

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математики та інформатики

Кафедра цифрових технологій та методики навчання інформатики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Ігор ВОЙТОВИЧ

« _____ » _____ 2024р.

протокол №

МАТЮК АННИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за освітнім ступенем «магістр»

на тему:

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ AUTOCAD В ЗАКЛАДАХ В ОСВІТІ

Виконав:

здобувач II курсу

групи М-ЦТ-2

спеціальності 015 «Професійна
освіта (Цифрові технології)»

Матюк Анни

Науковий керівник:

Доцент, кандидат педагогічних
наук Микола Антонюк

Рівне – 2024

АНОТАЦІЯ

Об'єктом дослідження є процес застосування методики вивчення AutoCAD в закладах в освіті, зокрема використання AutoCAD для навчання студентів технічних спеціальностей. Метою роботи є аналіз ефективності застосування AutoCAD у навчанні, розробка методичних рекомендацій для викладачів і студентів, а також визначення основних тенденцій та перспектив використання САПР у сучасній освіті.

Для досягнення мети було використано методи порівняльного аналізу, вивчення наукової літератури та практичні дослідження впровадження AutoCAD у навчальні програми. Основні результати роботи демонструють підвищення ефективності навчального процесу, покращення засвоєння теоретичних знань студентами та розвиток практичних навичок у роботі з САПР. Новизна роботи полягає у запропонованих методичних підходах до навчання AutoCAD, які орієнтовані на інтеграцію BIM-технологій, хмарних сервісів та міждисциплінарних проєктів.

Обсяг роботи становить 80 сторінок, містить 13 ілюстрацій, 5 таблиць. Використано 34 джерела літератури.

Ключові слова: САПР, AutoCAD, освітній процес, тривимірне моделювання, технічне креслення, BIM-технології, інтеграція, хмарні технології, методичні рекомендації, проектування, навчання, студент.

ANNOTATION

The object of research is the process methodology of AutoCAD learning methodology in educational institution, particularly the use of AutoCAD for teaching students in technical specialties. The aim of the work is to analyze the effectiveness of using AutoCAD in education, to develop methodological recommendations for teachers and students, and to identify key trends and prospects for using CAD in modern education.

Methods of comparative analysis, literature review, and practical research on the implementation of AutoCAD in educational programs were used to achieve the goal. The main results of the work show an improvement in the effectiveness of the educational process, better understanding of theoretical knowledge by students, and development of practical skills in working with CAD systems. The novelty of the work lies in the proposed methodological approaches to teaching AutoCAD, focusing on the integration of BIM technologies, cloud services, and interdisciplinary projects.

The volume of the work is 80 pages, containing 13 illustrations, 5 tables, [number of appendices] appendices. A total of 34 sources were used.

Keywords: CAD, AutoCAD, educational process, 3D modeling, technical drawing, BIM technologies, integration, cloud technologies, methodological recommendations, design, learning, students.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень та термінів.....	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ОСВІТІ.....	8
1.1 Історія розвитку систем автоматизованого проектування.....	8
1.2 Сучасні тенденції використання САПР в освітньому процесі	17
1.3 Законодавче та нормативне забезпечення використання САПР в освіті ...	21
1.4 Огляд наукових досліджень щодо застосування AutoCAD в навчальному процесі	24
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ РОБОТІ З AUTOCAD НА НАВЧАЛЬНИХ ПАРАХ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ	28
2.1 Обґрунтування вибору AutoCAD як інструменту для навчання.....	28
2.2 Загальна методика викладання основ AutoCAD.....	33
2.3 Розробка навчальної програми з використанням AutoCAD	47
2.4 Створення та пояснення простих геометричних фігур у AutoCAD	54
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ AUTOCAD В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.....	61
3.1 Опис послідовності роботи в AutoCAD: покрокова інструкція	61
3.2 Використання AutoCAD для створення навчальних матеріалів	64
3.3 Створення методичних рекомендацій для здобувачів освіти щодо використання AutoCAD на парах	69
3.4 Оцінка ефективності застосування AutoCAD у навчальному процесі	74
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	80

Перелік умовних позначень, скорочень та термінів

САПР - Системи Автоматизованого Проектування

BIM – Building Information Modeling (Інформаційне моделювання будівель)

2D – Двовимірне проектування

3D – Тривимірне проектування

ВСТУП

Розвиток інформаційних технологій сприяє активному впровадженню нових інструментів у різні сфери діяльності, включаючи освіту. Система автоматизованого проєктування, зокрема AutoCAD, стала невід'ємною частиною сучасного навчального процесу, допомагаючи учням розвивати просторове мислення та засвоювати основи технічного проєктування. Використання AutoCAD у середній школі є актуальним інструментом для підготовки учнів до подальшого навчання та професійної діяльності у галузях, що вимагають технічних знань та навичок.

Актуальність теми дипломної роботи полягає в необхідності адаптації навчального процесу до сучасних вимог та тенденцій у сфері освіти. Інтеграція систем автоматизованого проєктування, таких як AutoCAD, сприяє розвитку критичного мислення, технічних навичок та підвищує якість підготовки учнів. Застосування цього програмного забезпечення на уроках у середній школі забезпечує візуалізацію геометричних понять та дозволяє учням виконувати практичні завдання, що позитивно впливає на їх навчальні результати.

Метою цієї роботи є розробка та впровадження методики навчання роботи з AutoCAD у середній школі, а також оцінка ефективності використання цього програмного забезпечення в освітньому процесі.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких **завдань**:

1. Вивчити історію розвитку САПР та сучасні тенденції їх використання в освіті.
2. Проаналізувати законодавче та нормативне забезпечення використання САПР у навчальних закладах.
3. Розробити методику навчання основ роботи з AutoCAD для учнів середньої школи.
4. Створити практичні завдання для учнів на основі AutoCAD та оцінити їх ефективність.

Об'єктом дослідження є процес навчання учнів середньої школи роботи з системою автоматизованого проєктування.

Предметом дослідження є методика використання AutoCAD у навчальному процесі середньої школи.

Наукова новизна полягає в розробці та адаптації авторської методики навчання AutoCAD, що враховує особливості навчального процесу у середній школі. Вперше запропоновано поетапний підхід до викладання AutoCAD, який включає створення простих геометричних фігур як базового етапу для подальшого вивчення складніших технічних завдань.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблену методику можна використовувати для навчання учнів середньої школи, що сприятиме підвищенню якості їх технічної підготовки. Матеріали роботи можуть бути використані як основа для створення навчальних посібників та методичних рекомендацій для вчителів.

Результати дослідження апробовані на науково-практичних конференціях і семінарах, де представлені основні положення роботи. Окремі результати опубліковані у вигляді тез, обсяг яких складає 2 друковані аркуші.

Структура роботи. Дипломна робота складається з трьох розділів. У першому розділі розглянуто теоретичні основи використання САПР у середній школі. Другий розділ присвячено розробці методики навчання учнів роботі з AutoCAD. У третьому розділі представлено практичну реалізацію використання AutoCAD в освітньому процесі, а також оцінено ефективність цієї методики.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ОСВІТІ

1.1 Історія розвитку систем автоматизованого проектування

САПР (Система автоматизованого проектування) — це програмне забезпечення, яке використовується для створення, редагування, аналізу та оптимізації проєктів і креслень у різних галузях, таких як архітектура, інженерія, машинобудування та будівництво. САПР дозволяє автоматизувати багато рутинних процесів у проєктуванні, підвищуючи точність і ефективність роботи [7].

Завдяки використанню САПР-функцій, таких як двовимірне креслення (2D) і тривимірне моделювання (3D), проєктувальники можуть створювати технічні документи, візуалізації, а також аналізувати різні аспекти проєктів, включаючи міцність, витрати матеріалів і функціональність об'єктів. САПР є незамінним інструментом у процесі проєктування сучасних технічних систем і об'єктів.

Загалом, системи автоматизованого проєктування відіграють важливу роль у розвитку технічних галузей та проєктування. Їх виникнення та еволюція тісно пов'язані з розвитком комп'ютерних технологій. Історія САПР починається з 1950-х років, коли з'явилися перші комп'ютери, здатні обробляти великі обсяги інформації та виконувати складні розрахунки.

Перші етапи (1950-1960-ті роки). Перші прототипи САПР розроблялися з метою автоматизації розрахунків у проєктуванні складних систем. Однією з перших таких систем була розробка компанії General Motors у співпраці з IBM — система DAC (Design Augmented by Computers), яка була створена в 1957 році. Це був один із перших прикладів використання комп'ютера для тривимірного моделювання та аналізу деталей машин.

Ще одним важливим етапом розвитку САПР стало створення програми Sketchpad, розробленої у 1963 році Айваном Сазерлендом у Массачусетському технологічному інституті. Sketchpad дозволяв користувачам взаємодіяти з графічним дисплеєм за допомогою світлового пера, створювати геометричні фігури та редагувати їх. Ця система стала першою, яка використовувала графічний інтерфейс для проєктування, і поклала початок інтерактивним САПР.

Розвиток у 1970-1980-ті роки. У 1970-х роках відбувся швидкий розвиток комп'ютерної техніки, що дозволило створювати більш ефективні та функціональні системи автоматизованого проєктування. У цей період почали з'являтися перші комерційні САПР. Однією з таких систем була CADAM, розроблена компанією Lockheed у 1970 році для аерокосмічної промисловості.

У 1982 році відбулася подія, яка значно вплинула на подальший розвиток САПР — випуск першої версії програми AutoCAD компанією Autodesk. AutoCAD стала однією з перших широко доступних програм для автоматизованого проєктування, що працювала на персональних комп'ютерах. Це дозволило значно розширити сферу застосування САПР та зробило ці системи доступними не тільки для великих підприємств, але й для середнього та малого бізнесу.

Сучасний етап (1990-ті роки — сьогодні). З кінця 1980-х та початку 1990-х років САПР набули широкого поширення в різних галузях, таких як будівництво, машинобудування, аерокосмічна промисловість та інші. У цей період з'являються нові можливості САПР, такі як тривимірне моделювання, параметричне проєктування та інтеграція з іншими програмами для аналізу та симуляції [8].

З розвитком інтернету та хмарних технологій у 2000-х роках САПР стали доступними в режимі онлайн, що дозволило використовувати їх без необхідності встановлення програмного забезпечення на локальних комп'ютерах. Сьогодні такі системи, як AutoCAD, SolidWorks, Revit та інші, надають інструменти для колективної роботи над проєктами, що дозволяє інженерам і дизайнерам спільно працювати над одними й тими ж файлами в режимі реального часу.

Також оглянемо деякі існуючі САПР. AutoCAD є однією з найпопулярніших і широко застосовуваних систем автоматизованого проєктування (САПР). Його використовують у різних галузях, зокрема в архітектурі, інженерії, будівництві та машинобудуванні. Завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу та ефективним інструментам для 2D і 3D проєктування, AutoCAD є одним із провідних інструментів для професіоналів, які займаються створенням технічних креслень та моделей. Програма також підтримує хмарні технології, що дозволяє організовувати командну роботу над проєктами [9].

Однак AutoCAD має і певні недоліки. Найбільший з них — висока вартість ліцензії, що може бути непосильною для малих компаній або студентів без доступу до освітніх ліцензій. Крім того, програма досить вимоглива до апаратного забезпечення, особливо під час роботи з великими проєктами або при моделюванні у тривимірному просторі, що може стати проблемою для користувачів з менш потужними комп'ютерами.

SolidWorks (рис. 1.1) спеціалізується на інженерному проєктуванні та симуляціях, що робить його ідеальним інструментом для машинобудування і розробки деталей та механізмів. Програма дозволяє створювати точні тривимірні моделі, а також проводити симуляції на базі створених моделей, що робить її надзвичайно корисною для інженерів. Завдяки інтеграції з інженерними та симуляційними інструментами, SolidWorks дозволяє детально аналізувати створені об'єкти і вдосконалювати проєкти на всіх етапах розробки [10].

Основним недоліком SolidWorks є його висока вартість, що робить програму недоступною для багатьох навчальних закладів або невеликих компаній. Крім того, хоча програма потужна, вона може обмежувати можливості роботи з великими асембліями на середніх або менш потужних комп'ютерах, що впливає на продуктивність користувачів під час роботи з масштабними проєктами.

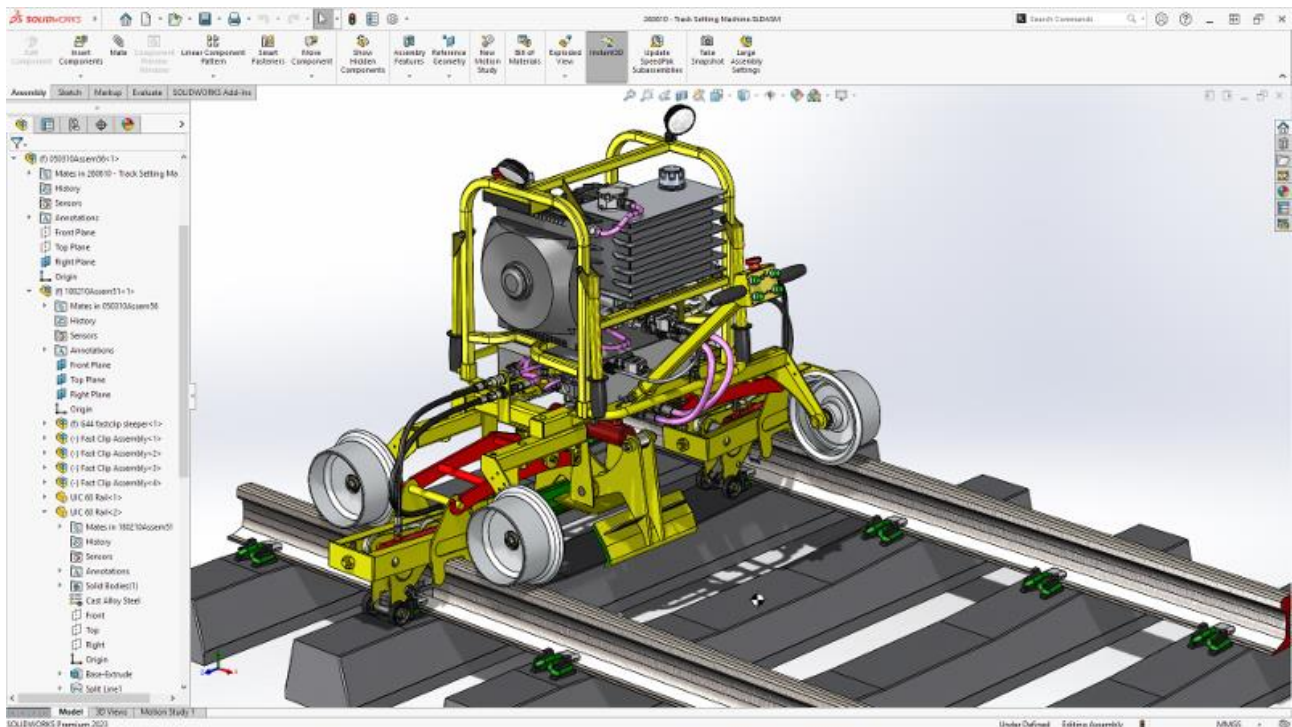


Рис. 1.1. Робота в SolidWorks [4]

Revit (рис. 1.2) є основним інструментом для архітектурного та будівельного проєктування з використанням технології інформаційного моделювання будівель (BIM). Він дозволяє користувачам створювати тривимірні моделі будівель, управляти інформацією про проєкт та забезпечувати спільну роботу кількох користувачів в режимі реального часу. Revit полегшує процес планування, будівництва та управління будівлями за допомогою інтегрованих BIM-технологій, що є незамінним для архітекторів і будівельників [11].

Однак для новачків Revit може виявитися складним інструментом через його круту криву навчання. Окрім цього, для повноцінної роботи з великими проєктами або багатокористувацькими середовищами Revit вимагає потужного апаратного забезпечення, що може стати перешкодою для навчальних закладів або компаній з обмеженими ресурсами.

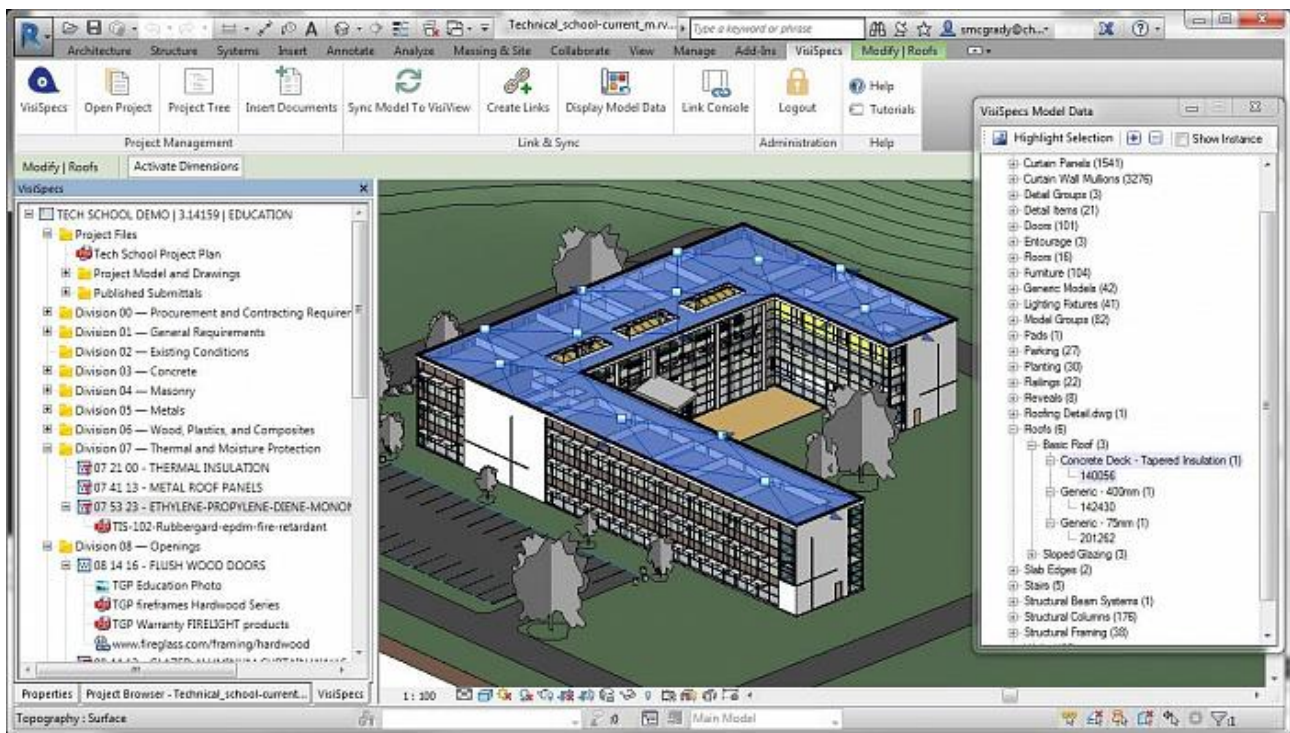


Рис. 1.2. Робота в Revit [5]

CATIA (рис. 1.3) є провідною САПР-системою для високотехнологічного інженерного проектування в таких галузях, як авіація та автомобілебудування. Програма пропонує багатий набір інструментів для тривимірного моделювання складних конструкцій, що дозволяє створювати високоточні проекти та інтегрувати їх з інженерними процесами. Завдяки можливостям для тривимірного моделювання та моделювання великих систем, CATIA є незамінною у високотехнологічних сферах [12].

