

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка**

**Фізико-математичний факультет
Кафедра інформатики та методики її навчання**

Кваліфікаційна робота

**МЕТОДИКА НАВЧАННЯ УЧНІВ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ НА
ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ФОТОГРАФІЙ У КУРСІ ІНФОРМАТИКИ**

Спеціальність Середня освіта (Інформатика)

Освітня програма «Інформатика, математика, STEM-освіта»

**Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти
Панас Віктора Юрійовича**

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат біологічних наук, доцент
Шмигер Галина Петрівна**

**РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних
технологій Тернопільського
національного педагогічного
університету ім. В. Гнатюка,
Ящик Олександр Богданович**

Тернопіль – 2025

АНОТАЦІЯ

Панас В. Ю. Методика навчання учнів створення 3D-моделей на основі цифрових фотографій у курсі інформатики. Кваліфікаційну робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю Середня освіта (Інформатика). Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль, 2025.

Магістерську роботу присвячено проблемі впровадження технологій 3D-моделювання та фотограмметрії в освітній процес закладів загальної середньої освіти. Дослідження спрямоване на розвиток цифрових та інженерних компетентностей учнів через інтеграцію інструментів створення тривимірних об'єктів на основі реальних фотографій, що відповідає концепції STEAM-освіти. У роботі проаналізовано сучасний стан викладання 3D-графіки в школі, здійснено порівняльний аналіз програмного забезпечення (Tinkercad, Blender, CrazyTalk Pipeline, DAZ Studio, FaceGen Artist Pro) та розроблено методику навчання, яка включає алгоритми створення та анімування 3D-персонажів. Особливу увагу приділено методам «оживлення» статичних зображень за допомогою технологій морфінгу та ліпсінку. Експериментальна перевірка підтвердила ефективність запропонованої методики, зафіксувавши підвищення мотивації учнів та покращення їхнього просторового мислення.

Ключові слова: 3D-моделювання, методика навчання інформатики, фотограмметрія, Tinkercad, Blender, DAZ Studio, CrazyTalk, анімація, STEAM-освіта.

ANNOTATION

Panas V. Y. Methodology of teaching students to create 3D models based on digital photographs in a computer science course. Master's qualification thesis in specialty Secondary Education (Computer Science). Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ternopil, 2025.

The master's thesis addresses the implementation of 3D modeling and photogrammetry technologies into the educational process of general secondary education institutions. The study aims to develop students' digital and engineering competencies by integrating tools for creating three-dimensional objects based on real photographs, aligning with the STEAM education concept. The paper analyzes the current state of teaching 3D graphics in schools, provides a comparative analysis of software (Tinkercad, Blender, CrazyTalk Pipeline, DAZ Studio, FaceGen Artist Pro), and develops a teaching methodology featuring algorithms for creating and animating 3D characters. Special focus is given to "bringing to life" static images using morphing and lip-sync technologies. Experimental verification confirmed the methodology's effectiveness, showing increased student motivation and improved spatial thinking skills.

Keywords: 3D modeling, computer science teaching methodology, photogrammetry, Tinkercad, Blender, DAZ Studio, CrazyTalk, animation, STEAM education.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ УЧНІВ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ У КУРСІ ІНФОРМАТИКИ.....	7
1.1. Розвиток технологій 3D- моделювання та їх роль в сучасній освіті	7
1.2. Характеристика поняття 3D-моделювання та його види	8
1.3 Особливості процесу створення моделей персонажів	10
1.4. Психолого-педагогічні основи формування в учнів навичок 3D моделювання.	13
Висновок до розділу 1.....	16
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ УЧНІВ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ФОТОГРАФІЙ.....	17
2.1 Аналіз навчальних програм з інформатики щодо можливостей упровадження 3D-моделювання.....	17
2.2 Алгоритм створення 3D моделей на основі цифрових фотографій з використанням сучасних цифрових засобів (наприклад Tinkercad, DAZ Studio, CrazyTalk, Blender).....	22
2.3. Розробка та анімування 3D-персонажів на основі фотографій у середовищах CrazyTalk Pipeline та DAZ Studio.....	25
2.4. Приклади уроків і завдань для навчання учнів 3D-моделювання на основі цифрових фотографій	37
2.5. Експериментальне дослідження ефективності запропонованої методики навчання.....	57
Висновок до розділу 2.....	63
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним упровадженням цифрових технологій, які трансформують зміст і форми навчальної діяльності учнів. Одним із напрямів цифровізації, що набуває особливого поширення у науці, промисловості, дизайні та медіавиробництві, є технології 3D-моделювання. Вони забезпечують можливість створення об'єктів, візуалізацій та середовищ, що максимально наближені до реальних, сприяють розвитку просторового мислення, інженерних компетентностей та креативності здобувачів освіти. У світлі оновлення змісту Нової української школи та формування в учнів технічних і технологічних компетентностей особливого значення набуває опанування базових умінь зі створення тривимірних моделей.

Одним із сучасних і доступних для шкільної освіти напрямів є створення 3D-моделей на основі цифрових фотографій, що відповідає концепції STEAM-освіти, оскільки поєднує інформатику, технології, мистецтво та інженерію. Використання фотографій як основи для побудови тривимірних моделей істотно спрощує процес моделювання для учнів, робить його наочним, мотивувальним і таким, що спирається на реальні об'єкти довкілля. Це відкриває можливості для вивчення цифрової графіки, основ візуалізації, обробки зображень та моделювання через практичні завдання, що підвищують зацікавленість та залученість школярів.

Незважаючи на значний потенціал фотограмметрії та технологій реконструкції об'єктів за зображеннями, у шкільній практиці їх застосування залишається обмеженим. У навчальних програмах інформатики увага до 3D-моделювання носить фрагментарний характер, а методичні рекомендації щодо навчання учнів створення тривимірних моделей на основі фотографій практично відсутні. Учителі часто не мають чітких методичних інструкцій, відпрацьованого алгоритму та доступних навчальних матеріалів, що ускладнює впровадження цього змісту в освітній процес. Це створює суперечність між потребою формувати в учнів сучасні цифрові компетентності та недостатнім методичним забезпеченням такого процесу.

У цьому контексті актуальним є розроблення науково обґрунтованої та педагогічно доцільної методики навчання учнів створення 3D-моделей на основі цифрових фотографій із використанням доступних цифрових інструментів (Tinkercad, Blender, DAZ Studio та ін.). Реалізація такої методики сприятиме одержанню практичних результатів навчання, розвитку візуально-просторового та алгоритмічного мислення, а також формуванню ключових цифрових компетентностей, визначених Державним стандартом базової середньої освіти [6].

Мета дослідження

Розробити та експериментально перевірити методику навчання учнів створення 3D-моделей на основі цифрових фотографій у курсі інформатики в умовах шкільної освіти.

Завдання дослідження

1. Проаналізувати теоретичні та психолого-педагогічні основи навчання 3D-моделювання в шкільному курсі інформатики.
2. Дослідити можливості використання цифрових фотографій для створення 3D-моделей та охарактеризувати відповідні цифрові засоби.
3. Провести аналіз програмного забезпечення для створення 3D-моделей і визначити його доцільність для використання в навчанні.
4. Розробити методику навчання учнів створення 3D-моделей на основі цифрових фотографій та підготувати приклади уроків і практичних завдань.
5. Експериментально перевірити ефективність запропонованої методики та проаналізувати результати педагогічного експерименту.

Об'єкт дослідження

Процес навчання учнів створення 3D-моделей у курсі інформатики.

Предмет дослідження

Методика навчання учнів створення 3D-моделей на основі цифрових фотографій із використанням сучасних цифрових засобів.

До методів дослідження відносяться такі як спостереження, опис, узагальнення, пояснення, класифікація, експеримент.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці системи практичних завдань, що відповідають віковим особливостям учнів та можливості використання розроблених методичних матеріалів (планів-конспектів уроків) учителями інформатики та розробці 3D-персонажів у середовищах CrazyTalk Pipeline та DAZ Studio. Результати дослідження можна використовувати для розробки навчально-методичних комплексів дисциплін, які передбачають створення 3D-персонажів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ УЧНІВ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ У КУРСІ ІНФОРМАТИКИ

1.1. Розвиток технологій 3D- моделювання та їх роль в сучасній освіті

Еволюцію 3D-моделювання можна умовно поділити на три великі етапи:

Етап 1 «*Інженерний*» (1960-ті – 1980-ті)

3D-моделювання зародилося не для розваг, а для серйозних інженерних та промислових завдань. Перші системи CAD (Computer-Aided Design або Системи Автоматизованого Проектування) були неймовірно дорогими. Їх використовували великі автомобільні (як-от Renault), авіаційні та оборонні компанії. Їм потрібно було проєктувати складні деталі (наприклад, кузов авто чи крило літака) ще до того, як створювати дорогі фізичні прототипи. Це були складні системи, що працювали на мейнфреймах (величезних комп'ютерах) і були доступні лише вузькому колу високооплачуваних фахівців.

Етап 2 «*Кінематографічний*» (1990-ті – 2000-ні)

На цьому етапі персональні комп'ютери стали набагато потужнішими. Це дало поштовх індустрії розваг. Зокрема, Голлівуд почав активно використовувати CGI (Computer-Generated Imagery). Такі фільми, як «Парк Юрського періоду» (1993) та «Історія іграшок» (1995), показали, що 3D-графіка може створювати фотореалістичних динозаврів або цілі мультфільми. Ігри перейшли з 2D у 3D (згадайте такі хіти, як *Doom* або *Tomb Raider*). Програмне забезпечення стало більш «художнім» (з'явилися інструменти для анімації, текстуровання), але все ще залишалося дорогим і складним для опанування.

Етап 3 «*Демократизація*» (2010-ті – наш час)

Коли люди отримали можливість не просто *бачити* модель на екрані, а *тримати* її в руках, 3D-моделювання отримало новий сенс. З'явилося багато безкоштовного та простого у використанні програмного забезпечення (наприклад, Blender, Tinkercad, SketchUp), що згодом почало використовуватися в школі.[22]

Технології 3D-моделювання розвиваються, інтегруючись в освіту для підвищення ефективності навчання, його наочності та практичної спрямованості. Вони дозволяють краще візуалізувати та розуміти складні теми, трансформуючи теоретичні знання в практичний досвід через створення реальних об'єктів за допомогою 3D-друку та моделювання, що підвищує мотивацію учнів і формує необхідні сучасні навички. Розглянемо як 3D моделювання впливає на освіту по перше покращує розуміння та мотивацію. Візуалізація складних понять робить навчання більш доступним і цікавим. 3D-моделі та доповнена реальність перетворюють рутинний процес на інноваційний, підвищуючи мотивацію до навчання. Учні краще засвоюють матеріал завдяки практичному досвіду, а не лише теоретичному вивченню. По друге розвиває практичні навички. Створення 3D-моделей розвиває просторове мислення та навички моделювання. 3D-друк дозволяє учням втілювати ідеї в реальні об'єкти, надаючи їм практичного досвіду. Створення моделей клітин, вірусів, органів або складних хімічних сполук для кращого розуміння їхньої структури. Учні можуть проєктувати, друкувати та тестувати власні прототипи — від деталей для роботів до моделей мостів, перевіряючи їх на міцність. Візуалізація складних геометричних фігур, графіків функцій у трьох вимірах, що допомагає зрозуміти поняття об'єму та площі. По третє підвищує ефективність навчального процесу. Застосування 3D-технологій допомагає систематизувати знання та засвоювати більший обсяг інформації. Використання 3D-технологій дає змогу вчителям створювати високоякісні навчальні матеріали, заощаджуючи час. Технології допомагають підвищити доступність і якість освіти, дозволяючи створювати фізичні моделі. І останнє готує до майбутньої кар'єри. Знайомство з 3D-технологіями в школі дає учням перевагу при виборі майбутньої професії. Це сприяє розвитку навичок, необхідних для роботи в сучасних професіях, пов'язаних з 3D-графікою.

1.2. Характеристика поняття 3D-моделювання та його види

3D-модельовання – це процес створення тривимірних зображень об’єкта або поверхні. 3D-моделі створюються за допомогою різного комп’ютерного програмного забезпечення [6]. У свою чергу, – це спосіб створення тривимірних об’єктів, який можна використовувати для широкого спектру галузей промисловості та програм для візуалізації, модельовання, анімації чи виробництва.

Також, часто зазначають, що 3D-модельовання – це створення об’ємних тривимірних об’єктів у спеціальних комп’ютерних програмах [7].

Основними цілями модельовання є:

- зрозуміти сутність досліджуваного об’єкта;
- навчитися управляти об’єктом і визначати найкращі способи управління;
- прогнозувати прямі або непрямі наслідки;
- вирішувати прикладні завдання [7].

Для того щоб створити 3D-моделі об’єкта потрібно пройти через такі етапи

– створення моделей з урахуванням необхідних показників, наявних креслень. У завданні вказуються технічні дані використовувані техніки, матеріали, розмір;

– створення 3D-об’єкта з зазначеними характеристиками. Для цього використовуються професійні програми - SolidWorks, 3DS MAX, Cinema 4D;

– розробка реалістичної моделі, на даному етапі додаються текстури, відбувається обробка з використанням растрових технологій. Далі відбувається підбір світла, вид джерел освітлення, глибина тіней. Вибирається точка спостереження, залежно від типажу об’єкта, для окремих типів підходить вид з висоти зростання людини, для інших висоти пташиного польоту;

– рендеринг (розробка реалістичного зображення). При обробці в програмі додаються відблиски, відсвічування та інше. Створення чіткої презентації в форматі відео;

– якщо потрібно, можна надрукувати пластиковий об’єкт 3D-принтера [9].

Існують такі популярні види тривимірного моделювання:

- полігональне;
- параметричне;
- сплайнове;
- Non-UniformRational B-Spline;
- 3D-скульптинг;
- фотограмметрія [10].

1.3 Особливості процесу створення моделей персонажів

З нашого досвіду моделювання відеоігор насправді суттєво відрізняється від моделювання для інших цілей, наприклад фільмів.

Ресурси, створені для ігрової сцени рухатимуться та поводитимуться певним чином під час гри. Програмісти та художники, незважаючи на те, що вони дуже різні за своїми обов'язками, мають працювати разом, щоб зрозуміти потреби один одного, щоб моделі могли виглядати та поводитися відповідно до того, що відбувається з ними в грі, оскільки у грі дії персонажів контролює гравець.

Одним із головних факторів, які привертають увагу користувачів у грі, є те, як її персонажі взаємодіють, виглядають і функціонують. Це залучає користувачів і робить їхній ігровий досвід першокласним. Тому, щоб більше користувачів використовували відеогру, потрібно вибрати 3D-ефект, який робить персонажів об'ємними, реалістичними та ближчими до користувачів [5].

Популярність 3D зростає з кожним днем, а ігрова індустрія є основним елементом цієї популярності. Global Market Insights стверджує, що розмір ринку 3D-рендерінгу в 2019 році перевищував 2 мільярди доларів, а до 2026 року він зросте більш ніж на 20%. Таким чином, це потенційна технологія, а 3D-моделювання персонажів є її важливою частиною [12].

Основна ціль при створенні відеоігор – це можливість оптимізувати ігри під якомога більшу кількість операційних систем та персональних комп'ютерів різної потужності. У налаштуваннях зазвичай можна вибрати різну якість

графіки та окремих параметрів, а також роздільну здатність монітору. Усе це можливо завдяки тому, що при моделюванні створюється декілька варіацій однієї моделі із різною деталізацією.

