

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

Кафедра гідролічні машини ім. Г.Ф. Проскури
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання та розрахунок течії в'язкої рідини

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 14. Електрична інженерія
(шифр і назва)

спеціальність 145. Гідроенергетика
(шифр і назва)

освітня програма Гідроенергетика
(назви освітньої програми)

вид дисципліни загальна підготовка; обов'язкова
(загальна підготовка / спеціальна (фахова) підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна
(денна / заочна/дистанційна)

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни **Моделювання та розрахунок течії в'язкої рідини**

Розробники:

Зав. каф., д.т.н., проф.

_____ А.С. Роговий
(підпис)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

«Гідравлічні машини ім. Г.Ф. Проскури»

Протокол від « ____ » _____ 20 ____ року № _____

Завідувач кафедри _____

(підпис)

_____ А.С. Роговий
(ініціали та прізвище)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми: «Гідроенергетика»

Кафедра «Гідравлічні машини ім. Г.Ф. Проскури»

Гарант ОП проф. Дранковський В.Е.

(Підпис, дата)

Завідувач кафедрою проф. Роговий А.С.

(Підпис, дата)

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

№ зп	Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри (яка викладає)	Підпис завідувача кафедри (на якій викладається)	Підпис гаранта освітньої програми
1					
2					
3					
4					
5					

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

Мета: вивчення основ теорії турбулентних течій в'язкої рідини та сучасних методів математичного моделювання потоків у каналах гідромашин.

Компетентності: Шифр компетентності згідно освітньої програми.

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань / видів економічної діяльності).

СК1. Здатність розроблювати, застосовувати та удосконалювати фізичні та математичні моделі, наукові і технічні методи та спеціалізоване програмне забезпечення для вирішення інженерних задач в гідроенергетичній галузі.

СК3. Здатність застосовувати системний підхід, методи багатовимірної оптимізації та прийняття рішень, сучасні технології та інженерні методи при проектуванні гідроенергетичних споруд та обладнання.

СК6. Здатність використовувати наукову і технічну літературу, бази даних та інші джерела інформації у професійній діяльності в гідроенергетиці.

ФКС 1-2. Здатність використовувати гідродинамічні методи для проектування проточної частини гідротурбіни та передачі.

ФКС 2-2. Здатність вирішувати практичні завдання при проектуванні і дослідженні обладнання, що входить до складу технологічних машин загальнопромислового та спеціального призначення, із застосуванням ЕОМ.

Результати навчання

ПРН4. Критично осмислювати проблеми гідроенергетики, у тому числі на межі з іншими галузями, зокрема з інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою.

ПРН6. Вільно користуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для презентації та обговорення результатів досліджень та інновацій, виробничих процесів та інших питань професійної діяльності в галузі електричної інженерії і, зокрема, гідроенергетики.

ПРН7. Приймати обґрунтовані рішення з інженерних питань гідроенергетики у складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

ПРН14. Використовувати методи натурного, фізичного і комп'ютерного моделювання з метою детального вивчення і дослідження гідрологічних, гідравлічних, електричних та інших процесів, які стосуються гідроенергетики.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Математика	Математичне моделювання робочих процесів в гідромашинах
Фізика	
Теоретична механіка	
Механіка в'язкої рідини	

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг			За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль (кількість робіт)	Семестровий контроль	
	Всього (годин) / кредитів ЕСТS	З них		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Залік	Екзамен
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	120/4	64	56	32	32		Р	1	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 53 (%)

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
1	Л	4	<u>Тема 1. Класифікація течій. Методи дослідження прикладних задач.</u> Задачі аеродинамічного розрахунку. Класифікація видів руху рідини. Порівняння експериментального, теоретичного та обчислювальних методів	[2, 3, 6]
2	ЛЗ	4	<u>Лабораторні роботи 1-2.</u> Розрахунок течії в каналі	[4]
3	СР	6	Етапи розвитку обчислювальної гідромеханіки	[1-6]
4	Л	4	<u>Тема 2. Рівняння Нав'є-Стокса.</u> Тензорний запис рівнянь Ейлера. Тензор щільності потоку імпульсу. Тензор щільності потоку імпульсу для в'язких течій. Рівняння Нав'є-Стокса у декартових координатах.	[2, 3, 6]
5	ЛЗ	6	<u>Лабораторні роботи 3-4.</u> Розрахунок місцевих опорів	[4]
6	СР	6	Рівняння Нав'є-Стокса в циліндричних та сферичних координатах	[2]
7	Л	4	<u>Тема 3. Основи теорії подібності гідромеханічних процесів.</u> Геометрична і фізична подібність. Подібність гідромеханічних процесів. Критерії подібності.	[2, 3, 5, 6]
8	ЛЗ	4	<u>Лабораторні роботи 5-6.</u> Знаходження незалежних від сітки та числа Рейнольдса результатів	[4]
9	СР	6	Використання теорії подібності в техніці. П-теорема	[2, 3, 7]
10	Л	4	<u>Тема 4. Турбулентний рух в'язкої рідини</u> Опис руху та його характеристики. Рівняння Рейнольдса для турбулентного руху в'язкої нестисливої рідини. Гіпотези турбулентності. Моделі турбулентності першого порядку. Класичні (алгебраїчні) гіпотези турбулентності. Моделі турбулентності другого порядку.	[2, 3, 5, 6]
11	ЛЗ	4	<u>Лабораторні роботи 7-8.</u> Розрахунок передачі теплоти від газу до води через тверді стінки труби	[4]
12	СР	6	Порівняння результатів розрахунку за різними моделями турбулентності	[1, 7]
13	Л	2	<u>Тема 5. Примежовий шар.</u> Поняття про примежовий шар. Диференціальні рівняння примежового шару нестисливої рідини. Інтегральне співвідношення примежового шару. Розрахунок примежового шару на плоскій пластинці у нестисливій рідині.	[2, 3, 5, 6]