Основним недоліком CATIA є її дуже висока вартість, що робить її доступною лише для великих компаній або спеціалізованих навчальних закладів. Крім того, програма є дуже вимогливою до ресурсів комп'ютера, що може ускладнити її використання на середніх ПК. Інтерфейс CATIA також досить складний для новачків, що потребує тривалого навчання для повноцінного освоєння.

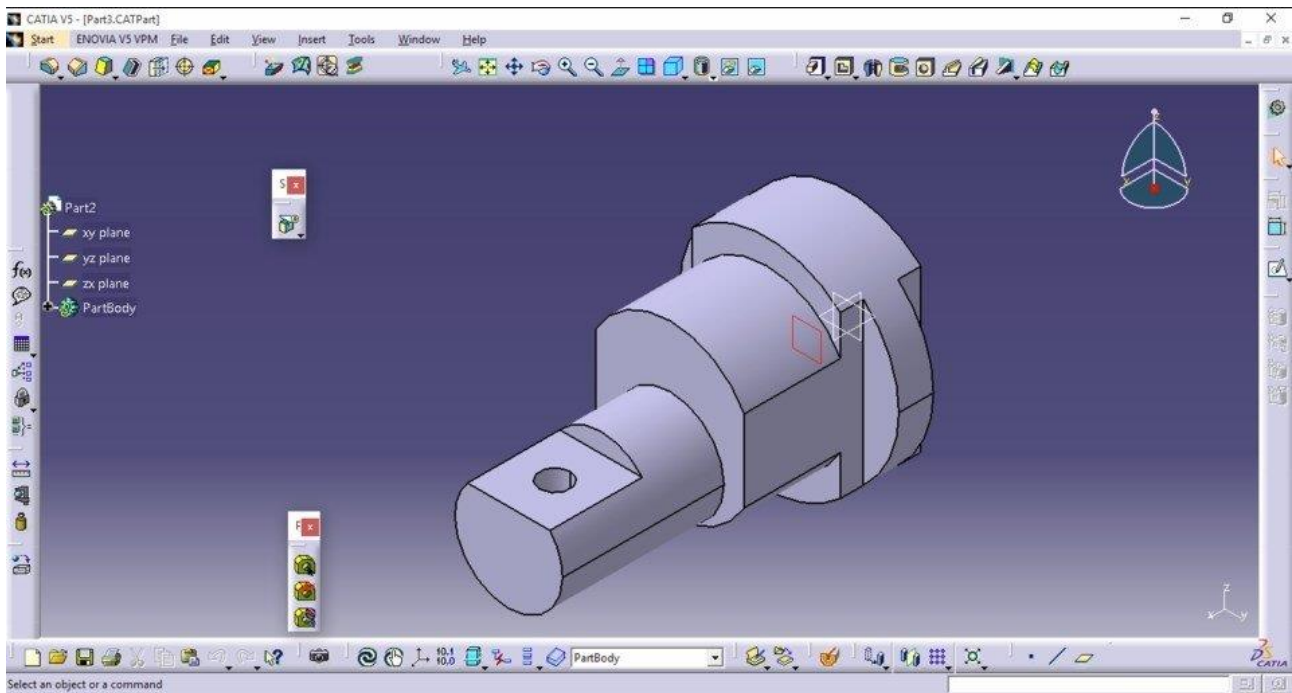


Рис. 1.3. Робота в CATIA [6]

Fusion 360 є хмарною САПР-системою, яка дозволяє користувачам співпрацювати над проєктами в режимі реального часу. Ця програма охоплює всі етапи розробки — від моделювання до виготовлення, що робить її універсальним інструментом для інженерів та дизайнерів. Fusion 360 також інтегрується з інструментами для симуляцій, що дозволяє проводити аналіз і тестування моделей безпосередньо в середовищі проєктування [13].

Попри ці переваги, Fusion 360 має обмежені можливості для роботи з великими проєктами, що може стати перешкодою для інженерів, які працюють з великими асембліями або складними системами. Крім того, програма використовує підпискову модель, що означає регулярні витрати для користувачів, на відміну від одноразових ліцензій.

TinkerCAD — це простий у використанні САПР, орієнтований на навчання та початківців. Програма працює безпосередньо в браузері, що робить її доступною для всіх користувачів без необхідності інсталяції. Завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу, TinkerCAD є ідеальним інструментом для початківців, студентів і тих, хто хоче швидко освоїти основи тривимірного моделювання.

Однак TinkerCAD має обмежену функціональність і підходить лише для базових проєктів. Програма не підтримує складне інженерне проєктування, тому не є придатною для професійних проєктів у сфері архітектури або машинобудування [14].

ArchiCAD — це САПР-система, спеціально розроблена для архітектурного проєктування. Програма дозволяє створювати віртуальні будівельні моделі з підтримкою технологій BIM, що робить її незамінною для архітекторів і будівельників. Завдяки ефективним інструментам для створення креслень та візуалізацій, ArchiCAD допомагає ефективно планувати і управляти будівельними проєктами [15].

Водночас ArchiCAD є досить дорогою програмою, що може обмежувати її доступність для малих компаній або навчальних закладів. Крім того, хоча програма добре підходить для архітектурного проєктування, вона має менше інструментів для інженерного проєктування порівняно з іншими САПР-системами.

FreeCAD є безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим кодом, яке підходить для різних типів технічного проєктування. Програма надає широкий набір інструментів для тривимірного моделювання і дозволяє виконувати проєкти на рівні, близькому до комерційних САПР. Вона активно використовується для інженерного та архітектурного проєктування, а також для навчальних цілей [16].

Проте FreeCAD має певні недоліки, зокрема, він не такий потужний і стабільний, як комерційні САПР. Крім того, програма має менше інструментів для роботи з великими та складними проєктами, що може обмежити її використання в професійних сферах.

SketchUp є одним із найпростіших у використанні інструментів для створення тривимірних моделей. Він підходить для архітекторів, дизайнерів та інженерів, які потребують швидкого створення моделей для презентацій або візуалізації ідей. Програма інтегрується з Google Earth, що дозволяє створювати

моделі в контексті реальних місць, роблячи її популярною серед архітекторів. Незважаючи на простоту, SketchUp має обмежену функціональність для складного інженерного проєктування [17].

Rhino — це програма для тривимірного моделювання, яка використовується для створення складних геометричних форм, зокрема у сфері промислового дизайну, архітектури, ювелірного мистецтва та 3D-друку. Основна перевага Rhino полягає в його можливостях працювати з NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) — математичними представленнями для точної побудови кривих і поверхонь, що дозволяє створювати моделі будь-якої складності і точності [18].

В таблиці 1.1 опишемо переваги та недоліки існуючих на теперішній час САПР.

Таблиця 1.1

Переваги та недоліки існуючих САПР

САПР	Переваги	Недоліки
AutoCAD	Широке застосування в різних галузях Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс Ефективні інструменти для 2D та 3D проєктування Підтримка хмарних технологій та командної роботи	Висока вартість ліцензії Вимогливість до апаратного забезпечення для роботи з великими проєктами
SolidWorks	Інтеграція з інженерними і симуляційними інструментами Зручне тривимірне моделювання Широка підтримка параметричного проєктування	Висока вартість Обмежені можливості для роботи з великими асемблями на середніх ПК
Revit	Підходить для архітектури та будівельного проєктування Можливість спільної роботи в режимі	Крута крива навчання для новачків

	реального часу BIM-технології для управління інформацією про будівлю	Потребує потужного апаратного забезпечення
CATIA	Використовується для високотехнологічних інженерних задач, таких як авіація та автомобілебудування Хороші можливості для 3D моделювання складних конструкцій	Дуже висока вартість Вимогливість до ресурсів Складний для новачків інтерфейс
Fusion 360	Хмарне середовище для співпраці Підтримка різних етапів розробки: від моделювання до виготовлення Інтеграція з симуляційними інструментами	Обмежені можливості для великих проєктів Підписка замість одноразової ліцензії
TinkerCAD	Простий у використанні Орієнтований на навчання та початківців Працює прямо в браузері, не потребує інсталяції	Обмежені функціональні можливості Підходить тільки для базових проєктів
ArchiCAD	Підходить для архітектурного проєктування Підтримка BIM-технологій Можливість створення віртуальних будівельних моделей	Висока вартість ліцензії Менша кількість інструментів для інженерного проєктування порівняно з іншими САПР
FreeCAD	Безкоштовне програмне забезпечення з відкритим кодом Широка функціональність для 3D-	Не такий потужний і стабільний, як комерційні САПР

	моделювання Підходить для різних типів технічного проєктування	Менше інструментів для великих проєктів
SketchUp	Простий інтерфейс Підходить для швидкого створення 3D моделей Добре інтегрується з Google Earth	Обмежена функціональність для складного інженерного проєктування Відсутність потужних інструментів для аналізу
Rhino	Сильні можливості для роботи з поверхнями і NURBS-моделюванням Підтримка великих проєктів з 3D-друку	Відсутність вбудованих інструментів для симуляцій Висока вартість ліцензії

Таким чином, історія розвитку САПР є яскравим прикладом еволюції технологій, що зробили проєктування більш ефективним та доступним. Сучасні САПР стали невід'ємною частиною багатьох галузей, від промислового виробництва до освіти, де їх активно використовують для навчання учнів і студентів основам технічного проєктування.

1.2 Сучасні тенденції використання САПР в освітньому процесі

Сучасний освітній процес зазнає істотних змін під впливом розвитку технологій, і системи автоматизованого проєктування стають важливим інструментом у навчанні технічних дисциплін. Застосування САПР в освіті відкриває нові можливості для інтеграції теоретичних знань і практичних навичок, дозволяючи учням і студентам розвивати комплексний підхід до вирішення технічних завдань.

Однією з головних сучасних тенденцій є інтеграція САПР з іншими технологіями, такими як тривимірне моделювання (3D), віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR). Ці технології дозволяють візуалізувати проєкти в реальному масштабі, що полегшує розуміння складних просторових концепцій і робить навчальний процес більш інтерактивним. Наприклад, використання віртуальної реальності в поєднанні з AutoCAD дозволяє студентам "перебувати" всередині створених моделей, що значно покращує їхнє сприйняття проєктних рішень.

Також хмарні технології стали невід'ємною частиною сучасного освітнього процесу. Багато САПР, таких як AutoCAD, Fusion 360 та інші, тепер доступні в хмарі, що дозволяє студентам і викладачам працювати з будь-якого пристрою, підключеного до інтернету. Це значно спрощує доступ до навчальних матеріалів, обмін проєктами та колективну роботу. Крім того, хмарні технології сприяють економії ресурсів, оскільки не потребують потужного локального обладнання для роботи з великими проєктами [19].

Сучасні САПР підтримують спільну роботу в режимі реального часу, що дозволяє студентам працювати над одним і тим самим проєктом одночасно, обмінюватися ідеями та разом вирішувати завдання. Це особливо важливо для формування навичок роботи в команді, що є невід'ємною частиною професійної діяльності в технічних галузях. Така колаборація також дозволяє викладачам відстежувати прогрес учнів і надавати їм своєчасний зворотний зв'язок.

Багато освітніх закладів інтегрують навчання САПР у свої навчальні програми для підготовки фахівців у галузях архітектури, інженерії, дизайну та інших технічних спеціальностей. Викладання основ роботи з такими програмами, як AutoCAD, SolidWorks, CATIA, дозволяє студентам отримати необхідні навички для майбутньої професійної діяльності. У деяких навчальних закладах навіть створюються спеціалізовані лабораторії, обладнані сучасними технологіями САПР, що дозволяє проводити практичні заняття на високому рівні [20].

САПР також активно використовуються для автоматизації рутинних процесів у навчальному середовищі, таких як розробка креслень, аналіз даних, побудова 3D-моделей. Завдяки цьому учні можуть зосередитися на творчій та інженерній складовій проєктування, що сприяє розвитку аналітичного та критичного мислення. Окрім того, використання САПР для оптимізації навчальних процесів дозволяє викладачам більше часу приділяти індивідуальній роботі з учнями та поглибленому вивченню матеріалу [21].

З поширенням дистанційного навчання, особливо у зв'язку з пандемією COVID-19, САПР стали важливим інструментом для забезпечення безперервного навчального процесу. Багато освітніх закладів перейшли на онлайн-платформи, що включають доступ до САПР через інтернет. Це дозволило продовжувати навчання, незважаючи на фізичну відсутність учнів в аудиторіях, і сприяло більшій гнучкості в організації навчального процесу. Нижче наведена таблиця (табл. 1.2), яка ілюструє сучасні тенденції використання САПР в освітньому процесі.

Таблиця 1.2

Основні тенденції та їх переваги для навчання

Тенденція	Опис	Переваги для навчання
Інтеграція BIM-технологій у навчання	Використання інформаційного моделювання будівель (BIM) для навчання архітектурному проєктуванню.	Допомагає студентам зрозуміти весь життєвий цикл будівлі, від проєктування до експлуатації.
Використання хмарних технологій	САПР-програми, такі як Fusion 360, підтримують хмарну співпрацю.	Студенти можуть працювати над проєктами спільно, з будь-якого місця, без необхідності потужного ПК.

Мобільність і доступність	Деякі САПР програми доступні на мобільних пристроях (AutoCAD mobile).	Студенти можуть працювати на планшетах або смартфонах, що робить процес навчання більш гнучким.
Тривимірне моделювання та друк	Викладання основ 3D-моделювання і підготовка моделей для 3D-друку.	Розвиток практичних навичок проєктування реальних об'єктів та розуміння процесів виробництва.
Віртуальна та доповнена реальність	Використання VR і AR для візуалізації проєктів у реальному середовищі.	Покращує просторове мислення та дозволяє студентам краще взаємодіяти з тривимірними моделями.
Автоматизація процесів проєктування	Сучасні САПР-системи включають інструменти для автоматичного створення креслень і моделей.	Зменшення рутинної роботи, прискорення навчального процесу та фокус на творчому аспекті проєктування.
Гейміфікація навчального процесу	Використання ігрових елементів для навчання проєктування за допомогою САПР.	Мотивує студентів вчитися, роблячи процес навчання цікавим і залучаючим.
Інтеграція з іншими дисциплінами	САПР використовується у поєднанні з іншими науками, такими як фізика, математика, механіка.	Студенти можуть вирішувати міждисциплінарні завдання, розвиваючи комплексне технічне мислення.

Дистанційне навчання з використанням САПР	Використання САПР у дистанційних курсах і вебінарах для підготовки майбутніх фахівців.	Дозволяє студентам вчитися з будь-якого місця та зручного для них часу, сприяє широкому охопленню.
---	--	--

Ця таблиця підсумовує основні тенденції, які впливають на розвиток САПР в освітньому процесі та роблять навчання більш ефективним, сучасним і доступним.

Таким чином, сучасні тенденції використання САПР в освіті спрямовані на підвищення інтерактивності, доступності та ефективності навчального процесу. Вони сприяють не лише глибшому засвоєнню матеріалу, але й розвитку навичок, які необхідні для професійної діяльності у світі, що стрімко змінюється під впливом технологічного прогресу.

1.3 Законодавче та нормативне забезпечення використання САПР в освіті

Використання систем автоматизованого проєктування у навчальному процесі регулюється низкою законодавчих актів та нормативних документів, які спрямовані на забезпечення якості освіти, впровадження нових технологій і дотримання стандартів безпеки інформації. Основна мета цих регуляцій — забезпечити ефективне застосування САПР у навчанні, сприяти розвитку компетенцій учнів та студентів у сфері технічного проєктування та забезпечити відповідність освітнього процесу сучасним технологічним вимогам.

Основні законодавчі акти та нормативні документи

1) Закон України "Про освіту". Цей закон є основою освітнього законодавства в Україні та визначає принципи державної політики в галузі освіти. Він підкреслює важливість впровадження інноваційних технологій, зокрема

САПР, у навчальний процес для забезпечення високої якості освіти та розвитку професійних компетенцій учнів і студентів [22];

2) Закон України "Про вищу освіту". Цей закон регулює діяльність вищих навчальних закладів і встановлює вимоги до змісту освітніх програм, які включають технічні дисципліни. В рамках цього закону передбачається, що навчальні заклади повинні використовувати сучасні технології, зокрема САПР, для підготовки фахівців технічних спеціальностей [23];

3) державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Державний стандарт передбачає, що навчальні програми в середніх навчальних закладах повинні враховувати використання інформаційних та комунікаційних технологій, у тому числі й САПР, для розвитку технічних і технологічних компетенцій учнів. У рамках курсу інформатики та технічних дисциплін, впровадження AutoCAD та інших САПР стає важливим аспектом навчальної програми [24];

4) накази Міністерства освіти і науки України. Міністерство освіти і науки України регулярно випускає накази та рекомендації щодо впровадження інноваційних технологій у навчальний процес. Наприклад, існують накази про застосування сучасних засобів автоматизованого проєктування в технічній освіті, які спрямовані на підвищення ефективності навчального процесу [25];

5) державні стандарти освіти в галузі технічних спеціальностей. Для технічних спеціальностей у вищих навчальних закладах існують державні стандарти, які визначають вимоги до навчальних програм. Використання САПР, зокрема AutoCAD, SolidWorks та інших програм, є обов'язковим компонентом у підготовці фахівців у галузі архітектури, будівництва, машинобудування та інших інженерних спеціальностей [26];

6) правила ліцензування програмного забезпечення. Важливим аспектом використання САПР в освітніх закладах є дотримання правил ліцензування програмного забезпечення. Всі САПР, які використовуються в навчальному процесі, повинні мати ліцензії на використання, що відповідає вимогам

законодавства про інтелектуальну власність. Освітні установи мають право на отримання освітніх ліцензій для програмного забезпечення, що значно знижує їхню вартість [27];

7) Закон України "Про захист інформації". При використанні САПР у навчальному процесі важливим є питання захисту даних та інформаційної безпеки. Закон "Про захист інформації" передбачає дотримання стандартів зберігання та обробки даних, особливо коли йдеться про проєкти, які можуть мати комерційний або конфіденційний характер [28];

8) міжнародні стандарти та сертифікація. Використання САПР також регулюється міжнародними стандартами, такими як ISO (International Organization for Standardization), що стосуються управління якістю проєктування та виробничих процесів. Сертифікація програмного забезпечення і процесів за стандартами ISO важлива для освітніх закладів, які готують фахівців у міжнародних галузях [29].

Основні вимоги законодавства до використання САПР в освіті

1) актуалізація освітніх програм. Згідно з нормативними актами, навчальні програми з технічних дисциплін мають регулярно оновлюватися з урахуванням розвитку сучасних технологій. Використання САПР повинне інтегруватися в освітні програми як один із основних елементів технічної підготовки;

2) ліцензування та захист інтелектуальної власності. Використання неліцензійного програмного забезпечення в освітньому процесі заборонене. Всі навчальні заклади повинні використовувати легальне програмне забезпечення з дотриманням ліцензійних умов;

3) забезпечення рівного доступу до технологій. Законодавство передбачає забезпечення рівного доступу до сучасних технологій, зокрема САПР, для всіх учнів і студентів. Навчальні заклади зобов'язані створювати умови для доступу до комп'ютерних класів, оснащених відповідним програмним забезпеченням.

Таким чином, законодавче та нормативне забезпечення використання САПР в освіті спрямоване на підтримку інноваційного розвитку освітнього

процесу, забезпечення ліцензійної чистоти програмного забезпечення та гарантування високих стандартів підготовки учнів і студентів у технічних дисциплінах.

