

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем» (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми _____



Гнитько О.М.

(ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2025 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні методи оптимізації конструкцій (CAE)

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерний інжиніринг»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків – 2025 р.

Розробник: ст. викладач Горосян О.В.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем (№ 202)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)

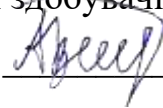


(підпис)

Олег БАРАНОВ
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

студентка групи 247



Анастасія ЛАГОРЖЕВСЬКА

(підпис)

(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Торосян Олена Василівна, старший викладач. З 2020 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- експлуатація і обслуговування машин протягом їх життєвого циклу;
- устрій і проектування машин;
- сучасні методи оптимізації конструкцій.

Напрями наукових інтересів: проектування та конструювання об'єктів машинобудування за допомогою SolidWorks.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 7 семестр.

Обсяг дисципліни:

4 кредитів ЄКТС (120 годин), у тому числі аудиторних – 64 годин, самостійної роботи здобувачів – 56 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача, індивідуальне завдання.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – механіка матеріалів та конструкцій, комп'ютерні технології проектування (CAD).

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – устрій і проектування машин (CAD)(КП), загальні принципи раціонального конструювання.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Формування у здобувачів знань теоретичних основ, практичних навичок і вмінь використання сучасних комп'ютерних пакетів прикладних програм інженерного аналізу CAE-систем.

Завдання

Вивчення методів автоматизації інженерних розрахунків для виробництва конкурентної машинобудівної продукції широкого спектру призначення з використанням інтегрованих CAE систем; вивчення теоретичних знань і практичних навичок про основні засоби використання інтегрованої системи SolidWorks Simulation та технології її виконання у проектно-конструкторських розробках.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

- здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології;
- здатність використовувати знання у практичних ситуаціях;
- навички використання інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема сучасного програмного забезпечення CAE.
- здатність навчатися та оволодівати сучасними знаннями;
- здатність шукати та опрацьовувати інформацію з різних джерел;
- здатність працювати з іншомовною технічною документацією та спілкуватись іноземною мовою.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувач будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

- знання і розуміння засад фундаментальних математичних методів моделювання та оптимізації;
- знання з механіки і машинобудування та спроможність окреслювати перспективи їхнього розвитку;
- вміння ставити та розв'язувати завдання, застосовуючи передові інженерні методи розрахунку (CAE);
- вміння системно аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи;
- навички експериментування та аналізування результатів;
- вміння поєднувати теорію та практику для розв'язування інженерного завдання;
- самостійно будувати математичні моделі конструкцій, формулювати завдання оптимізації, обирати відповідні методи розв'язання і налаштовувати параметри обчислень;

–вміння розробляти машини та устаткування галузевого машинобудування на базі систем автоматизованого проектування (CAD);

– аналізувати результати комп'ютерного моделювання, здійснювати перевірку точності та адекватності моделі, інтерпретувати результати оптимізації.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Кінцево-елементний аналіз з використанням SolidWorks Simulation.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Основні поняття кінцево-елементного аналізу та його. Інтерфейс SolidWorks Simulation. Складові частини інтерфейсу. Менеджер проекту. Меню. Панелі інструментів.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Вирішування задачі і види аналізу.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Ознайомлення з інтерфейсом SolidWorks Simulation».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Взаємодія з SolidWorks при вирішенні задачі. Параметри аналізу. Сценарії проектування.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 3. Матеріали.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Завдання властивостей матеріалів. Використовування бібліотек властивостей матеріалів. Створення власного матеріалу за заданими параметрами. Ортотропні та ізотропні матеріали.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Адаптація знань щодо властивостей матеріалів.

Тема 4. Граничні умови.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Статичні і кінематичні граничні умови. Масові навантаження. Способи закріплення твердих тіл в SolidWork Simulation. Налаштування системи SolidWork Simulation для подальшого розрахунку.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 5. Навантаження для 2D конструкції.

- *Форма занять: лекція, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практичні роботи: «Вирішування задачі 2D конструкції балки за допомогою AutoDesk ForceEffect», «Визначення НДС 2D конструкції балки у SolidWorks Simulation».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Формування зосереджених сил для 2D балки. Формування розподілених сил для 2D балки. Формування моментів для 2D балки. Методологія визначення НДС в SolidWork Simulation для 2D конструкції.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 6. Навантаження для 3D конструкції.

- *Форма занять: лекція, практичні роботи, самостійна робота.*
- *Практичні роботи: «Визначення НДС 3D конструкцій у SolidWorks Simulation», «Визначення НДС рами».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Формування різних видів навантажень для 3D конструкцій (сили, моменти, тиск). Методологія визначення НДС в SolidWork Simulation для 3D конструкції.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 7. НДС листового матеріалу.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Визначення НДС пластини».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Формування різних видів закріплень для оболонки. Формування різних видів навантажень для оболонки. Методологія визначення НДС в SolidWork Simulation для оболонки.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 8. Дискретизація. Визначення НДС.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Порядок елементів і точність розрахунку. Локальне ущільнення сітки. Процедура та методи рішення задачі визначення НДС конструкцій у SolidWork Simulation. Представлення результатів дослідження.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 2.

