

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ
«НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ»**

Мова навчання – *українська*

Шифр та найменування галузі знань *14 «Електрична інженерія»*

Код та найменування спеціальності *144 «Теплоенергетика»*

Освітньо-професійна програма *Технічна теплофізика та промислова
теплоенергетика*

Ступінь вищої освіти *доктор філософії*

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності *144 «Теплоенергетика»*

« 20 » березня 2024 р. протокол № 1 .

Реєстраційний номер в навчальному відділі НЦООП

21-144-2024 А

Кафедра: [Екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології](#)

Викладач: **Желєзний Віталій Петрович**, доктор технічних наук, професор, професор екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології

Контакти:
zheleznyv@gmail.com
+38-096-719-17-18



[Профайл](#)

1. Загальна інформація

Освітній компонент викладається на 2 курсах у 4 семестрі

Кількість: кредитів - 4, годин – 120

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні
денна	40	26	14
заочна	10	6	4
Самостійна робота, годин	Денна – 80		Заочна – 110

[Розклад занять](#)

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент (ОК) «НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ»

Предметом вивчення навчальної дисципліни є сукупність знань з основ нанотехнології в теплоенергетиці, підготовка докторів філософії до наукової діяльності теоретичного та експериментального характеру; прищеплення навичок самостійного розв'язання задач з вивчення властивостей нанооб'єктів для подальшого застосування у науковій та практичній діяльності.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Нанотехнології в теплоенергетиці» є :

- підготовка аспірантів до наукової діяльності теоретичного та експериментального характеру;
- прищеплення навичок самостійного розв'язання задач з вивчення властивостей нанооб'єктів для подальшого застосування у науковій та практичній діяльності.

Освітній компонент «НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ» базується на знаннях, отриманих здобувачем вищої освіти в результаті вивчення освітніх компонент «Методологія наукових досліджень», «Методи дослідження процесів теплообміну в суцільних, дисперсних та багатозфазних середовищах».

3. Мета освітнього компоненту

Метою викладання навчальної дисципліни «НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ» є: вивчення основ нанотехнологій, методів дослідження наноструктурованих середовищ та можливостей їх застосування в енергетиці.

У результаті вивчення курсу «НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ» аспіранти повинні:

знати :

- основні науково-технічні проблеми та перспективи розвитку нанотехнологій, їхній взаємозв'язок із можливими галузями застосування;
- основні види і властивості нанооб'єктів, наноматеріалів, приладів і пристроїв на їх основі, типові технологічні процеси та обладнання для їх отримання;
- методи моделювання фізико-хімічних процесів і явищ, що лежать в основі нанотехнологій;
- основні принципи і методи теоретичного та експериментального дослідження теплофізичних властивостей наноматеріалів;

- засади розробки безвідходних, безлюдних, енергозберігаючих та екологічно чистих нанотехнологій;

- шляхи підвищення якості, надійності та довговічності наноматеріалів, пристроїв і виробів на їх основі;

вміти :

- знаходити необхідну інформацію в періодичній літературі, банках і базах даних (у тому числі в мережі Інтернет), оцінювати і обробляти її;

- застосовувати методи досліджень, включаючи організацію та проведення наукового експерименту, стандартних випробувань і технічного контролю, працювати з установками і приладами для проведення експериментів, обирати і використовувати методи аналізу матеріалів та структур;

- аналізувати і прогнозувати працездатність наноматеріалів, пристроїв та приладів на їх основі у різних умовах експлуатації;

- на основі результатів експериментів, моделювання та аналізу стану виробництва планувати і супроводжувати технологічні процеси отримання та обробки матеріалів.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті вищої освіти зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» та освітньо-науковій програмі «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика» підготовки докторів філософії.

Інтегральна компетентність

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у теплоенергетичній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК06*. Здатність обґрунтування та формулювання напрямків наукових досліджень та завдань для рішення наукових питань, створення фізичних та математичних моделей досліджуваних об'єктів та проведення їх верифікації на фізичних моделях та експериментальних установках.

Програмні результати навчання:

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, тощо і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у теплоенергетиці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН09*. Розуміти прийоми математичного моделювання процесів перенесення теплоти

та маси, що включають створення математичних моделей, що відбивають причинно-наслідкові зв'язки явищ; дослідження математичних моделей, рішення наукових задач.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних занять

