



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Хімічного,
полімерного і
сілікатного

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G - Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G11 Машинобудування
Освітня програма	ОПП Інжиніринг інноваційного галузевого обладнання
Статус освітнього компонента	Обов'язкова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг освітнього компонента	4(120)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	3 години на тиждень (1 година лекційних та 2 години практичних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Щербина Валерій Юрійович, xpsm@ukr.net Практичні роботи: д.т.н., професор Щербина Валерій Юрійович, xpsm@ukr.net
Розміщення курсу	Платформа «Сікорський»

Програма освітнього компонента

1. Опис освітнього компонента, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Опис освітнього компонента, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Основне завдання освітнього компонента "Комп'ютерно-інтегровані технології проектування технологічного обладнання" — це формування у здобувачів вищої освіти системних знань і практичних навичок застосування сучасних CAD/CAE/CAM систем для автоматизації всього життєвого циклу створення технологічного обладнання. При цьому відбувається освоєння методик тривимірного (3D) моделювання деталей та вузлів, проведення інженерних розрахунків (CAE) для оптимізації конструкцій, моделювання технологічних процесів.

Однією з найактуальніших проблем сучасного машинобудування є підвищення якості та конкурентоспроможності продукції за рахунок впровадження високотехнологічних рішень на всіх етапах проектування та виробництва. Це можливе при комплексному застосуванні комп'ютерно-інтегрованих технологій, яке дозволяє не тільки підвищити ефективність і точність проектування, але й суттєво скоротити час від ідеї до виготовлення обладнання. Завдяки досконалому вивченню сучасних інтегрованих програмних комплексів майбутній фахівець може автоматизувати виконання конструкторсько-технологічних робіт, здійснювати багатокритеріальну оптимізацію конструкції та процесів, а також створювати цифрові двійники об'єктів для ефективного використання систем проектування та підготовки

виробництва обладнання.

Предмет освітнього компонента «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування технологічного обладнання» – реалізація підходів, що забезпечують вивчення новітніх систем конструкторського проектування та спеціальних методів для вдосконалення, підвищення ефективності, забезпечення високої якості виконання проектно-конструкторських розробок та реалізації найбільш ефективних проектних рішень, що орієнтує студентів на сучасний світовий рівень науково-технічних розробок.

Мета освітнього компонента «Конструкторське проектування обладнання»

Метою вивчення освітнього компонента є формування у магістрів комплексу знань щодо спеціальних методів проектування для вдосконалення, підвищення ефективності, забезпечення високої якості виконання проектно-конструкторських розробок та реалізації найбільш ефективних проектних рішень, що орієнтує студентів на сучасний світовий рівень науково-технічних розробок.

Відповідно до мети підготовка магістрів за даною спеціальністю вимагає сформувати у студентів компетентності:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузевому машинобудуванні, що передбачає проведення досліджень процесів, обладнання та/або здійснення інновацій в даній галузі та характеризується невизначеністю умов і вимог

Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології ЗК01.

Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями ЗК02.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел ЗК03.

Здатність до адаптації та дії в новій ситуації ЗК05.

Здатність генерувати нові ідеї (креативність) ЗК06.

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми ЗК07.

Здатність приймати обґрунтовані рішення ЗК08.

Здатність працювати в команді ЗК09.

Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі СК04

Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність СК05.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння освітнього компонента мають продемонструвати такі результати навчання:

Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні ПРН04

Готувати виробництво та експлуатувати обладнання та вироби галузевого машинобудування протягом життєвого циклу ПРН07

Використовуючи фундаментальні закони збереження та переносу, обирати/ розробляти/ аналізувати/ реалізовувати у середовищах САД-систем та інших прикладних програм математичні моделі та регламенти процесів, що відбуваються у робочому просторі та/або в конструкціях технологічного обладнання для вирішення вирішувати задач наукових досліджень, проектування, експлуатації, модернізації обладнання галузевого машинобудування ПРН12

2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення освітнього компонента «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування технологічного обладнання» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалавріату при вивченні освітніх компонентів природничого та інженерно-технічного спрямування, зокрема: «Математика», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Інформатика», «Опір матеріалів», «Деталі машин», «Гідравліка та приводи

механотронних систем», «Теоретичні основи теплотехніки», «Механіка твердого деформованого тіла», «Технологічні основи машинобудування», «Сучасні методи розрахунку процесів і апаратів», «Процеси, апарати і машини галузі».

