



Совенко Наталія

Зміст

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну	3
2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі	3
4. Зміст навчальної дисципліни	4
5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни	5
6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів	5
7. Види навчальних занять та навчальної діяльності	6
8. Методи викладання, навчання	7
9. Методи та критерії оцінювання	7
10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни	9

- 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну
- 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі
- 4. Зміст навчальної дисципліни
- 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
- 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів
- 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності
- 8. Методи викладання, навчання
- 9. Методи та критерії оцінювання
- 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Обчислювальна гідроаеромеханіка
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра загальної механіки та динаміки машин
Розробник(и)	Загорулько А.В.
Рівень вищої освіти	другий рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	8 тижнів протягом 3-го семестру (1 модуль)
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 80 годин становить контактна робота з викладачем (32 годин лекцій, 48 години практичних робіт), 70 годин становить самостійна робота.
Мова(и) викладання	Українською мовою

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми «Комп'ютерна механіка».
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з: - фізики – система одиниць фізичних величин; - вищої математики – лінійна алгебра, векторна алгебра, аналітична геометрія, диференціальне та інтегральне числення, теорія диференціальних рівнянь, функції однієї і декількох змінних, частинні похідні; - теоретичної та аналітичної механіка – теорема про зміну кількості руху, геометричні характеристики плоских фігур (центр мас, статичний момент, момент інерції), умова динамічної рівноваги (принцип Даламбера). Дисципліни, що мають бути вивчені раніше: - гідроаеропружність, - комп'ютерне моделювання динамічних систем, - методи віброізоляції та врівноваження в механіці, - задачі ідентифікації математичних моделей динамічних систем - прогресивні технології виготовлення деталей насосного обладнання
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є досягнення студентами сучасного конструктивного, фундаментального мислення та системи знань про закони руху рідин і газу, а також про силову взаємодію між рідиною і обтікаючими нею тілами і обмежуючими її поверхнями, сучасних методів дослідження течії рідини та газу, та в набутті вмінь застосування цих знань при конструюванні гідравлічних машин, компресорів та ін., використовуючи сучасні інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Гідростатичний тиск. Основне рівняння гідростатики. Предмет аерогідромеханіки. Основні фізичні властивості рідин та газів. Сили, що діють в рідині. Гідростатичний тиск та його властивості. Диференціальні рівняння рівноваги рідини (рівняння Ейлера). Основне диференціальне рівняння гідростатики. Основне рівняння гідростатики. Закон Паскаля. Абсолютний та манометричний тиск. Закон розподілу тиску в газах. Відносний спокій рідини. Сила тиску рідини на плоску стінку. Сила тиску рідини на плоску стінку. Гідростатичний парадокс. Сила тиску рідини на криволінійну поверхню. Сила тиску рідини на криволінійну поверхню. Закон Архімеда.

Тема 2 Кінематика рідини. Два методи опису руху рідини. Основні кінематичні поняття (поле швидкості, лінія течії, траєкторія, поверхня течії, трубка течії, струйка течії, живий перетин, потік вектора швидкості). Функція течії. Потенціал швидкості. Рівняння суцільності. Витрата рідини. Теорема Коші-Гельмгольца про розклад швидкості частинки рідини. Теорема Гельмгольца. Теорема Стокса.

Тема 3 Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння Ейлера у формі Громека. Інтегрування рівнянь руху ідеальної рідини (інтеграли: Ейлера, Лагранжа, Бернуллі). Геометричне трактування рівняння Бернуллі. Енергетичний зміст рівняння Бернуллі.

Тема 4 Рівняння Бернуллі для ідеального газу. Рівняння Бернуллі для ідеального газу (ізотермічний рух газу, адіабатичний рух газу). Рівняння Сен-Венана і Вантцеля.

Тема 5 Рівняння кількості руху рідини. Рівняння кількості руху рідини. Сила дії потоку рідини на стінку криволінійного каналу. Сила дії потоку рідини на плоску стінку.

