

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



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЙ ТЕПЛООВОГО
ЗАХИСТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

(назва навчальної дисципліни)

підготовки магістрів

(назва освітнього ступеня)

денної форми здобуття освіти

освітньо-професійна програма «Теплоенергетика»

(назва)

спеціалізації / предметної спеціальності G4.02 Теплоенергетика

(за наявності)

(шифр і назва)

спеціальності G4 Енерговиробництво

(шифр, назва спеціальності)

галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і назва)

ВИКЛАДАЧ (-ЧН): Башлій С.В., канд. техн. наук, доцент, доцент
(ІПБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри електричної інженерії
та кіберфізичних систем

Протокол № 25 від “25” серпня 2025 р.
Завідувач кафедри

(підпис)

Віктор КОВАЛЕНКО
(ініціали, прізвище)

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми

(підпис)

Аліна СРОФЄЄВА

(ініціали, прізвище)

2025 рік

Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Силабус навчальної дисципліни «Нанотехнології та елементи конструкцій
теплового захисту енергетичного обладнання»

Зв'язок з викладачем (викладачами): Башлієм Сергієм Вікторовичем

E-mail: bsv.zgia2017@gmail.com

Сезн ЗНУ повідомлення: <https://moodle.znu.edu.ua/enrol/index.php?id=13864>

Телефон: 0662071780

Інші засоби зв'язку: Viber, Skype, Facebook Messenger, WhatsApp, Telegram – за вибором викладача

Кафедра: електричної інженерії та кіберфізичних систем, навчальний корпус № 10, третій поверх, ауд. 306

1. Опис навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Нанотехнології та елементи конструкцій теплового захисту енергетичного обладнання» є придбання студентом базових професійних знань з питань організації системи енергетичного аудиту, теоретичних знань щодо ознайомлення з сучасними енерго- та ресурсозберігаючими технологіями при виробництві електроенергії, з застосуванням енергозберігаючих пристроїв силової електроніки в енерговикористанні. В дисципліні вивчається методика фінансової оцінки інвестиційного проекту в енергозбереження, надається її математичний опис та алгоритм розрахунку, головні висновки теоретичних досліджень по доцільності впровадження проекту, вказуються шляхи залучення інвестицій, надаються рекомендації щодо вибору джерела фінансування проекту, складається початкове поняття про методи проведення фінансової оцінки інвестицій в енергоефективність. та розглядаються основні інструменти для такого аналізу і приводиться ряд вправ для слухачів.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Нанотехнології та елементи конструкцій теплового захисту енергетичного обладнання» є:

- придбання знань про основні законодавчі та нормативно-правові акти, які регулюють діяльність у сфері енерговикористання;
- вивчення і вміння застосовувати методики розрахунку з енергоаудиту, вміння проводити розрахунки витрат спожитої електричної, теплової енергії та ін. з сучасними нормативними вимогами до проектів такого рівня
- закріплення існуючих знань, на базі яких будуть отримані фундаментальні та прикладні знання для проведення різноманітних досліджень, компетентного і відповідального вирішення задач, передбачених навчальною програмою;
- опанування теоретичною та методологічною базою з метою вільного володіння практикою використання економічних ресурсів енергетичного підприємства;
- набуття навичок оцінювання та аналізу економічної політики в сфері енергетики та електроніки, яка реалізується на рівні держави та суб'єкта підприємницької діяльності;
- засвоєння особливостей формування собівартості енергетичного підприємства, опанування методів техніко-економічного обґрунтування господарських заходів в енергетиці;
- ознайомлення з особливостями функціонування енергетичного ринку, ринку мікро- та наносистемної техніки України; особливостями державного регулювання.

