

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Гідроаеропружність
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра комп'ютерної механіки імені Володимира Марцинковського
Розробник(и)	Савченко Євген Миколайович
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 5-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 48 годин становить контактна робота з викладачем (32 годин лекцій, 16 години практичних робіт), 102 години становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Комп'ютерна механіка"
Передумови для вивчення дисципліни	Вища математика за технічним напрямком, Теоретична механіка, Опір матеріалів, Теорія пружності, Теорія коливань, Гідроаеромеханіка
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 поведінки конструкцій, взаємодіючих з рідиною чи газом, сучасних методів дослідження у даній сфері, а саме оволодіти прийомами і методами розрахунку стійкості пружних систем, обтічних потоком рідини чи газу та реалізації цих методів на практиці, вміти аналізувати різні варіанти об'єктів розрахунків, оцінювати надійність роботи пружних конструкцій.

4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Визначення гідроаеродинамічних сил деформаційної поверхні</p> <p>Визначення гідроаеродинамічних сил деформаційної поверхні Рівняння потенціального потоку. Лінеаризація рівнянь по методу малих збуджень. Коливання крила у двомірному потоці нестискуваної рідини. Визначення аеродинамічних сил у разі великих надзвукових швидкостей. Закон плоского перерізу.</p>
<p>Тема 2 Дивергенція і згинально-крутильний флатер стержнів і пластин</p> <p>Дивергенція і згинально-крутильний флатер стержнів і пластин Характеристика профілів. Дивергенція пружно закріпленого елемента крила. Критична швидкість реверса елеронів. Рівняння малих згинально-крутильних коливань крила у потоці газу. Метод Гальоркіна . Флатер одномасової системи з двома ступенями свободи. Критерій Рауса-Гурвиця. Згинально-крутильний флатер пластини.</p>
<p>Тема 3 Коливання поганообтікаємого стержня у потоці рідини та газу</p> <p>Коливання поганообтікаємого стержня у потоці рідини та газу Коливання циліндра у потоці газу. Такомський міст та його руйнування. Інші приклади нестійкості.</p>
<p>Тема 4 Панельний флатер. Інші задачі гідроаеропружності</p> <p>Панельний флатер. Інші задачі гідроаеропружності Флатер прямокутної пластини вільно опертої по двом кромкам паралельно потоку. Дивергенція циліндричної панелі. Флатер циліндричної панелі. Метод Лагранжа. Нелінійні задачі панельного флатера. Інші задачі гідроаеропружності. Аналіз роботи ущільнень з деформованими плавальними кільцями.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Оволодіти прийомами і методами розрахунку стійкості та надійності пружних систем, обтічних потоків рідини чи газу
РН2	Уміти обґрунтовано ставити, аналізувати та розв'язувати задачі зв'язані з розрахунком об'єктів, обтічних потоків рідини чи газу, оцінювати надійність роботи пружних конструкцій з урахуванням гідроаеродинамічних сил
РН3	Використовувати сучасні технічне та програмне забезпечення при реалізації задач, зв'язаних з розрахунком стійкості та надійності пружних систем, обтічних потоків рідини чи газу

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.
Для спеціальності 131 Прикладна механіка:

ПР1	Вміння розв'язувати задачі аналізу та моделювання елементів конструкцій, обтічних потоків рідини чи газу, а також оцінки їх стійкості та надійності з урахуванням гідроаеродинамічних сил, аналізувати отримані результати та визначити межі їх придатності за допомогою сучасних комп'ютерних комплексів
-----	---

