Міністерство освіти і науки України

Український державний університет залізничного транспорту

Механіко-енергетичний факультет

Кафедра механіки і проектування машин

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

Код та назва спеціальності:	*144 Теплоенергетика*
Назва освітньої програми:	*Теплоенергетика*
Рівень вищої освіти:	*Перший (бакалаврський)*
Форма навчання:	*Денна/заочна*
Семестр:	*1 (денна), 2 (заочна)*
Кількість кредитів ЄКТС:	*3 кредити ЄКТС*
Форма підсумкового контролю:	*залік*
Розробники програми:	*Мороз Володимир Ілліч, д.т.н., професор* *Логвіненко Олександр Анатолійович, к.т.н., доцент*

Харків − 2025 р.

ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань:	*14 Електрична інженерія*
Обов’язкова / Вибіркова:	*Обов’язкова*
Курс / Семестр:	*3/1 (денна)*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

ПІБ викладача:	*Мороз Володимир Ілліч*
Контактна інформація:	*+380503236937, ауд. 2.316*
Час консультацій:	*Згідно з графіком консультацій кафедри*
Форми зв'язку:	*Zoom, Moodle, e-mail*
ПІБ викладача:	*Логвіненко Олександр Анатолійович*
Контактна інформація:	*+380663730350, ауд. 2.317*
Час консультацій:	*Згідно з графіком консультацій кафедри*
Форми зв'язку:	*Zoom, Moodle, e-mail, Viber, WhatsApp*

МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Метою викладання освітньої компоненти «Основи автоматизації проектування» є забезпечення методологічної, методичної та практичної підготовки здобувачів вищої освіти з проектування і конструювання типових об’єктів галузі, яка включає вивчення: основ методології, сучасних принципів і методів проектування та конструювання технічних систем; можливостей методичного забезпечення для проведення проектувальних розрахунків, а також оформлення конструкторської документації з використанням електронно-обчислювальних машин; принципів побудування, розробки методичного забезпечення проектуючих підсистем і практичного застосування систем автоматизованого проектування при розв’язанні інженерних задач з оптимізаційного проектування технічних об’єктів. Основним завданням вивчення освітньої компоненти «Основи автоматизації проектування» є підготовка спеціалістів залізничного транспорту в області методології проектування складних технічних систем, сучасних методів проектування і конструювання технічних засобів.

КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність: здатність розв’язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у енегергетичній галузі в області енергетичного менеджменту або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін.

ФК3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

ФК4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.

ФК5. Здатність визначати, досліджувати та розв’язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов’язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК9. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

Програмні результати навчання:

РН4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

РН5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

РН9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

РН11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

РН13. Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

РН14. Мати навички розв’язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік освітніх компонент чи курсів, необхідних для засвоєння: «Вища математика», «Фізика», «Нарисна геометрія та інженерна графіка», «Обчислювальна техніка та програмування», «Теоретична механіка», «Технічна механіка».

ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Освітні компоненти, для яких знання з цієї дисципліни є базовими: «Автоматизація теплоенергетичних установок», «Теплосилові установки та нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів на залізничному транспорті», «Холодильні установки та трансформатори теплоти», «Теплові електричні станції», «Енергозбереження на залізничному транспорті та підприємствах галузі», «Експлуатація та ремонт електрообладнання».

ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Відповідно до резолюції ООН №70/1 та Указу Президента України №722/2019, освітня компонента «Основи автоматизації проектування» сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку:

SDG4: Якісна освіта. Забезпечення всеохоплюючої та справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх.

У межах освітньої компоненти здобувачі освіти: оволодівають сучасними системами автоматизованого проєктування (CAD/CAE); набувають навичок використання спеціалізованого програмного забезпечення для моделювання технічних систем; розвивають здатність застосовувати математичні, алгоритмічні та інженерні методи під час створення цифрових моделей; формують компетентності з аналізу, систематизації та критичної оцінки технічної інформації; опановують принципи інтеграції знань з механіки, теплоенергетики, електротехніки та інформаційних технологій. Таким чином, освітня компонента сприяє формуванню цифрових та інженерних компетентностей, що відповідають сучасним вимогам ринку праці.

SDG8: Гідна праця та економічне зростання. Сприяння сталому, всеохоплюючому та поступальному економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх.

Освітня компонента забезпечує: формування практичних навичок автоматизованого проєктування інженерних систем; здатність приймати технічно й економічно обґрунтовані рішення; розроблення проектної документації з урахуванням виробничих та експлуатаційних аспектів; скорочення часу та підвищення точності інженерних розрахунків завдяки використанню цифрових інструментів; підготовку фахівців, здатних працювати в умовах цифрової трансформації промисловості. Застосування систем автоматизованого проєктування підвищує конкурентоспроможність випускників і сприяє зростанню продуктивності праці.

SDG9: Промисловість, інновації та інфраструктура. Розвиток інновацій та сучасної інфраструктури.

У межах освітньої компоненти: використовуються сучасні програмні засоби моделювання, аналізу та оптимізації технічних систем; реалізується цифрове прототипування та віртуальні випробування обладнання; здійснюється аналіз ефективності інженерних рішень на основі математичного моделювання; формуються навички роботи з цифровими базами даних, стандартами та технічною документацією; розвивається здатність впроваджувати інноваційні технології у виробничу практику. Таким чином, освітня компонента сприяє підготовці інженерів, здатних до цифрової модернізації промисловості та розвитку інфраструктурних рішень.

SDG12: Відповідальне споживання та виробництво. Раціональне використання ресурсів.

Освітня компонента забезпечує: застосування методів оптимізації конструкцій з метою зменшення матеріалоємності; оцінювання енергоефективності та техніко-економічних показників систем; врахування екологічних, ресурсних та експлуатаційних обмежень під час проєктування; використання підходів життєвого циклу виробу (Life Cycle Thinking); моделювання режимів роботи обладнання для зниження втрат ресурсів. Автоматизація проєктування дозволяє мінімізувати помилки, скоротити витрати матеріалів і енергії, що безпосередньо сприяє формуванню сталих виробничих практик.

