

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Двигуни внутрішнього згорання  
(найменування кафедри)

### СИЛЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи теплотехніки та гідравліки

( назва навчальної дисципліни )

Освітні програми: Технології машинобудування; Обладнання та технології  
(назва освітньої програми)  
пластичного формування конструкцій машинобудування;  
Обладнання та технології ливарного виробництва

Спеціальність: 131 – Прикладна механіка  
(найменування спеціальності)

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

Ступінь вищої освіти: бакалавр  
(назва ступеня вищої освіти)

затверджено на засіданні кафедри “Двигуни внутрішнього згорання”  
Протокол № 11 від “ 16 ” червня 2021 р.

м. Запоріжжя , 2021 рік

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

**Дисципліна:** Основи теплотехніки та гідравліки

**Тип:** обов'язкова

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

**Курс (рік навчання):** 2-й

**Семестр:** 4-й

**Кредити:** 6

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

bezhenov@zntu.edu.ua

**Розподіл годин:** загальна кількість 180 годин (44 лекцій, 14 лабораторних занять, 14 практичних занять, 108 годин самостійної роботи).

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, індивідуальні завдання; екзамен.

### 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 – «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин», «Технологічна оснастка», «Твердотільне моделювання та основи інженерних розрахунків», «Автоматизація виробничих процесів»; «Ковальсько-штампувальне обладнання. Молоти, гідравлічні та гвинтові преси», «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання», «Проектування та розрахунок засобів автоматизації та роботизації ковальсько-штампувального виробництва»; «Печі ливарних цехів», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Обладнання ливарних цехів», «Технологія ливарного виробництва», «Автоматизація ливарного виробництва».

### ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення цієї дисципліни є необхідною складовою частиною підготовки фахівців, що забезпечуватимуть конструювання, виробництво та експлуатацію технологічного устаткування, зокрема обладнання ковальсько-штампувального та ливарного виробництва.

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

#### **Інтегральну компетентність:**

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

#### **Загальні компетентності:**

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

- ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми
- ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
- ЗК5. Здатність працювати в команді
- ЗК6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків
- ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
- ЗК12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт

#### **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки

ФК2. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності

ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань

ФК10. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук

#### **Результати навчання:**

**Очікувані результати навчання з дисципліни:** після вивчення дисципліни студенти повинні знати і уміти використовувати основні закони рівноваги та руху рідини та газів; основні закони технічної термодинаміки та процесів теплообміну; прикладні методи розрахунку гідросистем, що забезпечують роботу обладнання з використанням новітніх технологічних методів у машинобудуванні та обладнання ливарного виробництва; прикладні методи розрахунку теплофізичних явищ в установках і машинах для новітніх технологій машинобудування, зокрема, технологічних процесів ковальського та ливарного виробництва; методи експериментального дослідження параметрів потоків середовищ та енергій.

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

РН2) використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань;

РН9) знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми;

### **МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Метою викладання дисципліни “Основи теплотехніки та гідравліки” є формування у студентів базових теоретичних знань і практичних навичок

розв'язання задач класичної гідромеханіки та теорії функціонування систем гідравлічних та пневматичних приводів, а також термодинамічного аналізу процесів енергетичних установок та основних процесів теплообміну.

## ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основними завданнями вивчення дисципліни “Основи теплотехніки та гідравліки” є опанування методами застосування фундаментальних законів рівноваги та руху рідкого середовища та основоположних законів термодинаміки та теплопереносу до розв'язання практичних задач, щодо забезпечення заданих режимів роботи технологічної оснастки, автоматичного керування виробничими процесами та технологічними процесами обробки металів тиском та ливарного виробництва.

## ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна складається з шести змістових модулів:

- гідростатика, основні закони та рівняння гідродинаміки;
- гідравлічний розрахунок трубопроводів, витікання рідини через отвори та насадки;
- гідромашини, гідравлічні та пневматичні приводи;
- основи технічної термодинаміки;
- прикладна термодинаміка теплових установок;
- основні способи перенесення теплоти, теплопередача.

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

### Перший блок змістових модулів:

**1.** Предмет гідравліки; суцільність середовища; основні властивості рідин та газів; сили, що діють у рідині; гідростатичний тиск та його властивості; диференціальні рівняння рівноваги рідини; абсолютна рівновага нестисливої рідини; силова взаємодія рідини, що є у спокої, з твердими поверхнями, закон Архімеда; відносний спокій рідини; струминна модель потоку; диференціальні рівняння Нав'є-Стокса та Ейлера; рівняння нерозривності, рівняння кількості руху, рівняння Бернуллі; кавітація; потоки скінчених розмірів, коефіцієнти Коріоліса та Буссінеска. досліди Рейнольдса; ламінарна та турбулентна течія рідини у трубі круглого перерізу: гідравлічні втрати на тертя; закони опору гладеньких та шорстких труб (лекції №№ 1 – 3).