3. Зміст освітнього компонента

Тема 1. Програмне забезпечення як інструмент проектування на етапах життєвого циклу виробів

Тема 2. Інтеграція програмних модулів в системах проектування технологічного обладнання

Тема 3. Використання обчислювальних програмних систем для проектування обладнання

Тема 4. Системи «ВЕСНА». Інтеграція з програмним середовищем AutoCAD

Тема 5. Використання технологій штучного інтелекту в комп'ютерно-інтегрованих системах

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Щербина В.Ю. Конструкторське проектування обладнання. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 83 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25669>
2. Щербина В.Ю., Гондляр О.В., Чемерис А.О., Швачко Д.Г. AutoLISP при проектуванні технологічного обладнання [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2024. 175 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45732>
3. Щербина В.Ю., Степанюк А.Р. Кожухотрубі теплообмінники. Конструкторське проектування обладнання [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2024. 117 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67996>.
4. Щербина В.Ю., Чемерис А.О., Конструкторське проектування обладнання. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 38 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25666>
5. Автоматизація графічно-конструкторських робіт у процесі проектування хімічного устаткування в системі AutoCAD: Навч. посіб. / В.Ю. Щербина, О.С. Сахаров, О.В. Гондляр, В.І. Сівецький. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2013. – 152с.: іл
6. САПР. Застосування програмного комплексу ВЕСНА в розрахунках процесів і обладнання з врахуванням термосилових навантажень. / В.Ю. Щербина, О.С. Сахаров, В.І. Сівецький, О.В. Гондляр Навчальний посібник Київ, Видавництво “ЕКМО”, 2014. – 218 с
7. Щербина В.Ю., Лелека С.В., Безверхий І.О. Методологія проектування. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2024. 119 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67997>
8. Політика використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/70b895b5-1339-4d51-975b-a6114035c950/content>

Додаткова література

9. Щербина В. Ю. Курс лекцій «Методологія проектування». - К.: Видавництво “ЕКМО”, 2010. – 168с.
10. Грабченко А. І., Доброскок В. Л. Сучасні технології матеріалізації комп'ютерних моделей. Х. : НТУ "ХПІ", 2009. 86 с.
11. Гондляр О.В., Сахаров О.С., Сівецький В.І., Щербина В.Ю. САПР. Програмний комплекс АПРОКС в розрахунках машин та апаратів хімічних виробництв. К.: ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2006, 136 с..
12. ABAQUS/CAE User's Guide. <http://desktop-5sfjnrn:2080/v6.14/index.html>
13. SOLIDWORKS 2018. Learn by doing - Part 1: parts, assembly, drawings, and sheet metal. Tutorial Books, 2018. 532 p.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

14. Сайт персональних навчальних систем ХНЕУ ім. С. Кузнеця. – <http://www.ikt.hneu.edu.ua/>. Quick-R [Electronicresource]. – Access mode : <http://www.stat-methods.net/index.html>.
15. SiteSearch [Electronicresource]. – Access mode : <http://finzi.psych.upenn.edu/nmz.html>.
16. Rtips. Revival 2014! [Electronicresource]. – Access mode : <http://pj.freefaculty.org/R/Rtips.html>.
17. Statisticswith R [Electronicresource]. – Access mode : http://zoonek2.free.fr/UNIX/48_R/all.html.
- 18.

- TheComprehensive R ArchiveNetwork [Electronicresource]. – Access mode : <http://cran.r-project.org>.
 19. <https://docs.langchain.com> LangChain docs home
 20. <https://arxiv.org/abs/2302.13971> LLaMA: відкриті та ефективні базові мовні моделі
 21. <https://arxiv.org/abs/2005.11401> Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks

Навчальний контент

5. Методика опанування освітнього компонента

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компонента «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування технологічного обладнання», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в області комп'ютерно-інтегрованих технологій проектування технологічного обладнання;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- набуття наочної, поєднання по можливості з демонстрацією аудіовізуальних матеріалів, макетів, моделей і зразків;
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять; доступність для сприйняття даної аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Тема 1 Програмне забезпечення як інструмент проектування на етапах життєвого циклу виробів Комп'ютерно-інтегровані технології. Програмне забезпечення на етапах життєвого циклу обладнання. Організації інформаційної взаємодії різноманітних комп'ютерно-інтегрованих систем. Терміни та означення. Організація систем комп'ютерно-інтегрованого проектування. Література: [1, 3, 9, 10]. Завдання на СРС. Сучасні комп'ютерно-інтегровані системи (KIC) як основа автоматизації проектування, виробництва та експлуатації технологічного обладнання. Системи CAD, CAM, CAE, PLM та інші як єдине цифрове середовище.	2
2	Тема 2. Інтеграція програмних модулів в системах проектування технологічного обладнання Зв'язок модулів в системах проектування. Вимоги та об'єкти проектування. Специфіка проектування обладнання в машинобудуванні. Математичне, технічне, лінгвістичне, програмне, інформаційне, методичне та організаційне забезпечення систем проектування. Основні принципи створення комп'ютерно-інтегрованих систем. Література: [2, 4, 10]. Завдання на СРС. Загальна структура. Реалізація ефективних числових алгоритмів в математичному забезпеченні. Основні положення програмного та лінгвістичного забезпечення. Технічне забезпечення.	2