Тривимірне моделювання персонажу – це техніка графічного дизайну, яка створює тривимірне цифрове зображення поверхні або об'єкта. Художники використовують спеціальне програмне забезпечення, починають із простої форми та поступово збагачують її деталями.

Створення 3D-персонажів починається з простих кроків і поступово просувається до ускладнення. 3D-моделі з високою деталізацією виглядають як примітивні форми, такі як куб або сфера, і вони є основним елементом для створення моделі. Художники використовують цю фігуру та спеціальні цифрові інструменти, щоб надати їй бажаної форми та контурів [12].

Крім того, їм потрібно виконати різні складні етапи, щоб отримати гнучку та переконливу фігуру.

Етапи розробки 3D-персонажа:

- дизайн концепції персонажа;
- моделювання;
- анімація.

Концепт-арт персонажа – це розробка цілої концепції та стилю персонажа з нуля. Щоб побудувати концепцію дизайну персонажа, потрібно втілити ідею, яка відображає суть особистості персонажа, включаючи його зовнішність, відмінні риси, походження, поведінку, звички та багато іншого [13].

Розробка концепт-арту персонажів починається з пошуку джерел натхнення для персонажів, генерації ідей, дослідження та розробки персонажів. Щоб розробити концепцію персонажа потрібно почати з підготовки дошки настрою, потім створити кілька ескізів, які включають силует і основні риси обличчя та тіла майбутнього персонажа. Коли персонаж має дизайн, то робота продовжується над кольорами та створенням решти концепції.

На даному етапі також визначаються основа для наступних кроків, таких як різні ракурси та аркуші руху, щоб при анімуванні вловити тему й особистість

персонажа. Після цього персонажа моделюють у 3D, фальсифікують та анімують [14].

Моделювання включає

- блокування на даному кроці блокується основна форма тіла та обличчя майбутньої 3D-моделі персонажа, його скелет і м'язовий каркас. Для цього потрібно володіти хоча б елементарними знаннями про анатомію людини. Розуміння загальної гармонії та пропорцій є важливим, як для реалістичних, так і для стилізованих персонажів. Навіть гіпертрофовані форми стилізованих персонажів потребують, щоб усі частини тіла добре виглядали разом і створювали бажане загальне враження [2];

- ліплення являє собою техніку, за допомогою якої створюється 3D-персонаж за допомогою цифрового матеріалу, схожого на натуральну глину. Цей етап є життєво необхідним для створення реалістичних, гіперреалістичних і стилізованих 3D-персонажів. Це також найцікавіший етап у всьому процесі створення персонажа. Скульптура дозволяє художнику досягти неймовірного рівня деталізації персонажів, вставляючи деталі в сітки, які інакше було б важко або неможливо створити за допомогою традиційних методів 3D-моделювання [2];

- ретопологія належна 3D-модель потребує хорошої ретопології - багатокутники мають бути організовані та вирівняні правильно й логічно, щоб забезпечити хорошу роботу майбутньої анімації. Ретопологія також має на меті перетворити модель High Poly на модель з оптимальною кількістю полігонів або іншими словами, це зменшення багатокутників у моделі [2];

- розгортання та запікання після того, як виконано всі попередні кроки, потрібно розгорнути UV та запекти модель персонажа [2];
- текстурування на цьому етапі застосовується колір і атрибути поверхні до моделі персонажа [2].

Мета створити 3D-модель персонажа, яка відповідатиме його концепції чи прототипу реального світу в кожній деталі, як-от колір волосся, деякі недоліки, шрами на обличчі чи тілі, одяг та інші унікальні атрибути. Загальне правильне

відображення персонажа та мікродеталей, як-от взаємодія моделі зі світлом, є ключовим фактором реалістичності та привабливості.

Анімація - це останній крок у процесі створення персонажа. Тут 3D-модель персонажа оживає - отримує міміку та рухи тіла. Кожен рух має відображати індивідуальність персонажа, бути природним і реалістичним і викликати певні емоції у гравця, від радості та сміху до співчуття. Всього цього можна досягти завдяки якісній анімації персонажів [16].

Основа майбутньої анімації закладається на етапі, коли персонаж отримує кісткову структуру, яка визначає можливий діапазон рухів. Щоб створити правильний сценарій і задати необхідні параметри руху в програмі, потрібно знати принципи руху людини, двоногих істот, тварин, міміку в різних настроях, і, нарешті, добре знати фізику. Дуже часто після імпортування даних захоплення руху доводиться виправляти ключові кадри, щоб досягти досконалості у виразі обличчя персонажа або механіці тіла [16].

Отже, як ми бачимо, все починається з легких ескізів і закінчується складною деталізацією.

У процесі 3D-моделювання створюється цифровий об'єкт, який можна анімувати. Це важлива процедура для спеціальних ефектів і анімації персонажів адже можна використовувати 3D-моделі для різних засобів, таких як техніка, відеоігри, комерційні оголошення, ілюстрації, архітектура та фільми.

Створення 3D моделі вимагає терпіння. Потрібно точно поставити вертикалі, щоб правильно окреслити модель. Багатокутники складають зовнішню частину сітки, що дозволяє розділити її на менші фігури, щоб отримати більше деталей.

Різні інструменти прискорюють процес моделювання. Багато програм включають метод дзеркального відображення, який допомагає створювати симетричну модель, працюючи над половиною чи чвертю об'єкта [2].

1.4. Психолого-педагогічні основи формування в учнів навичок 3D моделювання.

Досить часто педагоги зустрічаються з проблемою неуважності, незацікавленості дітей на уроці. Одним із способів боротьби з даною проблемою є можливість використання сучасних 3D технологій в системі освіти. Поняття 3D вже знайоме навіть молодшим школярам, зараз кожен хоча б кілька разів бував в кінотеатрі на перегляді фільму в форматі 3D. Використання 3D-технологій на уроках, сприяє розвитку у дітей просторового мислення. *Просторове мислення* – це специфічний вид розумової діяльності людини, необхідний при вирішенні завдань, що вимагають швидкої орієнтації в реальному або уявному просторі. З просторовим мисленням тісно пов'язане абстрактне мислення.

3D-редактор дає можливість дитині проявити свою творчість, а потім провести якісний аналіз та оцінку створеної моделі разом з педагогом.

Завдання, створені в 3D редакторах допоможуть розвивати креативні навички і зацікавлять школярів складнішими аспектами 3D-моделювання. Якщо вчитель має доступ до новітніх технологій, таких як доповнена реальність або голограми, ці теми також можна інтегрувати у навчальний план, що зробить змістове наповнення предмету більш сучасним і цікавішим для учнів, які прагнуть розвиватися у сфері новітніх інформаційних технологій. [16].

Проектно-орієнтоване навчання (Project-Based Learning, PBL) є ідеальною методологічною основою для вивчення 3D-графіки, оскільки воно перетворює абстрактний процес вивчення інструментів на мотивоване вирішення конкретної, значущої проблеми. Замість того, щоб вчитель казав: «Сьогодні ми вивчаємо інструмент «Extrude» (Видавлювання), він каже: «Наша мета — змодельовати стілець. Подивіться на його ніжку. Як нам "витягнути" її з простого квадрата?». Учень вивчає інструмент не заради інструменту, а заради досягнення мети.

Розглянемо на прикладі проекту «Створення (моделі) для гри» (наприклад скриня зі скарбами).

Етап 1 «Ключове питання»

Вчитель оголошує проєкт, ставлячи відкриту, мотивуючу проблему.

Приклад. Вчитель показує скріншот з популярної гри (напр., Minecraft або The Legend of Zelda) і каже: «Кожна гра наповнена тисячами об'єктів, які створюють 3D-художники. Наше "ключове питання": Як ми можемо створити унікальну скриню зі скарбами, яка б розповідала власну історію і була готова до імпорту в ігровий рушій?»

Етап 2: Планування та дослідження

Учні не кидаються одразу моделювати. Вони планують. Учні шукають в інтернеті референси (фото та малюнки) старих скринь. Які вони бувають? З дерева? З металевими оковками? Роблять прості ескізи (малюнки на папері) своєї ідеї. Розбивають складну модель на прості частини: «скриня — це прямокутник (корпус), півциліндр (кришка) і кілька тонких смужок (оковка)».

Етап 3: «Навчання за вимогою» та ітерація

На цьому етапі учні починають моделювати (напр., у Blender) і стикаються з проблемами. Вони самі формулюють запит на знання.

Учень: «Я зробив корпус, але як мені додати товщину стінкам?»

Вчитель: «Для цього існує інструмент «Solidify» (Потовщення). Давайте подивимось, як він працює».

Учень: «Я хочу зробити металеві смуги, але не хочу моделювати кожну окремо».

Вчитель: «Чудове питання. Можна використати модифікатор «Array» (Масив), щоб скопіювати одну смугу багато разів».

Учні постійно покращують модель. Перша версія завжди проста. Вони додають деталі (фаски, подряпини), покращують пропорції.

Етап 4: Критика та зворотний зв'язок

Учні презентують свої незавершені роботи класу та приймають до уваги пропозиції та доповнення до моделі.

Етап 5: Публічний продукт

Фінальний результат проекту демонструється аудиторії. Це робить роботу значущою. Модель роздруковується на 3D-принтері. Модель завантажується на сервіс Sketchfab, де її можна обертати у браузері. Модель імпортується у простий ігровий рушій (напр., Unity або Godot), щоб показати, як вона «живе» у сцені.

Переваги PBL для 3D-графіки

1. Інструменти вивчаються як засоби вирішення проблеми. Це гарантує краще розуміння.
2. Учні вчаться плануванню, критичному мисленню та комунікації (презентація роботи).
3. Учень перестає бути "оператором програми Blender". Він починає мислити як дизайнер. Бажання втілити власну ідею (свого робота, свій меч, свій будинок) мотивує значно сильніше, ніж завдання «повтори за вчителем».

Висновок до розділу 1

У першому розділі було досліджено теоретичні основи впровадження 3D-моделювання в освітній процес. Встановлено, що еволюція тривимірних технологій пройшла шлях від дорогих інженерних систем до «демократизації», що зробило їх доступними для масового використання в школах завдяки безкоштовному програмному забезпеченню, такому як Tinkercad та Blender.

Визначено, що 3D-моделювання є потужним інструментом STEAM-освіти, який сприяє розвитку просторового й абстрактного мислення, підвищує мотивацію учнів та готує їх до майбутньої професійної діяльності. Аналіз процесу створення 3D-персонажів показав, що це складний багатоетапний процес, який охоплює дизайн концепції, моделювання (блокування, ліплення, ретопологію) та анімацію. Психолого-педагогічне обґрунтування підтвердило, що найбільш ефективною методичною основою для вивчення цієї теми є проєктно-орієнтоване навчання (PBL), де інструменти вивчаються не як самоціль, а як засіб розв'язання конкретної творчої проблеми.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ УЧНІВ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ФОТОГРАФІЙ

2.1 Аналіз навчальних програм з інформатики щодо можливостей упровадження 3D-моделювання

Для розроблення та вдосконалення методики навчання 3D-моделювання важливим аспектом є з'ясування змісту вивчення тривимірного моделювання в закладах загальної середньої освіти. В Україні вивчення 3D-моделювання почало активно впроваджуватися в школи завдяки активності вчителів та викладачів, які розвивали цю сферу, використовуючи доступні ресурси та обладнання. На основі державного стандарту було розроблена низка модельних навчальних програм для 7–9 класів, в яких вивчення тривимірного моделювання передбачається в 9 класі. В даних модельних навчальних програмах назви розділів дещо відрізняються («3D-графіка», «Комп'ютерна графіка та анімація», «Тривимірне моделювання», тощо), проте змістове наповнення практично однакове.

Таблиця 2.1

Порівняння змісту модельних навчальних програм 7–9 класу щодо вивчення тривимірного моделювання

Модельна навчальна програма (авторський колектив)	Бондаренко О.О. та ін.	Громко Г.Г. та ін.	Завадський І.О. та ін.	Морзе Н.В. та ін.	Пасічник О.В. та ін.	Ривкінд Й.Я. та ін.
Змістова одиниця теми «3D-моделювання»						
Основні поняття про моделювання / тривимірну графіку	+	+	+	+	+	+
Програмне забезпечення для роботи з тривимірною графікою. Його класифікація	+	+	+	+	+	+
Принципи тривимірної навігації	+	+				+
Характеристики тривимірних об'єктів			+			

Продовження табл. 2.1

Дії над об'єктами (додавання, переміщення, групування, вирівнювання, обертання тощо)	+	+	+	+	+	+
Екструдкування об'єктів		+	+	+	+	+
Створення просторових моделей об'єктів з використанням тривимірних примітивів			+		+	+
Поняття вершини, ребра, грані	+	+		+	+	
Графічні текстури. Освітлення	+	+		+	+	+
Текстові об'єкти та їх редагування	+			+	+	
Рендеринг тривимірної сцени	+	+			+	+
Тривимірна анімація	+	+	+		+	+
Поняття про 3D-друк. Підготовка 3D-моделей до друку	+	+	+	+	+	+
Будова, характеристики та принципи роботи 3D-принтерів			+			
Види та технології доповненої реальності				+		
Голографічний проектор. Голограма					+	
Клас, в якому заплановане вивчення 3D-моделювання	9	9	9	9	9	9

З наведеної таблиці видно, що модельні навчальні програми для 7-9 класів досить схожі між собою в плані вивчення 3D-моделювання, проте є й деякі відмінності [2]. Автори всіх модельних навчальних програм (МНП) пропонують вивчати такі питання, як «Основні поняття про тривимірну графіку», «Програмне забезпечення для роботи з тривимірною графікою. Його класифікація», «Дії над об'єктами (додавання, переміщення, групування, вирівнювання, обертання тощо)» та «Поняття про 3D-друк. Підготовка 3D-моделей до друку». Решта тем або присутня в кожній програмі в явному вигляді, або розглядається опосередковано в змісті споріднених тем. Деякі відмінності простежуються при вивченні таких сучасних напрямків застосування тривимірної графіки як 3D-друк, технологій доповненої реальності та голографічних технологій. Так, в МНП авторів Завадського І.О., Коршунової О.В. та Твердохліба І.А. [3] приділяється більше уваги вивченню будови, характеристик та принципів роботи

3D-принтерів, в МНП авторів Морзе Н.В. та Барни О.В. [4] акцентується більша увага на видах та технологіях доповненої реальності, а в МНП авторів Пасічник О.В., Козак Л.З., Ворожбит А.В.[5] акцентується увага на знайомстві учнів з принципами побудови тривимірних голографічних зображень. Виконання практичних завдань має бути ключовою складовою процесу навчання тривимірного моделювання, оскільки учні швидше засвоюють матеріал через роботу з тривимірними примітивами, редагування та екструдювання об'єктів. Учителі повинні надавати учням можливість створювати власні 3D-моделі, використовувати текстури та освітлення, що допоможе їм краще зрозуміти принципи роботи з 3D-графікою. Крім того, можна інтегрувати уроки зі створення тривимірних моделей з іншими шкільними предметами, де учні на практиці отримають досвід використання знань та вмінь з 3D-моделювання в інших галузях або в повсякденному житті.

Порівняльний аналіз програмного забезпечення для вивчення тривимірного моделювання та анімації в закладах загальної середньої освіти

Закладаючи міцні основи щодо роботи з тривимірними моделями саме на уроках інформатики, слід особливої уваги приділити вибору відповідного програмного середовища для опанування школярами основ тривимірної графіки.