**2.** Теорема Борда, формула Вейсбаха, типи місцевих опорів; гідравлічні розрахунки: види задач, характеристика трубопроводу, простий та складний трубопроводи, графічні методи розв'язання задач; гідроудар, формула Жуковського; витікання рідини при сталому та змінному напорі, типи насадків, швидкість та витрата витікання, коефіцієнти витікання; критичний напір витікання; силова взаємодія струменю з твердими поверхнями, сила реакції струменю (лекції №№ 4 – 7).

**3.** Насоси та їх класифікація; параметри та характеристики відцентрових насосів, режим роботи насоса, способи регулювання подачі лопатевих насосів; основні параметри та характеристики об'ємних насосів, регулювання їх подачі; поршневі насоси, принцип дії, середня подача, зменшення коливань тиску на виході з насоса; роторні насоси систем технологічного устаткування, зокрема, обладнання штампувального та ливарного виробництва; структура, класифікація, основні елементи об'ємних гідроприводів; силові гідроциліндри, гідромотори об'ємного типу; методи розрахунку гідроприводів; агрегати гідросистем технологічного обладнання; схеми гідроприводів із замкненою та розімкненою циркуляцією, з дросельним та об'ємним регулюванням швидкості; слідкуючий гідропривід; циклограма типового пневмоприводу; основні логічні функції; логічні пневмоелементи: схеми, принцип дії (лекції №№ 7 – 11).

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

**4.** Предмет і метод технічної термодинаміки, основні термодинамічні параметри; теплоємність; внутрішня енергія; ентропія; ентальпія; робота і теплота як форми передачі енергії; графічне зображення роботи і теплоти в  $Pv$  – і  $Ts$  – координатах; рівняння станів ідеальних газів; суміш ідеальних газів; перший закон термодинаміки; визначення і аналітичний вираз першого закону термодинаміки; рівняння першого закону термодинаміки для потоку; загальний метод дослідження термодинамічних процесів; термодинамічний аналіз ізохорного, ізобарного, ізотермічного, адіабатного і політропного процесів (лекції №№ 12 – 15).

**5.** Замкнуті (кругові) процеси: прямий і обернений цикли Карно; ефективність роботи теплових машин; ексергія та анергія; термодинамічний аналіз процесів у компресорах і детандерах; термодинамічний аналіз циклів теплових двигунів (ДВЗ) та газотурбінних установок (ГТУ) з ізохорним, ізобарним та змішаним підведенням теплоти; загальні відомості про цикли холодильних машин (ХМ) і теплових насосів (ТН) (лекції №№ 15 – 18).

**6.** Основи теорії теплообміну: параметри, що характеризують перенесення теплоти; основні процеси, закони та диференціальні рівняння теплоперенесення.

загальні уявлення та визначення процесу випромінювання; класифікація тіл та середовищ; уявлення міри чорноти; випромінювання в системі тіл, кутові коефіцієнти випромінювання; радіаційний теплообмін в системі сірих тіл, розділених середовищами різної прозорості; види конвекції; загальні положення теорії подібності, теореми та критерії подібності; загальні відомості про динамічний та тепловий приграничний шар; критеріальні рівняння вільного та вимушеного конвективного теплообміну; 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; нестаціонарна теплопровідність (лекції №№ 18 – 22).

Паралельно з лекційним курсом студенти мають лабораторний практикум, задачею якого є опанування методами експериментального дослідження

параметрів течії рідини та газів, що визначають ефективність роботи гідравлічних та термодинамічних систем, а також аудиторний практикум, задачею якого є опанування методиками розрахунку гідросистем та теплофізичних процесів, що забезпечують роботу елементів технологічної оснастки в машинобудуванні.

Навчальним планом передбачено проведення шести лабораторних робіт:

- прилади для вимірювання тиску
- графічна ілюстрація рівняння Д.Бернуллі
- експериментальне визначення характеристик відцентрового насоса
- способи експериментального визначення температури
- експериментальне визначення параметрів відкритої ТДС
- дослідження вільного/вимушеного конвективного теплообміну

та шести практичних занять:

- розрахунок гідростатичного навантаження на тверді поверхні різних форм
- пряма задача гідравлічного розрахунку складного короткого трубопроводу
- статичний розрахунок об'ємного гідроприводу
- термодинамічний аналіз розімкнутих процесів у закритих системах
- термодинамічний аналіз класичних ідеальних циклів теплових двигунів
- стаціонарна теплопровідність через тверду стінку за граничних умов III

