

Міністерство освіти і науки України  
Бурштинський енергетичний коледж Івано-Франківського національного  
технічного університету нафти і газу

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор коледжу  
\_\_\_\_\_ О.Д.Джура  
«\_» \_\_\_\_\_ 20 р.

### НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

З ДИСЦИПЛІНИ: «Гідрогазодинаміка»  
*назва дисципліни*

*Підготувала викладач:*

Назар Л.Б.  
*П.І.П.*

Програма з дисципліни «Гідрогазодинаміка»

*назва*

розроблена згідно з стандартом вищої освіти для навчальних закладів II-го рівня акредитації.

**Укладач:** Назар Людмила Богданівна, викладач Бурштинського

*П.І.П.*

енергетичного коледжу Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Програма обговорена і  
схвалена на засіданні  
методичної ради коледжу  
Протокол № 1  
від «\_»\_\_\_\_\_20 р.  
Голова методичної ради:  
\_\_\_\_\_О.В.Подолькіна

## Анотація

Програма курсу "Гідрогазодинаміка" є базовою для енергетичних навчальних закладів II рівня акредитації.

Програма містить:

- орієнтовний тематичний план;
- обов'язкові та додаткові теми;
- основні вимоги до знань, умінь та навичок студентів;
- методичні вказівки щодо викладання курсу;
- перелік рекомендованої літератури.

Програма розрахована на 108 годин (2 кредити), з яких 10 годин відводяться на виконання лабораторних робіт. Самостійна робота студентів регламентується робочою програмою викладача

## ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

Навчальна дисципліна "Гідрогазодинаміка" — одна з найбільш важливих дисциплін фундаментального і професійно-орієнтованого циклу.

Програма цього курсу передбачає вивчення основ гідродинаміки і газової динаміки, і їх застосування в теплоенергетичних процесах. Вона базується на знаннях студентів з математики і фізики та дисципліни "Вступ до фаху".

Дисципліна "Гідрогазодинаміка" є базовою для вивчення циклу спеціальних дисциплін.

Програмою передбачається проведення лекцій, семінарів, практичних і лабораторних робіт, однієї індивідуальної контрольної роботи. Під час виконання цих робіт рекомендується використання електронно - обчислювальної та комп'ютерної техніки.

У відповідності до вимог чинних нормативних документів Міносвіти України частину матеріалу студенти повинні засвоїти самостійно під контролем викладача та за допомогою спеціально розроблених методичних матеріалів, що сприятиме розвитку навичок студентів користуватися підручниками, навчальними посібниками, довідковою літературою.

Під час проведення занять викладач повинен особливу увагу приділяти практичній спрямованості курсу. Постійно акцентувати увагу студентів на вміння здійснювати гідравлічний розрахунок трубопроводів різного типу, на питання розвитку гідравлічних систем.

У програмі подається орієнтовний тематичний план.

Навчальний заклад має право вносити обгрунтовані зміни до змісту програмового матеріалу, в послідовність його вивчення та розподіл навчальних годин за темами (в межах загального бюджетного часу, відведеного на вивчення дисциплін), замінити окремі практичні заняття іншими, подібними за змістом.

Усі зазначені зміни вносяться предметними (цикловими) комісіями і затверджуються керівництвом навчального закладу.

Кількість годин на дисципліну регламентується освітньо-професійною програмою з кожної спеціальності.

## ОРІЄНТОВНИЙ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Назва розділів і тем	Кількість навчальних годин				
	Всього	Всього аудиторних	Лекційних, практичних, семінар.	Лабораторних занять	Самостійна робота
<b>Вступ</b>	4	2	2		2
<b>Розділ I. Гідродинаміка</b>					
1.1. Фізичні властивості рідин	6	2	2		4
1.2. Основи гідростатики	8	4	4		4
1.3. Основи гідродинаміки	16	10	8	2	6
1.4. Рух рідин і гідравлічні опори	34	16	10	6	18
1.5. Витік рідин крізь отвори і патрубки	14	8	6	2	6
<b>Розділ 2. Газова динаміка</b>	10	4	4		6
2.1 . Гідравліка газів					
2.2. Повітряний струмінь					
2.3. Основи розрахунку повітропроводів.					
<b>Розділ 3. Гідродинамічні машини.</b>	12	4	4		8
3.1. Насоси. Загальні відомості про насоси.					
Відцентрові насоси. Насоси різних типів.					
Насоси ТЕС і АЕС.					
3.2. Тягодуттєві машини.	4	2	2		2
Відцентрові вентилятори. Осьові вентилятори.					
<b>Разом:</b>	108	52	42	10	56

**Примітка:** Тематичні плани для груп заочного навчання складаються предметними комісіями, виходячи з обсягу часу, передбаченого на вивчення дисципліни, характеру спеціальності та контингенту студентів і затверджується керівництвом навчального закладу.

