



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Методи акумуляції теплової енергії та холоду

Шифр та назва спеціальності

G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Спеціалізація

G4.04 Холодильні та кліматичні технології

Кафедра

Теплотехніки та енергоефективних технологій (123)

Освітня програма

Холодильні та кліматичні технології

Тип дисципліни

Вибіркова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Кошельнік Олександр Вадимович**

Oleksandr.Koshelnik@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій

Досвід роботи – 20 років. Автор понад 230 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Енергозберігаючі теплотехнології та використання вторинних енергоресурсів», «Енерготехнологічні комплекси промислових підприємств», «Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії», «Енергетичне використання органічних відходів», «Джерела енергії в теплотехнологіях».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс спрямований на формування у здобувачів знань і розуміння роботи систем накопичення енергії, що передбачає ознайомлення з різними способами її зберігання, характеристиками, які визначають ефективність таких систем, а також усвідомлення їхніх переваг і обмежень.

Мета та цілі дисципліни

Мета дисципліни - ознайомлення з різними типами систем накопичення енергії, їх характеристиками, сформувані практичні навички їх розрахунку та вміння поєднувати такі системи з енергозберігаючими заходами, що дозволяє забезпечити ефективне енергопостачання об'єктів, одночасно зменшуючи негативний вплив на довкілля.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК-1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК-2. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.

ФК-4. Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові та екологічні аспекти.

ФК-5. Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи етапи проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання.

ФК-6. Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик.

ФКС-1. Здатність формувати завдання на розробку проектних рішень, пов'язаних з модернізацією холодильного та кліматичного обладнання, заходами щодо покращення його експлуатаційних характеристик, підвищення екологічної безпеки, покращення умов праці, економії ресурсів.

ФКС-2. Здатність застосовувати методи і засоби автоматизованих систем управління холодильних і кліматичних систем у промисловості та житлово-комунальному господарстві.

Результати навчання

ПРН-1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

ПРН-3. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері теплоенергетики з урахуванням цілей, прогнозів, обмежень та ризиків і беручи до уваги технологічні, законодавчі, соціальні, економічні, екологічні та інші аспекти.

ПРН-4. Відшуковувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

ПРН-7. Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПРН-8. Обґрунтовувати вибір та застосовування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

ПРН-11. Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН-14. Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів і систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів.

ПРН-16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

ПРНС-1. Знання і розуміння інженерних аспектів на рівні, що забезпечує досягнення інших результатів освітньої програми, включаючи певну обізнаність про останні досягнення науки і техніки.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички галузі фізики та математики.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Переважають застосовуються структурно-логічні технології: поетапна організація навчання, що забезпечує логічну послідовність постановки і вирішення дидактичних завдань на основі поетапного відбору їх змісту, форм, методів і засобів із урахуванням діагностування результатів навчання. Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Під час освітнього процесу студент може комунікувати з викладачем онлайн, вирішувати проблемні завдання, моделювати ситуації, включаючи аналітичне і критичне мислення, знання, пошукові здібності.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Основні відомості щодо акумулювання енергії.	6
Цілі акумулювання енергії. Класифікація акумуляторів тепла та холоду. Основні вимоги для установок акумулювання енергії. Ефективність акумулювання. Вимоги до матеріалів теплових акумуляторів. ККД теплового акумулятора.	
Тема 2. Конструкція та особливості роботи акумуляторів тепла та холоду.	8
Рідинні теплові акумулятори. Акумулятори з твердим акумулюючим матеріалом. Акумулятори з фазовим переходом. Природні акумулятори теплової енергії. Акумулятори холоду (льодоакумулятори, акумулятори на основі сольових розчинів, хімічні акумулятори холоду).	
Тема 3. Електрохімічні акумулятори теплової енергії.	12
Принцип дії електрохімічних акумуляторів. Класифікація, експлуатаційні характеристики та область застосування. Порівняння та аналіз характеристик електрохімічних акумуляторів.	
Тема 4. Енергетичні системи з тепловим акумулюванням.	6
Теплове акумулювання для опалення та охолодження приміщень. Теплове акумулювання в сонячних енергетичних установках. Вітроводнева станція з акумулюванням енергії.	
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Методика розрахунку елементів теплоакумуляторів	2	0,5
Тема 2. Вибір матеріалу для теплового акумулятора.	2	0,5
Тема 3. Розрахунок теплового акумулятора з фазовим переходом.	6	1,5
Тема 4. Розрахунки акумуляторів холоду (льодогенератор та акумулятор на основі сольових розчинів)	6	1,5
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n 4$

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт

Вагові
коефіцієнти b

Тема 1. Визначення обсягів шкідливих викидів при використанні органічного палива.