Міждисциплінарні зв'язки. Відповідно до структурно-логічної схеми освітньо-професійної програми навчальна дисципліна «Нанотехнології та елементи конструкцій теплового захисту енергетичного обладнання» базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Енергетичний аудит», «Вища математика» та «Основи енергоефективності» і дає теоретичні знання та практичні навички для виконання окремих розділів кваліфікаційної роботи бакалавра, є теоретичним та практичним підґрунтям Кваліфікаційної роботи бакалавра та для вступу в магістратуру.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	Денна форма здобуття освіти
----------------------	-----------------------------

Запорізький національний університет
 Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
 Силабус навчальної дисципліни «Нанотехнології та елементи конструкцій
 теплового захисту енергетичного обладнання»



1	2
Статус дисципліни	Вибіркова
Семестр	3 -й
Кількість кредитів ECTS	3
Кількість годин	90
Лекційні заняття	12 год.
Практичні заняття	12 год.
Самостійна робота	66 год.
Консультації	<i>Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем, навчальний корпус № 10, третій поверх, ауд. 306, формат проведення - дистанційно</i>
Вид підсумкового семестрового контролю:	залік
Посилання на електронний курс у CE3H ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/enrol/index.php?id=13864

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
1	2	3
У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо): знати: - основні методики розрахунків економічної ефективності енерго- та ресурсозберігаючих технологій в енерговикористанні	Лекційні та семінарські заняття, практичні та лабораторні заняття.	Розрахунки, поточне опитування, тестування, екзамен.
вміти: - аналізувати результати взаємодії процесів електрозбереження, проводити економічні розрахунки та вирішувати практичні задачі, що пов'язані з енерговикористанням та теплопостачанням в елементах енергетичних установок	Лекційні та семінарські заняття, практичні та лабораторні заняття.	Звіти з практичних робіт, виконання проміжних контрольних робіт.

Запорізький національний університет
 Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
 Силабус навчальної дисципліни «Нанотехнології та елементи конструкцій
 теплового захисту енергетичного обладнання»



Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких компетентностей: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми. Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці. Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові, та екологічні аспекти Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик. Здатність до проведення технічного обстеження інженерних мереж, будівель та споруд. Здатність розробляти рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності інженерних мереж, будівель та споруд.	Лекційні та семінарські заняття, практичні та лабораторні заняття.	Залік
Після вивчення дисципліни передбачається досягнення наступних програмних результатів навчання: ПРО1 Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики. ПРО5 Розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність. ПРО6 Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування. ПРО8 Обґрунтовувати вибір та застосування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.	Лекційні та практичні заняття.	Залік

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Нанотехнології в енергетиці

Поняття нанорозміру, перехід до нанонауки. Міждисциплінарність. Огляд застосувань нанотехнологій у сучасній енергетиці (генерація, зберігання, теплозахист). Квантово-розмірні ефекти. Зміна фізичних властивостей на нанорівні. Поверхнева енергія та каталітична активність. Теплофізичні властивості наноструктур (зниження теплопровідності).

Змістовий модуль 2. Основи теплопередачі в енергетичному обладнанні. Енергетичне обладнання та вимоги до захисту.

Види теплопередачі (теплопровідність, конвекція, випромінювання). Тепловий баланс. Тепловий захист як елемент енергоефективності. Класифікація обладнання (котли, турбіни, теплообмінники, реактори). Експлуатаційні умови (високі температури, корозія, механічні навантаження). Роль теплового захисту. Класифікація теплоізоляційних матеріалів. Волокнисті, пористі та шаруваті ізолятори. Принципи вибору матеріалів для роботи в агресивних середовищах.



4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин	Згідно з розкладом
Лекція 1	Поняття нанорозміру, перехід до нанонауки.	2	щотижня
Лекція 2	Огляд застосувань нанотехнологій у сучасній енергетиці (генерація, зберігання, теплозахист).	2	щотижня
Лекція 3	Квантово-розмірні ефекти. Зміна фізичних властивостей на нанорівні.	1	щотижня
Лекція 4	Поверхнева енергія та каталітична активність.	2	щотижня
Лекція 5	Теплофізичні властивості наноструктур (зниження теплопровідності).	1	щотижня
Лекція 6	Види теплопередачі (теплопровідність, конвекція, випромінювання). Тепловий баланс. Тепловий захист як елемент енергоефективності.	1	щотижня
Лекція 7	Класифікація обладнання (котли, турбіни, теплообмінники, реактори). Експлуатаційні умови (високі температури, корозія, механічні навантаження).	2	щотижня
Лекція 8	Волокнисті, пористі та шаруваті ізолятори. Принципи вибору матеріалів для роботи в агресивних середовищах.	1	щотижня
Практичні заняття 1	Опір контакта. Нагрівання контакта.	2	1 раз на 2 тижні
Практичні заняття 2	Розрахунок потужності втрат.	2	1 раз на 2 тижні
Практичні заняття 3	Способи теплообміну.	1	1 раз на 2 тижні
Практичні заняття 4	Електродинамічні зусилля між паралельними провідниками.	2	1 раз на 2 тижні
Практичні заняття 5	Електродинамічні зусилля витку, котушки, між витками та котушками.	1	1 раз на 2 тижні
Практичні заняття 6	Електродинамічне зусилля при змінному струмі.	2	1 раз на 2 тижні
Практичні заняття 7	Устрій та принцип дії електромагніту. Електромагнітна сила.	2	1 раз на 2 тижні

Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Силабус навчальної дисципліни «Нанотехнології та елементи конструкцій
теплового захисту енергетичного обладнання»



Самостійна робота	1. Аерогелі та ксерогелі (кремнеземні, вуглецеві). Механізм ізоляції (зниження теплопровідності газів у порах). Перспективи використання аерогелів в енергетичних установках. 2. Введення вуглецевих нанотрубок (ВНТ) та графену в матричні матеріали для підвищення механічної міцності та термічної стійкості покриттів і футеровок. 3. Вартість, масштабованість виробництва. Екологічні та безпекові аспекти (токсичність наночастинок). Нормативна база та стандартизація наноматеріалів в Україні та світі.	66	протягом семестру
-------------------	--	----	-------------------

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу*	Критерії оцінювання та термін виконання*	Усього балів
1	2	3	4	5
Поточний контроль				
Практичні заняття №1	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	5
Практичні заняття №2	комплексні: контрольна робота, завдання 1 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	5
Практичні заняття №3	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	10
Практичні заняття №4	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	10
Практичні заняття №5	комплексні: контрольна робота, завдання 2 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	10
Практичні заняття №6	комплексні: контрольна робота, завдання 3 самостійної роботи	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	10
Практичні заняття №7	практичні: порівняльний аналіз, ситуаційна задача	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	10
Усього за поточний контроль	4			60
Підсумковий контроль				
Залік	Теоретичне завдання	Вимоги до виконання та оформлення розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	20
	Практичне завдання	Вимоги до виконання та оформлення розміщено в СЕЗН ЗНУ	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	20



Усього за підсумковий контроль				40
--------------------------------	--	--	--	----

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

Основна:

1. Якименко Ю.І., Заячук Д.М. та ін. *Основи наноелектроніки: у 2-х книгах. Кн. 2. «Матеріали, технології і функціональні пристрої»*. Київ: НТУУ «КПІ», 2016.
2. Скорб В.В., Попов С.В. *Нанотехнології в енергетиці: Навчальний посібник*. Запоріжжя: ЗНТУ, 2014.
3. Лопатін Б.Г., Левченко О.Г. *Наноструктурні матеріали та нанотехнології*. Київ: НТУУ «КПІ», 2013.

Додаткова:

1. Смірнов О.П., Дзигім О.В. та ін. *Нанотехнології та наноматеріали: навчальний посібник*. Харків: НТУ «ХПІ», 2015.
2. Основи теплової енергетики: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А. В. Борисенко, В. А. Пешко. Електронні текстові дані (1 файл: 41,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 149 с.
3. Теплотехнічне обладнання та енергоефективні технології виробництва теплової енергії. Розрахунок енергетичної ефективності паротурбінної установки [Електронний ресурс] : рек. до виконання розрахунк. роботи : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: М.М.Шовкалюк – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 35 с.

Інформаційні джерела:

1. Інститут технічної теплофізики НАН України. <https://ittf.kiev.ua/>.
2. Інститут теплоенергетичних технологій НАН України. <http://www.ceti-nasu.org.ua/>.
3. Інститут відновлюваної енергетики НАН України. <https://www.ive.org.ua/?lang=uk>.



7. Регуляції і політики курсу

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РП даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РП дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл- диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали РП, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах з дисципліни, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях;
- якщо студент не проходив або не з'явився на залік, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів заліку не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Положення Запорізького національного університету встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

*Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Силабус навчальної дисципліни «Нанотехнології та елементи конструкції
теплового захисту енергетичного обладнання»*



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): <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 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/>.

Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Силабус навчальної дисципліни «Нанотехнології та елементи конструкції
теплового захисту енергетичного обладнання»