При відборі програмних засобів, а саме 3D-редакторів, придатних для застосування в шкільному курсі інформатики, враховувались наступні критерії: рівень знань користувача; урахування вікових особливостей (usabilityінтерфейс, мова інтерфейсу, наявність навчальних матеріалів); технічні характеристики (системні вимоги ПК, платформа); орієнтація на використання отриманих навичок у професійній діяльності (сфера використання 3Dредакторів).

Спираючись на дослідження М. Ожга та на зазначені критерії, розглянемо деякі середовища. [18]

Онлайн-середовище TinkerCad – це браузерний додаток для 3D-проектування і 3D-друку, розроблений компанією Autodesk. Програмне забезпечення TinkerCAD дозволяє створювати геометричні 3D-форми, зберігати і обмінюватися ними в Інтернеті, а також експортувати їх у форматі .stl для подальшого друку на 3D-принтері. Моделювання в середовищі зводиться до оперування примітивами і формування з них 3D-моделей. Примітиви є будівельними блоками, використовуючи та поєднуючи які можна сформувати різної складності моделі. TinkerCAD пропонує вже готові 3D-об'єкти для використання їх в процесі моделювання, а також, вбудовану галерею готових оптимізованих для друку 3D-моделей. Сервіс має розділ Teach, в якому розташовані офіційні матеріали для опанування можливостей ресурсу [17].

Програмний засіб Blender є вільно поширюваною програма з відкритим вихідним кодом. Blender відноситься до групи програмних засобів для створення тривимірної графіки і анімації. Його перевагами є невеликий розмір займаного місця на носіїві пам'яті, поширення як вільного програмного забезпечення, також він має специфічний інтерфейс, включає власний ігровий інтерфейс – Blender Game Engine (BGE). Використовуючи можливість цього середовища можна створити інтерактивну модель або гру для різного виду гаджетів. [19] Для вивчення учнями 9-х класах основ тривимірної графіки доцільно обрати середовище Tinkercad, тоді як інші середовища доцільно використовувати в 10-11 класах.

Використання спеціалізованого ПЗ для анімації (додаткові засоби)

Використання спеціалізованого ПЗ доцільне для інтегрованих уроків та проектів, де акцент робиться на кінцевому візуальному продукті, а не на процесі побудови сітки моделі.

CrazyTalk Pipeline

Програмний засіб для створення лицевої анімації на основі 2D-зображень та 3D-моделей голови. Дозволяє «оживляти» статичні зображення, синхронізуючи рух губ з аудіофайлом (ліпсінк). Версія Pipeline забезпечує

експорт створених моделей в інші середовища (наприклад, Unity або iClone). Ефективний інструмент для створення навчального контенту, історичних реконструкцій та сторітелінгу. [20]

Порівняльна характеристика програмних засобів

Узагальнені дані щодо того як обрати програму для роботи з 3D графікою наведено в інфографіці (рис. 2.1)



Рис. 2.1. Узагальнені дані щодо проаналізованих програмних продуктів

Таблиця 2.2

Порівняльна характеристика ПЗ для шкільного курсу інформатики

Критерій порівняння	Tinkercad	Blender	CrazyTalk
Тип ліцензії	Безкоштовна (SaaS)	Open Source (GPL)	Комерційна
Програмне забезпечення	Має помірні вимоги до системи. Найкраще підходить для менш потужних комп'ютерів, переважно працює на Windows	Вимагає потужного програмного забезпечення. Підтримує роботу на Windows, macOS, Linux.	Вимагає потужного програмного забезпечення. Підтримує роботу на Windows, Linux.
Основні можливості	Призначений для створення простих та середньої складності проєктів. Може бути використаний для швидкого прототипування та створення макетів.	Пропонує широкий спектр інструментів для моделювання, анімації та візуалізації. Підтримує складні симуляції такі як фізика рідин, диму.	Створення анімованих аватарів із фотографій чи 3Dмоделей. Популярна в освіті та рекламі.

Продовження табл. 2.2

Порівняння інтерфейсу	Простий та інтуїтивний інтерфейс. Орієнтований на швидкий доступ до основних функцій. Менше часу для освоєння.	Складний інтерфейс з великою кількістю функцій. Потребує часу для навчання.	Інтерфейс простий у використанні, підходить навіть початківцям
------------------------------	--	---	--

2.2 Алгоритм створення 3D моделей на основі цифрових фотографій з використанням сучасних цифрових засобів (наприклад Tinkercad, DAZ Studio, CrazyTalk, Blender)

Процес фотограмметрії можна порівняти з роботою людського зору, але на рівні цифр. Це мистецтво та наука відтворення тривимірного світу, де на основі великої кількості звичайних фотографій програма здійснює складні математичні розрахунки. Аналізуючи кожен піксель під різними кутами, алгоритми «обчислюють» реальну форму об'єкта, перетворюючи пласкі зображення на об'ємні цифрові структури [21]. Даний метод дає хороші результати точності 3D-моделей при достатній кількості якісних фотографій об'єкта, зроблених з різних ракурсів. Його головна перевага - сканування здійснюється за допомогою звичайної фотокамери, камери смартфона або літаючого дрона з фотокамерою на борту. Тобто, в тому чи іншому вигляді доступна кожному [2].

Спектр фотограмметричних методів широкий, він залежить від багатьох факторів, насамперед:

- завдання на проектування;
- особливостей об'єкту дослідження;
- оперативності отримання кінцевого продукту;
- доступних програмних засобів для обробки інформації;
- погодних умов;
- бази даних про дослідження аналогічних об'єктів;
- способу дослідження тощо [17].

Методика створення та анімування 3D-моделей на основі фотографій проходить кілька етапів:

1. *Фотографії об'єкта з усіх боків для створення 3D-моделі реального об'єкта.*

Для успішного фотограмметричного сканування потрібно дотримуватися таких правил:

- не чіпати сам об'єкт: необхідний світлий фон для коректної обробки форми;
- відсутність на об'єкті відблисків, тіней, відображень та робити сканування при повному розсіяному освітленні з матовими світильниками;
- глянцеві поверхні важко піддаються фотограмметрії тому їх корисно робити матовими за допомогою борошна, тальку та інших;
- фотографії повинні бути чіткі з розмитим фоном;
- робити велику кількість фотографій, що дозволить програмам ефективніше відфільтрувати шум і точніше розгледіти деталі форми об'єкта.
- фотографії потрібно робити з різних відстаней і з різних ракурсів [23];

2. *Програмний розрахунок моделі.* Програми для фотограмметрії дуже вимогливі до ресурсів комп'ютера оскільки виконують колосальний обсяг математичних обчислень. Такі розрахунки займають багато часу тому деякі програми пристосовані для використання хмарних обчислень, інші використовують технологію Nvidia Cuda для використання потужності відеокарти, що значно скорочує час розрахунків [2]. На сьогодні актуальними є:

- *Autodesk ReCap;*
- *ReCap Pro;*
- *Meshroom (Opensource, Nvidia Cuda);*
- *3Df Zephyr (Shareware);*
- *CrazyTalk Pipeline;*
- *FaceGen Artist Pro;*
- *DAZ Studio.*

В цілому, зміст роботи всіх цих програм зводиться до обробки фотографій та побудови моделі [4]. Даний етап включає такі дії:

1. *модельовання або створення геометрії моделі* - це створення тривимірної геометричної моделі, без обліку фізичних властивостей об'єкту. В якості прийомів використовується:

- вичавлювання;
- модифікатори;
- полігональне модельовання;
- обертання [1];

2. *текстурування об'єкту* тобто рівень реалістичності майбутньої моделі, що безпосередньо залежить від вибору матеріалів для створення текстур. Професійні програми для роботи з тривимірною графікою практично не обмежені в можливостях для створення реалістичної картини [1];

3. *коригування світла і місця спостереження* – це один з найскладніших етапів у створенні 3D-моделі. Адже саме від вибору тону світла, рівня яскравості, різкості і глибини тіней залежить реалістичність сприйняття зображення. Крім того, необхідно вибрати місце спостереження за об'єктом. Це може бути вид з висоти пташиного польоту або масштабування простору з досягненням ефекту присутності в ньому – завдяки вибору погляду на об'єкт з висоти людського зросту [1].

4. *3D-візуалізація або рендерінг* - це завершальний етап, що полягає у деталізації налаштувань відображення 3D-моделі: додавання графічних спецефектів, таких, як відблиски, туман, саяво тощо. У випадку відео-візуалізації, визначаються точні параметри 3D-анімації персонажів, деталей, ландшафтів тощо (час колірних перепадів, світіння та ін.) [24].

5. *постпродакшн* – це обробка відзнятих зображень і відео за допомогою медіа-редакторів [1].

Отже, фотограмметрія завжди була скерована на скорочення обсягів польових геодезичних та топографічних робіт, переміщаючи центр ваги з поля у вигідніші та дешевші камеральні умови побудови топографічних або тематичних карт і виникла вона, щоб замінити геодезичне згущення планово-висотної мережі

(роботу в польових умовах) на фотограмметричні способи, що ґрунтуються на камеральному опрацюванні знімків [9].

2.3. Розробка та анімування 3D-персонажів на основі фотографій у середовищах CrazyTalk Pipeline та DAZ Studio

Програмне забезпечення CrazyTalk Pipeline відкриває широкі можливості для «оживлення» статичних портретів у реальному часі. Завдяки запатентованій технології 3D-фото-морфінгу Facetrix, звичайна фотографія перетворюється на повноцінного персонажа, здатного виражати емоції, розмовляти та взаємодіяти з глядачем через звуковий супровід. Такі цифрові герої стають незамінними при створенні контенту для кіноіндустрії, веб-ресурсів або відеоігор [22]. Попри професійну потужність, інструмент залишається доступним навіть для тих, хто лише починає свій шлях в анімації. Творчий процес у CrazyTalk організований максимально інтуїтивно: користувачеві достатньо завантажити знімок і позначити ключові точки — очі, ніс, рот та контури обличчя. Після цих простих налаштувань програма бере на себе технічну частину, залишаючи автору простір для чистої творчості [20]. У програмі можна модернізувати фотографії в режимі реального часу, за допомогою фірмової технології під назвою Facetrix, яка відповідає за перетворення тексту на мову адже текст, який ви набираєте, вимовляється. Після введення тексту можна створити відео файл. Спеціальний блок емоцій CrazyTalk допомагає зробити так, щоб Ваш віртуальний персонаж під час вимови в потрібних місцях посміхався, хмурився тощо [20].

Основні можливості програми CrazyTalk

- простий та зрозумілий інтерфейс;
- підтримка 2D і 3D графіки.
- вбудований синтезатор мови.
- гарні технології анімації обличчя;
- додаткові утиліти для роботи із завантаженими зображеннями;
- створення анімованого 3D-персонажа лише за кілька хвилин;

- використання скриптів;
- налаштування сцени;
- багато параметрів вихідного формату;
- багато налаштувань анімації [26].

Перед створенням 3D-персонажа варто вибрати або створити дві чіткі фотографії: одну в профіль, а іншу в анфас.

Після того, як було вибрано фотографії потрібно запустити програму CrazyTalk Pipeline та у *Панелі інструментів* перейти на вкладку «Створити» та вибрати «Створити нового персонажа» (рис. 2.2).

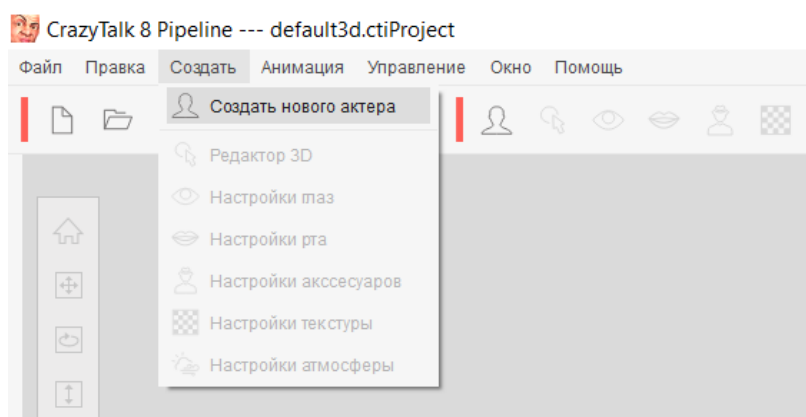


Рис.2.2 Вкладка «Створити»

Далі програма запропонує вибрати кого створити 2D чи 3D-персонажа.

Обравши «3D-персонаж» завантажуюмо вибрані фото та розставляємо контрольні точки (рис. 2.3).

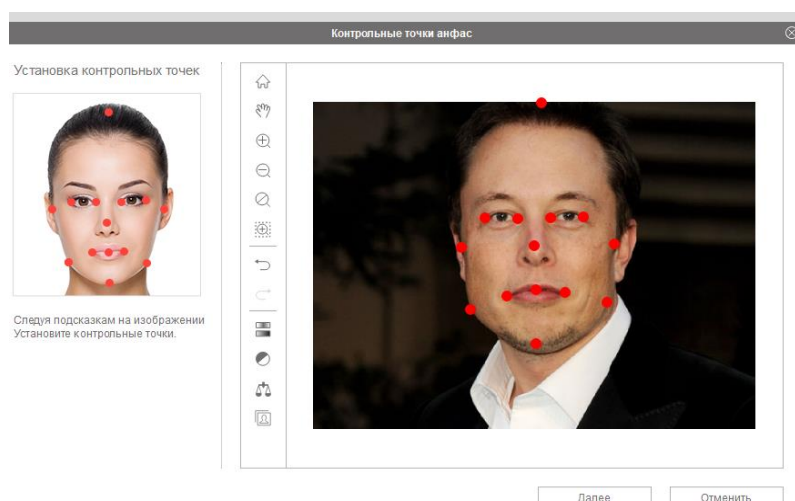


Рис.2.3 Розставлені контрольні точки на фото

Після цього вибираємо форму голови, що найбільш схожа до оригіналу, серед них наявні: звичайний, кавказець, африканець, малаєць, азіат, довгоносий, круглолиций, без підборіддя та зі скулами (рис. 2.3.). Також можна більш точно встановити контрольні точки для очей, носу, роту, овалу обличчя та повністю всього обличчя, а також відкалібрувати очі та рот(рис. 2.4).