Тема 9. Дослідження НДС кронштейна.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Дослідження НДС кронштейна».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Побудова геометричних моделей звичайного кронштейну та з порожнинами. Закріплення та навантаження за заданими параметрами. Розрахунок і статичний аналіз НДС. Побудова графіків. Порівняння результатів.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 10. Зменшення числа ступенів вільності.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Зменшення числа ступенів вільності».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Побудова геометричної моделі об'єкту (кронштейн). Закріплення та навантаження за заданими параметрами. Розрахунок і статичний аналіз НДС. Спрощення моделі дослідження. Побудова графіків. Порівняння результатів.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення засобів побудови геометричної моделі об'єкту (кронштейн). Оформлення практичної роботи та підготовка до її здачі.

Тема 11. Дослідження проектування.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*

- *Практична робота: «Дослідження проектування».*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Виконання статичного дослідження балки за заданими параметрами. Оптимізація отриманого рішення за критерієм мінімального розходу матеріалу (мінімальна маса конструкції).

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Оформлення практичної роботи та підготовка до її здачі.

Тема 12. Задача визначення втрати стійкості стержня.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Задача визначення втрати стійкості стержня».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Загальні принципи втрати стійкості на прикладі стержня. Розрахунок жорстко закріпленого стержня. Розрахунок шарнірно опертого стержня. Розрахунок стержня з опорою, що ковзає. Порівняння результатів.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Оформлення практичної роботи та підготовка до її здачі.

Тема 13. Задача визначення втрати стійкості пластини.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Задача визначення втрати стійкості пластини».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Загальні принципи втрати стійкості на прикладі пластини. Закріплення та навантаження за заданими параметрами. Виконання розрахунку та порівняння результатів.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Оформлення практичної роботи та підготовка до її здачі.

Тема 14. Дослідження складної одиниці.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Дослідження складної одиниці».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Передумови дослідження. Загальна концепція дослідження. Завдання матеріалів. Закріплення. Навантаження. Виконання розрахунку. Виключення окремих компонентів з дослідження. Накладення нового закріплення. Аналіз отриманих результатів.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Оформлення практичної роботи та підготовка до її здачі.

Тема 15. Контактна задача.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Практична робота: «Контактна задача».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Передумови дослідження. Загальна концепція дослідження. Застосування симетричного закріплення. Виявлення локального контакту. Закріплення. Навантаження. Виконання розрахунку. Аналіз отриманих результатів.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Оформлення практичної роботи та підготовка до її здачі.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Тема 1. Обчислення напружено деформованого стану балки в SW Simulation.

Визначення основних параметрів НДС балки за допомогою AutoDesk ForceEffect. Визначення основних параметрів НДС балки за допомогою SolidWorks Simulation як 2D конструкції. Визначення основних параметрів НДС балки за допомогою SolidWorks Simulation як 3D конструкції.

Тема 2. Обчислення напружено деформованого стану кронштейну в SW Simulation.

Визначення основних параметрів НДС звичайного кронштейну. Визначення основних параметрів НДС кронштейну з порожнинами. Зменшення числа ступенів вільності кронштейну.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання та захист практичних робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Виконання та захист індивідуального завдання	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання та захист практичних робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Виконання та захист індивідуального завдання	0...10	1	0...10
Всього за семестр			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, <i>курсового проекту</i> (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з теоретичного запитання (максимальна кількість балів 20)

1. Деформації усередині скінченного елемента.
2. Види відображення деформації у скінченному елементі.
3. Апроксимація переміщень усередині скінченного елемента.
4. Формування глобального вектору вузлових переміщень МСЕ.
5. Формування матриці жорсткості скінченного елемента.
6. Двовимірний симплекс елемент.
7. Функція форми двовимірного симплекс елемента.
8. Формування глобальної системи скінчено елементних рівнянь.

9. Методи вирішення глобальної системи скінчено елементних рівнянь.

10. Основні поняття і концепція MCE.

11. Дискретизація області задачі в SWS.

та практичного рішення двох задач в системі SW Simulation (максимальна кількість балів 40 за кожну задачу).

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74) – мати мінімум знань і умінь для забезпечення програмних результатів навчання. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи.

Добре (75-89) – твердо знати мінімум, успішно захистити індивідуальне завдання, виконати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк, здати дві модульні роботи. Показати систематичний характер знань по дисципліні. Вміти вирішувати прості задачі за допомогою системи SW Simulation.

Відмінно (90-100) – здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно», та правильно виконати всі практичні завдання. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Мати всебічне, систематичне та глибоке знання матеріалу та вміти вільно виконувати завдання, проявляти творчі здібності в розумінні, викладанні та використанні матеріалів дисципліни. Показати вміння аналізувати результати розв'язання практичних задач.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

• http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_the_mes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&d ocname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D

1%96%D0%B2&theme_cond=all_theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

•Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8384>

11. Рекомендована література

Базова

1. Matt Weber. SolidWorks Simulation 2017 Black Book. Published by CAD/CAM/CAE WORKS, USA. 2016 – 479 p.

2. Huei-Huang Lee. Mechanics of Materials lab with Solidworks Simulation. –SDC publications –2014, 285 p.

3. Автоматизація інженерних розрахунків в машинобудуванні : метод. вказівки до викон. лаб. робіт студ. спец. 131 «Прикладна механіка» ,133 «Галузеве машинобудування» / [уклад. О.І. Скібінський, В.М. Селєхова] ; М-во освіти і науки України, Центральнo укр. нац. техн. ун-т, каф. технології машинобудування. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 64 с.

<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8663/1/AIRM%20LR.pdf>

Допоміжна

1. Paul Kurowski. Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2020. – SDC Publications, 2020 – 596 p.

2. Shahin Nudehi. Analysis of Machine Elements Using Solidworks Simulation 2019. – SDC Publications, 2019 – 370 p.