

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

**Кафедра теоретичної механіки, машинознавства
та роботомеханічних систем (№ 202)**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова НМК _____
Сергій МІЖНИК
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«_29_» __серпня__ 2025 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА ТА ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

(курсoвий проєкт)_
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

14 «Електрична інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»,
133 «Машинобудування»,
134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»,
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»
142 «Енергетичне машинобудування»,
144 «Теплоенергетика»


(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: 131 «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»,
«Динаміка і міцність машин», «Комп'ютерне моделювання механічних процесів»,
133 «Комп'ютерний інжиніринг»,
134 «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки», «Авіаційні двигуни
та енергетичні установки», «Ракетно-космічна техніка»
141 «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»
142 «Газотурбінні установки і компресорні станції»,
144 «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025


Харків – 2025 р.

Розробник (и): Кладова О.Ю., доцент, к.т.н., доцент _____  _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)


Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри

Кафедра теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем (№ 202) _____
(назва кафедри)

Протокол № 10 від «26» червня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор _____  _____ Олег БАРАНОВ _____
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

студент гр.239 _____  _____ Богдан Уколов _____
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Кладова Ольга Юріївна

Посада: доцент каф. 202

Науковий ступінь: к.т.н.

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Теоретична Механіка і Теорія Механізмів і машин,
Технічна Механіка

Напрями наукових досліджень:

Працездатність і напружено-деформований стан елементів
гетерогенних систем, що навантажуються імпульсно.
Кінематика, динаміка планетарних і диференціальних
механізмів

Контактна інформація: o.kladova@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна/Заочна
Семестр	4 (нормативний термін навчання) 2 (скорочений термін навчання)
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 2 кредитів ЄКТС/60 годин (32 аудиторних, з яких: практичні – 32; СРЗ – 28; <u>заочна</u> : 2 кредитів ЄКТС /60 годин (4 аудиторних, з яких: практичні – 4; СРЗ – 56)
Види навчальної діяльності	Практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – диф. залік 4 семестр
Пререквізити	Вища математика, фізика, геометричне моделювання, теоретична механіка і теорія механізмів і машин

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета: вивчення методів дослідження властивостей механізмів і машин, проектування важільних і зубчастих механізмів

Завдання: надбання знань і умінь для проектування вузлів машинобудування.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі механіки твердого тіла та практичні проблеми машинобудування, що передбачає застосування певних теорій та методів теоретичної механіки та теорії механізмів і машин, що характеризується комплексністю та/або невизначеністю умов

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- визначеність та наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- здатність застосовувати поняттєво-категоріальний апарат, загальну методологію та методи організації інженерної діяльності, аналізувати потреби та можливості автоматизації виробництва;

Фахові компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- аналізувати матеріали, конструкції та процеси на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки;
- оцінювати параметри працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі за наявності деякої невизначеності;
- формулювати задачі механічного дослідження механічних систем, адекватні математичні моделі механічного руху механічних систем з урахування їх властивостей, навантаження та спирання; розраховувати параметри математичних моделей, що відображують властивості, геометрію, зв'язки між елементами механічних систем;
- використовувати аналітичні та чисельні математичні моделі для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі

статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин;

- визначати основні види та чинники кінематичних та динамічних похибок, властивих важільним і зубчастим механізмам, умови їх виникнення, а також методи запобігання похибок і шкідливих коливань;
- застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (cad), виробництва (cam), інженерних досліджень (cae) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з теоретичної механіки і механіки механізмів і машин;
- описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

Програмні результати навчання

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- вибирати та застосовувати для розв'язання задач механіки твердого тіла придатні математичні методи;
- виконувати розрахунки умов рівноваги, кінематичних і динамічних характеристик окремих тіл і систем твердих тіл, визначати закон руху систем твердих тіл;
- створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Виконання курсового проекту з дисципліни «Теоретична механіка і Теорія механізмів та машин».

Змістовний модуль 1. Проектування важільного механізму.

Тема 1. Структурний аналіз, геометричний синтез і синтез за динамічними умовами важільного механізму.

Практична робота

Алгоритм структурного аналізу важільного механізму заданої схеми. Умови синтезу важільних механізмів з нижчими кінематичними парами. Синтез типових важільних механізмів з урахуванням кінематичних і динамічних критеріїв.

