вміти застосовувати методи побудови систем автоматизації при моделюванні, проектуванні та модернізації складних робототехнічних систем.		
---	--	--

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Аналіз математичного опису об'єкта дослідження

Аналіз теми дослідження. Особливості аналізу промислових та енергетичних об'єктів. Особливості пошукового запиту математичного опису за допомогою сучасних способів. Визначення напрямку дослідження. Моделювання фізичних процесів. Математична фізика і механіка. Еквівалентні задачі. Тепломасообмін, балансові рівняння, стан рівноваги.

Змістовий модуль 2. Структура імітаційної математичної моделі технологічного процесу.

Математичне і фізичне моделювання за допомогою сучасних додатків КІТ. Структура моделі. Фізична природа технологічного процесу. Алгоритм технологічного процесу. Імітаційне моделювання. Втрати технологічного процесу. Оптимізація виробничих втрат. Розробка структури моделі системи управління. Приклади моделі управління технологічними процесами. Застосування штучного інтелекту при моделюванні систем управління.

Змістовий модуль 3. Моделювання і проектування технологічного процесу.

Поняття управління. Керуючі системи. Об'єктне моделювання за допомогою сучасних програмних середовищ. Розробка моделі управління об'єктом чи процесом за

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

темою КМР. Адекватність моделі. Тестування проєкту. Математичне моделювання в наукових розробках. Особливості і відмінності моделювання в наукових роботах. Приклади моделей управління технологічними процесами.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин	Згідно з розкладом
		о/д.ф.	
Змістовий модуль 1. Аналіз математичного опису об'єкта дослідження.			
Лекція 1	Аналіз теми дослідження. Особливості аналізу промислових та енергетичних об'єктів.	2	щотижня
Лекція 2	Особливості пошукового запиту математичного опису за допомогою сучасних способів. Визначення напрямку дослідження.	2	щотижня
Лабораторне заняття 1	Аналіз теми дослідження. Пошук напрямку дослідження. Визначення напрямку дослідження. За допомогою сервісів пошуку провести аналіз за обраною темою КМР чи завданням від викладача.	4	щотижня
Лекція 3	Моделювання фізичних процесів. Математична фізика і механіка. Еквівалентні задачі.	2	щотижня
Лекція 4	Тепломасообмін, балансові рівняння, стан рівноваги.	2	щотижня
Лабораторне заняття 2	Моделювання фізичних процесів. Задача 1 Розрахунки за числовими методами виконується в Excel і Matlab за наданими шаблонами, прикладами, відео-інструкцією за варіантами.	2	щотижня
Лабораторне заняття 3	Моделювання фізичних процесів. Задача 2 Розрахунки за числовими методами виконується в Excel і Matlab за наданими шаблонами, прикладами, відео-інструкцією за варіантами.	2	щотижня
Самостійна робота**	1) Ієрархія та класифікація моделей тепломасообміну: Різниця між феноменологічними (емпіричними), детермінованими (аналітичними) та стохастичними (випадковими) моделями. Коли і чому обирається кожен тип. Завдання: Навести по одному прикладу тепломасообмінного процесу, де доцільно використати кожен із трьох типів моделей.	44	щотижня
	2) Моделювання граничних умов: Роль типу граничних умов (Діріхле, Неймана, Робіна) у моделюванні тепломасообміну. Практичні приклади фізичного змісту кожної умови. Завдання: Для моделі стінки печі описати, які граничні умови слід обрати на внутрішній та зовнішній поверхнях.		

