

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Двигуни внутрішнього згорання  
(найменування кафедри)

### СИЛЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Гідрогазодинаміка

( назва навчальної дисципліни )

Освітня програма: Енергетичний менеджмент  
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 14 – Електрична інженерія  
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: бакалавр  
(назва ступеня вищої освіти)

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

м. Запоріжжя , 2021 рік

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

**Дисципліна:** Гідрогазодинаміка

**Тип:** нормативна

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

**Курс (рік навчання):** 2-й

**Семестр:** 4-й

**Кредити:** 3

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

bezhenov@zntu.edu.ua

**Розподіл годин:** загальна кількість 90 годин (14 лекцій, 14 лабораторних занять, 2 інших видів робіт, 60 годин самостійної роботи).

Лекції, лабораторні роботи, індивідуальні завдання; залік.

### ПРЕРЕКВІЗИТИ І ПОСТРЕКВІЗИТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліни, що передують вивченню цієї дисципліни – «Філософія», «Вища математика», «Загальна фізика», «Технічна механіка». Дисципліни, вивчення яких спирається на цю дисципліну – «Технічна термодинаміка», «Основи теплопостачання», «Теплоенергетичні процеси і установки».

### ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення гідрогазодинаміки є необхідною складовою частиною підготовки фахівців, що забезпечуватимуть автоматичне керування процесами та режимами роботи енергетичних установок.

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

#### **Загальні компетентності:**

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

K07. Здатність працювати в команді.

K08. Здатність працювати автономно.

#### **Фахові компетентності:**

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

#### **Результати навчання:**

**Очікувані результати навчання з дисципліни:** після вивчення дисципліни студенти повинні знати і уміти використовувати основні закони механіки

суцільних та розріджених середовищ; прикладні методи розрахунку гідрогазових систем, що забезпечують роботу енергетичних установок; методи експериментального дослідження параметрів течії рідини та газів.

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

- демонструвати володіння логікою та методологію наукового пізнання;
- знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок;
- знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність;
- розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни;
- вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

### **МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Метою викладання дисципліни “Гідрогазодинаміка” є формування у студентів базових теоретичних знань і практичних навичок розв’язання задач класичної гідромеханіки.

### **ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Основними завданнями вивчення дисципліни “Гідрогазодинаміка” є опанування методами застосування фундаментальних законів рівноваги та руху рідкого та газоподібного середовища до розв’язання практичних задач, щодо живлення енергетичних систем рідинним та газоподібним паливом, трансформації та передавання гідравлічної енергії.

### **ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Дисципліна складається з шести змістових модулів:

- основні поняття, моделі, співвідношення статичної та кінематичної рідин і газів;
- основні закони та рівняння гідрогазодинаміки;
- основи гідравлічного розрахунку трубопроводів;
- гідравлічний розрахунок складних гідросистем;
- витікання рідини та газу через отвори та насадки, неусталений рух рідини у трубах;
- гідросистеми з насосною подачею, основи теорії лопатевих гідрогазових машин.

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

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

**1.** Предмет “Гідрогазодинаміки”; основні властивості рідин (газів); сили, що діють в рідині (газі), шкали та одиниці вимірювання тиску; гідростатика, основне рівняння гідростатики; кінематика рідини (газу): види руху, струминна модель потоку, елементарний потік, потоки скінченних розмірів (основні параметри) (лекція № 1).

**2.** Рівняння нерозривності потоку; рівняння кількості руху; баланс енергій в потоці рідини і газу, рівняння Бернуллі, границі його застосування; способи вимірювання витрати та швидкості гідрогазових потоків; дроселювання потоку, кавітація; взаємодія потоку рідини з твердими поверхнями (лекція № 2).

**3.** Основи теорії приграничного шару; досліди Рейнольдса; гідравлічні втрати на тертя; закони опору гладеньких та шорстких труб; місцеві втрати енергії в потоках (лекція № 3).

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

**4.** Види задач гідравлічних розрахунків трубопроводів; прості та складні трубопроводи; короткі та довгі трубопроводи; характеристика трубопроводу; графічні методи розв’язання задач (лекція № 4).

**5.** Типи насадків; коефіцієнти витікання; критичний напір витікання; особливості витікання газу; гідроудар, формула Жуковського (лекція № 5).

**6.** Насоси та їх класифікація; гідродинамічні насоси: (схема гідросистеми, основні параметри); рух рідини в каналах колеса відцентрового насоса, трикутники швидкостей; основні рівняння відцентрових насосів; характеристики гідрогазових машин; робота насоса в гідромережі, регулювання режимів роботи (лекції №№ 6 – 7).

Паралельно з лекційним курсом студенти мають лабораторний практикум, задачею якого є опанування методами експериментального дослідження параметрів течії рідини та газів. Згідно навчального плану передбачено виконання чотирьох лабораторних робіт:

- прилади для вимірювання тиску
- графічна ілюстрація рівняння Д.Бернуллі
- визначення коефіцієнта витрати при витіканні рідини через отвори та насадки
- експериментальне визначення характеристик відцентрового насоса

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

- розрахунок балансу енергій потоку в короткому трубопроводі
- гідравлічний розрахунок системи довгих трубопроводів

### **СИСТЕМА ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСУ**

**Оцінювання:** за результатами засвоєння дисципліни складається залік. При оцінюванні враховується здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем енергетики. 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 – 40
Змістовий модуль 2	0 – 40	Змістовий модуль 5	0 – 30
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

- Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] /Т.М. Башта. – М.: Машиностроение, 1982. – 590 с.
- Сергель О.С. Прикладная гидрогазодинамика [Текст] /О.С. Сергель. – М.: Машиностроение, 1981. – 374 с.

### Допоміжна

- Константинов Ю.М. Технічна механіка рідини і газу [Текст] /Ю.М. Константинов, О.О. Гіжа. – К.: Вища школа, 2002. – 277 с.
- Гидромеханика и газовая динамика. Сборник задач [Текст] /А.М.Грабовский, К.Ф.Иванов, Г.М.Дунчевский. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 64 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.

### 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/>

### Методичне забезпечення

- Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни “Гідрогазодинаміка” для студентів, що навчаються за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” (освітня програма “Енергетичний менеджмент”), усіх форм навчання [Текст] /Укл. С.О.Беженов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 18 с.
- Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Гідрогазодинаміка” для студентів, що навчаються за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” (освітня програма “Енергетичний менеджмент”), усіх форм навчання [Текст] /Укл. С.О.Беженов. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2021 – 34 с.
- Методичні вказівки до індивідуальних завдань (контрольних робіт) за розділами курсу “Гідрогазодинаміка” для студентів, що навчаються за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” (освітня програма “Енергетичний менеджмент”), усіх форм навчання [Текст] /Укл.: С.О.Беженов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 26 с.