

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет педагогічної освіти
Кафедра технологічної та професійної освіти

**МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ПРОЄКТУВАННЯ SKETCHUP НА УРОКАХ КРЕСЛЕННЯ**

Кваліфікаційна робота студента
групи ТНм-24
ступінь вищої освіти магістр
спеціальності 014.10 Середня освіта
(Трудове навчання і технології)
Кожедуба Віталія Юрійовича
Керівник: к.пед.н., доц.
Цись Олег Олександрович

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Кожедуб Віталій Юрійович, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

І чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлений. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.



ЗМІСТ

ВСТУП	4
 РОЗДІЛ І. ПРОБЛЕМА ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ СУЧАСНОЇ ШКОЛИ.....	
1.1. Системи автоматизованого проєктування, особливості й типи.....	7
1.2. Освітній потенціал систем автоматизованого проєктування при вивченні креслення в сучасній школі	11
1.3. Суміжні технології (ЧПК та 3D-друк)	13
 РОЗДІЛ ІІ. ДИДАКТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ПОТЕНЦІАЛ СИСТЕМИ SKETCHUP ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ КРЕСЛЕННЯ	
2.1. Система SketchUp, її можливості та потенціал.....	16
2.2. Сфера застосування системи SketchUp	18
2.3. Система SketchUp як засіб навчання кресленню	20
 РОЗДІЛ ІІІ. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ЗМІСТ МЕТОДИКИ ЗАСТОСУВАННЯ SKETCHUP НА УРОКАХ КРЕСЛЕННЯ	
3.1. Теоретичні основи застосування SketchUp на уроках креслення.....	23
3.2. Зміст навчально-методичного забезпечення (навчального посібника) «Креслення в середовищі SketchUp»	26
3.3. Приклади уроків креслення з використанням SketchUp.....	30
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36
ДОДАТКИ	40

ВСТУП

Актуальність дослідження.

«Графічна культура - сукупність досягнень людства в галузі створення і освоєння графічних способів передачі різної інформації в науці, техніці, мистецтві, виробництві, економіці тощо. Складовою частиною графічної культури є графічна мова. З її допомогою передається інформація про тривимірні об'єкти». [4, с. 5]

Метою вивчення Креслення в школі є «формування предметних компетентностей учнів засобами графічної грамоти». [11, с. 2]

Графічна грамота, по суті, є візуальною мовою, яка дозволяє людині однозначно передавати та отримувати технічну, інженерну чи художню інформацію. Вивчення графічної грамоти (креслення, схем, технічних зображень) засобами Систем Автоматизованого Проектування (САПР), або CAD (Computer-Aided Design), є надзвичайно актуальним і критично важливим при вивченні креслення в сучасній школі, адже дозволяє:

1. Здійснити перехід від 2D до 3D-моделювання;
2. Підвищити ефективність та якість проектування;
3. Покращити візуалізацію проєктів;
4. Налагодити взаємодію та співпрацю між учнями;
5. Задіювати суміжні технології (ЧПК та 3D-друк).

Окрім того програмне забезпечення (САПР) може автоматично перевіряти геометричні та конструктивні колізії (зіткнення елементів) і дотримуватись стандартів, що мінімізує помилки порівняно з ручним кресленням.

Серед великого розмаїття програмних продуктів особливої уваги заслуговує система SketchUp, адже вона має низку суттєвих переваг порівняно з іншими, часто більш складними, САПР-системами (такими як SolidWorks, AutoCAD або Revit) а саме: 1. Низький поріг входження (програма розроблена для того, щоб максимально імітувати процес малювання від руки, але в 3D.) 2. Чистий та не перевантажений інтерфейс (це

робить його ідеальним для дітей, яким потрібен швидкий інструмент для візуалізації ідей.) 3. Інструмент «Push/Pull» (цей ключовий інструмент дозволяє користувачеві надзвичайно швидко перетворювати 2D-форми на 3D-об'єкти простим «витягуванням» або «вдавлюванням», що значно прискорює ескізне моделювання.) 4. Мінімум налаштувань (на відміну від складних САПР, де часто потрібно задавати безліч параметрів перед початком роботи, SketchUp дозволяє одразу перейти до моделювання.) 5. Безкоштовна версія SketchUp Free (доступна веб-версія, яка дозволяє виконувати базове 3D-моделювання безкоштовно, що ідеально для освітніх цілей.

Аналіз науково-педагогічної літератури, як зарубіжної (Brightman M., Chopra A., Schreyer A.) [29, 30, 31] так і вітчизняної (Глебін О., Ковальчук Н., Петрицин І., Самостян В. та ін.) [3, 10, 18, 20] а також стану викладання Креслення в школі показав, що існуює проблема відсутності методики використання SketchUp на уроках креслення, що і зумовило вибір теми дослідження **«Методика застосування системи автоматизованого проєктування SketchUp на уроках креслення».**

Мета дослідження: розробити методику застосування САПР SketchUp на уроках креслення і обґрунтувати ефективність розробленої методики.

Об'єктом дослідження є: навчальний процес на уроках креслення з використання САПР SketchUp.

Предметом дослідження є: умови застосування САПР SketchUp на уроках креслення для підвищення ефективності та якості навчання.

У відповідності до мети визначено **завдання дослідження:**

1. Проаналізувати психолого-педагогічну та науково-методичну літературу з проблеми використання систем автоматизованого проєктування в навчальному процесі сучасної школи.

2. Визначити дидактичні можливості та потенціал програми SketchUp як засобу навчання креслення (побудова 2D/3D моделей, візуалізація, робота з проєкціями).

3. Розробити теоретичні основи та зміст методики застосування SketchUp на уроках креслення.

4. Розробити навчально-методичне забезпечення (навчальний посібник) «Креслення в середовищі SketchUp»

Для реалізації мети і завдань дослідження було використано наступні **методи:** вивчення та аналіз психолого-педагогічної, методичної і технічної літератури для визначення ключових позицій дослідження, визначення дидактичних можливостей використання SketchUp на уроках креслення; анкетування, бесіди, педагогічні спостереження для виявлення стану проблеми використання систем автоматизованого проєктування в навчальному процесі середньої школи; кількісний та якісний аналіз для узагальнення результатів дослідження.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблену нами методику і навчальний посібник «Креслення в середовищі SketchUp» може бути використано для підвищення ефективності та якості навчання на уроках креслення.

РОЗДІЛ І. ПРОБЛЕМА ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ СУЧАСНОЇ ШКОЛИ

1.1. Системи автоматизованого проєктування, особливості й типи

Системи автоматизованого проєктування (САПР) або CAD (Computer-Aided Design) – це системи, що використовують комп'ютерні програми та обладнання для створення, модифікації, аналізу та документування графічних представлень (2D-креслень або 3D-моделей) фізичних об'єктів. Вони є основою сучасної інженерії, архітектури та виробництва.

«Система автоматизованого проєктування (САПР) – це автоматизована система, яка призначена для автоматизації технологічного процесу проєктування виробу, кінцевим результатом якого є комплект проєктно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проєктування». [25, с. 7]

САПР замінює традиційне ручне креслення та прототипування, значно підвищуючи продуктивність, точність та якість проєктування.

Основні цілі використання САПР:

1. Створення та візуалізація 2D-креслень, схем та 3D-моделей.
2. Аналіз проєкту (наприклад, перевірка на зіткнення, розрахунок міцності, імітація руху).
3. Документування – автоматичне створення специфікацій, відомостей матеріалів (BOM), технічних креслень.
4. Спрощення модифікації – швидке внесення змін у проєкт без необхідності переробляти його повністю.
5. Інтеграція з іншими системами (наприклад, CAM для виробництва та CAE для інженерного аналізу).

«Програмні комплекси САПР належать до числа найбільш складних сучасних програмних систем, заснованих на операційних системах Linux,

Windows, мовах програмування C, C++, Java і інших сучасних CASE-технологіях, реляційних і об'єктно-орієнтованих системах управління базами даних (СУБД), стандартах відкритих систем і обміну даними в комп'ютерних середовищах.» [24, с. 5]

САПР володіють низкою ключових характеристик, які відрізняють їх від ручного проєктування:

1. Точність та Деталізація.

- Висока Точність. (Математичні алгоритми дозволяють створювати моделі з надзвичайно високою точністю, мінімізуючи помилки, пов'язані з людським фактором).
- Масштабованість. (Можливість працювати з проєктами будь-якої складності, від мікросхем до великих будівель, зберігаючи деталізацію).

2. Візуалізація та Аналіз.

- 3D Моделювання. (Створення тривимірних цифрових прототипів, які можна обертати, розрізати та досліджувати під будь-яким кутом).
- Симуляція (CAE). (САПР часто інтегруються з інструментами для інженерного аналізу (CAE - Computer-Aided Engineering), що дозволяють моделювати фізичні властивості (міцність, теплообмін, аеродинаміка) перед виготовленням).

3. Автоматизація та Асоціативність.

- Автоматизовані Задачі. (Програми можуть автоматично генерувати елементи (наприклад, отвори, фаски), розраховувати площі та об'єми, або створювати види на кресленнях).
- Асоціативність/Параметризація. (Зміна одного параметра (наприклад, діаметра отвору) автоматично оновлює всі пов'язані елементи моделі, креслення та специфікації. Це значно зменшує ризик помилок при внесенні змін).

4. Ієрархічність та Сумісність.

