

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія"  
зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"**

**«Гідравліка, гідро- та пневмоприводи»**

**120 год. / 4 кредити ЕКТС  
(30 год. лекцій, 15 год. лабораторних занять)**

**Навчальний контент**

***Модуль 1. Гідростатика***

**Тема 1.** Предмет гідрогазодинаміки, її місце і зв'язок із спеціальними дисциплінами. Етапи розвитку науки і вклад вітчизняних вчених. Рідина як суцільне середовище. Фізичні властивості рідин і газів.

**Тема 2.** Гідростатика. Диференціальне рівняння рівноваги рідини. Основні закони гідростатики рідини. Відносний спокій рідини. Поверхні рівного тиску. Силова взаємодія нерухомої рідини з поверхнями та тілами.

**Тема 3.** Напружений стан рідини. Категорії діючих у рідині сил та їхні напруження. Тензор поверхневих напружень. Загальне рівняння руху рідини.

**Тема 4.** Методи кінематики рідини. Основні поняття кінематики. Прискорення частинки рідини. Види течій рідини. Рівняння витрат для рідин та газів і його застосування в розрахунках течій. Теорема Коши-Гельмгольца про рух частки рідини. Кінематичний аналіз руху рідини.

**Тема 5.** Диференційне рівняння руху нев'язкої рідини. Основна задача і загальна система рівнянь динаміки нев'язкої рідини. Умови однозначності рішення. Загальні рішення (інтеграли) Ейлера, Лагранжа і Бернуллі; їх аналіз та практичне застосування.

**Тема 6.** Зовнішнє обтікання тіл. Коефіцієнт тиску. Сили опору форми і тертя та їх розрахунок. Парадокс Ейлера-Даламбера.

***Модуль 2. Газова динаміка***

**Тема 7.** Загальні рівняння газової динаміки. Швидкість розповсюдження малих збурень у газах. Одномірні течії газу. Рівняння Бернуллі для течії газу. Характерні параметри течії газу. Числа  $M$ ,  $\alpha$ , та  $\Lambda$ .

**Тема 8.** Сильні збурювання в газових потоках при їх гальмуванні. Ударна хвиля. Стрибок ущільнення. Зміна параметрів газу в стрибку. Ударна адиабата. Плоскі газові течії. Лінії (характеристики) і кути Маха. Витікання газу через дозвукові (звужувальні) сопла та отвори. Надзвукове сопло Лавалю.

**Тема 9.** Динаміка в'язкої рідини. Дослідження Рейнольдса. Узагальнений закон Ньютона. Диференційне рівняння ламінарного руху рідини (Нав'є-Стокса) і його інтегрування (рівняння Бернуллі) для окремої струминки і для течії в цілому.

**Тема 10.** Турбулентний рух рідини. Параметри турбулентності. Диференційне рівняння турбулентного руху Рейнольдса. Тензор турбулентних напружень. Поняття про напівемпіричні теорії турбулентності.

**Тема 11.** Експериментальна гідрогазодинаміка. Основи теорії подібності і моделювання гідрогазодинамічних явищ. Критерії подібності.

**Тема 12.** Закони опору тертя в гладких і шорстких трубах (теоретичні та експериментальні дослідження Нікурадзе). Розрахунок втрат тиску, обумовлених тертям. Місцеві втрати тиску. Розрахунок втрат. Течії в дифузорах та криволінійних каналах. Принципи гідравлічного розрахунку трубопроводних систем.

**Тема 13.** Примежовий шар. Характеристики примежового шару. Система рівнянь Прандтля. Метод Блазіуса рішення системи рівнянь для ламінарного примежового шару.

**Тема 14.** Турбулентний примежовий шар (структура, рівняння). Принципи розрахунку турбулентного примежового шару.

**Тема 15.** Характеристики крила. Особливості течії в системі (решітці) профілів турбінного колеса. Сили, що діють на профіль у решітці. Теорема М.Є. Жуковського для решітки профілів.

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія"  
зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"

«Гідравліка, гідро- та пневмоприводи»

120 год. / 4 кредити ЕКТС  
(30 год. лекцій, 15 год. лабораторних занять)

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<i><b>Модуль 1. Гідростатика</b></i>		
1	Експериментальне вивчення законів гідростатики.	2
2	Вивчення основних характеристик течії в каналі довільної конфігурації.	2
3	Експериментальне підтвердження закону Бернуллі.	2
<i><b>Модуль 2. Газова динаміка</b></i>		
4	Дослідження біязвукових течій газу.	2
5	Визначення гідродинамічних характеристик циліндра при зовнішньому обтіканні в'язкою рідиною.	2
6	Визначення коефіцієнтів гідравлічного опору елементів трубопровідних систем.	2
7	Дослідження характеристик примежового шару на плоскій пластині.	2
8	Вивчення гідродинамічних характеристик крила.	1
	<b>Разом</b>	<b>15</b>

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія"  
зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"**

