



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Моделювання потоків рідини в механічних системах

Шифр та назва спеціальності

G9 – Прикладна механіка

Спеціалізація**Освітня програма**

Моделювання технічних систем

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Семестр

1

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Кафедра

Гідравлічні машини ім. Г.Ф. Проскури

Тип дисципліни

Обов'язкова

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Роговий Андрій Сергійович**

Andrii.Rogovyi@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри

Автор понад 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Моделювання потоків рідини в механічних системах», «Математичне моделювання робочих процесів в гідромашинах», «Чисельне дослідження просторової течії в каналах гідромашин». Захистив дисертацію на тему «Розробка теорії та методів розрахунку вихорокамерних нагнітачів».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна охоплює вивчення основних принципів та методів моделювання гідродинамічних процесів, що відбуваються у різноманітних механічних системах. Курс надає знання про особливості поведінки рідини, враховуючи ламінарні та турбулентні режими течії, вплив межових умов та проточних частин на потоки. ЗВО знайомляться з математичними моделями, що описують потоки рідини, зокрема рівняннями Нав'є-Стокса, та навчаються застосовувати числові методи для їх розв'язання. Особлива увага приділяється комп'ютерному моделюванню із використанням спеціалізованих програмних засобів (Ansys), що дозволяють досліджувати поведінку потоків у складних геометричних об'ємах. Вивчення дисципліни сприяє розвитку навичок проєктування і оптимізації механічних систем з метою підвищення їх ефективності, зниження енергоспоживання та зменшення зносу деталей, що контактують з рідиною.

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни "Моделювання потоків рідини в механічних системах" є оволодіння знаннями та навичками щодо аналізу й оптимізації процесів руху рідини у механічних системах. Курс зосереджується на методах математичного та комп'ютерного моделювання, що дозволяють досліджувати гідродинамічні процеси, розраховувати параметри потоку та взаємодію рідини з елементами конструкцій. Такі знання є критично важливими для забезпечення ефективної роботи систем, мінімізації втрат енергії та поліпшення роботи обладнання.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК2. Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК4. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

ФК5. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

Результати навчання

РН3. Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні;
РН4. Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

РН5. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

РН12. Вміти виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Закінчена вища освіта за рівнем бакалавр

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

На лекціях використовуються відеоматеріали, інтерактивні методики, логічні методи, відбувається робота з науковою літературою, складання графічних схем і таблиць. Для придбання навичок самостійної роботи на лабораторних заняттях кожний студент у процесі навчання виконує завдання творчого характеру.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ до числових методів та методик, що використовуються в інженерній діяльності Числові методи, Автоматизовані системи проектування виробів	6
Тема 2. Сітки Загальна теорія побудови сіток, Побудова неструктурованих сіток, Призматичні пристінні шари, Піраміди, призми та переходи від пристінних шарів до основної сітки, Гексаедральні елементи	12
Тема 3. Основні рівняння гідродинаміки Рівняння збереження, Рівняння збереження енергії, Граничні умови та припущення при моделюванні	8
Тема 4. Моделі турбулентності Турбулентна в'язкість, Використання моделі турбулентної в'язкості, $k - \varepsilon$ модель турбулентності	6
Загальна кількість годин	32

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Розрахунок течії в каналі	6	1,0
Тема 2. Методи побудови сіток	6	1,0
Тема 3. Розрахунок передачі теплоти від газу до води через тверді стінки труби Виконання сполученого аналізу температури та міцності стінок змішувача	6	1,0
Тема 4. Розрахунок гідро- та пневмомашин Проектування відцентрового насоса, розрахунок течії в ньому та його характеристики, Розрахунок обтікання лопаті вітрогенератора	14	1,0
Загальна кількість годин	32	$\sum_{i=1}^n a_i = 4$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Вступ до числових методів та методик, що використовуються в інженерній діяльності Числові методи, Автоматизовані системи проектування виробів	15
Тема 2. Сітки Загальна теорія побудови сіток, Побудова неструктурованих сіток, Призматичні пристінні шари, Піраміди, призми та переходи від пристінних шарів до основної сітки, Гексаедральні елементи	15
Тема 3. Основні рівняння гідродинаміки Рівняння збереження, Рівняння збереження енергії, Граничні умови та припущення при моделюванні	15
Тема 4. Моделі турбулентності Турбулентна в'язкість, Використання моделі турбулентної в'язкості, $k - \epsilon$ модель турбулентності	15
Загальна кількість годин	60

