



ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ І СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ **(ОК і САПР)**

1,2 семестри I курсу 2020/21 (другий освітній рівень - магістр)

Спеціальність 273; ОПП - ЛЛГ, ВРС

Лекції та практичні заняття згідно розкладу: <http://rasp.kart.edu.ua>

Команда викладачів:

Лектор: Мороз Володимир Ілліч

Контакти: moroz@kart.edu.ua

Викладач який проводить практичні та лабораторні заняття:

Логвіненко Олександр Анатолійович

Контакти: logvinenko@kart.edu.ua

Навчальний курс «Основи конструювання і системи автоматизованого проектування» загальною кількістю 150 годин (5 кредитів), викладається на протязі двох семестрів. В першому семестрі проводяться лекційні (кожен тиждень) та лабораторні (раз у два тижні) заняття та за результатами відповідних модулів виставляється залік. У другому семестрі проводяться лекційні (раз у два тижні) та практичні (раз у два тижні) заняття та за результатами відповідних модулів виставляється екзамен. В рамках вивчення цього курсу виконується індивідуальне завдання (курсний проект).

Зазначений навчальний курс є важливою складовою в підготовці фахівців у галузі залізничного транспорту. Він забезпечує ґрунтовну методологічну, методичну та практичну підготовку магістрів в напрямку проектування і конструювання типових та спеціальних 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 на ЕОМ; принципів побудування, розробки методичного забезпечення проектуючих підсистем і практичного застосування систем автоматизованого проектування при розв'язанні інженерних задач з оптимізаційного проектування технічних об'єктів. Вивчаючи цей курс здобувач вищої освіти буде не тільки знати основи методології проектування технічних систем; сучасні принципи, методи організації та проведення проектно-конструкторських робіт з використанням ЕОМ; принципи побудування та ефективного використання в інженерній практиці систем автоматизованого проектування різних технічних

УкрДУЗТ Силабус (ОК і САПР) – I курс (1 та 2 семестр) – другий освітній рівень (магістр) об'єктів, а також вміти поставити завдання, обрати раціональний шлях його розв'язання та розв'язати задачу оптимізаційного проектування з використанням сучасних методів і технічних засобів, а також самостійно виконувати проектно-конструкторські завдання з використанням сучасних підходів, технічного та програмного забезпечення систем автоматизованого проектування.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:

- 1. Ціннісно-смыслову компетентність** (формування та розширення світогляду здобувача вищої освіти в області методології проектування складних технічних систем, а також сучасних методів проектування і конструювання технічних засобів.);
- 2. Навчально-пізнавальну компетентність** (формування у здобувача вищої освіти зацікавленості про стан та перспективи розвитку залізничного приладо- та машинобудування; оволодіння вимірjuвальними навичками; здатність студента формувати цілі дослідження та, з метою їх вирішення, вміння знаходити рішення у нестандартних ситуаціях в контексті забезпечення працездатності та надійної експлуатації технічних засобів залізничного транспорту України);
- 3. Інформаційну компетентність** (розвиток вмінь здобувача вищої освіти до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної інформації в області загального машинобудування за допомогою сучасних інформаційних технологій);
- 4. Комунікативну компетентність** (розвиток у здобувача вищої освіти навичок роботи в команді шляхом реалізації групових проектів в області проектування, створення та надійної експлуатації технічних засобів залізничного транспорту, вміння презентувати власний проект та кваліфіковано вести дискусію у досліджуваній сфері);
- 5. Компетентність особистісного самовдосконалення** (елементи фізичного, духовного й інтелектуального саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки; підтримки постійної жаги до самовдосконалення та самопізнання, шляхом постійного пошуку нетрадиційних підходів до проблем транспортно-машинобудування).

Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо вас цікавлять питання щодо методології проектування сучасних технічних засобів та механічних систем, а також їх надійної експлуатації, вам потрібно саме це!

Від здобувачів очікується: базове розуміння фізики, вищої математики, інженерної графіки, обчислювальної техніки, теоретичної та технічної механіки, а також обізнаність в питаннях щодо конструктивних особливостей сучасних механічних систем.

Теоретичний курс складається з трьох змістових модулів. *Перший з них присвячений загальним питанням створення нової техніки, а також елементам сучасної методології автоматизованого проектування нових технічних засобів. Другий – математичному моделюванню при проектуванні і конструюванні технічних засобів та основам оптимізаційного їх проектування. Третій – системам автоматизованого проектування.*

Команда викладачів буде готова надати вам будь-яку допомогу в рамках вивчення даного курсу, як по електронній пошті так і особисто - у робочий час.