Тема 6 Диференціальні рівняння руху в'язкої рідини. Напруження у в'язкій рідині. Властивості напружень поверхневих сил. Рівняння руху рідини в напруженнях. Диференціальні

рівняння руху в'язкої рідини (рівняння Нав'є-Стокса).

Тема 7 Рівняння Рейнольдса для розвинутого турбулентного руху нестисливої рідини. Рівняння Рейнольдса для розвинутого турбулентного руху нестисливої рідини. Деякі гіпотези про турбулентні напруження.

Тема 8 Рівняння Бернуллі для струйки та потоку в'язкої нестисливої рідини. Одновимірний рух в'язкої рідини. Геометрична трактовка рівняння Бернуллі для потоку в'язкої рідини.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1.	знати основні закони руху та рівноваги рідини, основні моделі рідини, основні параметри, що характеризують рух рідини та їх фізичний зміст;
РН2	застосовувати закони руху і рівноваги рідини при розв'язанні практичних задач
РН3	уміти ставити і вирішувати задачі течії рідини при конструюванні сучасних складних машин, елементами яких є проточна частина і допоміжні тракти, в яких рухається рідина або газ (гідравлічних машин, компресорів, вентиляторів та ін.)
РН4	володіти та поглиблювати навички використання сучасних математичних, наукових та експериментальних методів досліджень, інформаційних технологій, прикладного програмного забезпечення при вирішенні інженерних та наукових задач

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:

ПРН 3	Продемонструвати вміння виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем.
ПРН 4	Показати теоретичні знання і практичні навички використання сучасних методів пошуку оптимальних параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного, імітаційного та комп'ютерного моделювання, зокрема і за умов неповної та суперечливої інформації.

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Л), та практичні заняття (ПЗ):

1.

Л 1. Гідростатичний тиск. Основне рівняння гідростатики. Предмет аерогідромеханіки. Основні фізичні властивості рідин та газів. Сили, що діють в рідині. Гідростатичний тиск та його властивості. Диференціальні рівняння рівноваги рідини (рівняння Ейлера). Основне диференціальне рівняння гідростатики. Основне рівняння гідростатики. Закон Паскаля. Абсолютний та манометричний тиск. Закон розподілу тиску в газах. Відносний спокій рідини.

Л 2. Сила тиску рідини на плоску стінку. Сила тиску рідини на плоску стінку. Гідростатичний парадокс. Сила тиску рідини на криволінійну поверхню. Сила тиску рідини на криволінійну поверхню. Закон Архімеда.

ПР 1-3. Основне рівняння гідростатики. Сила тиску рідини на плоску та криволінійну поверхню

Тема 2.

Л 3. Кінематика рідини. Два методи опису руху рідини. Основні кінематичні поняття (поле швидкості, лінія течії, траєкторія, поверхня течії, трубка течії, струйка течії, живий перетин, потік вектора швидкості).

Л 4. Кінематика рідини. Функція течії. Потенціал швидкості. Рівняння суцільності. Витрата рідини. Теорема Коші-Гельмгольца про розклад швидкості частинки рідини. Теорема Гельмгольца. Теорема Стокса.

ПР 4-6. Кінематика рідини.

Тема 3.

Л 5. Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння Ейлера у формі Громека.

Л 6. Рівняння руху ідеальної рідини. Інтегрування рівнянь руху ідеальної рідини (інтегралі: Ейлера, Лагранжа, Бернуллі). Геометричне трактування рівняння Бернуллі. Енергетичний зміст рівняння Бернуллі.

ПР 7-9. Рівняння руху ідеальної рідини.

Тема 4.

Л 7. Рівняння Бернуллі для ідеального газу. Рівняння Бернуллі для ідеального газу (ізотермічний рух газу, адіабатичний рух газу).

Л 8. Рівняння Сен-Венана і Вантцеля.

ПР 10-12. Рівняння Бернуллі

Тема 5.

Л 9. Рівняння кількості руху рідини. Рівняння кількості руху рідини.

Л 10. Рівняння кількості руху рідини. Сила дії потоку рідини на стінку криволінійного каналу. Сила дії потоку рідини на плоску стінку.

ПР 13-15. Сила дії потоку рідини на стінку криволінійного каналу.

