



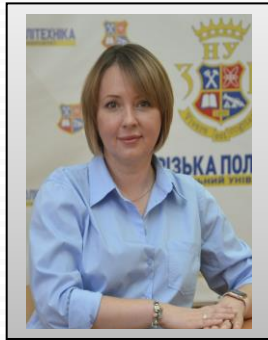
СИЛАБУС

навчальної дисципліни (обов'язкова) ТЕПЛОМАСООБМІН

Обсяг освітнього компоненту (12 кредитів/ 360 годин)

Освітня програма «Промислова і комунальна теплоенергетика»
першого рівня вищої освіти
Спеціальність – 144 Теплоенергетика

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА



Назаренко Ірина Анатоліївна, к.т.н., доцент

Контактна інформація:

- +38(099)7049636;
- e-mail: irinan842@gmail.com;
- головний корпус 230 ауд.

Ідентифікатор конференції Zoom:
559 841 5549

Код доступу: 2023

Час і місце проведення консультацій:
день тижня, час, головний корпус, 220а

ОПИС КУРСУ

Дисципліна вивчає закономірності процесів теплообміну що супроводжуються перенесенням речовини.

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

1. Мета курсу є надання студентам знань щодо закономірностей основних способів перенесення теплоти та маси, а також процесів тепло- та масообміну, які відбуваються сумісно. В дисципліні вивчається фізична сутність процесів тепло- та масообміну, надається їх математичний опис, головні висновки теоретичних та експериментальних досліджень, вказуються шляхи вирішення сучасних проблем та надаються рекомендації щодо розрахунку основних характеристик.



2. Компетентності та результати навчання, формування яких забезпечує вивчення дисципліни.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

ФК3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

ФК8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

РН2. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.

РН3. Розуміти міждисциплінарний контекст спеціальності «Теплоенергетика».

РН9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

РН11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

РН17. Аргументувати і доносити судження, які відбивають інженерні рішення в сфері теплоенергетики та відповідні соціальні, екологічні та етичні проблеми до фахівців і нефахівців.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Вивченню ТМО передують наступні дисципліни: «Вища математика», «Фізика». Одночасно можуть вивчатися «Гідрогазодинаміка», «Теплотехнічні вимірювання та прилади».

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи



Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми лабораторних/практичних робіт або семінарів, год.
1	2	3
Змістовий модуль 1 Основні положення теорії теплопровідності		
1	<p>Тема 1. Основні положення теорії теплопровідності. Предмет, метод і завдання теорії теплообміну. Значення теплообміну в процесах життєдіяльності. Основні поняття та визначення. Способи перенесення теплоти. Теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання. Складний теплообмін. Механізми передачі теплоти в металах, діелектриках, напівпровідниках, рідинах, газах. Поле та градієнт температури. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Диференціальне рівняння теплопровідності. Коефіцієнт температуропровідності. Умови однозначності, граничні умови задач теплопровідності. Схематизація процесів теплопровідності в технологічних об'єктах та системах.</p>	<p>ПЗ №1 Розв'язання задач з теплопровідності плоскої стінки . ПЗ №2 Розв'язання задач з теплопровідності циліндричної стінки. ЛР №1 Визначення коефіцієнту теплопровідності ізоляційних матеріалів.</p>
2	<p>Тема 2. Теплопровідність плоскої стінки. Передача теплоти крізь плоску стінку при граничних умовах 1 роду. Передача теплоти крізь плоску стінку при граничних умовах 2 роду. Передача теплоти крізь плоску стінку при граничних умовах 3 роду. Окремі задачі стаціонарної теплопровідності.</p>	
3	<p>Тема 3. Теплопровідність циліндричної стінки. Передача теплоти крізь циліндричну стінку при граничних умовах 1 роду. Передача теплоти крізь циліндричну стінку при граничних умовах 3 роду. Критичний діаметр циліндричної стінки. Шляхи інтенсифікації теплопередачі. Передача теплоти крізь кульову стінку. Теплообмін в умовах електричного нагріву.</p>	
4	<p>Тема 4. Процеси нестационарної теплопровідності. Основні положення нестационарної</p>	<p>ЛР №2 Визначення коефіцієнтів температуропровідності</p>



