



Інноваційні гідродинамічні технології

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G11 Машинобудування (Спеціалізація: G11.03 Технологічні машини та обладнання)</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інноваційного галузевого обладнання</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Гулієнко Сергій Валерійович, sergiigulienko@gmail.com , +38504488173 Практичні: к.т.н., Гулієнко Сергій Валерійович, sergiigulienko@gmail.com , +38504488173 Лабораторні: не передбачено навчальним планом
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Гідромеханічні процеси є ключовими в хімічній технології та суміжних галузях. Крім того, гідродинамічні умови чинять суттєвий, а часто і визначальний, вплив на протікання теплових, масообмінних та хімічних процесів. Тому глибоке розуміння гідродинамічних процесів та сучасних технологій, пов'язаних з гідродинамічними явищами важливе для сучасного інженера. Також, для сучасного інженера необхідним є розуміння методів моделювання гідродинамічних процесів та можливості сучасного спеціалізованого програмного забезпечення.

Освітній компонент «Інноваційні гідродинамічні технології» передбачає поглиблене вивчення основних фізичні механізми інноваційних гідродинамічних процесів, ефектів, явищ та шляхи їх використання в сучасних хімічних технологіях. Також значна увага приділяється сучасному програмному забезпеченню.

Мета освітнього компоненту «Інноваційні гідродинамічні технології» полягає у формуванні комплексу знань:

принципів вибору конструкцій, розмірів і форми елементів обладнання

хімічної інженерії: обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлознопаперових виробництв за допомогою комп'ютерних технологій, CAD-систем та інших прикладних програм

принципів застосування інноваційних гідродинамічних механізмів для інтенсифікації теплових та масообмінних процесів в рідинних середовищах, перспективі синтезування на

макрорівні нових матеріалів з унікальними властивостями та створенню якісно нових пристроїв та обладнання.

сучасних комп'ютерних технологій, CAD-систем та інших прикладних програм, підходів, методів і методик, вирішення задач при проектуванні, обслуговуванні, модернізації обладнання з використанням положень теорії визначення надійності і довговічності обладнання та устаткування

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Освітній компонент «Інноваційні гідродинамічні технології» є вибірковим.

Вимоги до початку вивчення включають базові знання з процесів та обладнання хімічної технології, розрахунку та конструювання типового обладнання, математики, гідродинаміки, фізики, інформатики та механіки матеріалів і конструкцій.

Вивчення дисципліни буде корисним для роботи над магістерською дисертацією

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Роль і місце гідродинамічних процесів в сучасних технологіях

Тема 2. Загальна характеристика методів обчислювальної гідродинаміки

Тема 3. Методи обчислювальної гідродинаміки

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Знак З. О., Гелеш А. Б. Інноваційні процеси у хімічних технологіях. Частина I. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 208 с.
2. Kundu P. K., Cohen I. M., Dowling D. R. Capecelatro J. (2025). *Fluid Mechanics. Seventh Edition.* Elsevier. London
3. Tu J., Yeoh G. H., Liu C. (2008). *Computational Fluid Dynamics. A Practical Approach.* Butterworth-Heinemann.
4. Радченко Л.Б. Моделювання процесів хімічної технології: Навч. посібн. / Л.Б. Радченко, І.О. Мікульонок. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2005. – Ч.1: Теоретичні основи. – 126 с.: іл. – Бібліогр. с. 124–125.

Додаткова література:

5. Basile A., Ghasemzadeh K. (2025). *Current Trends and Future Developments on (Bio-) Membranes Techniques of Computational Fluid Dynamic (CFD) for Development of Membrane Technology.* Elsevier. Amsterdam
6. Collicott S. H., Valentine D. T., Houghton E.L., Carpenter P.W. (2024). *Aerodynamics for Engineering Students. Eighth Edition.* Butterworth-Heinemann
7. Числові методи аналізу: теорія та завдання до комп'ютерного практикуму [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітня програма підготовки (спеціалізація) «Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Р. В. Сачок. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 134 с. – Назва з екрана.
8. <https://www.openfoam.com/>
9. <https://openfoam.org/>

10. <https://www.freecad.org/>
11. <https://www.python.org/>
12. <https://www.paraview.org/>

(Навчальний контент)