3	<i>Основні принципи створення систем проектування. Пакети прикладних програм. Особливості технології та вимоги до систем проектування. Проблеми функціонування людини і системи автоматизованого проектування. Впровадження конструкторських систем на підприємствах.</i> Література: [2, 5, 11,12]. Завдання на СРС. Функціональні можливості пакетів прикладних програм, організація та вимоги до систем проектування. Проблеми функціонування людини в системі «людина-система». Проблеми впровадження конструкторських систем на підприємствах.	2
5	Тема 3. Використання обчислювальних програмних систем для проектування обладнання <i>Програмні системи як невід'ємна частина процесу проектування технологічного обладнання в різних галузях промисловості. Системи для розрахунку на міцність. Системи для розв'язку задач аерогідродинаміки. Системи проектування конструкцій. Інтегровані системи проектування</i> Література: [7, 9]. Завдання на СРС. Системи інформаційного забезпечення проектування на міцність – ANSYS, ADAMS, Pro/ENGINEER, CATIA, LS-DYNA. Аерогідродинаміки – Star-CD, CFX, FLUENT, FlowVision, FLOW-3D. Системи проектування конструкцій – AutoCAD, Genius, CADMECH, Autodesk Inventor, T-FLEX CAD. Інтегровані системи – SolidWorks, SolidEdge, Unigraphics, CADdy	2
6	Тема 4. Системи «ВЕСНА». Інтеграція з програмним середовищем AutoCAD <i>Структура комп'ютерно-інтегрованої системи ВЕСНА. Обчислювальний комплекс системи. Проектно-аналітичні програми. Проектно-конструкторські програми. Формат записів у масиві, розмір полів і їх розміщення в машинному запису, ключові атрибути. Спосіб зберігання даних. Основні, робочі та вихідні масиви даних. Графічні засоби формування розрахункової схеми та візуалізації результатів розрахунку в AutoCAD.</i> Література: [2, 6]. Завдання на СРС. Реалізація інтеграції системи «ВЕСНА» з графічним середовищем AutoCAD. Можливість виконання розрахунків у системі «ВЕСНА» безпосередньо в процесі конструювання в AutoCAD. Типи файлів та форматів забезпечують сумісність даних між AutoCAD і розрахунковим ядром «ВЕСНА». Експорт результатів розрахунку у формати для обробки в MS Excel	4
7	Тема 5. Використання технологій штучного інтелекту в комп'ютерно-інтегрованих системах <i>Загальні відомості використанням технологій штучного інтелекту (ШІ). Основні підходи та методи. Роль ШІ у проектуванні технологічного обладнання. Приклади застосування ШІ в машинобудуванні. Алгоритми ШІ. Пошук технічних рішень. Ризики та обмеження впровадження ШІ.</i> Література: [7], с. 62-72; [8], с. 7-25. Завдання на СРС. Поняття ШІ і основні види. Історія розвитку. Алгоритм ШІ для пошуку технічних рішень, генерації тексту. Методи перевірки якості та достовірності інформації отриманої з допомогою ШІ. Етичні та правові аспекти при використанні ШІ.	2

8	<i>Інтеграція ІІІ в комп'ютерно-інтегровані системи. Проектування технологічного обладнання. Основні методи ІІІ, що застосовуються в КІС Технологічна підготовка виробництва. Експлуатація та технічне обслуговування. Управління життєвим циклом продукту (PLM). Можливості використання локальних нейронних мереж (on-device / edge AI). Тенденції розвитку в майбутньому.</i> <i>Література:</i> [19]; [20]; [21]. <i>Завдання на СРС.</i> Основні компоненти комп'ютерно-інтегрованих систем (КІС). Ефективність інтеграції ІІІ в системи автоматизованого планування технологічних процесів (САРР). Переваги використання цифрових двійників з елементами ІІІ. Інтеграція ІІІ в існуючі PLM-системи. Переваги гібридного підходу у розробці інтелектуальних КІС. Інтеграція ІІІ з 3D-друком для проектування складних конструкцій.	2
	Всього	16

Практичні (семінарські) заняття

Основним завданням циклу практичних занять з освітнього компонента являється закріплення теоретичних знань і формування умінь роботи з сучасними системами розрахунку на міцність елементів обладнання хімічних виробництв і оволодіння чисельними методами проектування.

Практичні заняття виконуються у комп'ютерному класі за допомогою дидактичних засобів та сучасного програмного забезпечення кафедри ХПСМ.

