

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної комісії
зі спеціальності 145 «Гідроенергетика»

Андрій РОГОВИЙ

«_____» _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Гідрогазодинаміка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 14. Електрична інженерія

спеціальність 145 «Гідроенергетика»

освітня програма «Гідроенергетика»

вид дисципліни професійна підготовка зі спеціалізації

форма навчання денна

Харків 2022

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Гідрогазодинаміка

Розробник:

доц., к.т.н.

Ірина ТИНЬЯНОВА

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри
«Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури»

Протокол № 8 від «20_»_06.2022 року

Завідувач кафедри
«Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури»_

Андрій РОГОВИЙ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Шифр та назва спеціальності	ПБ голови групи забезпечення	Підпис
<u>145 «Гідроенергетика»</u>	<u>Андрій РОГОВИЙ</u>	

Голова групи забезпечення спеціальності

145 «Гідроенергетика»
(назва комісії)

Андрій РОГОВИЙ

(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2022 року

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета курсу – надання студентам, майбутнім гідроенергетикам, чітке розуміння основних законів гідромеханіки, уявлення про наявні гідродинамічні явища, виробити у студентів вміння творчо застосовувати основні закони механіки рідини при розгляданні різноманітних завдань.

Компетентності: Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін (ФК-5)., Здатність вирішувати задачі гідростатики; користуватися криволінійними системами координат для вирішення задач гідромеханіки; застосовувати методи конформних відображень та функцій комплексного змінного для побудови потенціальних течій; використовувати ЕОМ для гідродинамічних розрахунків (ФК-7)..

Результати навчання: Знати фізичну сутність явищ, що відбуваються в рідинах і газах; основні закони гідромеханіки; основні закони гідромеханіки для ідеальної рідини; загальні властивості потенціальних течій; основи теорії подібності та основні критерії подібності (РН-7),

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вища математика	Лопатеві гідромашини та передачі
Фізика	Проектування лопатевих гідромашин
Прикладна гідравліка	

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Залік	Екзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	120/4	64	56	48	-0	16	Р	2	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає у семестрі 53,3 %.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
Змістовий модуль № 1 – Основні рівняння гідростатики.				
Тема 1. Вступ до курсу.				
1	Л	2	Предмет «Механіка в'язкої рідини». Об'єкт навчання. Фізична будова рідини і газів. Гіпотеза суцільності. Основні фізичні властивості рідин та газів. Густина рідини. Стисливість та пружність.	1-3
2	Л	2	В'язкість. Гіпотеза І. Ньютона про силу в'язкісного тертю. Залежність в'язкості газів та краплиних рідин від температури. Моделі рідких середовищ. Поняття про ідеальну рідину.	1-3
3	ПЗ	4	Основні фізичні властивості рідин та газів. Густина рідини.	
Тема 2. Кінематика рідини				
3	Л	3	Розділ кінематики рідини. Два способи вивчення руху рідини: метод Лагранжа і метод Ейлера. Класифікація рухів рідини: несталий, сталий та квазісталий рух. Прискорення частинки рідини та його складові: локальна і конвективна. Лінії течії та траєкторії частинок рідини. Лінії відзначених частинок. Рівняння лінії течії. Трубки течії та елементарні струминки. Властивості елементарної струминки. Струминна модель течії. Витрати елементарної струминки та закон збереження маси.	1-6
4	Л	3	Рівняння суцільності в інтегральній, диференціальній та векторній формах. Окремі випадки рівняння суцільності: сталий рух, нестислива рідини. Гідравлічна форма рівняння суцільності – рівняння витрати. Загальний характер руху рідини у порівнянні із рухом твердого тіла. Теорема Коші-Гельмгольца.	1-6
5	Л	3	Деформації рідких частинок. Тензор швидкостей деформацій, фізичний смисл його компонентів. Вихровий рух, загальні відомості. Вихрова лінія., вихрова трубка, вихровий шнур. Напруження вихрової трубки. Рівняння вихрової лінії. Теорема Гельмгольца про вихровий потік через переріз трубки. Висновки з теореми Гельмгольца. Поняття про циркуляцію швидкості. Основні властивості циркуляції. Теорема Стокса про зв'язок циркуляції швидкості з напруженням вихрової трубки для однозв'язної області.	1-3,8
6	Л	3	Теорема Стокса про зв'язок циркуляції швидкості з	1-3,7

