

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»*

« 09 » 03 2023 р. протокол № 1 .

Реєстраційний номер в навчальному відділі НЦООП

61-144-2023А

**Кафедра:** [Екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології](#)  
**Викладач:** **Желізний Віталій Петрович**, доктор технічних наук, професор, професор екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології  
**Контакти:**  
[zheleznyv@gmail.com](mailto:zheleznyv@gmail.com)  
[+38-096-719-17-18](tel:+380967191718)



[Профайл](#)

## 1. Загальна інформація

Освітній компонент викладається на 2 курсі у 4 семестрі

Кількість: кредитів - 4, годин – 120

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні
денна	40	20	20
заочна	24	12	12
Самостійна робота, годин	Денна – 80		Заочна – 96

[Розклад занять](#)

## 2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент (ОК) «НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ»

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 багатофазних 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

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
<b>Змістовний модуль 1: Основи нанотехнологій та властивостей наноматеріалів</b>			
1	<i>Вступ до нанотехнологій. Історія виникнення та основні засади нанотехнологій. Загальні характеристики нанооб'єктів. Основи колоїдної хімії та нанохімії. Основні поняття. Класифікація та властивості дисперсних систем.</i>	4	2
2	<i>Технології створення нанооб'єктів та матеріалів. Методи дослідження структури та стійкості нанооб'єктів та наносистем. Термодинаміка поверхневої кулі. Електроповерхневі властивості.</i>	3	2
3	<i>Агрегативна стабільність нанофлюїдів. Коагуляція</i>	3	2
<b>Змістовний модуль 2: Основні напрямки впровадження нанотехнологій в енергетиці</b>			
4	<i>Експериментальні та розрахункові методи дослідження густини, в'язкості, теплопровідності, калоричних властивостей, тиску насиченої пари перспективних для застосування в енергетичній промисловості нанофлюїдів.</i>	2	1
5	<i>Вплив наночасток на теплофізичні властивості рідин, твердих тіл та наноструктурованих систем.</i>	2	1
6	<i>Основні проблеми енергетики, реальні та потенційні можливості нанотехнологій для їх вирішення.</i>	2	2
7	<i>Розвиток з допомогою нанотехнологій первинних джерел енергії. Застосування нанофлюїдів у енергетиці. Проблеми застосування нанотехнологій в енергетиці.</i>	2	2
<b>Разом за ОК:</b>		<b>20</b>	<b>12</b>

### 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>	4	2
2	<i>Ознайомлення із роботою на аналітичних вагах. Приготування зразків нанофлюїдів заданої концентрації</i>	4	2
3	<i>Ознайомлення із роботою рефрактометра. Вплив наночастинок на показник заломлення</i>	4	3
4	<i>Ознайомлення із роботою Р-Н метра. Підготовка розчинів з певним Р-Н</i>	4	3
5	<i>Методи дослідження термічної стійкості нанофлюїдів</i>	4	2
<b>Всього за ОК:</b>		<b>20</b>	<b>12</b>

### 5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20	23
2	Підготовка до лабораторних робіт	20	23

3	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	20	30
4	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань	20	20
<b>Всього за ОК:</b>		<b>80</b>	<b>96</b>

#### 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
<b>Змістовний модуль 1. Основи нанотехнологій та властивостей наноматеріалів</b>		
Лекційний курс*	10	6
Лабораторні роботи*	10	6
Самостійна робота*	30	38
Всього за змістовний модуль 1	<b>50,0</b>	<b>50,0</b>
<b>Змістовний модуль 2. Основні напрямки впровадження нанотехнологій в енергетиці</b>		
Лекційний курс*	10	6
Лабораторні роботи*	10	6
Самостійна робота*	30	38
Всього за змістовний модуль 2	<b>50,0</b>	<b>50,0</b>
Всього	<b>100,0</b>	

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

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

**Контрольні заходи під час лекційного курсу (оцінювання однієї лекції)**

<b>2,0 бали</b>	Присутність на лекції. Надано повних відповідей на поточні питання	відмінно
<b>1,0 бал</b>	Присутність на лекції. У відповідях на поточні питання допущені припустимі помилки	добре
<b>0,5 балів</b>	Присутність на лекції. У відповідях на поточні питання допущені значні помилки	задовільно
<b>0 балів</b>	Відсутність на лекції	незадовільно

**Лабораторні роботи (оцінювання однієї роботи)**

1,8 – 2,0 бал	Лабораторна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
1,7 – 1,9 балів	Лабораторна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
1,4 – 1,6 балів	Лабораторна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
1,0 – 1,3 балів	Лабораторна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-0,9 балів	Лабораторна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

**Самостійна робота\* (очна форма навчання)**

<b>26 – 30 балів</b>	<i>Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді</i>	<i>відмінно</i>
<b>20 – 25 балів</b>	<i>Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності</i>	<i>дуже добре</i>
<b>15 – 19 балів</b>	<i>Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки</i>	<i>добре</i>
<b>10 – 14 балів</b>	<i>Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки</i>	<i>достатньо</i>
<b>0 – 9 балів</b>	<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).

**Самостійна робота\* (заочна форма навчання)**

<b>34 – 38 балів</b>	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
<b>30 – 33 балів</b>	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
<b>21 – 29 балів</b>	Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
<b>14 – 20 балів</b>	Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо

\* 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. Желєзний. — 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. Желєзний. — 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 TiO<sub>2</sub> 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. Желєзний, 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 ЖЕЛІЗНИЙ

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри ЕТ та ПЕ

Протокол від «14» лютого 2023 р. № 6

Завідувач кафедри

/ПІДПИСАНО/

Юрій СЕМЕНЮК

ПОГОДЖЕНО:

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

/ПІДПИСАНО/

Борис КОСОЙ