Огляд курсу

Цей курс, який вивчається на протязі двох семестрів, дає здобувачам вищої освіти глибоке розуміння основ методології, сучасних принципів і методів проектування та конструювання технічних систем; можливостей методичного забезпечення для проведення проектувальних розрахунків, а також оформлення конструкторської документації на ЕОМ; принципів побудування, розробки методичного забезпечення проектуючих підсистем і практичного застосування систем автома-

УкрДУЗТ Силабус (ОК і САПР) – I курс (1 та 2 семестр) – другий освітній рівень (магістр) тизованого проектування при розв’язанні інженерних задач з оптимізаційного проектування технічних об’єктів залізничного транспорту.

Курс складається з лекційних та практичних занять, а також лабораторного практикуму. Він супроводжується як презентаціями так і відеоматеріалом. Здобувачі вищої освіти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень відповідних тем в аудиторіях університету, а також на відповідних форумах.

ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ І СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ / СХЕМА КУРСУ

Можливості	Лекції	Виконай
	Довідковий матеріал	
	Презентації	
	Лабораторний практикум	
	Обговорення в аудиторії	
	Самостійна робота	
	Індивідуальні консультації	
	Залік	
	Іспит	

Практичні заняття курсу передбачають проробку питань, які пов’язані з відповідними розділами курсового проектування в напрямку оптимізаційного проектування та конструювання сучасних технічних засобів залізничного транспорту. Виконання індивідуального завдання (в рамках курсового проектування) супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у здобувача вищої освіти інформаційну та комунікативну компетентності.

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://kart.edu.ua/mat-po-fak-ua/mat-fak-meh-ua>), включаючи навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання.

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» та методичних розробках електронної бібліотеки поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступної лекції. Під час обговорення ми запропонуємо вам критично поміркувати над тим, як використовувати набуті знання в ході вивчення курсу «Основи конструювання і САПР» при проектуванні та конструюванні сучасних технічних засобів та механічних систем залізничного транспорту України.

Теми курсу

Основи конструювання і системи автоматизованого проектування технічних засобів залізничного транспорту та теплоенергетичних об'єктів

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

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

*Економічний аспект проектування і конструювання технічних засобів.
Основні стадії розробки проектів нових технічних засобів.*

Основні положення системного проектування. Формування стратегії вирішення проектно-конструкторських задач.

Загальні принципи і методи автоматизованого проектування і конструювання.

Функціональне і структурне проектування технічних засобів.

*Основні вимоги до математичних моделей технічних засобів.
Сучасні підходи до розробки математичних моделей механічних систем сучасних технічних засобів.*

Математичне моделювання вібраційних характеристик транспортних ТЗ.

Розробка узагальнених математичних моделей з використанням методів математичного планування експерименту.

Загальні підходи до постановки і рішення завдань оптимізаційного проектування ТЗ.

Сучасні методи пошуку оптимальних проектно-конструкторських рішень.

Оптимізація структури механізмів сучасних технічних засобів та елементи їх оптимізаційного конструювання.

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

*Основні принципи побудови і класифікація САПР.
Комплекс технічних засобів САПР.*

Методичне та програмне забезпечення САПР.

Інформаційне забезпечення САПР. Взаємодія конструктора з обчислювальною системою САПР.

Системи автоматизованого проектування

Лекції, практичні та лабораторні заняття

Список основних лекцій курсу, а також практичний та лабораторних занять наведений нижче.