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Визначення гідроаеродинамічних сил деформаційної поверхні
Лк1 "Рівняння потенціального потоку." (денна) Рівняння Ейлера. Інтеграл Бернуллі.
Лк2 "Лінеаризація рівнянь по методу малих збуджень." (денна) Лінеаризація. Потенціал швидкості. Число Маха.
Лк3 "Коливання крила у двомірному потоці нестискуваної рідини." (денна) Лінійна теорія. Функція перетворення Жуковського. Рівняння Лапласа.
Лк4 "Визначення аеродинамічних сил у разі великих надзвукових швидкостей." (денна) Закон плоского перерізу. Обтікання крила надзвуковим потоком.
Пр1 "Коливання крила у двомірному потоці нестискуваної рідини" (денна) Моделювання обтікання крила потоком повітря або рідини.
Тема 2. Дивергенція і згинально-крутильний флатер стержнів і пластин
Лк5 "Характеристика профілів. Дивергенція пружно закріпленого елемента крила." (денна) Знаходження рівноважного стану крила. Коефіцієнт підйомної сили. Аеродинамічний момент.
Лк6 "Критична швидкість реверса елеронів. Рівняння малих згинально-крутильних коливань крила у потоці газу." (денна) Модель елемента крила з елеронів. Реверс елерона. Підйомна сила крила.
Лк7 "Метод Гальоркіна . Флатер одномасової системи з двома ступенями свободи. Критерій Рауса-Гурвиця." (денна) Порівняння критичних швидкостей крила літака. Умови флатеру для одномасової системи з двома ступенями свободи.
Лк8 "Згинально-крутильний флатер пластини." (денна) Класичний флатер. Згинально-крутильні коливання крила з потоком повітря.
Пр3 "Дивергенція і згинально-крутильний флатер стержнів і пластин" (денна) Моделювання поєднаної динамічної задачі повітря-тверде тіло та аналіз отриманих результатів.
Тема 3. Коливання поганообтікаємого стержня у потоці рідини та газу
Лк9 "Коливання циліндра у потоці газу." (денна) Аеродинамічне навантаження . Механічна модель циліндра, що коливається в потоці рідини.

Лк10 "Такомський міст та його руйнування." (денна) Обтікання двотаврового профілю. Модель двотаврового профілю.
Лк11 "Інші приклади нестійкості." (денна) Труби зі зварюванням. Колодкові демпфери.
Лк12 "Приклади нестійкості" (денна) Перископи підводних човнів. Нестійкі коливання проводів. Коливання ліній передач.
Пр3 "Коливання циліндра у потоці газу" (денна) Аналітичне описання коливань циліндра у плоскості.
Тема 4. Панельний флатер. Інші задачі гідроаеропружності
Лк13 "Флатер прямокутної пластини вільно опертої по двом кромкам паралельно потоку. Дивергенція циліндричної панелі." (денна) Рівняння коливань пластинки. Метод послідовних наближень. Дивиргенція.
Лк14 "Флатер циліндричної панелі. Метод Лагранжа." (денна) Динамічна стійкість циліндричної панелі. Обтікання циліндричної панелі. Метод Лагранжа.
Лк15 "Нелінійні задачі панельного флатера. Інші задачі гідроаеропружності." (денна) Втомні пошкодження. Проблеми задач у нелінійній постановці. Відцентрові машини.
Лк16 "Аналіз роботи ущільнень з деформованими плавальними кільцями." (денна) Умови деформації ущільнення з плаваючими кільцями. Умови рівноваги пристрою.
Пр4 "Панельний флатер" (денна) Розрахунки умов панельного флатеру за допомогою моделювання.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекцій
НД2	Робота на практичних заняттях над індивідуальними і комплексними задачами, їх захист у виді письмового звіту або презентації
НД3	Виконання та захист розрахункової роботи – розв'язок задачі гідропружних явищ в ущільненнях з деформованими плавальними кільцями, що охоплює усі теми курсу.

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	інтерактивні та проблемні лекції - надають студентам широку теоретичну базу з теорії ідентифікації математичних моделей динамічних систем, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН 1, РН 2).
МН2	практичні заняття, використовуючи індивідуальну та групову форму роботи над аналізом та розв'язанням загальних задач, отримуючи навички роботи з певним програмним комплексом. Практичні заняття доповнюють лекційний матеріал і надають студентам можливість самостійно застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН 1, РН 2, РН 3).

