

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

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

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Чисельне моделювання процесів відновлювальної енергетики
(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 спеціальна (фахова) підготовка; вибіркова
(загальна підготовка / спеціальна (фахова) підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна
(денна / заочна/дистанційна)

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни **Чисельне моделювання процесів відновлювальної енергетики**

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. Роговий А.С.

(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 чисельного моделювання процесів відновлювальної енергетики, чисельних схем та методів обчислювальної гідродинаміки.

Компетентності: Шифр компетентності згідно освітньої програми.

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної 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.

ФКС 1-4. Здатність застосовувати методи чисельного моделювання процесів відновлювальної енергетики, гідродинамічні методи для проектування проточної частини гідравлічних та пневматичних машин.

Результати навчання

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.

ПРНС 1-4. Вміти самостійно вирішувати практичні задачі, що пов'язані з чисельним моделюванням процесів відновлювальної енергетики, гідродинамічними методами для проектування проточної частини гідравлічних та пневматичних машин.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Математика	
Фізика	
Теоретична механіка	
Механіка в'язкої рідини	
Моделювання та розрахунок течій 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	Семестровий контроль	
	Всього (годин) / кредитів ECTS	З них		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	150/5	80	70	48	16	16	Р	1	+	-

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає **53,3** (%)

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	6	<u>Тема 1. Обчислювальна гідродинаміка.</u> Історичний огляд. Чисельне розв'язання одновимірної задачі теплопровідності. Отримання дискретних аналогів.	[2, 3, 6]
2	ЛЗ	2	<u>Лабораторна робота 1.</u> Чисельне розв'язання одновимірної задачі теплопровідності.	[3, 4]
3	ПЗ	2	Практичне заняття 1. Аналітичне розв'язання одновимірної задачі теплопровідності	[3, 4]
4	СР	10	Апроксимація похідних	[1-6]
5	Л	6	<u>Тема 2. Течія і теплоперенесення у каналах.</u> Початкова ділянка і повністю розвинена течія. Математичне поставлення задачі визначення поля швидкості.	[2, 3, 6]
6	ЛЗ	2	<u>Лабораторна робота 2.</u> Чисельне розв'язання течії рідини з теплоперенесенням.	[3, 4]
7	ПЗ	2	<u>Практичне заняття 2.</u> Аналітичне розв'язання одновимірної задачі конвекції	[3, 4]
8	СР	10	Математичне поставлення задачі визначення поля швидкості	[2, 3]
9	Л	6	<u>Тема 3. Математичне поставлення задачі визначення поля температури.</u>	[2, 3, 5, 6]
10	ЛЗ	2	<u>Лабораторна робота 3.</u> Чисельне розв'язання задачі визначення полів температури.	[3, 4]
11	ПЗ	2	<u>Практичне заняття 3.</u> Аналітичне розв'язання одновимірної задачі визначення полів температури	[3, 4]
12	СР	10	Граничні умови	[2, 3, 7]
13	Л	6	<u>Тема 4. Математичне моделювання аерогідро-динаміки і тепломасоперенесення.</u> Метод скінченних різниць. Скінченно-різницеві апроксимації диференціальних операторів.	[2, 3, 5, 6]
14	ЛЗ	2	<u>Лабораторна робота 4.</u> Метод контрольних об'ємів	[3, 4]
15	ПЗ	2	<u>Практичне заняття 4.</u> Метод контрольних об'ємів	[3, 4]
16	СР	10	Метод контрольних об'ємів. Використання	[1, 3, 7]
17	Л	6	<u>Тема 5. Стійкість, узгодженість і збіг скінченно-різницевих схем.</u> Метод фон Неймана. Методи розв'язання сіткових рівнянь. Прямі методи. Ітераційні методи	[2, 3, 5, 6]
18	ЛЗ	2	<u>Лабораторна робота 5.</u> Прямі методи	[3, 4]

1	2	3	4	5
19	ПЗ	2	Практичне заняття 5. Метод фон Неймана	[3, 4]
20	СР	10	Застосування методів скінченних різниць для розв'язання модельних рівнянь.	[2, 3, 9]
21	Л	6	Тема 6. Чисельні методи розв'язання рівнянь Нав'є-Стокса нестисливої рідини. Особливості дискретизації рівнянь Нав'є-Стокса. Форма запису рівнянь.	[1, 3]
22	ЛЗ	2	Лабораторна робота 6. Вирішення задачі течії нестисливої рідини	[3, 4]
23	ПЗ	2	Практичне заняття 6. Особливості дискретизації рівнянь Нав'є-Стокса	[3, 4]
24	СР	8	Апроксимації конвективних членів	[1, 3]
25	Л	12	Тема 7. Метод SIMPLE. Метод SIMPLEC. Розв'язання рівнянь гідродинаміки у програмних кодах.	[1, 3]
26	ЛЗ	4	Лабораторні роботи 7-8. Розрахунок турбулентних течій	[3, 4]
27	ПЗ	4	Практичні заняття 7-8. Розрахунок турбулентних течій	[3, 4]
28	СР	12	Похибки методів обчислювальної гідродинаміки	[3, 4]
Разом (годин)		150		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	16
2	Підготовка до практичних (лабораторних) занять	12
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	12
4	Виконання індивідуального завдання:	30
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	70

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункова робота
(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Чисельне дослідження просторової течії в каналах гідромашин	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 залік.

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

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

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

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

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	
60 ... 63	E	задовільно
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 вмій 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>