- Ієрархічна Структура. (САПР підтримує створення складальних одиниць (збірок) з окремих деталей, дозволяючи проєктувати "зверху-вниз" (Top-Down) або "знизу-вгору" (Bottom-Up)).
- Сумісність Форматів. (Підтримка стандартних форматів (STEP, IGES, DXF, DWG) для обміну даними між різними програмними продуктами та інженерними відділами).

«Основні види САПР: 1. САПР виробів. 2. Автоматизована система інжинірингу (CAE – Computer Aided Engineering) 3. САПР технологічних процесів. 4. САП керуючих програм. 5. САП електричних схем і монтажних плат. 6. САП об'єктів будівництва. 7. САП організаційних систем.» [24, с. 10]

САПР класифікують за способом представлення геометрії, галузевим призначенням та за функціональною роллю.

1. За способом представлення геометрії.

Тип САПР	Опис	Застосування
2D CAD (Двовимірні)	Працюють у площині, створюючи плоскі креслення, схеми, плани. Є цифровою заміною кульмана.	Архітектурні плани, електричні схеми, прості машинобудівні креслення.
3D CAD (Тривимірні)	Створюють об'ємні моделі, що мають глибину, висоту та ширину.	Проєктування складних деталей, механізмів, будівель.
Параметричні САПР	Моделі створюються на основі параметрів (розмірів, залежностей), які можна легко змінити, що автоматично оновлює всю геометрію.	Машинобудування (SolidWorks, Inventor).
Пряме Моделювання	Дозволяє безпосередньо маніпулювати геометрією моделі без прив'язки до історії побудови або параметрів.	Швидке концептуальне проєктування та робота з імпортованою геометрією.
Поверхневе Моделювання	Створення складних, естетичних, плавно вигнутих поверхонь.	Дизайн автомобілів, побутової техніки, ергономічних виробів.
Твердотільне	Створення моделей, що визначають	Виробництво механічних

Моделювання	внутрішній об'єм та масу об'єкта. Найпоширеніший тип для інженерії.	деталей.
--------------------	--	----------

2. За галузевим призначенням.

Акронім	Розшифровка	Призначення	Приклади Систем
MCAD	Mechanical CAD	Проектування механічних пристроїв: деталі, збірки, механізми.	SolidWorks, Autodesk Inventor, CATIA.
AEC CAD/CAAD	Architecture, Engineering and Construction/Computer-Aided Architectural Design	Проектування будівель, інфраструктури, мостів. Часто використовують BIM (Building Information Modeling).	ArchiCAD, Revit, AutoCAD.
EDA/ECAD	Electronic Design Automation/Electronic CAD	Проектування електронних пристроїв: інтегральних схем, друкованих плат (PCB).	Altium Designer, OrCAD.
GIS/CAD	Geographic Information Systems CAD	Проектування об'єктів інфраструктури з прив'язкою до географічного розташування.	ArcGIS.

3. За функціональною роллю (CAD/CAE/CAM).

Часто системи об'єднують ці функції для забезпечення повного циклу розробки:

- CAD (Computer-Aided Design). (Фокус на створенні та документуванні геометрії).
- CAE (Computer-Aided Engineering). (Фокус на аналізі та моделюванні фізичних процесів (міцність, динаміка, гідрогазодинаміка)).

- CAM (Computer-Aided Manufacturing). (Фокус на підготовці до виробництва, генерації керуючих програм для верстатів з ЧПК (CNC), роботів та 3D-принтерів).

САПР відіграють критичну роль, забезпечуючи перехід від ідеї до готового виробу з максимальною швидкістю та мінімальними витратами на прототипування.

1.2. Освітній потенціал систем автоматизованого проєктування при вивченні креслення в сучасній школі

Системи автоматизованого проєктування (САПР), відомі як CAD (Computer-Aided Design), мають величезний освітній потенціал, який виходить далеко за рамки традиційного вивчення креслення. Їхнє впровадження у навчальний процес, особливо в середній школі, сприяє формуванню ключових навичок, актуальних у сучасному технологічному світі.

«Використання комп'ютерних технологій є обов'язковою умовою сучасного процесу навчання.» [13, с. 83]

Основні переваги САПР у навчанні:

1. Візуалізація та просторове мислення: САПР дозволяє створювати тривимірні (3D) моделі, що значно полегшує учням розуміння просторових співвідношень та взаємодії елементів. На відміну від плоского креслення, 3D-моделі можна обертати, розрізати та досліджувати з різних кутів.

2. Інтеграція теорії та практики: Робота в САПР перетворює абстрактні геометричні та технічні знання на практичні навички моделювання та проєктування реальних об'єктів. Це підвищує мотивацію учнів, оскільки вони бачать безпосереднє застосування вивченого матеріалу.

3. Розвиток цифрової грамотності: САПР – це професійний інструмент, який використовується в інженерії, архітектурі, дизайні та виробництві. Раннє знайомство з ним готує учнів до вимог вищої освіти та ринку праці, формуючи навички роботи з складним програмним забезпеченням.

4. Ефективність та точність: САПР дозволяє виконувати складні креслення та розрахунки швидше та точніше, ніж ручним способом. Учні можуть легко вносити зміни у проєкт, автоматично генерувати специфікації та перевіряти з'єднання, що розвиває розуміння оптимізації робочого процесу.

5. Співпраця та командна робота: Сучасні САПР часто підтримують хмарні технології та спільний доступ, дозволяючи учням працювати над одним проєктом у команді, імітуючи реальні інженерні процеси.

«Для проведення практичних занять необхідно мати добре оснащену базу із сучасним комп'ютерним устаткуванням.» [13, с. 84]

Впровадження САПР в курс креслення не замінює, а доповнює та модернізує традиційне навчання.

1. Поглиблення розуміння ортогональних проєкцій. (Учні спочатку створюють 3D-модель, а потім САПР автоматично генерує її ортогональні проєкції (вигляд спереду, зверху, збоку). Це допомагає учням візуально пов'язати тривимірний об'єкт із його двовимірним представленням, яке є основою креслення).

2. Швидке освоєння стандартів (ЄСКД). (Програми САПР містять вбудовані бібліотеки та шаблони, які автоматично застосовують правила оформлення креслень (типи ліній, шрифти, розмірні стилі, позначення шорсткості). Це дозволяє зосередитися на принципах проєктування, а не на механічному запам'ятовуванні стандартів).

3. Електронний документообіг. (Учні навчаються створювати креслення у цифровому форматі (наприклад, DWG, PDF), що є стандартом у сучасній промисловості).

4. Підготовка до 3D-друку та прототипування. (Створення моделі в САПР є першим кроком до її фізичної реалізації за допомогою 3D-принтера або верстата з ЧПУ. Це дає учням відчуття завершеного циклу проєктування: від ідеї до готового виробу (дизайн-мислення)).

«Знання основ автоматизації проектування і вміння працювати із засобами САПР потрібні практично будь-якому майбутньому інженеру розробнику.» [24, с. 5]

Виклики та перспективи:

Виклик	Перспектива/Рішення
Вартість ПЗ та обладнання	Використання безкоштовних/освітніх версій програм (наприклад, SketchUp, Fusion 360, FreeCAD) та хмарних рішень для зниження навантаження на шкільне обладнання.
Підготовка вчителів	Розробка програм підвищення кваліфікації для педагогів з акцентом на методику викладання САПР.
Навчальні програми	Інтеграція САПР у навчальні плани не лише креслення, а й технологій, інформатики та фізики для міждисциплінарних проектів.
Акцент на ручному кресленні	Збереження кількох уроків ручного креслення для розвитку моторики, акуратності та фундаментального розуміння ліній та побудов, після чого йде перехід до САПР.

Освітній потенціал САПР полягає у переході від виконавчого креслення до творчого інженерного проектування. Він робить технічні дисципліни більш сучасними, практичними та привабливими для учнів, ефективно готуючи їх до професій майбутнього.

1.3. Суміжні технології (ЧПК та 3D-друк)

Системи автоматизованого проектування (САПР) є фундаментальною основою, яка ініціює весь процес цифрового виробництва (Digital Manufacturing). Їх інтеграція з верстатами з числовим програмним керуванням (ЧПК) та технологіями 3D-друку створює так званий "Цифровий ланцюг" (Digital Thread), що забезпечує безперервний перехід від віртуальної моделі до фізичного виробу.

САПР є фундаментом цифрового ланцюга. На цьому етапі інженер або дизайнер використовує САПР (наприклад, SolidWorks, Autodesk Fusion 360, SketchUp) для:

1. Створення точної 3D-геометрії. (Розробка об'ємної моделі деталі чи збірки з точними розмірами та допусками).

2. Інженерний аналіз (CAE). (Застосування вбудованих функцій для проведення симуляцій, наприклад, кінцевоелементного аналізу (FEA) для перевірки міцності, стійкості до навантажень чи теплового розподілу, ще до початку виробництва).

3. Оптимізація дизайну. (Коригування форми для зменшення ваги, мінімізації матеріалу чи покращення аеродинамічних властивостей (наприклад, топологічна оптимізація)).