Висновок. Освітня компонента «Основи автоматизації проектування» інтегрує цифрові технології, інженерне моделювання та принципи ресурсоефективності, забезпечуючи реалізацію цілей сталого розвитку через підготовку фахівців нового покоління — компетентних, інноваційно орієнтованих і здатних впроваджувати сучасні інженерні рішення в умовах сталого розвитку економіки.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

МОДУЛЬ 1. Загальні питання створення нової техніки. Елементи сучасної методології автоматизованого проектування нових технічних засобів (ТЗ).

Тема 1 *– Роль проектування і конструювання у створенні нових технічних засобів. Науково-технічні проблеми створення нової техніки.*

Розглядається значення проектування і конструювання у створенні нових технічних засобів, поняття життєвого циклу ТЗ, основні шляхи розвитку техніки, критерії працездатності та надійності, а також принципи виконання проектувальних і перевірочних розрахунків.

Підтеми: Проектування критичних технічних засобів у воєнний час. Відновлення та модернізація ТЗ у післявоєнний період. Врахування стандартів євроінтеграції при розробці нової техніки.

Тема 2 *– Економічний аспект проектування і конструювання технічних засобів.*

Вивчаються економічні принципи створення нової техніки, методи техніко-економічного обґрунтування проектних рішень, показники економічної ефективності та шляхи підвищення конкурентоспроможності технічних засобів.

Підтеми: Планування ресурсів та економічна ефективність ТЗ у кризових умовах. Підготовка проектів для післявоєнного відновлення інфраструктури. Економічні аспекти євроінтеграційних стандартів виробництва.

Тема 3 *– Основні стадії розробки проектів нових технічних засобів.*

Розглядаються передпроектні та проектні стадії розробки ТЗ, зміст технічного завдання, застосування методів наукового прогнозування, особливості оформлення проектної документації та контроль якості проектних рішень.

Підтеми: Пріоритети проектування ТЗ для воєнного та післявоєнного застосування. Використання міжнародного досвіду та стандартів при розробці ТЗ.

Тема 4 *– Основні положення системного проектування. Формування стратегії вирішення проектно-конструкторських задач.*

Вивчаються принципи системного підходу до проектування технічних засобів, системно-функціональні та системно-структурні аспекти, формування стратегій автоматизованого проектування та урахування екологічних вимог.

Підтеми: Інтеграція принципів безбар'єрності в системне проектування. Планування адаптивних стратегій проектування під час воєнних обставин.

Тема 5 *– Загальні принципи і методи автоматизованого проектування і конструювання.*

Розглядаються принципи ієрархічності, декомпозиції, багатоетапності та оптимальності проектування, класифікація проектних процедур, методи аналізу і синтезу, а також сучасні методи конструювання нових технічних засобів.

Підтема: Використання автоматизованих методів для швидкого відновлення критичної інфраструктури.

Тема 6 *– Функціональне і структурне проектування технічних засобів.*

Вивчаються задачі функціонального та структурного проектування, способи формалізованого опису технічних засобів, використання блок-схем, матриць, графів і дерев, рішень для аналізу та синтезу конструкцій.

МОДУЛЬ 2. Математичне моделювання при проектуванні і конструюванні ТЗ. Основи оптимізаційного проектування ТЗ.

Тема 7 *– Основні вимоги до математичних моделей технічних засобів.*

Розглядається роль математичного моделювання у проектуванні, вимоги до математичних моделей, їх класифікація та критерії оцінювання універсальності, точності, адекватності й економічності.

Підтема: Моделювання критичних ТЗ для воєнного часу.

Тема 8 *– Сучасні підходи до розробки математичних моделей механічних систем технічних засобів.*

Вивчаються етапи побудови теоретичних і динамічних моделей механізмів, методи опису руху, урахування пружних і дисипативних властивостей елементів та складання рівнянь руху.

Тема 9 *– Математичне моделювання вібраційних характеристик транспортних ТЗ.*

Розглядаються методи моделювання вібраційних процесів, оцінка віброзахищеності технічних засобів, вплив тертя та принципи побудови систем віброізоляції і віброгашення.

Тема 10 *– Розробка узагальнених математичних моделей з використанням методів математичного планування експерименту.*

Вивчаються основи математичного планування експерименту, побудова узагальнених математичних моделей, перевірка їх адекватності та оцінка значущості коефіцієнтів.

Тема 11 *– Загальні підходи до постановки і рішення задач оптимізаційного проектування ТЗ.*

Розглядаються принципи постановки задач оптимізації, вибір критеріїв оптимальності, формування цільових функцій і обмежень, а також підходи до розв'язання задач оптимізаційного проектування.

Тема 12 *– Сучасні методи пошуку оптимальних проектно-конструкторських рішень.*

Вивчаються чисельні методи та алгоритми оптимізації, методи безумовної та умовної оптимізації, а також їх застосування при проектуванні технічних засобів.

Тема 13 *– Оптимізація структури механізмів сучасних технічних засобів. Елементи оптимізаційного конструювання.*

Розглядаються методи оптимізації структури та елементів технічних засобів, підходи до зменшення матеріаломісткості, підвищення довговічності, надійності та ефективності конструкцій.

МОДУЛЬ 3. Системи автоматизованого проектування (САПР).

Тема 14 *– Основні принципи побудови і класифікація САПР.*

Вивчаються призначення, принципи побудови, класифікація та структура систем автоматизованого проектування, а також основні напрями їх розвитку.

Тема 15 *– Комплекс технічних засобів САПР.*

Розглядається структура технічного забезпечення САПР, характеристики обчислювальних систем і мереж, а також засоби введення, оброблення та відображення інформації.

Тема 16 *– Методичне забезпечення САПР.*

Вивчаються складові математичного та лінгвістичного забезпечення САПР, принципи побудови мов проектування та їх використання у проектних підсистемах.