1.4 Огляд наукових досліджень щодо застосування AutoCAD в навчальному процесі

Застосування систем автоматизованого проєктування, зокрема AutoCAD, у навчальному процесі стало предметом численних наукових досліджень. У різних дослідженнях аналізується ефективність використання AutoCAD для розвитку технічних навичок у студентів, його вплив на процес навчання, а також можливості інтеграції цієї технології в освітні програми.

Одним із основних аспектів досліджень є вивчення переваг, які надає використання AutoCAD у навчальних закладах. Багато науковців відзначають, що AutoCAD дозволяє значно підвищити якість технічної підготовки учнів і студентів завдяки:

1) вивчення AutoCAD сприяє розвитку просторового мислення учнів, оскільки вони отримують можливість створювати тривимірні моделі та проєкти. Дослідження показують, що студенти, які працюють з AutoCAD, краще розуміють складні геометричні форми та просторові відношення, що позитивно впливає на їхнє навчання у технічних дисциплінах;

2) у деяких наукових працях наголошується, що використання AutoCAD у навчальному процесі допомагає учням і студентам засвоїти технічні стандарти та норми. Це особливо важливо для майбутніх інженерів та архітекторів, які повинні працювати відповідно до стандартів і вимог конкретних галузей [30];

3) у багатьох дослідженнях відзначено, що використання AutoCAD надає студентам можливість отримати практичний досвід проєктування. Це дозволяє їм застосовувати отримані теоретичні знання на практиці, що є важливим компонентом професійної підготовки в технічних спеціальностях;

4) наукові дослідження свідчать про те, що впровадження AutoCAD значно підвищує ефективність навчального процесу. Зокрема, це спостерігається у скороченні часу на виконання креслень та проєктів порівняно з традиційними методами проєктування на папері (рис. 1.4). Студенти можуть швидше виконувати складні технічні завдання та зосереджуватися на аналізі й оптимізації своїх проєктів [31].

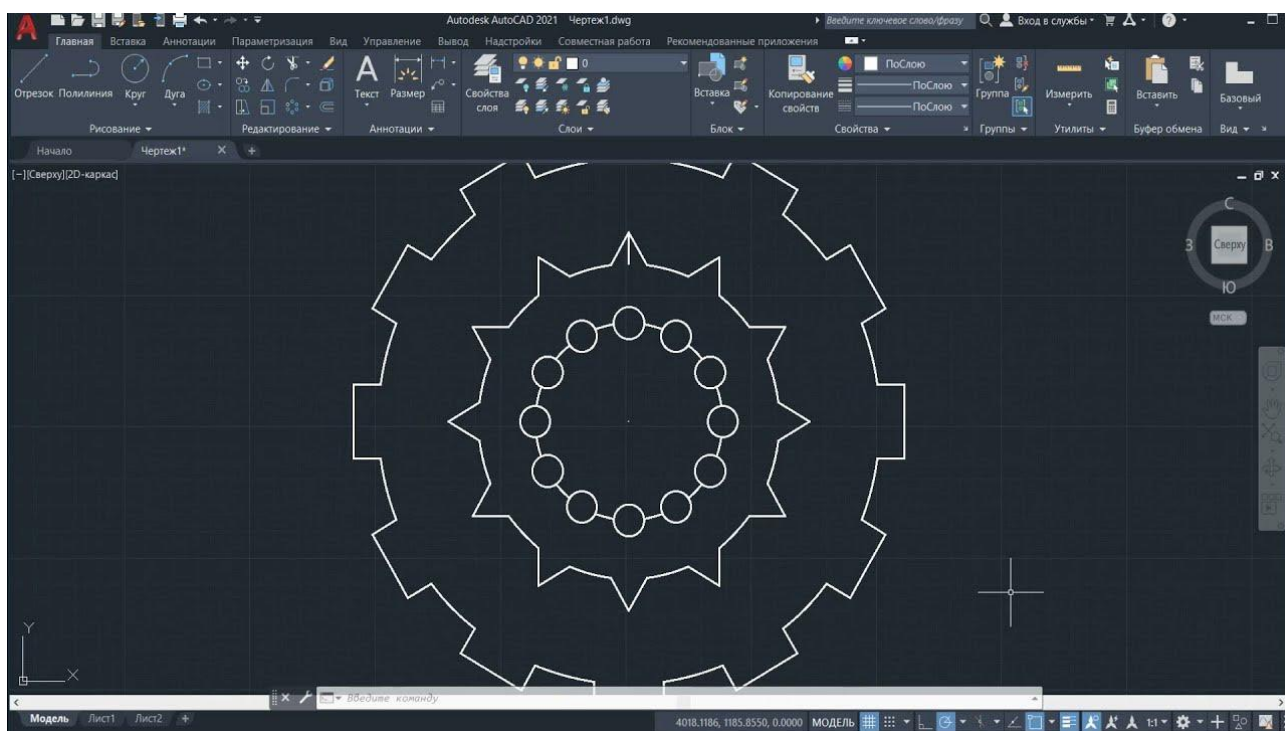


Рис. 1.4. Простий процес створення креслень в AutoCAD [1]

Окрім переваг, науковці також звертають увагу на певні виклики та обмеження, пов'язані з впровадженням AutoCAD у навчальний процес. Одним із основних викликів є складність освоєння AutoCAD, особливо для учнів і студентів, які раніше не стикалися з подібними програмами. Деякі дослідження відзначають, що новачкам потрібно більше часу для засвоєння базових функцій AutoCAD, що може уповільнити навчальний процес на початкових етапах.

Інша проблема, на яку звертають увагу науковці, полягає в тому, що використання AutoCAD вимагає наявності сучасних комп'ютерів з достатньою

потужністю. У дослідженнях зазначається, що недостатня матеріально-технічна база може стати бар'єром для впровадження САПР у навчальних закладах, особливо в сільській місцевості або в навчальних закладах із обмеженими ресурсами.

Ще одним викликом є ліцензійна політика AutoCAD. Хоча для навчальних закладів надаються спеціальні освітні ліцензії, їхня вартість все одно може бути значною для деяких закладів, що обмежує можливість масового впровадження AutoCAD у навчальний процес.

Науковці пропонують різні методики та підходи для ефективного навчання AutoCAD у школах та вищих навчальних закладах:

1) один із найефективніших підходів — проєктно-орієнтоване навчання, яке передбачає виконання учнями та студентами практичних завдань з використанням AutoCAD для створення реальних проєктів. Цей метод дає можливість учням не тільки засвоїти інструменти програми, але й застосувати їх на практиці для розв'язання конкретних технічних задач;

2) деякі дослідження рекомендують інтегрувати навчання AutoCAD у ширший контекст технічних дисциплін. Наприклад, AutoCAD можна використовувати не лише на уроках інформатики або креслення, але й у курсах фізики, математики та інженерії для візуалізації та моделювання;

3) згідно з останніми дослідженнями, використання онлайн-курсів та дистанційних навчальних платформ значно полегшує доступ до вивчення AutoCAD. У наукових статтях пропонуються моделі дистанційного навчання, які базуються на використанні відеоуроків, інтерактивних завдань та онлайн-спільнот для підтримки учнів.

Опишемо також ефективність використання AutoCAD у навчанні. Наукові дослідження свідчать про те, що використання AutoCAD в навчальному процесі позитивно впливає на результати навчання. Зокрема, дослідження демонструють, що учні та студенти, які працюють з AutoCAD, виявляють краще розуміння технічних концепцій, більш упевнено користуються сучасними технологіями та

набувають важливих професійних навичок. У деяких дослідженнях було відзначено, що впровадження AutoCAD підвищує рівень мотивації учнів і сприяє активнішому залученню до навчального процесу [32].

Таким чином, наукові дослідження свідчать про те, що використання AutoCAD у навчальному процесі є ефективним інструментом для розвитку технічних навичок і підвищення якості освіти. Водночас існують певні виклики, які потребують уваги, зокрема ліцензійні обмеження та необхідність технічного забезпечення.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ РОБОТІ З AUTOCAD НА НАВЧАЛЬНИХ ПАРАХ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

2.1 Обґрунтування вибору AutoCAD як інструменту для навчання

AutoCAD є одним з найпопулярніших і найпотужніших інструментів автоматизованого проєктування, який застосовується у багатьох технічних і дизайнерських галузях. Вибір цього програмного забезпечення для навчання у вищих навчальних закладах обумовлений кількома основними факторами, які суттєво підвищують якість навчального процесу та готують студентів до реальних викликів професійної діяльності.

Насамперед, AutoCAD має значну репутацію в галузях архітектури, інженерії, дизайну, машинобудування та будівництва. Це програмне забезпечення широко використовується професіоналами для створення як двовимірних, так і тривимірних моделей, креслень та візуалізацій. Для студентів, які готуються до професійної діяльності в цих сферах, оволодіння AutoCAD є важливим аспектом підготовки.

Завдяки тому, що AutoCAD застосовується у великих компаніях по всьому світу, його опанування відкриває студентам широкі можливості на ринку праці. Вони можуть легко адаптуватися до робочого середовища, де цей інструмент використовується для розробки проєктів і виконання технічних завдань. Відповідно, навчання AutoCAD дозволяє не лише засвоїти фундаментальні принципи проєктування, а й розвивати практичні навички, що відразу ж можуть бути застосовані у професійній діяльності.

Ще однією важливою причиною для вибору AutoCAD є його універсальність. Це програмне забезпечення дозволяє студентам створювати як прості 2D креслення, так і складні тривимірні моделі. Завдяки цьому, студенти

можуть не тільки вивчати основи проєктування, але й поглиблювати свої знання у тривимірному моделюванні, що особливо важливо для інженерів, архітекторів і дизайнерів. AutoCAD надає широкий набір інструментів для точного креслення, обробки даних, створення тривимірних об'єктів і симуляцій, що дозволяє студентам отримувати багатогранний досвід роботи з проєктами різної складності. Завдяки цій функціональності вони можуть виконувати різноманітні завдання, від простих геометричних побудов до розробки складних технічних систем, що стимулює їх аналітичне мислення і технічну грамотність.

Крім того, AutoCAD активно використовується для навчання студентів принципам технічного стандарту. Оскільки це програмне забезпечення підтримує безліч галузевих стандартів, таких як ISO, DIN, ANSI та інші, студенти мають можливість навчатися проєктувати відповідно до міжнародних норм і вимог. Це є важливою складовою підготовки, оскільки у професійній діяльності технічні спеціалісти повинні працювати відповідно до жорстких стандартів. Використання AutoCAD у навчальному процесі забезпечує студентам розуміння цих стандартів і навчає їх використовувати програмне забезпечення для створення креслень та проєктів, які відповідають вимогам конкретних галузей, таких як будівництво, машинобудування або інфраструктурні проєкти.

Важливим аспектом вибору AutoCAD для навчання є також можливість інтеграції цього інструменту з іншими програмними рішеннями, що дозволяє студентам брати участь у комплексних проєктах. Наприклад, AutoCAD можна використовувати в комбінації з програмами для інженерного аналізу, симуляції або рендерингу, що надає студентам можливість створювати повноцінні технічні рішення. Вони можуть моделювати об'єкти в AutoCAD, а потім аналізувати їх у спеціалізованих програмах для оцінки міцності, продуктивності або ефективності. Така комплексність підготовки дозволяє студентам отримати практичний досвід роботи з інструментами, які використовуються в реальних проєктних організаціях, і готує їх до роботи в командних проєктах, де інтеграція різних технологій є звичною практикою.

Ще одним важливим аспектом є доступність AutoCAD для навчальних закладів. Програма надає спеціальні ліцензії для навчальних цілей, що дозволяє вищим навчальним закладам економічно використовувати сучасні технології для підготовки своїх студентів. Це є важливою перевагою, оскільки дозволяє значно знизити витрати на програмне забезпечення без зменшення його функціональності. Багато навчальних закладів використовують AutoCAD як основний інструмент для викладання технічного креслення, тривимірного моделювання та проєктування, що робить цей інструмент незамінним у навчальних програмах технічних спеціальностей.

Також проведемо порівняння AutoCAD з аналогами в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Порівняння з аналогами

Параметр	AutoCAD	SolidWorks	Revit	FreeCAD	SketchUp
Основне призначення	Універсальне 2D та 3D проєктування для різних галузей	3D моделювання для машинобудування, інженерії	Архітектурне та будівельне проєктування з BIM	Безкоштовне 3D моделювання для інженерії та архітектури	Просте 3D моделювання для архітектури та дизайну
Тип моделювання	2D та 3D	3D	3D (BIM)	2D та 3D	3D
Платформа	Windows, MacOS	Windows	Windows	Windows, MacOS, Linux	Windows, MacOS

Ліцензування	Платне, освітні ліцензії доступні	Платне	Платне	Безкоштовне (з відкритим кодом)	Безкоштовне (Pro версія платна)
Цільова аудиторія	Архітектори, інженери, дизайнери	Машинобудування, інженерія	Архітектори, будівельники	Студенти, ентузіасти, малі підприємства	Архітектори, дизайнери
Підтримка стандартів	Підтримка міжнародних стандартів	Підтримка стандартів для інженерії	BIM-стандарти	Підтримка основних форматів	Обмежена підтримка технічних стандартів
Основні функції	Підтримка 2D та 3D моделювання Висока точність креслення Підтримка хмарних	Потужне 3D моделювання Симуляції та аналіз	Інтеграція з BIM Координація проектів	Безкоштовність Підтримка різних форматів	Простий інтерфейс Швидке створення 3D моделей

	технологі й				
Переваги	Широкі можливо сті для різних галузей Освітні ліцензії	Інженерні симуляції Підтримка складних зборок	Підтримк а BIM для архітекту ри Спільна робота в реальному часі	Безкоштовніст ь Підтримка спільноти Кросплатформ енність	Простота в навчанні Швидке моделюван ня
Недоліки	Висока вартість ліцензії Вимогли вість до ресурсів	Висока вартість Високі вимоги до ресурсів	Крута крива навчання Висока вартість	Менша потужність порівняно з комерційними аналогами Не завжди стабільний	Обмежена функціонал ьність у безкоштовн ій версії
Хмарні технолог ії	Підтриму є зберіганн я та спільну роботу через хмару	Обмежена підтримка	Підтримк а хмарної спільної роботи	Обмежено	Підтримує через сторонні сервіси

Таким чином, вибір AutoCAD як інструменту для навчання у вищих навчальних закладах є обґрунтованим і стратегічно важливим рішенням, яке забезпечує студентам можливість не тільки отримати теоретичні знання, але й

набути необхідні практичні навички, що відповідають сучасним вимогам професійної діяльності в технічних галузях.

2.2 Загальна методика викладання основ AutoCAD

Викладання основ AutoCAD у вищих навчальних закладах є складовою частиною підготовки студентів до професійної діяльності у сферах технічного проєктування, архітектури, інженерії та дизайну. Ефективне оволодіння цим програмним забезпеченням потребує ретельно розробленої методики навчання, що дозволяє студентам послідовно засвоювати теоретичні знання і практичні навички, необхідні для роботи з AutoCAD.

Початковий етап навчання роботі з AutoCAD є надзвичайно важливим для закладення фундаменту у розумінні принципів роботи з програмою та подальшого успішного опанування більш складних функцій. Цей етап починається з детального ознайомлення студентів з інтерфейсом програми (як показано на рис. 2.1), де кожен елемент робочого простору має свою роль. Інтерфейс AutoCAD складається з кількох основних компонентів, включаючи робочу область, панелі інструментів, стрічку команд і командний рядок. Навчити студентів впевнено орієнтуватися у цьому середовищі — перший і найважливіший крок.

Першочергова увага приділяється панелі інструментів, де розміщені основні команди для створення та модифікації об'єктів. Викладач детально пояснює функціональність кожної кнопки, демонструючи, як використовувати інструменти для побудови ліній, кіл, прямокутників та інших базових фігур. Важливою частиною навчання на цьому етапі є засвоєння принципів роботи з командним рядком, який є основним засобом введення команд в AutoCAD. Студенти вчаться вводити базові команди, такі як LINE, CIRCLE, RECTANGLE, і розуміти, як за допомогою командного рядка можна точно задавати координати або параметри фігур.

Одним із основних аспектів початкового етапу є навчання навігації у кресленні, що включає масштабування, панорамування та переміщення в робочій області. Студенти освоюють інструменти, які дозволяють ефективно змінювати вигляд креслення, наближати або віддаляти об'єкти, що є важливим для роботи з великими проєктами або деталями. Особлива увага приділяється системам координат, оскільки робота з координатами дозволяє точно позиціонувати об'єкти у просторі креслення. Студенти дізнаються про різні типи координат: абсолютні та відносні, що є основою для точного креслення.

На початковому етапі навчання також важливо навчити студентів працювати з одиницями виміру та налаштовувати масштаб креслення. Цей крок є важливим для того, щоб забезпечити правильні пропорції та відповідність креслень реальним об'єктам. Студенти вчаться встановлювати необхідні параметри одиниць виміру (наприклад, міліметри або метри) через команду UNITS і налаштовувати масштабування для друку чи перегляду проєктів у потрібних розмірах.

Крім того, на цьому етапі студентів навчають базових методів редагування об'єктів, таких як зміщення (команда OFFSET), подовження та обрізання ліній (команди TRIM і EXTEND). Ці інструменти є основними для обробки креслень і дозволяють виконувати найпоширеніші дії під час створення і модифікації проєктів. Наприклад, студенти дізнаються, як можна створити паралельні лінії, які часто використовуються в архітектурних кресленнях, або обрізати зайві частини ліній, щоб креслення виглядало професійно.

Під час ознайомлення з інтерфейсом та базовими командами AutoCAD викладач акцентує увагу на важливості правильного налаштування робочого простору. Важливо, щоб студенти вміли налаштовувати панелі інструментів і стрічки відповідно до своїх потреб, щоб зменшити кількість часу, що витрачається на пошук необхідних функцій. Це сприяє підвищенню ефективності роботи і дозволяє сфокусуватися на виконанні основних завдань.

