

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

  
Гнитько О.М. \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«28» червня 2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО ІНЖИНІРИНГУ**  
(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** 13 «Механічна інженерія»

**Спеціальність:** 133 «Галузеве машинобудування»


**Освітня програма:** «Комп'ютерний інжиніринг»

**Форма навчання:** денна

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Харків 2024 рік**


Розробник: Кузнецова А.В., к.т.н., доцент  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
\_\_\_\_\_ (підпис)

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

Протокол № 10 від « 27 » червня 2024 р.

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

  
\_\_\_\_\_ (підпис)

О.О. Баранов  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни Денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	<b>Галузь знань</b> <u>13 «Механічна інженерія»</u> <small>(шифр і назва)</small>  <b>Спеціальність</b> <u>133 «Галузеве машинобудування»</u>  <b>Освітня програма</b> «Комп'ютерний інжиніринг»  <b>Рівень вищої освіти:</b> <u>перший (бакалаврський)</u>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2024 / 2025
Індивідуальне завдання -		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 96*/150		2,4
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		<b>Лекції*</b>
аудиторних – 6		32 год.
самостійної роботи студента – 3,375		<b>Практичні*</b>
		32 год.
		<b>Лабораторні*</b>
	32 год.	
	<b>Самостійна робота</b>	
	54 год.	
	<b>Вид контролю</b>	
	Модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 96/54.

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** формування базових знань з суперкомп'ютерних технологій для рішення складних задач промисловості, призначених для ефективного рішення складних науково-технічних проблем шляхом математичного і суперкомп'ютерного моделювання і набуття компетенцій щодо практичного використання програмних продуктів CAD/CAM/CAE/PDM/PLM і ERP-систем.

**Завдання:** розкрити основні задачі сучасної промисловості, зміст основних понять в області комп'ютерного інжинірингу; розкрити основні тенденції і підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу; розкрити концепції цифрової розробки та її компоненти; зміст і місце технологій оптимізації; аналіз ринку CAD/CAM/CAE/PDM/PLM і ERP-технологій; розкрити базові функціональні можливості CAD/CAM/CAE/PDM/PLM і ERP-систем.

### **Компетентності, які набуваються.**

#### **Загальні компетентності:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Здатність планувати та управляти часом.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні.

ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК9. Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети.

ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК11. Здатність працювати в команді.

ЗК 13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

#### **Фахові компетентності:**

ФК2. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

ФК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК4. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації.

ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування.

ФК6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та

використання доступних даних.

ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

ФК10. Здатність розробляти плани і проекти у сфері галузевого машинобудування за невизначених умов, спрямовані на досягнення мети з урахуванням наявних обмежень, розв'язувати складні задачі і практичні проблеми підвищення якості продукції та її контролювання.

**Очікувані результати навчання:**

РН1) Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН2) Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН3) Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

РН6) Відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.

**Пререквізити:** «Вступ до інженерії, «Інженерна та комп'ютерна графіка».

**Кореквізити:** «Комп'ютерні технології проектування (CAD)», «Ознайомча практика».

**Постреквізити:** «Комп'ютерні технології проектування (CAD)», «Комп'ютерні технології проектування (CAD)» курсовий проєкт, «СALS-технології в машинобудуванні», «Візуалізація конструкцій», «Промисловий дизайн».

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1. Основи комп'ютерного інжинірингу**

**Змістовий модуль 1. Основні тенденції і підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу. Життєвий цикл ключових груп технологій CAD/CAM/CAE/PDM (EKM/SLM/SPM/PSM/ESM)/PLM**

**Тема 1. Еволюція сучасного комп'ютерного інжинірингу. Основні тенденції і підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу.**

Основні задачі сучасної промисловості. Формування сучасної інноваційної економіки знань. Створення і розвиток наукомістких технологій з подальшим об'єднанням їх в технологічні ланцюжки, розробка наукоємних інновацій і створення сучасних наукоємних виробництв ("цифрових"/"розумних" виробництв). Еволюція сучасного комп'ютерного інжинірингу. Умовні етапи еволюційних змін і розвитку PLM-технологій. Основні тенденції і підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу. Система інтеграції у інжинірингу.