Тема 17 *– Програмне та інформаційне забезпечення САПР.*

Розглядаються структура програмного та інформаційного забезпечення САПР, взаємодія програмних модулів і організація інформаційних потоків у системі.

Тема 18 *– Взаємодія конструктора з обчислювальною системою САПР.*

Вивчаються режими роботи користувача в САПР, особливості діалогової взаємодії з обчислювальною системою та організація процесу автоматизованого проектування.

Підтеми: Доступність інтерфейсів для осіб з інвалідністю (безбар'єрність). Використання САПР для відновлення інфраструктури після воєнних дій.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

1. Вибір математичного плану та ключових факторів для побудови УММ. Визначаються фактори та їхні інтервали варіювання для побудови узагальненої

математичної моделі. Формується математичний план експерименту для подальшого моделювання і оптимізації технічного об'єкта.

2. Побудова і первинний аналіз УММ виду $y = f(x_1, x_2)$. Створюється узагальнена математична модель за заданими факторами. Проводиться первинний аналіз результатів моделювання для оцінки впливу факторів на параметри системи.

3. Перетворення моделі $y = f(x_1, x_2)$ у форму $y = f(q_1, q_2)$. Виконується перехід до нових змінних для спрощення розрахунків і адаптації моделі до конкретних умов проектування. Аналізується відповідність нової моделі вихідним даним.

4. Побудова допоміжних графіків для аналізу УММ. Створюються графічні зображення залежностей параметрів моделі. Використовуються для візуальної оцінки поведінки системи та прийняття рішень щодо оптимізації.

5. Оптимізаційне проектування рядового зубчатого механізму за допомогою УММ. Розв'язується задача вибору оптимальних параметрів конструкції. Застосовуються критерії технічної та економічної оптимізації для покращення характеристик механізму.

6. Конструювання та розрахунок посадки з натягом рядового зубчатого механізму. Виконується конструкторська розробка механізму та розрахунок посадки з урахуванням технологічних допусків і механічних навантажень. Проводиться оцінка працездатності і довговічності вузлів.

7. Аналіз впливу конструктивних змін на характеристики механізму за допомогою УММ. Досліджується вплив зміни геометричних та функціональних параметрів на роботу механізму. Виконується порівняння різних варіантів конструкцій для прийняття оптимального рішення.

8. Використання УММ для оцінки економічної ефективності проектних рішень. Оцінюється матеріаломісткість, трудомісткість та собівартість конструкцій. Використовуються моделі для прийняття обґрунтованих рішень щодо ресурсозберігаючих і економічно вигідних варіантів проектування.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Не передбачено навчальним планом.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Мета самостійної роботи: закріплення та поглиблення знань і навичок, отриманих під час лекційних і практичних занять, розвиток умінь самостійного аналізу, моделювання, проектування та оптимізації технічних систем із використанням автоматизованих методів.

Види завдань:

- ***опрацювання теоретичного матеріалу:*** вивчення лекційних конспектів, навчальної літератури та нормативних документів щодо методології проектування, принципів автоматизації та системного підходу; аналіз прикладів побудови математичних моделей, системного проектування та оптимізації технічних засобів; вивчення аспектів воєнного стану та післявоєнного відновлення, впливу євроінтеграції, інклюзії та безбар'єрності на проектні рішення;

- ***підготовка до практичних:*** ознайомлення з методами побудови узагальнених математичних моделей (УММ) і вибору факторів для експерименту; вивчення алгоритмів оптимізаційного проектування та використання САПР для розробки технічних рішень; підготовка допоміжних графіків і розрахункових таблиць для аналізу функціональних та структурних характеристик технічних засобів;
- ***підготовка до підсумкового контролю:*** узагальнення і систематизація теоретичних знань та практичних навичок; виконання контрольних завдань і тестів для перевірки засвоєння принципів автоматизованого проектування та оптимізації технічних систем; підготовка аналітичних матеріалів та звітів із виконаних практичних завдань для підсумкової оцінки.

Результати самостійної роботи: формування навичок самостійного опрацювання технічної та наукової літератури; здатність самостійно будувати математичні моделі та використовувати їх для проектування і оптимізації ТЗ; розвиток умінь застосовувати сучасні методи автоматизованого проектування та САПР у практичних і дослідницьких завданнях; підготовка до виконання контрольних робіт і підсумкової атестації.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема (Модуль)	Лекції, год (Денна / Заочна)	Практичні, год (Денна / Заочна)	Лабораторні, год (Денна / Заочна)	Самостійна робота, год (Денна / Заочна)	Всього, год (Денна / Заочна)
МОДУЛЬ 1. Загальні питання створення нової техніки. Елементи сучасної методології автоматизованого проектування нових технічних засобів (ТЗ).						
1	***Тема 1*** *– Роль проектування і конструювання у створенні нових технічних засобів. Науково-технічні проблеми створення нової техніки.*	1 / 0,5	0,5 / 0,5	- / -	2 / 4	3,5 / 5
2	***Тема 2*** *– Економічний аспект проектування і конструювання технічних засобів.*	1 / 0,5	0,5 / -	- / -	2 / 4	3,5 / 4,5
3	***Тема 3*** *– Основні стадії розробки проектів нових технічних засобів.*	2 / 0,5	0,5 / -	- / -	2 / 4	4,5 / 4,5
4	***Тема 4*** *– Основні положення системного проектування. Формування стратегії вирішення проектно-конструкторських задач.*	2 / 0,5	1 / -	- / -	2 / 6	5 / 6,5
5	***Тема 5*** *– Загальні принципи і методи автоматизованого проектування і конструювання.*	2 / 0,5	1 / 0,5	- / -	3 / 4	6 / 5
6	***Тема 6*** *– Функціональне і структурне проектування технічних засобів.*	1 / 0,5	1 / 0,5	- / -	2 / 4	4 / 5