<u><i>1 семестр</i></u>				
Тиж-день	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема лабораторних занять
1	2	Л1: Вступ до основ конструювання і систем автоматизованого проектування, структура курсу. Поняття про життєвий цикл технічних засобів (ТЗ). Основні шляхи і проблеми створення нових ТЗ.	2	ЛР1: Оволодіння загальними підходами у роботі з терміналами ПЕОМ кафедри та факультету. Ознайомлення зі структурою комплексу технічних засобів САПР.
2	2	Л2: Проблеми досягнення високого технічного рівня, високої якості, забезпечення та захисту новизни створених технічних засобів. Основні критерії працездатності і розрахунків на міцність деталей машин.		
3	2	Л3: Економічні аспекти створення нової техніки. Поняття про економічно спрямоване проектування. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту конструкції. Оцінка і шляхи підвищення економічної ефективності ТЗ.	2	ЛР2: Використання ЕОМ та автоматизованих графічних пристроїв для отримання і аналізу кінематичних характеристик механізмів сучасних ТЗ.
4	2	Л4: Основні стадії проектування і особливості оформлення проектів нових ТЗ. Загальні принципи проробки конструкції на різних етапах проектування. Контроль якості проекту і порядок внесення змін у конструкторську документацію.		
5	2	Л5: Елементи сучасної методології автоматизованого проектування. Основні положення системного підходу і методології проектування нових ТЗ. Ранжирування ділянок вимог при системному проектуванні ТЗ. Системно-функціональний, конструкторський, структурний та інтегративно-теоретичний аспекти.	2	ЛР3: Використання банку програм з математичного планування експерименту для отримання узагальнених математичних моделей в нормованих параметрах.
6	2	Л6: Формування стратегії вирішення проектно-конструкторських задач. Загальні принципи і методи автоматизованого проектування і конструювання.		
7	2	Л7: Функціональне та структурне проектування ТЗ. Види описання ТЗ на різних етапах функціонального проектування. Проектно-конструкторські задачі синтезу. Побудова «I» або «I-АБО» дерев ТЗ.	2	ЛР4: Використання банку програм з математичного планування експерименту для отримання узагальнених математичних моделей в дійсних величинах.
8	2	Л8: Математичне забезпечення функціонального і структурного проектування ТЗ. Основні вимоги до математичних моделей (ММ) та їх загальна класифікація. Функціональні та структурні ММ. Повні ММ і макромоделі. Алгоритмічні і аналітичні ММ. Загальні методи отримання ММ.		
9	2	Л9: Сучасні підходи до розробки математичних моделей механічних систем технічних засобів. Роль і загальні підходи до побудови динамічних моделей (ДМ) сучасних механізмів і	2	ЛР5: Дослідження макромоделей на ЕОМ з отриманням допоміжного графіку та подальшим його аналізом.

		машин. Поняття про динамічну структуру механізмів. Побудова ММ на базі відповідних ДМ.		
10	2	Л10: Математичне моделювання при конструюванні механізмів газорозподілу локомотивних енергетичних установок.		
11	2	Л11: Математичне моделювання вібраційних характеристик транспортних технічних засобів. Системи віброізоляції та віброгасіння.	2	ЛР6: Використання програмного комплексу SolidWorks та середовища Delphi для розробки робочих креслень деталей технічних засобів транспорту.
12	2	Л12: Раціональне отримання узагальнених математичних моделей за допомогою методів математичного планування експерименту. Загальні підходи до постановки і рішення задач оптимізаційного проектування.		
13	2	Л13: Сучасні методи пошуку оптимальних проектно-конструкторських рішень. Бінарні перерізи гіперповерхонь відгуку різних цільових функцій.	2	ЛР7: Конструювання та автоматизована розробка робочого креслення валу редуктора.
14	2	Л14: Основи оптимізаційного проектування ТЗ. Формування і опис оптимізаційних задач, загальні підходи до їх розв'язання. Сучасні методи пошуку оптимальних проектно-конструкторських рішень.		
15	2	Л15: Оптимізація структури механізмів сучасних технічних засобів. Теоретичні аспекти виявлення та усунення надлишкових зв'язків в механізмах. Елементи оптимізаційного конструювання.	2	ЛР8: Конструювання та автоматизована розробка робочого креслення зубчатого колеса редуктора.

*Залік з дисципліни**2 семестр*

Тиж-день	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема практичних занять
1		Л1: Основи побудови та ефективного застосування систем автоматизованого проектування (САПР). Актуальність і перспективи створення САПР ТЗ. Призначення та функції САПР. Різновиди та види забезпечення САПР.		
2			2	ЛР1: Видача завдань на курсове проектування. Розгляд задачі оптимізаційного проектування рядового зубчатого механізму (РЗМ).
3		Л2: Комплекс технічних засобів САПР. Структура термінальної станції САПР та персонального робочого місця конструктора. Локальні та глобальні обчислювальні мережі САПР. Структура обчислювальних мереж САПР.		
4			2	ЛР2: Побудування допоміжного графіку (бінарного перерізу) до вибору оптимальних чисел зубців механізму, що проектується.
5		Л3: Складові методичного забезпечення САПР (математичне та лінгвістичне забезпечення).		