Самостійна робота здобувача освіти

Структурний аналіз механізму, який наведено у завданні, геометричний синтез і/або синтез за динамічними умовами відповідно до завдання. Повторення теоретичного матеріалу на відповідну тему, консультація з викладачем.

Тема 2. Дослідження кінематики важільного механізму.

Практична робота

Вибір методу дослідження кінематики важільного механізму (аналітичний або векторно-графічний). Побудова суміщених планів важільного механізму. Запис векторних рівнянь для визначення швидкостей та прискорень окремих точок і ланок важільного механізму. Визначення аналогів швидкостей та прискорень важільного механізму.

Самостійна робота здобувача освіти

Побудова суміщених планів важільного механізму в програмному середовищі Solid Works.

Для завдання, в якому рух початкової ланки невідомий: побудова безмасштабних планів швидкостей важільного механізму в програмному середовищі Solid Works у всіх положеннях або для одного положення, якщо обрано аналітичний метод дослідження.

Для завдання, в якому рух початкової ланки відомий: побудова у обраному масштабі планів швидкостей важільного механізму в програмному середовищі Solid Works у всіх положеннях або для одного положення, якщо обрано аналітичний метод дослідження.

Повторення теоретичного матеріалу на відповідну тему, консультація з викладачем.

Тема 3. Визначення сил, прикладених до ланок важільного механізму.

Практична робота

Теорема про жорсткий важіль Жуковського, рівняння руху механізму в інтегральній формі для призначення рушійної сили/моменту. Визначення сил інерції. Метод кінетостатики для визначення внутрішніх реакцій у кінематичних парах.

Самостійна робота здобувача освіти

Для завдання, в якому рух початкової ланки невідомий:

Визначення зрівноважувальної сили (моменту) методом важеля Жуковського або за принципом віртуальних переміщень. Задання законів дії рушійних сил і корисного опору сил. Знаходження роботи зрівноважувальної сили(моменту) і роботи рушійних сил (графічно або чисельно).

Для завдання, в якому рух початкової ланки відомий:

Визначення сил інерції, що діють на ланки механізму. Визначення реакцій в кінематичних парах за методом кінетостатики (методом Бруєвича з побудовою планів сил). Визначення сил тертя. Знаходження роботи сил тертя (графічно або чисельно).

Повторення теоретичного матеріалу на відповідну тему, консультація з викладачем.

Тема 4. Динамічна модель важільного механізму і дослідження її руху.

Практична робота

Вибір ланки або точки зведення. Визначення маси і моменту інерції ланок механізму. Зведення мас і моментів інерції. Зведення сил і моментів сил, що діють на ланки механізму.

Самостійна робота здобувача освіти

Визначення маси і моменту інерції ланок механізму як функції узагальнених координат. Повторення теоретичного матеріалу на відповідну тему, консультація з викладачем.

Тема 5. Динамічний синтез параметрів руху і визначення дійсного руху важільного механізму.

Практична робота

Визначення закону зміни кінетичної енергії важільного механізму. Методи дослідження руху важільного механізму. Нерівномірність і регулювання руху механізмів. Визначення моменту інерції махового колеса. Встановлення дійсного закону руху динамічної моделі важільного механізму. Находження дійсних швидкостей та прискорень окремих точок і ланок важільного механізму. Визначення нерівномірності і часу руху механізму.

Самостійна робота здобувача освіти

Для завдання, в якому рух початкової ланки невідомий: визначення закону руху точки/ланки зведення як функції узагальненої координати, визначення часу спрацювання, дійсних прискорень

Для завдання, в якому рух початкової ланки відомий: побудова діаграми Віттенбуера для визначення моменту інерції маховика.

Повторення теоретичного матеріалу на відповідну тему, консультація з викладачем, підготовка до модульного контролю

Тема 6. Подальший аналіз важільного механізму.

Практична робота

ККД механізмів з усталеним режимом руху. Силовий аналіз механізму для завдань, де закон руху був невідомий. Методи контролю правильності виконання розрахунків.

Самостійна робота здобувача освіти

Оформлення першого розділу розрахунково-пояснювальної записки. Оформлення перших двох аркушів графічної частини. захист першого розділу курсового проекту.

Повторення теоретичного матеріалу на відповідну тему, консультація з викладачем, підготовка до модульного контролю

Змістовий модуль 2. Проектування складного зубчастого механізму з циліндричними колесами.

Тема 1. Синтез і графічне дослідження кінематики складного зубчастого механізму.