Інтеграція з 3D-друком. 3D-друк (Additive Manufacturing) – це процес пошарового нарощування матеріалу. САПР забезпечує прямий та швидкий шлях до реалізації складних геометрій:

Етап	Опис можливостей
Експорт моделі	CAD-система експортує 3D-модель у стандартизований формат, найчастіше STL (Stereolithography), а також OBJ, AMF або 3MF. Ці формати описують геометрію моделі як набір трикутних граней (сітку).
Слайсинг та генерація G-коду	Експортований файл імпортується у спеціальну програму-слайсер (наприклад, Cura, Slic3r). Слайсер розрізає модель на тонкі горизонтальні шари, визначає параметри друку (температуру, швидкість, заповнення) та генерує G-code (керуючий код).
Переваги	- Швидке прототипування: Миттєва перевірка ергономіки та збірки без дорогих інструментів. - Геометрична свобода: Створення складних внутрішніх структур (решіток) та порожнин, які неможливо виготовити ЧПК. - Кастомізація: Легке створення унікальних, індивідуально налаштованих виробів.

Інтеграція з ЧПК (Субтрактивне виробництво). ЧПК (Computer Numerical Control) – це процес, де матеріал видаляється (вирізається) з заготовки за допомогою фрезерних, токарних, лазерних чи плазмових верстатів. Інтеграція САПР і ЧПК вимагає проміжної ланки – САМ-системи.

CAM (Computer-Aided Manufacturing). CAM-система (наприклад, Mastercam, GibbsCAM, Fusion 360 CAM) є мостом між CAD-моделлю та верстатом:

Етап	Опис можливостей
Імпорт та Налаштування	CAM-система імпортує 3D-модель з CAD. Інженер задає: тип заготовки, початкові точки, систему координат та спосіб її кріплення.
Генерація траєкторії інструменту (Toolpath)	Це ключовий етап. Інженер обирає інструменти (фрези, свердла) та визначає, як саме вони мають рухатися для видалення зайвого матеріалу. САПР/CAM дозволяє симулювати цей процес, виявляючи потенційні колізії (зіткнення інструмента з деталлю чи кріпленням) та оптимізуючи час обробки.
Постпроцесування	CAM-система перетворює універсальну траєкторію інструменту у специфічний G-code (керуючий код), який конкретний верстат ЧПК може зрозуміти та виконати. Кожен верстат має свій "діалект" G-коду.
Переваги	- Висока точність та якість поверхні: Ідеально підходить для деталей, що вимагають високих допусків та міцних матеріалів (метали). - Масове та серійне виробництво: Можливість швидко перейти від одиничного виробу до серії. - Автоматизація складних процесів: Обробка на 3-осьових, 4-осьових та 5-осьових верстатах.

Освітнє значення інтегрованих технологій. Вивчення САПР у зв'язці з ЧПК та 3D-друком забезпечує учням та студентам комплексне інженерне мислення:

1. Повне розуміння циклу "Дизайн – Виробництво": Навчання не лише малювати деталі, а й проектувати з урахуванням технології виготовлення (Design for Manufacturing, DfM) – розуміти, як обраний дизайн вплине на складність, час та вартість виробництва на конкретному верстаті чи принтері.

2. Створення функціональних прототипів: Учні можуть спроектувати, виготовити та протестувати робочий механізм (наприклад, деталі для робота або моделі машини), отримуючи негайний зворотний зв'язок щодо своїх інженерних рішень.

РОЗДІЛ II. ДИДАКТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ПОТЕНЦІАЛ СИСТЕМИ SKETCHUP ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ КРЕСЛЕННЯ

2.1. Система SketchUp, її можливості та потенціал

Система SketchUp є потужним інструментом для тривимірного моделювання, відомим своєю інтуїтивністю та легкістю освоєння, що відкриває широкий спектр можливостей як для професіоналів, так і для початківців. Її головний потенціал полягає у філософії "3D для всіх", пропонуючи швидкий шлях від ідеї до візуалізації.

«Програма SketchUp – це потужний інструмент для створення, редагування і перегляду 3D-моделей. SketchUp об'єднує в собі елегантність, простоту рисування від руки і можливості комп'ютерного проектування.» [20, с. 6]

Основні можливості моделювання. SketchUp використовує унікальну технологію моделювання, засновану на принципі "Витягни та Штовхни" (Push/Pull). Це дозволяє користувачам створювати об'ємні форми з двовимірних поверхонь надзвичайно швидко. Програма ідеально підходить для ескізного моделювання та концептуального дизайну, дозволяючи швидко перевірити форму, пропорції та композицію об'єкта. Вона підтримує точне моделювання на основі розмірів, що робить її корисною для створення реальних об'єктів і креслень. Вбудована система прив'язок до точок, ліній та площин забезпечує високу точність при побудові.

«Завдяки універсальності закладених в SketchUp механізмів моделювання, можливості і області застосування виявилися набагато ширше – SketchUp з успіхом використовують для розробки різноманітних проектів у всіх жанрах дизайну, реклами, інженерному проектуванні» [18, с. 4]

Потенціал у різних сферах. Потенціал SketchUp виходить далеко за рамки простого малювання. Він активно використовується у кількох ключових галузях:

1. Архітектура та будівництво. Це одна з найпопулярніших платформ для архітектурного проектування. Вона дозволяє створювати детальні моделі будівель, планувати внутрішні простори, виконувати ландшафтний дизайн та оцінювати інсоляцію (вплив сонячного світла) на проект. За допомогою додаткового модуля LayOut можна створювати повний пакет 2D-креслень та документації на основі 3D-моделі.

2. Дизайн інтер'єру та меблів. Дизайнери використовують SketchUp для швидкого розміщення меблів, експериментів із кольором, текстурами та освітленням. Величезна онлайн-бібліотека 3D Warehouse, наповнена готовими моделями від виробників та користувачів, значно прискорює процес наповнення сцени.

3. Інженерія та виробництво. Хоча SketchUp не є повноцінною САПР для машинобудування, вона часто використовується для концептуальної інженерії, моделювання корпусів, упаковки та планування розміщення обладнання у виробничих приміщеннях.

4. Освіта. Завдяки своїй простоті, SketchUp є чудовим інструментом для навчання просторовому мисленню та основам 3D-моделювання в школах та університетах.

«З кожною новою версією програми, за запитами користувачів, в SketchUp додаються нові функції, що полегшують і прискорюють роботу над проектами.» [20, с. 7]

Екосистема та розширення. Сила SketchUp значною мірою залежить від його відкритої екосистеми. Завдяки Extension Warehouse користувачі можуть встановлювати численні плагіни та розширення, які додають спеціалізовані функції. Це дозволяє перетворити базову програму на інструмент для конкретних потреб, наприклад, для рендерингу (створення фотореалістичних зображень), моделювання складних геометричних поверхонь, оптимізації моделі для 3D-друку або навіть для проведення деяких інженерних розрахунків.

Крім того, SketchUp легко інтегрується з іншими програмами, підтримуючи експорт та імпорт різноманітних форматів файлів, що робить його гнучким елементом у професійному робочому процесі.

2.2. Сфера застосування системи SketchUp

SketchUp, розроблений компанією Trimble, є не просто програмою для 3D-моделювання, а цілісною екосистемою інструментів, що застосовується на всіх етапах проектування – від ескізу на серветці до створення будівельної документації. Його гнучкість і дружній інтерфейс дозволяють йому охоплювати широкий спектр професійних та освітніх сфер.

«SketchUp широко використовується фірмами та університетами у всьому світі для проектування і візуалізації проектів - від хобі, тобто виконання простих завдань у домашніх умовах, до великих та складних житлових, комерційних, індустріальних і міських проектів.» [20, с. 6]

Архітектурне та будівельне проектування. SketchUp є, мабуть, найбільш відомим у цій галузі. Він функціонує як потужний інструмент концептуального дизайну, дозволяючи архітекторам ідеально балансувати між швидкістю ескізу від руки та точністю комп'ютерного проектування:

- Ранні стадії дизайну. На відміну від складних традиційних САПР, SketchUp дає можливість швидко створювати базові об'єми, гратися з просторовими співвідношеннями та генерувати численні ітерації проекту, що є критично важливим для оперативного ухвалення рішень.
- Візуалізація та Презентація. Програма дозволяє легко створювати прогулянки (walkthroughs) та анімації, які допомагають клієнтам відчувати майбутній простір. Завдяки інтеграції з потужними рендеринговими двигунами (наприклад, V-Ray, Lumion), можна отримувати фотореалістичні зображення з точним моделюванням освітлення та матеріалів.

- Створення документації. З використанням супутньої програми LayOut (частина SketchUp Pro) 3D-моделі автоматично перетворюються на повний пакет 2D-креслень – плани, фасади, розрізи та деталі, що відповідають будівельним стандартам. Зміни, внесені у 3D-модель, автоматично оновлюються у пов'язаній документації, мінімізуючи помилки.
- Аналіз навколишнього середовища. Можна географічно прив'язати модель до реальної місцевості та аналізувати тіні та інсоляцію протягом різних часів доби і пори року, що важливо для енергоефективного та комфортного дизайну.