			напруженням вихрової трубки для однозв'язної області. Теорема Стокса про зв'язок циркуляції швидкості з напруженням вихрової трубки для багатозв'язної області. Плоска потенціальна течія. Потенціал швидкості та функція течії. Зв'язок між потенціалом швидкості і циркуляцією швидкості. Зв'язок між функцією течії і витратою рідини. Гідродинамічна сітка потенціальних потоків та її властивості. Рівняння Лапласа для функції течії та потенціалу швидкості.	
Тема 3. Напружений стан рідини.				
7	Л	2	Сили, що діють у рідинах. Масові та поверхневі сили. Напруження поверхневих сил та їх властивості. Тензор напружень. Фізичний смисл його компонент. Напруження поверхневих сил при відсутності дотичних напружень. Гідростатичний тиск.	1,2,5,6
8	Л	2	Закон зміни кількості руху та рівняння руху в напруженнях. Система рівнянь руху в напруженнях. Умови замикання системи.	1,2,5,6
. Змістовий модуль № 2 – Основні рівняння гідродинаміки.				
Тема 4. Основні рівняння гідродинаміки				
12	Л	2	Розділ гідродинаміки. Модель ідеальної рідини. Рівняння руху Л. Ейлера для ідеальної рідини.	1-6
13	Л	2	Інтеграли рівнянь руху ідеальної рідини у загальному вигляді. Інтеграл Бернуллі.	1-6
14	Л	2	Інтеграл Лагранжа. Інтегрування вздовж ліній течії та вздовж вихрових ліній.	1-6
15	Л	2	Рівняння руху в'язкої рідини Нав'є-Стокса. Рівняння Д. Бернуллі для елементарної струминки та для потоку.	1,2
18	Л	2	Два режими руху рідини. Критичне число Рейнольдса. Рівняння кількості руху та моменту кількості руху. Загальне рівняння енергії.	1,2,8
19	ПЗ	3	Застосування основних операцій теорії поля (градієнт, дивергенція, вихор, циркуляція) в циліндричній та сферичній системах координат.	10
21	Л	4	Подібність гідромеханічних процесів. Критерії подібності – числа Фруда, Ейлера, Рейнольдса, Струхаля.	1,2,8
22	Л	3	Визначення числа Рейнольдса в порожнині аеродинамічної труби.	12
Тема 6. Потенціальні течії нестисливої рідини.				
23	Л	4	Загальні властивості потенціальних течій. Плоскі потенціальні течії. Застосування функцій комплексного змінного.	1-3
24	ПЗ	5	Безциркуляційне та циркуляційне обтікання кругового циліндра.	10
25	ПЗ	4	Плоскі потенційні течії. Побудова гідродинамічної сітки.	10
26	Л	4	Безциркуляційне обтікання круглого циліндра. Обтікання круглого циліндру при наявності циркуляції. Теорема М. Жуковського про підйомну силу.	1-3
27	Л	2	Дослідження полів швидкостей та тиску в порожнині аеродинамічної труби.	12

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	10
2	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	20
3	Підготовка до лабораторних та практичних занять	14
4	Виконання індивідуальної роботи (КР)	12
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	56

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

курсва робота „Плоскі потенціальні течії”. Безциркуляційне обтікання круглого циліндра.

Обтікання круглого циліндру при наявності циркуляції

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1.	Визначення потенціалу швидкості	3
2	Визначення функції току	6
3	Побудова гідродинамічної сітки	10
4	Оформлення звіту про розрахункову роботу	15

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

На лекціях використовуються відеоматеріали, інтерактивні методики, логічні методи, відбувається робота з науковою літературою. В організації занять застосовуються плакати.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль – опитування за теоретичним матеріалом, захист індивідуальних завдань, що були запропоновані у процесі навчання, виконання самостійних робіт, у тому числі й індивідуальних завдань, написання контрольних робіт, семестровий контроль – усний іспит.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Поточне тестування та самостійна робота		Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	
T1-T5	T5-T6	100
50	50	

T1, T2, ... T6 – номери тем змістових модулів.

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	задовільно
60 ... 63	E	
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальний контент, плани практичних занять, завдання для самостійної роботи, поточного та підсумкового контролю знань і умінь студентів, завдання до комплексної контрольної роботи розміщені на сайті кафедри: <http://www.kpi.kharkiv.edu/gdm>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Євген Сокол, Михайло Черкашенко, Олег Потетенко, Євгеній Крупа. Гідроенергетика. Том 1. Гідрогазодинаміка. Харків. НТУ «ХПІ», 2020. 274 с.
2	Кулінченко В.Р. Гідродинаміка. К., НМК ВО, 1992.
3	Технічна механіка рідини і газу: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / В.А. Дідур, Д.П. Журавель. – Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2019. – 476 с., іл.
4	Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка : підручник / О. М. Яхно, О. В. Узунов, О. Ф. Луговський та ін. ; за ред. О. М. Яхна. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 711 с.
5	Vavra M. N. Aero-Thermodynamics and Flow in Turbomachines. New York – London; John Wiley & Sons, Inc. 1960, 609 p.
6	Гідрогазодинаміка. Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика, / В.М. Турик; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,37 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 145 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41225

Допоміжна література

7	«Механіка рідини і газу» [Текст] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.А.Ковальов. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 57 с.
8	Методичні вказівки до практичних занять з курсів “Механіка рідини та газу” і “Гідрогазодинаміка”, “Елементи теорії поля та їх застосування в гідромеханіці” для студентів денної, вечірньої і заочної форм навчання спеціальностей 7.090503 “Гідроенергетика” і 7.090209 “Гідравлічні і пневматичні машини”. – Харків: НТУ «ХПІ», 2004 – 34 с...
9	Методичні вказівки до практичних занять з курсів “Механіка рідини та газу” і “Гідрогазодинаміка” «Плоскі потенціальні течії» для студентів денної, вечірньої і заочної форм навчання спеціальностей 7.090503 “Гідроенергетика” і 7.090209 “Гідравлічні і пневматичні машини”. – Харків: НТУ «ХПІ», 2004 – 33 с..

Методичні вказівки до лабораторних та практичних занять

10	Количев В.А., Оробченко А.А. . Розрахунок обтікання профілю Жуковського із застосуванням ЕОМ. - Харків: ХПІ, 1998..
11	Методичні вказівки до лабораторної роботи "Визначення розподілу тиску по поверхні профілю" /: Вавилова Г.Ф., Количев В.А. – Харків: ХПІ, 1996.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

<http://www.kpi.kharkiv.edu/gdm/>

<http://library.kpi.kharkov.ua>

<http://library.nung.edu.ua/>