# ТЕМАТИЧНЕ ПЛАНУВАННЯ КУРСУ

## Вступ

Роль і значення основ гідрогазодинаміки в сучасній енергетиці. Терміни та визначення гідрогазодинаміки. Одиниці величини, які використовуються в гідравлічних розрахунках.

## РОЗДІЛ 1. Гідродинаміка

### Тема 1.1. Фізичні властивості рідин.

Поняття рідини, її основні ознаки. Густина, питомий об'єм, питома вага рідини, їх залежність від температури і тиску. Насичений стан рідини, вплив зміни тиску на стан рідини. Температурний коефіцієнт об'ємного стиску.

В'язкість, її залежність від температури та тиску. Фізична суть динамічного і кінематичного коефіцієнтів в'язкості. Ідеальна та реальна рідина.

Особливості фізичних властивостей мазуту і турбінного масла.

### Тема 1.2. Основи гідростатики.

Сили, що діють на рідину. Гідростатичний тиск, його властивості. Поняття абсолютного, манометричного і вакуум метричного тиску.

Основне рівняння гідростатики. Тиск рідини на плоску стінку і циліндричні поверхні.

### Тема 1.3. Основи гідродинаміки.

Основні поняття і визначення гідродинаміки. Рівняння нерозривності потоку. Рівняння Бернуллі для потоку ідеальної та реальної рідини. Фізична суть і геометрична інтерпретація рівняння Бернуллі, П'єзометри. Практичне використання рівняння Бернуллі для вимірювання витрат і швидкостей рідини.

### Тема 1.4. Рух рідини і гідравлічні опори.

Дослід і критерій Рейнольда. Два режими руху рідини, їх фізична суть. Розподіл швидкостей потоку в трубопроводах і каналах. Особливості руху рідини у відкритих каналах. Форми перерізів каналів. Шорсткість внутрішніх стінок трубопроводу. Гідравлічно гладкі та гідравлічне шорсткі труби.

Класифікація гідравлічних опорів. Опір тертя за довжиною. Формула Дарсі-Вейсбаха. Коефіцієнт гідравлічного тертя. Місцеві гідравлічні опори.

Гідравлічна характеристика трубопроводу. Класифікація трубопроводів. Методика розрахунку простого трубопроводу. Оптимальні величини швидкостей руху рідини в трубопроводах. Номограми для розрахунку простих трубопроводів.

Гідравлічні удари в трубопроводах. Засоби запобігання руйнування устаткування під час виникнення гідро ударів.

### Тема 1.5. Витік рідини крізь отвори і патрубки.

Основні поняття та визначення витіку рідини крізь отвори та патрубки. Коефіцієнти витіку. Форми патрубків. Витік рідини крізь сопло перемінного перерізу та патрубки різного профілю.

Розрахунки витіку рідини швидкостей та витрат рідини під час витіку з ємностей в атмосферу та під рівень.

Явище кавітації. Практичне використання витоку. Поняття про ежектор та інжектор.

Гідравлічні затвори, їх використання в енергетиці. Визначення сифона. Пропускна спроможність сифона. Вакуум метрична висота. Розрахунок висоти сифона. Практичне застосування сифона в енергетиці.

## **Розділ II. Газова динаміка**

**Тема 2.1. Гідравліка газів.** Термічні властивості газів. Відомості з статyki і динаміки газів. Рівняння Бернуллі для ідеального і реального потоків газу. Опір тертя по довжині. Місцеві опори.

### **Тема 2.2. Повітряний струмінь.**

Основні положення теори вільного струменя. Ізотермічні і теплові струмені. Спектри всмоктування. Взаємодія струменів. Рух повітря в приміщеннях.

### **Тема 2.3. Основи розрахунку повітропроводів.**

Класифікація повітропроводів. Еквівалентні діаметри. Методи аеродинамічного розрахунку повітропроводів. Принцип розрахунку повітряних розподільників. Врахування змін параметрів повітря при визначенні втрат тиску. Розрахунок повітропроводів, які транспортують суміші.

## **Розділ III. Гідродинамічні машини.**

### **Тема 3.1 Насоси.**

Загальні відомості про насоси. Відцентрові насоси. Насоси різних типів. Насоси ТЕС і АЕС.

### **Тема 3.2. Тягодуттєві машини.**

Відцентрові вентилятори. Осьові вентилятори.

## **ДОДАТКОВІ ТЕМИ**

1. Історія розвитку гідравліки та гідравлічних машин. Внесок світових і вітчизняних вчених та інженерів у розвиток гідравліки як самостійної науки.
2. Поверхневий натяг рідини. Сили та коефіцієнт поверхневого натягу. Капілярність. Прояви капілярності під час руху рідини крізь вузькі канали та при утворенні краплин.
3. Рух ґрунтової води. Поняття фільтрації. Ґрунтова вода. Закони фільтрації ґрунтової води. Дебіт шахтного колодязя та артезіанської свердловини.