«При розробці програми її автори прагнули, у першу чергу, максимально врахувати усі потреби архітекторів і дизайнерів.» [20, с. 7]

Дизайн інтер'єру та ландшафтний дизайн. SketchUp став стандартом для дизайнерів інтер'єрів завдяки своїй здатності швидко створювати привабливі та точні візуалізації:

- Детальне планування інтер'єру. Можливість точного розміщення меблів, сантехніки та декоративних елементів. Використання 3D Warehouse – найбільшої бібліотеки готових 3D-моделей, які часто надаються безпосередньо виробниками значно прискорює процес наповнення сцени.
- Дизайн меблів та виробів з дерева. Столяри, теслі та меблеві дизайнери використовують SketchUp для моделювання та створення детальних креслень розкрою та збірки меблів. Точність моделі дозволяє генерувати кошторисні звіти та специфікації матеріалів.
- Ландшафтна архітектура. Програма має інструменти для моделювання рельєфу, ґрунту та створення складних елементів озеленення, доріжок та малих архітектурних форм.

«Досить довго зі SketchUp було знайоме тільки вузьке коло фахівців» [18, с. 4]

Освітній потенціал. Простота та доступність роблять SketchUp ідеальним інструментом для навчання:

- Розвиток просторового мислення. Навчання основам геометрії, проектування та креслення.
- Вступ до САПР. Слугує відмінним вступним курсом до більш складних професійних САПР/BIM систем, формуючи фундаментальні навички 3D-моделювання.

«Явний стрибок зростання популярності SketchUp стався з моменту «прив'язки» програми до інтернет-проектів компанії Google 3D-моделі» [18, с. 4]

2.3. Система SketchUp як засіб навчання кресленню

SketchUp має винятковий потенціал як засіб навчання кресленню, оскільки він ефективно долає розрив між абстрактним двовимірним (2D) кресленням і конкретною тривимірною (3D) реальністю. Його освітня цінність ґрунтується на інтуїтивності, візуалізації та швидкому зворотному зв'язку.

«SketchUp стала досить популярною завдяки можливостям швидкого створення і редагування саме тривимірної графіки.» [20, с. 6]

Перехід від 3D до 2D – основа для розуміння проєкцій. Традиційне креслення вимагає від учня уявити об'ємний об'єкт на основі його плоских проєкцій. SketchUp змінює цю парадигму:

1. Наочна генерація проєкцій. Учень спочатку створює 3D-модель, а потім використовує інструменти програми (або LayOut) для автоматичної генерації її ортогональних проєкцій (вигляд спереду, зверху, збоку, розрізи). Це дозволяє візуально усвідомити, як саме тривимірна форма трансформується у двовимірне зображення.

2. Миттєве розуміння розрізів. Замість того, щоб уявляти площину розрізу, учні можуть використовувати функцію «Section Plane» у SketchUp,

щоб фізично розрізати модель і побачити внутрішню структуру в реальному часі. Це значно полегшує розуміння правил зображення розрізів та перетинів.

«Для програми SketchUp був розроблений спрощений набір інструментів, система рисування і зрозумілий сценарій діалогу із користувачем, що дозволяє зосередитися на двох речах: зробити роботу максимально продуктивною, результат – реалістичним і отримати від самої роботи максимальне задоволення.» [20, с. 7]

Розвиток просторово-образного мислення. Простота SketchUp дозволяє зосередитися на головному – на формі та просторі, а не на складному інтерфейсі:

1. Інтуїтивне моделювання. Інструмент "Push/Pull" є ідеальним для візуалізації об'єму. Учень бачить, як лінія перетворюється на площину, а площина – на об'єм, що формує міцну просторову інтуїцію.

2. Робота з масштабом. Учні звикають працювати з моделями в реальному масштабі, задаючи точні числові розміри, що є критично важливим для технічного креслення та інженерної грамотності.

«За оманливою простотою (в т.ч. в назвах деяких інструментів) ховаються чудові можливості для вирішення практично всіх завдань 3D-моделювання» [18, с. 4]

Навчання правилам та стандартам креслення. Хоча SketchUp не є системою, що повністю відповідає Єдиній системі конструкторської документації (ЕСКД) без додаткових плагінів, його допоміжний модуль LayOut дозволяє ефективно навчати основним стандартам:

1. Розмірні ланцюжки. У LayOut учні вчать правильно розміщувати розмірні лінії, проставляти виносні елементи та застосовувати допуски, згідно з правилами оформлення технічних креслень.

2. Оформлення креслення. Навчання створення основного напису, технічних вимог, правильного розміщення виглядів на аркуші та дотримання форматів.

3. Візуальний контроль. SketchUp забезпечує негайний зворотний зв'язок. Якщо розміри на 2D-кресленні некоректні, або якщо 3D-модель не може бути зібрана, учень одразу бачить помилку, що прискорює процес самокорекції.

Мотивація та застосування. Використання SketchUp робить вивчення креслення більш сучасним і привабливим:

- Практична спрямованість. (Учні створюють не просто лінії на папері, а реалістичні моделі (будинки, меблі, деталі), які можуть бути експортовані для 3D-друку або використані у портфоліо. Це підвищує їхню мотивацію).
- Міждисциплінарний зв'язок. (SketchUp слугує мостом між уроками креслення, інформатики та технологій (трудового навчання), інтегруючи навички проектування з основами дизайну та виробництва).

Таким чином, SketchUp є ідеальним педагогічним інструментом, що доповнює, а не замінює традиційне креслення. Він виступає як наочний симулятор, який дозволяє учням спочатку створити, а потім розкласти 3D-об'єкт на його 2D-складові. Це перетворює креслення з дисципліни, що вимагає розвиненої уяви, на дисципліну, що цю уяву розвиває і підтримує, забезпечуючи міцне засвоєння основних принципів інженерної графіки.

РОЗДІЛ III. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ЗМІСТ МЕТОДИКИ ЗАСТОСУВАННЯ SKETCHUP НА УРОКАХ КРЕСЛЕННЯ

3.1. Теоретичні основи застосування SketchUp на уроках креслення

Методика ефективного застосування системи SketchUp на уроках креслення полягає у послідовному використанні її сильних сторін для розвитку просторового мислення та візуалізації технічних об'єктів, доповнюючи, а не замінюючи традиційні правила креслення. Цей підхід дозволяє учням перейти від абстрактних ліній до конкретних об'ємів.

«Попри те, що програма SketchUp призначена для 3D-моделювання, у ній немає нічого, що було б незрозумілим звичайному користувачеві. Усі тривимірні моделі в цій програмі створюються на основі простих двовимірних фігур - ліній, дуг, багатокутників...» [20, с. 6]

Умовно методику застосування системи SketchUp на уроках креслення можна розділити на чотири етапа:

1. Етап. «Вступ та основи 3D-Моделювання».

На цьому початковому етапі відбувається знайомство учнів з інтерфейсом та базовими інструментами SketchUp:

1. Освоєння інтерфейсу. Вивчення основних елементів робочого простору, навігації (обертання, панорамування, масштабування), роботи з осями координат та використання Шаблонів (Templates) для технічного креслення.

2. Базові інструменти. Навчання роботі з ключовими інструментами, які формують просторове уявлення:

3. Лінія (Line) та Коло (Circle). Створення контурів на площині.

4. Витягни/Штовхни (Push/Pull). Миттєве перетворення 2D-площини на 3D-об'єм.

5. Перемістити (Move) та Обертати (Rotate). Зміна положення та орієнтації об'єктів у просторі.

6. Створення груп та компонентів. Навчання організації моделі, що відповідає принципу збірки у технічному кресленні.

Практичним завданням на даному етапі може виступати моделювання простих геометричних тіл (призми, піраміди, циліндра) з точним заданням розмірів, що формує навичку точного введення числових значень.

«Розробники графічних середовищ вважають найбільш оптимальним використовувати саме програму SketchUp, оскільки вона швидка та ефективна. З її допомогою можна не лише розробляти дизайн, але і легко представляти свої ідеї в 3D-графіці.» [20, с. 8]

2. Етап: Вивчення ортогональних проекцій.

Цей етап є центральним для застосування SketchUp у навчанні кресленню, оскільки він візуалізує принципи проєціювання. Він включає такі основні розділи як:

1. Моделювання деталі. (Учні створюють 3D-модель простої технічної деталі, що містить основні геометричні елементи (отвори, пази, фаски)).

2. Використання стандартних виглядів. (Учні використовують вбудовані функції "Standard Views" (вид спереду, вид зверху, вид зліва) для перегляду моделі. Це показує, як 3D-об'єкт виглядає з кожного боку, забезпечуючи наочне розуміння ортогональних проекцій).

3. Створення розрізів. (Застосування інструменту "Section Plane" для розсікання моделі. Учень може динамічно змінювати положення площини розрізу, бачачи, як змінюється зображення перетину. Це є ключовим для розуміння побудови складних розрізів).

4. Завдання на читання креслень. (Учням пропонується готовий набір 2D-проекцій, а їхнє завдання – відтворити 3D-модель у SketchUp. Якщо

модель успішно відтворена, це підтверджує, що учень правильно прочитав креслення).

3. Етап: Оформлення креслень та документація (LayOut)

На цьому етапі відбувається перехід до оформлення креслярської документації, використовуючи професійний модуль LayOut (у складі SketchUp Pro/Studio) а саме:

- Передача моделі. (Експорт 3D-моделі зі SketchUp до LayOut).
- Створення аркуша. (Навчання налаштування формату аркуша, створення основного напису та розміщення рамки відповідно до стандартів (наприклад, ЕСКД)).
- Розміщення виглядів. (Розміщення згенерованих ортогональних виглядів, розрізів та аксонометрії на аркуші. LayOut дозволяє масштабувати їх і автоматично оновлювати при зміні 3D-моделі).
- Нанесення розмірів та позначень. (Вивчення правил нанесення розмірних ліній, виносних елементів, маркування та пояснювального тексту. Це критично важливо для навчання графічної грамотності та дотримання креслярських умов).