Таким чином, початковий етап навчання роботі з AutoCAD охоплює широкий спектр базових знань і навичок, необхідних для подальшого успішного навчання. Студенти не лише вивчають основні інструменти та команди програми, але й навчаються правильно налаштовувати робочий простір, опановують техніки точного креслення та ефективної навігації у середовищі AutoCAD. Основи інтерфейсу зображено на рисунку 2.1

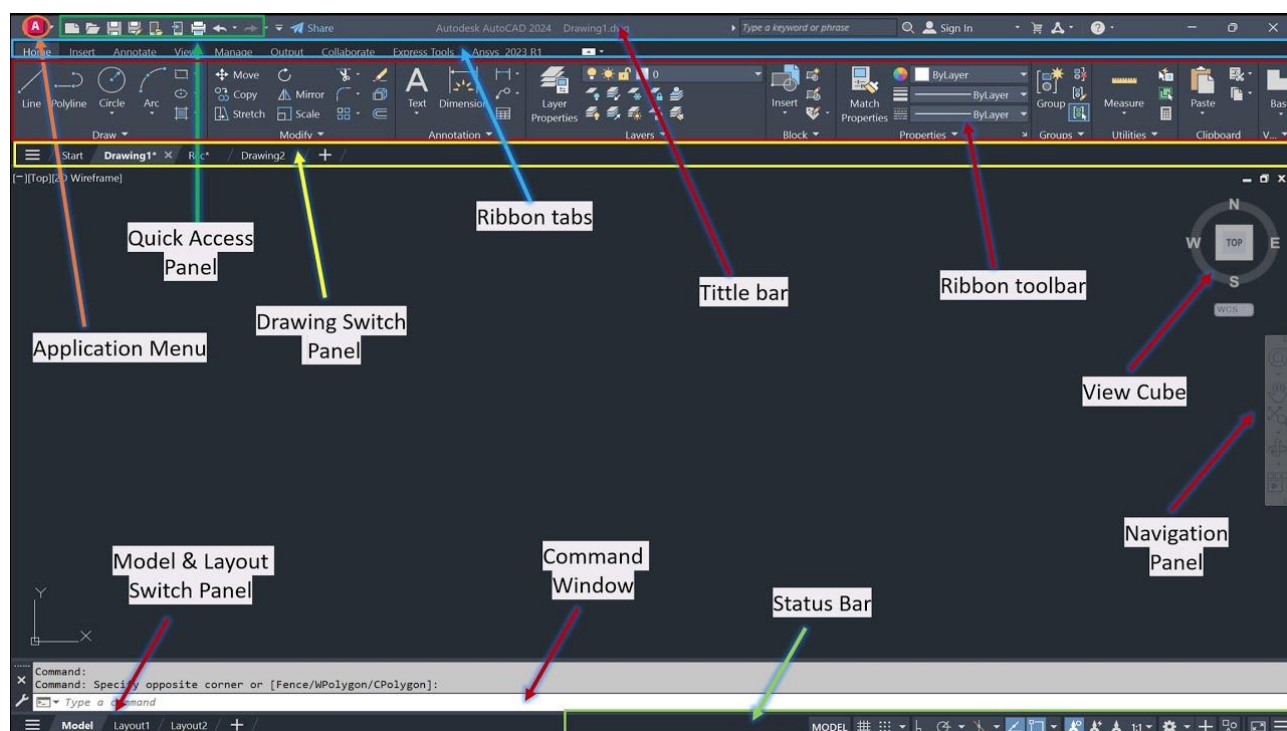


Рис. 2.1. Ознайомлення з інтерфейсом AutoCAD [2]

Однією з основних частин ефективної методики викладання AutoCAD є поетапний підхід, який дозволяє поступово переходити від простих до складніших операцій і забезпечує послідовне засвоєння матеріалу студентами. Це важливо для того, щоб уникнути перевантаження інформацією та дати студентам час для закріплення базових навичок перед тим, як перейти до більш складних завдань. Спочатку студенти навчаються працювати з основними інструментами для побудови простих геометричних фігур, таких як лінії, кола, прямокутники та

багатокутники. Після того як студенти впевнено опановують ці базові елементи, викладач поступово вводить складніші інструменти та команди.

Наступним кроком у навчанні є освоєння роботи з полілініями, дугами та кривими. Полілінії є важливим інструментом у кресленні, оскільки дозволяють створювати об'єкти, що складаються з кількох сегментів, які можна легко редагувати як єдину форму. Студенти повинні розуміти принципи роботи з полілініями: як створювати складені форми з різними сегментами та як їх змінювати. На цьому етапі викладач детально пояснює, як працювати з дугами, створювати криві, комбінувати їх з іншими елементами креслення для досягнення складніших форм. Дуже важливо навчити студентів не лише створювати ці об'єкти, але й редагувати їх, оскільки це є основною частиною роботи з кресленнями.

Викладач має надавати студентам практичні завдання, які включають поступове ускладнення креслень, що допомагає ефективно закріпити нові навички. Наприклад, після вивчення базових команд для побудови ліній та кіл, студенти можуть перейти до створення креслень деталей або механізмів, які містять складені контури, що включають полілінії та дуги. Це дозволяє студентам практично застосовувати нові команди та зрозуміти, як використовувати їх у реальних проєктах. Створення креслень деталей з механічними елементами, таких як болти, гайки, шестерні або інші технічні компоненти, є чудовим способом продемонструвати, як різні інструменти AutoCAD працюють у поєднанні.

Один із прикладів практичного завдання може включати креслення технічної деталі, що має різні сегменти, лінії різної довжини, кілька кіл і дуг, а також об'єднання їх у одну форму за допомогою поліліній. Викладач повинен не тільки показувати, як створювати ці об'єкти, але й пояснювати, як їх редагувати: змінювати довжину сегментів, робити симетричні або асиметричні відображення, змінювати радіуси дуг, або об'єднувати кілька фігур в одну за допомогою булевих операцій.

Крім того, викладач має стимулювати студентів до самостійного пошуку рішень для складніших завдань, пропонуючи виконати креслення, яке містить кілька рівнів складності. Наприклад, після освоєння побудови поліліній і дуг студенти можуть виконати проєкт технічної деталі або елемента інтер'єру, що вимагає використання різних інструментів для створення складних контурів. Таким чином, поетапний підхід до навчання не тільки дозволяє студентам освоїти кожен інструмент, але й вчить їх використовувати ці інструменти разом для створення комплексних об'єктів.

Завдяки такому підходу, студенти поступово переходять від простих креслень до складніших технічних завдань, що включають більшу кількість елементів і команд. Це дозволяє їм не лише краще засвоювати матеріал, але й розвивати аналітичне мислення, що є важливим для роботи з технічними кресленнями. Викладач має постійно підтримувати баланс між теоретичними знаннями і практичними завданнями, щоб студенти могли самостійно застосовувати вивчені інструменти та розуміти, як використовувати їх для досягнення бажаного результату.

Після того, як студенти опановують базові операції в AutoCAD, наступним кроком у їхньому навчанні є перехід до вивчення тривимірного моделювання, що значно розширює можливості проєктування. На цьому етапі (як показано на рис. 2.2) вони починають знайомитися з роботою у тривимірному просторі, який відкриває нові перспективи для створення об'єктів більшої складності та деталізації. Важливим завданням викладача є не лише пояснення основних інструментів і методів тривимірного моделювання, але й забезпечення того, щоб студенти зрозуміли принципи роботи у просторі, де використовується три координатні осі (X, Y, Z).

Початок навчання тривимірному моделюванню слід здійснювати з вивчення основ побудови найпростіших об'ємних об'єктів, таких як тривимірні примітиви. До таких примітивів належать куби, циліндри, сфери, конуси, піраміди тощо. Студенти повинні навчитися використовувати команди для

створення цих об'єктів, а також розуміти, як задавати їхні параметри: розміри, розташування у просторі, обертання та масштабування. Створення таких примітивів допомагає студентам закріпити знання про роботу з координатною системою та освоїти основні принципи навігації у тривимірному середовищі. Викладач повинен пояснювати важливість точності при роботі з об'єктами у тривимірному просторі, де координати та кути відіграють основну роль у правильному розташуванні елементів.

Наступним кроком після освоєння примітивів є навчання студентів створенню складніших тривимірних моделей. Одним із основних інструментів, який студенти вивчають на цьому етапі, є екструзія. Екструзія дозволяє "витягувати" двовимірні об'єкти у тривимірний простір, перетворюючи, наприклад, контур прямокутника на тривимірний паралелепіпед, або коло на циліндр. Студенти навчаються використовувати екструзію для створення об'єктів різної висоти та форми, що є основою для подальшої роботи зі складними моделями. Викладач повинен показати, як контролювати параметри екструзії, такі як висота витягування, напрямок, а також можливість зміни форми після екструзії.

Далі, викладач пояснює використання булевих операцій для створення складних моделей шляхом об'єднання або віднімання простих об'єктів. Булеві операції, такі як об'єднання, перетин та віднімання, дозволяють створювати нові форми з уже існуючих об'єктів, що надає студентам можливість працювати над більш деталізованими і складними проєктами. Наприклад, за допомогою операції віднімання можна вирізати отвір у циліндрі або з'єднати куб і сферу для створення складнішого об'єкта. Важливо навчити студентів, як правильно використовувати ці операції для досягнення потрібного результату, а також уникати поширених помилок, таких як неправильне розташування об'єктів або їх некоректна взаємодія.

Окрім екструзії та булевих операцій, студентам також слід опанувати інструмент повороту. Поворот у тривимірному моделюванні дозволяє обертати двовимірні профілі навколо певної осі, перетворюючи їх на тривимірні об'єкти.

Наприклад, коло можна обертати навколо осі для створення сфери або поверхні обертання. Викладач повинен детально пояснити, як правильно налаштовувати параметри обертання, щоб створювати точні об'єкти з відповідними розмірами та пропорціями. Це дає студентам можливість створювати більш складні геометричні форми, які використовуються у механічному та архітектурному проєктуванні.

Окрім освоєння інструментів тривимірного моделювання, викладач має приділяти увагу вивченню студентами різних проєкцій і видів у тривимірному просторі. У тривимірному моделюванні важливо вміти перемикатися між різними проєкціями та кутами огляду, щоб бачити об'єкти з усіх боків та оцінювати їхню точність і симетрію. Використання ізометричних і ортогональних видів, а також інструментів панорамування і масштабування дозволяє студентам краще контролювати процес побудови моделей. Навчання навігації в просторі AutoCAD є важливим, оскільки дозволяє студентам легко переключатися між різними видами об'єкта для перевірки правильності їхньої побудови.

Таким чином, тривимірне моделювання в AutoCAD відкриває перед студентами нові можливості для створення складних і реалістичних моделей. Після опанування базових примітивів та інструментів екструзії, повороту і булевих операцій, студенти зможуть створювати повноцінні тривимірні проєкти. Цей етап навчання є важливим кроком до професійної роботи в архітектурі, інженерії та інших технічних галузях, де тривимірне моделювання відіграє основну роль.

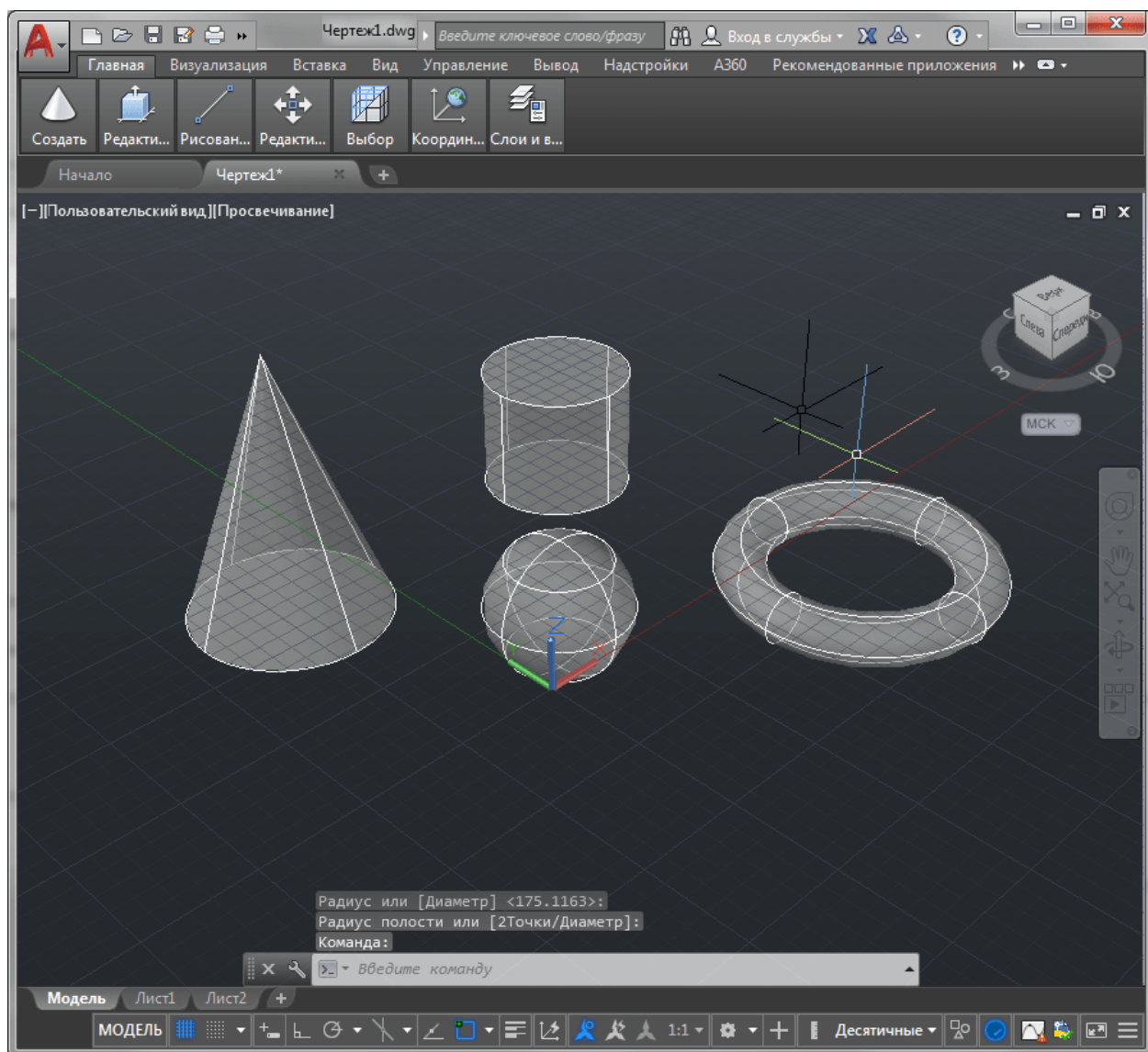


Рис. 2.2. Приклад тривимірного моделювання в AutoCAD [3]

Методи проєктного навчання є однією з найефективніших освітніх стратегій, що використовуються у викладанні AutoCAD, оскільки вони надають студентам можливість безпосередньо застосовувати свої знання і навички у вирішенні практичних завдань. Викладачі, які використовують цей підхід, розробляють навчальні проєкти, що імітують реальні ситуації з різних галузей, де застосовується AutoCAD. Завдяки цьому студенти отримують змогу працювати не лише з абстрактними прикладами, але й з конкретними завданнями, які можуть виникати у їхній майбутній професійній діяльності.

Проектне навчання у контексті AutoCAD допомагає студентам розвивати комплексне розуміння технічного проєктування та креслення. Наприклад, студенти, які вивчають машинобудування, можуть виконувати креслення складних механічних деталей, що використовуються в реальних проєктах. Це включає розробку деталей із точними вимірами, ракурсами та специфікаціями, що відповідають промисловим стандартам. Вивчаючи такі креслення, студенти розуміють, як використовувати інструменти AutoCAD для моделювання різних компонентів, як застосовувати булеві операції, працювати з екструзіями та поворотами для створення складних тривимірних об'єктів. Крім того, цей підхід дозволяє студентам розвивати уважність до деталей, точність і навички технічного мислення, які є важливими для будь-якого інженера.

Ще одним прикладом проєктного навчання є створення архітектурних планів будівель для студентів, які вивчають архітектуру або будівництво. Викладач може запропонувати студентам розробити детальні плани будинків, офісних приміщень або навіть багатоповерхових споруд, де вони використовують AutoCAD для створення двовимірних і тривимірних моделей. Студенти повинні враховувати всі технічні вимоги, як-от площу приміщень, висоту стель, розташування вікон і дверей, а також створювати моделі з урахуванням матеріалів та естетичних аспектів будівництва. Такий підхід дозволяє студентам не тільки навчитися користуватися AutoCAD для архітектурного проєктування, але й розвиває їхню здатність до комплексного аналізу та планування реальних будівельних проєктів.

Проектне навчання має важливе значення не лише для розвитку технічних навичок роботи з AutoCAD, але й для навчання студентів навичкам управління проєктами та організації робочого процесу. Робота над реальними проєктами передбачає послідовне планування, визначення етапів роботи, контроль виконання і перевірку відповідності креслень технічним вимогам. Наприклад, студенти можуть працювати в групах над великими проєктами, де кожен учасник відповідає за певний етап або частину креслення. Це дозволяє розвивати навички

командної роботи та взаємодії, що є важливими для роботи у реальних проєктних командах.

Застосування проєктного навчання також сприяє розвитку креативності та творчого підходу до вирішення технічних завдань. Студенти можуть пропонувати свої рішення, варіації або інноваційні підходи до виконання завдань, що дозволяє їм краще засвоїти матеріал і побачити, як їхні рішення впливають на кінцевий результат. Наприклад, під час проєктування деталей для машинобудування студенти можуть шукати нові способи оптимізації конструкцій або спрощення виробничих процесів за допомогою інструментів AutoCAD.

Крім того, проєктний підхід дозволяє студентам відчувати відповідальність за свої результати, оскільки вони працюють над конкретними завданнями, які можуть бути пов'язані з реальними виробничими чи архітектурними проблемами. Така відповідальність за кінцевий результат стимулює студентів до більш глибокого вивчення AutoCAD, розширення знань про програму і застосування різних методик для вирішення технічних проблем.

Загалом, методи проєктного навчання дозволяють інтегрувати теоретичні знання та практичні навички, що є основним для успішного освоєння AutoCAD і підготовки до майбутньої професійної діяльності. Студенти не лише вивчають, як працювати з програмою, але й вчаться адаптувати ці знання для вирішення конкретних завдань у реальному світі, що робить їх краще підготовленими до роботи в різних галузях технічного та архітектурного проєктування.

Перевірка знань і навичок студентів є невід'ємною частиною навчального процесу, особливо у викладанні технічних дисциплін, таких як AutoCAD. Цей етап навчання дозволяє викладачеві оцінити ступінь засвоєння студентами матеріалу, а також допомагає їм закріпити практичні навички, необхідні для майбутньої професійної діяльності. Використання різноманітних форм контролю, таких як тестування, практичні завдання та проєктні роботи, є важливим інструментом для забезпечення поступового і всебічного опанування програмного забезпечення.

На кожному етапі навчання викладач може використовувати різні методи оцінювання для перевірки, як студенти засвоїли базові команди та функції AutoCAD. Наприклад, після вивчення основних інструментів для створення двовимірних креслень можна провести коротке тестування, в якому студенти повинні виконати завдання на побудову ліній, кіл, прямокутників або багатокутників. Це дозволяє викладачу переконатися, що студенти правильно зрозуміли функціональність інструментів, вміють користуватися командним рядком та вміло працювати з системою координат.

Проміжні тестування, що включають теоретичні питання та практичні завдання, можуть стати ефективним способом перевірки знань на початкових етапах навчання. Студентам пропонується відповісти на запитання щодо інтерфейсу програми, базових інструментів або команд, таких як LINE, CIRCLE, RECTANGLE. Теоретична частина допомагає викладачеві оцінити рівень розуміння основних концепцій і принципів роботи з AutoCAD, а практична частина — перевірити здатність студентів застосовувати ці знання на практиці. Наприклад, практичне завдання може включати створення простого креслення за заданими розмірами або розміщення об'єктів у певній площині.

Важливою формою контролю є виконання практичних завдань, що моделюють реальні умови роботи. Такі завдання можуть бути комплексними і вимагати від студентів використання кількох інструментів AutoCAD для досягнення результату. Наприклад, студентам можна запропонувати створити креслення механічної деталі з використанням команд для побудови основних елементів, таких як полілінії, дуги або багатокутники, а потім виконати редагування креслення за допомогою інструментів обрізки або подовження. Викладач може також додати обмеження, наприклад, виконати креслення в певному масштабі або з дотриманням заданих параметрів точності, що стимулює студентів більш уважно ставитися до деталей.