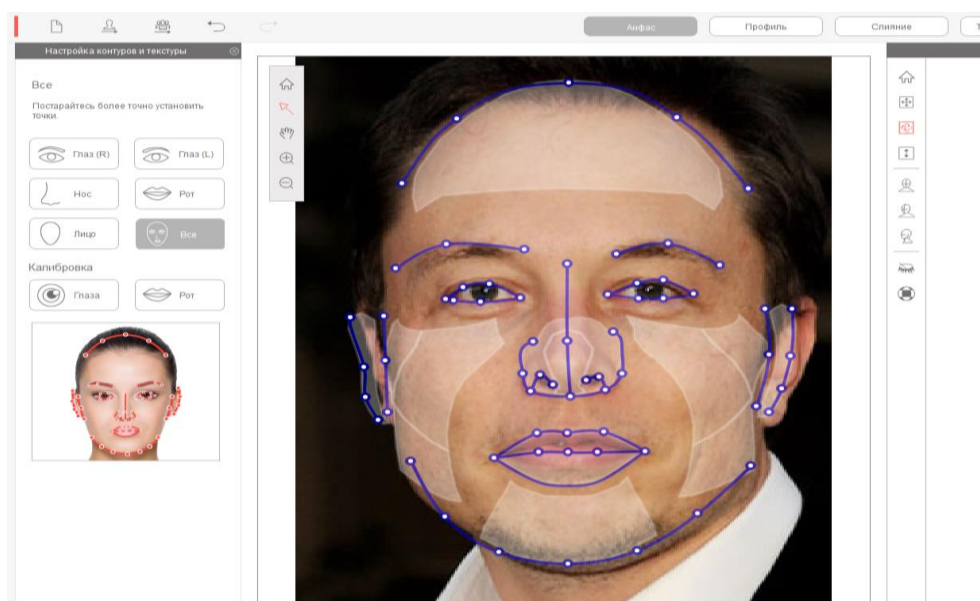


Рис.2.4. Розставлені більш точних точок

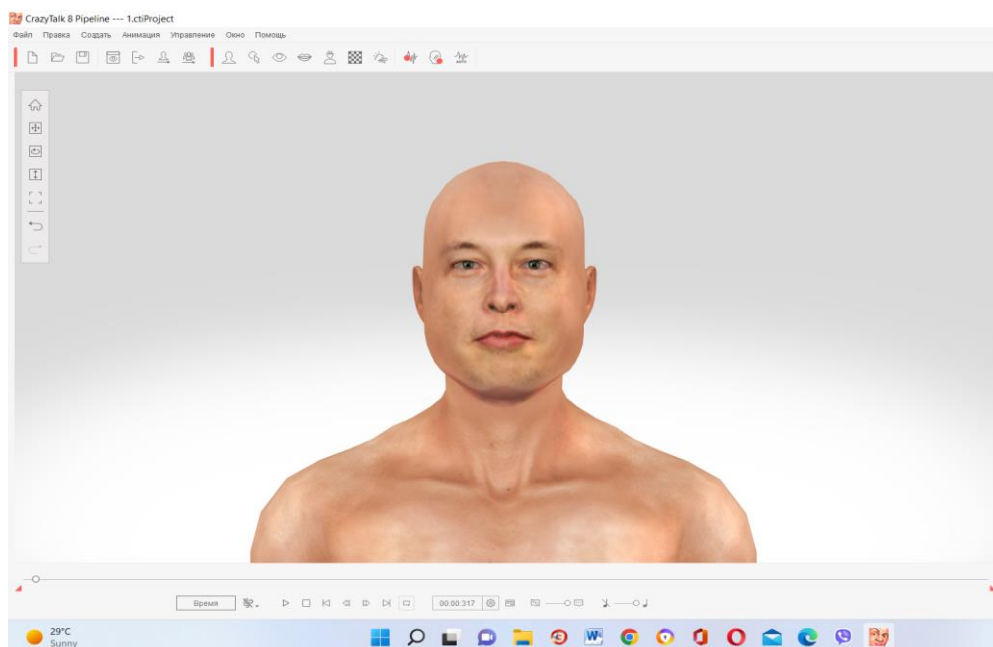


Рис.2.5 Вигляд моделі персонажа

Дану модель можна вдосконалити вибравши у вікні «Менеджер контенту» фон, аксесуари, одяг та волосся (рис. 2.5).

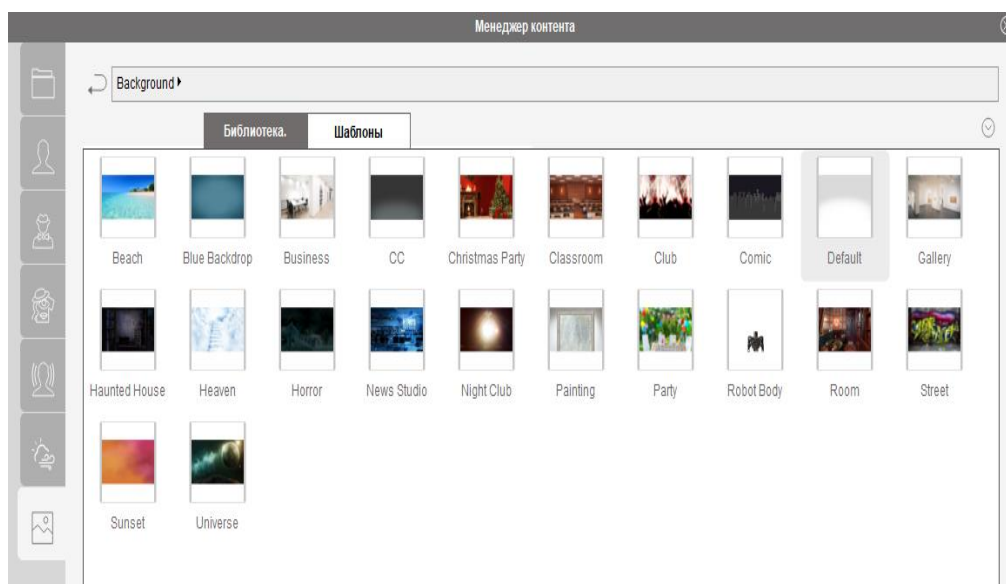


Рис.2.6. Вікно «Менеджер контенту»

Усі обрані елементи з вікна «Менеджера контенту» можна змінити та вдосконалити. Для цього варто у на Панелі інструментів натиснути на значок «Настройка аксесуарів», та у вікні, що відкриється вибрати необхідний параметр та виконати налаштування.

Також CrazyTalk Pipeline дозволяє вдосконалити емоції та анімацію персонажа і додати аудіоефект, тобто змогу розмовляти (рис. 2.6).

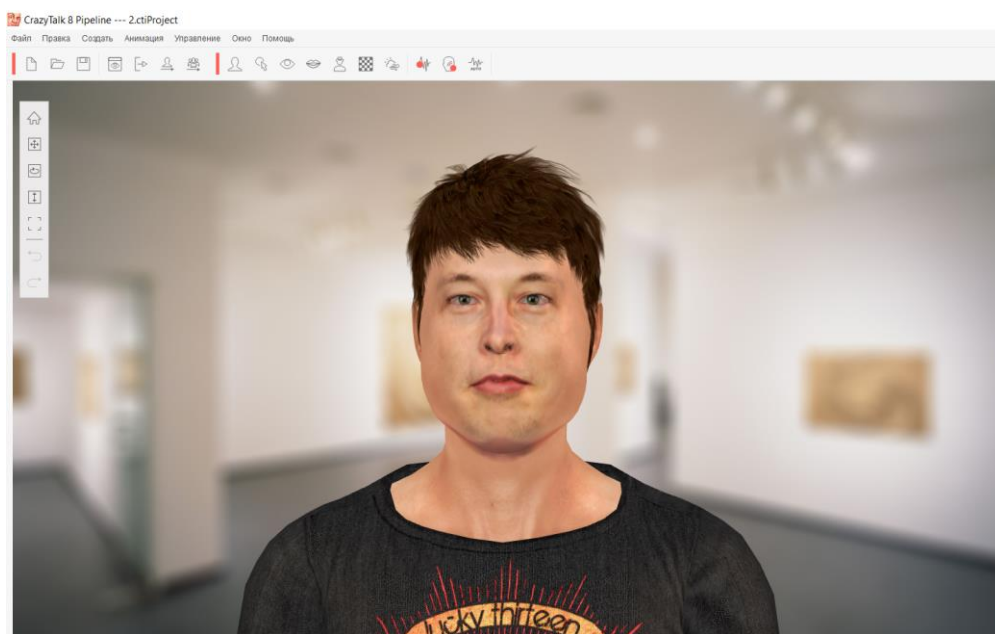


Рис.2.7. Вигляд готової моделі персонажа

Щоб додати аудіоефект потрібно на *Панелі інструментів* вибрати вкладку «Анімація» та вибрати спосіб його додавання (імпортувати звук, записати звук чи текст в розмову). Для більш реального вигляду персонажа у тій самій вкладці необхідно обрати «Налаштування міміки». За потреби можна налаштувати авторух, змінити голос, губи під час розмови, покадрову міміку та перехід аудіо.

Для формування реалістичних моделей зубів і очей, варто звернутися до спеціальної бібліотеки «Віртуальних зубів». Кінцевий результат розробки записується у вигляді відеофайлу.

Робота над персонажем у FaceGen Artist Pro нагадує цифрове скульптування, де основою служать реальні фотографії. Це середовище дозволяє створювати деталізовані 3D-моделі обличь для подальшого використання в Daz Studio, причому нові образи можна отримувати як шляхом синтезу декількох зображень, так і через генерацію випадкових портретів [27]. Інтерфейс програми орієнтований на комфорт користувача: будь-яку рису обличчя можна відкоригувати звичайним рухом миші, налаштовуючи зовнішність на власний смак. Крім того, відсутність логотипів на результатах роботи та безкоштовний доступ до всіх можливостей роблять програму доступним та ефективним рішенням для художників [27].

Можливості FaceGen Artist Pro:

- комбінування кількох осіб випадковим чи індивідуальним способом;
- повністю реалістичний та розумний графічний дизайн;
- застосовується до комп'ютерних ігор;
- тривимірний живопис різними інструментами;
- зручний інтерфейс із великим вибором різних функцій;
- перетягування обличчя за допомогою миші в різні боки [27].

Для створення 3D-персонажа у FaceGen Artist Pro, як і в CrazyTalk Pipeline варто вибрати або створити три чіткі фотографії (одну в анфас, а дві інших в профіль) та розставити контрольні точки після чого буде згенеровано обличчя персонажу (рис. 2.7, рис. 2.8).

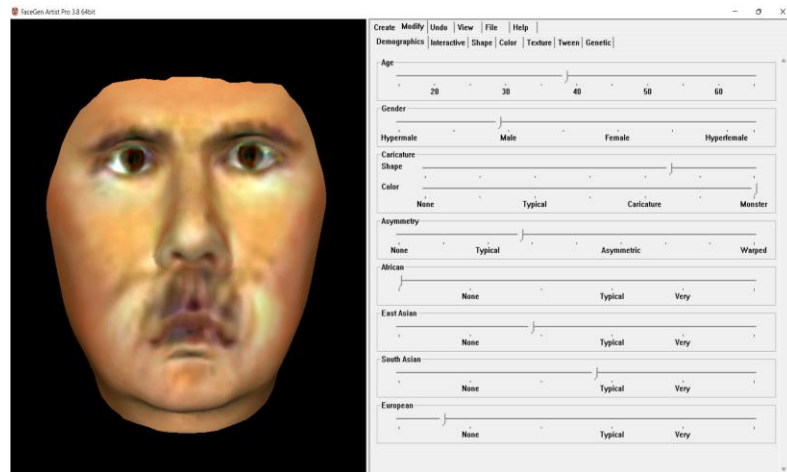


Рис.2.8. Приклад обличчя моделі у FaceGen Artist



Рис.2.9. Обличчя моделі Ілона Маска

Далі варто виконати налаштування. Дана програм дає можливість змінити вік, стать, расу, колір шкіри, брови, щоки розріз очей, ніс, колір текстури тощо.

Щоб перенести розроблене обличчя в DAZ Studio варто перейти на вкладку «File» та натиснути на «Export» (рис. 2.9). У відкритому вікні дати назву персонажу та вибрати Genesis у якому буде здійснена розробка і натиснути «Export». Після цього можна побачити інструкцію з того, як знайти даний файл у середовищі DAZ Studio.



Рис.2.10. Вікно експорту файлу у FaceGen Artist

Наступним кроком буде запуск DAZ Studio та перехід на вкладку ліворуч на робочій області під назвою «Smart Content» де потрібно вибирати «Figures». У вікні, що відкриється вибрати «Male» та натиснути «Genesis 8.1 Basic Male» (рис. 2.10).

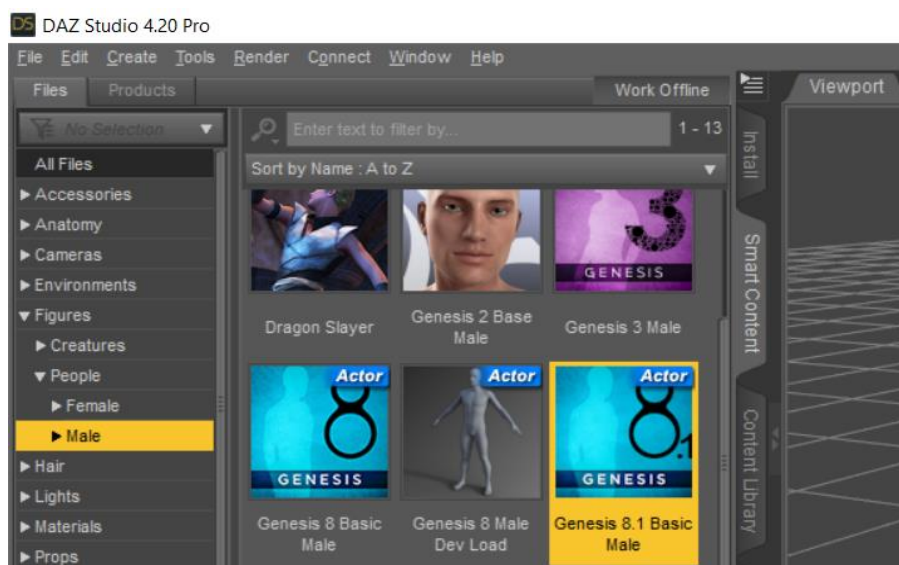


Рис.2.11. Вікно «Figures» з вибраним «Genesis 8.1 Basic Male»

Щоб до створеної моделі додати обличчя, котре було розроблене у FaceGen Artist Pro варто перейти на вкладку «Shaping» з правого боку робочої області та у вікні, що відкриється обрати «All»→«Actor»→назва створеного вами обличчя.

У DAZ Studio, як і у CrazyTalk Pipeline наявна стандартна бібліотека з контентом для вдосконалення героя, у яку за необхідності можна додати нові моди. Якщо серед переліку немає потрібного вам контенту, то можна додати новий мод завантаживши його з офіційної сторінки сайту, чи власні, котрі було розроблені в інших програмах.

Є два досить простих способи додавання нового контенту це за допомогою DAZ Install Manager та вручну.

Перший спосіб досить простий оскільки потрібно перенести архів з контентом у папку під назвою «*Download*», котра з'явилась при встановленні DAZ Studio після чого відкрити застосунок DAZ Install Manager, увійти у свій обліковий запис (створений під час встановлення програми) та натиснути «*Start Queue*». Далі програма виконає завантаження контенту у бібліотеку. Перейшовши безпосередньо в середовище самої програми контент може відобразитись, як у переліку варіантів на вкладці «*Smart Content*» так і «*Content Library*».

Інший варіант дещо складніший адже спочатку потрібно розархівувати файли. Далі перейти на диск де було встановлено програму та відкрити папки у такій послідовності: *DAZ*→*Base*→*Applications*→*Data*→*DAZ 3D*→*My DAZ 3D Library*. У останній папці котру було відкрито є ще близько вісімнадцяти папок з різними назвами контенту у який відповідно до приналежності потрібно перенести вибрані файли.

Для вдосконалення героя програма дозволяє змінити колір та форму очей, колір шкіри та її структуру, зачіску та колір волосся, одяг, фон та пози розробленої моделі персонажа.

Також DAZ Studio дозволяє додати аудіоефект, для цього варто перейти на *Панель інструментів* та на вкладці «*Edit*» та обрати «*Audio*». У вікні, що відкриється потрібно натиснути на кнопку  і вибрати потрібний аудіофайл. Зверніть увагу, що аудіофайл повинен обов'язково мати розширення «*wav*».