4. Етап: Інтеграція та творче проектування.

На даному етапі методика переходить до практичного інженерного застосування:

1. Створення збірок. Моделювання складних об'єктів, що складаються з кількох деталей (наприклад, елементи меблів, механічні вузли). Це вчить учнів принципам взаємозамінності та складального креслення.

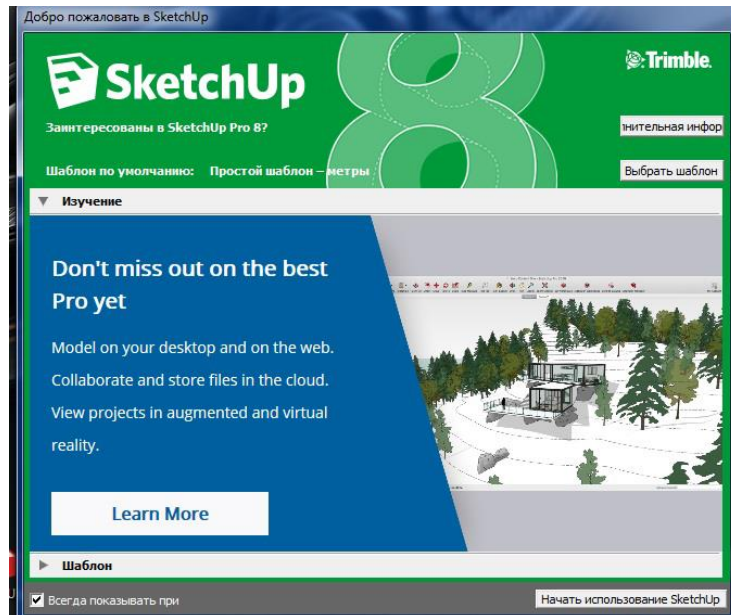
2. Практична реалізація. Підготовка моделі до 3D-друку. Учні навчаються перевіряти модель на наявність помилок геометрії та експортувати її у формат STL. Це дає відчуття повного циклу – від ідеї (креслення) до фізичного виробу.

3. Творчі проекти. Виконання невеликих індивідуальних або групових проектів (наприклад, дизайн шкільного обладнання, розробка простих механізмів), де креслення є інструментом, а не самоціллю.

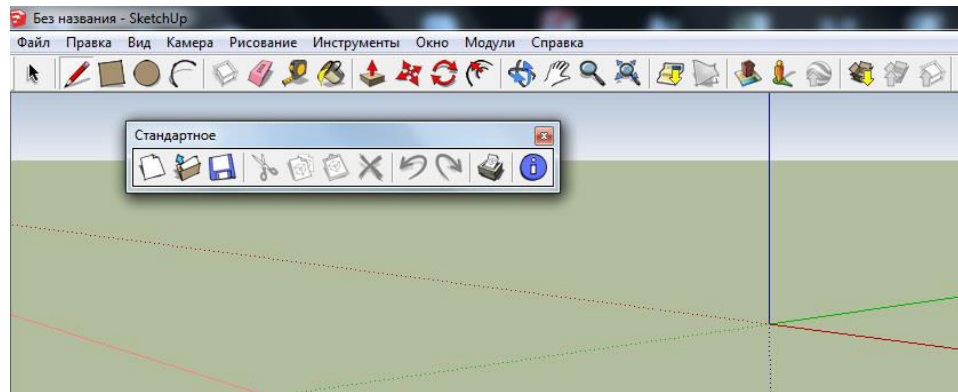
Отже, представлені основи застосування SketchUp на уроках креслення перетворюють його на потужний візуально-методичний засіб, який глибоко вкорінює основи креслення, розвиваючи необхідні інженерні компетенції.

3.2. Зміст навчально-методичного забезпечення (навчального посібника) «Креслення в середовищі SketchUp»

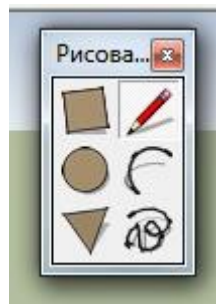
1. Інтерфейс програми. (Який складається з центральної області малювання, де моделі створюються у тривимірному просторі з осями координат, панелі інструментів з основними функціями (наприклад, Лінія, Витягування/Вдавлення, Обертання), панелі вимірювань для точного введення розмірів, а також панелей діалогу для керування матеріалами, стилями, шарами та компонентами моделі.)



2. Панелі інструментів. (Набори іконок, розташовані по периметру вікна програми, які надають швидкий доступ до всіх функцій та команд для 3D-моделювання та навігації. Вони дозволяють вам обирати інструменти, такі як Малювання (Line, Circle), Редагування (Push/Pull, Move) та Перегляд (Orbit, Zoom), без необхідності шукати їх у головному меню.)



3. Інструменти малювання. (Які використовуються для створення основних геометричних елементів моделі: ребер (ліній) та граней (площин). Вони завжди працюють на основі вирівнювання по осях (червона, зелена, синя) для точності у 3D-просторі.)



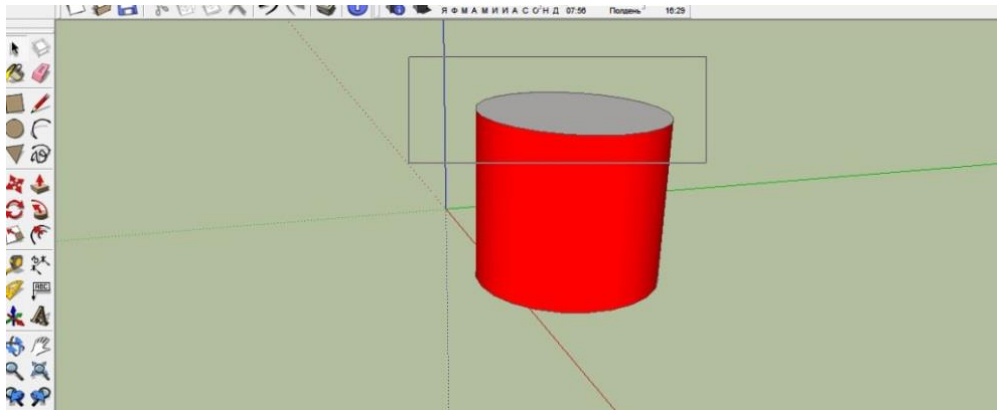
4. Інструменти побудови. (Або допоміжні інструменти у SketchUp що не створюють безпосередньо 3D-геометрію, але вони необхідні для забезпечення точності моделювання. Вони допомагають визначити розміри, кути, копіювати об'єкти з точними інтервалами та створювати допоміжні елементи.)



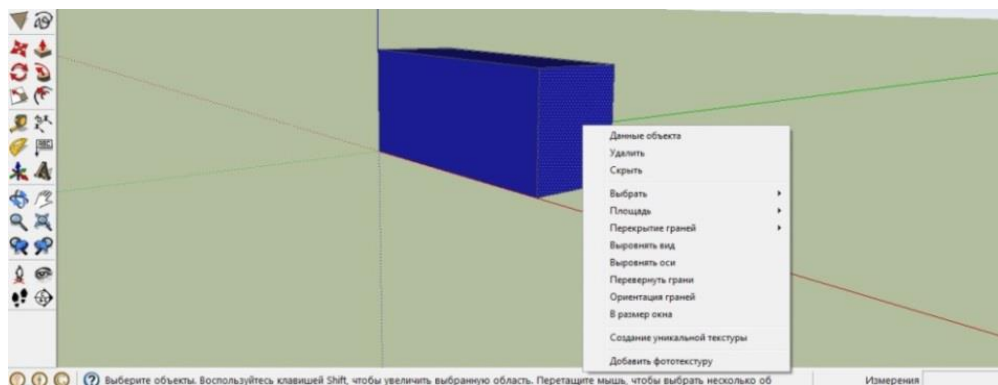
5. Інструменти модифікації. (Які використовуються для редагування, трансформації та маніпулювання існуючою геометрією (лініями, гранями та об'єктами), перетворюючи 2D-елементи на 3D-моделі та налаштовуючи їх форму та розташування.)



