МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Одеський національний технологічний університет

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нанотехнології в теплоенергетиці

Обов'язкова навчальна дисципліна

Мова навчання – українська

Освітньо-наукова програма Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика

Код та найменування спеціальності 144 Теплоенергетика

Шифр та найменування галузі знань 14 Електрична інженерія

Ступінь вищої освіти Доктор філософії

Розглянуто, схвалено та затверджено
Методичною радою університету

2022

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології Одеського національного технологічного університету

РОЗРОБНИКИ: професор кафедри ЕТтаПЕ, д.т.н., професор, Желєзний В.П.
ст.викладач кафедри ЕТтаПЕ, к.т.н., Івченко Д.О.

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології
Протокол від « 09 » серпня 2022 р. № 1

Завідувач кафедри *ПІДПИСАНО* Юрій СЕМЕНЮК

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» галузі знань 14 «Електрична інженерія»

Голова ради *ПІДПИСАНО* Олександр ТІТЛОВ

Гарант освітньої програми *ПІДПИСАНО* Борис КОСОЙ

Розглянуто та схвалено Методичною радою університету
Протокол від « 22 » вересня 2022 р. № 1

Секретар Методичної ради університету *ПІДПИСАНО* Валерій МУРАХОВСЬКИЙ

ЗМІСТ

1	Пояснювальна записка……	4
1.1	Мета та завдання навчальної дисципліни ……	4
1.2	Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти……	5
1.3	Міждисциплінарні зв’язки……...	5
1.4	Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС……..	6
2	Зміст дисципліни:……	6
2.1	Програма змістових модулів……	6
2.2	Перелік лабораторних робіт……...	7
2.3	Перелік завдань до самостійної роботи……	7
3	Критерії оцінювання результатів навчання……..	7
4	Інформаційне забезпечення……	8

1. Пояснювальна записка

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Нанотехнології в теплоенергетиці» є: вивчення основ нанотехнологій, методів дослідження наноструктурованих середовищ та можливостей їх застосування в энергетике.

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.

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.

1.2. Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти

У результаті вивчення навчальної дисципліни «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.

Загальні компетентності:

ЗК-1. Здатність до аналізу та синтезу на основі логічних аргументів та перевірених фактів. Володіння культурою мислення.

ЗК-3. Навички управління інформацією для організації та проведення наукових досліджень.

ЗК-4. Здатність працювати у міжнародному середовищі.

ЗК-7. Дослідницькі навички і уміння.

ЗК-11. Здатність працювати самостіно.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК-1. Знання та розуміння фізичних явищ, що мають місце в теплоенергетичних системах.

СК-6. Здатність інтерпретувати результати експериментів та брати участь у дискусіях із досвідченими науковцями стосовно наукового значення та потенційних наслідків отриманих результатів

Програмні результати навчання:

РН-3. Вміти планувати та проводити експерименти, що мають відношення до проблем з галузі знать, використовуючи належне програмне забезпечення та знати як аналізувати і відображати результати досліджень.

РН-5. Знати основні концепції та розуміти теоретичні та практичні проблеми в сучасному науковому напрямку досліджень.

РН-15. Здатність створювати математичні моделі об’єктів дослідження та вміти аналізувати результати моделювання.

РН-21. Здатність виконувати моделювання об’єктів дослідження за допомогою власного та прикладного програмного забезпечення.

РН-23. Розглядати питання щодо підвищення показників якості систем перетворення теплової енергії.

1.3. Міждисциплінарні зв’язки

Попередні – «Фізика», «Хімія», «Технічна механіка», «Вища математика», «Технічна термодинаміка», «Основи електротехніки та електроніки», «Тепломасообмін», «Технічні засоби теплотехнічного експерименту», «Фізична гідромеханіка та тепломасообмін у багатофазних потоках», «Експериментальна теплофізика», «Нанотехнології в теплоенергетиці», «Методи наукових доліджень».

1.4. Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС

Навчальна дисципліна викладається на 2 курсі у 2 семестрі для студентів денної та заочної форм навчання.