	Зміст теми	КІЛЬКІСТЬ ГОДИН	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1: Основи нанотехнологій та властивостей наноматеріалів			
1	<i>Вступ до нанотехнології. Історія виникнення та основні засади нанотехнологій. Загальні характеристики наноб'єктів. Основи колоїдної хімії та нанохімії. Основні поняття. Класифікація та властивості дисперсних систем.</i>	2	1
2	<i>Технології створення наноб'єктів та матеріалів. Методи дослідження структури та стійкості наноб'єктів та наносистем. Термодинаміка поверхневої кулі. Електроповерхневі властивості.</i>	4	0,5
3	<i>Агрегативна стабільність нанофлюїдів. Коагуляція</i>	2	0,5
Змістовний модуль 2: Основні напрямки впровадження нанотехнологій в енергетиці			
4	<i>Експериментальні та розрахункові методи дослідження густини, в'язкості, теплопровідності, калоричних властивостей, тиску насиченої пари перспективних для застосування в енергетичній промисловості нанофлюїдів.</i>	4	1
5	<i>Вплив наночасток на теплофізичні властивості рідин, твердих тіл та наноструктурованих систем.</i>	4	1
6	<i>Основні проблеми енергетики, реальні та потенційні можливості нанотехнології для їх вирішення.</i>	6	1
7	<i>Розвиток з допомогою нанотехнологій первинних джерел енергії. Застосування нанофлюїдів у енергетиці. Проблеми застосування нанотехнологій в енергетиці.</i>	4	1
Разом за ОК:		26	6

5.2 Перелік лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	<i>Ознайомлення із роботою спектрофотометра. Дослідження оптичних характеристик нанофлюїдів спектрофотометром</i>	2	0,5
2	<i>Ознайомлення із роботою на аналітичних вагах. Приготування зразків нанофлюїдів заданої концентрації</i>	4	0,5
3	<i>Ознайомлення із роботою рефрактометра. Вплив наночастинок на показник заломлення</i>	2	1
4	<i>Ознайомлення із роботою Р-Н метра. Підготовка розчинів з певним Р-Н</i>	2	1
5	<i>Методи дослідження термічної стійкості нанофлюїдів</i>	4	1
Всього за ОК:		14	4

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	20	20
3	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	20	40
4	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань	20	30
Всього за ОК:		80	110

6. Система оцінювання та вимоги

Контроль успішності навчання здобувача проводиться у формах поточного і підсумкового контролів.

Формами поточного контролю є:

- модульні контрольні роботи;
- тестування знань здобувачів з певних тем або з певних окремих питань ОК;
- виконання і захист лабораторних робіт;
- усне опитування.

Підсумковий контроль – **диф. залік**.

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	Денна	Заочна
Змістовний модуль 1. Основи нанотехнологій та властивостей наноматеріалів		
Лекційний курс*	-	-
Лабораторні роботи*	15	15
Самостійна робота*	35	35
Всього за змістовний модуль 1	50,0	50,0
Змістовний модуль 2. Основні напрямки впровадження нанотехнологій в енергетиці		
Лекційний курс*	-	-
Лабораторні роботи*	10	10
Тестування*	5	5
Самостійна робота*	35	35
Всього за змістовний модуль 2	50,0	50,0
Всього	100,0	

*Є можливість визнання результатів неформальної освіти відповідно до п.2 [Положення про порядок перерахування результатів навчання \(навчальних дисциплін\) в Одеському національному технологічному університеті](#).

**Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів
Підсумковий контроль – диф. залік.**

Лабораторні роботи (оцінювання однієї роботи денна та заочна форма навчання)

4,4 - 5,0 балів	<i>Лабораторна відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді</i>	відмінно
4,1 - 4,3 балів	<i>Лабораторна відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності</i>	дуже добре
3,7 - 4,0 балів	<i>Лабораторна відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки</i>	добре
3,0 - 3,6 балів	<i>Лабораторна відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки</i>	достатньо
0,0 - 2,9 балів	<i>Лабораторна не відпрацьована або дані незадовільні відповіді</i>	незадовільно

Тестування

4,4 - 5,0 балів	<i>90 - 100 % правильних відповідей</i>	відмінно
4,1 - 4,3 балів	<i>74 – 89% правильних відповідей</i>	дуже добре
3,7 - 4,0 балів	<i>60 – 73% правильних відповідей</i>	добре
3,0 - 3,6 балів	<i>35 – 59 % правильних відповідей</i>	достатньо
0,0 - 2,9 балів	<i>0-35 % правильних відповідей</i>	незадовільно

Самостійна робота* (оцінювання теми 1 денної та заочної форм навчання)

4,4 - 5,0 балів	<i>Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді</i>	відмінно
4,1 - 4,3 балів	<i>Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності</i>	дуже добре
3,7 - 4,0 балів	<i>Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки</i>	добре
3,0 - 3,6 балів	<i>Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки</i>	достатньо
0,0 - 2,9 балів	<i>Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді</i>	незадовільно

* Наповнення таблиці може змінюватися у залежності від форми самостійної роботи (реферати, доповіді з презентаціями, індивідуальні навчально-дослідні завдання тощо).

Самостійна робота* (оцінювання тем 2,3,4 денної та заочної форм навчання)

8,8 - 10,0 балів	<i>Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді</i>	<i>відмінно</i>
8,1 - 8,7 балів	<i>Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності</i>	<i>дуже добре</i>
7,4 - 8,0 балів	<i>Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки</i>	<i>добре</i>
6,0 - 7,3 балів	<i>Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки</i>	<i>достатньо</i>
0,0 - 5,9 балів	<i>Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді</i>	<i>незадовільно</i>

* Наповнення таблиці може змінюватися у залежності від форми самостійної роботи (реферати, доповіді з презентаціями, індивідуальні навчально-дослідні завдання тощо).