Після завантаження аудіофайлу варто налаштувати міміку героя під час розмови та його емоції. Для цього потрібно перейти на вкладку «*Params*» та

вибрати «All». У даному вікні відкрити «*Genesis 8.1 Basic Male*» та натиснути на «*Pose Controls*» і виконати налаштування використавши вікно «*AniMate2*» у нижній частині робочої області.

У даній програмі також можна налаштувати освітлення та вибрати потрібний вид представлення (рис. 2.12).

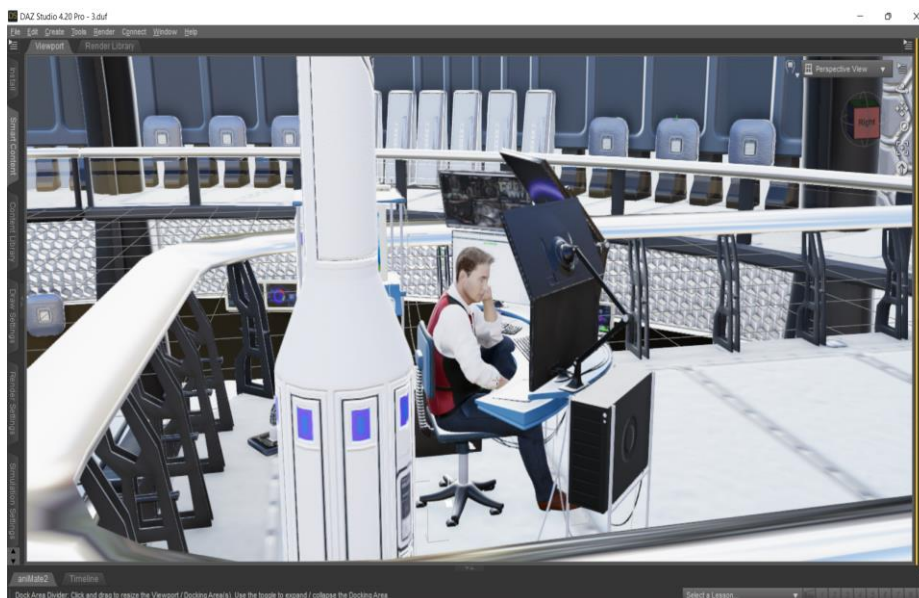


Рис.2.12. Вигляд відредагованого персонажа

Кінцевий результат розробки можна експортувати в інші програми чи зберегти вибрані його частини у вигляді фото, а також зробити фото певних частин сцени.

Відмінності між створенням 3D-персонажа у програмах FaceGen Artist Pro та DAZ Studio. Створення 3D-персонажа методом фотограмметрії є доволі не складним способом, але має свої особливості. Наприклад, якщо потрібно створити модель персонажа на основі фотографій, то можна з впевненістю сказати, що схожість між реальною людиною і моделлю буде досить висока. Це спричинено тим, що фотографії досить точно передають вираз обличчя людини, а також за необхідності, завжди, можна зробити більш точне фото.

А що ж на рахунок портрету, чи буде створена модель персонажа такою точною, як на основі фотографій адже існує доволі багато причин та основні з них це вік картини та поза зображеної на ній людини .

Розглянемо ці результати на прикладах розробок двох людей на різних основах (фото і портрет) у різних програмах.

Для цього обираю три фотографії та портрети (рис. 2.13, 2.14).



Рис.2.13. Обрані фото Ілона Маска

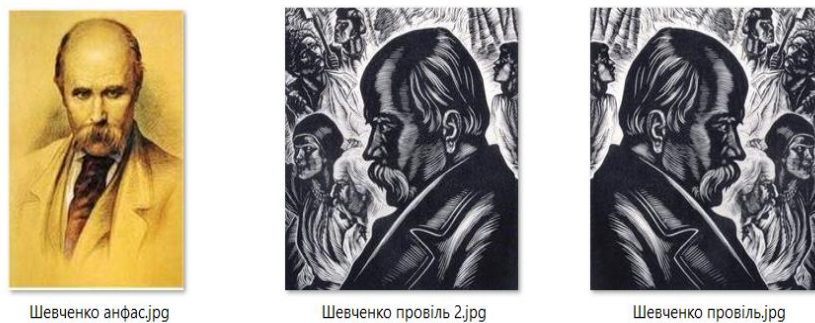


Рис.2.14. Обрані портрети Т.Г.Шевченка

Результати розробки у середовищі FaceGen Artist Pro (рис. 2.15):

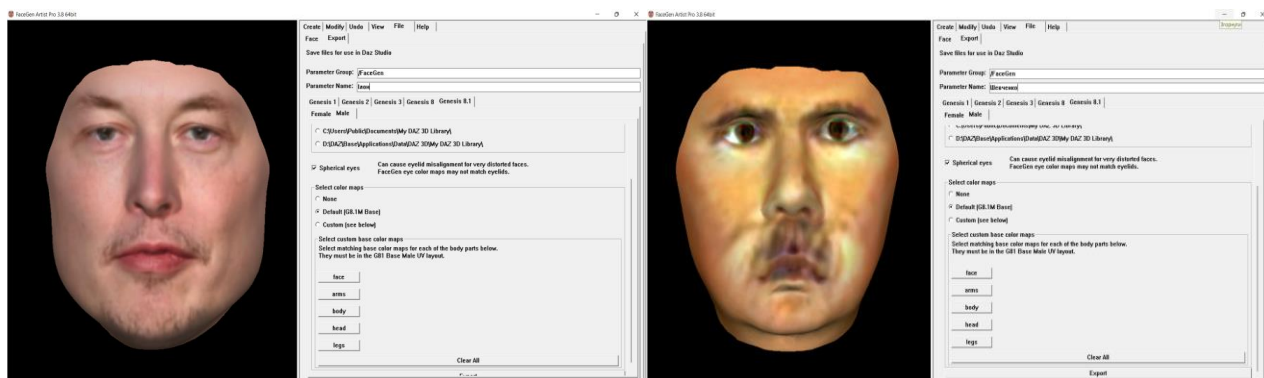


Рис.2.15. Розробка персонажу на основі портретів

Як можна побачити розробка на основі фотографій є чіткою, що не можна сказати про іншу. Навіть відредагувавши колір шкіри неможливо точно передати

її природній колір оскільки програма враховує забарвлення яке було на портретах, а також наявна асиметричність обличчя. Результати розробки у середовищі DAZ Studio представлено на (рис. 2.16.).

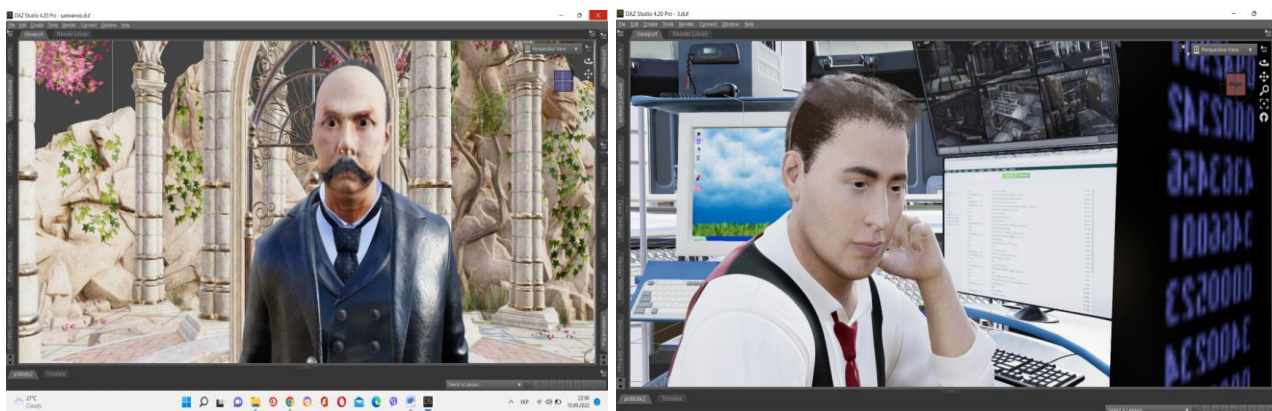


Рис.2.16. Розробка у середовищі DAZ Studio

Результати у даному середовищі є більш кращими оскільки тут є краща можливість редагування кольору шкіри та вибору потрібних елементів, щоб доповнити розробку. Однак, як і у попередньому середовищі створення моделі персонажа на основі фотографій є більш чіткою.

Отже, можна з впевненістю сказати, що для більш точної моделі варто використовувати фотографії, але за потреби використання портретів розробку краще створювати у DAZ Studio для більш чіткого вигляду.

Відмінності роботи у середовищах CrazyTalk Pipeline та DAZ Studio. Для розробки 3D-моделі методом фотограмметрії є достатньо програм, але основними з них є CrazyTalk Pipeline та DAZ Studio. Тому варто розглянути відмінності роботи у них.

Інтерфейс DAZ Studio є більш складним. Також у даному середовищі наявна велика бібліотека компонентів котру можна доповнити потрібними елементами, що не можна сказати про CrazyTalk Pipeline де бібліотека є досить малою та не дає змоги для поповнення.

Процес редагування міміки персонажа є більш складним, але водночас вона стає більш реалістичною (рис. 2.16, 2.3.17).

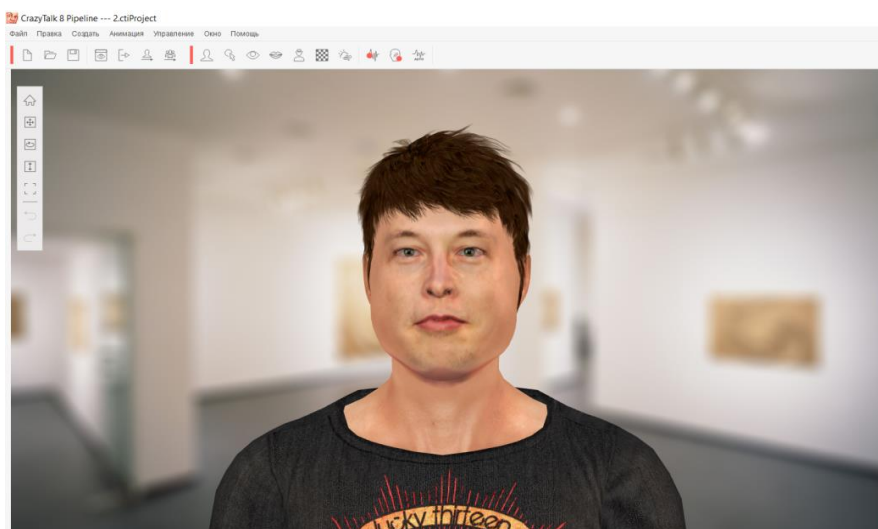


Рис.2.17. 3D-модель розроблена у CrazyTalk Pipeline

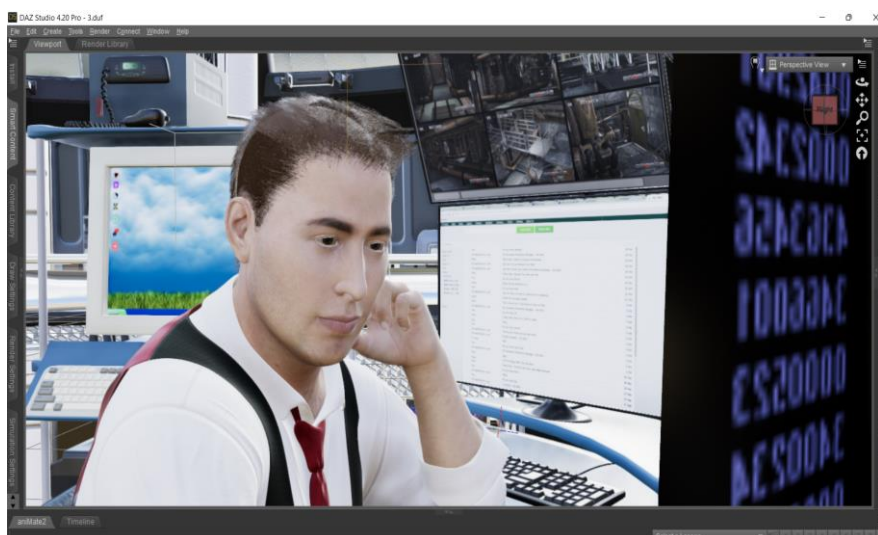


Рис.2.18. 3D-модель розроблена у DAZ Studio

Як показує приклад вигляд персонажа у CrazyTalk Pipeline є нереалістичним та більш «мультяшним», що не можна сказати про інше середовище де якість моделей є досить чіткою. Недоліком DAZ Studio є те, що неможливо завантажити будь-який формат аудіофайлу на відміну від CrazyTalk Pipeline де є можливість перетворити введений текст у звук, завантажити чи записати аудіо, а також змінити голос. Перевагою CrazyTalk Pipeline є те, що воно дає змогу зробити не тільки фото сцени, а й відео.

Отже, можна з впевненістю сказати, що DAZ Studio є складнішою і доволі точною в розробці програмою, що дозволяє її використовувати спеціалістам з

розробки 3D-моделей для ігор, CrazyTalk Pipeline є простою та менш точною і робить її придатною для використання новачками чи аматорами для 3D-моделювання простих сцен[21].

2.4. Приклади уроків і завдань для навчання учнів 3D-моделювання на основі цифрових фотографій

Однією з сучасних форм навчання засобами ІКТ є відео-урок – наочний матеріал, важлива складова самостійної підготовки здобувачів освіти, формування їх загальних та предметних компетентностей.

Переваги відео-уроку: виклад навчального матеріалу регламентується, матеріал має чітку логічну структуру, дотримано визначеної теми відео-уроку, наочний виклад теми (використання якісного наочного матеріалу: карти, графіки, плакати, фільми, фото тощо), відеоуроки застосовують в навчальних цілях, так як сучасні мультимедійні технології дозволяють створити якісний навчальний матеріал [5].

Для розробки відео-уроку використано програму для запису екрану «IceCream Screen Recorder». У відеоуроці йдеться про створення та анімування 3D-моделі за допомогою середовища DAZ Studio (Додаток Д) (рис. 2.18).

DAZ Studio Pro дає можливість зробити так, щоб наш герой розмовляв. Для цього варто перейти на вкладку «*Edit*» → «*Audio*», натиснути «*Браузер*» та обрати потрібний нам аудіозапис, обов'язково з розширенням «*wav*», натиснути «*Відкрити*» та «*Завантажити*». Щоб наш герой був вельми реалістичним варто перейти на вкладку «*Parameters*» → «*Pose control*». Після налаштувань міміки можна побачити такий результат.

Коли наша модель 3D-персонажу готова її потрібно зберегти. Для цього потрібно перейти на вкладку «*File*» та обрати «*Зберегти як*», дати назву нашій моделі та натиснути «*Зберегти*».