		Особливості математичного забезпечення проєктуючих і обслуговуючих підсистем САПР. Інваріантні та спеціальні елементи математичного забезпечення. Складові лінгвістичного забезпечення САПР (мови програмування та проєктування-конструювання). Дворівневе лінгвістичне забезпечення САПР. Процедурні та не процедурні мови проєктування-конструювання.		
6			2	ПР3: Аналіз допоміжного графіку. Вибір оптимальних чисел зубців. Розрахунок діаметрів та міжцентрових відстаней ланок РЗМ.
7		Л4: Програмне забезпечення (ПЗ) САПР (загальносистемне, базове, прикладне). Архітектура ПЗ однорівневої САПР. ПЗ обслуговуючої підсистеми (програмні забезпечення діалогової підсистеми, системи керування базами даних і інструментальної підсистеми програмування). ПЗ підсистеми інтерактивної машинної графіки.		
8			2	ПР4: Проектувальний розрахунок вихідного валу редуктора.
9		Л5: Інформаційне забезпечення САПР. Зв'язки між програмними модулями за керуванням та інформацією. Моніторна система САПР. Організація реалізації зв'язків за інформацією.		
10			2	ПР5: Розрахунок конструктивних параметрів вихідного зубчатого колеса РЗМ.
11		Л6: Режими та засоби взаємодії конструктора з обчислювальною системою (ОБС) САПР. Апаратні засоби ОБС. Однопрограмні та мультипрограмні режими роботи ОБС. Режими пакетної обробки задач і колективного доступу. Пасивні та активні (інтерактивні) діалогові режими взаємодії конструктора з ОБС.		
12			2	ПР6: Розрахунок посадки з натягом.
13		Л7: Перспективи створення і ефективного використання САПР об'єктів залізничного транспорту. Основні напрямки розвитку САПР. Удосконалення пакетів прикладних програм машинної графіки. Подальший розвиток технічного, математичного, програмного та інформаційного забезпечень.		
14			2	ПР7: Побудування кінематичної схеми механізму та робочого креслення валу редуктора.
15		Л8: Сучасні підходи до створення технічних систем нового покоління. Генетичні аспекти створення технічних засобів і технічних систем нового покоління.		

		2	ПР8: Побудування робочого креслення зубчатого колеса та складального креслення рядового зубчатого механізму.
Іспит з дисципліни			

Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної 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 (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Формування залікової семестрової оцінки в першому семестрі:

- 1) *Відвідування лекцій.* **Максимальна сума становить 30 балів за модуль.**
- 2) *Лабораторний практикум.* **Максимальна сума становить 16 балів за модуль.**
- 3) *Поточне тестування.* **Максимальна сума становить 14 балів за модуль.**
- 4) *Модульне тестування.* **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

Остаточна залікова семестрова оцінка формується за результатами модульного 1-го та 2-го модульних контролів шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульне тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає бал залікової семестрової оцінки.

Формування підсумкової семестрової оцінки у другому семестрі:

- 1) *Відвідування лекцій.* **Максимальна сума становить 16 балів за модуль.**
- 2) *Практичні заняття (відвідування та активність).* **Максимальна сума становить 30 балів за модуль.**
- 3) *Поточне тестування.* **Максимальна сума становить 14 балів за модуль.**
- 4) *Модульне тестування.* **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

Остаточна підсумкова семестрова оцінка формується за результатами модульного 1-го та 2-го модульних контролів шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає бал підсумкової семестрової оцінки. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на іспиті (з D на C, або з B на A), відповівши на питання екзаменаційного білету.

Команда викладачів:

Мороз Володимир Ілліч (<http://kart.edu.ua/kafedra-mipm-ua/zav-kaf-mipm-ru>) – лектор з технічної та прикладної транспортної механіки в УкрДУЗТ, а також основ конструювання та автоматизованого проектування сучасних технічних засобів транспорту. Отримав ступінь доктора технічних наук 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.

Логвіненко Олександр Анатолійович (<http://kart.edu.ua/pro-kafedru-mipm-ua/kolectuv-kafedru-mipm-ua/logvinenko-oa-ua>) – лектор з технічної та прикладної транспортної механіки в УкрДУЗТ. Отримав ступінь кандидата технічних наук 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.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності в УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи здобувачі вищої освіти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином.

Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних та телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>.