7. Засоби діагностики успішності навчання

Методи навчання, які використовуються у процесі проведення занять, а також самостійних робіт за ОК:

Лекційні заняття: Словесні методи: розповідь, пояснення, бесіда, дискусія; Наочні: ілюстрація, спостереження, демонстрація; пояснювально- демонстративний метод, проблемний виклад.

Лабораторні заняття: виконання лабораторних дослідів з наступних захистом результатів досліджень.

Самостійна робота(реферати, доповіді з презентаціями, індивідуальні навчально-дослідні завдання тощо): робота з навчально-методичними матеріалами, робота зі статистично-аналітичними звітами, складання планової та звітної документації, науково-дослідна робота студентів (методи пізнання, аналогій, оцінка, ілюстрація тощо), складання скетчів за темами лекцій, реферування, конспектування)

8. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Калоричні властивості нанофлюїдів, перспективних для застосування в холодильній техніці [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.14.06 - технічна теплофізика та промислова теплоенергетика / І. В. Мотовий ; наук. кер. В. П. Железний. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 193 с. — Бібліогр.: 159-160.

2. Наукове обґрунтування використання нанофлюїдів для підвищення ефективності холодильних машин [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.14 - холодильна, вакуумна та компресорна техніка / О. Я. Хлієва ; наук. консультант В. П. Железний. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — 343 с. — Бібліогр.: 294-317.

3. Взаємозв'язок між поверхневим натягом та тиском насичених парів для модельних нанофлюїдів [Текст] / О. Я. Хлієва, Д. О. Івченко, К. Ю. Ханчич etc. // Холодильна техніка та технологія. — О. : ОНАХТ, 2019. — Вип. 1(Т.55). — С.40-46.

4. Експериментальне дослідження коефіцієнта тепловіддачі при кипінні нанохолодоагенту R 141b/ наночастинки TiO₂ на поверхнях з різним ступенем змочування [Текст] / Т. В. Лук'янова, О. Я. Хлієва, Ю. В. Семенюк та ін. // Холодильна техніка та технологія. — О. : ОНАХТ, 2018. — Т.54, Вип. 3. — С.47-54.

5. Теплотехнічні вимірювання та прилади [Електронний ресурс] : підручник / В. З. Геллер, В. П. Железний, Ю. В. Семенюк, С. М. Губанов ; МОН України, Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2018. — 253 с.

Додаткові:

1. Теплофізичні властивості конденсованих фаз метану та його галоїдопохідних [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.06-технічна теплофізика та промислова теплоенергетика: захист 04.07.2019 / О. С. Бодюл; наук. кер. Л.М. Якуб; МОН України, Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса: ОНАХТ, 2019. — 190 с. — Бібліогр.: с. 142-158.

2. Теплофізичні властивості енергоносіїв у теплотехнологіях [Електронний ресурс]: конспект лекцій призначений для студентів спец. 144 "Теплоенергетика" / О. Я. Хлієва; ОНАХТ. — Одеса: ОНАХТ, 2020. — 75 с.

3. Наноматеріали та нанотехнології. Їх використання у харчовому виробництві [Текст]: навч. посіб. / В. А. Косенко, С. В. Кадомський, В. В. Малышев; Ун-т "Україна" Інж.-технол. ін-т. — Київ: Ун-т "Україна", 2017. — 327 с.: табл., рис. — Бібліогр.: с. 314-320.

4. Про схвалення Концепції Державної цільової наук.-техн. програми "Нанотехнології та наноматеріали" на 2010-2014 роки: розпорядження від 2.04.2009р. №331-р [Текст] / К. М. Україна. // Офіційний вісник України: Збірник нормативно-правових актів / Свідоцтво про Держ.реєстрацію друкованогозасобу масової інформ. СеріяКВ №2173 від 24.09.1996 р. — Київ: Державне підприємство Центр оцінки та інформації, 2009. — №26. — С.57-61.

9. Політика освітнього компоненту

Політика всіх освітніх компонент в ОНТУ є уніфікованою та визначена з урахуванням законодавства України, [Корпоративному кодексу ОНТУ](#), [Кодексу академічної доброчесності ОНТУ](#), [Положення про організацію освітнього процесу ОНТУ](#), [Положення про порядок перезарахування результатів навчання \(навчальних дисциплін\) в ОНТУ](#), [вимог ISO 9001:2015](#) та [роботодавців](#).

Викладач

/ПІДПИСАНО/

Віталій ЖЕЛЄЗНИЙ

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри ЕТ та ПЕ

Протокол від «01» вересня 2024 р. № 1 .

Завідувач кафедри

/ПІДПИСАНО/

Юрій СЕМЕНЮК

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика
професор кафедри ЕТ та ПЕ

/ПІДПИСАНО/

Борис КОСОЙ