На більш просунутих етапах навчання, коли студенти переходять до роботи з тривимірним моделюванням, перевірка знань може включати складніші

завдання, пов'язані з побудовою тривимірних об'єктів. Наприклад, викладач може запропонувати студентам створити тривимірну модель, використовуючи булеві операції або інструменти екструзії. Завдання може полягати в побудові об'єкта з декількох примітивів, що вимагає від студентів вміння комбінувати різні методи моделювання. Такі завдання дозволяють оцінити, наскільки студенти володіють тривимірним простором, чи розуміють вони принципи роботи з екструзією, обертанням, об'єднанням та відніманням об'єктів.

Крім того, перевірка знань і навичок студентів може бути організована у формі підсумкових проєктів, які моделюють реальні професійні виклики. Викладач може запропонувати студентам виконати повноцінний проєкт, який включає кілька етапів роботи з AutoCAD, наприклад, створення двовимірного плану будівлі з подальшим перетворенням його у тривимірну модель. Такий проєкт дозволяє студентам не лише застосувати всі вивчені інструменти, але й самостійно організувати робочий процес, розділивши завдання на етапи, що відповідає реальним умовам праці в архітектурі, будівництві або інженерії.

Практичні завдання також відіграють важливу роль у розвитку самостійності студентів і підготовці їх до реальних професійних умов. Коли студенти виконують завдання, що включають обмеження та специфічні вимоги, вони вчаться приймати рішення та знаходити оптимальні шляхи для досягнення результату. Наприклад, креслення технічної деталі може вимагати точного дотримання розмірів, що змушує студентів використовувати всі свої знання і навички для забезпечення правильності виконання завдання. Такий підхід готує студентів до реальних професійних викликів, де кожна деталь має значення, і де їхні рішення можуть вплинути на кінцевий результат проєкту.

Таким чином, перевірка знань і навичок студентів за допомогою тестування, практичних завдань та проєктів є необхідним етапом навчання, який допомагає викладачеві оцінити рівень засвоєння матеріалу, а студентам — закріпити свої навички та підготуватися до майбутньої професійної діяльності. Це сприяє більш

глибокому розумінню роботи з AutoCAD і стимулює студентів до постійного вдосконалення своїх знань і навичок.

Останній етап методики навчання AutoCAD спрямований на закріплення та поглиблення знань студентів, що передбачає роботу з більш складними технічними проєктами. На цьому етапі студенти починають застосовувати усі базові навички, отримані на попередніх етапах, і вивчають розширені функції програми, що дозволяють створювати більш деталізовані та складні креслення. Цей етап є досить важливим, оскільки він допомагає студентам набутися впевненості у використанні AutoCAD для розв'язання реальних професійних завдань.

Однією з перших функцій, яку вивчають на цьому етапі, є налаштування друку. Це важливий аспект роботи з будь-яким кресленням, оскільки правильне налаштування параметрів друку визначає, як креслення буде виглядати на папері або в електронному вигляді. Студенти вивчають, як вибирати розмір паперу, встановлювати масштаб, налаштовувати поля та вибирати шари для друку. Важливим є також розуміння, як налаштування кольорів і типів ліній впливають на кінцевий вигляд креслення. Викладач повинен звертати увагу на те, щоб студенти правильно налаштовували параметри для друку складних проєктів, де кожен шар креслення має відповідати певним стандартам. Це дозволяє забезпечити відповідність креслень вимогам виробництва або будівництва.

Іншою важливою функцією, яку опановують студенти, є робота з шарами. Шари дозволяють організувати креслення і відокремлювати різні елементи проєкту для зручнішої роботи. Студенти вчаться створювати нові шари, призначати їм кольори, типи ліній та налаштовувати їхню видимість. Робота з шарами дозволяє уникнути помилок при редагуванні креслень, оскільки кожен шар може відповідати за певну частину креслення, наприклад, за зовнішні стіни, вікна, двері або текстові позначки. На цьому етапі студенти також вчаться фільтрувати інформацію у кресленні, відключаючи або включаючи шари в залежності від того, з якими елементами вони працюють. Це забезпечує зручність

роботи з великими і складними кресленнями, де кожен елемент креслення має свою функціональну роль.

Наступною важливою функцією є створення та використання блоків. Блоки в AutoCAD дозволяють студентам створювати повторювані елементи, такі як двері, вікна, меблі або механічні компоненти, які можна використовувати багаторазово в межах одного або кількох креслень. Студенти вивчають, як створювати блоки, зберігати їх, вставляти в креслення і редагувати. Крім того, вони освоюють роботу з атрибутами блоків, що дозволяє додавати текстові позначки або метадані до блоків для полегшення їх ідентифікації та організації. Це значно прискорює роботу з великими проєктами та зменшує кількість часу, витраченого на креслення повторюваних елементів.

Далі студенти вивчають функції, пов'язані з налаштуванням шрифтів і типів ліній, що дозволяє створювати креслення, які відповідають технічним стандартам. Використання правильних шрифтів для тексту та таблиць є важливим для подальшої інтерпретації креслень. Наприклад, шрифти можуть містити інформацію про розміри об'єктів, примітки або технічні вказівки. Студенти вчаться налаштовувати типи ліній для різних об'єктів, таких як осьові лінії, контурні лінії або приховані лінії, що є важливим для точності та зрозумілості креслень.

Також значну увагу приділяється використанню зовнішніх посилань (Xrefs), що дозволяє студентам працювати з кількома кресленнями одночасно. Зовнішні посилання дають можливість вставляти креслення, які змінюються поза межами поточного креслення, що є особливо корисним для роботи над великими проєктами, де кілька учасників працюють над різними частинами одного проєкту. Студенти вчаться створювати посилання на інші креслення, редагувати їх і синхронізувати зміни, що дозволяє підтримувати актуальність усіх пов'язаних креслень.

Окрім цього, важливим аспектом навчання є робота з командами для аналізу та редагування геометрії. Студенти вивчають, як використовувати

команди для перевірки площі, довжини, кутів та інших геометричних параметрів об'єктів, що дозволяє їм забезпечити відповідність креслень технічним вимогам. Наприклад, команди для вимірювання площі дозволяють точно визначити розміри приміщень або інших об'єктів, що важливо для архітектурних проєктів. Крім того, студенти освоюють інструменти для редагування геометрії об'єктів, що дозволяє їм коригувати креслення з високою точністю.

На завершальному етапі навчання студенти також опановують створення таблиць з даними, що дозволяє автоматизувати процес організації та підрахунку об'єктів у кресленні. Наприклад, таблиці можуть містити інформацію про кількість дверей, вікон або інших елементів проєкту, що є необхідним для складання кошторису або плану будівництва. Студенти вчаться створювати та формувати таблиці, використовуючи дані з креслень, що дозволяє полегшити процес інтерпретації креслень і забезпечити точність підрахунків.

Останній етап методики навчання є надзвичайно важливим для підготовки студентів до роботи з реальними технічними проєктами. Завдяки опануванню складних функцій AutoCAD, таких як робота з шарами, блоками, зовнішніми посиланнями та атрибутами, студенти набувають вільності у використанні програми. Вони вчаться застосовувати AutoCAD для розв'язання складних професійних завдань, що дозволяє їм бути готовими до роботи в галузях архітектури, інженерії та будівництва. Таким чином, загальна методика викладання основ AutoCAD будується на поетапному переході від базових функцій до складних завдань, які студенти виконують у контексті реальних технічних проєктів. Викладачі мають поєднувати теоретичні знання з практичними завданнями, що дозволяє студентам не лише засвоїти інструментарій AutoCAD, а й підготуватися до професійної діяльності в технічних галузях.

2.3 Розробка навчальної програми з використанням AutoCAD

Розробка навчальної програми з використанням AutoCAD у вищих навчальних закладах є важливим кроком у підготовці студентів до професійної діяльності в галузях архітектури, інженерії, будівництва та дизайну. Програма повинна бути структурована таким чином, щоб студенти поступово освоювали основні концепції, інструменти та методи роботи з AutoCAD, одночасно отримуючи можливість застосовувати свої знання на практиці. Така програма має забезпечити глибоке розуміння функцій AutoCAD, формування навичок ефективного використання цього програмного забезпечення у реальних проєктах та підготовку студентів до роботи з технічними кресленнями та тривимірними моделями.

Навчальна програма повинна починатися з вступних лекцій, де студенти отримують базові теоретичні знання про системи автоматизованого проєктування, їх застосування та значення у професійній діяльності. На цьому етапі важливо пояснити, що AutoCAD є універсальним інструментом, який використовується в багатьох галузях, таких як архітектура, машинобудування та промисловий дизайн. Викладач має показати студентам основні можливості програми, включаючи роботу з 2D-кресленнями та 3D-моделями, а також налаштування інтерфейсу.

Наступний етап програми присвячений вивченню базових інструментів та команд AutoCAD. Викладачі мають на меті навчити студентів працювати з основними елементами, такими як лінії, кола, прямокутники, дуги, а також редагувати ці об'єкти за допомогою команд обрізання, переміщення, копіювання та масштабування. Це базові операції, які є фундаментальними для подальшого засвоєння більш складних функцій програми. Після цього студенти виконують практичні завдання з креслення простих об'єктів, що дозволяє їм закріпити отримані знання та набути перших навичок роботи з AutoCAD.

У рамках поглибленого вивчення, програма повинна включати теми, пов'язані з створенням складних геометричних фігур, роботою зі шарами та блоками, налаштуванням типів ліній, кольорів та шрифтів. На цьому етапі студенти дізнаються, як організовувати креслення за допомогою шарів, що

дозволяє створювати складні проєкти з великою кількістю деталей, і керувати ними ефективно. Крім того, особливу увагу слід приділити використанню блоків, які дозволяють створювати елементи креслення, що можуть бути повторно використані в інших проєктах. Використання цих інструментів значно підвищує ефективність роботи з програмою.

Програма повинна також охоплювати моделювання у тривимірному просторі, що є важливою складовою професійної підготовки. На цьому етапі студенти вивчають основи побудови тривимірних об'єктів, такі як екструзія, поворот, булеві операції, створення примітивів та редагування тривимірних форм. Це дозволяє студентам розробляти тривимірні моделі для візуалізації проєктів, що є необхідним для багатьох технічних і архітектурних дисциплін. Навчальні завдання повинні включати створення тривимірних моделей простих механізмів, будівельних конструкцій або інших об'єктів, що допомагає студентам глибше зрозуміти можливості AutoCAD.

Для ефективного навчання важливо впроваджувати проєктний метод. Програма повинна включати створення реальних проєктів, в яких студенти зможуть застосувати всі набуті знання на практиці. Наприклад, у рамках підсумкових робіт студенти можуть створювати технічні креслення будівель, деталей або навіть повноцінні проєкти інфраструктурних об'єктів, які відображають реальні вимоги до технічної документації. Це дозволяє студентам відчувати процес проєктування з усіма його складнощами та викликами, що готує їх до реальних завдань у майбутній професійній діяльності.

Окрім того, навчальна програма повинна включати контроль знань і навичок через регулярні тестування та практичні завдання. Це дозволяє перевірити рівень засвоєння матеріалу і вчасно виявляти прогалини в знаннях. Викладачі можуть використовувати як індивідуальні, так і групові завдання для того, щоб розвивати в студентів навички командної роботи, що є важливою складовою професійної діяльності в технічних галузях.

Заключною частиною програми є закріплення отриманих знань через розгляд передових функцій AutoCAD, таких як налаштування друку креслень, експорт файлів у різні формати, використання зовнішніх посилань та робота з атрибутами. Ці функції дозволяють студентам краще організовувати свою роботу та підготувати креслення для друку або подальшого використання в інших програмних комплексах. Важливо, щоб на цьому етапі студенти навчалися не лише створювати креслення, але й правильно готувати їх для передачі замовникам або колегам.

Нижче описана розроблена програма навчання з використанням AutoCAD для вищих навчальних закладів. Нижче наведені загальні відомості.

Курс: основи роботи з AutoCAD.

Цільова аудиторія: студенти технічних спеціальностей (інженери, архітектори, дизайнери).

Тривалість курсу: 60 годин (30 лекційних та 30 практичних).

Мета курсу: опанування базових і просунутих функцій AutoCAD для створення технічних креслень та тривимірних моделей, підготовка студентів до професійної роботи з програмою в галузях архітектури, інженерії та дизайну.

Опишемо основні модулі курсу в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Модулі курсу

Номер і назва теми	Тривалість	Опис
Модуль 1: Вступ до САПР і AutoCAD (8 годин)		
Тема 1.1: Вступ до САПР і AutoCAD: історія та застосування	2 години лекцій	Вивчення історії розвитку САПР, огляд сучасних тенденцій використання AutoCAD у різних галузях.

Тема 1.2: Інтерфейс AutoCAD та основні налаштування	2 години лекцій, 2 години практики	Основні елементи інтерфейсу: панелі інструментів, командний рядок, області креслення, налаштування робочого простору.
Тема 1.3: Основи навігації та роботи з файлами	2 години практики	Робота з проєктами: створення, відкриття, збереження, основи навігації кресленням: масштабування, переміщення.
Модуль 2: Основи 2D креслення (12 годин)		
Тема 2.1: Створення простих об'єктів	2 години лекцій, 4 години практики	Побудова ліній, кіл, прямокутників, дуг, еліпсів, використання базових інструментів креслення.
Тема 2.2: Модифікація об'єктів	2 години лекцій, 4 години практики	Використання інструментів обрізки, переміщення, копіювання, масштабування, робота з симетрією та відбитками.
Тема 2.3: Робота з шарами та атрибутами	2 години лекцій, 2 години практики	Налаштування шарів: кольори, типи ліній, видимість, робота з атрибутами та текстовими позначками.
Модуль 3: Побудова та модифікація складних об'єктів (10 годин)		
Тема 3.1: Полілінії та сплайни	2 години лекцій, 2 години практики	Створення та редагування поліліній, побудова кривих і сплайнів.
Тема 3.2: Створення блоків і зовнішніх посилань	2 години лекцій, 2 години практики	Створення та вставка блоків, робота із зовнішніми посиланнями (Xrefs).

Тема 3.3: Використання штрихування та градієнтів	2 години лекцій, 2 години практики	Створення та налаштування штрихування, використання градієнтів та заповнення.
Модуль 4: Основи 3D моделювання (12 годин)		
Тема 4.1: Введення у тривимірний простір	2 години лекцій, 2 години практики	Перехід у 3D-простір: основні налаштування, побудова простих 3D-примітивів: куби, циліндри, сфери.
Тема 4.2: Екструзія та поворот	2 години лекцій, 2 години практики	Створення складніших об'єктів за допомогою екструзії та обертання.
Тема 4.3: Булеві операції та редагування 3D-об'єктів	2 години лекцій, 4 години практики	Використання булевих операцій для об'єднання, перетину та віднімання об'єктів, модифікація 3D-форм.
Модуль 5: Завершення проєктів і підготовка до друку (8 годин)		
Тема 5.1: Налаштування друку	2 години лекцій, 2 години практики	Вибір паперу, налаштування масштабу та форматування креслень, використання шаблонів для друку.
Тема 5.2: Експорт проєктів	2 години лекцій, 2 години практики	Експорт креслень і моделей у різні формати, підготовка креслень для обміну та презентацій.
Модуль 6: Проєктна робота (10 годин)		
Проєкт 6.1: Креслення механічної деталі або архітектурного елемента	5 годин практики	Створення повноцінного креслення з використанням

		інструментів AutoCAD, захист проєкту.
Проект 6.2: Моделювання тривимірного об'єкта	5 годин практики	Побудова тривимірної моделі з використанням екструзії, булевих операцій та інших інструментів.

Контрольні заходи:

- 1) проміжні тести після кожного модуля для перевірки засвоєння матеріалу;
- 2) захист проєктів наприкінці курсу з оцінюванням практичних навичок і творчого підходу.

Оцінювання:

- 1) теоретичні завдання (тести): 30%;
- 2) практичні завдання (вправи): 40%;
- 3) підсумкові проєкти: 30%.

Вимоги до студентів:

- 1) базові знання з інформатики;
- 2) доступ до комп'ютера з встановленим AutoCAD.

Програма курсу спрямована на поступове і всебічне засвоєння основ роботи з AutoCAD, починаючи з базових функцій і закінчуючи створенням повноцінних проєктів. Студенти отримують як теоретичні знання, так і практичні навички, необхідні для їх подальшої професійної діяльності.

Таким чином, навчальна програма з використанням AutoCAD повинна включати як теоретичні лекції, так і практичні завдання, що дозволяють студентам поетапно оволодіти програмним забезпеченням. Така програма повинна бути побудована на основі поступового переходу від простих завдань до складніших проєктів, що забезпечить глибоке розуміння функціональності AutoCAD та підготує студентів до реальних професійних викликів.

2.4 Створення та пояснення простих геометричних фігур у AutoCAD

Створення простих геометричних фігур в AutoCAD є базовим етапом навчання, який дозволяє студентам освоїти основні інструменти та функції програмного забезпечення. На цьому етапі важливо, щоб студенти навчилися ефективно використовувати команди для побудови ліній, кіл, прямокутників, дуг, еліпсів та інших простих форм. Розуміння процесу створення цих фігур закладає фундамент для більш складних операцій у проєктуванні.

Створення ліній. Лінія є основним елементом будь-якого креслення, і в AutoCAD її побудова здійснюється через команду LINE. Студенти повинні розуміти, що лінія створюється за допомогою визначення двох точок — початкової та кінцевої. Ці точки можуть бути введені вручну або вказані за допомогою миші. Важливим є навчити студентів вводити координати точок з використанням різних систем координат: абсолютної та відносної.

Створення прямокутників. Прямокутники в AutoCAD створюються за допомогою команди RECTANGLE. Для побудови прямокутника користувач задає дві діагональні точки. Студенти повинні розуміти принципи задання точок для створення фігур із правильними пропорціями. Викладачі також можуть пояснити додаткові параметри створення прямокутників, такі як можливість заокруглення кутів або зміни їх висоти та ширини за допомогою відносних координат.

Створення кіл. Коло створюється командою CIRCLE, яка надає кілька варіантів його побудови. Найпоширеніший метод — визначення центру кола та його радіуса. Однак студенти повинні також навчитися використовувати інші варіанти створення кіл, такі як за діаметром, через три точки або через дві точки. Використання різних методів побудови кіл дозволить студентам застосовувати AutoCAD для вирішення різних технічних завдань.

Створення дуг. Дуги створюються за допомогою команди ARC. Студенти вчаться задавати три основні точки дуги: початок, середину та кінець. Є також інші способи побудови дуг, наприклад, через задання початкової точки, кінцевої точки та радіуса. Важливо навчити студентів розуміти, коли і як використовувати кожен з варіантів, а також пояснити, як дуги можуть поєднуватися з іншими фігурами для створення складних контурів.

Створення еліпсів. Еліпси в AutoCAD створюються за допомогою команди ELLIPSE. Для побудови еліпса користувач повинен визначити його основну вісь (довжину) та другу вісь (висоту). Викладач повинен пояснити студентам, як правильно задавати параметри еліпсів для досягнення бажаних результатів, а також розглянути варіанти побудови еліптичних дуг.

Використання інших геометричних фігур. AutoCAD також дозволяє створювати інші прості геометричні фігури, такі як полігони (багатокутники) за допомогою команди POLYGON. Студенти можуть навчитися створювати правильні багатокутники, задаючи кількість сторін і радіус вписаного або описаного кола. Це дозволяє створювати симетричні фігури, що є важливим для багатьох технічних проєктів.