практико-орієнтоване навчання (РР) передбачає розв'язок практичної задачі (РН1 – РН3), що охоплює усі теми курсу. Самостійному навчанню сприятиме робота в невеликих групах при оволодінні навичок роботи з сучасними комп'ютерними комплексами, підготовки презентацій за результатами роботи, що будуть представлені іншим студентам, а потім проаналізовані та обговорені, та продемонстровані у звіті про виконання завдань практико-орієнтованого навчання. Це буде сприяти діалогові між викладачем і студентами, виявленню часом суперечливих проблем. Під час підготовки до презентацій за результатами практико-орієнтованого навчання студенти розвиватимуть навички самостійного навчання, критичного аналізу, синтезу та аналітичного мислення.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, спостереження за ходом виконання практичних робіт і співбесіда з проблемних питань, самооцінювання поточного тестування, обговорення та взаємооцінювання студентами під час розв'язання практичних задач, контроль самостійного та своєчасного виконання контрольних робіт.
------	--

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Аудиторна робота (методи вирішення задачі, презентація, обговорення)
МСО2	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО3	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:

5 семестр		100 балів
МСО1. Аудиторна робота (методи вирішення задачі, презентація, обговорення)		12
		12
МСО2. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		48
	3x16	48
МСО3. Підсумковий контроль: екзамен		40
		40

Контрольні заходи в особливому випадку:

5 семестр		100 балів
МСО2. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		60
	4x15	60
МСО3. Підсумковий контроль: екзамен		40
		40

Рейтингові бали шкали оцінювання з навчальної дисципліни розподіляються між модульними атестаціями і іспитом відповідно 60 та 40 балів. Захід іспиту проводиться в період екзаменаційної сесії. До складання іспиту студент допускається за умови виконання усіх видів запланованої навчальної роботи та отримання з даної дисципліни не менше 12 рейтингових балів (20% від призначених 60 балів на модульні атестації). В іншому випадку студент не допускається до іспиту, отримує оцінку „незадовільно” (F за шкалою ECTS) і відраховується з університету. При отриманні за наслідками модульних атестацій та складання ДСК загального рейтингового балу, що відповідає незадовільній оцінці FX (не менше 35 балів), студентові надається право на дворазове складання (викладачеві та комісії) заходу підсумкового семестрового контролю (іспиту). Складання іспиту 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). У разі незадовільного складання підсумкового семестрового контролю комісії студент отримує оцінку „незадовільно” (F за шкалою ECTS) і відраховується з університету. При повторному складанні іспиту оцінювання здійснюється без урахування рейтингових балів модульних атестацій. 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.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи
ЗН3	Прикладне програмне забезпечення (SolidWorks, Ansys)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Конспект лекцій з дисципліни «Гідроаеропружність» [Електронний ресурс] / І.Б. Карінцев. - Суми : Сумський державний університет, 2019. Режим доступу: https://elearning.sumdu.edu.ua/s/0b-orm
2	Практичні заняття з дисципліни “ Задачі ідентифікації математичних моделей динамічних систем [Електронний ресурс] / І.Б. Карінцев.. - Суми : Сумський державний університет, 2019. Режим доступу: https://elearning.sumdu.edu.ua/s/91-orm
3	Karintsev, I. B. Hydroaeroelasticity [Текст] : textbook / I. B. Karintsev, I. V. Pavlenko. – Sumy : Sumy State University, 2017. – 235 p. – ISBN 978-966-657-692-0 : 86-50.(http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=675643)
Допоміжна література	
1	Опір матеріалів (спецкурс) і основи теорії пружності і пластичності: курс лекцій для студентів напряму підготовки «Будівництво» /Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець, – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2017. – 232с. (http://elartu.tntu.edu.ua/handle/1)
2	Build aerodynamics (https://www.classcentral.com/course/spobuildaerodynamics-1392)