Тематика індивідуальних завдань

Розрахунково-графічна робота включає в себе чотири розрахунки у програмному середовищі Ansys за темами лабораторних робіт. Строки виконання - до останнього заняття в семестрі.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Розрахунок течії в каналі Розрахувати коефіцієнт місцевих опорів	
Тема 2. Методи побудови сіток Побудувати сітку для заданої геометрії	
Тема 3. Розрахунок передачі теплоти від газу до води через тверді стінки труби Виконати сполучений розрахунок змішувача	
Тема 4. Розрахунок гідро- та пневмомашин Спроектувати відцентровий насос на задані параметри	
Загальна кількість годин	26

Неформальна освіта

Перелік рекомендованих професійних курсів/тренінгів, стажувань.

1. <https://confluence.cornell.edu/spaces/SIMULATION/pages/85623280/FLUENT+Learning+Modules>
2. https://innovationspace.ansys.com/learning-library/?new_view_mode%5B%5D=free-courses&new_view_mode%5B%5D=partner-courses&warehouse_source%5B%5D=Course&warehouse_source%5B%5D=Tidbits&warehouse_source%5B%5D=Partner

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Онлайн-курс «What are fluids?»
<https://innovationspace.ansys.com/product/what-are-fluids/...>
2. Онлайн-курс «Governing Equations of Fluids»
<https://innovationspace.ansys.com/product/governing-equations-of-fluids/>
3. Онлайн-курс «Introduction to Ansys Fluent»

<https://innovationspace.ansys.com/product/intro-to-ansys-fluent/>

4. Онлайн-курс «Basics of Turbulent Flows»

<https://innovationspace.ansys.com/product/basics-of-turbulent-flows/>

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Роговий А.С. Використання методів числового вирішення задач інженерного аналізу: навчальний посібник / А.С. Роговий. – Харків: ХНАДУ, 2019. – 112 с.
2. Tu, J., Yeoh, G. H., & Liu, C. (2018). Computational fluid dynamics: a practical approach. Butterworth-Heinemann.
3. Sharma, A. (2021). Introduction to computational fluid dynamics: development, application and analysis. Springer Nature.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Моделювання течії рідини у проточній частині гідромашин" [Електронний ресурс] : для студентів денної та заочної форм навчання за спец. 131 "Прикладна механіка", освітня програма "Прикладна механіка" / уклад.: Роговий А. С., Панамарьова О. Б. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – 56 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/82235>
5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Математичне моделювання робочого процесу гідравлічних машин" [Електронний ресурс] : для студентів денної та заочної форм навчання за спец. 131 "Прикладна механіка", освітня програма "Прикладна механіка" / уклад.: Роговий А. С., Панамарьова О. Б. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – 60 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/81095>

Додаткова література

1. Blazek, J. (2015). Computational fluid dynamics: principles and applications. Butterworth-Heinemann.
2. Anderson, D., Tannehill, J. C., Pletcher, R. H., Munipalli, R., & Shankar, V. (2020). Computational fluid mechanics and heat transfer. CRC press.
3. Montomoli, F., Carnevale, M., D'Ammaro, A., Massini, M., & Salvadori, S. (2015). Uncertainty quantification in computational fluid dynamics and aircraft engines (pp. 1-90). New York: Springer International Publishing.
4. Kajishima, T., & Taira, K. (2016). Computational fluid dynamics: incompressible turbulent flows. Springer.
5. Matsson, J. E. (2022). An introduction to ANSYS fluent 2022. Sdc Publications.

Інформаційні ресурси

1. <https://www.ansys.com/academic/learning-resources/online-masters-degree>
2. <https://learning.edx.org/course/course-v1: CornellX+ENGR2000X+1T2018/home>
3. <https://www.youtube.com/@AnsysHowTo>
4. <https://www.youtube.com/@AnsysTutor>
5. <https://www.youtube.com/@ansysinc>

Система оцінювання

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль, k_4
0,6	-	0,3	0,1

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = P \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + P_k \cdot k_4$$

де: P – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи
 P_k – оцінка за підсумковий контроль

$$P = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + \dots + P_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

Поточні оцінки за кожну складову ($P, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025

Завідувач кафедри

Андрій РОГОВИЙ

30.08.2025

Гарант ОП

Мар'яна СТРИЖАК