Практична робота

Класифікація складних (багатоступінчастих) зубчастих механізмів. Аналіз кінематичної схеми складного зубчастого механізму. Кінематичний синтез ступенів з нерухомими осями. Кінематичний синтез планетарного механізму за заданою схемою. Побудова планів лінійних та кутових швидкостей простих зубчастих механізмів з нерухомими осями. Побудова планів лінійних та кутових швидкостей простих планетарних механізмів. Графічний метод визначення передаточного відношення складного зубчастого механізму.

Самостійна робота здобувача освіти

Оформлення першого розділу розрахунково-пояснювальної записки. Оформлення другого аркушу графічної частини.

Повторення теоретичного матеріалу на відповідну тему, консультація з викладачем, підготовка до модульного контролю

Тема 2. Оптиміальний синтез і геометрія зовнішнього евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.

Практична робота

Методи добору коефіцієнтів зміщення, що задовольняють певним параметрам зубчастого зачеплення. Оптиміальні умови добору коефіцієнтів зміщення. Блокуючі контури. Визначення параметрів геометрії зачеплення з використанням програмного забезпечення кафедри. Коефіцієнт торцевого перекриття. Коефіцієнт відносного ковзання. Коефіцієнт питомого тиску.

Самостійна робота здобувача освіти

Оформлення третього розділу розрахунково-пояснювальної записки. Оформлення третього аркушу графічної частини.

Повторення теоретичного матеріалу на відповідну тему, консультація з викладачем, підготовка до модульного контролю

Модуль 2

Захист курсового проекту.

5. Індивідуальні завдання

Варіанти завдань першого розділу:

1. Спроекувати та дослідити механізм керування щитком вхідного пристрою авіаційного двигуна.
 2. Спроекувати та дослідити механізм випуска-уборки шасі.
 3. Спроекувати та дослідити механізм розкриття сонячної батареї
 4. Спроекувати та дослідити механізм двигуна внутрішнього згорання.
- та інші.

Другий розділ: виконати синтез чисел зубців та кінематичний аналіз планетарного механізму за поданою схемою , що задовольняє певні умови.

Третій розділ: дослідити якісні характеристики зовнішнього евольвентного зачеплення зубчастих коліс з поданими числами зубів, підібрати коефіцієнти зміщення, що задовольняють поданим умовам.

6. Методи навчання

Проведення викладачем:

- практичних занять,
- індивідуальних консультацій.

Самостійна робота студентів за підручниками та матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), участь у науковій роботі кафедри, написання тез, участь у студентських конференціях факультетів.

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю: контроль своєчасності виконання етапів курсового проектування, самоконтроль правильності виконання розрахунків, фінальний контроль у вигляді захисту курсового проекту комісії, що складається з двох викладачів, диференційного заліку.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Курсовий проект оформляють у вигляді розрахунково-пояснювальної записки (30...40 сторінок рукописного або друкованого тексту формату А4) та графічної частини, яка складається з трьох/чотирьох аркушів — перший формату А1, другий формату А1 або А2 і інші формату А3 або А4.

До складу розрахунково-пояснювальної записки входять: титульний аркуш, технічне завдання на курсове проектування, зміст, вступ, основна частина, висновок, список використаної літератури. Основна частина складається з трьох розділів. Кожен розділ має містити формулювання задачі, вихідні дані, всі розрахунки, що виконані при проектуванні, з короткими

поясненнями. В разі необхідності розрахунки повинні супроводжуватися схемами, рисунками та посиланнями на відповідні графічні аркуші.

Графічна частина оформлюється відповідно до вимог стандартів ЄСКД та ДСТУ з врахуванням вимог специфіки курсового проекту.

Курсовий проект є самостійною роботою студента під керівництвом викладача.

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Розділ 1			
Виконання підрозділу 1.1. Тема 1	0...5	1	0...5
Виконання підрозділу 1.2. Тема 2	0...5	1	0...5
Виконання підрозділу 1.3. Тема 3	0...5	1	0...5
Виконання підрозділу 1.4. Тема 4	0...5	1	0...5
Виконання підрозділу 1.5. Тема 5	0...5	1	0...5
Виконання підрозділу 1.6. Тема 6	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 2			
Розділ 2			
Виконання підрозділу 2. Тема 1	0...10	1	0...10
Розділ 3			
Виконання підрозділу 3. Тема 2	0...10	1	0...10
Захист курсового проекту	0...50	1	0...50
Всього за семестр			0...100