роду

До самостійної роботи, окрім поглибленого опрацювання кожної теми, включено виконання індивідуальних завдань (контрольних робіт):

- гідравлічний розрахунок короткого трубопроводу
- статичний розрахунок енергосилової частини об'ємного гідроприводу
- розрахунок розімкнутих термодинамічних процесів у закритих системах
- розрахунок стаціонарної теплопередачі через тверду стінку

## СИСТЕМА ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСУ

**Оцінювання:** за результатами засвоєння дисципліни складається іспит. На іспит виносяться теоретичні питання, практичні задачі, а також завдання, що потребують творчого підходу та вміння синтезувати набуті знання. При оцінюванні враховується здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем прикладної механіки. 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
- експрес контролів по завершенню кожного з практичних занять
- 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
- експрес контролів по завершенню кожного з практичних занять
- 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 – 35
Змістовий модуль 2	0 – 35	Змістовий модуль 5	0 – 30
Змістовий модуль 3	0 – 35	Змістовий модуль 6	0 – 35
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	<b>відмінно</b>	зараховано
85 – 89	<b>B</b>	дуже добре	<b>добре</b>	
75 – 84	<b>C</b>	добре	<b>задовільно</b>	
70 – 74	<b>D</b>	задовільно		
60 – 69	<b>E</b>	достатньо	<b>незадовільно</b>	не зараховано
35 – 59	<b>FX</b>	незадовільно		
01 – 34	<b>F</b>	повторний курс навчання		

## ПОЛІТИКА КУРСУ

Здобувачі вищої освіти мають вирішити навчальні завдання курсу в терміни, передбачені графіком навчального процесу, дотримуючись принципів академічної доброчесності, порядності та взаємоповаги між учасниками освітнього процесу.

Правила проведення контрольних заходів є доступними для усіх учасників освітнього процесу та забезпечуються об'єктивністю екзаменатора. Студент, який отримав незадовільну (або низьку) семестрову оцінку за результатами РМК, має можливість покращити результат під час іспиту при наявності звітів про всі види робіт, передбачених робочою програмою дисципліни. Іспитовий білет складається з двох теоретичних питань, двох задач, які охоплюють тематику кожного з двох основних розділів курсу: “Гідравліка, гідро та пневмоприводи” та “Теоретичні основи теплотехніки”, а також творчого завдання. Теоретичні питання, наведені у білетах, добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни. Задачі містять елементи

методик розрахунку гідросистем та теплофізичних процесів, які відпрацьовувалися під час лабораторних робіт, практичних занять та в ході виконання індивідуальних контрольних завдань в рамках самостійної роботи студентів.

Всі види робіт студент повинен виконувати самостійно, не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших здобувачів освіти або сторонніх осіб. У разі виявлення ознак плагиату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою, проте є можливість повторного виконання завдання.

Для запобігання та врегулювання конфлікту інтересів, здобувачі вищої освіти мають право оскаржити результати контрольних заходів через деканат, який після розгляду ситуації надасть можливість та певний період часу для їх повторного проходження.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

### Базова література

- Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] /Т.М.Башта. – М.: Машиностроение, 1982. – 590 с.
- Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник [Текст] /В.О.Федорець, М.Н.Педченко, В.Б.Струтинський та ін. – К.: Вища шк., 1995. – 463 с.
- Беляев Н.М. Термодинамика [Текст] /Н.М.Беляев. – К.: Вища школа, 1987. – 344 с.
- 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.

### Допоміжна література

- Скляревський О.М. Об'ємний гідропривід [Текст] /О.М.Скляревський. – Запоріжжя, 2002. – 354 с.
- Мандрус В.І. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків [Текст] /В.І.Мандрус, Н.П.Лещій, В.М.Звягін. – Львів: Світ, 1995.– 264 с.
- Дидур В.А. Гидромеханика и ее использование в энергетике АПК. Учебное пособие [Текст] /В.А.Дидур, Л.И.Грачева, Н.Н.Радул, А.Н.Орел.– М.: МГАУ, 2008. – 395 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.
- Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов [Текст] /Ф.Ф.Цветков, Б.А.Григорьев.– М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 550 с.
- Авчухов В.В. Задачник по процессам тепломассообмена [Текст] /В.В.Авчухов, 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/>
- Пневматика для всіх. От теоретических основ к практическим навыкам [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.camozzi.ua/naukovo\\_navchalniy\\_centр/didactic\\_materials/knyga\\_pnevmatika\\_dlya\\_vsekh/](https://www.camozzi.ua/naukovo_navchalniy_centр/didactic_materials/knyga_pnevmatika_dlya_vsekh/)