Кількість кредитів ECTS - 3, годин – 90

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	**30**	20	10	-
заочна	**8**	4	4	-
Самостійна робота, годин	Денна – 60		Заочна – 82	

2. Зміст навчальної дисципліни

2.1. Програма змістовних модулів

Змістовий модуль 1: Основи нанотехнологій та властивостей наноматеріалів

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	*Вступ до нанотехнології. Історія виникнення та основні засади нанотехнологій. Загальні характеристики нанооб'єктів. Основи колоїдної хімії та нанохімії. Основні поняття. Класифікація та властивості дисперсних систем.*	*2*	1
2.	*Технології створення нанооб'єктів та матеріалів. Методи дослідження структури та стійкості нанооб'єктів та наносистем. Термодинамика поверхневої кулі. Електроповерхневі властивості.*	2	1
3.	*Агрегативна стабільність нанофлюїдів. Коагуляція*	2	-

Змістовий модуль 2: Теплофізичні властивості нанофлюїдів

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
4.	*Експериментальні та розрахункові методи дослідження густини, в'язкості, теплопровідності, калоричних властивостей, тиску насиченої пари перспективних для застосування в енергетичній промисловості нанофлюїдів.*	4	1
5.	*Вплив наночасток на теплофізичні властивості рідин, твердих тіл та наноструктурованих систем.*	2	-

Змістовий модуль 3: Основні напрямки впровадження нанотехнологій в енергетиці

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
6.	*Основні проблеми енергетики, реальні та потенційні можливості нанотехнології для їх вирішення.*	6	1
7.	*Розвиток з допомогою нанотехнологій первинних джерел енергії. Застосування нанофлюїдів у енергетиці. Проблеми застосування нанотехнологій в енергетиці.*	2	-
	Всього	**20**	**4**

2.2. Перелік лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	*Ознайомлення із роботою спектрофотометра. Дослідження оптичних характеристик нанофлюїдів спектрофотометром*	2	1
2	*Ознайомлення із роботою на аналітичних вагах. Приготування зразків нанофлюїдів заданої концентрації*	2	1
3	*Ознайомлення із роботою рефрактометра. Вплив наночастинок на показник заломлення*	2	1
4	*Ознайомлення із роботою Р-Н метра. Підготовка розчинів з певним Р-Н*	2	
5	*Методи дослідження термічної стійкості нанофлюїдів*	2	1
	Всього	**10**	**4**

2.3. Перелік завдань до самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	*Опрацювання лекційного матеріалу*	20	20
2.	*Підготовка до лабораторних*	20	20
3	*Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції*	20	20
4	*Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань*	-	22
	Всього	**60**	**82**

3. Критерії оцінювання результатів навчання

Види контролю: поточний, підсумковий – *диф. залік*

Нарахування балів за виконання змістового модуля

Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання					
			денна			заочна		
	min	max	Кільк. робіт, од-ць	Сумарні бали		Кільк. робіт, од-ць	Сумарні бали	
				min	max		min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 1: Основи нанотехнологій та властивостей наноматеріалів								
Робота на лекціях	4	6	3	12	18	2	8	12
Виконання лабораторних робіт	8	12	2	16	24	1	8	12
Опрацювання тем, не винесених на лекції	2.4	3.6	5	12	18	7	16.8	25.2
Виконання індивідуальних завдань	7.2	10.8	-	-	-	1	7.2	10.8
Проміжна сума				40	60		40	60
Модульний контроль у поточному семестрі	20	40	1	20	40	1	20	40
Оцінка за змістовий модуль 1			–	60	100	–	–	–
Змістовий модуль 2: Теплофізичні властивості нанофлюїдів								

Робота на лекціях	4	6	3	12	18	1	4	6
Виконання лабораторних робіт	8	12	3	16	24	2	16	24
Опрацювання тем, не винесених на лекції	2	3	6	12	18	2	4	6
Виконання індивідуальних завдань	16	24	-	-	-	1	16	24
Проміжна сума				40	60		40	60
Модульний контроль у поточному семестрі	20	40	1	20	40	1	20	40
Оцінка за змістовий модуль 2				60	100	–	60	100
Змістовий модуль 3: Основні напрямки впровадження нанотехнологій в енергетиці								
Робота на лекціях	4	6	4	16	24	2	8	12
Виконання лабораторних робіт	8	12	-	-	-	-	-	-
Опрацювання тем, не винесених на лекції	3	4.5	8	24	36	4	12	18
Виконання індивідуальних завдань	20	30	-	-	-	1	20	30
Проміжна сума				40	60		40	60
Модульний контроль у поточному семестрі	20	40	1	20	40	1	20	40
Оцінка за змістовий модуль 3				60	100	–	60	100
Разом з дисципліни			60…100			60…100		

4. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Желєзний В.П., Семенюк Ю.В. Робочі тіла парокомпресорних холодильних машин: властивості, аналіз, застосування: моногр./В.П. Желєзний, Ю.В. Семенюк. – Одеса: Фенікс, 2012.-420с.

