

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



СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

**«ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
СКЛАДНИХ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ»**

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

63-144-2023А

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](tel:+380967191718)



[Профайл](#)

1. Загальна інформація

Освітній компонент викладається на 2 курсі у 3 семестрі

Кількість: кредитів - 6, годин – 180

| Аудиторні заняття, годин: | всього | лекції | практичні |
|---------------------------|-------------|--------|--------------|
| денна | 60 | 20 | 40 |
| заочна | 36 | 14 | 22 |
| Самостійна робота, годин | Денна – 120 | | Заочна – 144 |

[Розклад занять](#)

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент (ОК) «ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДНИХ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ»

Основними завданнями вивчення дисципліни «ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДНИХ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ» є :

- підготовка аспірантів до наукової діяльності експериментального та розрахункового характеру;

- прищеплення навичок самостійного розв'язання задач з вивчення теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем.

Освітній компонент «ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДНИХ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ» 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 «ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДНИХ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ» є: вивчення експериментальних та розрахункових методів визначення теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем, а саме – теоретичних засад цих методів та практичних способів і засобів їхньої реалізації.

У результаті вивчення курсу «ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДНИХ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ» аспіранти повинні:

знати :

- методологічні основи і світоглядну спрямованість дисципліни;
- експериментальні та розрахункові методи дослідження теплофізичних властивостей речовин;

- вимірювальну техніку;
- способи обробки отриманої емпіричної інформації;
- методи прогнозування теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем.

вміти :

- проектувати експериментальні установки для дослідження теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем;
- проводити експериментальні дослідження теплофізичних властивостей речовин;
- застосовувати сучасні технічні засоби виміру основних теплофізичних параметрів;
- використовувати сучасні методи статистичного аналізу результатів дослідження;
- використовувати сучасні методи та комп'ютерні засоби при обробці дослідних даних;
- виконувати розрахунки теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДНИХ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ» 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 |
| Змістовний модуль 1: Основні поняття і термінологія. Особливості при експериментальному дослідженні теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем | | | |
| 1 | <i>Методичні особливості дослідження теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем</i> | 5 | 4 |
| 2 | <i>Методичні особливості при експериментальному дослідженні теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем</i> | 5 | 4 |
| Змістовний модуль 2: Методи моделювання теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем | | | |
| 3 | <i>Моделювання теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем</i> | 10 | 6 |
| Разом за ОК: | | 20 | 14 |

5.2 Перелік практичних робіт

| № з/п | Назва практичної роботи | Кількість годин | |
|----------------------|---|-----------------|-----------|
| | | денна | заочна |
| 1 | <i>Технічно важливі речовини і матеріали в промисловості і характерні особливості вивчення «складних термодинамічних систем» (СТС). Характеристичні параметри чистих речовин і технічно важливих рідин. Наведені параметри, закон відповідних станів і визначають критерії подібності, концентрації і складу СТС. Особливості експериментального дослідження теплофізичних властивостей і фазових рівноваг СТС. Проблеми розрахункових методи визначення теплофізичних властивостей СТС. Трифазна модель розчину</i> | 6 | 4 |
| 2 | <i>Термічна стабільність зразків. Вплив домішок і супутніх речовин на теплофізичні властивості об'єктів дослідження. Облік шумових ефектів при дослідженні теплофізичних властивостей речовин (фазових рівноваг, критичних (псевдокритичних) параметрів, в'язкості, теплопровідності, поверхневого натягу). Методи визначення ефективної молекулярної маси СТС. Методи визначення складу СТС. Нанофлюїди і способи їх приготування. Методи визначення гідродинамічного радіуса наночасток нанофлюїдах. Визначення мольної маси і складу СТС з використанням ебуліоскопічні, криоскопічні методів і мольної рефракції.</i> | 6 | 5 |
| 3 | <i>Структурно адитивні методи розрахунку ТВР. Теорія термодинамічної подібності, критерії подібності, наведені змінні. Емпіричні кореляції їх достоїнства і недоліки.</i> | 8 | 4 |
| 4 | <i>Застосування малокоefficientних рівнянь стану для прогнозування теплофізичних властивостей речовин. Принципи скейлінгу для прогнозування властивостей СТС.</i> | 10 | 5 |
| 5 | <i>Моделювання властивостей розчинів холодоагент/мастило. Моделювання властивостей фракцій нафти. Моделювання властивостей газових конденсатів. Основи градієнтної теорії. Проблеми моделювання властивостей нанофлюїдів.</i> | 10 | 4 |
| Всього за ОК: | | 40 | 22 |

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|----------------------|--|-----------------|------------|
| | | денна | заочна |
| 1 | Опрацювання лекційного матеріалу | 30 | 36 |
| 2 | Підготовка до лабораторних робіт | 30 | 36 |
| 3 | Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції | 30 | 36 |
| 4 | Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань | 30 | 36 |
| Всього за ОК: | | 120 | 144 |

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 практичних робіт;
- усне опитування.

Підсумковий контроль – **диф. залік**.

Нарахування балів:

| Вид роботи, що підлягає контролю | Максимальна кількість оціночних балів | |
|---|---------------------------------------|-------------|
| | Денна | Заочна |
| Змістовний модуль 1. Основні поняття і термінологія. Особливості при експериментальному дослідженні теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем | | |
| Лекційний курс* | 10 | 8 |
| Практичні роботи* | 20 | 12 |
| Самостійна робота* | 20 | 30 |
| Всього за змістовний модуль 1 | 50,0 | 50,0 |
| Змістовний модуль 2. Методи моделювання теплофізичних властивостей складних термодинамічних систем | | |
| Лекційний курс* | 10 | 6 |
| Практичні роботи* | 20 | 10 |
| Самостійна робота* | 20 | 34 |
| 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 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)

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

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

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

Самостійна робота (денна форма навчання)

| очна форма навчання | заочна форма навчання | | |
|----------------------------|------------------------------|---|--------------|
| 17-20 | 31-34 | Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді | відмінно |
| 13-16 | 26-30 | Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності | дуже добре |
| 9-12 | 20-25 | Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки | добре |
| 5-8 | 14-19 | Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки | достатньо |
| 0-4 | 0-13 | Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді | незадовільно |

* 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.

Практичні заняття: аналіз конкретних ситуацій (проблемних, звичайних, нетипових); групове обговорення питання; дискусії, виконання ситуаційно-розрахункових задач, інтерактивні методи навчання (проблемне навчання, робота в малих групах, кейс-

метод, мозговий штурм, проектний метод), тренінг, технології ситуативного моделювання, технології опрацювання дискусійних питань

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. Експериментальна теплофізика. Методи дослідження теплофізичних властивостей речовин [Текст] : підручник / В. П. Желєзний, В. З. Геллер, Ю. В. Семенюк ; Одес. нац. акад. харчових технологій. — Одеса : Фенікс, 2016. — 320 с.

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. Мальшев ; Ун-т "Україна" Інж.-технол. ін-т. — Київ : Ун-т "Україна", 2017. — 327 с. : табл., рис. — Бібліогр.: с. 314-320.

4. Теплофізика [Текст] / Ф. Морс ; под ред. А. Ф. Чудновського. — М. : Наука, 1968. — 416 с.

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. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. Рівняння стану конденсованого метану при високих тисках [Текст] / Л. М. Якуб, О. С. Бодюл // Холодильна техніка та технологія. — О. : ОНАХТ, 2018. — Т.54, Вип. 4. — С.57-62.

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