МОДУЛЬ 2. Математичне моделювання при проектуванні і конструюванні ТЗ. Основи оптимізаційного проектування ТЗ.						
7	***Тема 7*** *– Основні вимоги до математичних моделей технічних засобів.*	2 / 0,5	0,5 / 0,5	- / -	2 / 4	4,5 / 5
8	***Тема 8*** *– Сучасні підходи до розробки математичних моделей механічних систем технічних засобів.*	2 / 0,5	1 / 0,5	- / -	2 / 4	5 / 5
9	***Тема 9*** *– Математичне моделювання вібраційних характеристик транспортних ТЗ.*	2 / -	1 / -	- / -	4 / 4	7 / 4
10	***Тема 10*** *– Розробка узагальнених математичних моделей з використанням методів математичного планування експерименту.*	2 / 0,5	1 / 0,5	- / -	4 / 6	7 / 7
11	***Тема 11*** *– Загальні підходи до постановки і рішення задач оптимізаційного проектування ТЗ.*	2 / 0,5	1 / 0,5	- / -	2 / 4	5 / 5
12	***Тема 12*** *– Сучасні методи пошуку оптимальних проектно-конструкторських рішень.*	2 / 0,5	1 / -	- / -	2 / 6	5 / 6,5
13	***Тема 13*** *– Оптимізація структури механізмів сучасних технічних засобів. Елементи оптимізаційного конструювання.*	1 / 0,5	1 / -	- / -	4 / 4	6 / 4,5
МОДУЛЬ 3. Системи автоматизованого проектування (САПР).						
14	***Тема 14*** *– Основні принципи побудови і класифікація САПР.*	1 / 0,5	1 / 0,5	- / -	2 / 4	4 / 5
15	***Тема 15*** *– Комплекс технічних засобів САПР.*	2 / 0,5	0,5 / -	- / -	3 / 4	5,5 / 4,5
16	***Тема 16*** *– Методичне забезпечення САПР.*	2 / 0,5	1 / -	- / -	3 / 4	6 / 4,5
17	***Тема 17*** *– Програмне та інформаційне забезпечення САПР.*	2 / 0,5	1 / -	- / -	2 / 4	5 / 4,5
18	***Тема 18*** *– Взаємодія конструктора з обчислювальною системою САПР.*	1 / -	0,5 / -	- / -	2 / 4	3,5 / 4
ВСЬОГО		**30 / 8**	**15 / 4**	**- / -**	**45 / 78**	**90 / 90**

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Згідно з навчальним планом у якості індивідуального завдання здобувачам заочної форми навчання необхідно виконати контрольну роботу на тему «Оптимізаційне проектування зубчатих механізмів транспортних технічних засобів» у якій передбачено аналіз вихідних даних, побудову математичної моделі об’єкта

проектування, формулювання та розв'язання задачі оптимізації з урахуванням технічних, економічних і експлуатаційних обмежень, вибір оптимальних параметрів зубчатого механізму, а також обґрунтування прийнятих проектних рішень і оформлення результатів відповідно до вимог чинних стандартів.

Мета роботи: закріплення та поглиблення теоретичних знань з основ автоматизованого та оптимізаційного проектування, набуття практичних навичок побудови та використання математичних моделей для оптимізаційного проектування зубчатих механізмів транспортних технічних засобів, а також формування вміння обґрунтовувати вибір оптимальних конструктивних параметрів з урахуванням технічних, економічних та експлуатаційних вимог.

Вимоги: контрольна робота передбачає виконання комплексного завдання з оптимізаційного проектування рядового зубчатого механізму (РЗМ), яке включає:

- розгляд і постановку задачі оптимізаційного проектування РЗМ;
- побудову допоміжного графіку для вибору оптимальних чисел зубців;
- аналіз допоміжного графіку та визначення оптимальних чисел зубців;
- розрахунок діаметрів та міжцентрових відстаней ланок РЗМ;
- проектувальний розрахунок вихідного валу редуктора;
- визначення конструктивних параметрів вихідного зубчатого колеса РЗМ;
- розрахунок посадки з натягом;
- оформлення робочих креслень вихідного валу редуктора та зубчастого колеса.

Це завдання передбачає інтеграцію теоретичних знань і практичних навичок, формування вміння приймати оптимальні інженерні рішення та дотримуватися стандартів оформлення конструкторської документації.

Контрольна робота виконується за індивідуальним варіантом, оформлюється відповідно до вимог ДСТУ 3008. Під час оцінювання враховуються правильність розрахунків, логічність викладення матеріалу та обґрунтованість зроблених висновків.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення освітньої компоненти «Основи автоматизації проектування» застосовуються сучасні методи навчання, спрямовані на формування теоретичних знань, практичних навичок автоматизованого проектування та розвитку інженерного мислення.

1. Лекційні заняття з візуалізацією та проблемним підходом

Лекції спрямовані на формування базових понять методології проектування та автоматизації інженерних розрахунків.

- Застосування мультимедійних презентацій, схем, алгоритмів і прикладів узагальнених математичних моделей.
- Демонстрація прикладів використання систем автоматизованого проектування у галузі машинобудування та залізничного транспорту.
- Акцент: розуміння принципів побудови УММ, оптимізаційного проектування та автоматизації інженерної діяльності.

2. Практичні заняття з розв'язання інженерних задач

Метою є набуття навичок практичного застосування методів автоматизації проектування.

- Виконання розрахункових і графічних завдань з побудови та аналізу узагальнених математичних моделей.
- Розв'язання оптимізаційних задач проектування технічних об'єктів (зокрема зубчатих механізмів).
- Робота з прикладними програмними засобами та елементами САПР.

3. Проектно-орієнтоване навчання

Мета – формування системного підходу до проектування технічних систем.

- Виконання індивідуальних та групових проектних завдань, пов'язаних із моделюванням і оптимізацією конструкцій.
- Аналіз альтернативних проектних рішень з урахуванням технічних, економічних та експлуатаційних обмежень.
- Інтеграція питань воєнного стану, післявоєнного відновлення та сталого розвитку.