Основні завдання циклу занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в сучасних методів розрахунку машин та апаратів хімічних виробництв;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями донести результати власних досліджень до колег та наукової спільноти;
- навчити студентів працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомami самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичних занять та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання)	Годин
1	Тема 2. Інтеграція програмних модулів в системах проектування технологічного обладнання Практичне заняття 1. Знайомство з лінгвістичним забезпеченням комп'ютерно-інтегрованої системи проектування технологічного обладнання. фрагментів конструкцій корпусного обладнання. Побудова фрагментів конструкцій машинобудування. Розробка методів нанесення скінчених елементів. <i>Література:</i> [2, 6, 12]. <i>Завдання на СРС.</i> Аналіз об'єкту дослідження. Виділення фрагментів конструкції. Методи нанесення скінчених елементів, густина мережі.	2
2	Практичне заняття 2. Побудова в системі AutoCAD фрагментів конструкцій корпусного обладнання на базі стандартних команд системи AutoCAD. Розробити розрахункову схему для розрахунку на міцність. <i>Література:</i> [2, 12]. <i>Завдання на СРС.</i> Побудувати в системі AutoCAD розрахункову схему циліндричної оболонки. Команди 3DPOLY, LAYER, AUDIT.	2

3	Тема 3. Використання обчислювальних програмних систем для проектування обладнання Практичне заняття 3. Математична модель розрахунку міцності корпусного обладнання на основі безмоментної теорії оболонок. Знайомство з системою розрахунків на міцність ВЕСНА. Побудова фрагментів конструкцій корпусного обладнання на базі стандартних програм системи ВЕСНА. Література: [6] с. 28-29. Завдання на СРС. Побудувати розрахункову схему циліндричної оболонки.	2
4	Практичне заняття 4. Ознайомлення зі способами завдання граничних умов та зовнішнього навантаження в системі ВЕСНА, способами завдання фізико-механічних властивостей. Література: [6] с. 30-34. Завдання на СРС. Задати граничні умови та зовнішнього навантаження для циліндричної оболонки.	2
5	Практичне заняття 5. Ознайомлення зі способами обробки та візуалізації отриманої інформації. Побудова графіків НДС, таблиць, визначення зон критичних навантажень, елементів руйнування. Література: [6] с. 62-66. Завдання на СРС. Межа міцності, визначення критеріїв міцності металевих та крихких тіл. Критерії Мізіса, Хоека-Брауна, Баландина.	2
6	Тема 4. Системи «ВЕСНА». Інтеграція з програмним середовищем AutoCAD Практичне заняття 6. Розрахунок корпусу шнекового преса. Визначити внутрішні навантаження на корпус преса (внутрішній тиск). Отримати значення приведених напружень в корпусі. Порівняти допустимі напруження з отриманими та зробити висновки про працездатність. Визначення СЕ з максимальним навантаженням та вузла з максимальним прогином. Література: [6] с.147-149. Завдання на СРС. Виконання графіків головних G_1, G_2, G_3, приведених напружень та переміщень. Порівняти допустимі напруження з отриманими. Висновки по працездатності пресу	2
7	Практичне заняття 7. Розрахунок лопатки змішувача шнекового преса. Питання до практичного заняття: Визначити внутрішні навантаження на лопатку. Отримати значення приведених напружень. Порівняти допустимі напруження з отриманими та зробити висновки про працездатність. Визначення СЕ з максимальним навантаженням та вузла з максимальним прогином. Література: [6] с.143-144. Завдання на СРС. Виконання графіків головних G_1, G_2, G_3, приведених напружень та переміщень. Порівняти допустимі напруження з отриманими. Висновки по працездатності лопатки	2
8	Практичне заняття 8. Розрахунок на міцність ділянки обертової печі. Розробити розрахункову схему. Вказати навантаження, фізично-механічні характеристики. Виконати розрахунок на міцність враховуючи термосилові навантаження. Література: [6], с.62-68, с.172-173. Завдання на СРС. Використовуючи числовий комплекс “ВЕСНА” визначити напружено-деформований стану (НДС) корпусу печі, приведені, допустимі напруження. Виконати графіки напружень та переміщень. Зробити висновок про працездатності. Визначити запас міцності та можливі зони руйнувань.	2

