



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Навчально-науковий інститут  
механічної інженерії і транспорту

# Flow modelling у мехатронних системах

Шифр та назва спеціальності  
131 – Прикладна механіка

Інститут  
Навчально-науковий інститут механічної  
інженерії і транспорту (MIT)

Освітня програма  
Прикладна механіка

Кафедра  
Деталі машин та гідропневмосистеми  
(148)

Рівень освіти  
Другий (магістерський)

Тип дисципліни  
Дисципліна вільного вибору науково-  
професійного спрямування

Семестр  
3

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Стрижак Мар'яна Георгіївна

[Mariana.Stryzhak@khp.edu.ua](mailto:Mariana.Stryzhak@khp.edu.ua)

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Деталі машин та гідропневмосистеми НТУ «ХПІ»

Автор понад 60 наукових і навчально-методичних публікацій. Провідний лектор з курсів: «Теорія автоматичного керування та динаміка мехатронних систем», «Сучасна елементна база мехатронних систем», «Об'ємні гідромашини», «Основи розрахунку і проектування електрогідравлічних і електропневматичних перетворювачів», «Основи наукових досліджень».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна присвячена вивченню аналітичних методів дослідження задач гідромеханіки, які виникають у математичних моделях механічних явищ, формування вміння використовувати основні закони механіки для пояснення процесів у зв'язаних гідромеханічних системах та розвитку навичок побудови моделей суцільних середовищ з ускладненими властивостями.

### Мета та цілі дисципліни

Надання здобувачам знань у галузі прикладної математики та гідромеханіки та навичок з розв'язання науково-технічних проблем механіки, інженерної механіки та гідропневмоавтоматики.

### Формат занять

Лекції, лабораторні заняття. Підсумковий контроль – екзамен.

## Компетентності

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК3. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК3. Застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язків.

ФК4. Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей.

## 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.

РН8 Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН15 Продемонструвати знання структури, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірjuвальних комп'ютеризованих систем в машинобудівному виробництві.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни

120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи - 16 год., самостійна робота – 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Гідравліка», «Механіка рідини та газу», «Вища математика», «Об'ємний гідропривод».

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Навчальні матеріали доступні студентам через Microsoft Teams.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

Тема 1. Замкнута початково-крайова задача гідромеханіки. Система рівнянь в дивергентній формі. Теорема імпульсів та приклади її застосування.

Тема 2. Гідростатика. Інтеграл рівнянь руху нев'язкої баротропної рідини (Лагранжа, Бернуллі, Громеки). Теорема Томсона, теореми Гельгольца про збереження вихрових ліній та трубок.

Тема 3. Теорема Лагранжа. Потенціал течії та крайова задача для потенціалу. Фізичний зміст потенціалу швидкості.

Тема 4. Плоска задача гідродинаміки ідеальної рідини. Постановка плоских задач в термінах потенціалу швидкості, функції течії і комплексного потенціалу. Найпростіші плоскі течії: поступальний рух, рух рідини від джерела (стоку), диполя, вихору та вихроджерела.

Тема 5. Метод конформних відображень. Парадокс Даламбера. Постулат Жуковського-Чаплигіна. Формули Чаплигіна-Блазіуса. Теорема Жуковського. Момент сил що діють на криловий профіль. Теорія тонкого крила.

Тема 6. Рух твердого тіла в ідеальній рідині. Загальний вигляд потенціалу швидкостей у формі Кірхгофа. Рівняння руху твердого тіла в ідеальній рідині. Коефіцієнти приєднаних мас. Гідродинамічні реакції.

Тема 7. Початково-крайова задача динаміки в'язкої рідини. Загальні властивості рухів в'язкої рідини.

Тема 8. Точні розв'язки системи рівнянь в'язкої рідини. Приклади одновимірних нестационарних течій. Хвиля Стокса.

Тема 9. Усталені рухи: течія Куетта, напірний рух між паралельними пластинами. Течія Гагена-Пуазейля. Рух рідини між концентричними циліндрами, які обертаються.

Тема 10. Рух в'язкої рідини при малих числах Рейнольдса. Повільне обтікання кулі. Сила опору Стокса. Парадокс Стокса. Наближення Озеєна. Задача гідродинамічної теорії змащення.

Тема 11. Течії в'язкої рідини при великих числах Рейнольдса. Основні припущення та система рівнянь Прандтля примежового шару. Граничні умови.

Тема 12. Перетворення Мізеса. Задача Блазіуса (примежовий шар на напівнескінченній пластині). Оцінки товщини примежового шару. Наближені методи розрахунку течії в примежовому шарі.

Тема 13. Інтегральне співвідношення Кармана. Наближений розрахунок примежового шару на пластині з використанням інтегрального співвідношення. Якісне змалювання явища відриву примежового шару.

Тема 14. Стійкість руху в'язкої рідини. Задача Ліня про дослідження стійкості ламінарної течії між паралельними пластинами. Ламінарні та турбулентні течії.

Тема 15. Розвинена турбулентність. Рівняння та тензор напружень Рейнольдса. Напівемпіричні теорії турбулентності. Теорія Прандтля шляху перемішування та метод подібності.

Тема 16. В'язкий підшар. Ланцюжок рівнянь Фрідмана-Келлера в теорії розвиненої турбулентності. Модель Лоренца в атмосферній турбулентності. Динамічний хаос.

### **Теми практичних занять**

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

### **Теми лабораторних робіт**

1. Моделювання потоку у шаровому крані
2. Визначення місцевих втрат у шаровому крані
3. Визначення коефіцієнта лобового опору циліндра
4. Визначення ефективності теплообмінника

### **Самостійна робота**

Дисципліна передбачає написання реферату за індивідуальним завданням. Результат оформлюється у письмовий звіт.

### **Література та навчальні матеріали**

1. Федорченко А.М. Теоретична фізика: т.1. Класична механіка і електродинаміка. К. 1992.
2. Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ: навч. посіб. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 290 с.
3. Козяр М.М., Фещук Ю.В., Парафенюк О.В. Комп'ютерна графіка Solid Works: навчальний посібник. – Херсон: Олді-плюс, 2018. – 252 с.
4. Paul M. Kurowski, Ph.D., P.Eng. Engineering Analysis with SOLID WORKS Simulation 2018 // 2018, 597 p.
5. Verma G, Weber M. SolidWorks Flow Simulation 2022 Black Book // 2022, 550 p.
6. Matsson J. An Introduction to SOLIDWORKS Flow Simulation 2020 // 2020, 350 p.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (40%) та поточного оцінювання (60%).

Залік: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.  
Поточне оцінювання: розрахункове завдання.

### 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

Студент 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

01.06.2023р.

Завідувач кафедри  
Анатолій ГАЙДАМАКА

Дата погодження, підпис

Гарант ОП  
Олександр ШЕЛКОВИЙ