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Основи мембранної технології», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області мембранної технології;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітко і адекватне їх формулюваннях);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів досліджень;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Лекція 1. Роль і місце гідродинамічних процесів в сучасних технологіях. Перспективні напрямки розвитку гідродинамічних процесів Література [1, 2] Завдання до СРС: Традиційні сфери застосування гідродинамічних процесів	2
2	Лекція 2. Вплив гідродинамічних умов на протікання теплових, масообмінних та хімічних процесів. Література [1, 2] Завдання до СРС: Подібність теплових і гідродинамічних явищ	2
3	Лекція 3. Загальна характеристика методів обчислювальної гідродинаміки. Сфери застосування обчислювальної гідродинаміки. Основні стадії моделювання методами обчислювальної гідродинаміки Література [2, 3] Завдання до СРС: Застосування методів обчислювальної гідродинаміки за межами промислових процесів	2
4	Лекція 4.. Рівняння гідродинаміки. Рівняння тепло та масообміну. Моделі турбулентності. Граничні умови Література [2-4] Завдання до СРС: Початкові умови	2
5	Лекція 5. Засоби схеми обчислювальної гідродинаміки. Методи дискретизації. Порядок точності. Стійкість розв'язку та збіжність Література [3, 4] Завдання до СРС: Умовна і безумовна стійкість	2
6	Лекція 6. Метод скінченних об'ємів. Метод скінченних різниць. Структура	2

	сіток Література [3, 4]	
7	Лекція 7. Загальний огляд програмного забезпечення для реалізації методів обчислювальної гідродинаміки. Аналіз результатів моделювання. Практичне керівництво щодо методів обчислювальної гідродинаміки. Література [2, 3] Завдання до СРС: Відкрите програмне забезпечення для обчислювальної гідродинаміки	2
	Всього	14

Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів з даної дисципліни практичні заняття займають 68 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають технічне мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних гідродинамічних технологій;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Практичне заняття 1. Основи використання мови програмування Python 3 для розв'язку математичних моделей гідродинамічних процесів. Загальна інформація про середовище Open FOAM, систему автоматизованого проектування FreeCAD. Особливості встановлення програмного забезпечення.	2
2	Практичне заняття 2. Основи розв'язку диференціальних рівнянь при моделюванні гідродинамічних процесів. Метод Ейлера	2
3	Практичне заняття 3. Основи розв'язку диференціальних рівнянь при моделюванні гідродинамічних процесів. Модифікований метод Ейлера	2
4	Практичне заняття 4. Основи розв'язку диференціальних рівнянь при моделюванні гідродинамічних процесів. Метод Ейлера-Коши	2
5	Практичне заняття 5. Основи розв'язку диференціальних рівнянь при моделюванні гідродинамічних процесів. Метод Рунге-Кутти	2
6	Практичне заняття 6. Основи розв'язку диференціальних рівнянь при моделюванні гідродинамічних процесів. Метод Рунге-Кутти для систем рівнянь	2

7	Практичне заняття 7. Основи розв'язку диференціальних рівнянь при моделюванні гідродинамічних процесів. Метод прогонки	2
8	Практичне заняття 8. Основи розв'язку диференціальних рівнянь при моделюванні гідродинамічних процесів. Метод сіток. Явна схема	2
9	Практичне заняття 9. Основи розв'язку диференціальних рівнянь при моделюванні гідродинамічних процесів. Метод сіток. Неявна схема	2
10	Практичне заняття 10. Основи моделювання в Open FOAM. Моделювання течії в ступінчастому каналі	2
11	Практичне заняття 12. Основи моделювання в Open FOAM. Моделювання течії в трубопроводі змінного діаметра	2
12	Практичне заняття 12. Основи моделювання в Open FOAM. Аналіз течії в міжтрубному просторі кожухотрубного апарата	2
13	Практичне заняття 13. Основи моделювання в Open FOAM. Аналіз течії в плоскорамному багатосекційному апараті	2
14	Практичне заняття 14. Основи моделювання в Open FOAM. Аналіз течії в каналі зі спейсером	2
15	Практичне заняття 15. Основи моделювання в Open FOAM. Аналіз неізотермічної течії	2
	Разом	30

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 63 % часу вивчення освітнього компоненту, включаючи і підготовку до заліку, модульної контрольної роботи та підготовки розрахунково-графічної роботи. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань з курсу, що не увійшли в перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися аналізувати сучасні гідродинамічні методи, що використовуються в хімічній інженерії.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Теорія подібності та метод аналізу розмірностей в гідродинамічних технологіях	20
2	Переваги і недоліки комерційного і відкритого програмного забезпечення для реалізації методів обчислювальної гідродинаміки	20
3	Підготовка до лекцій	12
4	Підготовка до практичних робіт	18
5	Підготовка до заліку	6
	Всього годин	76

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом. При розв'язанні задач на практичних заняттях студенти можуть користуватися будь-якими джерелами інформації та засобами обчислень. Всі завдання виконуються індивідуально.