Закріплення знань через практику. Після ознайомлення з основними командами, студентам слід запропонувати виконати серію практичних завдань, що передбачають побудову різних простих фігур. Наприклад, студентам можна дати завдання створити технічне креслення, яке містить лінії, прямокутники, кола та дуги, що дозволить їм закріпити знання та навички роботи з AutoCAD.

Загалом, створення простих геометричних фігур є фундаментальним етапом навчання AutoCAD. Освоєння цих базових навичок дозволяє студентам переходити до складніших операцій, таких як побудова тривимірних моделей або робота з великими проєктами.

Також наведемо покроковий опис процесу побудови куба в AutoCAD.

Крок 1: створення квадрата. На першому етапі, як показано на рисунку 2.3, у командному рядку було введено команду RECTANGLE, що дозволило вам

створити двовимірний прямокутник. Далі задано дві точки, одну з яких було визначено як нижню ліву точку, а іншу — верхню праву точку, задавши відповідні координати або довжину і ширину прямокутника.

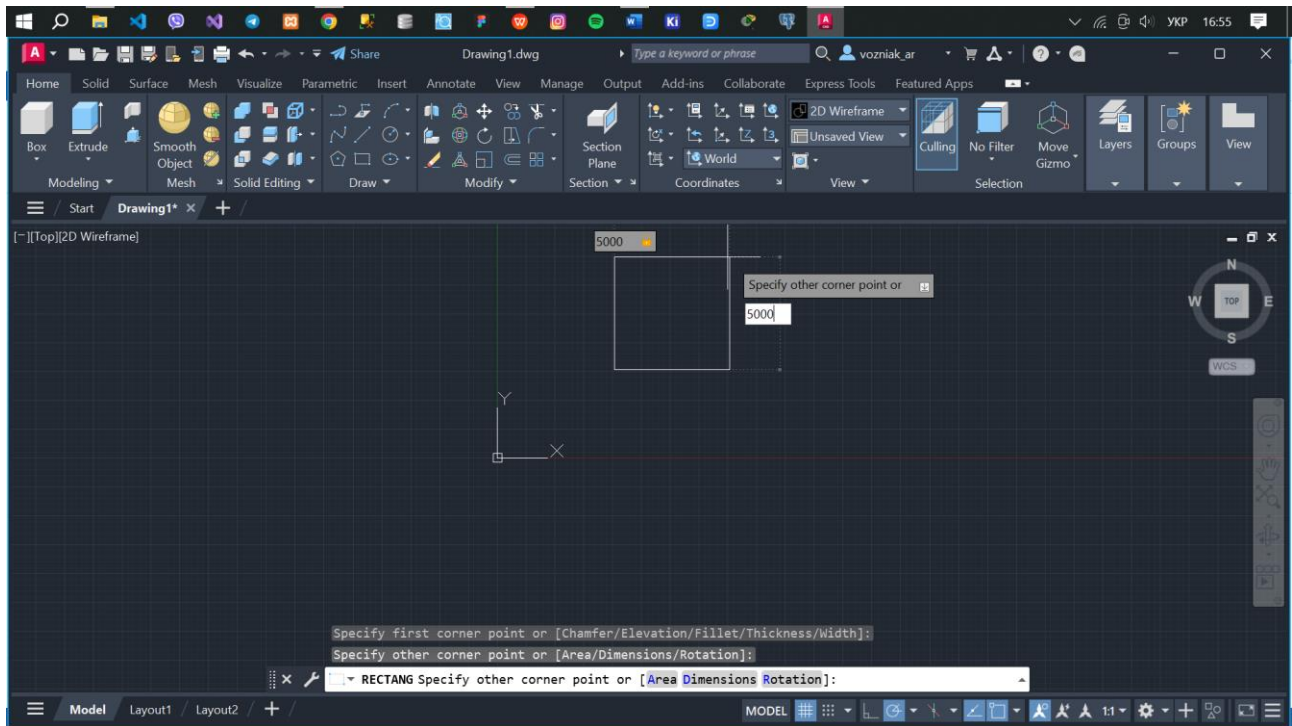


Рис. 2.3. Створення квадрата

Крок 2: перехід до тривимірного простору. Після того, як прямокутник було створено, ми переходимо до тривимірного простору, як показано на рисунку 2.4.

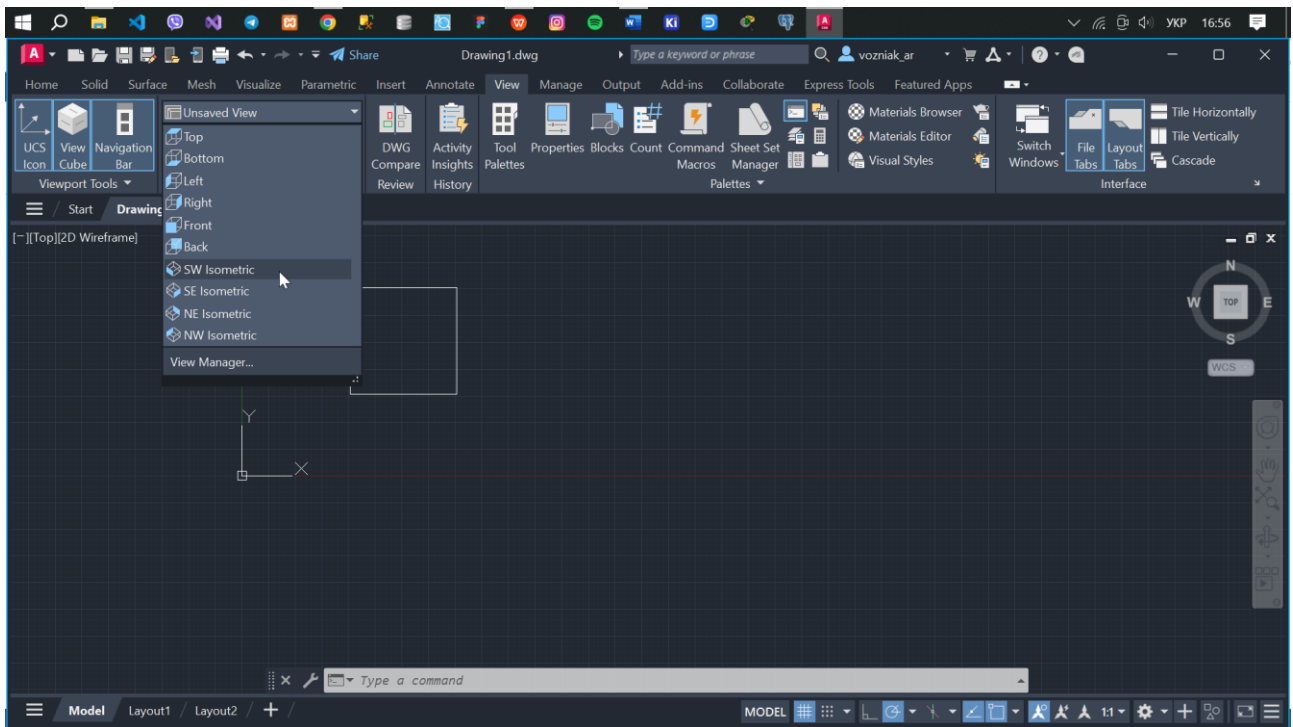


Рис. 2.4. Перехід до тривимірного простору

Для цього використовується вкладка View, де вибирається параметр SW Isometric (Південно-Західна ізометрія), що дозволяє переглядати об'єкт у перспективі з трьох осей координат. На рисунку 2.5 бачимо вигляд об'єкта в Південно-Західній ізометрії.

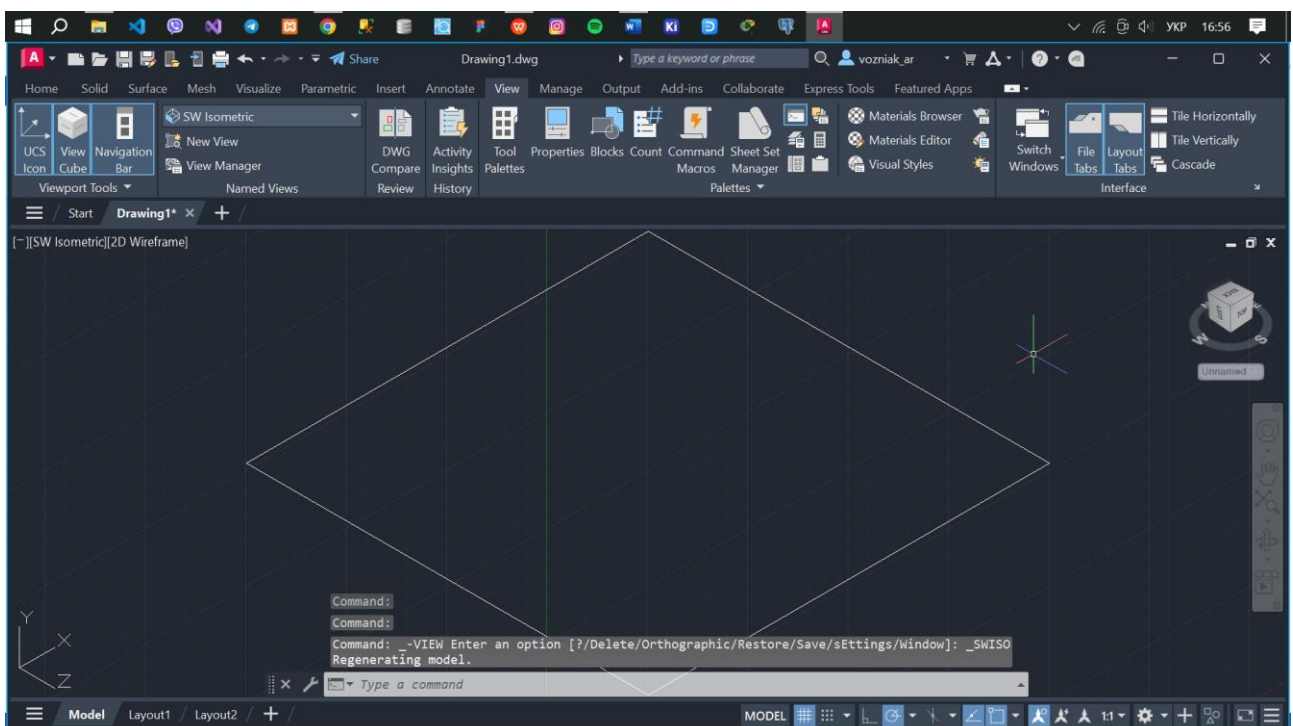


Рис. 2.5. Вигляд об'єкта в Південно-Західній ізометрії

Крок 3: вибір команди екструзії. На рисунку 2.6 видно, що після того, як прямокутник був розташований у тривимірному просторі, було обрано команду EXTRUDE з панелі інструментів. Це дозволяє "витягнути" двовимірний об'єкт у тривимірний.

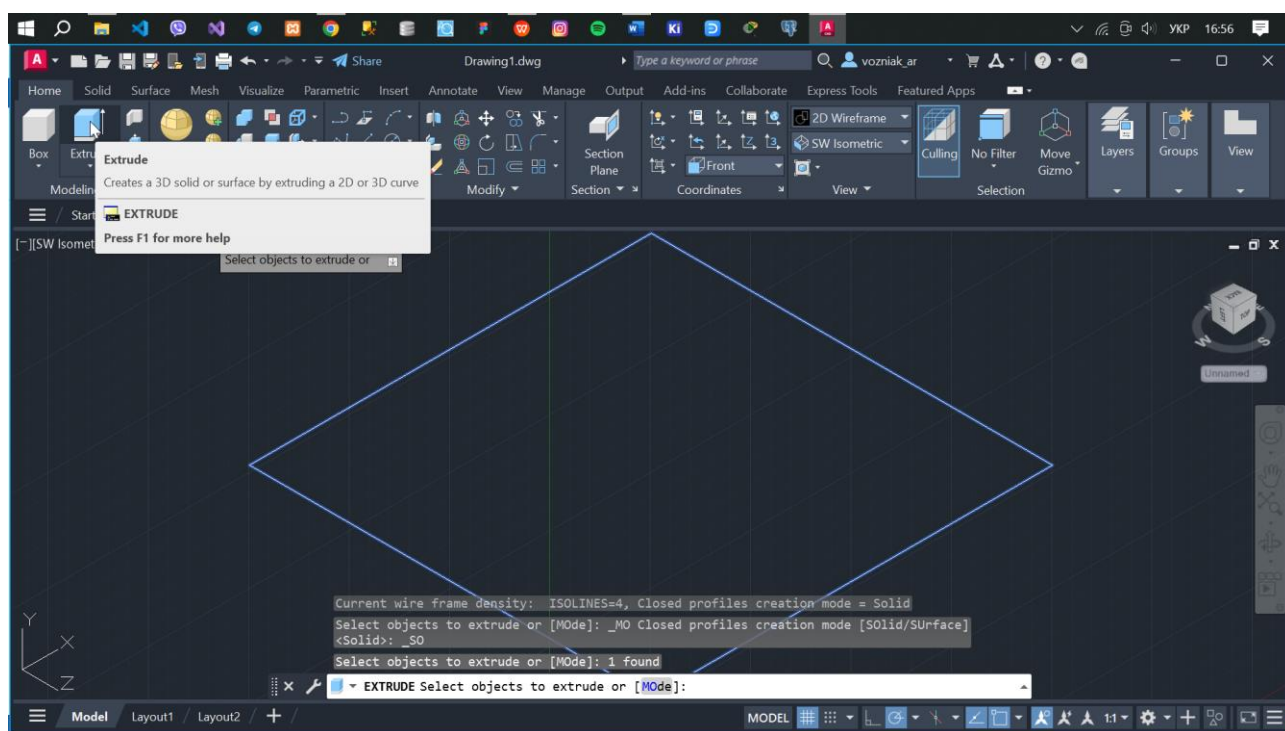


Рис. 2.6. Вибір об'єкта для екструзії

Крок 4: екструзія прямокутника. Було обрано створений раніше прямокутник і використано команду EXTRUDE для його витягування по осі Z (рис. 2.7).

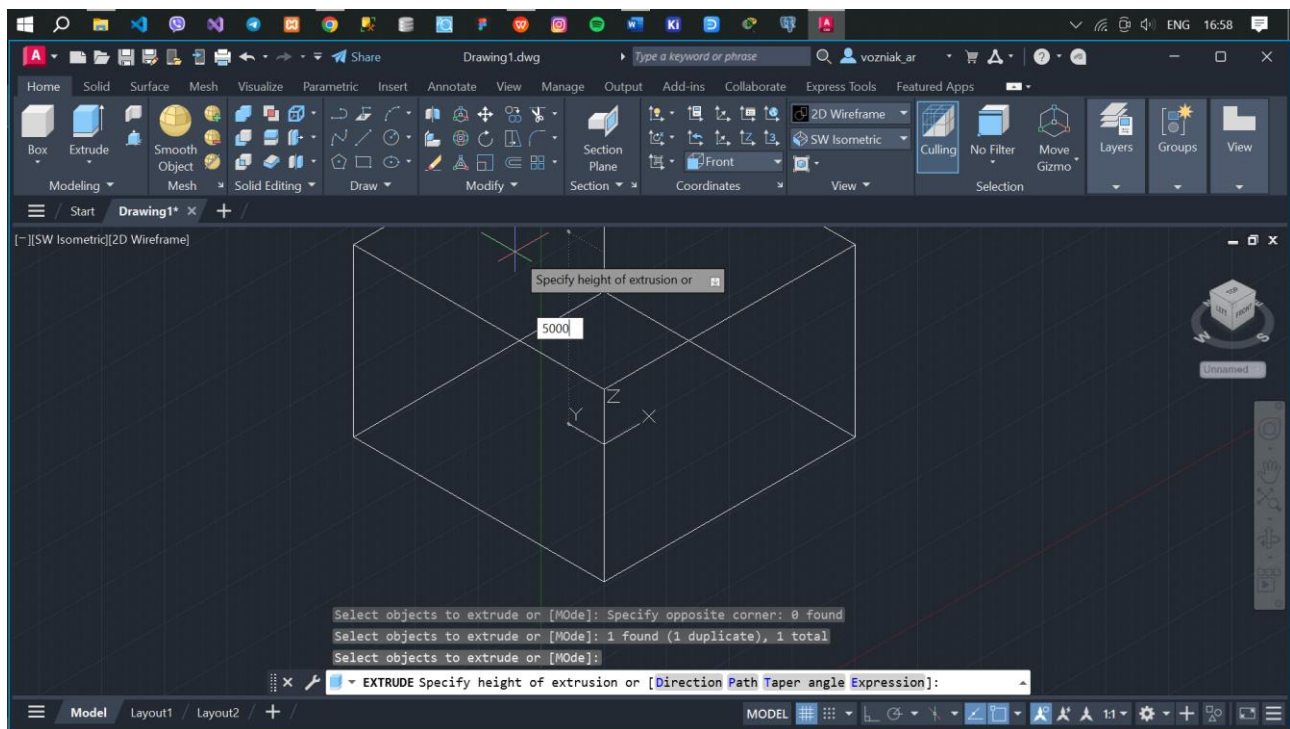


Рис. 2.7. Екструзія прямокутника

У командному рядку було введено значення висоти, яке визначає, наскільки високим буде куб (наприклад, 500 одиниць). Таким чином, прямокутник трансформується у тривимірний паралелепіпед.

Крок 5: завершення побудови куба. На рисунку 2.8 показано, що прямокутник перетворився у тривимірний куб, оскільки всі сторони мають однакову довжину, що було задано при створенні прямокутника та екструзії. Було завершено побудову, задавши висоту об'єкта рівною довжині і ширині початкового прямокутника.

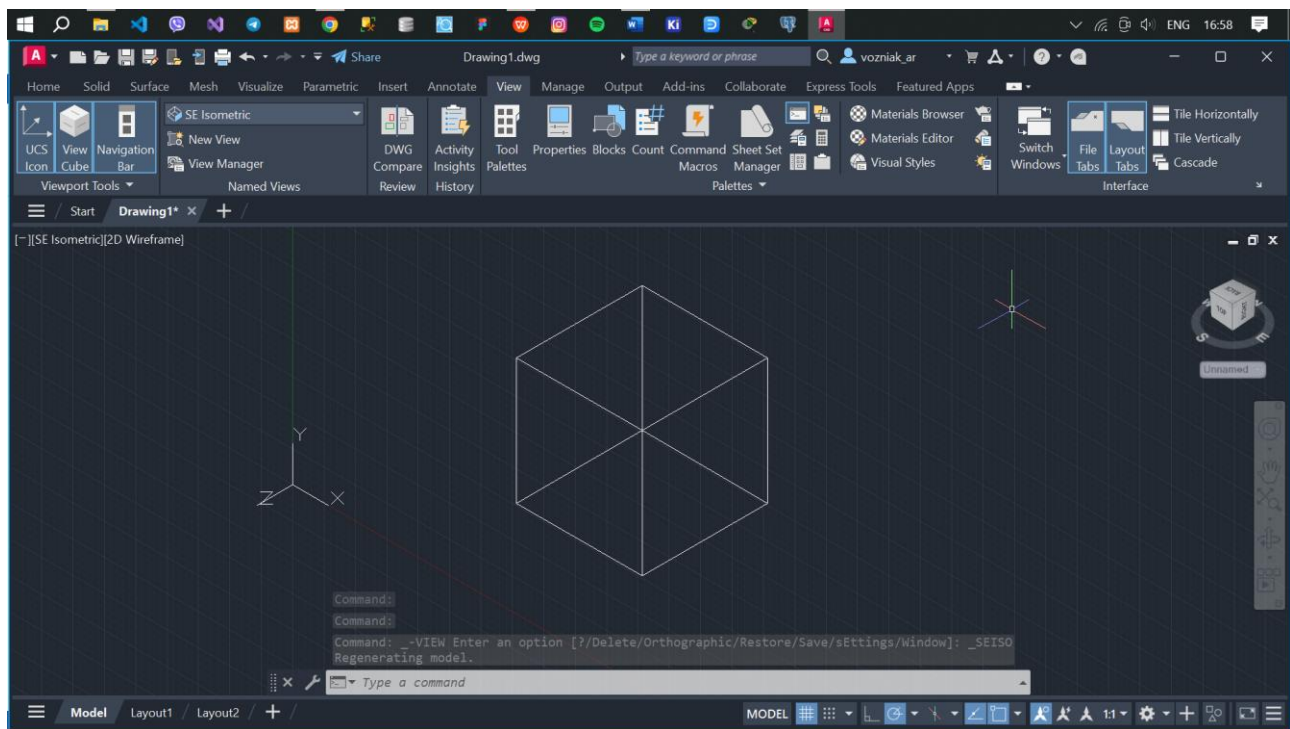


Рис. 2.8. Готовий куб

Куб повністю побудований і відображений у тривимірному просторі. Завдяки вибору ізометричного вигляду можна переглянути його з перспективи, що дає можливість краще бачити всі три виміри куба: довжину, ширину та висоту.