	<p>теплопровідності. Аналітичне визначення температурного поля та кількості теплоти при охолодженні (нагріванні) нескінчених пластин і циліндра, а також кулі. Охолодження (нагрівання) тіл скінчених розмірів. Регулярний тепловий режим. Теорема Кіндрат'єва. Наближені методи розв'язання задач теплопровідності.</p>	<p>та теплопровідності сипучих тіл методом регулярного теплового режиму.</p> <p>ПЗ №3 Розв'язання задач з нестационарної теплопровідності.</p>
Змістовий модуль 2 Основні положення конвективного теплообміну		
5	<p>Тема 5. Основні положення конвективного теплообміну. Фізичні властивості рідини. Рівняння Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну і умови однозначності: рівняння енергії, рівняння руху в'язкої рідини, рівняння закону збереження маси, рівняння тепловіддачі на границі рідини.</p>	
6	<p>Тема 6. Методи дослідження задач конвективного теплообміну. Основи теорії подібності. Безрозмірний опис фізичних явищ. Подібні явища. Умови теореми подібності. Подібні перетворення. Критеріальні рівняння та критерії подібності. Фізичне та математичне моделювання задач теплообміну. Дослідження методами теорії приграничного шару.</p>	
7	<p>Тема 7. Тепловіддача при вимушеному русі рідини. Фізична картина: рівняння подібності теплообміну при русі рідини уздовж плоскої поверхні. Теплообмін при русі рідини уздовж плоскої поверхні при ламінарному та турбулентному приграничному шарі. Ламінарний, перехідний та турбулентний рух. Тепловіддача при поперечному обтіканні однієї круглої труби. Тепловіддача при поперечному обмиванні пучка труб, розміщених у коридорному або шаховому порядку.</p>	<p>ЛР №3 Дослідження процесу охолодження тіла при різних умовах.</p> <p>ЛР №4 Дослідження тепловіддачі горизонтальної пластини при вимушеному русі повітря.</p> <p>ПЗ № 4 Розв'язання задач з розрахунку вимушеної конвекції.</p>
8	<p>Тема 8. Тепловіддача при вільному русі рідини. Тепловіддача при природній конвекції у необмеженому об'ємі біля вертикальної</p>	<p>ПЗ №5 Розв'язання задач з розрахунку вільної конвекції.</p>



	поверхні. Тепловіддача при природній конвекції у необмеженому об'ємі біля горизонтальних труб та поверхні. Фізична картина, рівняння подібності. Теплообмін при вільній конвекції в обмежених об'ємах.	
Змістовий модуль 3 Теплообмін при зміні агрегатного стану		
9	Тема 9. Теплообмін при зміні агрегатного стану. Опис теплообміну при кипінні: бульбашкове та плівкове кипіння. Кризи кипіння та обчислення тепловіддачі при кипінні рідини у великому об'ємі. Плівкова та краплинна конденсація. Конденсація чистої пари та з парової суміші. Тепловіддача при конденсації на вертикальній поверхні. Рівняння для розрахунку тепловіддачі при конденсації на вертикальних та горизонтальних трубах.	ЛР №5 Дослідження процесу бульбашкового кипіння рідини. ПЗ №6 Розв'язання задач з теплообміну при фазових перетвореннях.
10	Тема 10. Основи масообміну. Загальні поняття та визначення. Закон Фіка. Коефіцієнт дифузії. Концентраційна, термо- та бародифузія. Конвективна дифузія. Диференціальні рівняння тепломасообміну. Дифузійні критерії та рівняння подібності. Різновиди та основи розрахунку складного тепломасообміну.	ПЗ №6 Розв'язання задач з теплообміну при фазових перетвореннях.
Змістовий модуль 4 Основні положення теплового випромінювання		
11	Тема 11. Теплообмін випромінюванням. Основні поняття та визначення. Види променистих теплових потоків. Закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між тілами, які розділені прозорим середовищем. Інтенсифікація та зменшення теплообміну випромінюванням.	ЛР №6 Дослідження процесу випромінювання. ПЗ №7 Розв'язання задач з теплового випромінювання
12	Тема 12. Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплообмін випромінюванням між тілами, які довільно розміщені у просторі; коефіцієнт випромінювання. Теплообмін випромінюванням у поглинаючих середовищах. Випромінювання газів. Теплообмін випромінюванням у спалювальному обладнанні. Різновиди	ПЗ №7 Розв'язання задач з теплового випромінювання