**Тема 2. Ідеологія комп'ютерного інжинірингу.**

Розвиток і реалізація концепції "цифрового виробництва" (Digital Manufacturing). Концепція цифрової розробки та її компоненти. Іноваційна

МЗ-концепція - "MultiDisciplinary & MultiScale / Multistage & MultiTechnology (MultiCAD & MultiCAE)"-концепція\*. Концепція "Simulation-Based Design" - комп'ютерне проектування конкурентоспроможної продукції, засноване на ефективному та всебічному застосуванні САД-систем (Computer-Aided Design) світового рівня і кінцево-елементного моделювання (Finite Element Simulation, FE Simulation; Simulation & Analysis, S & A) в рамках програмних САЕ-систем. Розвиток і більш широке застосування суперкомп'ютерних технологій, особливо, в рамках НР\*С-концепції. Concurrent Engineering (CE) — "конкурентне" проектування (паралельне проектування). Research Knowledge Management - менеджмент. 3D Visualization & Virtual Reality & Global Visual Collaboration. Концепція V&V- процес (Verification & Validation) - процес тотальної верифікації. Розвиток і застосування сервісів: "програмне забезпечення як послуга" (SaaS, Software as a Service) і "програмне забезпечення на вимогу" (SoD, Software on Demand). "Хмарні обчислення" (Cloud Computing).

**Тема 3. Технології оптимізації: навіщо застосовуються і яких результатів дозволяють досягти.**

Адитивні технології. Приклади використання адитивних технологій для вирішення задач промислового сектора.

#### **Тема 4. Характеристика САД/САМ-технологій.**

Еволюція терміна САД від початкового "креслярського" варіанту Computer-Aided Drafting, Computer-Assisted - "виконання робіт за допомогою комп'ютера, автоматизоване виконання робіт" - до сучасного - Computer-Aided Design (комп'ютерне проектування). САД / САМ- технології (Computer-Aided Design / Manufacturing) інтегрують САД- і САМ- системи, що забезпечують інтегроване рішення задач конструкторського і технологічного проектування, включаючи засоби 3-D параметричного моделювання, випуску креслень, а також засоби технологічної підготовки виробництва, в першу чергу, за допомогою програм для сучасних верстатів з ЧПУ і багатоосевою обробкою або, останнім часом, за допомогою технологій швидкого прототипування (Rapid Prototyping, RP) або адитивних технологій (Additive Technologies, AD), коли елемент конструкції "вирощують" на спеціальних установках, найпростішими з яких є 3-D принтери. Три основних підгрупи САД: машинобудівні САД (MCAD - Mechanical CAD). САД друкованих плат (ECAD - Electronic CAD / EDA - Electronic Design Automation) і архітектурно-будівельні САД (CAD / AEC - Architectural, Engineering and Construction). "Важкі системи" ("3-D high-end"), "середні системи" ("3-D middle range"), "легкі системи" (2-D системи). Складність МСАЕ-систем. Загальна схема роботи з САД / САМ - системою.

**Тема 5. Характеристика САЕ-технологій.** Інженерний аналіз. САЕ-системи (Computer-Aided Engineering, CAE) - системи автоматизації інженерних розрахунків. Класифікація МСАЕ-систем. Мультидисциплінарні надгалузеві САЕ-системи як основний інструмент розробки наукоємної продукції нового покоління, яка повинна відповідати вимогам глобальної конкурентоспроможності та затребуваності на ринку. Універсальний чисельний метод - метод кінцевих елементів (МКЕ; Finite Element Analysis, FEA). FEA, CFD (Computational Fluid Dynamics) и MBD (Multi Body Dynamics) взаємодоповнюючі компоненти комп'ютерного інжинірингу (CAE).

**Тема 6. Характеристика PDM-технологій.** PDM-системи (Product Data Management) - системи управління даними про виріб, іноді звані системами для колективної роботи з інженерними даними (Collaborative PDM).

Базові можливості PDM-систем. Сучасні інформаційні середовища для створення систем електронного архіву, документообігу, PDM и PLM.