1	2	3	4	5
14	ЛЗ	4	Лабораторні роботи 9-10. Особливості побудови сіток у примежовому шарі та особливості моделювання примежового шару	[4]
15	СР	8	Історія розвитку досліджень примежового шару.	[2, 9]
16	Л	4	Тема 6. Математичне формулювання найпоширеніших підходів до моделювання турбулентності. Рівняння Рейнольдса. Модель Спаларта-Алмараса (SA модель). Модель Ментера (SST-модель).	[1]
17	ЛЗ	4	Лабораторна робота 11. Порівняння результатів розрахунку за різними моделями турбулентності	[4]
18	СР	8	Корегування моделей Спаларта-Алмараса та Ментера	[1]
19	Л	6	Тема 7. Методи LES та DES. Основні рівняння. Підсіткова модель Смагоринського. Загальний принцип побудови DES на основі різних моделей	[1]
20	ЛЗ	2	Лабораторна робота 12. Моделювання DES	[4]
21	СР	8	Приклади використання LES та DES.	[1]
22	Л	4	RANS. DES на основі SA RANS-моделі. DES на основі SST-моделі. Метод DDES. Метод IDDES. Приклади застосування IDDES.	[1]
23	ЛЗ	4	Лабораторні роботи 13-14. Виконання сполученого аналізу температури та міцності стінок змішувача.	[4]
24	СР	8	Недоліки сполучених розрахунків	[4]
Разом (годин)		120		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	10
2	Підготовка до практичних (лабораторних) занять	6
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	10
4	Виконання індивідуального завдання:	30
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	56

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункова робота

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Розрахунок параметрів в'язкої турбулентної течії в трубопроводі з місцевими опорами.	16

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

На лекціях використовуються відеоматеріали, інтерактивні методики, логічні методи, відбувається робота з науковою літературою, складання графічних схем і таблиць. В організації занять застосовуються лабораторні установки, макети приборів, плакати. Для придбання навичок самостійної роботи на лабораторних роботах кожний студент у процесі навчання виконує завдання творчого характеру.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль – захист розрахункової роботи, написання контрольних робіт, семестровий контроль – усний іспит.

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

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	Індивідуальні завдання	Іспит	Сума
20	20	20	40	100

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

Розширений план лекцій, завдання для лабораторних робіт, самостійної роботи, питання й задачі для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь студентів, завдання для комплексної контрольної роботи розміщені на сайті дистанційного навчання НТУ «ХП»: <https://dlc.kpi.kharkov.ua/login/index.php>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Tu, J., Yeoh, G. H., & Liu, C. (2018). Computational fluid dynamics: a practical approach. Butterworth-Heinemann.
2	Sharma, A. (2021). Introduction to computational fluid dynamics: development, application and analysis. Springer Nature.
3	Anderson, J. D., & Wendt, J. (1995). Computational fluid dynamics (Vol. 206, p. 332). New York: McGraw-Hill.
4	Роговий А.С. Використання методів числового вирішення задач інженерного аналізу: навчальний посібник / А.С. Роговий. – Харків: ХНАДУ, 2019. –112 с.
5	Batchelor, G. K. (2000). An introduction to fluid dynamics. Cambridge university press.

Допоміжна література

6	Приходько О.А., Сьомін Д.О. Технічна аерогідромеханіка. Навчальний посібник. - Луганськ: Видавництво Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2002. – 170 с.
7	Chung, T. J. (2002). Computational fluid dynamics. Cambridge university press.
8	Ferziger, J. H., Perić, M., & Street, R. L. (2002). Computational methods for fluid dynamics (Vol. 3, pp. 196-200). Berlin: springer.
9	Wendt, J. F. (Ed.). (2008). Computational fluid dynamics: an introduction. Springer Science & Business Media.
10	Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник / Ю.А. Буренніков, І.А. Немировський, Л.Г. Козлов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 273 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <https://www.youtube.com/channel/UCcqQi9LT0ETkRoUu8eYaEkg>
2. <https://www.youtube.com/c/expertfeacom>
3. <https://www.youtube.com/c/cadfem>

4. <https://www.youtube.com/c/AdvancedEngineeringSolutions>
5. <https://www.youtube.com/user/ArsenAYa>