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

	3) Числові методи для розв'язання рівнянь Математичної фізики: Основні принципи методу скінченних різниць (МСР) та методу скінченних елементів (МСЕ). Порівняння їхньої ефективності для різних типів диференціальних рівнянь (еліптичні, параболічні, гіперболічні). Завдання: Описати переваги МСЕ перед МСР при моделюванні об'єктів складної геометричної форми.		
Змістовий модуль 2. Структура імітаційної математичної моделі технологічного процесу.			
Лекція 5	Математичне і фізичне моделювання за допомогою сучасних додатків КІТ. Структура моделі.	2	щотижня
Лекція 6	Фізична природа технологічного процесу. Алгоритм технологічного процесу.	2	щотижня
Лекція 7	Імітаційне моделювання. Втрати технологічного процесу. Оптимізація виробничих втрат.	2	щотижня
Лабораторне заняття 4	Аналіз об'єкту чи процесу дослідження щодо чинників. Пошук інформації по чинникам в доступних джерелах (професійна література, інтернет ресурси) про об'єкту чи процесу дослідження.	2	щотижня
Лабораторне заняття 5	Моделювання енергетичного балансу за темою диплому. Розрахунки за методами виконується в Matlab за наданими кодами програм, прикладами, відео-інструкцією за варіантами.	2	щотижня
Лабораторне заняття 6	Проведення експерименту на моделі. Розрахунки за методами виконується в Matlab за наданими кодами програм, прикладами, відео-інструкцією.	2	щотижня
Лекція 8	Розробка структури моделі системи управління. Приклади моделі управління технологічними процесами. Застосування штучного інтелекту при моделюванні систем управління.	4	щотижня
Самостійна робота	1) КІТ (Комп'ютерні Інформаційні Технології) для моделювання: Огляд сучасних інструментів і платформ (наприклад, MATLAB/Simulink, Ansys Fluent/CFX, AnyLogic), їхні можливості та обмеження для конкретних технічних задач. Завдання: Порівняти функціонал Simulink і Ansys Fluent щодо моделювання температурного поля в твердому тілі.	44	щотижня
	2) Стандартизація математичного опису та документування імітаційних моделей: Вивчення міжнародних стандартів (наприклад, ISO/IEC 15926 або промислових рекомендацій) для забезпечення переносимості, повторюваної валідації та довговічності моделі. Важливість чіткої структури даних. Завдання: Скласти перелік основних розділів, які має містити технічний звіт про розроблену імітаційну модель для забезпечення її відтворення іншою командою.		

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

	3) Аналіз чутливості та невизначеності моделі у визначенні втрат: Методи визначення, які входні параметри найбільше впливають на кінцеві технологічні втрати (енергії, сировини). Використання методів Монте-Карло для оцінки ризиків. Завдання: Описати, як аналіз чутливості допоможе оптимізувати параметри ізоляції трубопроводу для мінімізації теплових втрат		
<i>Змістовий модуль 3. Моделювання і проектування технологічного процесу.*</i>			
Лекція 9	Поняття управління. Керуючі системи.	2	<i>щотижня</i>
Лекція 10	Математичне моделювання в наукових розробках. Особливості і відмінності моделювання в наукових роботах.	4	<i>щотижня</i>
Лабораторне заняття 7	Модель управління за темою дипломного проекту. Розрахунки за методом виконується в Matlab за розробленим математичним розрахунком, прикладами, відео-інструкцією за темою КМР.	6	<i>щотижня</i>
Лабораторне заняття 8	Модель управління за темою дипломного проекту. Проведення експерименту. Висновки. Розрахунки за методом виконується в Matlab за розробленим математичним розрахунком, прикладами, відео-інструкцією за темою КМР.	4	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	1) Валідація та верифікація математичних моделей: Чітке розмежування понять Валідація (чи модель відповідає реальності) та Верифікація (чи правильно розв'язані рівняння). Методи чутливості моделі до входних параметрів. Завдання: Описати етапи валідації моделі, що описує зміну температури в стержні, порівнюючи результати з експериментальними даними.	44	<i>щотижня</i>
	2) Інтеграція імітаційного моделювання та оптимізації: Використання моделі як цільової функції у задачах оптимізації (наприклад, оптимізація конструкції теплообмінника). Поняття Генетичних алгоритмів або Методу рою часток (PSO) для пошуку оптимальних рішень на основі моделі. Описати, як імітаційна модель теплового режиму приміщення може бути використана для мінімізації енергоспоживання системи опалення.		

