

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Двигуни внутрішнього згорання  
(найменування кафедри)

### СИЛЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія тепло- та масопереносу в матеріалах

( назва навчальної дисципліни )

Освітні програми: Прикладне матеріалознавство;  
(назва освітньої програми)

Композиційні та порошкові матеріали, покриття

Спеціальність: 132 – Матеріалознавство  
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 13 – Механічна інженерія  
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: бакалавр  
(назва ступеня вищої освіти)

Протокол № 7 від “ 02 ” лютого 2021 р.  
затверджено на засіданні кафедри “Двигуни внутрішнього згорання”

м. Запоріжжя , 2021 рік

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

**Дисципліна:** Теорія тепло- та масопереносу в матеріалах

**Тип:** нормативна

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський) рівень

**Курс (рік навчання):** 3-й

**Семестр:** 5-й

**Кредити:** 4

**Викладач:** Беженів Сергій Олександрович, канд. техн. наук, доцент

bezhenov@zntu.edu.ua

**Розподіл годин:** загальна кількість 120 годин (30 лекцій, 14 лабораторних занять, 76 годин самостійної роботи)..

Лекції, лабораторні роботи, індивідуальні завдання; залік.

### ПРЕРЕКВІЗИТИ І ПОСТРЕКВІЗИТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліни, що передують вивченню цієї дисципліни – «Вища математика», «Фізика», «Хімія та основи екології». Дисципліни, вивчення яких спирається на цю дисципліну – «Теорія термічної обробки», «Технологія термічної обробки», «Високотемпературна корозія матеріалів ГТУ», «Методи локальної поверхневої обробки та відновлення виробів»; «Термічна обробка ПКМ», «Основи формування структури та властивостей порошкових та композиційних матеріалів (ПКМ)», «Технологія нанесення та властивості покриттів», «Обладнання та оснастка виробництва ПКМ».

### ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення цієї дисципліни є необхідною складовою частиною підготовки фахівців-матеріалознавців у машинобудівній галузі.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні отримати, у результаті вивчення навчальної дисципліни:

#### **Загальні компетентності:**

K3.01. Здатність до системного мислення, аналізу та синтезу

K3.02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

K3.03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

K3.04. Здатність виявляти та вирішувати проблеми

K3.05. Здатність приймати обґрунтовані рішення

K3.06. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації

K3.08. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

K3.11. Здатність працювати в команді

#### **Фахові компетентності:**

КС.01. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань

КС.03. Здатність продемонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в галузі матеріалознавства

КС.05. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем

КС.06. Здатність продемонструвати практичні інженерні навички

КС.08. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів

КС.12. Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів, складати звіти

### **Результати навчання:**

**Очікувані результати навчання з дисципліни:** після вивчення дисципліни студенти повинні знати і уміти використовувати основні закони перенесення теплоти та маси; прикладні методи розрахунку різних видів тепло і масообміну в процесі теплової обробки матеріалів та виробів; методи експериментального дослідження параметрів процесів перенесення теплоти і маси.

### **Очікувані програмні результати навчання:**

- демонструвати володіння логікою та методологію наукового пізнання;
- знати та уміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;
- уміти експериментувати та аналізувати дані;
- знати інженерні дисципліни, що лежать в основі спеціальності, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, в тому числі певна обізнаність в їх останніх досягненнях;
- демонструвати знання методів та навички практичного застосування методів експериментальних досліджень хімічних, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів та виробів.

## **МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Метою викладання дисципліни “Теорія тепло- та масопереносу в матеріалах” є формування у студентів базових теоретичних знань і практичних навичок розв’язання задач тепло та масообміну

## **ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Основними завданнями вивчення дисципліни “Теорія тепло- та масопереносу в матеріалах” є опанування методами застосування фундаментальних законів збереження маси та енергії до розв’язання практичних задач тепло і масоперенесення в системах з конструкційних матеріалів.

## **ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Дисципліна складається з шести змістових модулів:

- основні поняття, процеси, закони та рівняння перенесення теплоти і маси;
- теплообмін випромінюванням;
- основи теорії подібності;
- конвективний теплообмін;
- теплопровідність;

– процеси масообміну.

Змістові модулі об'єднано в два блоки, кожний з яких завершується рубіжним модульним контролем.

### **Перший блок змістових модулів:**

**1.** Предмет, задачі та зміст дисципліни; параметри, що характеризують перенесення теплоти і маси; основні процеси перенесення теплоти і маси; закони тепло- і масоперенесення; диференціальні рівняння процесів перенесення (лекції №№ 1 – 2).

**2.** Загальні уявлення та визначення процесу випромінювання; класифікація тіл та середовищ; випромінювання реальних тіл (середовищ), уявлення міри чорноти; класифікація теплових потоків; випромінювання в системі тіл, кутові коефіцієнти випромінювання; радіаційний теплообмін в системі сірих тіл, розділених середовищами різної прозорості (лекції №№ 3 – 5).

**3.** Загальні положення теорії подібності, теореми подібності; критерії подібності (гідрогазодинамічної, теплової, масоперенесення); критеріальні рівняння тепло- і масообміну (лекції №№ 6 – 7).

### **Другий блок змістових модулів:**

**4.** Види та основні параметри потоків середовища; в'язкість середовища, режими руху рідини; загальні відомості про динамічний приграничний шар; тепловий приграничний шар, основи розрахунку; рівняння конвективного теплообміну; критеріальні рівняння вільного та вимушеного конвективного теплообміну (лекції №№ 8 – 10).