Тема 6.

Л 11. Диференціальні рівняння руху в'язкої рідини. Напруження у в'язкій рідині. Властивості напружень поверхневих сил. Рівняння руху рідини в напруженнях.

Л 12. Диференціальні рівняння руху в'язкої рідини. Диференціальні рівняння руху в'язкої рідини (рівняння Нав'є-Стокса).

ПР 16-18. Диференціальні рівняння руху в'язкої рідини (рівняння Нав'є-Стокса).

Тема 7.

Л 13. Рівняння Рейнольдса для розвинутого турбулентного руху нестисливої рідини. Рівняння Рейнольдса для розвинутого турбулентного руху нестисливої рідини.

Л 14. Рівняння Рейнольдса для розвинутого турбулентного руху нестисливої рідини. Деякі гіпотези про турбулентні напруження.

ПР 19-21. Рівняння Рейнольдса для розвинутого турбулентного руху нестисливої рідини
Тема 8.

Л 15. Рівняння Бернуллі для струйки та потоку в'язкої нестисливої рідини.

Л 16. Одновимірний рух в'язкої рідини. Геометрична трактовка рівняння Бернуллі для потоку в'язкої рідини.

ПР 22-24. Рівняння Бернуллі для струйки та потоку в'язкої нестисливої рідини.

7.2 Види навчальної діяльності

НД 1 - підготовка до лекцій

НД2 - робота на практичних заняттях над індивідуальними і комплексними задачами, їх захист у виді письмового звіту або презентації

НД3 - виконання розрахункової роботи - кейс-завдання, що включає чисельний розрахунок статичних (силових та витратних) та динамічних характеристик вузла відцентрової машини

8. Методи викладання, навчання

МН1. інтерактивні лекції, лекції-обговорення та лекції-демонстрації - надають студентам широку теоретичну базу з теорії обчислюваної гідроаеромеханіки, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН 1, РН2, РН3).

МН2. практичні заняття, використовуючи індивідуальну та групову форму роботи над аналізом та розв'язанням конкретних задач, а також практики-відеоконференції, під час яких студенти повторюють роботу викладача стосовно до конкретної задачі, отримуючи навички роботи з певним програмним комплексом. Практичні заняття доповнюють лекційний матеріал і надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН 2, РН 3, РН 4);

МН3. практико-орієнтоване навчання (РР) (кейс-завдання) передбачає розв'язок комплексу пов'язаних задач, для розв'язання яких використовуються знання, набуті з дисциплін спеціальності, що є передумовою викладання даного курсу (РН1-РН4).

Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій, практичних занять, а також індивідуальна робота та робота в невеликих групах при оволодінні навичок роботи з сучасними комп'ютерними комплексами, підготовка звіту про виконання завдань практико-орієнтованого навчання, що розвиває навички самостійного навчання, критичного аналізу, синтезу та аналітичного мислення.

Самостійній роботі студента також сприятиме використання електронних засобів навчання (mix.sumdu.edu.ua, osw.mit.edu та інші).

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Оцінювання відповідно до отриманих за семестр рейтингових балів здійснюється за такою шкалою:

Сума балів	Оцінка ЕСТС	Оцінка національною	за	Визначення

(R)	ECTS	шкалою	
90-100	A	5 (відмінно)	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок
82-89	B	4 (добре)	Вище середнього рівня з кількома помилками
74-81	C		В загальному правильна робота з певною кількістю помилок
64-73	D	3 (задовільно)	Непогано, але зі значною кількістю недоліків
60-63	E		Виконання задовольняє мінімальні критерії
35-59	FX	2(незадовільно)	Можливе повторне складання
0-34	F		Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни

Примітка. Загальна кількість балів отриманих студентом за період навчання округлюється до цілого числа за загальноприйнятими математичними правилами, наприклад, студент отримав 59,5 балів \approx 60 балів - оцінка за шкалою ECTS - E, за національною шкалою - Задовільно.

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, настанови викладачів в процесі виконання практичних завдань, самооцінювання поточного тестування, обговорення та взаємооцінювання студентами під час розв'язання практичних задач, своєчасне виконання розрахункових робіт.