9	Практичне заняття 9. Розрахунок опірної станції обертової печі з визначенням оптимального розташування опірних роликів. Розробити розрахункову схему. Вказати навантаження, фізично-механічні характеристики. Виконати розрахунок на міцність. Література: [6], с. 87-92, с. 190-194. Завдання на СРС. Використовуючи числовий комплекс "ВЕСНА" враховуючи циклічні навантаження визначити НДС та приведені напруження. Визначити оптимальне розташування опірних роликів для підвищення ресурсу роботи об печі. Виконати порівняння з базовою конструкцією.	2
10	Практичне заняття 10. Розрахунок фасонного вогнетриву з визначенням ефективного розміру теплоізоляційної комірки. Розробити розрахункову схему. Вказати навантаження, фізично-механічні характеристики. Виконати розрахунок на міцність враховуючи термосилові навантаження. Література: [6], с. 177-178, с. 197-198. Завдання на СРС. Використовуючи числовий комплекс "ВЕСНА" визначити тепловий стан вогнетриву з теплоізоляційною коміркою. Вказати конструкцію вогнетриву з оптимальним розміром теплоізоляційної комірки враховуючи теплову ефективність та допустимі напруження. Порівняти зменшення енерговитрат в залежності від конструкції вогнетриву.	2
11	Практичне заняття 11. Розрахунок обертової печі 4.5x80м з визначенням оптимальної товщини корпусу. Розробити розрахункову схему. Вказати навантаження, фізично-механічні характеристики. Виконати розрахунок на міцність враховуючи термосилові навантаження. Література: [6], с. 142-143, с. 199-214. Завдання на СРС. Використовуючи числовий комплекс "ВЕСНА" визначити НДС обертової печі. Змінюючи товщину корпусу відповідно енергетичних зон визначити оптимальну товщину для зменшення металомісткості. Визначити працездатність та запас міцності корпусу обертової печі. Порівняти з базовою конструкцією.	2
12	Тема 5. Використання технологій штучного інтелекту в комп'ютерно-інтегрованих системах Практичне заняття 12. Використовуючи чат-боти ШІ проаналізувати результати розрахунку обертової печі 4.5x80м. Надати рекомендації відносно оптимізації температурного режиму та можливостей підвищення ресурсоефективності. Описати результати наведені на графіках та в таблицях отриманих даних. Література: [7], с. 76-78, 101-106. Завдання на СРС. Використовуючи чат-боти ChatGPT, Copilot, Gemini та Poe визначити можливість покращення теплової ефективності та підвищення ресурсоефективності. Згенерувати звіт по отриманим результатам. Проаналізувати результати отримані чат-ботами та надати висновок, в якому зазначити, які з них виявилися найбільш ефективними, пропонуючи повні та змістовні відповіді.	4
13	Модульна контрольна робота.	2
14	Залік	2
	Всього	30

6. Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Згідно робочого навчального плану лабораторні заняття не передбачені.

7. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота займає до 62 % часу вивчення, включаючи і підготовку до заліку.

Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх технологій та інновацій у напрямку власних досліджень.

№ з/п	Назва теми	Кількість
1	Тема 1. Програмне забезпечення як інструмент проектування на етапах життєвого циклу виробів Сучасні комп'ютерно-інтегровані системи (KIC) як основа автоматизації проектування, виробництва та експлуатації технологічного обладнання. Програмне забезпечення на етапах життєвого циклу обладнання. Системи CAD, CAM, CAE, PLM та інші як єдине цифрове середовище. Література: [1, 3, 9, 10].	6
2	Тема 2. Інтеграція програмних модулів в системах проектування технологічного обладнання Загальна структура. Реалізація ефективних числових алгоритмів в математичному забезпеченні. Основні положення програмного та лінгвістичного забезпечення. Технічне забезпечення. Література: [2, 4, 10]	8
3	Функціональні можливості пакетів прикладних програм, організація та вимоги до систем проектування. Проблеми функціонування людини в системі «людина-система». Проблеми впровадження конструкторських систем на підприємствах. Література: [2, 5, 11,12]	8
4	Тема 3. Використання обчислювальних програмних систем для проектування обладнання Системи інформаційного забезпечення проектування. Системи для розрахунку на міцність – ANSYS, ADAMS, Pro/ENGINEER, CATIA, LS-DYNA. Системи для розв'язку задач аерогідродинаміки – Star-CD, CFX, FLUENT, FlowVision, FLOW-3D. Системи проектування – AutoCAD, Genius, CADMECH, Autodesk Inventor, T-FLEX CAD. Інтегровані системи – SolidWorks, SolidEdge, Unigraphics, CADdy. Література: [9], с. 8-42; [7], с. 28-45.	6
5	Тема 4. Системи «ВЕСНА». Інтеграція з програмним середовищем AutoCAD Реалізація інтеграції системи «ВЕСНА» з графічним середовищем AutoCAD. Можливість виконання розрахунків у системі «ВЕСНА» безпосередньо в процесі конструювання в AutoCAD. Типи файлів та форматів забезпечують сумісність даних між AutoCAD і розрахунковим ядром «ВЕСНА». Експорт результатів розрахунку у формати для обробки в MS Excel Література: [2], с. 52-62; [6], с. 12-27	10
6	Функціональні можливості пакетів прикладних програм, організація та вимоги до систем проектування. Проблеми функціонування людини в системі «людина-система». Проблеми впровадження конструкторських систем на підприємствах. Література: [2], с. 63-78; [5], с. 105-115; [11,12]	6