4. Командна робота та інтерактивні методи

Спрямовані на розвиток комунікаційних навичок і колективного прийняття рішень.

- Робота в малих групах (2–4 студенти) над розрахунковими та аналітичними завданнями.
- Проведення мозкових штурмів щодо вибору оптимальних факторів, критеріїв оптимізації та конструктивних рішень.
- Обговорення реальних інженерних кейсів із практики проектування.

5. Робота з нормативною та технічною документацією

Метою є формування навичок використання стандартів і технічних регламентів.

- Ознайомлення з вимогами ЄСКД, ДСТУ, міжнародних стандартів у сфері проектування та автоматизації.
- Аналіз вимог євроінтеграції, інклюзії та безбар'єрності при проектуванні технічних систем.
- Акцент на відповідальність інженерних рішень щодо безпеки та якості.

6. Використання цифрових освітніх платформ і САПР

Мета – забезпечення гнучкого навчального середовища та самоконтролю.

- Використання платформи Moodle для доступу до навчальних матеріалів, завдань і тестів.
- Самостійна робота з програмними засобами автоматизованого проектування.
- Використання електронних ресурсів для аналізу сучасних інженерних рішень.

7. Рефлексія та зворотний зв'язок

Спрямовані на усвідомлення ролі автоматизації проектування в професійній діяльності.

- Обговорення результатів виконаних завдань і проектів.
- Самооцінювання рівня сформованості компетентностей.
- Короткі дискусії щодо значення автоматизованого проектування для відновлення інфраструктури та розвитку економіки.

ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: оцінювання активності на лекційних та практичних заняттях, поточне модульне тестування, перевірка засвоєння теоретичного матеріалу на заняттях.

Модульний контроль: тестування.

Підсумковий контроль (залік/іспит): залік.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання результатів навчання здійснюється відповідно до положень університету про організацію освітнього процесу та критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти. Повний перелік критеріїв формується викладачем індивідуально з урахуванням змісту освітньої компоненти, видів діяльності та очікуваних результатів навчання. https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/pologennya-pro-kontrol-ta-ocinuvannya-2015.pdf

Максимальна оцінка за освітню компоненту становить 100 балів.

Розподіл балів:

- Поточний контроль (ПК): 60 балів
- Модульний контроль (МК): 40 балів

Поточний контроль – 60 балів

1. Поточний контроль на лекційних заняттях – до 15 балів

Оцінюється відвідування лекцій, активність під час обговорення навчального матеріалу, участь у коротких опитуваннях, тестах або дискусіях, розуміння теоретичних основ автоматизації проектування та їх прикладного значення для залізничного транспорту.

- 13-15 балів – регулярне відвідування лекцій, активна участь в обговореннях, правильні та повні відповіді на запитання;
- 9-12 балів – відвідування більшості лекцій, достатній рівень засвоєння матеріалу, окремі неточності у відповідях;
- 5-8 балів – епізодична присутність, поверхневе розуміння теоретичного матеріалу;
- 0-4 бали – пропуски лекцій, відсутність участі у контролі знань.

2. Поточний контроль на практичних заняттях. Максимум – 30 балів.

Оцінюється відвідування занять, активність у дискусіях, самостійність та правильність виконання практичних завдань.

- 26-30 балів – регулярне відвідування занять, висока активність, правильне та самостійне виконання розрахункових завдань, аргументовані відповіді, вміння пояснювати отримані результати;
- 20-25 балів – відвідування більшості занять, достатня активність, виконання завдань із незначними неточностями;
- 10-19 балів – нерегулярна участь у заняттях, фрагментарні відповіді, помилки в розрахунках, потреба в допомозі викладача;
- 0-9 балів – значна кількість пропусків, відсутність активності або невиконання практичних завдань.

3. Самостійна робота. Максимум – 15 балів

Оцінюється опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до практичних занять, виконання завдань для самоконтролю.

- 13-15 балів – завдання виконані повністю, своєчасно та самостійно, продемонстровано глибоке розуміння матеріалу;
- 9-12 балів – виконано більшість завдань, наявні незначні зауваження;
- 5-8 балів – часткове або поверхневе виконання завдань;
- 0-4 бали – самостійна робота виконана формально або не виконана.

Модульний контроль – 40 балів

Проводиться після завершення вивчення навчальних модулів у формі тестування.

- *36-40 балів* – повне і системне засвоєння матеріалу.
- *28-35 балів* – достатній рівень знань.
- *20-27 балів* – базовий рівень знань.
- *0-19 балів* – недостатній рівень засвоєння матеріалу.

Підсумковий контроль – залік

Якщо середній бал за двома модулями складає 60 балів і вище то залік зараховується автоматично. Якщо середній бал за двома модулями складає менше ніж 60 то здобувач вищої освіти складає залік. Залік проводиться у формі тестування та/або усного опитування і спрямований на перевірку рівня засвоєння навчального матеріалу.

Підсумкова оцінка з освітньої компоненти визначається: як середньоарифметична за двома модульними контролями або за результатами складання заліку (у разі недобору 60 балів). До перелічених складових модульної оцінки можуть нараховуватися додаткові бали за участь здобувача у науковій роботі, підготовці публікацій, робіт на конкурси, участь в олімпіадах, тощо.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою (оцінка)	**Визначення назви за шкалою ECTS**	**За 100 бальною шкалою**	**ECTS оцінка**
ВІДМІННО – 5	**Відмінно** – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	**Дуже добре** – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	**Задовільно** - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	**Незадовільно** – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX

	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначення плагіату та його наслідків. Плагіатом вважається оприлюднення або подання результатів чужої інтелектуальної діяльності (текстів, розрахунків, схем, креслень, програмного коду, графічних матеріалів) як власних без належного посилання на джерело. До плагіату також належить самоплагіат, фабрикація або фальсифікація результатів, списування та несанкціонована допомога під час контрольних заходів.