*Згідно Положення ЗНУ про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти <https://surl.li/gbmcczc> можливе перезарахування змістового модулю 3 Моделювання і проектування технологічного процесу.

**Структура звіту до самостійної роботи <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=10233>

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу	Критерії оцінювання та термін виконання*	Усього балів
Поточний контроль				

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

Лабораторне заняття 1	Аналіз теми дослідження. Пошук напрямку дослідження. Визначення напрямку дослідження.	Вимоги до виконання: За допомогою сервісів пошуку провести аналіз за обраною темою КМР чи завданням від викладача. Вимоги до оформлення: Лабораторне завдання у вигляді файлів у форматі pdf завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Кожне завдання практичної роботи оцінюється від 0 до 5 балів з урахуванням виконання всіх етапів роботи. Максимальна сума балів визначається виконанням завдання. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	5
Лабораторне заняття 2	Моделювання фізичних процесів. Задача 1	Вимоги до виконання: Розрахунки за числовими методами виконується в Excel і Matlab за наданими шаблонами, прикладами, відео-інструкцією за варіантами. Вимоги до оформлення: Лабораторне завдання у вигляді файлів у форматі pdf завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Кожне завдання роботи оцінюється від 0 до 5 балів з урахуванням виконання всіх етапів роботи. Максимальна сума балів визначається виконанням завдання. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	5
Лабораторне заняття 3	Моделювання фізичних процесів. Задача 2	Вимоги до виконання: Розрахунки за числовими методами виконується в Excel і Matlab за наданими шаблонами, прикладами, відео-інструкцією за варіантами. Вимоги до оформлення: Лабораторне завдання у вигляді файлів у форматі pdf завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Кожне завдання роботи оцінюється від 0 до 5 балів з урахуванням виконання всіх етапів роботи. Максимальна сума балів визначається виконанням завдання. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	5
Самостійна робота	Звіт про виконану роботу (тема на вибір з переліку наданих)	Вимоги до оформлення: у вигляді файлів у форматі pdf завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Звіт оцінюється: виконання обов'язкових пунктів звіту. Максимальна кількість балів визначається виконанням завдання на повну. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	10

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

Лабораторне заняття 4	Аналіз об'єкту чи процесу дослідження щодо чинників. Пошук інформації по чинникам в доступних джерелах (професійна література, інтернет ресурси) про об'єкту чи процесу дослідження.	Вимоги до виконання: За допомогою сервісів пошуку провести необхідний аналіз за обраною темою КМР чи завданням від викладача. Вимоги до оформлення: Практичне завдання у вигляді файлів у форматі pdf завантажуються на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Звіт оцінюється: виконання обов'язкових пунктів звіту. Максимальна кількість балів визначається виконанням завдання на повну. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	5
Лабораторне заняття 5	Моделювання енергетичного балансу за темою диплому.	Вимоги до виконання: Розрахунки за методами виконується в Matlab за наданими кодами програм, прикладами, відео-інструкцією. Вимоги до оформлення: Практичне завдання у вигляді файлів у форматі pdf завантажуються на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Кожне завдання практичної роботи оцінюється від 0 до 5 балів з урахуванням виконання всіх етапів роботи. Максимальна сума балів визначається виконанням завдання. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	5
Лабораторне заняття 6	Проведення експерименту на моделі. Розрахунки за методами виконується в Matlab за наданими кодами програм, прикладами, відео-інструкцією.	Вимоги до виконання: Розрахунки за методами виконується в Matlab за наданими кодами програм, прикладами, відео-інструкцією. Вимоги до оформлення: Практичне завдання у вигляді файлів у форматі pdf завантажуються на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Кожне завдання практичної роботи оцінюється від 0 до 5 балів з урахуванням виконання всіх етапів роботи. Максимальна сума балів визначається виконанням завдання. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	5
Самостійна робота	Поточне тестування*	Питання за змістом 2 модуля	Тестові питання оцінюються: вибір правильного варіанту з 3х варіантів. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється в 2 бали.	10