## **ОРІЄНТОВНА ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

1. Дослідження в'язкості рідини.
2. Дослідження п'єзометричної та нагнітальної ліній трубопроводу перемінного перерізу.
3. Експериментальне визначення числа Рейнольдса для ламінарного і турбулентного режимів руху рідини.
4. Експериментальне визначення коефіцієнтів місцевих опорів трубопроводу.
5. Експериментальне визначення коефіцієнта гідравлічного опору за довжиною трубопроводу.
6. Дослідження витоку рідини через отвори та патрубки різної форми.

7. Дослідження втрат тиску повітропроводів (газопроводів, паропроводів).

## **ОРІЄНТОВНА ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**

1. Розв'язування задач на визначення фізичних властивостей рідини.
2. Визначення гідростатичного тиску в ємностях з різними рідинами.
3. Визначення основних параметрів рухомої рідини.
4. Дослідження режимів руху рідини.
5. Знаходження діаметра трубопроводу для рухомої рідини.
6. Дослідження гідравлічних ударів.
7. Гідравлічний розрахунок траси трубопроводу з побудовою його гідравлічної характеристики.
8. Дослідження аварійного витоку рідини з трубопроводів і ємностей.
9. Визначення втрат тиску повітропроводів (газопроводів, повітропроводів).

## **ОРІЄНТОВНА ТЕМАТИКА КОМПЛЕКСНОЇ ДОМАШНЬОЇ РОБОТИ. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЗНАНЬ, УМІНЬ ТА НАВИЧОК СТУДЕНТІВ.**

За час вивчення курсу "Гідрогазодинаміка" студенти мають набути: базові знання, необхідні для вивчення циклу спеціальних дисциплін; навички самостійного оволодіння матеріалом за підручниками та іншою технічною літературою;

досвід практичного розв'язування інженерних задач, користування нормативно-довідковою літературою.

Під час вивчення цього предмету розширюється знання студентів про фізичні властивості рідини, особливості поведінки рідин в гідравлічних процесах.

### **СТУДЕНТИ ПОВИННІ ЗНАТИ:**

термінологію;  
одиниці величини;  
основне рівняння гідростатики;  
рівняння нерозривності і рівняння Бернуллі;  
режими руху рідини;  
класифікацію гідравлічних опорів та їх природу; явище гідро удару; явище кавітації;  
особливості витоку рідини крізь отвори та патрубки

### **СТУДЕНТИ ПОВИННІ ВМІТИ:**

користуватись термінологією; застосувати одиниці величин; розв'язувати задачі гідростатики;  
використовувати рівняння нерозривності під час розв'язування інженерних задач;  
визначати режим руху рідини за допомогою критерію Рейнольдса; знаходити падіння тиску нагнітання на гідравлічних опорах; користуватись номограмами та довідником для розрахунків трубопроводів; будувати характеристику трубопроводу; знаходити максимальне збільшення тиску під час гідравлічних ударів в трубах;  
розраховувати витрату рідини під час аварійного витоку; визначати час спорожнення ємностей; здійснювати розрахунок повітропроводів.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Сучасний стан і перспективи розвитку енергетики вимагають підвищення рівня теоретичної та практичної підготовки фахівців для галузі. Викладач курсу "Гідрогазодинаміка" повинен

забезпечити розуміння студентами фізичної суті гідравлічних процесів крапельних і газоподібних рідин, розвинути навички та вміння вирішення конкретних задач, роботи з нормативно-технічною документацією та кресленнями. Основні теоретичні

положення розділу необхідно ілюструвати дослідженнями на лабораторних і демонстраційних установках, закріплювати розв'язуванням відповідних задач.

Звертати увагу студентів на правильне застосування одиниць величин в розрахунках, їх написання відповідно до вимог стандартів. Розрахунки проводити за допомогою номограм, таблиць, довідників, методичних вказівок, впроваджувати в навчальний процес електронно-обчислювальну техніку.

Постійно концентрувати увагу студентів на необхідності знань предмету "Гідрогазодинаміка" для подальшого розуміння процесів у теплоенергетичному устаткуванні (котлах, турбінах, трубопроводах, реакторах тощо). Наводити приклади використання положень гідравліки в енергетичній техніці.



## Література:

### Основна:

- Л 1. В. В. Жабо, В. В. Уваров.  
Гидравлика и насосы. М. Энергоатомиздат, 1974.

### Додаткова:

- Л 2. В. А. Кострюков.  
Основи гидравлики и аэродинамики: М., Высш. школа, 1975.
- Л.3. Б. Ф. Левицький, Н. П. Лещій.  
Гідравліка. Загальний курс. - Львів: Світ, 1994.
- Л 4. В. Г. Ерохин, М. Г. Маханько.  
Сборник задач по основам гидравлики и теплотехники.  
М., "Энергия", 1979.
- Л 5. Б. М. Завойко, Н. П. Лещій.  
Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі. - Львів: "Новий світ - 2000" , 2004
- Л 6. Справочник по гидравлике. Под редакцией Большакова В. А.  
Киев, "Вища школа", 1977.