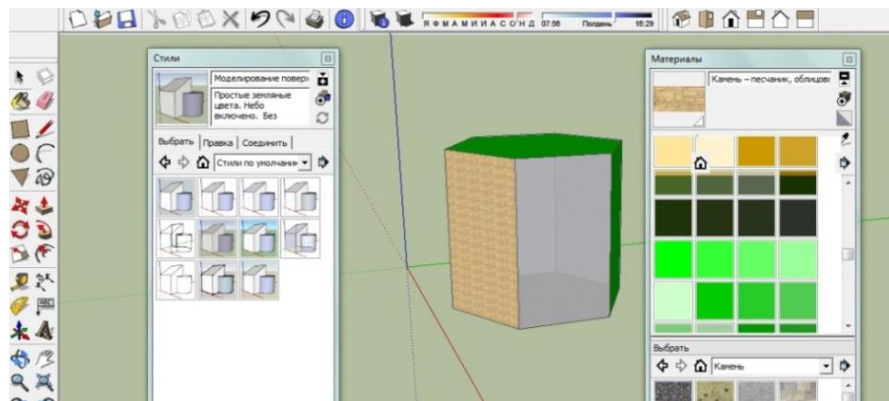
6. Основні інструменти. (Три ключові категорії інструментів, які забезпечують повний цикл 3D-моделювання)



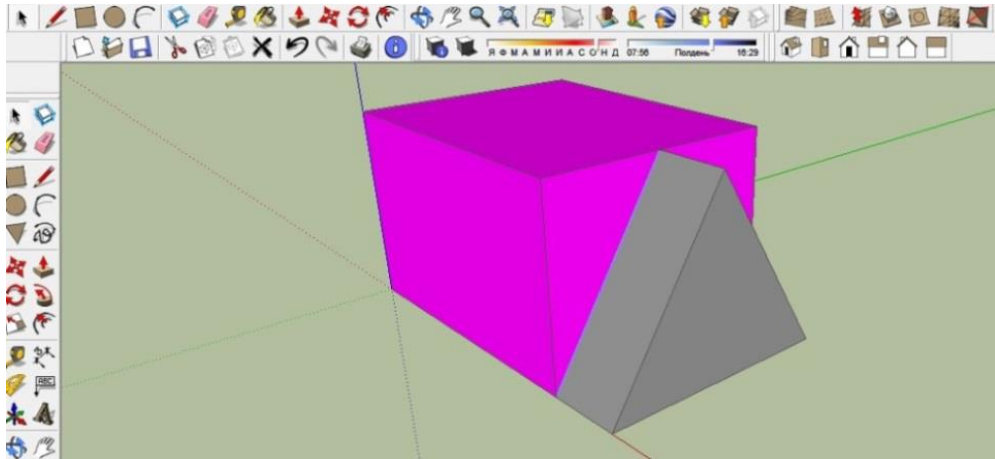
7. Редагування об'єктів. (Суть якого полягає у зміні існуючої геометрії (ребер і граней) та трансформації її за допомогою спеціальних інструментів. Для зручності роботи складні об'єкти зазвичай перетворюють на Групи або Компоненти.)



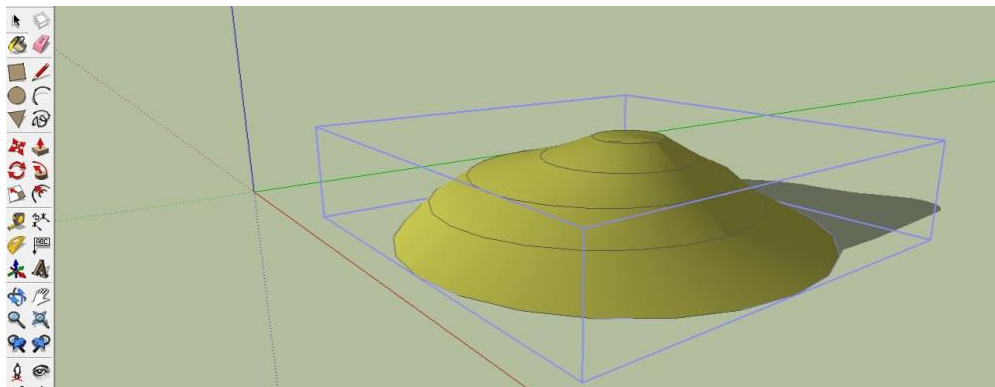
8. Інструменти контекстних меню та діалогових вікон. (Які не є іконками на панелі, а скоріше допоміжними інтерфейсами, які надають детальне управління та розширені команди для об'єктів і всієї моделі. Викликаються правою кнопкою миші на виділеному об'єкті (ребрі, грані, групі чи компоненті)).



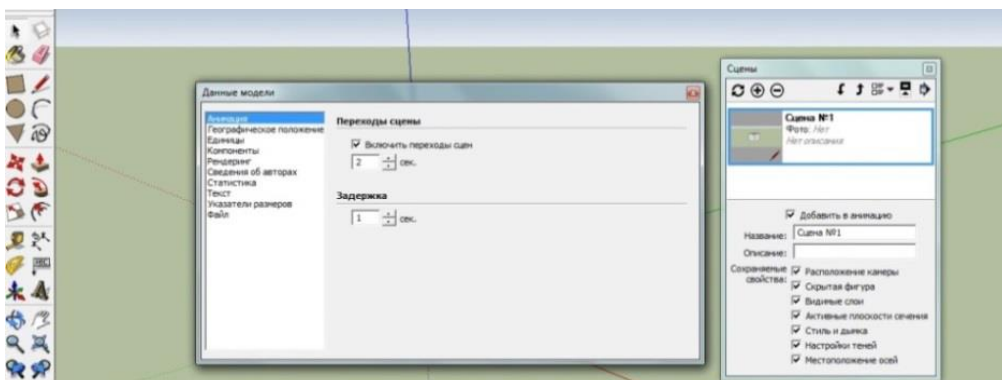
9. Основи моделювання в sketchup. Організація моделей. (Процес моделювання в SketchUp, який полягає у створенні тривимірної геометрії за допомогою 2D-елементів – ребер (ліній) та граней (площин) і організація моделі, що необхідна для контролю складності та зручності редагування.)



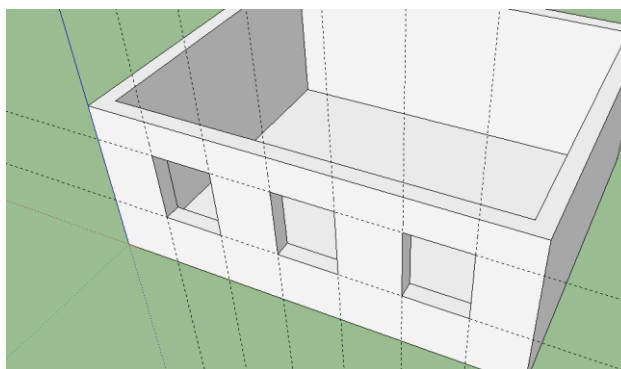
10. Інструменти «пісочниця». (Спеціалізований набір інструментів у SketchUp, розроблений для створення та редагування органічних, неортогональних, топографічних та складних криволінійних поверхонь (наприклад, ландшафтів, пагорбів, дюн, складок). Вони необхідні, коли звичайні інструменти моделювання (Line, Push/Pull) не можуть впоратися зі складними, плавними формами.)



11. Анімація в sketchup. (Процес створення послідовності кадрів, які показують рух камери навколо (або всередині) 3D-моделі, імітуючи віртуальну прогулянку або політ. Вона використовується для візуальної презентації проекту.)



12. Основи моделювання внутрішнього середовища. (Моделювання внутрішнього середовища (інтер'єрів) у SketchUp базується на тих самих принципах, що й зовнішнє моделювання, але з акцентом на деталі, точність розмірів та організацію простору.)



3.3. Приклади уроків креслення з використанням SketchUp

Урок 1

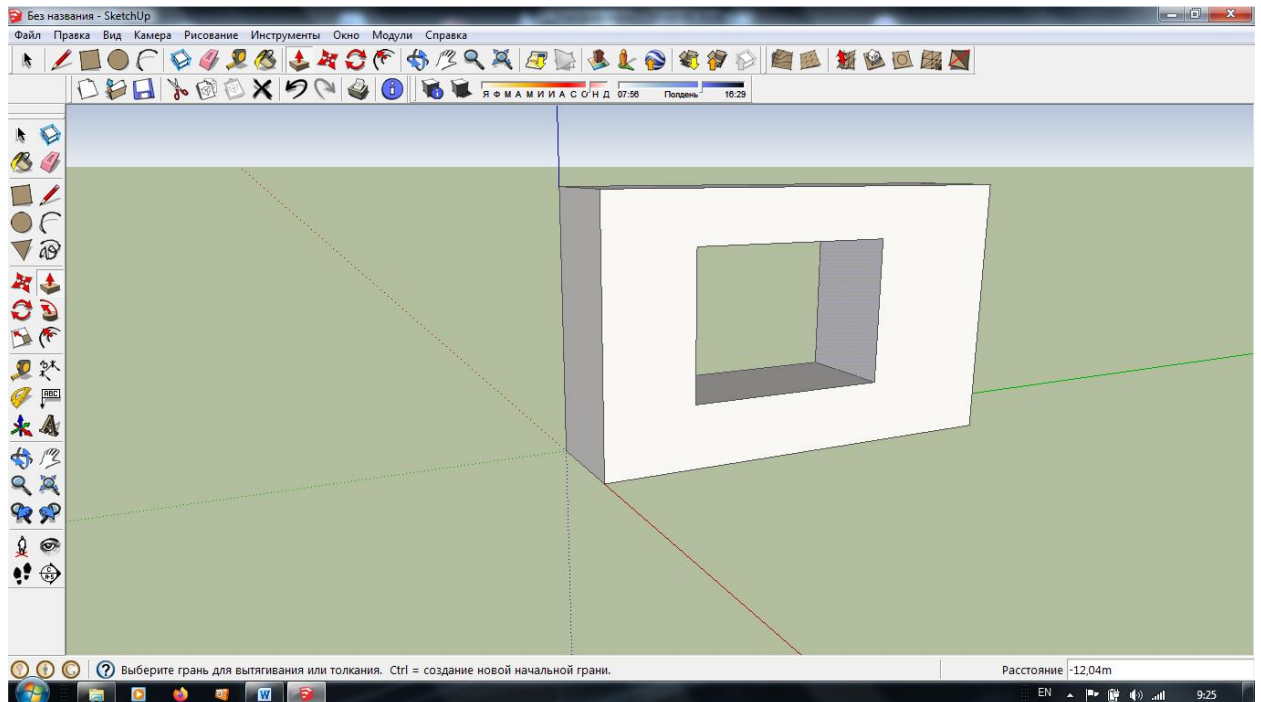
Тема: Побудова ортогональних проєкцій за 3D-моделлю

	Опис
Тема уроку	Створення ортогональних проєкцій (вид спереду, вид зверху, вид зліва) геометричного тіла.
Мета заняття	Навчити учнів формувати три проєкції об'єкта та його аксонометрію, використовуючи функціонал SketchUp.
Обладнання	Комп'ютери, SketchUp, креслярський папір (або САПР 2D).