**5.** Загальні відомості про теплопровідність матеріалів; задачі та рівняння теплопровідності; умови однозначності; задачі стаціонарної теплопровідності: теплопровідність через плоску стінку, циліндричну стінку, через тверду стінку за граничних умов III роду; нестационарна теплопровідність (лекції №№ 11 – 13).

**6.** Основні визначення процесів перенесення маси, суть потрійної аналогії; дифузія; конвективний масообмін (лекції №№ 14 – 15).

Паралельно з лекційним курсом студенти мають лабораторний практикум, задачею якого є опанування методами експериментального дослідження параметрів, що характеризують процеси перенесення теплоти (маси речовини). Згідно навчального плану передбачено виконання шести лабораторних робіт:

- способи експериментального визначення температури
- визначення кутових коефіцієнтів випромінювання
- параметри рухомих середовищ та критерії подібності
- експериментальне визначення параметрів газової течії
- дослідження вільного/вимушеного конвективного теплообміну
- визначення коефіцієнта теплопровідності твердого тіла

До самостійної роботи, окрім поглибленого опрацювання кожної теми, включено виконання індивідуальних завдань:

- тепловий розрахунок процесів теплообміну випромінюванням в системі сірих тіл, розділених середовищем різної прозорості
- розрахунок внутрішніх задач теплообміну в тепловій системі для нагрівання виробів

## СИСТЕМА ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСУ

**Оцінювання:** за результатами засвоєння дисципліни складається залік. При оцінюванні враховується здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем. При цьому перевага надається оригінальним рішенням спрямованим на досягнення певного рівня ефективності.

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- тестування з кожного змістовного модулю
- захисту звітів про виконання лабораторних робіт
- захисту звітів про виконання індивідуальних завдань
- рубіжних модульних контролів за кожний блок змістовних модулів

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт
- захисту контрольної роботи
- тестування (усного опитування) за окремими змістовими модулями

Оцінювання успішності студентів здійснюється окремо за кожний з двох блоків змістових модулів на відповідному рубіжному модульному контролі (РМК) за 100-бальною шкалою.

Етапи роботи	Кількість балів	Етапи роботи	Кількість балів
Змістовий модуль 1	0 – 30	Змістовий модуль 4	0 – 30
Змістовий модуль 2	0 – 40	Змістовий модуль 5	0 – 40
Змістовий модуль 3	0 – 30	Змістовий модуль 6	0 – 30
Сума за перший РМК	0 – 100	Сума за другий РМК	0 – 100

Загальна оцінка студента на кожному етапі роботи складається з оцінювання: активності та якості його роботи в аудиторії – до 25 %; індивідуальної самостійної роботи – до 50 %; поточного опитування (тестування) – до 25 %.

Семестрова (підсумкова) оцінка студента з дисципліни складається за результатами двох РМК як середнє арифметичне відповідних сум балів з округленням до цілого на користь студента і подальшим переведенням в національну та ECTS шкали.

Кількість балів	Оцінка ECTS		Традиційна оцінка	
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	відмінно	<b>зараховано</b>
85 – 89	<b>B</b>	дуже добре	добре	
75 – 84	<b>C</b>	добре	задовільно	
70 – 74	<b>D</b>	задовільно		
60 – 69	<b>E</b>	достатньо	незадовільно	<b>не зараховано</b>
35 – 59	<b>FX</b>	незадовільно		
01 – 34	<b>F</b>	повторний курс навчання		

Студент, який отримав незадовільну (низьку) семестрову оцінку за результатами РМК, має можливість покращити результат під час підсумкового

опитування при наявності звітів про всі види робіт, передбачених робочою програмою дисципліни.

**Академічна доброчесність:** студент повинен виконувати роботи самостійно, не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших студентів. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

## Література:

### Базова

- Беляев Н.М. Основы теплопередачи [Текст] /Н.М.Беляев. – К.: Вища школа, 1989. – 343 с.
- Єгоров Я.О. Теоретичні основи теплотехніки у системах машинобудування [Текст] /Я.О.Єгоров, С.Б.Беліков, О.М.Улітенко. – Запоріжжя: Дике Поле, 2004. – 286 с.
- Слинько Г.І. Теплотехнічні процеси та теплова обробка матеріалів і виробів [Текст] / Г.І.Слинько, С.Б.Беліков, О.М.Улітенко. – Мелітополь: ООО «Издательский дом Мелитопольской городской типографии», 2011. – 258 с.

### Допоміжна

- Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов [Текст] /Ф.Ф.Цветков, Б.А.Григорьев. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 550 с.
- Авчугов В.В. Задачник по процессам тепломассообмена [Текст] /В.В.Авчугов, Б.Я.Паюсте.– М.: Энергоатомиздат, 1986.– 144 с.

### Інформаційні ресурси

- Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
- Наукова бібліотека НУ «Запорізька політехніка». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.zntu.edu.ua/>
- Сидоренко С.І. Теорія тепло- та масопереносу у матеріалах. [Електронний підручник] / С.І.Сидоренко, С.М.Волошко, С.О.Замулко, Г.Д.Холмська. – К.: КПІ, 2011. – Режим доступу: <http://kpm.kpi.ua/doc/DemoVersion090914/index.htm>