1

Загалом

$$\sum_{i=1}^m 1$$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Ємності для акумуляторів енергії
Посудини, що працюють під тиском. Попередньо напружені посудини тиску.
Підземні резервуари. Зварні посудини.

28

Тема 2. Екологічні аспекти використання систем акумуляування (зменшення викидів парникових газів, оптимізація енергоспоживання, зменшення теплового та шумового забруднення). Проблеми утилізації акумуляуючих пристроїв.

28

Загальна кількість годин

56

Тематика індивідуальних завдань

Курс передбачає виконання курсового проєкту. Результати виконання завдання оформлюється у вигляді письмового звіту. Строки виконання: 15-й тиждень.

Теми індивідуального завдання

Тема. Розрахунок теплового акумулятора з твердим теплоакуючим матеріалом

Загальна кількість годин

16

Неформальна освіта

Можливість для даного освітнього компонента не передбачена.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Горобець В.Г. Антипов Є.О. Акумулятори теплоти на основі фазоперехідних акумуляуючих матеріалів – К.: «ЦП «Компринт», 2016. – 165 с.
2. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей : навчальний посібник / М. Б. Шелест, П. І. Гайда. – Суми : Сумський державний університет, 2014. – 210 с.
3. Технічна електрохімія 2: Хімічні джерела струму [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Електрохімічні

технології неорганічних та органічних матеріалів» / М. В. Бик, С. В. Фроленкова, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 321 с.

4. Кудря С.О. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії / С.О. Кудря, В.М. Головка. – Київ, 2009. – 201 с.

Додаткова література

1. Корінчевська Т.В. Перспективні методи акумулювання теплової енергії // Наукові праці. Одес. нац. акад. харч. технологій. - 2010. Вип. 37. - С. 236-241. <https://card-file.ontu.edu.ua/items/aabc07d5-a785-45b9-995a-d90106fe086a>
2. Бошкова І.Л., Волгушева Н.В., Мукмінов І.І., Пісаревський І.О., Грічановський А.П. Перспективи застосування акумуляторів теплоти низького температурного потенціалу для теплиць // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. - 2026. - Том 37 (76). - С. 186-191. https://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2026/1_2026/part_1/24.pdf
3. Murat M. Kenisarin. High-temperature phase change materials for thermal energy storage // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, Vol. 14, Issue 3, 955–970. https://www.academia.edu/6173061/High_temperature_phase_change_materials_for_thermal_energy_storage
4. Особливості застосування теплоакумуючих елементів з фазовим переходом в регенеративних теплообмінниках скловарних печей / Кошельнік. О.В., Гойсан С.Б., Пугачова Т.М., Круглякова, О.В., Павлова В.Г. // Інтегровані технології та енергозбереження. –Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – № 1. - С.63-70. <https://ite.khpi.edu.ua/article/view/271130>
5. Перспективні типи теплоакумуючих елементів регенеративних повітрянагрівачів доменних печей / Кошельнік О.В., Жуков О.В. // Інтегровані технології та енергозбереження. –Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – № 1. С.16-23. <https://ite.khpi.edu.ua/article/view/307128>

Інформаційні ресурси

1. Репозитарій НТУ "ХПІ". <https://repository.kpi.kharkov.ua>
2. Журнал " Refrigeration Engineering and Technology". <https://journals.ontu.edu.ua/index.php/reftech/issue/archive>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні заняття), k_1	Контрольні роботи, k_2	Індивідуальне завдання, k_3	Підсумковий контроль, k_4
---	--------------------------	----------------------------------	--------------------------------

0,4

0,1

0,2

0,3

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi_k \cdot k_4$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

I – оцінка за виконання індивідуального завдання

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

Π_k – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П, К, І, ...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.06.2025

Завідувач кафедри

Микола КУНДЕНКО

30.06.2025

Гарант ОП

Олександр ТАРАСЕНКО