Правила цитування. Під час використання наукових публікацій, нормативних документів, навчальних матеріалів, технічної документації та електронних ресурсів необхідно обов'язково зазначати джерело інформації. Цитування має відповідати академічним стандартам (ДСТУ, APA або інші, визначені закладом освіти). Прямі цитати беруться в лапки, а запозичені ідеї подаються у перефразованому вигляді з посиланням на першоджерело.

Етика використання AI-інструментів. Використання штучного інтелекту (AI-інструментів) дозволяється як допоміжний засіб для пошуку інформації, ідей, прикладів або перевірки правильності розрахунків. Забороняється подання автоматично згенерованих текстів, розрахунків або проектних рішень як власних без їх критичного аналізу та доопрацювання. Здобувач несе персональну відповідальність за достовірність і коректність усіх поданих матеріалів.

Процедура оскарження оцінок. У разі незгоди з отриманою оцінкою здобувач має право оскаржити оцінку протягом двох робочих днів після її оголошення шляхом подання письмової заяви до викладача з обґрунтуванням.

Правила поведінки на заняттях. Від здобувача очікується дотримання академічної етики, взаємоповаги та дисципліни під час лекцій і практичних занять. Забороняється порушення навчального процесу, використання мобільних пристроїв не за призначенням, а також будь-які прояви дискримінації, агресії чи неповаги. Активна участь у заняттях, своєчасне виконання завдань та коректна комунікація є обов'язковими складовими успішного навчання. У період воєнного стану: негайне переривання заняття та перехід до укриття під час повітряної тривоги.

У разі проведень занять в он-лайн форматі, здобувач має під'єднатись до навчальної платформи де буде проводитись заняття. Заходити на навчальну платформу (Zoom) виключно під своїм реальним прізвищем. Під час занять з використанням онлайн платформи Zoom камера має бути увімкненою протягом всього заняття, мікрофон включається за потреби під час відповідей/запитань. У разі відсутності можливості включати камеру, студент має повідомити викладача та отримати дозвіл бути присутнім з вимкненою камерою. В разі непід'єнання та відсутності реакції здобувача на звернення викладача до нього особисто, здобувач вважається відсутнім на занятті.

ІНТЕГРАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ІЗ ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Відомо, що здобуття вищої освіти ґрунтовно тренує й суттєво розвиває розумові здібності людини, навчає самостійності та плануванню, розширює світогляд й дозволяє пильнувати появу нових можливостей ефективніше зв інших, створює базис знань за відповідною спеціальністю, що згодом уможливлює залучення до розв'язання складних і специфічних завдань у затребуваних і цікавих професіях із можливістю просування за кар'єрними сходами.

Для інтеграції здобувачів вищої освіти із обмеженими можливостями в освітній процес УкрДУЗТ створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій. Доступ до матеріалів дистанційного навчання (Moodle) за посиланням https://do.kart.edu.ua/.

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Перелік питань підготовки до заліку:

1. Використання градієнта цільової функції та матриці Гессе при вирішенні задач оптимального проектування.
2. Основні напрямки робіт зі створення та розвитку САПР теплоенергетичних об'єктів.
3. Вплив умов проектування та умов виробництва на технічний рівень об'єктів, що створюються.
4. Загальна схема оптимізації технічних засобів. Вибір оцінки оптимальності.
5. Постановка, математичний запис та загальні підходи до вирішення задачі багатомірної оптимізації з обмеженнями при проектуванні технічних засобів.
6. Перевірка адекватності отриманих за допомогою методів математичного планування експерименту моделей та способи її забезпечення.
7. Постановка, математичний запис та загальні підходи до вирішення задачі прямої оптимізації при проектуванні технічних засобів.
8. Вибір факторів, інтервалів варіювання, вигляду моделі та математичного плану при використанні методів математичного планування експерименту.
9. Система внесення змін до конструкторської документації.
10. Загальні підходи до отримання емпіричних узагальнених математичних моделей за допомогою методів математичного планування експерименту.
11. Стратегії автоматизованого проектування в САПР. Адаптивні стратегії проектування.
12. Контроль якості проекту. Основні задачі конструкторського, технологічного, нормалізаційного та метрологічного контролю конструкторської документації.
13. Загальні підходи до дослідження динаміки та віброактивності транспортних технічних засобів. Показники та засоби віброзахисту.
14. Активні діалогові режими роботи користувача САПР.
15. Створення математичних моделей на основі відповідних динамічних моделей. Найбільш застосовувані підходи до складання рівняння руху динамічної моделі.
16. Пасивні діалогові режими роботи користувача САПР.
17. Принципи побудови динамічних моделей механізмів на основі другого контура динамічної структури.

18. Основні етапи та дії користувача САПР в режимі прямого контакту з обчислювальною технікою.

19. Принципи побудови динамічних моделей механізмів на основі першого контура динамічної структури.

20. Основні етапи та дії користувача САПР в режимі пакетної обробки задач проектування.

21. Методи будови машин на базі уніфікації. Наведіть приклади використання методів секціонування, базового агрегату, агрегатування та комплексної стандартизації.

22. Загальні підходи до побудови динамічних моделей механізмів двигунів. Поняття о динамічній структурі механізмів.

23. Операційні системи, які забезпечують обробку задач проектування в режимі реального часу та в режимі розподілу часу.

24. Використання при створенні теоретичних математичних моделей основних та допоміжних механізмів двигуна геометричних характеристик передачі руху.

25. Програмне забезпечення підсистеми інтерактивної машинної графіки.

26. Передпроектні стадії розробки нових технічних засобів. Використання методів наукового прогнозування та планування.

27. Використання при проектуванні теоретичних та емпіричних математичних моделей. Неформальні та формальні методи отримання моделей.

28. Програмне забезпечення САПР. Архітектура програмного забезпечення однорівневої САПР.

29. Методи оцінки та шляхи зниження собівартості технічних засобів.