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

Лабораторне заняття 7	Модель управління за темою дипломного проєкту.	Вимоги до виконання: Розрахунки за методом виконується в Matlab за розробленим математичним розрахунком, прикладами, відео-інструкцією за темою КМР. Вимоги до оформлення: Практичне завдання у вигляді файлів у форматі pdf завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Кожне завдання практичної роботи оцінюється від 0 до 5 балів з урахуванням виконання всіх етапів роботи. Максимальна сума балів визначається виконанням завдання. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	5
Лабораторне Заняття 8	Модель управління за темою дипломного проєкту. Проведення експерименту. Висновки.	Вимоги до виконання: Розрахунки за методом виконується в Matlab за розробленим математичним розрахунком, прикладами, відео-інструкцією за темою КМР. Вимоги до оформлення: Практичне завдання у вигляді файлів у форматі pdf завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ у відповідній секції	Кожне завдання практичної роботи оцінюється від 0 до 5 балів з урахуванням виконання всіх етапів роботи. Максимальна сума балів визначається виконанням завдання. Мінімальна кількість балів 0 – робота не виконана.	5
Усього за поточний контроль				60
Підсумковий контроль				
Форма підсумкового контролю	Вид підсумкового контрольного заходу	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
Екзамен	Теоретичне завдання: тестування*	Питання для підготовки: згідно теоретичного матеріалу змістових модулів дисципліни. Перелік питань викладається на стор. дисципліни в мул за тиждень до тестування	Тестові питання оцінюються: вибір правильного варіанту з 3х варіантів. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється в 2 бали.	20
	Практичне завдання	Виконати моделювання в середовищі Matlab за завданням. Зробити висновки.	Робота оцінюється в 20 балів при виконанні всіх завдань роботи. Нездана робота 0 балів. Робота без висновків виконання – 15 балів	20
Усього за підсумковий контроль				40

*Питання до поточного тестування знаходяться на сторінці дисципліни
<https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=10233>

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано



B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)		

6. Основні навчальні ресурси

Рекомендована література

1. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
2. Барішенко О.М., Ревун М.П.: Актуальні енергозберігаючі методи роботи нагрівальних печей: монографія. Запоріжжя: ЗДІА 2012. – 138 с.
3. Барішенко О.М. Ідентифікація та моделювання технологічних об’єктів. Навчальний посібник для студентів ЗДІА спеціальності —Автоматизоване управління технологічними процесами денної та заочної форми навчання.- Запоріжжя, 2011. – 68 с.
4. Рахуба В.О., Барішенко О.М. Математичне моделювання на ЕОМ. Навчальний посібник для студентів ЗДІА спеціальності —Автоматизоване управління технологічними процесами денної та заочної форми навчання. – Запоріжжя, 2012. – 78 с.
5. Дубовой В. М. Імітаційне моделювання в системі SCILAB/XCOS : навчальний посібник [Електронний ресурс] / В. М. Дубовой, М. С. Юхимчук ; М-во освіти і науки України, Вінницьк. нац. техн. ун-т, Каф. Комп’ютерних систем управління. – Вінниця : ІРВЦ ВНТУ, 2018.

ДОПОМІЖНА

1. Буяк Л. М. Імітаційне моделювання: методи і програми мовою C++ : (рекомендовано МОН України для студентів ВУЗів) / Л. М. Буяк, В. К. Паучок.– Тернопіль : ТНЕУ, 2008. – 152 с.
2. Чуйко Г. П. Математичне моделювання систем і процесів : [навчальний посібник] / Г. П. Чуйко, О. В. Дворник, О. М. Яремчук. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. – 244 с.
3. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування : практикум / Ю. В. Жерновий ; М-во освіти і науки України, Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 307 с.
4. Кравець І. О. Імітаційне моделювання : навчальний посібник до виконання практичних робіт із дисциплін «Моделювання систем» та «Ситуаційні моделі» / І. О. Кравець. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2010. – 108 с.

5. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник /А. Л. Литвинов; Харків. нац. ун-т міського господарства ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с.
6. Медведєв М. Г. Теорія ймовірностей та математична статистика : підручник / М. Г. Медведєв, І. О. Пащенко. – Київ : Ліра-К, 2017. – 536 с.
7. Volchanska , A. Yerofieieva , O. Barishenko , A. Vlasov , M. Ivchenko , A. Yeremenko , Study of the cascade system model for waste heat recovery from the flue gases of the electric arc furnace, International Journal of Thermofluids (2025), doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2025.101437>
8. Коваленко В. Л., Барішенко О. М., Єрофєєва А. А. Оптимізаційні задачі та моделювання енерговикористання. Матеріали І Міжнародної науково практичної конференції Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні «Інженерні інновації та розбудова національної економіки» Запоріжжя: наук. ред. Н.Г. Метеленко. ЗНУ Інженерний нав, 2024. С. 688.
9. Коваленко В. Л., Барішенко О. М., Волчанська К. . Особливості моделювання енергетичних і електротехнічних комплексів в дипломних та наукових роботах. Всеукраїнська науково-практична конференція за участю молодих учених та здобувачів вищої освіти «Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки» (режим роботи – дистанційний), 16 жовтня Запоріжжя: ЗНУ, 2024. С. 385-386. URL: https://www.znu.edu.ua/ii_znu/nauka/2024/aktualni-pytannya/zbirnyk_24.pdf.
10. Пазюк М. Ю., Овчинникова І. А., Барішенко О. М., Єрофєєва А. А. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕГРЕГАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У СИПКИХ МАТЕРІАЛАХ. Наукове видання «Металургія». 2025. № 1/2. С. С.213-228. URL: <http://metal.journalsofznu.zp.ua/index.php/journal/article/view/149/130>.
11. Мних А. С., Пазюк М. Ю., Овчинникова І. А., Барішенко О. М., Міняйло Н. О. Про математичне моделювання процесів теплообміну в стаціонарних шарах сипких матеріалів. Збірник наукових праць «Металургія». 2021. № 2. С. 5-13.

Інформаційні ресурси

1. Дисципліна «Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів» в системі електронного забезпечення навчання ЗНУ веб-сайт. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=10233> (дата звернення 25.08.2025)
2. Електронна бібліотека. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://www.booksgid.com/hardware/1305-jelektroprivod-i-avtomatizacija.html>.
2. Асоціація енергоаудиторів України: <https://aea.org.ua/>
3. Держенергоефективності: <https://saee.gov.ua/uk>
4. Сервіс для онлайн-моделювання Matlab <https://matlab.mathworks.com/> (дата звернення 1.09.2025)
5. Сервіс для онлайн-моделювання Scilab <https://www.scilab.org/> (дата звернення 1.09.2025)

7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. За необхідності заняття можуть проводитися у очно-дистанційній формі, коли частина слухачів, що не можуть в цей день бути присутніми в аудиторії, приєднуються через zoom і беруть активну участь у заняттях. Здобувачі, які за певних обставин не

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

можуть відвідувати практичні заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені завдання мають бути відпрацьовані у формі співбесіди під час планової консультації викладача впродовж двох тижнів після пропуску. Відпрацювання занять може здійснюватися й шляхом виконання індивідуального письмового завдання. Здобувачі, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до сесії не допускаються.