	Тема 5. Використання технологій штучного інтелекту в комп'ютерно-інтегрованих системах	
7	Поняття ШІ і основні види. Історія розвитку. Алгоритм ШІ для пошуку технічних рішень, генерації тексту. Методи перевірки якості та достовірності інформації отриманої з допомогою ШІ. Етичні та правові аспекти при використанні ШІ. Література: [7], с. 43-72; [8], с. 7-25.	8
8	Основні компоненти комп'ютерно-інтегрованих систем (KIC). Ефективність інтеграції ШІ в системи автоматизованого планування технологічних процесів (CAPP). Переваги використання цифрових двійників з елементами ШІ. Інтеграція ШІ в існуючі PLM-системи. Переваги гібридного підходу у розробці інтелектуальних KIC. Інтеграція ШІ з 3D-друком для проектування складних конструкцій. Література: [19]; [20]; [21]	12
9	Підготовка до МКР	4
10	Підготовка до заліку	6
	Всього годин	74

Політика та контроль

8. Політика освітнього компонента

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
 - <https://ipp.eng.unimelb.edu.au/for-students>;
 - <https://au.linkedin.com/in/innovation-practice-program-0a0180171>;
 - <https://www.port.ac.uk/study/courses/beng-hons-innovation-engineering>;
 - Інші курси можуть бути зараховані за узгодженням з викладачем.
- штрафні бали в рамках освітнього компонента не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з освітнього компонента або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з освітнього компонента:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин					Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні (семінарські)	Лаб. роб.	Інд. заняття	CPC	МКР	РР	Семестровий контроль
2	4	120	16	30	-	-	74	1	—	Залік

Рейтинг студента з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях та модульну контрольну роботу.

Семестровим контролем є залік.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

1. Виконання та захист 8 практичних робіт;
2. Виконання модульної контрольної роботи;

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Практичні роботи

Ваговий бал з однієї практичної роботи - 16 балів, які складаються таким чином:

- Правильно виконане завдання з практичної роботи – 10 балів;
- Своєчасно (на занятті або в призначений термін викладачем) виконане завдання – 3 бал;
- Правильно оформлений протокол завдання з бездоганним оформленням результатів обробки результатів завдання – 2 бал;
- Своєчасний (на відповідному занятті з захисту) захист лабораторної роботи і повна відповідь під час захисту – 1 бал;

Максимальна кількість балів $R_{\text{практ}}$, яку має можливість отримати студент за виконання всіх практичних робіт дорівнює: 16 балів x 5 робіт = 80 балів.

2. Модульна контрольна робота

- Максимальна кількість балів, яку має можливість отримати студенту за виконання модульної контрольної роботи $R_{\text{кпр}}$ дорівнює: 15 балів.
 - «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16-13 балів;
 - «дуже добре», відповідь з 1- 2 (не менше 85% потрібної інформації) 13-8 балів;
 - «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 8-7 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь (не менше 70% потрібної інформації та деякі помилки) – 6-5 балів;
 - «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі грубі помилки) – 4-2 балів;

- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Штрафні та бонусні бали:

- активна робота з правильними відповідями на лекційних і лабораторних заняттях (5 і більше правильних відповідей на заняттях) (+ 1÷5) балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = R_{\text{прат}} + R_{\text{кмр}} + R_{\text{бонусні(штрафні)}} = 80 + 15 + (+ 1 \div 5) = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 30 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 16 балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 60 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

Максимальна сума балів з усіх контрольних заходів до заліку (практичних робіт, модульної контрольної роботи) складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зданий звіт з практичних робіт. Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 30 балів, не допускаються до заліку.

Студенти, які набрали $R_c = 60$ балів і більше за семестр можуть отримати залік автоматом за набраними балами. Студенти, які не набрали семестровий рейтинг 60 балів та мають мінімум 30 балів або студенти, які бажають підвищити бали з кредитного модуля, виконують залікову письмову роботу.