2. Желєзний В.П., Семенюк Ю.В. Теплофізичні властивості розчинів холодоагентів у компресорних оліях: моногр./В.П. Желєзний, Ю.В. Семенюк.- Одеса: Фенікс, 2013.-419с.

3. Борисенко, В. Є. Наноелектроніка: навчальний посібник / В. Є. Борисенко, А. І. Воробйова, Є. А. Уткіна. - М: БІНОМ. Лабораторія знань, 2009. – 223 с.: іл

4. Нанотехнології. Абетка для всіх / ред. Ю. Д. Третьяков. - 2-ге вид., Випр. та дод. – К.: Фізматліт, 2010. – 366 с.: іл.

5. Отримання та дослідження наноструктур: лабораторний практикум з нанотехнологій / ред. А. С. Сігов. - М: БІНОМ. Лабораторія знань, 2010. – 146 с.: іл. - (Нанотехнології).

6. Рижонков, Д. І. Наноматеріали: навчальний посібник / Д. І. Рижонков, В. В. Левіна, Е. Л. Дзідзігурі. - 2-ге вид. - М: БІНОМ. Лабораторія знань, 2010. – 365 с.: іл. -

7. Довідник Шпрінгера з нанотехнологій. У 3-х т. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2010. – (Світ матеріалів та технологій). Т. 1/ред. Б. Бхушан, пров. з англ., ред. А. Н. Сауров. – 2010. – 862 с.: іл. Т. 2/ред. Б. Бхушан, пров. з англ., ред. А. Н. Сауров. – 2010. – 1040 с.: іл. Т. 3/ред. Б. Бхушан, пров. з англ., ред. А. Н. Сауров. – 2010. –

832 с.: іл.

8. Старостін, В. В. Матеріали та методи нанотехнологій: навчальний посібник / В.В.Старостін; ред. Л. Н. Патрікеєв. - 2-ге вид. - М: БІНОМ. Лабораторія знань, 2010. – 431 с.: іл.

9. Волков В.А. Колоїдна хімія (Поверхневі явища та дисперсні системи). Електронна книга. Москва 2001.

10. Щукін Е.Д.. Колоїдна хімія: Підручник для університетів та хіміко-технолог. ВНЗ / О.Д. Щукін, А.В. Перцов, Є.А. Амеліна - 3-тє вид., перераб. та дод. М. Вища школа. 2004. 445 с.

11. Фролов Ю.Г. Курс колоїдної хімії. Поверхневі явища та дисперсні системи. Підручник для вишів. - 2-ге вид., перероб. та дод. - М.: Хімія, 1988. - 464 с: іл.

12. Efstathios E. (Stathis) Michaelides. Nanofluidics. Thermodynamic and Transport Properties // Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. 2014. - 335p.

Допоміжна

1. Марк Ратнер, Даніель Ратнер Нанотехнологія: просте пояснення чергової геніальної ідеї.

2. Малинецький Г. Г. Нанотехнології. Від алхімії до хімії і далі// Інтеграл. 2007 № 5, с.4-5.

3. К. Жоакім, Л. Плевер. Нанонауки. Невидима революція. - М.: КоЛібрі, 2009.

4. Деффейс, К. Дивовижні наноструктури/К. Деффейс, С. Деффейс; ред Л.М.Патрікеєв. - М: БІНОМ. Лабораторія знань, 2011. – 206 с.: іл.

5. Дячков, П. Н. Електронні властивості та застосування нанотрубок / М.: БІНОМ. Лабораторія знань, 2011. – 488 с.: іл.

6. Нанонаука та нанотехнології: енциклопедія систем життєзабезпечення / ред.: О. О. Аваделькарім, Ч. Бай, С. П. Капіца. - М: Вид. Будинок “Магістр-Прес, 2009. – 992 с.: іл.

7. Уорден, К. Нові інтелектуальні матеріали та конструкції. Властивості та застосування / К. Уорден; пров., ред. С. Л. Баженов. - М.: Техносфера, 2006. - 224 с.

8. Хартман, У. Чарівність нанотехнології / У. Хартман; пров. з ним. Т. М. Захарова; ред. Л. Н. Патрікеєв. - 2-ге вид., випр. - М.: БІНОМ. Лабораторія знань, 2010. – 174 с