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Оцінювання протягом семестру проводиться у формі письмових опитувань (MO1), індивідуальних та колективних завдань (MO2). Всі роботи повинні бути виконані самостійно.

Оцінка студента формується таким чином:

1. аудиторна робота (методи вирішення задачі, презентація, обговорення) 30 балів;
2. контрольна робота (тести, задачі) 30 балів;
3. індивідуальне завдання (виконання, звіт, презентація, захист) 40 балів.

В особливих ситуаціях робота протягом семестру може бути виконана дистанційно:

1. розгляд розв'язків тестових прикладів (тести) 30 балів,
2. розв'язання практичних завдань (звіт) 30 балів,
3. індивідуальне завдання (виконання, звіт) 40 балів.

Форма підсумкового контролю - модульний контроль, що проводиться у письмовій формі за тестовими технологіями.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни студент повинен набрати не менше ніж 60% з кожного виду оцінювання.

Студент, який протягом навчального періоду виконав всі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну, яка відповідає позитивній оцінці, кількість рейтингових балів не менше 60, отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів. Складання заходу підсумкового семестрового контролю з метою підвищення позитивної оцінки не здійснюється.

Студент, який протягом поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35 балів, зобов'язаний скласти захід підсумкового семестрового контролю, яке здійснюється після завершення останнього модульно-атестаційного циклу у семестрі або екзаменаційної сесії, якщо вона передбачена, за додатковою відомістю семестрової атестації (першою незадовільною оцінкою вважається та, що отримана за наслідками модульних атестацій, яка виставляється в основну відомість семестрової атестації). Студент має право на два складання ПСК: викладачу та комісії. У разі незадовільного складання підсумкового семестрового контролю комісії студент отримує оцінку «незадовільно» («F» за шкалою ECTS) і відраховується з університету.

При успішному складанні заходу підсумкового семестрового контролю використовується оцінка «задовільно», яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів («E» за шкалою ECTS) із визначенням рейтингового балу 60.

Студент, який за наслідками модульних атестацій набрав менше 35 рейтингових балів, не допускається до підсумкового семестрового контролю, отримує оцінку «незадовільно» (за шкалою ECTS - «F») і відраховується з університету

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання	Навчальний процес потребує використання креслення елементів машин ЗН 1, мультимедійної та проєкційної апаратури ЗН 2, комп'ютерного обладнання ЗН 3 та певних програмних комплексів ЗН 4 (Autodesk Inventor Student 2019, ANSYS Academic Research CFD 12.1, ANSYS Student 19.2, OpenFoam 5.0)
10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	<p><i>Основна література.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конспект лекцій з дисципліни «Обчислювальна гідроаеромеханіка» [Електронний ресурс] / А.В. Загорулько. - Суми : Сумський державний університет, 2019. Режим доступу: https://elearning.sumdu.edu.ua/s/0b-orm 2. Практичні заняття з дисципліни «Обчислювальна гідроаеромеханіка» [Електронний ресурс] / А.В. Загорулько. - Суми : Сумський державний університет, 2019. Режим доступу: https://elearning.sumdu.edu.ua/s/91-orp <p><i>Допоміжна література:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Константинов Ю.М. Гидравлика. – Киев: Вища школа, 1981. – 360 с. 2. Каліон, В. А. Обчислювальна гідромеханіка. Рівняння Нав'є - Стокса [Текст] : навч. посіб. / В. А. Каліон. – К. : Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2017. – 207 с. (http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=694237) 3. Каліон, В. А. К17 Обчислювальна гідромеханіка. Модельні задачі : навчальний посібник / В. А. Каліон . – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. – 175 с. (http://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2018/03/Kalion_OG_2010_1.pdf) 4. Numerical fluids mechanics (https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-29-numerical-fluid-mechanics-spring-2015/) 5. Computational method in aerospace engineering (https://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-90-computational-methods-in-aerospace-engineering-spring-2014/) 6. Foundation of computational fluids dynamics (https://www.classcentral.com/course/swayam-foundation-of-computational-fluid-dynamics-3975)