Хід роботи:

1. Створення 3D-моделі (20 хв):

- Учні отримують завдання змодельовати просте несиметричне геометричне тіло, що складається з кількох поєднаних елементів (наприклад, призма з вирізом або циліндр з отвором).
- Використовуються інструменти: «Прямокутник», «Коло», «Push/Pull» (Витягнути/Виштовхнути).



2. Формування проєкцій (15 хв):

- Учні використовують функцію «Паралельна проєкція» (Parallel Projection) та «Стандартні види» (Standard Views) (Фронтальний, Верхній, Лівий) у SketchUp.
- Завдання: Створити три окремі сцени (Scenes), кожна з яких фіксує один з ортогональних видів моделі.

3. Оформлення та креслення (10 хв):

- На основі отриманих сцен учні роблять виміри та переносять їх на креслярський папір (або у 2D-редактор) у вигляді технічного креслення.
- Нанесення виносних та розмірних ліній вручну або у 2D-середовищі (для закріплення саме креслярських навичок).
- SketchUp надає можливість експортувати 2D-графіку (Export 2D Graphic), що може бути використано як основа для фінального креслення.

Очікуваний результат: Учень розуміє взаємозв'язок між тривимірною формою об'єкта та його плоскими проєкціями.

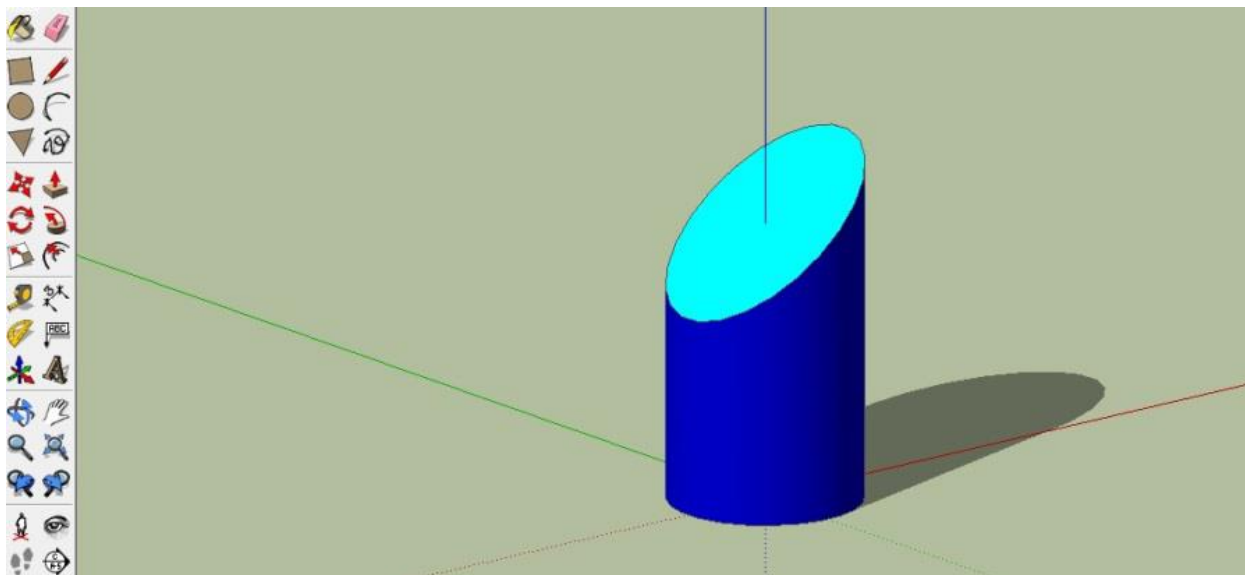
Урок 2

Тема: Перерізи та розрізи. Візуалізація внутрішньої будови

	Опис
Тема уроку	Побудова простих і складних розрізів об'єкта.
Мета заняття	Навчити учнів коректно застосовувати правила графічного зображення внутрішньої будови предмета та їх візуалізації.
Обладнання	Комп'ютери, SketchUp.

Хід роботи:

1. Моделювання деталі з внутрішніми порожнинами (20 хв):
 - Учні створюють 3D-модель деталі, яка має внутрішній елемент, прихований від зовнішнього огляду (наприклад, вал з прихованим шпонковим пазом або корпус з внутрішнім отвором).
 - Акцент: Модель має бути побудована точно за заданими розмірами.
2. Створення розрізу (15 хв):
 - Учні використовують інструмент «Переріз» (Section Plane) у SketchUp.
 - Завдання: Розмістити січну площину так, щоб вона пройшла через вісь симетрії деталі та повністю розкрила її внутрішню будову.
 - Візуалізація: Перегляд і аналіз отриманого розрізу, порівняння його з теоретичними правилами креслення (наприклад, виключення з розрізів).



3. Штрихування (10 хв):

- Учні обирають у налаштуваннях візуалізації «Показати заливку розрізу» (Display Section Fills) та обирають матеріал штрихування.
- Дискусія: Обговорення правил штрихування (кут нахилу, відстань між лініями) і як це відображається на 2D-кресленні.

Очікуваний результат: Учень отримує інтуїтивне розуміння, як січна площина формує зображення розрізу, що значно полегшує виконання штрихування на плоскому кресленні.

Урок 3

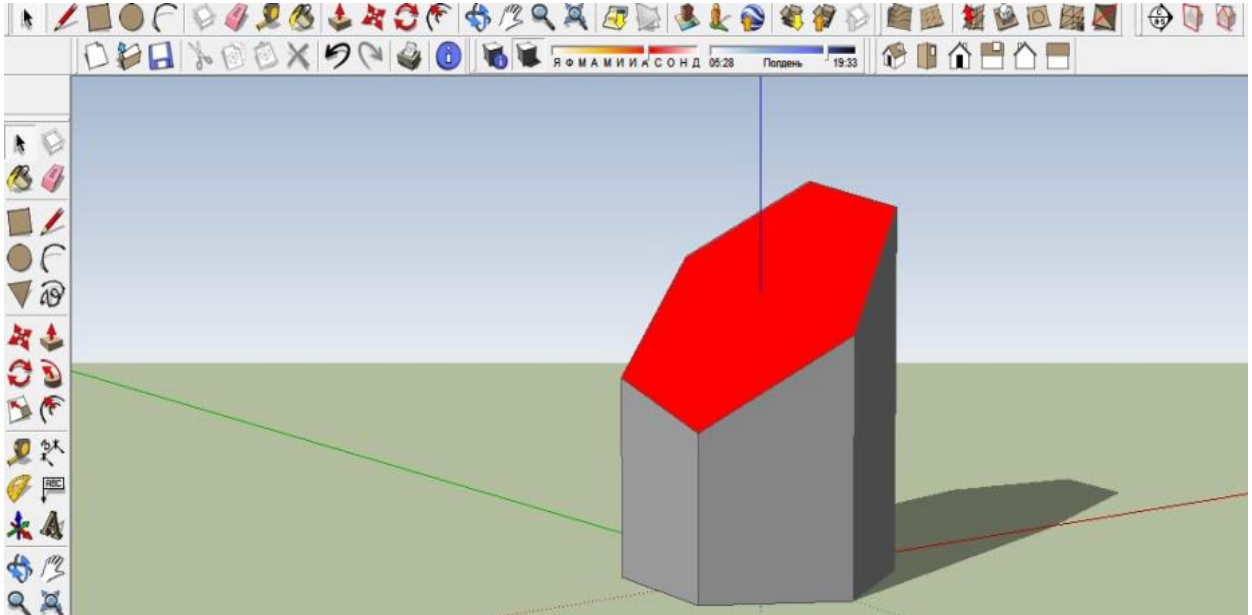
Темв: Розгортка поверхні та розрахунок матеріалів

	Опис
Тема уроку	Побудова розгорток геометричних тіл (призма, піраміда, циліндр, конус).
Мета заняття	Засвоїти метод розгортки складних поверхонь та визначити необхідну площу матеріалу для виготовлення об'єкта.
Обладнання	Комп'ютери, SketchUp, плагін для розгортки (за потреби).

Хід роботи:

1. Моделювання об'єкта для розгортки (15 хв):

- Учні моделюють об'єкт, що складається з плоских або простих кривих поверхонь (наприклад, чотирьохгранний зрізаний конус або похила призма).



2. Побудова розгортки (20 хв):

- Варіант А (Базовий – для плоских поверхонь): Розбирання моделі на окремі грані та їх позиціонування на одній площині (інструменти «Rotate» та «Move»).
- Варіант Б (Поглиблений – для кривих поверхонь): Використання спеціалізованого плагіна, наприклад «Flattery» або «Unfold Tool», які автоматично створюють розгортку.