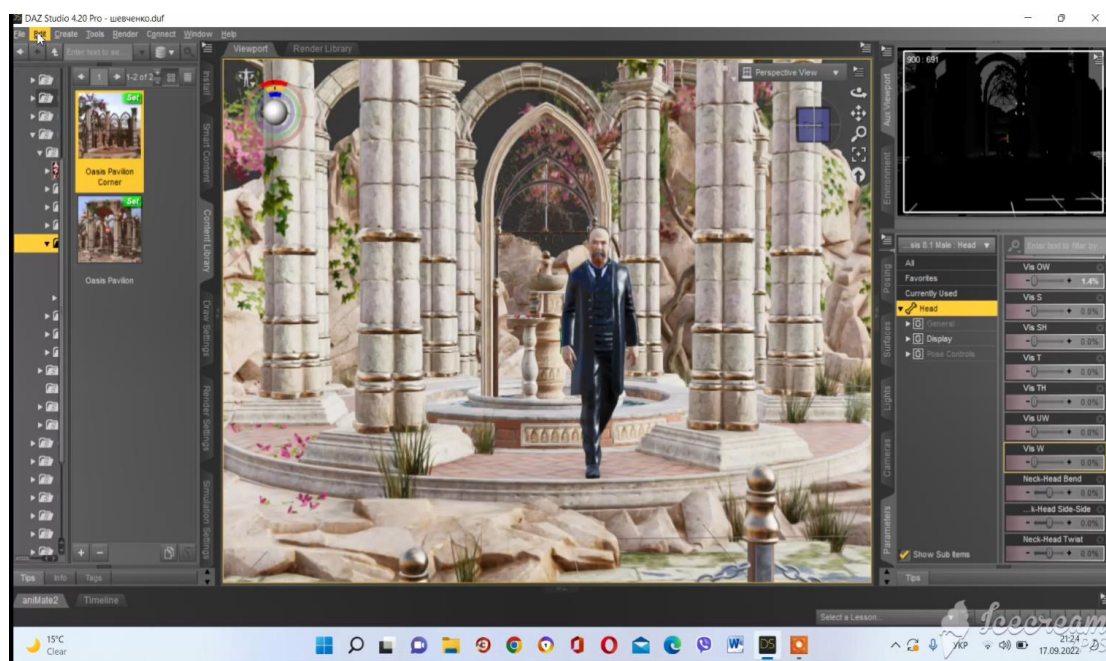


Рис.2.19. Вікно результату розробки у DAZ Studio

Також бувають випадки коли під час розробки моделі вам недостатньо контенту в бібліотеці, тому варто його додати. DAZ Studio дозволяє зробити це двома способами: додати вже готовий контент, котрий знаходиться на офіційній сторінці DAZ Studio або розробити його самостійно та встановити його у програму.

Для того, щоб завантажений або створений контент додати у DAZ Studio варто перейти у програму Install Manager, увійти у свій аккаунт, який ви створили при встановленні DAZ Studio Pro. Далі перейти в папку розташування даного середовища і перейти в папку «Base» → «Application» → «Data» → «Daz 3D» → «Install Manager» → «Download». Переносимо наш архів у папку, запускаємо Install Manager та бачимо, що у нас з'явилися нові файли, ставимо галочку навпроти кожного та запускаємо. Після встановлення всі завантажені файли з'являться у вікні «Встановлено» (рис. 2.19).

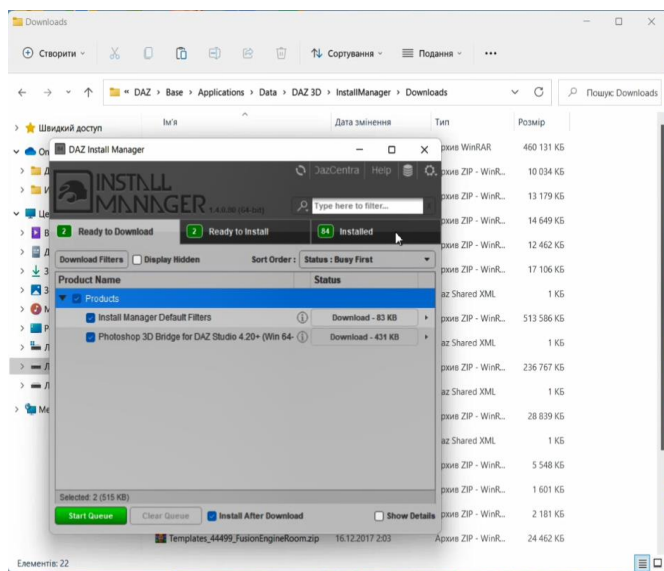


Рис.2.20. Вікно програми Install Manager

Також ми можемо повернути нашу сцену, щоб побачити її з усіх сторін та приблизити за допомогою лупи. На цьому розробка нашого персонажу на основі фотографій в DAZ Studio Pro завершено.

Другий відеоурок було розроблено на тему: «Розробка 3D-моделі за допомогою середовища CrazyTalk Pipeline». Для розробки відеоуроку також використано програму для запису екрану «IceCream Screen Recorder». У зазначеному відеоуроці йдеться про створення та анімування 3D-моделі за допомогою середовища DAZ Studio.

Приклади уроків створення 3D моделей в Tinkercad

Заняття №1. Кораблик з простих об'єктів

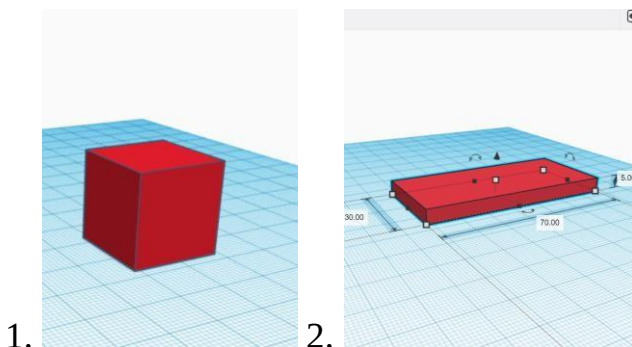
Практична частина заняття присвячена опануванню базових інструментів **Tinkercad**, а саме: паралелепіпеда, циліндра та даху.

Вигляд об'єкта	Опис

	Паралелепіпед в Tinkercad має такі властивості: радіус, кроки, довжина (Д), ширина (Ш) та висота (В).
	Циліндр в Tinkercad має такі властивості: сторони, схил (bevel), сегменти, довжина (Д), ширина (Ш) та висота (В).
	Дах в Tinkercad має такі властивості: довжина (Д), ширина (Ш) та висота (В).

Інструкція

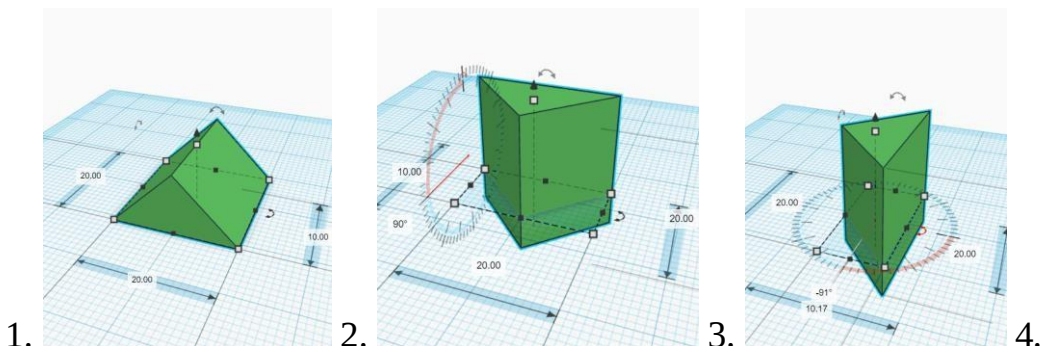
Завдання 1. Побудувати паралелепіпед червоного кольору(мал.1) з параметрами Д – 70 мм, Ш – 30мм, В – 5 мм (мал.2).



1.

2.

Завдання 2. Побудувати дах зеленого кольору (мал.1) та повернути його спочатку за висотою на 90° (мал.2), а потім за шириною на -90° (мал.3).



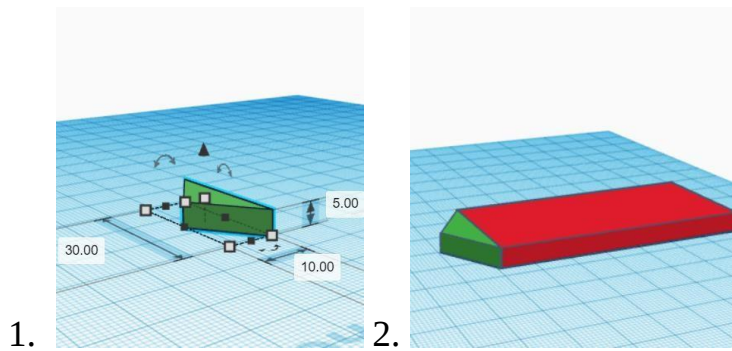
1.

2.

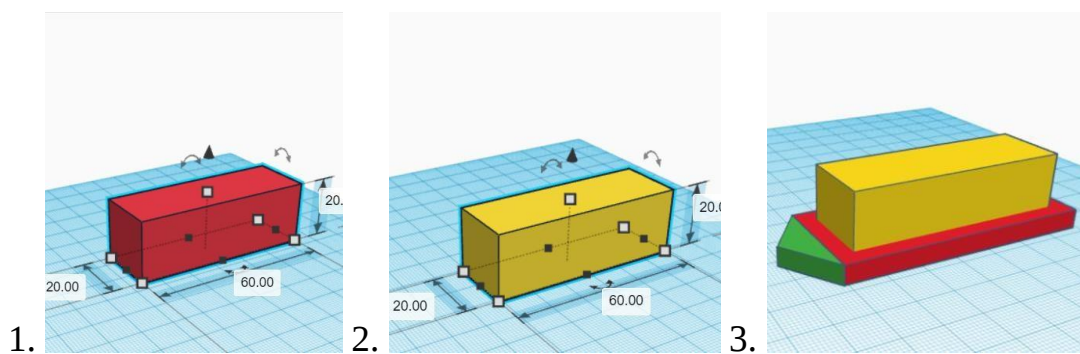
3.

4.

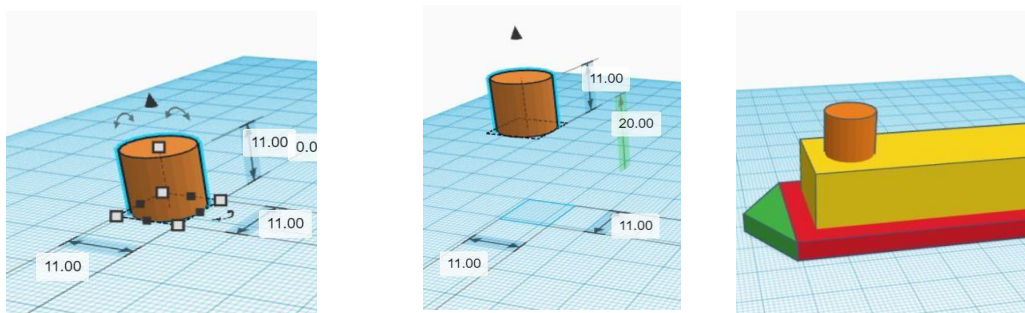
Завдання 3. Встановити параметри для даху Д – 30 мм, Ш – 10 мм, В – 5 мм (мал.1), розмістити поруч з паралелепіпедом (мал.2).



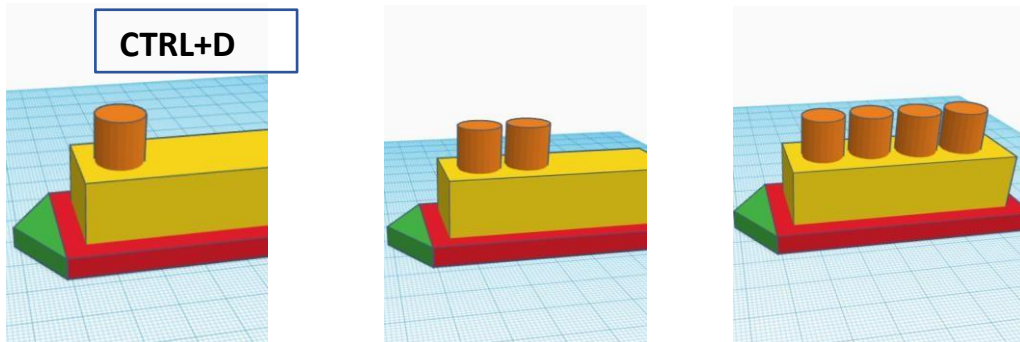
Завдання 4. Створити паралелепіпед з параметрами Д – 60 мм, Ш – 20 мм, В – 20 мм (мал.1). Змінити колір на жовтий (мал. 2) та встановити відповідно мал.3



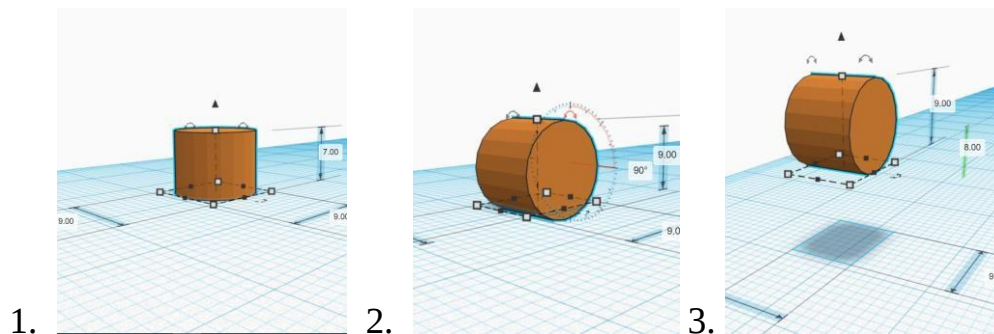
Завдання 5. Створити циліндр з параметрами Д – 11 мм, Ш – 11 мм, В – 11 мм (мал.1). За допомогою верхньої трикутної стрілки підняти циліндр на 20 мм (мал.2). Встановити циліндр на жовтий паралелепіпед (мал.3).



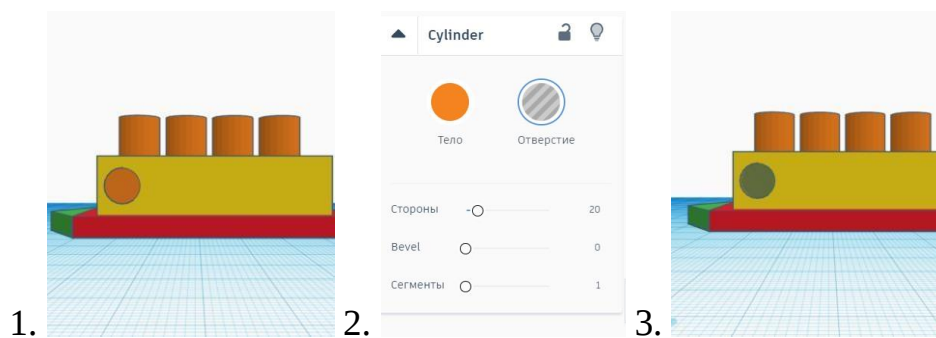
Завдання 6. Обрати циліндр та продублювати за допомогою клавіш Ctrl+D (мал.1). Розмістити другий циліндр так, як показано на малюнку (мал.2). Створити ще дві копії циліндра і розмістити їх (мал.3).