Таким чином, за допомогою простих інструментів AutoCAD, таких як RECTANGLE, EXTRUDE та налаштування тривимірного простору, можна побудувати тривимірний куб на основі двовимірного прямокутника.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ AUTOCAD В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

3.1 Опис послідовності роботи в AutoCAD: покрокова інструкція

AutoCAD є ефективним інструментом для виконання технічних креслень та тривимірного моделювання. У цій інструкції буде розглянуто базові кроки для роботи з AutoCAD, що можуть бути використані в освітньому процесі для викладання основ креслення та моделювання.

Крок 1: відкриття програми та створення нового креслення:

1) після запуску AutoCAD вам потрібно відкрити новий файл креслення. Для цього перейдіть у меню File і виберіть New або використайте гарячу клавішу Ctrl+N;

2) у вікні, що з'явиться, оберіть шаблон для нового креслення (наприклад, acad.dwt для двовимірного креслення) і натисніть Open.

Крок 2: ознайомлення з інтерфейсом AutoCAD. Інтерфейс AutoCAD включає кілька основних елементів: панель інструментів, робочу область, командний рядок та панель властивостей. Усі креслення виконуються в робочій області, а всі команди можна вводити через командний рядок або вибирати з меню.

Крок 3: налаштування одиниць виміру:

1) перед початком роботи важливо переконатися, що одиниці виміру встановлені правильно. Для цього введіть у командний рядок команду UNITS і натисніть Enter;

2) у діалоговому вікні виберіть необхідні одиниці виміру (метри, міліметри, сантиметри тощо), а також формат кутів і точність вимірювань.

Крок 4: створення простих геометричних об'єктів:

1) для побудови двовимірних об'єктів скористайтесь панеллю інструментів Draw;

2) для створення лінії введіть у командний рядок команду LINE або натисніть на відповідну іконку. Вкажіть початкову і кінцеву точку лінії, задавши їхні координати вручну або клацнувши мишею;

3) для створення кола скористайтесь командою CIRCLE. Введіть центр кола і радіус або діаметр;

4) для створення прямокутника виберіть команду RECTANGLE, а потім вкажіть дві протилежні точки для його побудови.

Крок 5: модифікація об'єктів:

1) для редагування об'єктів скористайтесь панеллю інструментів Modify;

2) переміщення об'єктів: для переміщення об'єкта використовуйте команду MOVE. Оберіть об'єкт, який потрібно перемістити, вкажіть базову точку, а потім місце, куди його потрібно перемістити;

3) копіювання об'єктів: команда COPY дозволяє створювати копії об'єктів. Оберіть об'єкт, базову точку, а потім місце для копії;

4) масштабування: використовуйте команду SCALE для зміни розмірів об'єкта. Вкажіть об'єкт, базову точку та масштабний коефіцієнт.

Крок 6: робота з шарами:

1) шари допомагають організувати креслення, дозволяючи розміщувати об'єкти на різних рівнях для кращого управління ними;

2) для створення нового шару перейдіть до панелі Layer Properties Manager і натисніть New Layer. Надайте шару назву і визначте його властивості (колір, тип лінії тощо);

3) призначайте об'єкти до певних шарів для кращого керування видимістю та друком.

Крок 7: побудова тривимірних об'єктів:

1) для роботи з тривимірними моделями використовуйте інструменти з панелі Modeling;

2) почніть з побудови двовимірного об'єкта (наприклад, прямокутника) за допомогою команд RECTANGLE або POLYLINE;

3) для перетворення двовимірного об'єкта на тривимірний використовуйте команду EXTRUDE. Введіть значення висоти, щоб витягнути об'єкт уздовж осі Z;

4) інші команди для моделювання включають REVOLVE (обертання об'єкта навколо осі) та LOFT (створення об'єкта на основі перетинів різних форм).

Крок 8: налаштування виду та перспективи:

1) для кращого огляду тривимірного об'єкта змініть вид за допомогою вкладки View;

2) використовуйте ізометричні проєкції (наприклад, SW Isometric), щоб переглянути модель у тривимірній перспективі;

3) для перегляду об'єкта під різними кутами скористайтесь командою 3DORBIT, що дозволяє обертати модель навколо осей.

Крок 9: налаштування друку креслення:

1) для підготовки креслення до друку перейдіть до вкладки Layout. У цьому режимі ви можете налаштувати вид креслення на аркуші паперу;

2) виберіть команду Page Setup Manager, щоб вибрати розмір аркуша, масштаби та інші параметри друку;

3) використовуйте команду PLOT для безпосереднього виводу креслення на друк або для створення PDF-файлу.

Крок 10: збереження та експорт файлу:

1) після завершення креслення або моделі збережіть його, вибравши команду Save або натиснувши Ctrl+S;

2) якщо потрібно експортувати креслення в інший формат (наприклад, PDF або DWG), скористайтесь командою EXPORT.

Загалом, ця покрокова інструкція допоможе студентам у навчальному процесі, дозволяючи поступово освоїти базові функції AutoCAD, що є фундаментальними для створення технічних креслень і тривимірних моделей. Завдяки чіткому виконанню кожного кроку, студенти зможуть розвивати свої

навички роботи з AutoCAD і впевнено застосовувати програму для вирішення різноманітних технічних задач.

3.2 Використання AutoCAD для створення навчальних матеріалів

AutoCAD є потужним інструментом для проєктування, який використовується не лише в професійній сфері, але й набув широкого застосування в освітньому процесі. Його функціонал дозволяє створювати високоякісні, точні та наочні матеріали, що значно спрощує пояснення складних технічних концепцій і допомагає студентам краще зрозуміти їх на практиці. В освітньому середовищі AutoCAD є незамінним для викладання таких дисциплін, як інженерія, архітектура, будівництво, машинобудування та навіть математика.

Однією з основних переваг використання AutoCAD у навчанні є можливість створювати детальні двовимірні та тривимірні креслення, що допомагають викладачам наочно пояснювати різні концепції. Студенти можуть побачити, як виглядає креслення деталей машин, архітектурних проєктів або інженерних пристроїв, розглядаючи їх як у звичному двовимірному, так і в тривимірному вигляді. Це особливо корисно для студентів, які тільки починають своє знайомство з технічними дисциплінами, оскільки двовимірні креслення не завжди дають повне уявлення про складність проєктів, а тривимірні моделі дозволяють більш детально побачити структуру об'єктів.

AutoCAD також дає змогу викладачам створювати власні навчальні матеріали, адаптовані під потреби кожного уроку. Наприклад, на заняттях з машинобудування можна розробляти креслення механічних деталей, таких як колеса, вали, болти або шестерні, що допомагає студентам зрозуміти, як створюються та використовуються ці елементи в реальних механізмах. Аналогічно, на уроках архітектури можна створювати плани будівель, які демонструють різні етапи проєктування, з урахуванням геометрії, матеріалів та структурних вимог. Студенти зможуть бачити процес створення будівельних

проектів від початку до кінця, що значно полегшує розуміння складних архітектурних рішень.

Однією з найважливіших переваг AutoCAD є його здатність створювати тривимірні моделі, що особливо корисно для викладання геометрії, архітектури та інших дисциплін, які потребують просторового мислення. Використовуючи функцію тривимірного моделювання, викладачі можуть візуалізувати різні геометричні фігури або конструкції будівель, показуючи їх у тривимірному просторі. Це дозволяє студентам не лише побачити форми, але й зрозуміти їхній об'єм, розташування в просторі та взаємодію з іншими об'єктами. Наприклад, на уроках геометрії можна моделювати куби, сфери, піраміди або циліндри, що допомагає студентам краще зрозуміти властивості цих фігур, як вони виглядають у тривимірному просторі і як взаємодіють між собою.

AutoCAD також є корисним інструментом для створення електронних навчальних матеріалів, які можуть бути збережені та поширені серед студентів для самостійного вивчення. Креслення, створені в AutoCAD, можуть бути легко збережені в електронному вигляді та передані студентам для їх подальшого опрацювання. Це дає змогу студентам використовувати їх як основу для виконання домашніх завдань або практичних завдань, що є невід'ємною частиною навчального процесу. Студенти можуть отримувати креслення у форматах, зручних для подальшої роботи, таких як PDF або DWG, що дозволяє їм масштабувати, змінювати та редагувати їх за потребою. Це робить процес навчання більш гнучким і інтерактивним, оскільки студенти можуть працювати з матеріалами в будь-який зручний для них час.

Крім того, можливість налаштовувати креслення відповідно до потреб конкретного уроку є однією з важливих переваг AutoCAD. Викладачі можуть легко змінювати параметри креслення, додавати або видаляти елементи, змінювати їхні розміри або масштабування, що дозволяє адаптувати матеріал під конкретні вимоги уроку або завдання. Це особливо корисно для пояснення

складних технічних концепцій, де кожна деталь креслення має бути представлена точно і наочно.

Ще однією перевагою AutoCAD є можливість створення покрокових інструкцій для студентів. Викладачі можуть розробляти навчальні посібники або інструкції, що включають покрокові пояснення з використання AutoCAD, ілюстровані скріншотами та прикладами креслень. Такі матеріали допомагають студентам не лише засвоювати основні функції програми, але й ефективно застосовувати їх на практиці. Наприклад, інструкції можуть включати детальні пояснення, як створити прості об'єкти, як працювати з шарами, як використовувати інструменти екструзії для створення тривимірних моделей або як налаштовувати параметри друку для підготовки креслень до друку. Студенти можуть слідувати цим інструкціям і повторювати кроки на власних проєктах, що дозволяє їм краще розуміти процес створення креслень і моделей.

Такі матеріали є надзвичайно корисними для самостійного навчання, оскільки студенти можуть використовувати їх у позаурочний час для вдосконалення своїх навичок. Покрокові інструкції дозволяють студентам поступово освоювати програму, роблячи навчання більш структурованим і ефективним. Викладачі можуть також використовувати ці матеріали під час занять для надання допомоги студентам, які стикаються з труднощами у процесі роботи з AutoCAD.

Таким чином, AutoCAD є незамінним інструментом для створення навчальних матеріалів, які значно покращують якість навчання та допомагають студентам краще засвоювати технічні дисципліни. Він надає викладачам можливість створювати точні та деталізовані креслення, які можуть бути використані для пояснення складних технічних понять. Завдяки можливості створення двовимірних і тривимірних моделей, а також функціям редагування та налаштування креслень, AutoCAD дозволяє адаптувати навчальний процес під потреби кожного студента, роблячи його більш гнучким і інтерактивним.

AutoCAD є надзвичайно потужним інструментом для створення інтерактивних завдань, які можуть використовуватись на практичних заняттях для розвитку технічних і проєктувальних навичок студентів. Викладачі можуть створювати вихідні креслення або тривимірні моделі, які студенти повинні доповнити, змінити або відредагувати, застосовуючи отримані знання. Такі завдання дозволяють студентам не лише виконувати теоретичні вправи, але й практично застосовувати свої знання в реальних сценаріях. Це робить процес навчання більш інтерактивним і залучає студентів до активної участі у створенні проєктів.

Прикладом інтерактивного завдання може бути частково завершене креслення деталі машини, яке студенти мають доопрацювати, дотримуючись наданих інструкцій та технічних вимог. Такі завдання дозволяють студентам краще зрозуміти структуру технічного креслення та те, як різні елементи взаємодіють один з одним. Студенти можуть доповнювати креслення, додаючи нові елементи, або редагувати існуючі компоненти відповідно до поставлених завдань. Наприклад, викладач може дати завдання змінити параметри об'єкта, щоб він відповідав новим вимогам або стандартам, що потребує точного обчислення і розуміння принципів роботи з об'єктами в AutoCAD.

Крім того, на уроках архітектури викладач може запропонувати студентам скоригувати будівельний план або внести зміни до тривимірної моделі будівлі. Це дозволяє студентам працювати з реальними даними та вимогами, розвиваючи навички точного проєктування та візуалізації. У таких завданнях студенти повинні враховувати різні аспекти проєктування, такі як розташування елементів, їхні розміри та взаємодію між собою. Вони можуть отримати завдання змінити розташування вікон, додати нові поверхи або скоригувати дизайн фасаду відповідно до вимог проєкту. Така робота не тільки розвиває практичні навички, але й навчає студентів працювати з реальними проєктами, що є важливим кроком до професійної діяльності.

Ще однією важливою перевагою AutoCAD є можливість використання для міждисциплінарних проєктів, що включають різні навчальні дисципліни, такі як фізика, інженерія, архітектура, математика або дизайн. Такий підхід дозволяє студентам об'єднувати знання з різних сфер і застосовувати їх для вирішення конкретних задач, що робить навчання більш глибоким і систематизованим. Використання AutoCAD для реалізації міждисциплінарних проєктів розвиває вміння студентів мислити комплексно і застосовувати набуті знання у різних контекстах.

Наприклад, у межах міждисциплінарного проєкту, який поєднує математику та фізику, студенти можуть використовувати AutoCAD для моделювання і аналізу руху механічної системи. Вони можуть спроектувати механізм, враховуючи його параметри, обчислити траєкторію руху та оцінити вплив сил на різні компоненти системи. Завдяки використанню AutoCAD, студенти можуть візуалізувати результати своїх розрахунків і побачити, як змінюються характеристики системи в залежності від параметрів. Це не лише розвиває технічне мислення, але й дає змогу застосовувати знання з фізики та математики на практиці.

На уроках архітектури студенти можуть використовувати AutoCAD для проєктування будівлі, поєднуючи знання з математики, фізики та архітектурного дизайну. Вони можуть розраховувати площу приміщень, об'єм конструкцій, а також враховувати розподіл навантажень на опорні елементи. Це дозволяє їм зрозуміти, як теоретичні знання застосовуються на практиці при створенні архітектурних проєктів, і як важливо враховувати всі аспекти будівництва. Використовуючи AutoCAD, студенти можуть створювати точні плани будівель, виконувати тривимірну візуалізацію і навіть робити розрахунки щодо матеріалів, що робить навчання більш наочним і практичним.

Крім того, AutoCAD дозволяє студентам розробляти інтерактивні моделі, які можна використовувати для аналізу складних технічних об'єктів. Наприклад, у межах інженерного проєкту студенти можуть створити тривимірну модель

механізму, аналізувати його структуру та функціонування, моделювати різні сценарії роботи. Це дозволяє їм не тільки вивчати компоненти механізму, але й розуміти, як їхня робота впливає на ефективність всієї системи. Студенти можуть експериментувати зі зміною параметрів, побачити вплив зміни розмірів або форм на функціональність і динаміку механізму, що розвиває вміння працювати з реальними технічними проєктами.

Загалом, AutoCAD є незамінним інструментом у навчанні технічних дисциплін, оскільки дозволяє викладачам створювати точні креслення, тривимірні моделі та покрокові інструкції, які сприяють кращому засвоєнню матеріалу студентами. Використання інтерактивних завдань і проєктів у процесі навчання допомагає студентам застосовувати теоретичні знання на практиці, розвивати навички критичного мислення та здатність до вирішення технічних завдань. Завдяки можливості працювати з міждисциплінарними проєктами, AutoCAD дозволяє студентам бачити реальний зв'язок між різними навчальними дисциплінами, що робить процес навчання більш цілісним і ефективним.

3.3 Створення методичних рекомендацій для здобувачів освіти щодо використання AutoCAD на парах

Методичні рекомендації щодо використання AutoCAD під час навчальних занять допомагають студентам ефективно опанувати базові та просунуті функції програмного забезпечення, структуровано засвоювати матеріал і працювати над практичними завданнями. Рекомендації включають поради щодо організації роботи з AutoCAD, опанування інтерфейсу, виконання завдань, а також рекомендації щодо організації самостійної роботи.

Перед початком роботи з AutoCAD необхідно виконати кілька важливих підготовчих кроків, щоб налаштувати робоче середовище і забезпечити оптимальні умови для навчання:

1) ознайомлення з інтерфейсом. Перед виконанням перших завдань рекомендується витратити час на детальне вивчення інтерфейсу AutoCAD. Потрібно вивчити розташування основних панелей інструментів, робочу область, командний рядок, а також вміти швидко перемикатися між вкладками Home, Insert, Annotate та іншими;

2) налаштування одиниць виміру. У перший день роботи обов'язково перевірте, чи правильно налаштовані одиниці виміру у вашому проєкті. Для цього скористайтесь командою UNITS і задайте необхідні параметри (міліметри, сантиметри, метри тощо);

3) збереження роботи. Завжди зберігайте вашу роботу на початку кожного заняття і регулярно оновлюйте файл. Це можна робити вручну через Ctrl + S або налаштувати автозбереження через Options.

Методичні рекомендації щодо організації роботи на парах передбачають поетапне виконання завдань з акцентом на засвоєння нових навичок і закріплення попередніх знань:

1) поетапне засвоєння матеріалу. Під час занять необхідно дотримуватися поступового підходу до навчання. Почніть із простих двовимірних креслень і поступово переходьте до тривимірного моделювання. Це дозволить уникнути перевантаження інформацією та забезпечить глибоке розуміння основ;

2) практика на кожному етапі. Після кожного пояснення чи нової команди важливо виконувати практичні вправи, щоб закріпити отримані знання. Наприклад, після вивчення команд LINE і CIRCLE, варто дати студентам завдання створити простий план приміщення або технічний креслення;

3) взаємодія з викладачем. Під час занять активно спілкуйтесь із викладачем, задавайте питання, якщо виникають складнощі. Використовуйте можливості групових обговорень, щоб знайти спільні рішення технічних проблем.

Під час роботи з AutoCAD на парах важливо правильно організувати процес виконання завдань, щоб досягти максимального результату:

1) планування роботи. Розпочинаючи роботу над новим кресленням, рекомендується створити план дій, визначити, які фігури чи елементи потрібно створити спочатку. Наприклад, при кресленні приміщення спершу зробіть план його зовнішніх стін, потім додайте внутрішні перегородки, двері та вікна.