3. Аналіз та розрахунок (10 хв):

- Учні вимірюють загальну площу отриманої розгортки.
- Завдання: Визначити мінімально необхідну площу матеріалу для виготовлення об'єкта.
- Порівняння: Порівняти отримані результати з класичними креслярськими методами (методом трикутників, способом нормальних перерізів).

Очікуваний результат: Учень розуміє, що таке розгортка, як вона формується з 3D-об'єкта, та отримує навички для практичного застосування креслення у виробництві.

ВИСНОВКИ

Виконана кваліфікаційна робота передбачала розробку методики застосування САПР SketchUp на уроках креслення і обґрунтування ефективності розробленої методики.

Відповідно до поставлених завдань було:

1. Проаналізовано психолого-педагогічну та науково-методичну літературу з проблеми використання систем автоматизованого проєктування в навчальному процесі сучасної школи. Визначено особливості й типи систем автоматизованого проєктування, досліджено освітній потенціал систем автоматизованого проєктування при вивченні креслення в сучасній школі, розглянуто суміжні технології (ЧПК та 3D-друк).

2. Визначені дидактичні можливості та потенціал програми SketchUp як засобу навчання креслення. Окреслено сфери застосування системи SketchUp. Розкрито систему SketchUp як інструмент навчання кресленню.

3. Розроблено теоретичні основи та зміст методики застосування SketchUp на уроках креслення. Розроблено зміст навчального посібника «Креслення в середовищі SketchUp». Наведено приклади уроків креслення з використанням SketchUp.

4. Розроблено навчальний посібник «Креслення в середовищі SketchUp».

Таким чином, за результатами дослідження можна зробити висновок що, система SketchUp є ідеальним педагогічним інструментом, що доповнює традиційне навчання кресленню, виступаючи наочним симулятором, і потужним візуально-методичний засобом, який глибоко вкорінює основи креслення, розвиваючи необхідні інженерні компетенції.

Результати дослідження (розроблена нами методика і навчальний посібник «Креслення в середовищі SketchUp») можуть бути використані для підвищення ефективності та якості навчання на уроках креслення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вакуленко І. В. Управління самостійною роботою студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. Київ. 2016. Вип. 18 (25). С. 50–64.
2. Воронков О.І., Єфремов А.А. Сучасні технології проектування та дослідження ДВЗ (САПР). Частина 1. Теоретичні основи САПР: Конспект лекцій. Харків: ХНАДУ, 2007. 173 с.
3. Глебін О. Д., Попова О. О. САПР AutoCAD та Google SketchUp у роботі архітектора: навч. посіб. Київ: КНУБА, 2017. 203 с.
4. Глушко Ю. Ю. Креслення: Навчальний посібник. Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2019 рік. 108 с.
5. Закон України «Про Національну програму інформатизації. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 1998, № 27-28, ст. 182 Із змінами, внесеними згідно із Законами №2289-VI від 01.06.2010. ВВР, 2010. № 33. Ст. 471.
6. Закон України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки» від 9 січня 2007 року № 537-V.
7. Кабак В. В. Модель підготовки майбутніх інженерів-педагогів технічного університету до професійної діяльності засобами комп'ютерних технологій. *Нова педагогічна думка: Науково-методичний журнал*. 2013. № 3 (75). С. 63–66.
8. Кадемія М. Ю., Козяр М. М. Інформаційно-комунікаційні технології в професійній освіті. Львів, 2012. 506 с.
9. Ключко О. В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в аграрній освіті. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вип. 44. Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2016. С. 334–338

10. Ковальчук Н. В. Моделювання архітектурних об'єктів в SketchUp: навч. посіб. Київ: НУБіП України, 2019. 160 с.
11. Креслення в школі програма 10-11 клас [Електронний ресурс]. Міністерство освіти і науки України. Київ: МОН України, 2019. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/navchalni-programi-kursiv-za-viborom-fakultativiv/2020/06/Kreslennya%20v%20shkoli%20prohrama%2010-11%20klas.docx> (дата звернення: 01.10.2025)
12. Лещук С. О. Навчально-інформаційне середовище як засіб організації пізнавальної діяльності учнів. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовні системи навчання: До 170-річного ювілею*. Київ: НПУ, 2004. С. 305–313.
13. Мелентьев О.Б. Методика впровадження систем автоматизованого проектування у навчальний процес: навчальний посібник Умань: «АЛІМІ», 2018.155 с.
14. Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник для студ. вищих навч. закл. / За ред. В. Є. Михайленка. Вид. 3-є. К.: Каравела, 2004. 344 с.
15. Наумчук О. М. Основи систем автоматизованого проектування. Рівне: НУВГП, 2008. 136с.
16. Нищак І. Д. Інформаційні технології як засіб розвитку технічного мислення (методика використання на заняттях з креслення): навч.-метод. пос. для вищих пед. навч. закл. Дрогобич : РВВ ДДПУ ім. І. Франка, 2008. 108 с.
17. Петрицин І. О. Застосування комп'ютерного моделювання у процесі електротехнічної підготовки майбутнього вчителя технологій / *Молодь і ринок*. 2017. № 1. С. 60–64.
18. Переяславський О. М., Моторна О.О. Системи автоматизованого проектування: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, вивченню та самостійній роботі з архітектурнобудівельною системою автоматизованого проектування SketchUp. Вінниця ВНАУ, 2020. 61 с.

19. Райковська Г.О., Соловійов А.В. Особливості використання САЕ-систем у навчальному процесі майбутніх бакалаврів з механічної інженерії. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2017. Випуск 2 (41). С.216–218.
20. Самостян В. Р., Пустюльга С. І. Комп'ютерна інженерна графіка в SketchUP: навч. посіб. Луцьк: Вежа, 2021. 260 с.
21. Сахаров О.С., Щербина В.Ю., Гондляр О.В., Сівецький В.І. САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання хімічної промисловості: Навч. посіб. К.: ТОВ «Поліграф Консалтинг», 2006. 156с.
22. Сидоренко В. К. Проектна культура в структурі професійно-педагогічної підготовки вчителя. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету*. Чернігів: ЧДПУ, 2010. Вип. 80. С. 23–29.
23. Створення 3D-об'єктів у SketchUp – Посібник для початківців. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.tutkit.com/uk/tekstovi-uroki/16518-stvorennia-3d-obektiv-u-sketchup-posibnik-dla-pocatktivciv> (дата звернення: 01.10.2025)
24. Саєнко С. Ю. Основи САПР: навчальний посібник. [Електронний ресурс]. Х.: ХДУХТ, 2017. Режим доступу: <https://vasylkiv-litsei.com.ua/media/library/book/1614070377.330367.pdf> (дата звернення: 01.10.2025)
25. Системи автоматизованого проєктування: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп'ютерноінтегровані системи та технології в приладобудуванні» автори: К.С. Барандич, О.О. Подолян, М.М. Гладський. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45614/1/SAPR_KL.pdf (дата звернення: 01.10.2025)

26. Тимченко А. А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та системного проектування складних об'єктів: Підручник /за ред.. В.І.Бикова. 2-ге вид. К.: Либідь, 2003. 272 с.
27. Чайка М. В., Семенова К. М. Комп'ютерна інженерна графіка: метод. вказівки до викон. лаб. робіт з використ. програм. продукту SketchUp. Суми: СНАУ, 2021. 50 с.
28. Шапошніков О. Б., Шляпін С. А., Блажко А. А. Основи тривимірного моделювання в SketchUp: навч.-метод. посіб. Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2016. 105 с.
29. Шашкевич О. С. Творчий підхід при викладанні курсу «Інженерна графіка». *Проблеми інженерно-педагогічної освіти: Збірник наукових праць*. Харків, 2014. Вип. 42-43. С. 300–304.
30. Шишкіна М. П. Тенденції розвитку та використання інформаційних технологій у контексті формування освітнього середовища. *Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору: зб. наукових праць*. Київ: Атіка, 2004. С. 81–88.
31. Шпагін В.Ф. Комп'ютерні технології в ландшафтній архітектурі: підручник. К: Логос, 2018. 237 с.
32. Brightman M. The SketchUp Workflow for Architecture: Modeling, Layout, and Presentation for Design. Wiley, 2018
33. Chopra A., Huehls, R. SketchUp For Dummies (3rd ed.). Wiley, 2023
34. Schreyer A. Architectural Design with SketchUp: 3D Modeling, Extensions, BIM, Rendering, Making, and Scripting (2nd ed.). Wiley, 2016

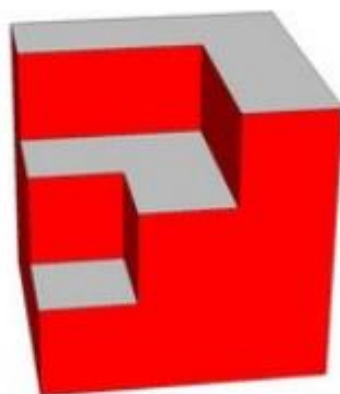
ДОДАТКИ

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Криворізький державний педагогічний університет
Кафедра технологічної та професійної освіти

КОЖЕДУБ ВІТАЛІЙ ЮРІЙОВИЧ
ЦИСЬ ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Креслення в середовищі SketchUP



НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Кривий Ріг – 2025