Таблиця 8.2 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти за виконання курсового проекту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до <u>25</u>	до <u>25</u>	до <u>50</u>	100

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	

0 – 59	Незадовільно	Не зараховано
--------	--------------	---------------

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- 1) призначення механізму, що проектується;
- 2) послідовність виконання структурного синтезу важільного механізму;
- 3) основи аналітичного та графоаналітичного методів дослідження кінематики важільного механізму;
- 4) види динамічних моделей, що застосовуються при дослідженні руху важільного механізму;
- 5) параметри руху важільного механізму;
- 6) час спрацьовування механізму та основи методів його знаходження;
- 7) основи методів силового аналізу важільних механізмів;
- 8) умови існування планетарного зубчастого механізму;
- 9) критерії оптимального синтезу зовнішнього евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення;
- 10) якісні критерії евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- 1) виконувати геометричний синтез важільного механізму;
- 2) знаходити швидкості окремих точок та ланок механізму;
- 3) будувати динамічну модель, що застосовуються при дослідженні руху важільного механізму;
- 4) знаходити дійсний закон руху важільного механізму;
- 5) знаходити час спрацьовування важільного механізму;
- 6) виконувати силовий розрахунок важільних механізмів;
- 7) виконувати синтез простих планетарних механізмів;
- 8) задавати оптимальні коефіцієнти зміщення евольвентного циліндричного зубчастого зачеплення;
- 9) оформлювати розрахунково-пояснювальну записку та аркуші графічної частини відповідно до вимог стандартів ЄСКД та ДСТУ.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно (60-74). Виконати не менше 60 відсотків кожного з трьох розділів курсового проекту. Показати мінімум знань та умінь. Бути присутнім не менше ніж на половині практичних занять.

Добре (75-89). Виконати весь курсовий проект. Твердо знати мінімум. Одержати на модульному контролі не менше ніж 10 балів. Бути присутнім не менше ніж на 70 відсотках практичних занять.

Відмінно (90-100). Виконати весь курсовий проект. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Одержати на модульному контролі не менше ніж 15 балів. Бути присутнім не менше ніж на 90 відсотках практичних занять.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня ознайомитися з матеріалом відповідного практичного заняття, розв'язати задачі, що видано для самостійного розв'язку, і завантажити їх в дистанційний курс, виконати тест, якщо це заплановано.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Курс теорії механізмів і машин [Текст] : навч. посіб. / В. В. Усік, В. О. Меньшиков. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 320 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Menshukov_Dunamika_Mehanizmov.pdf
2. Алферов В.В. Визначення геометричних параметрів та якісних показників зміщеного евольвентного зачеплення. Харків, ХАІ, 1999– 36 с.
3. Правила оформлення навчальних і науково-дослідних документів [Текст] : навч. посіб. / Ю. А. Воробйов, Ю. О. Сисоєв. – 4-те вид., випр. і доп. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 88 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Vorobjov_Pravila.pdf

11. Рекомендована література

Базова

1. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. – К. «Наукова думка»/ Підручник. – 2002. 660 с.
2. Кіницький Я.Т. Практикум із теорії механізмів і машин/ Навч. посібник. – Львів. 2004. – 452 с.
3. Курсове проектування з теорії механізмів і машин : навчальний посібник / М. М. Вірник, Ю. В. Булига. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 211 с.
4. John J. Uicker, Jr., Gordon R. Pennock, and Joseph E. Shigley, Theory of Machines and Mechanisms, Fifth Edition – McGraw-Hill series in mechanical engineering, 2017.
5. Zakhovaiko O. P. Theory of mechanisms and machines. In 2 parts. [Electronic resource]: Textbook / O. P. Zakhovaiko. – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2020 . – Part 1. : Classification and analysis of mechanisms. – Electronic text data (1 file: 9,13 MB). – 188 p.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/40261/1/Textbook_Eng_TMM_P1_2_020_03_26.pdf

Допоміжна

1. Перегон В.А., Воропай О.В., Коряк О.О., Єгоров П.А. Важільні механізми, передачі та зачеплення: навчальний посібник. Х.: ФОП Бровін О.В. 2025. 188 с. ISBN 978-617-8238-90-2
<https://dSPACE.khadi.kharkov.ua/bitstreams/9d6ff2bd-d8e1-40f2-a4f0-cb0b84cc18cf/download>

12. Інформаційні ресурси

1. <https://mentor.khai.edu/course/section.php?id=29925>
2. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=10049>