2) використання шарів. Для зручності організації креслення розділяйте різні елементи на окремі шари. Це дозволяє легше керувати об'єктами, відключати їх для перевірки або редагування певних частин креслення.

3) точність креслення. Завжди приділяйте особливу увагу точності введених параметрів. Використовуйте командний рядок для введення точних координат або розмірів, щоб уникнути похибок.

Здобувачам освіти рекомендується також виділяти час для самостійної роботи з AutoCAD вдома чи в комп'ютерному класі. Самостійна практика є основною для закріплення матеріалу і вдосконалення навичок:

1) повторення основ. Перед виконанням складних завдань завжди повторюйте базові команди, такі як LINE, CIRCLE, MOVE, COPY, щоб відчувати себе впевнено у роботі з кресленнями;

2) вивчення додаткових матеріалів. Використовуйте інтернет-ресурси, такі як відеоуроки, онлайн-курси або форуми, для глибшого вивчення AutoCAD. Наприклад, платформи YouTube та AutoCAD Tutorials містять безліч корисних матеріалів;

3) постійна практика. Важливо не обмежуватися завданнями на парах, а виконувати додаткові вправи. Наприклад, спробуйте самостійно намалювати план кімнати, спираючись на реальні розміри приміщення.

Для закріплення знань і перевірки засвоєння матеріалу на заняттях рекомендується використовувати регулярні тести та практичні завдання:

1) міні-завдання під час занять. Після кожної нової теми викладач може давати короткі практичні завдання для перевірки засвоєння матеріалу. Це можуть бути прості креслення геометричних фігур або редагування існуючих об'єктів;

2) групові проекти. Студентам можна запропонувати працювати в групах над більш складними проектами, де кожен учасник відповідає за певний етап. Це сприяє розвитку командної роботи та обміну досвідом;

3) захист проектів. Наприкінці курсу кожен студент або група студентів може захищати свій проект, демонструючи креслення або тривимірні моделі. Це також дозволить викладачам перевірити розуміння студентами матеріалу та оцінити їхні навички.

Нижче наведена таблиця, яка може бути включена до методичних рекомендацій щодо використання AutoCAD на навчальних парах (рис. 3.1). Вона відображає основні етапи роботи з програмою, а також відповідні поради для студентів.

Таблиця 3.1

Основні етапи роботи з програмою

Етап роботи	Дії студента	Поради викладача
1. Підготовка до роботи	Ознайомитись з інтерфейсом AutoCAD. Налаштувати одиниці виміру. Переконатися в регулярному збереженні проекту.	Рекомендувати студентам витратити час на вивчення інтерфейсу. Нагадувати про важливість налаштування одиниць виміру і регулярного збереження.
2. Створення простих креслень	Використовувати базові команди: LINE, RECTANGLE, CIRCLE для побудови простих фігур.	Пояснити, як правильно задавати точки та координати, використовуючи як мишу, так і командний рядок.
3. Модифікація об'єктів	Використовувати команди MOVE, COPY, SCALE для редагування об'єктів.	Дати студентам завдання на редагування простих креслень,

	Застосовувати симетрію та відбитки.	щоб відпрацювати базові функції модифікації.
4. Робота з шарами	Створювати нові шари, призначати об'єкти до певних шарів. Використовувати різні кольори та типи ліній для організації креслення.	Пояснити, як ефективно використовувати шари для великих проектів. Дати вправи на роботу з різними шарами.
5. Тривимірне моделювання	Побудувати двовимірний об'єкт (наприклад, прямокутник). Використовувати команду EXTRUDE для перетворення його на тривимірний.	Відпрацювати базові команди моделювання, пояснити, як задавати висоту або об'єм об'єкта.
6. Підготовка креслення до друку	Налаштувати параметри друку: вибрати розмір паперу, масштаб. Створити PDF-версію креслення для друку.	Навчити студентів налаштовувати правильні параметри для друку креслень, включаючи масштаби та шаблони.
7. Виконання практичних завдань	Виконувати практичні завдання на основі отриманих знань. Створювати нові креслення або редагувати надані проекти.	Дати студентам можливість практично використовувати знання під час самостійних або групових завдань.
8. Захист проекту	Підготувати креслення або модель для захисту.	Оцінювати проекти студентів за точністю виконання,

	Пояснити кожен етап проекту та свої дії під час його виконання.	використанням правильних методів і відповідністю технічним вимогам.
--	---	---

Ця таблиця може служити посібником для студентів, щоб допомогти їм організувати свою роботу в AutoCAD, а також для викладачів, щоб надавати чіткі інструкції на кожному етапі навчання.

Методичні рекомендації для здобувачів освіти щодо використання AutoCAD на парах допоможуть організувати навчальний процес ефективно, забезпечити поетапне засвоєння матеріалу та розвинути у студентів практичні навички роботи з програмним забезпеченням. Використання цих рекомендацій дозволить студентам більш впевнено виконувати завдання, а також підготувати їх до майбутньої професійної діяльності у сферах інженерії, архітектури, дизайну та інших технічних спеціальностях.

3.4 Оцінка ефективності застосування AutoCAD у навчальному процесі

AutoCAD відіграє важливу роль у навчальному процесі, особливо на технічних спеціальностях, завдяки своїм можливостям створювати точні креслення і тривимірні моделі. Оцінка ефективності його застосування у навчанні базується на кількох основних аспектах, які впливають на процес засвоєння матеріалу та розвиток навичок студентів.

Однією з головних переваг використання AutoCAD у навчальному процесі є можливість покращення засвоєння теоретичних знань. Студенти, які вивчають технічні дисципліни, часто стикаються зі складними концепціями, такими як геометрія, архітектурне проектування, інженерія та будівництво. AutoCAD дозволяє перетворити ці абстрактні теоретичні знання у конкретні візуальні зображення, що значно полегшує їх розуміння. Завдяки можливості створювати креслення і тривимірні моделі, студенти можуть бачити, як їхні теоретичні знання

реалізуються на практиці. Це особливо важливо для розвитку просторового мислення, оскільки AutoCAD дозволяє студентам вивчати об'єкти з різних перспектив і бачити, як їхні креслення виглядають у тривимірному просторі.

Друга важлива складова ефективності використання AutoCAD у навчанні — це розвиток практичних навичок. Програма надає студентам широкий спектр інструментів для створення технічних креслень і моделей, що відповідають реальним вимогам виробництва чи будівництва. Студенти навчаються використовувати різні команди і інструменти AutoCAD, що дозволяє їм розвивати навички точного креслення, моделювання, масштабування, а також редагування об'єктів. Робота з шарами, атрибутами та тривимірним простором готує студентів до виконання реальних технічних завдань у майбутньому, а також допомагає їм розуміти технічну документацію та креслення, з якими вони працюватимуть на професійному рівні.

Іншим важливим аспектом ефективності AutoCAD у навчанні є можливість інтеграції програми в міждисциплінарні проєкти. AutoCAD може бути використаний у поєднанні з іншими програмними продуктами або методиками, що дозволяє студентам розвивати комплексне розуміння різних аспектів проєктування. Наприклад, програма може бути корисною як у машинобудуванні, де необхідно створювати детальні креслення деталей і механізмів, так і в архітектурі для проєктування будівель та інтер'єрів. Таким чином, AutoCAD сприяє розвитку багатофункціональних навичок і дозволяє студентам застосовувати отримані знання в різних галузях.

Зручність використання AutoCAD у навчальному середовищі також варта уваги. Викладачі можуть легко готувати навчальні матеріали, створювати покрокові інструкції для студентів, а також демонструвати процес створення креслень або моделей у режимі реального часу. Крім того, завдяки можливості збереження проєктів у різних форматах, студентам легко ділитися своїми роботами з викладачами або одногрупниками для отримання зворотного зв'язку

чи обговорення. Це значно спрощує процес навчання та забезпечує активну взаємодію між учасниками навчального процесу.

AutoCAD також надає студентам можливість виконувати завдання поза межами навчальної аудиторії. Програма підтримує індивідуальний підхід до навчання, дозволяючи студентам працювати над своїми проєктами в зручний для них час. Це стимулює самостійну роботу та дає можливість глибше засвоювати матеріал. Студенти можуть виконувати домашні завдання, розробляти власні проєкти або навіть експериментувати з новими методами, що допомагає їм стати більш впевненими у своїх навичках.

На графіку на рисунку 3.1 представлені основні результати опитування, яке, в цілому, оцінювало ефективність застосування AutoCAD у навчальному процесі.

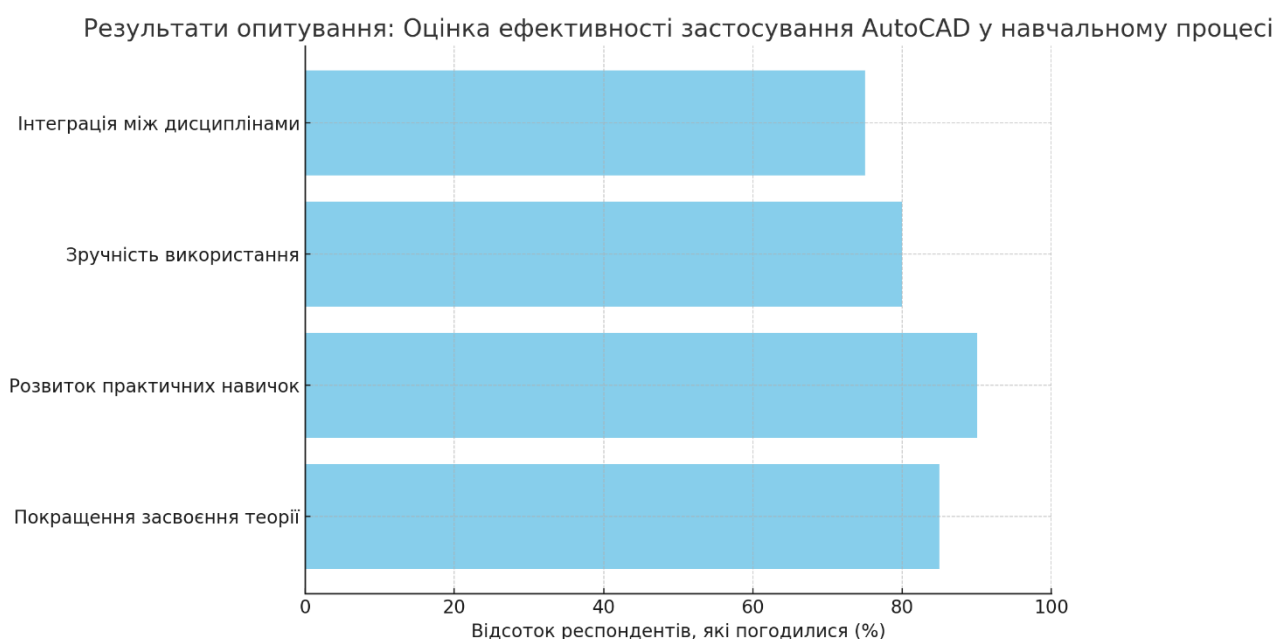


Рис. 3.1. Результати опитування

Було опитано студентів щодо різних аспектів використання AutoCAD:

1) покращення засвоєння теорії: 85% респондентів погодилися, що AutoCAD допомагає краще засвоювати теоретичні знання;

2) розвиток практичних навичок: 90% опитаних відзначили, що програма сприяє розвитку практичних навичок;

3) зручність використання: 80% респондентів оцінили AutoCAD як зручний інструмент для навчання;

4) інтеграція між дисциплінами: 75% студентів визнали, що AutoCAD сприяє поєднанню знань з різних дисциплін у межах одного проекту.

Ці результати свідчать про високу ефективність AutoCAD у навчальному процесі та його значний вплив на підготовку студентів до професійної діяльності.

Зрештою, оцінка ефективності AutoCAD у навчальному процесі показує, що його використання значно підвищує якість навчання, сприяє розвитку необхідних професійних навичок і стимулює інтеграцію теоретичних знань у практичні проекти. Програма допомагає викладачам та студентам досягати навчальних цілей завдяки своїй гнучкості, точності та можливості створювати візуальні та функціональні технічні креслення й моделі.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження та аналізу використання AutoCAD у навчальному процесі можна зробити кілька важливих висновків, які підтверджують високу ефективність цієї програми для викладання технічних дисциплін.

По-перше, AutoCAD дозволяє значно підвищити рівень засвоєння теоретичних знань. Завдяки можливостям створення точних двовимірних креслень та тривимірних моделей, студенти мають можливість візуалізувати складні технічні концепції. Це сприяє кращому розумінню таких дисциплін, як геометрія, архітектура, інженерія та машинобудування, оскільки абстрактні знання набувають конкретної форми. Студенти можуть бачити, як теорія реалізується на практиці, що робить процес навчання більш наочним і зрозумілим.

По-друге, використання AutoCAD сприяє розвитку важливих практичних навичок, необхідних для майбутньої професійної діяльності. Працюючи з інструментами AutoCAD, студенти розвивають навички точного креслення, моделювання, обробки технічної інформації та роботи з технічними стандартами. Це дозволяє їм не лише опанувати основи креслення, але й підготуватися до виконання складніших завдань у реальному виробництві або проектуванні. Крім того, AutoCAD надає можливість навчатися працювати у тривимірному просторі, що є важливою складовою для професій, пов'язаних з архітектурою, будівництвом та інженерією.

По-третє, AutoCAD дозволяє студентам та викладачам інтегрувати різні дисципліни у межах одного проекту. Це сприяє більш комплексному підходу до навчання, оскільки студенти можуть використовувати знання з кількох галузей для вирішення складних завдань. Наприклад, вивчення фізики, математики та інженерії може поєднуватися в одному проекті, що розвиває багатогранне мислення та дозволяє студентам працювати в умовах, наближених до реальних професійних вимог.

Зручність використання AutoCAD у навчальному середовищі також є значущим фактором. Програма дозволяє легко створювати навчальні матеріали, покрокові інструкції та методичні рекомендації. Завдяки можливостям збереження та обміну кресленнями у різних форматах, студенти можуть виконувати завдання як в аудиторії, так і вдома, що стимулює самостійну роботу та поглиблене засвоєння матеріалу.

Загалом, AutoCAD виявився ефективним інструментом для навчання, який сприяє розвитку аналітичного та просторового мислення, покращенню професійних навичок та глибшому розумінню технічних дисциплін. Використання цієї програми у навчальному процесі дозволяє не лише підвищити якість освіти, але й підготувати студентів до роботи в реальних умовах, що є важливим кроком на шляху до їхньої майбутньої кар'єри.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Відеоуроки для початківців. Робота в AutoCAD. Побудова креслення з використанням інструменту Масив # 2, 2021. *YouTube*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=QBZwQZrmzS4> (дата звернення: 07.10.2024).
2. CADD Engineer. AutoCAD 2024 UI: A Game-Changer for Designers and Engineers, 2023. *YouTube*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=MiS7EaEs0Bg> (date of access: 07.10.2024).
3. 3Д моделювання в Автокаді. *Корисні поради та інструкції про операційні системи, програми та «залізу» начинку*. URL: <https://daad.org.ua/9478-3d-modelyuvannya-v-avtokadi.html> (дата звернення: 07.10.2024).
4. Top 10 Enhancements in 3DEXPERIENCE SOLIDWORKS in 2022. *The SOLIDWORKS Blog*. URL: <https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2022/11/top-10-enhancements-in-3dexperience-solidworks-in-2022.html> (date of access: 07.10.2024).
5. Купить Autodesk Revit лицензию в интернет-магазине Softkey.UA. *SOFTKEY UA*. URL: <https://www.softkey.ua/catalog/sapr/autodesk-revit/> (дата звернення: 07.10.2024).
6. CATIA P3 V5-6R2014 - Скачать на ПК бесплатно. *Malavida*. URL: <https://catia.ru.malavida.com/windows/> (дата звернення: 07.10.2024).
7. Бородавка Є. В. Класифікація архітектурно-будівельних САПР, 2011. 6 с.
8. Саєнко С. Ю., Нечипоренко І. В. Основи САПР, 2017. 120 с.
9. AutoCAD. URL: <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview> (дата звернення: 07.10.2024).

10. SolidWorks. URL: <https://www.solidworks.com/> (дата звернення: 07.10.2024).

11. Revit. URL: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview> (дата звернення: 07.10.2024).

12. CATIA P3 V5-6R2014 - Скачать на ПК бесплатно. *Malavida*. URL: <https://catia.ru.malavida.com/windows/> (дата звернення: 07.10.2024).

13. Fusion-360. URL: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription> (дата звернення: 07.10.2024).

14. Tinkercad - From mind to design in minutes. *Tinkercad*. URL: <https://www.tinkercad.com/> (date of access: 07.10.2024).

15. Archicad. *Graphisoft*. URL: <https://graphisoft.com/solutions/archicad> (date of access: 07.10.2024).

16. FreeCAD: Your own 3D parametric modeler. *FreeCAD: Your own 3D parametric modeler*. URL: <https://www.freecad.org/> (date of access: 07.10.2024).

17. 3D Design Software | 3D Modeling & Drawing | SketchUp. *3D Design Software | 3D Modeling & Drawing | SketchUp*. URL: <https://www.sketchup.com/en> (date of access: 07.10.2024).

18. Rhinoceros 3D. *www.rhino3d.com*. URL: <https://www.rhino3d.com/> (date of access: 07.10.2024).

19. Лопатюк С. П. Модернізації навчання інженерній графіці з використанням можливостей сапр autocad. *Водний транспорт*, 2020. С. 58-65.

20. Шпильовий Ю. Особливості використання САПР у підготовці майбутніх учителів технологій. *Нова парадигма*, (127), 2015. С. 234-237.

21. Райковська Г. Формування професійних компетентностей у ВТНЗ шляхом індивідуалізації освітнього процесу. *Молодь і ринок*, (3), 2016. С. 13-17.

22. Про освіту. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 07.10.2024).

23. Про вищу освіту. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 07.10.2024).

24. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#Text> (дата звернення: 07.10.2024).

25. Шаталова Л. М. Нормотворча діяльність міністерства освіти і науки України. *Правове регулювання економіки*, 2015. № 15. С. 48–59.

26. Про затвердження Державного стандарту професійної (професійно-технічної) освіти. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1077-2021-п#Text> (дата звернення: 07.10.2024).

27. Швець Н. В. (). Про ліцензування програмного забезпечення, 2018 6 с.

28. Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80/94-вр#Text> (дата звернення: 07.10.2024).

29. Heires M. The international organization for standardization (ISO). *New Political Economy*, 13(3), 2008. С. 357-367.

30. Карпюк Л. В., Давіденко Н. О., Ганжа С. А., Гурін, О. М. Практичні навички при використанні графічного редактора AUTOCAD в навчальному процесі. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*, (1 (281)), 2024. С. 85-90.

31. Юсупова М. Ф. Застосування нових інформаційних технологій в графічній підготовці студентів вищих навчальних закладів, 2002. 25 с.

32. Рогозін О. В. Використання системи автоматизованого проєктування AutoCAD при вивченні дисципліни «Основи конструкторської графіки», 2022. 44 с.

33. Юсупова М. Ф. Методика навчання виконання складальних креслень, деталювання в системі AutoCAD, 2011. 9 с.

34. Корець М. С., Іщенко, О. В. Оновлений підхід до навчання основ систем автоматичного проєктування старшокласників на уроках технологій. *Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка. Серія: Педагогічні науки*, (18), 2024. С. 62-68.