**Тема 7. Характеристика PLM-технологій.**

Основне призначення PLM-технологій - об'єднання і ефективна взаємодія ізольованих ділянок автоматизації, що утворилися в результаті впровадження різних систем - CAD / CAM / CAE / PDM (ЕКМ / SLM / SPM / PSM / ESM) / PLM і ERP, MES, SCM і CRM - в рамках єдиного інформаційного простору, а також для реалізації наскрізного конструкторського, технологічного та комерційного циклів виробництва продукції - "від зародження ідеї, створення конкурентоспроможного продукту, його експлуатації та, нарешті, до його утилізації". Характеристика обов'язкових елементів PLM- системи. Проблеми при впровадженні PLM. Спеціалізація PLM.

**Тема 8. Характеристика ERP-технологій.** ERP-системи (Enterprise Resources Planning) - системи планування і управління ресурсами підприємства. MES-системи (Manufacturing Enterprise Solutions) - корпоративні системи управління виробництвом на рівні цеху. SCM-системи (Supply Chain Management) - системи управління ланцюгом поставок і взаємовідносинами з постачальниками. CRM- системи (Customer Relationship Management) - системи управління взаємовідносинами з замовниками.

**Змістовний модуль 2. Аналіз ринку CAD/CAM/CAE/PDM (ЕКМ/SLM/SPM/PSM/ESM)/PLM-технологій. Базові функціональні можливості CAD/CAM/CAE/PDM/PLM і ERP-систем.**

**Тема 9. Характеристика і структура ринку CAD/CAM/CAE/PDM /PLM-технологій.**

Основні програмні продукти і фірми-розробники (фірми-вендори) CAD / CAM / CAE / PDM / PLM-систем. Фірми-лідери світового ринку CAD / CAM / CAE / PDM / PLM-технологій. Приклади завдань, що вирішуються для різних галузей промисловості.

**Тема 10. Характеристика і функціональні можливості програмних середовищ CAD/CAM- продуктів.**

Аналіз ринку CAD / CAM за різними критеріями. Характеристика та аналіз функціональних можливостей AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, CATIA, T-FLEX CAD, КОМПАС-3D.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		лаб	п	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Основні тенденції і підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу. Життєвий цикл ключових груп технологій CAD/CAM/CAE/PDM (EKM/SLM/SPM/PSM/ESM)/PLM</b>						
Тема 1. Еволюція сучасного комп'ютерного інжинірингу. Основні тенденції і підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу.	11	2	2	2	-	5
Тема 2. Ідеологія комп'ютерного інжинірингу	11	2	2	2	-	5
Тема 3. Технології оптимізації: навіщо застосовуються і яких результатів дозволяють досягти	11	2	2	2	-	5
Тема 4. Характеристика CAD/CAM-технологій	17	4	4	4	-	5
Тема 5. Характеристика CAE-технологій	15	2	4	4	-	5
Тема 6. Характеристика PDM-технологій	15	2	4	4	-	5
Тема 7. Характеристика PLM-технологій	11	2	2	2	-	5
Тема 8. Характеристика ERP-технологій	13	2	2	2	-	7
Модульний контроль 1	2	2	-	-	-	
Разом за змістовим модулем 1	106	20	22	22	-	42
<b>Змістовий модуль 2. Аналіз ринку CAD/CAM/CAE/PDM (EKM/SLM/SPM/PSM/ESM)/PLM-технологій. Базові функціональні можливості CAD/CAM/CAE/PDM/PLM і ERP-систем</b>						
Тема 9. Характеристика і структура ринку CAD/CAM/CAE/PDM/PLM-технологій	18	4	4	4	-	6
Тема 10. Характеристика і функціональні можливості програмних середовищ CAD/CAM- продуктів	24	6	6	6	-	6
Модульний контроль 1	2	2	-	-	-	
Разом за змістовим модулем 2	44	12	10	10	-	12
<b>Разом за семестр</b>	<b>150</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>54</b>



### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні тенденції і підходи сучасного комп'ютерного інжинірингу	2
2	Концепція "Simulation-Based Design" - комп'ютерне проектування конкурентоспроможної продукції, засноване на ефективному та всебічному застосуванні CAD-систем (Computer-Aided Design) світового рівня і кінцево-елементного моделювання (Finite Element Simulation, FE Simulation; Simulation & Analysis, S & A) в рамках програмних CAE-систем. Concurrent Engineering (CE) — "конкурентне" проектування (паралельне проектування).	2
3	Приклади використання адитивних технологій для вирішення задач промислового сектора.	2
4	3-D параметричне моделювання. Програми для сучасних верстатів з ЧПУ. Загальна схема роботи з CAD / CAM - системою.	2
5	Мультидисциплінарні надгалузеві CAE-системи як основний інструмент розробки наукоємної продукції нового покоління.	4
6	Сучасні інформаційні середовища для створення систем електронного архіву, документообігу, PDM і PLM.	4
7	Характеристика обов'язкових елементів PLM- системи. Проблеми при впровадженні PLM.	4
8	SCM-системи (Supply Chain Management) - системи управління ланцюгом поставок і взаємовідносинами з постачальниками.	4
9	Основні програмні продукти CAD / CAM / CAE / PDM і PLM-систем.	4
10	Характеристика та аналіз функціональних можливостей AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, CATIA.	4
<b>Разом</b>		<b>32</b>

### 7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Еволюція сучасного комп'ютерного інжинірингу.	2
2	Ідеологія комп'ютерного інжинірингу. Concurrent Engineering (CE) — "конкурентне" проектування (паралельне проектування).	2
3	Технології оптимізації: навіщо застосовуються і яких результатів дозволяють досягти	2
4	Характеристика CAD/CAM-технологій. 3-D параметричне моделювання.	2
5	Характеристика CAE-технологій. CAE-системи як основний інструмент розробки наукоємної продукції нового покоління.	4
6	Характеристика PDM-технологій.	4
7	Характеристика PLM-технологій. Характеристика обов'язкових елементів PLM- системи.	4
8	Характеристика ERP-технологій.	4
9	Основні програмні продукти CAD / CAM / CAE / PDM і PLM- систем.	4
10	Характеристика і функціональні можливості програмних середовищ AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, CATIA.	4
<b>Разом</b>		<b>32</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Система інтеграції у інжинірингу.	5
2	Розвиток і більш широке застосування суперкомп'ютерних технологій, особливо, в рамках HP * C-концепції. "Хмарні обчислення" (Cloud Computing).	5
3	Приклади використання адитивних технологій для вирішення задач промислового сектора.	5
4	Еволюція терміна CAD від початкового "креслярського" варіанту Computer-Aided Drafting. Computer-Assisted "виконання робіт за допомогою комп'ютера, автоматизоване виконання робіт" - до сучасного - Computer-Aided Design (комп'ютерне проектування).	5
5	Сутність універсального чисельного методу - методу кінцевих елементів (МКЕ).	5
6	Сучасні інформаційні середовища для створення систем електронного архіву, документообігу, PDM і PLM.	5

7	Характеристика обов'язкових елементів PLM- системи.	5
8	Базові функціонали ERP-систем (Enterprise Resources Planning).	7
9	Основні програмні продукти CAD / CAM / CAE / PDM / PLM-систем.	6
10	Характеристика та аналіз функціональних можливостей AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, CATIA, T-FLEX CAD, КОМПАС-3D.	6
<b>Разом</b>		<b>54</b>

## 9. Індивідуальні завдання.

### 10. Методи навчання

Під час викладання дисципліни використовуються наступні методи: пояснювально-ілюстративний; проблемного викладання; ділової гри; дослідницький.

### 11. Методи контролю

Проведення **поточного контролю** (вибіркове опитування на заняттях, тестовий контроль, розв'язання аналітичних задач й ситуацій), **письмового модульного контролю**, підсумкового контролю у вигляді заліку (комплексне завдання).

### 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1</b>			
Складання модульного контролю	0...40	1	0...40
Робота під час лабораторних робіт	0...2	5	0-10
<b>ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2</b>			
Складання модульного контролю	0...40	1	0...40
Робота під час лабораторних робіт	0...2	5	0...10
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для заліку складається з семи тестових теоретичних запитань і двох задач. Максимальна кількість балів за кожне тестове теоретичне питання – 10, максимальна кількість балів за кожну задачу – 15.

Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Зараховано (60-74).** Мати мінімум знань та умінь, необхідний для подальшого навчання та роботи за фахом. Справлятися з завданнями та відпрацювати всі лабораторні роботи та здати модульне тестування.

**Зараховано (75-89).** Твердо знати мінімум, успішно захистити всі лабораторні завдання в обумовлений викладачем строк, здати дві модульні роботи. Показати систематичний характер знань по дисципліні.

**Зараховано (90-100).** Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно», та правильно виконати всі лабораторні завдання. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Мати всебічне, систематичне та глибоке знання матеріалу та вміти вільно виконувати завдання, проявляти творчі здібності в розумінні, викладанні та використанні матеріалів дисципліни.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Ворощук В.Я., Вітенько. Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі Solidworks: навч. посібник. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023.

<https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/42849/3/Engineering%20and%203D%20modeling%20in%20SolidWorks.pdf>

2. Цибенко О. С. Система автоматизованого проектування та інженерного аналізу в машинобудуванні / О. С. Цибенко, М. Г. Кришук. – Київ: НТТУ "КПІ", 2008. – 100 с.

3. Інформаційні системи і технології: навч. посіб. / [П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, К. С. Бабіч та ін.]. — К.: НАУ, 2013. — 324 с.

## 14. Рекомендована література

### Базова

1. Маценко В.Г. Обчислювальна техніка та програмування: Навчальний посібник. – Чернівці: ЧНУ, 2010 – 112 с.
2. Основи інформатики та обчислювальної техніки : підручник / В. Г. Іванов, В. В. Карасюк, М. В. Гвозденко; за заг. ред. В. Г. Іванова. — Х.: Право, 2012. — 312 с.
3. Гейн А. Г. Основи інформатики та обчислювальної техніки / В. Г. Житомирський та ін. – К. : Основа, 1991 р. – 156 с.
4. Інформаційні системи і технології : навч. посіб. / [П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, К. С. Бабіч та ін.]. — К. : НАУ, 2013. — 324 с

### Допоміжна

1. Гуржій А.М. Поворознюк Н.І., Самсонов В.В. Інформатика та інформаційні технології: Підручник для учнів професійно-технічних навчальних закладів. – Харків: ООО «Компанія СМІТ», 2007. – 352 с.
2. Ріжняк Р.Я. Розвиток інформатики та інформаційних технологій у вищих навчальних закладах України у другій половині ХХ – на початку ХХІ століття: монографія [за заг. ред. В.М.Орлика]. – Кіровоград: «КОД», 2014. – 436 с.

## 15. Інформаційні ресурси

1. Сайт дисципліни <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2052#section-3>
2. <https://ppt-online.org/24297>.
3. [https://www.researchgate.net/publication/331404371\\_SISTEMA\\_KOMP'UTERNO\\_GO\\_MODELUVANNA\\_OB'EKTIV\\_I\\_PROCESIV\\_TA\\_OSOBLIVOSTI\\_II\\_VIKORISTANNA\\_V\\_NAVCALNOMU\\_PROCESI\\_ZAKLADIV\\_ZAGALNOI\\_SEREDNOI\\_OSVITI](https://www.researchgate.net/publication/331404371_SISTEMA_KOMP'UTERNO_GO_MODELUVANNA_OB'EKTIV_I_PROCESIV_TA_OSOBLIVOSTI_II_VIKORISTANNA_V_NAVCALNOMU_PROCESI_ZAKLADIV_ZAGALNOI_SEREDNOI_OSVITI).
4. <https://sites.google.com/site/3dmodeluvannavanac/home/osnovi-3d-modeluvanna>.  
[https://stud.com.ua/97317/informatika/tehnologiyi\\_modelyuvannya\\_zasnovani\\_vikoristanni\\_kompyuternoyi\\_tehniki](https://stud.com.ua/97317/informatika/tehnologiyi_modelyuvannya_zasnovani_vikoristanni_kompyuternoyi_tehniki).