Політика академічної доброчесності

Одне з основних завдань навчального процесу – формування нульової толерантності до академічної недоброчесності. Відповідно до чинних правових норм, порушенням норм академічної доброчесності зокрема вважається: плагіат - оприлюднення (частково або повністю) наукових результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження та/або відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства; фабрикація - вигадкування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі або наукових дослідженнях; фальсифікація - свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються освітнього процесу чи наукових досліджень; списування - виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання, зокрема під час оцінювання результатів навчання.

Якщо ви не впевнені, чи підпадають зроблені вами запозичення під визначення плагіату, будь ласка, проконсультуйтеся з викладачем. Будь-яка ідея, думка чи речення, ілюстрація чи фото, яке ви запозичуєте, має супроводжуватися посиланням на першоджерело.

Висока академічна культура та європейські стандарти якості освіти, яких дотримуються в ЗНУ, вимагають від дослідників відповідального ставлення до вибору джерел. Посилання на такі ресурси, як Wikipedia, бази даних рефератів та письмових робіт (Studopedia.org та подібні) є неприпустимим. Рекомендовані бази даних для пошуку джерел: електронні ресурси Національної бібліотеки ім. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua>; наукометрична база Scopus: <https://www.scopus.com>; наукометрична база Web of Science: <https://apps.webofknowledge.com>

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних та практичних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (для уточнення певних даних, перевірки правопису, отримання довідкової інформації тощо). Будь ласка, не забувайте активувати режим «без звуку» до початку заняття.

Комунікація

Планове спілкування викладача зі здобувачами відбувається згідно розкладу під час аудиторних занять та щотижневих консультацій викладача. За необхідністю воно може відбуватися на платформі ZOOM чи Google Meet. Базовою платформою для комунікації викладача зі здобувачами є платформа Moodle. Важливі повідомлення загального характеру розміщуються викладачем на форумі курсу. Для індивідуальних питань використовується сервіс приватних повідомлень або месенджери, визначені викладачем. Відповіді на запити здобувачів подаються викладачем упродовж трьох робочих днів. Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на платформі Moodle, будь ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена у вашому профайлі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам». Якщо за технічних причин доступ до Moodle є неможливим або ваше

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

питання потребує термінового розгляду, надішліть електронного листа на пошту або у зазначені месенджери викладача. У листі обов'язково вкажіть ваше прізвище, ім'я та рік навчання.

За наявності сертифікату (свідоцтва, програми тощо) про проходження онлайн-курсу, тренінгу, вебінару, курсу підвищення кваліфікації та ін. з тематики (однієї з тем, змістового модуля) навчальної дисципліни залежно від кількості прослуханих годин (кредитів) та здобутих компетентностей здобувачу можуть бути зараховані бали з відповідної теми (змістового модуля). Дотичність тематики, відповідність досягнутих результатів навчання та кількість балів визначається викладачем самостійно. Документи, що підтверджують участь здобувача у відповідних заходах, мають бути подані викладачеві до початку сесії.

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ НА 2025-2026 н.р. доступний за адресою: https://sites.znu.edu.ua/navchalnyj_viddil/1635.ukr.html.

НАВЧАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ <https://lnk.ua/gk4x2wkVy>.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (у тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Процедура повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://lnk.ua/9MVwgEpVz>.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://lnk.ua/EYNg6GpVZ>.

Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://lnk.ua/QRVdWGwe3>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://lnk.ua/3R4avGqeJ>.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ
Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**
Електронна адреса: v_banakh@znu.edu.ua
Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ.Ю.М.ПОТЕБНІ**



Силабус навчальної дисципліни

Імітаційне моделювання тепло- і масообмінних процесів

черговими охоронцями навчальних корпусів. Спеціалізована допомога: (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://lnk.ua/5pVJr17VP>.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: <https://library.znu.edu.ua/>. Графік роботи абонементів: понеділок-п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (СЕЗН ЗНУ): <https://moodle.znu.edu.ua/>.

Посилання для відновлення паролю: <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ: <https://sites.znu.edu.ua/child-advance/>.