Білет для заліку містить 3 запитання. Ваговий бал кожного запитання оцінюється як: $30+30+35=95$ балів. Крім того, якщо відповідь на питання білету містить опис сучасних новітніх методів інформаційного забезпечення проектування, з якими студент міг ознайомитися при роботі з додатковою літературою, додається ще від 1 до 5 балів. Таким чином повна відповідь «ідеального студента» може бути оцінена в

$$R_{\text{залік}} = 30+30+35 + 5 = 100 \text{ балів.}$$

Кожне запитання білету оцінюється відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – $35 \div 30$ балів;
- «дуже добре», відповідь з 1÷2 неточностями (не менше 85% потрібної інформації) – $29 \div 24$ балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – $23 \div 15$ балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 70% потрібної інформації та деякі помилки) – $14 \div 9$ балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі грубі помилки) – $8 \div 1$ балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума всіх отриманих рейтингових балів на заліку R з освітнього компонента складається таким чином:

$$R = 30 + 30 + 35 + 5 = 100 \text{ балів}$$

Сума балів з освітнього компонента переводиться до оцінки згідно з таблицею:

R	Університетська шкала
95...100 балів	Відмінно
85...94 балів	Дуже добре
75...84 балів	Добре
65...74 балів	Задовільно

60...64 балів	Достатньо
$R < 60$ балів	Незадовільно
Якщо $r_c < 30$ балів або не виконані інші умови допуску до екзамену	Недопущений

10. Додаткова інформація з освітнього компонента

Приблизний перелік питань, які виносяться на залік та модульну контрольну роботу

1. Сформулюйте основні завдання курсу «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування технологічного обладнання».
2. Опишіть основні компоненти комп'ютерно-інтегрованої системи (KIC) та їх роль у проектуванні технологічного обладнання.
3. Опишіть, які програмні засоби використовуються для управління виробничими процесами.
4. Опишіть основні етапи проектування технологічного обладнання.
5. Поясніть, яку роль відіграє технічна документація на етапі проектування.
6. Що визначає система інформаційної підтримки життєвого циклу виробів?
7. Наведіть приклади графічних документів, що входять до конструкторської документації.
8. Розкрийте значення комп'ютерних систем у процесі проектно-конструкторської підготовки.
9. Опишіть, які програмні засоби використовуються для управління виробничими процесами
10. Опишіть, які програмні засоби використовуються на етапі концептуального проектування.
11. Поясніть, як саме інтеграція даних впливає на якість кінцевого продукту.
12. В чому полягає роль PLM-систем у проектуванні технологічного обладнання?
13. Вкажіть, які функції виконує CAD-програмне забезпечення на етапі проектування.
14. Сформулюйте, які переваги дає використання CAM-систем у підготовці до виробництва.
15. Розкрийте роль CAE у процесі створення конструкторської документації.
16. Опишіть, які завдання вирішуються за допомогою систем типу MES та SCADA під час виготовлення продукції.
17. Поясніть, як CRM-системи сприяють реалізації та експлуатації виробу.
18. Поясніть, як IETM-системи сприяють ефективному обслуговуванню та утилізації обладнання.
19. В чому полягає вплив автоматизації на скорочення термінів проектування технологічного устаткування?
20. Поясніть, яку роль відіграє технічна документація на етапі проектування.
21. В чому полягає значення графічних документів у процесі конструювання машин та агрегатів?
22. Розкрийте актуальність скорочення терміну проектування в сучасному машинобудуванні.
23. Опишіть, як комп'ютерні системи впливають на продуктивність праці конструкторів.
24. Поясніть, що таке життєвий цикл виробу і які етапи він включає.
25. В чому полягає інтеграція процесів у системі інформаційної підтримки життєвого циклу виробів?
26. Наведіть приклади програмного забезпечення, що використовується на різних етапах життєвого циклу.
27. Сформулюйте, як технології штучного інтелекту застосовуються на етапі підготовки виробу до виготовлення.
28. В чому полягає роль банків і баз даних у функціонуванні систем автоматизованого проектування?
29. Наведіть приклади функцій, які виконує комп'ютер на етапі пошуку принципових проектних рішень.
30. Вкажіть основні характеристики складного об'єкта проектування.
31. Розкрийте зміст поняття «людина-машинна система» у контексті систем проектування.
32. В чому полягає специфіка проектування технологічного обладнання в машинобудуванні, зокрема для млинів і пресових машин?
33. Вкажіть основні види забезпечення систем проектування та їхнє призначення.
34. Поясніть призначення інформаційного забезпечення в системах проектування.
35. Сформулюйте вимоги, яким повинні відповідати сучасні технології проектування.
36. Поясніть, чому важливою є можливість накопичення досвіду проектування в системах автоматизованого проектування.
37. В чому полягає значення адекватності та інформативності для успішного впровадження системи проектування?