**«Гідравліка, гідро- та пневмоприводи»**

**120 год. / 4 кредити ЕКТС  
(30 год. лекцій, 15 год. лабораторних занять)**

**Завдання для самостійної роботи**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b><i>Модуль 1. Гідростатика</i></b>		
1	Гідростатика.	14
2	Кінематика рідин та газів.	14
3	Динаміка нев'язкої нестислої рідини.	14
<b><i>Модуль 2. Газова динаміка</i></b>		
4	Газова динаміка.	2
5	Динаміка в'язкої рідини.	2
6	Гідравлічний розрахунок трубопровідних систем.	2
7	Теорія примежового шару.	2
8	Теорія крила.	1
	<b>Разом</b>	<b>75</b>

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія"  
зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"**

**«Гідравліка, гідро- та пневмоприводи»**

**120 год. / 4 кредити ЕКТС  
(30 год. лекцій, 15 год. лабораторних занять)**

**Завдання для поточного та підсумкового контролю**

**Контрольні питання до 1-го модуля**

1. У чому полягає загальна задача дисципліни "Гідравліка, гідро- та пневмоприводи"?
2. Методи вирішення загальної задачі дисципліни та їхня сутність.
3. Основні властивості та фізичні характеристики рідин і газів.
4. Абстрактне поняття "рідина" як предмет вивчення гідрогазодинаміки.
5. Які сили та їхні напруження розглядаються гідрогазодинамікою?
6. Дайте фізичне тлумачення загального рівняння руху рідини.
7. Які напруження діють у нерухомій рідині?
8. Дати пояснення абсолютного і надлишкового тисків.
9. У чому сутність основного закону гідростатики?
10. Як у загальному виді розраховують тиск у деякій точці нерухомої рідини?
11. Як у загальному виді розраховують силу гідростатичного тиску нерухомої рідини на будь-яку поверхню?
12. Як розрахувати силу, що діє на занурене в рідину тіло?
13. Сутність методів Ейлера і Лагранжа вивчення кінематики рідини.
14. Пояснити основні специфічні терміни кінематики: лінія струму, вихрова лінія, поверхня течії, струминка, струм та ін.
15. Прискорення частинки рідини за методом Ейлера. Фізичне його тлумачення.
16. Дати класифікацію течій з точки зору простору і часу.
17. Дати фізичне тлумачення рівняння суцільності руху рідини.
18. Поняття "витрата" рідини. Загальний спосіб її визначення для рідин і газів.
19. Середньо-витратна швидкість руху рідини.
20. Дати фізичне тлумачення диференційного рівняння руху нев'язкої рідини.
21. Основна задача динаміки нев'язкої рідини. Загальна система рівнянь для вирішення задач динаміки нев'язкої рідини.
22. Умови однозначності (початкові та граничні) рішення гідродинамічних задач.
23. Дати фізичне і геометричне тлумачення інтеграла Бернуллі.
24. Схожість і відмінність інтегралів Ейлера і Бернуллі.
25. Застосування інтеграла Бернуллі в експериментальній практиці

вимірювання швидкості руху рідини.

### Контрольні питання до 2-го модуля

26. Розповсюдження малих збурень у газовому середовищі. Швидкість звуку.
27. Критичні параметри і параметри гальмування газового потоку.
28. Рівняння Бернуллі для адіабатичної одномірної течії газу.
29. Числа (безрозмірні швидкості)  $M$ ,  $\alpha$ , та  $\Lambda$ . Діапазон їх значень і практичне використання.
30. Газодинамічні функції тиску, температури, густини та інші.
31. Аналіз зміни параметрів газового потоку вздовж труби перемінного поперечного перерізу (рівняння Гюгоніо).
32. Які збурювання вважають сильними?
33. Що таке стрибок ущільнення? Умови його виникнення в газових потоках.
34. Дати порівняльний аналіз ударної адіабати Гюгоніо і звичайної адіабати Пуасона.
35. Що таке кут Маха і який його зв'язок з швидкістю газового потоку?
36. Надзвукове сопло Лавалю.
37. Пояснити парадокс Ейлера-Даламбера. Умови його існування.
38. Умови гідродинамічної подібності двох явищ.
39. Критерії гідродинамічної подібності та їх фізичне тлумачення.
40. Дослідження Рейнольдса стосовно ламінарної та турбулентної структур потоку в трубах. Критичне число Рейнольдса.
41. Дати порівняльний аналіз розподілу швидкості в поперечному перерізі труби при ламінарній і турбулентній течіях.
42. Види гідравлічних втрат у трубопровідних системах та їх розрахунок.
43. Вплив шорсткості труб на гідравлічні втрати тиску в них.
44. Задачі гідравлічного розрахунку трубопровідних систем.
45. Геометричні характеристики крил.
46. Гідродинамічні сили, що діють на крило в пов'язаній і поточній системах координат. Дати пояснення сили опору тертя і сили опору форми.
47. Теорема М.Є. Жуковського про величину і напрямок дії під'ємної сили.
48. Коефіцієнти гідродинамічних сил і гідродинамічна якість крила.
49. Класифікація решіток профілів.
50. План (годограф) швидкостей для потоку в решітці профілів.
51. Теорема М.Є. Жуковського для решітки профілів.
52. Теорія Прандтля про примежовий шар.