Правила захисту індивідуальних завдань

Навчальним планом не передбачено індивідуальних завдань

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань за використання друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здачі екзамену за іншого аспіранта; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи	
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	Семестровий контроль
2	4	120	14	30		30	1	залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за: виконання 14 задач на практичних заняттях та МКР.

Семестровим контролем є залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

На практичних заняттях виконується 14 завдань, 2 з яких (Метод сіток. Явна схема та Метод сіток. Неявна схема) біль складні та об'ємні.

12 завдань на практичних заняттях оцінюються з умов:

5 балів -Правильне виконання роботи, або коли в роботі були виявлені незначні помилки, які студент виправив з першого разу і продемонстрував при обговоренні результатів глибоке розуміння матеріалу

3-4 бали – наявність незначних помилок, які студент не зміг виправити з першого разу або продемонстрував помилкове розуміння матеріалу

1-2 бали - наявність суттєвих помилок та суттєвих труднощів з їх виправленням

0 – неправильне виконання завдання.

Практичне заняття Метод сіток. Явна схема отінюється з умов

7 балів -Правильне виконання роботи, або коли в роботі були виявлені незначні помилки, які студент виправив з першого разу і продемонстрував при обговоренні результатів глибоке розуміння матеріалу

5-6 балів – наявність незначних помилок, які студент не зміг виправити з першого разу або продемонстрував помилкове розуміння матеріалу

2-4 бали - наявність суттєвих помилок та суттєвих труднощів з їх виправленням

0 – неправильне виконання завдання.

Практичне заняття Метод сіток. Явна схема отінюється з умов

8 балів -Правильне виконання роботи, або коли в роботі були виявлені незначні помилки, які студент виправив з першого разу і продемонстрував при обговоренні результатів глибоке розуміння матеріалу

5-7 балів – наявність незначних помилок, які студент не зміг виправити з першого разу або продемонстрував помилкове розуміння матеріалу

2-4 бали - наявність суттєвих помилок та суттєвих труднощів з їх виправленням

0 – неправильне виконання завдання.

Максимальна кількість балів за практичні заняття $12 \cdot 5 + 7 + 8 = 75$

Модульна контрольна робота оцінюється з умов:

25 балів -у відповіді викладено понад 95% необхідного матеріалу

20-24 балів – у відповіді викладено 85-94% необхідного матеріалу

15-19 балів – у відповіді викладено 75-84% необхідного матеріалу

8-14 балів – у відповіді викладено 60-74% необхідного матеріалу

0 – неправильне виконання завдання, наявність грубих помилок чи явних ознак використання штучного інтелекту.

Студент, який у семестрі отримав не менш ніж 60 балів, може прийняти участь у заліковій роботі для отримання більш високого балу. У цьому разі, бали, отримані ним на контрольній роботі з додаванням 50% від балів отриманих в семестрі є остаточними.

Залікова контрольна робота (у разі необхідності) оцінюється із 70 балів. Контрольне завдання складається двох теоретичних завдань.

Кожне завдання оцінюється з 35 балів за такими критеріями:

- відмінне виконання завдання, вільне володіння матеріалом на захисті – 32-34 бали.
- добрий рівень виконання, правильні відповіді на питання при захисті завдання – 25-30 балів.
- достатній рівень виконання завдання, наявність незначних неточностей у відповідях – 20-22 балів.
- погана якість виконання роботи, незнання теоретичного матеріалу – 0 балів.

Умовою першої атестації є отримання не менше 20 балів та виконання 50% практичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 36 балів та виконання 75% практичних робіт (на час атестації).

Сума отриманих студентом балів переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

<https://www.youtube.com/watch?v=kUcc8vAgoQ0&list=PL4xAk5acInUjkgGRkqxRKspPlvJ3mF035>

<https://www.youtube.com/watch?v=1loOwh3xeiQ&list=PL324604EAA66EA2F2>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент каф. МАХНВ, к.т.н., доц. Сергій ГУЛІЄНКО

Ухвалено кафедрою МАХНВ (протокол № 20 від 20.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №11 від 28.06.2024)