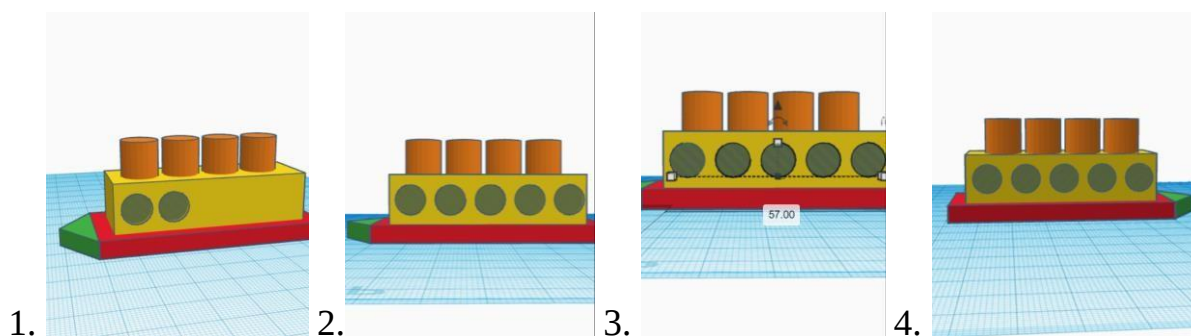
Завдання 7. Створити циліндр з параметрами Д – 9 мм, Ш – 9 мм, В – 7 мм (мал.1). Повернути циліндр на 90° як показано на мал.2. За допомогою верхньої трикутної стрілки підняти циліндр на 8 мм (мал.3).



Завдання 8. Розмістити циліндр на жовтому паралелепіпеді (мал.1). Встановити для циліндра режим Отвору (мал.2 та мал.3).



Завдання 9. За допомогою клавіш Ctrl+D зробити дублювання та розмістити циліндр відповідно зображення (мал.1). Повторити дублювання ще 3 рази (мал.2). Зверніть увагу, що таке дублювання одразу розміщує об'єкти з повторенням розташування. За допомогою клавіші Shift виділити усі 5 створених циліндрів (мал.3) та натиснути Ctrl+D. Розмістити скопійовані циліндри з іншої сторони кораблика (мал.4)



Завдання 10. Виділити та згрупувати всі об'єкти, встановити різнокольоровий

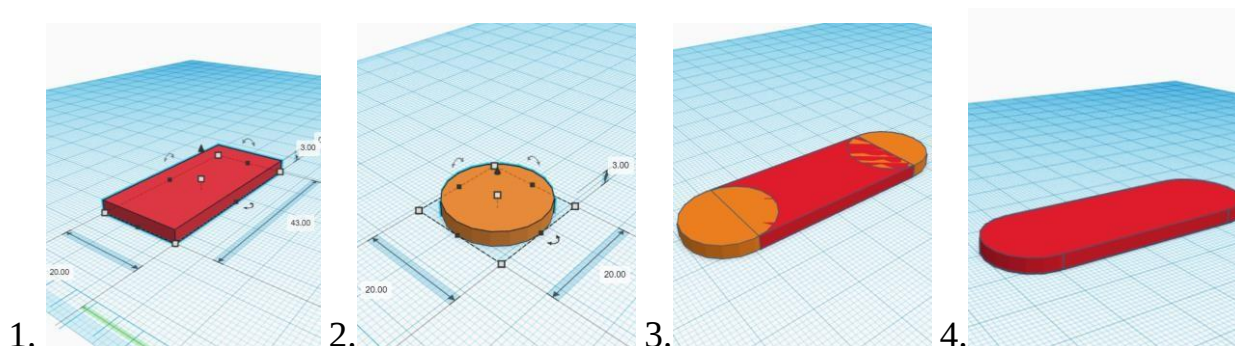
Заняття №2. Брелок

На цьому занятті ми побудуємо модель брелка з власним ім'ям з використанням об'єкта *Текст*.

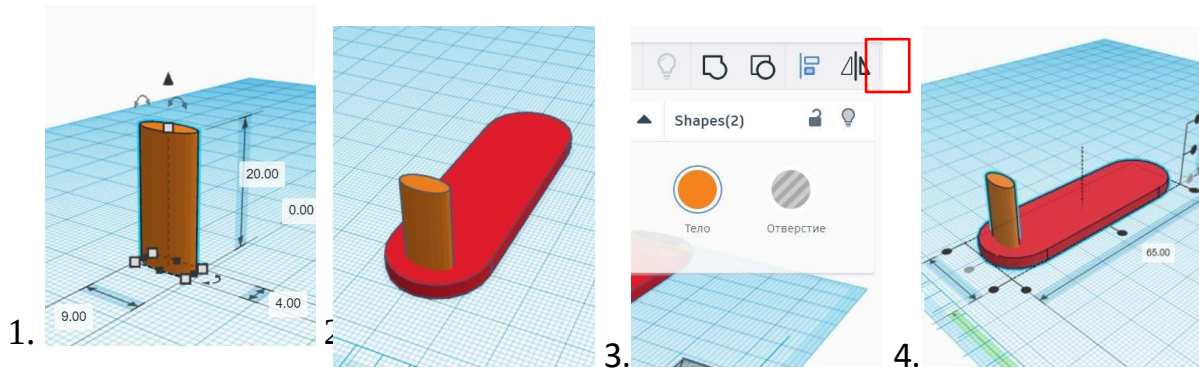
Вигляд об'єкта	Опис
	Об'єкт Текст в Tinkercad має такі властивості: довжина (Д), ширина (Ш), висота (В), текст, шрифт.

Інструкція

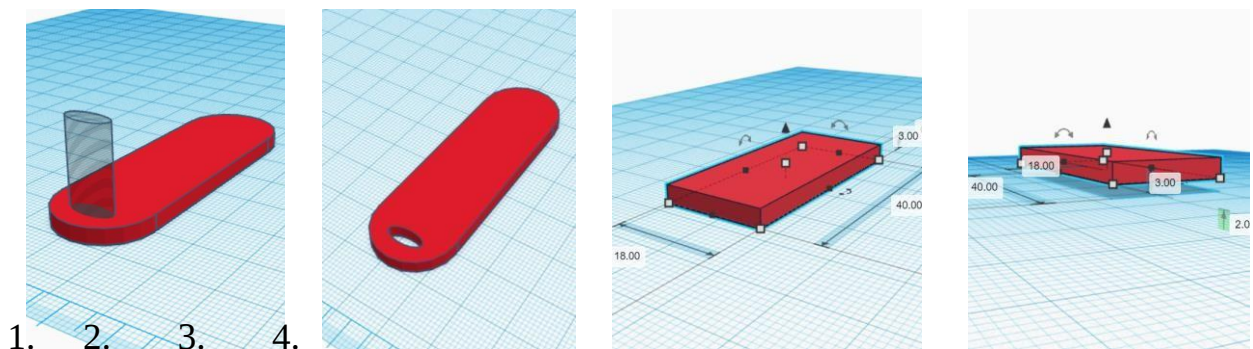
Завдання 1. Побудувати паралелепіпед червоного кольору з параметрами Д – 43 мм, Ш – 20 мм, В – 3 мм (*мал.1*). Створити циліндр з параметрами Д – 20 мм, Ш – 20 мм, В – 3 мм (*мал.2*). Продублювати циліндр та встановити по обидві сторони паралелепіпеда (*мал.3*). Згрупуйте всі три об'єкти (*мал. 4*).



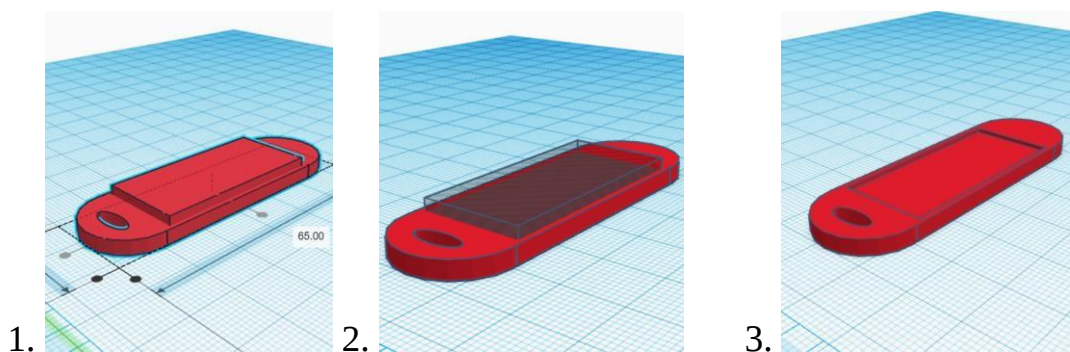
Завдання 2. Побудувати циліндр з параметрами Д – 9 мм, Ш – 4 мм, В – 20 мм (*мал.1*), встановити циліндр на основу відповідно малюнку (*мал. 2*), виділити основу брелка разом з циліндром та встановити вирівнювання (*мал.3*) по середині за шириною (*мал. 4*).



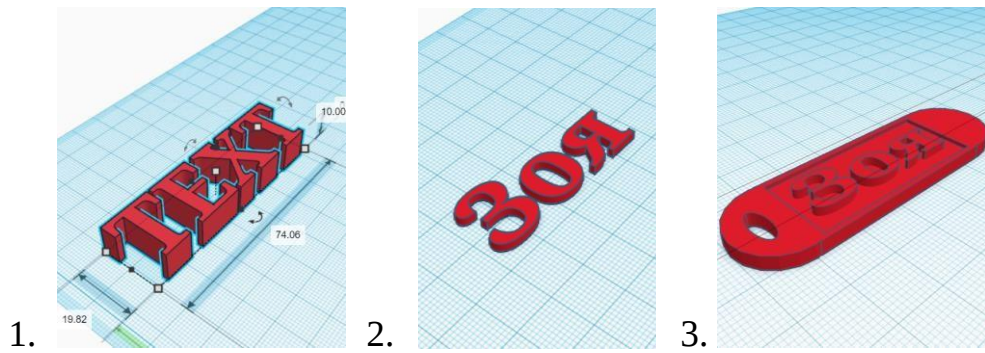
Завдання 3. Встановити для циліндра режим Отвору (мал.1 та мал.2). Побудувати паралелепіпед з параметрами Д – 40 мм, Ш – 18 мм, В – 20 мм (мал.3) та підняти на 2 мм (мал.4).



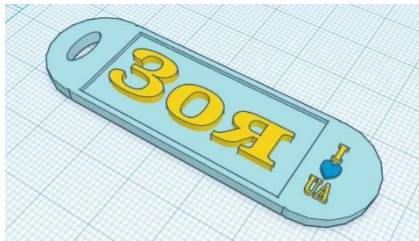
Завдання 4. Встановити паралелепіпед на основу та вирівняти за довжиною та шириною по середині (мал.1). Встановити для паралелепіпеда режим Отвору (мал.2) та згрупувати (мал.3).



Завдання 5. Додати об'єкт Текст (мал.1), змінити текст на своє ім'я, встановити висоту (В) 2 мм, підняти на 1 мм та підібрати параметри ширини з довжиною для встановлення на основу брелка (мал.2 та мал.3).



Завдання 6. Змінити кольори, по бажанню додати самостійно прикрасити свій брелок.



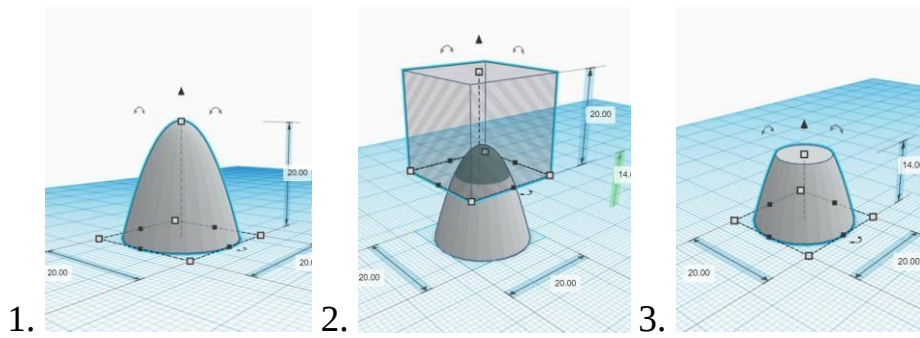
Заняття №3. Чашка

На цьому занятті ми побудуємо модель чашки з написом з використанням об'єкта *Параболоїд*.

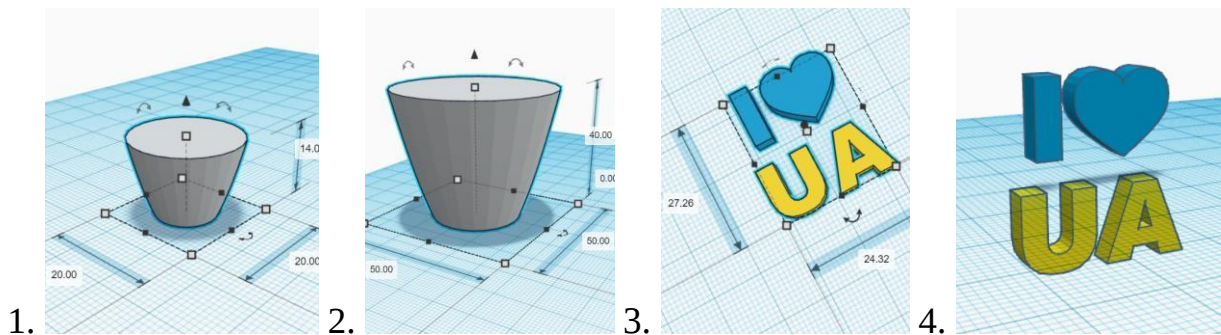
Вигляд об'єкта	Опис
	Об'єкт Параболоїд в Tinkercad має такі властивості: довжина (Д), ширина (Ш), висота (В), кроки.
	Об'єкт Тор в Tinkercad має такі властивості: довжина (Д), ширина (Ш), висота (В), радіус, труба, сторони та кроки.

Інструкція

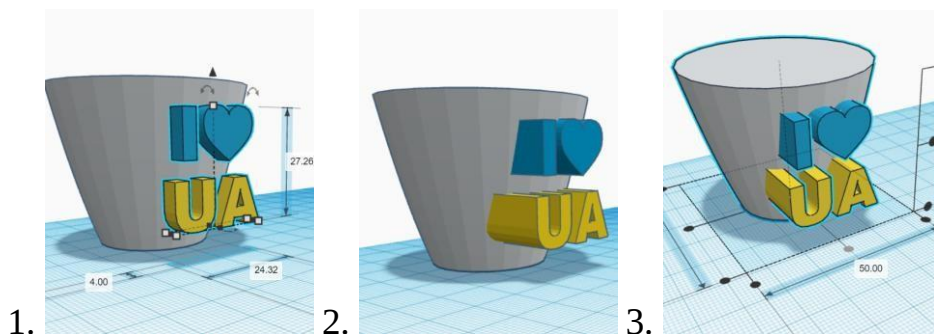
Завдання 1. Побудувати параболоїд із стандартними параметрами (*мал.1*). Додати паралелепіпед, встановити режим Отвору, підняти на 14 мм та встановити так як на малюнку (*мал.2*). Виділити та згрупувати два об'єкти (*мал.3*).



Завдання 2. Повернути об'єкт на 180° (мал. 1), змінити параметри Д – 50 мм, Ш – 50 мм, В – 40 мм (мал. 2). Створити текст за зразком або вигадати власний та згрупувати всі об'єкти (мал. 3), повернути згрупований об'єкт за довжиною на 90° або на -90° (мал. 4).