38. Що визначає можливість інтеграції систем проектування в склад автоматизованих систем управління підприємством (АСУП)?
39. Опишіть основні особливості пакетів прикладних програм (ПП) у системах автоматизованого проектування.
40. Поясніть відмінність між методо-орієнтованими та проблемно-орієнтованими пакетами прикладних програм.
41. Опишіть, як реалізується принцип «автономності окремих частин системи» при модульній побудові САПР.
42. В чому полягає суть ітераційного характеру проектування в автоматизованих системах?
43. Опишіть основні етапи підготовки підприємства до впровадження системи автоматизованого проектування.
44. Що визначає доцільність створення автоматизованої системи проектування для конкретного об'єкта?
45. Опишіть основне призначення інтегрованої системи «ВЕСНА» у контексті проектування технологічного обладнання.
46. Наведіть приклади об'єктів, які можуть бути досліджені за допомогою системи «ВЕСНА».
47. Розкрийте функції препроцесора системи «ВЕСНА» під час формування розрахункової моделі.
48. Сформулюйте основні можливості процесора системи «ВЕСНА» при вирішенні задач гідродинаміки, теплопровідності та міцності.
49. Опишіть, як здійснюється введення геометричних та фізичних характеристик моделі в препроцесорі «ВЕСНА».
50. В чому полягає концепція багатофрагментності (квазірегулярності) дискретних моделей у системі «ВЕСНА»?
51. Поясніть призначення постпроцесора системи «ВЕСНА» та способи візуалізації результатів.
52. Поясніть, як здійснюється експорт результатів розрахунку у формати, придатні для подальшої обробки в MS Excel.
53. Наведіть приклади графічних засобів візуалізації, доступних у постпроцесорі системи «ВЕСНА».
54. Що визначає необхідність інтеграції системи «ВЕСНА» з графічним середовищем AutoCAD?
55. Опишіть, як реалізується інтеграція системи «ВЕСНА» з графічним середовищем AutoCAD під час створення розрахункової моделі.
56. Поясніть, чому використання AutoCAD як основного інтерфейсу для системи «ВЕСНА» є доцільним для проектувальників у галузі хімічного машинобудування.
57. В чому полягає роль мови AutoLISP у забезпеченні взаємодії між компонентами системи «ВЕСНА» та середовищем AutoCAD?
58. Що визначає можливість виконання розрахунків у системі «ВЕСНА» безпосередньо в процесі конструювання в AutoCAD?
59. Наведіть приклади функцій, які виконує препроцесор «ВЕСНА» через інтерфейс AutoCAD під час формування геометрії моделі.
60. Вкажіть, які типи файлів та форматів забезпечують сумісність даних між AutoCAD і розрахунковим ядром «ВЕСНА».
61. Поясніть, як здійснюється візуалізація результатів розрахунку (наприклад, деформованої моделі) у середовищі AutoCAD за допомогою модулів «ВЕСНА».
62. Сформулюйте, які переваги дає інтеграція «ВЕСНА» з AutoCAD при формуванні конструкторської документації на основі результатів МСЕ-аналізу.
63. Опишіть, як програма AUDIT використовує графічні об'єкти AutoCAD для перевірки коректності побудови фрагментів розрахункової схеми.
64. Поясніть, яким чином інтеграція з AutoCAD дозволяє проектувальнику оперативно коригувати геометрію моделі та одразу перезапускати розрахунок у системі «ВЕСНА».
65. Поясніть, як технології штучного інтелекту трансформують традиційні CAD/CAM-середовища.
66. В чому полягає суть генеративного проектування, і яку роль у ньому відіграє штучний інтелект?
67. Що визначає ефективність інтеграції машинного навчання в системи автоматизованого планування технологічних процесів (CAPP)?
68. Вкажіть ключові переваги використання цифрових двійників, інтегрованих із технологіями штучного інтелекту.
69. Сформулюйте основні ризики, пов'язані з інтеграцією штучного інтелекту в існуючі PLM-системи.
70. Що визначає перспективність використання локальних (on-device) нейронних мереж у промислових системах керування?

71. Наведіть приклади застосування комп'ютерного зору для контролю якості на етапі виробництва технологічного обладнання.
72. Сформулюйте переваги гібридного підходу, що поєднує символічні методи та машинне навчання, у розробці інтелектуальних КІС.
73. Опишіть, як штучний інтелект сприяє оптимізації енергоспоживання технологічного обладнання протягом його експлуатації.
74. Поясніть, як інтеграція ІІ з адитивними технологіями (3D-друком) відкриває нові можливості для проектування складних конструкцій.
75. В чому полягає роль штучного інтелекту в забезпеченні безперервного зворотного зв'язку між етапами життєвого циклу виробу?

Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено проф., д.т.н., Щербиною В.Ю.

Ухвалено кафедрою ХПСМ (протокол № 17 від 04.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 11 від 27.06.2025 р.)