та основи розрахунку складного теплообміну.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Мета розрахунково – графічної роботи (РГР): детальніше і ґрунтовніше опрацювання теоретичного та практичного матеріалу; діагностика формування у студентів передбачених робочою програмою знань та вмінь.

РГР передбачає вирішення двадцяти задач, що відносяться до різних розділів теоретичного матеріалу. У зв'язку з тим, що дисципліна «Тепломасообмін» викладається 2 семестри, то передбачається, що в першому семестрі студенти повинні розв'язати перші 10 задач індивідуального завдання, а в другому семестрі – останні 10. Варіант складається з двох цифр та видається викладачем..

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Літературні джерела:

1. Лабай В .Й. Тепломасообмін. Львів : Тріада Плюс, 2004. 258 с.
2. Лабай В .Й. Приклади і задачі з курсу тепломасообміну. Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. 228 с.
3. Застосування теорії подібності для розв'язання задач тепломасообміну / Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Бужинський В. В. Вінниця : ВДТУ, 2001. 110 с.
4. Константинов С.М. Теплообмін. Київ : ВПІ ВПК «Політехніка», Інрес, 2005. 304 с.
5. Василенко С. М., Українець А.І., Олішевський В.В. Основи тепломасообміну : підручник / За ред. акад. УАА Н І. С. Гулого. Київ : НУХТ, 2004. 250 с.
6. Погорелов А.І. Тепломасообмін (Основи теорії і розрахунку) Навчальний посібник. 2-ге видання. Львів: "Новий світ-2000", 2004. 144 с.

ОЦІНЮВАННЯ

Тестування - за теоретичним матеріалом модулів. Кожен тест з проміжного контролю - 10 балів. Проміжних тестів - 2. Наприкінці курсу



здобувач виконує підсумковий тест, який оцінюється у 40 балів. Загальна сума балів у 3 семестрі за тестування - 60 балів.

У четвертому семестрі здобувачі вищої освіти також проходять 2 проміжних тестових контролю (10 балів кожен). Також один підсумковий тест, наприкінці курсу, який оцінюється у 50 балів.

Захист кожної лабораторної роботи оцінюється у 5 балів. У третьому семестрі студенти виконують та захищають лабораторні роботи №1-4. У четвертому семестрі - №5-6.

У першому семестрі студенти повинні розв'язати перші 10 задач РГР, а в другому семестрі - останні 10. Кожна РГР оцінюється у 10 балів.

Студенти, які не виконали умов допуску (усіх індивідуальних практичних завдань та тестування з змістовних модулів), є недопущеними до іспиту (заліку). Студенти, які набрали менше 60 балів, отримують оцінку незадовільно. Всі інші отримують відповідну суму балів. Студенти, яких не задовольняє підсумкова рейтингова оцінка, можуть її покращити шляхом здачі підсумкового тестового завдання, яке включає у себе, як теоретичні, так і практичні завдання. Максимальна кількість балів за тест – 60.

ПОЛІТИКИ КУРСУ

Відвідування лекцій, практичних занять та консультацій не оцінюється. Однак, студентам рекомендується їх відвідувати, оскільки на них викладаються теоретичний та практичний матеріали; розвиваються навички, необхідні для виконання індивідуальних практичних завдань.

При вивченні курсу політика дотримання академічної доброчесності визначається Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізька політехніка»

https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.