30. Характеристика та приклади практичного використання при проектуванні аналітичних, алгоритмічних та імітаційних математичних моделей.

31. Мови проектування САПР. Дворівневе лінгвістичне забезпечення.

32. Методи оцінки та шляхи зниження трудомісткості виготовлення технічних засобів.

33. Математичні моделі на мікро-, макро- та метарівні. Повні математичні моделі та макромоделі.

34. Лінгвістичне забезпечення САПР. Вимоги та коротка характеристика основних язиків програмування.

35. Вплив основних техніко-економічних факторів на економічну ефективність технічного засобу. Показники та шляхи зниження матеріаломісткості.

36. Характеристика структурних математичних моделей. Використання при проектуванні.

37. Математичне забезпечення проектуючих та обслуговуючих підсистем САПР.

38. Роль техніко-економічного аналізу при проектуванні. Принципи визначення річного економічного ефекту від виробництва та експлуатації нової техніки.

39. Розподіл математичних моделей за характером відображуваних властивостей об’єкту. Характеристика функціональних математичних моделей.

40. Інформаційне забезпечення САПР, зв’язок між програмними модулями по керуванню та інформації.

41. Цілі та принципи проведення техніко-економічних розрахунків на різних стадіях проектування. Порівняння різних варіантів за величиною приведених затрат.

42. Основні вимоги до математичних моделей, що використовуються при проектуванні. Оцінка їх універсальності, точності, адекватності та економічності.

43. Загальні підходи до оптимізації конструкції редукторів.

44. Формування умов для проектування технічного засобу на основі ранжированих за відповідними вимогами зон (на прикладі типових об'єктів галузі).

45. Оптимізація конструкції технічних засобів за критерієм корозійної стійкості.

46. Формальне описання об'єктів в САПР у вигляді "І-АБО-дерева". Що таке альтернативні лінійки.

47. Загальні підходи до оптимізації конструкції різноманітних типів трубопроводів.

48. Реалізація принципів багатоетапності, ітераційності і оптимальності проектування. Характеристики і приклади етапів проектування, проектних процедур і операцій.

49. Структура комплексів технічних засобів АРМ конструктора.

50. Блочно-ієрархічна схема як віддзеркалення принципів ієрархічності і декомпозиції описання технічних засобів.

51. Різновиди структур обчислювальних мереж САПР.

52. Характеристика і роль системно-інтегративного аспекту при проектуванні технічного засобу.

53. Технічне забезпечення САПР. Збільшена структурна схема трирівневої САПР.

54. Визначення ймовірності безвідмовної роботи системи при паралельному з'єднанні технічних засобів. Надайте приклад по профілю спеціальності.

55. Дайте характеристику системно-конструкційного аспекту при проектуванні технічного засобу.

56. Структурні складові САПР, підсистеми САПР.

57. Визначення ймовірності безвідмовної роботи системи при послідовному з'єднанні технічних засобів. Надайте приклад по профілю спеціальності.

58. Основні принципи та стадії розробки САПР.

59. Що ви розумієте під надійністю технічних засобів? Наведіть приклад оцінки ймовірності безвідмовної роботи об'єкту по профілю спеціальності.

60. Охарактеризуйте основні положення системного підходу до створення нових технічних засобів.

61. Класифікація САПР (за типом об'єкта проекту, за складністю, за рівнем автоматизації, за числом рівнів в структурі технічного забезпечення).

62. Принципи типізації та уніфікації проектних рішень, засобів проектування в САПР. Збільшена класифікація типових проектних процедур.

63. Загальні підходи до виявлення та усунення у механізмах надлишкових зв'язків на основі формул О.П.Малишева, О.Г.Озола та Х.І. Гохмана.

64. Принципи проектування механізмів і пристроїв з оптимальною структурою (на прикладі кривошипно-шатунного механізму ДВЗ).

65. Принципи проектування механізмів і пристроїв з оптимальною структурою (на прикладі теплообмінних апаратів).

66. Який вплив на операційні системи життєвого циклу технічних засобів здійснює САПР. Інтегральні САПР.

67. Задачі та загальні підходи до проведення функціонального проектування технічних засобів. Запис об'єктів у вигляді блок-схем і матриць.

68. Принципи формування узагальненої цільової функції при багатомірній умовній оптимізації в задачах проектування.

69. Формальне описання об'єктів САПР у вигляді "І-дерева".

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. Мороз В.І., Братченко О.В., Ліньков В.В. Основи конструювання і САПР. Навчальний посібник. Харків, ПП видавництво "Нове слово", 2003. 194 с.

2. Основи автоматизації проектування: конспект лекцій / Укладачі: Мороз В.І., Братченко О.В., Логвіненко О.А. Х.: УкрДУЗТ. 2019. 98 с.

3. Яковенко В.О. Основи автоматизованого проектування складних об'єктів та систем: навчальний посібник / Яковенко В.О., Ульяновська Ю.В., Костенко В.В., Костенко Д. Є., Лавренюк І.В., Молотков О.Н. Дніпро: УМСФ, 2018. 114 с.

4. Саєнко С.Ю., Нечипоренко І.В. Основи САПР. Навчальний посібник. Х.: ХДУХТ, 2017. 120 с.

5. Головань С.М., Гончаров Ю.П. Системи автоматизованого проєктування: навчальний посібник. Київ: Либідь, 2015. 320 с.

6. Павлов О.О. Комп'ютерне моделювання та проєктування технічних систем: навчальний посібник. Львів: Новий Світ–2000, 2016. 256 с.

7. Шевченко В.П. Інформаційні технології в інженерному проєктуванні: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 280 с.

8. Кравченко О.В., Петренко І.М. Основи тривимірного моделювання в CAD-системах: навчальний посібник. Харків: ФОП Панов А.М., 2019. 210 с.

9. Смирнов Ю.М. Автоматизовані системи проєктування та розрахунку: навчальний посібник. Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 240 с.

10. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. 7th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013. 756 p.

Додаткова література:

1. Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Основи автоматизації проектування» / Укладачі: Мороз В.І., Братченко О.В., Логвіненко О.А. Х.: УкрДУЗТ. 2019. 42 с.

2. Основи автоматизації проектування в будівництві: конспект лекцій Укладач: Сорочак А.П. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. 120 с.

3. Автоматизація та комп'ютерні технології систем управління : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд.О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. 171 с.

4. Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote K.-H. Engineering Design: A Systematic Approach. 3rd ed. London: Springer, 2007. 617 p.

5. Hernandez N.V. Computer Aided Engineering Design. Amsterdam: Academic Press, 2013. 412 p.

Інтернет-джерела:

1. Баженов В. А., Слободян Я. О. Автоматизація оптимального проектування просторових систем споруд [Електронний ресурс]. Київ: КНУБА, 2004. PDF. Режим доступу: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/4677

2. Ратушний Б. В., Алексєєнко С. В. Дослідження конструкторських і технологічних можливостей системи автоматизованого проектування Autodesk Inventor [Електронний ресурс]. PDF. Режим доступу: https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/860a5025-5d2d-489f-978f-0d291d8852b6

3. Structural optimization based on CAD–CAE integration and metamodeling techniques [Електронний ресурс]. Computer-Aided Design, Vol.42, 2010. Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010448510001107

4. From Computer-Aided Design (CAD) Toward Human-Aided Design (HAD): An Isogeometric Topology Optimization Approach [Електронний ресурс]. Engineering, Vol.22, 2023. – Режим доступу: https://www.engineering.org.cn/engi/EN/1159850260438770640

5. Kun-Ying Li, Cheng-Kai Huang, Qing-Wei Chen та ін. Generative AI and CAD automation for diverse and novel mechanical component designs under data constraints [Електронний ресурс]. Discover Applied Sciences, 2025. Режим доступу: https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-025-06833-5

6. A CAD/CAE integrated framework for structural design optimization using sequential approximation optimization [Електронний ресурс]. Advances in Engineering Software, Vol.76, 2014. Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096599781400091X

7. Mechanism Design Optimization through CAD-Based Bayesian Optimization and Quantified Constraints [Електронний ресурс]. arXiv:2403.08473, 2024. Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2403.08473

8. LibreCAD – офіційний сайт проекту [Електронний ресурс]. LibreCAD безкоштовна 2D САПР з відкритим кодом для технічного креслення та проектування. Режим доступу: https://librecad.org/

9. LibreCAD – Онлайн ресурси та документація [Електронний ресурс]. Офіційні онлайн-ресурси: документація, вікі, форуми, навчальні матеріали для LibreCAD. – Режим доступу: https://docs.librecad.org/en/latest/appx/resources.html

10. Системи автоматизованого проектування. Практикум у FreeCAD [Електронний ресурс]. Навчальний посібник із практикумом у FreeCAD, що охоплює основи роботи та проєктування 3D-моделей. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45131

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

До матеріально-технічного забезпечення освітньої компоненти «Основи автоматизації проєктування» належать технічні, програмні та навчально-методичні ресурси, необхідні для формування практичних навичок автоматизованого проєктування.

Комп'ютерне та технічне обладнання: персональний комп'ютер (або ноутбук чи смартфон); сервер; локальна мережа та доступ до Інтернету;

мультимедійне обладнання (проектор/інтерактивна панель); периферійні пристрої (принтер, плотер, сканер).

Програмне забезпечення: LibreOffice, OnlyOffice Desktop Editors (пакети офісних програм для оформлення звітів, технічної документації та презентацій); FreeCAD – система параметричного 3D-моделювання для створення інженерних моделей та технічної документації; LibreCAD (система для створення двовимірних креслень і технічної графіки); OpenSCAD (програмне середовище для створення 3D-моделей на основі програмного опису геометрії); SolveSpace (параметрична CAD-система для 2D і 3D моделювання та базових механічних симуляцій); Scilab (програмне середовище для інженерних розрахунків та моделювання); GNU Octave (система математичних обчислень, сумісна з MATLAB-подібним синтаксисом).

Онлайн-платформи та ресурси: Zoom (для організації відеоконференцій); Moodle (для розміщення лекційних матеріалів, завдань, тестів і контролю); Coursera / EdX (для додаткового вивчення САПР та оптимізації); ScienceDirect, SpringerLink, IEEE Xplore (для доступу до наукових статей і сучасних методичних джерел); YouTube, Khan Academy (відео-підручники з механіки, проектування та моделювання).

Посилання на онлайн-курс: онлайн-курс розміщений на порталі дистанційного навчання університету за посиланням: **https://do.kart.edu.ua/**.

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

Мороз Володимир Ілліч – лектор з технічної та прикладної транспортної механіки в УкрДУЗТ, основ автоматизованого проектування сучасних технічних засобів транспорту, а також теорії механізмів і машин. Отримав ступінь д.т.н. за спеціальністю 05.04.02 теплові двигуни у НТУ «ХПІ» у 1990 році. Напрямки наукової діяльності: генетика технічних систем, розвиток методології проектування транспортних технічних засобів нового покоління.

Сторінка викладача на сайті університету: **http://kart.edu.ua/staff/moroz-volodimir-illich**

Логвіненко Олександр Анатолійович – лектор з технічної та прикладної транспортної механіки в УкрДУЗТ, основ автоматизованого проектування сучасних технічних засобів транспорту, а також теорії механізмів і машин. Отримав ступінь к.т.н. за спеціальністю 05.22.07 рухомий склад залізниць та тяга поїздів в УкрДУЗТ у 2003 році. Напрямок наукової діяльності: проектування, дослідження та удосконалення механічних систем залізничного транспорту.

Сторінка викладача на сайті університету: **http://kart.edu.ua/staff/logvinenko-oleksandr-anatolijovich**.

ВНЕСЕННЯ ЗМІН

Затверджена на засіданні кафедри механіки і проектування машин, протокол №1 від 25.08.2025 р.