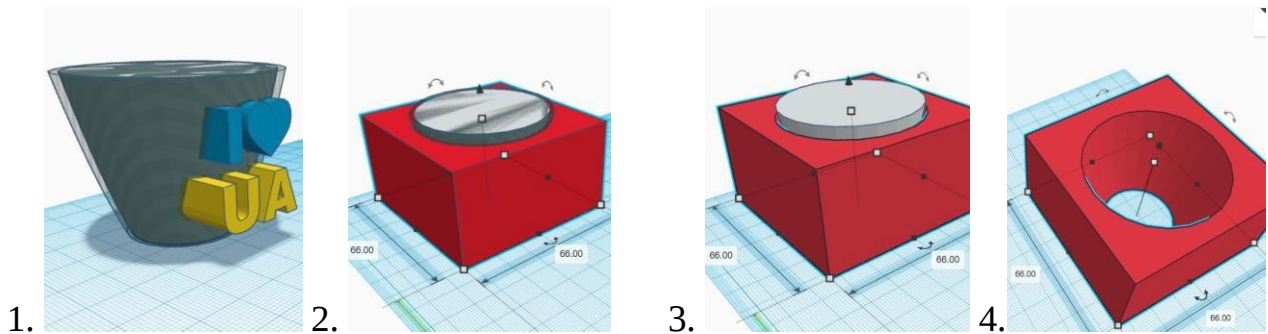


Завдання 3. Підняти текст на 7 мм та розмістити на чашці (мал. 1). Змінити ширину тексту більше ніж на 15 мм, слідкуйте щоб текст був розміщений так як на малюнку (мал. 2). Виділити основу чашки та текст та вирівняти за шириною по середині (мал. 3).

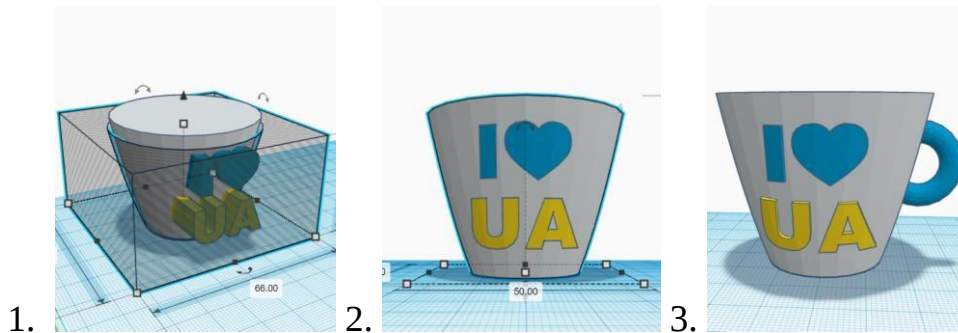


Завдання 4. Двічі дублювати основу чашки (без тексту), один екземпляр відсунути подалі, а інший збільшити в розмірі Д – 54 мм, Ш – 54 мм, встановити режим Отвору та розмістити так, як зображено на малюнку (мал. 1). Побудувати паралелепіпед з приблизними параметрами Д – 66 мм, Ш – 66 мм, В – 36 мм та встановити так, як показано на малюнку (мал. 2). Об'єднати основу чаші, яка

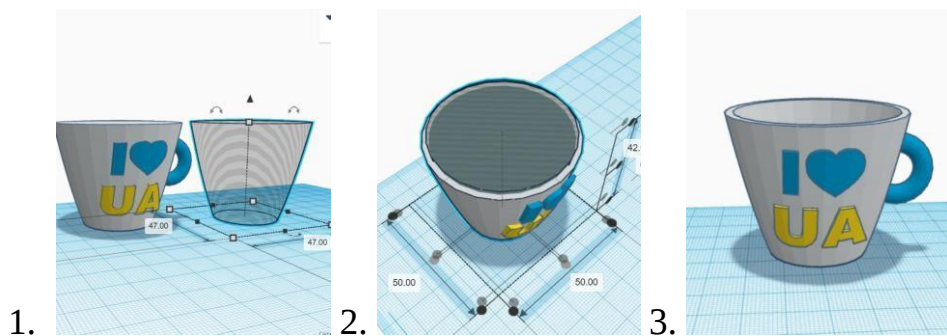
знаходиться зверху і для якої встановлений режим отвору з паралелепіпедом (мал.3). Перевірити чи утворився овір в паралелепіпеді (мал.4).



Завдання 5. Відмінити дію (якщо перетягували паралелепіпед) та встановити для паралелепіпеда режим Отвору (мал.1). Виділити текст з паралелепіпедом та згрупувати (мал.2). Самостійно додати ручку для чашки використовуючи об'єкт Тор (мал.3)



Завдання 6. Використати раніше скопійовану основу чашку, змінити її параметри на Д – 47 мм, Ш – 47 мм та встановити режим Отвору (мал.1). Розмістити її всередині основи, підняти на 2 мм та вирівняти за всіма сторонами по середині (мал.2). Виділити всі об'єкти та згрупувати (мал. 3).



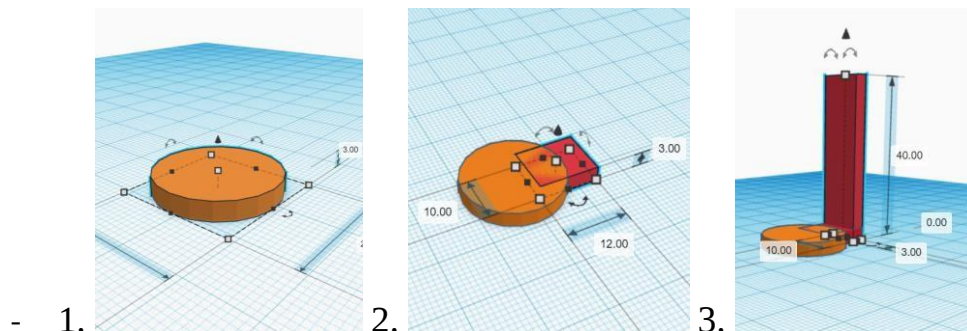
Заняття №4. Ручка

- На цьому занятті ми побудуємо модель ручки з використанням інструменту

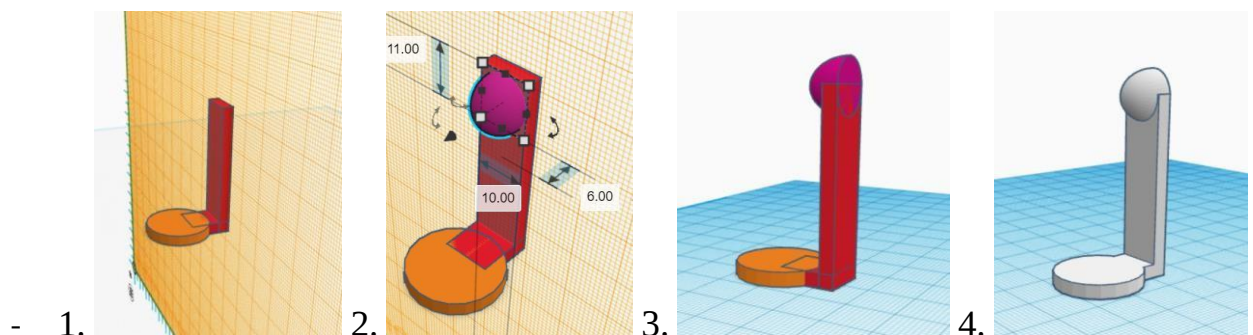
- *Робоча площина.*

Інструкція

- **Завдання 1.** Побудувати циліндр із параметрами $D = 20$ мм, $H = 20$ мм, $B = 3$ мм (мал.1). Додати паралелепіпед із параметрами $D = 12$ мм, $H = 10$ мм, $B = 3$ мм та розмістити як на малюнку, вирівняти за шириною по середині (мал.2). Додати паралелепіпед із параметрами $D = 10$ мм, $H = 3$ мм, $B = 40$ мм та розмістити як на малюнку (мал.3).



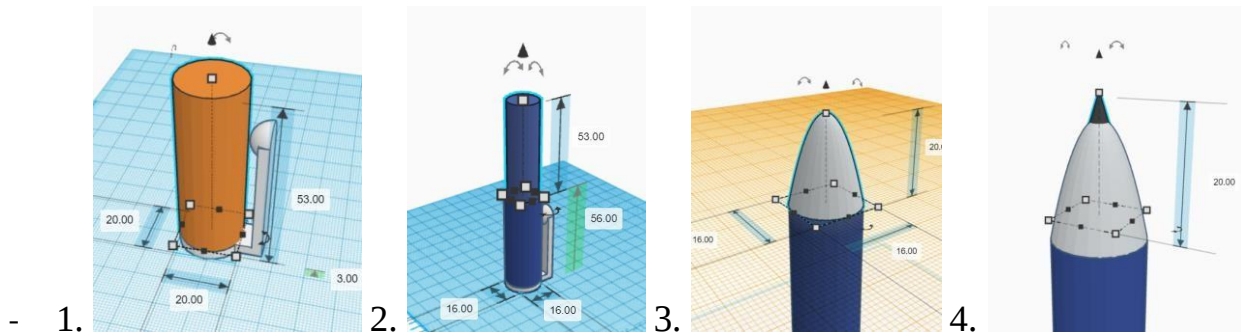
- **Завдання 2.** Вибрати інструмент *Робоча площина* та встановити цю площину на останній створений паралелепіпед (мал.1). Додати об'єкт полусфера з параметрами $D = 11$ мм, $H = 10$ мм, $B = 6$ мм (мал.2), натиснути клавішу W для того, щоб назад повернути робочу площину. Розмістити полусферу так як показано на малюнку (мал. 3), згрупувати всі додані об'єкти та встановити білий колір (мал.4).



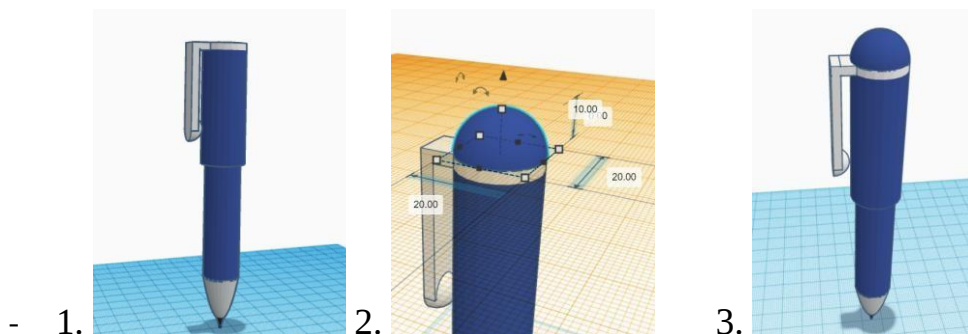
- **Завдання 3.** Побудувати циліндр із параметрами $D = 20$ мм, $H = 20$ мм, $B = 53$ мм та підняти на 3 мм, встановити на створену основу (мал.1). Додати циліндр із параметрами $D = 16$ мм, $H = 16$ мм, $B = 53$ мм, підняти на 56 мм та розмістити як
- на малюнку, вирівняти за шириною та довжиною по середині (мал.2). Згрупувати всі попередньо створені об'єкти. Додати параболоїд із

параметрами Д – 16 мм, Ш – 16 мм, В – 20 мм (мал.3). Додати конус із параметрами Д – 12 мм, Ш – 12мм, В – 20 мм чорного кольору та розмістити його як стержень ручки (мал.4).

-



- **Завдання 4.** Згрупувати всі об'єкти ручки, повернути на 180° (мал.1). Додати полусферу з параметрами Д – 20 мм, Ш – 20 мм, В – 10 мм (мал.2). Згрупувати всі об'єкти та зменшити за потреби (мал.3).



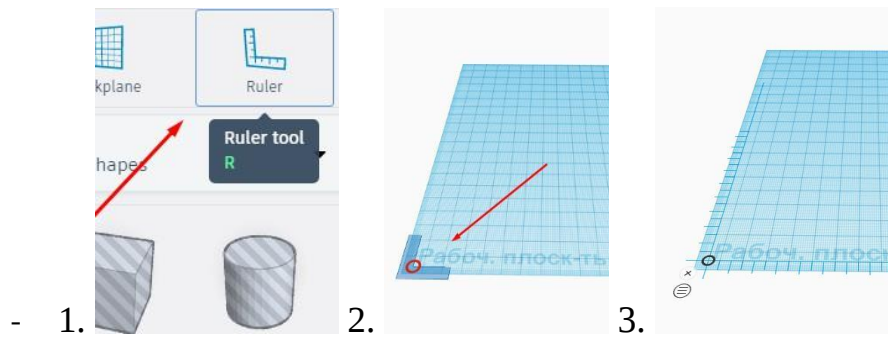
Заняття №5. Сніжинка

- На занятті ми побудуємо модель ялинкової прикраси Сніжинка. В даній моделі використовується дублювання.

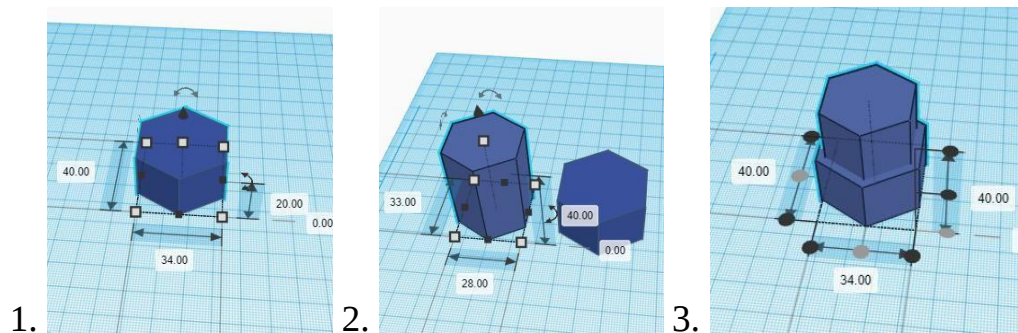
Вигляд об'єкта	Опис
	Сітка крокової прив'язки – це інструмент, який регулює крокову зміну властивостей об'єкту, а також крокове перенесення об'єкту вздовж площини.

Інструкція

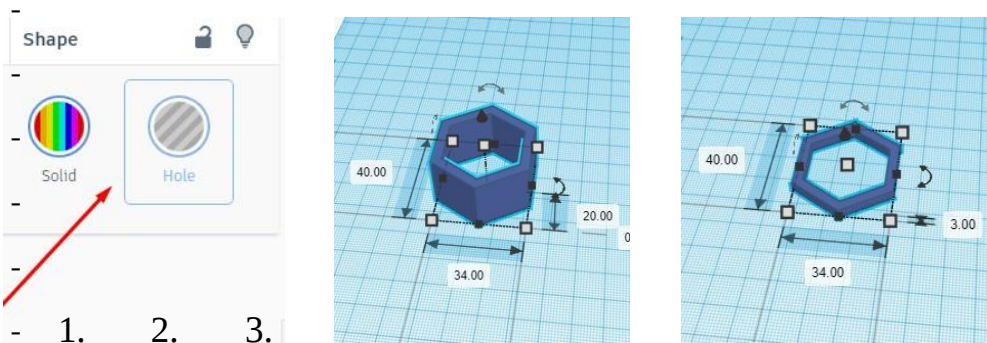
- **Завдання 1.** Обрати інструмент Лінійка (мал.1), і поставити його на лівий край
- робочої площини (мал.2).



- **Завдання 2.** Створити багатокутник синього кольору, з розмірами Д – 40 мм, Ш – 34 мм, В – 20 мм (мал.1), після чого створити його дублікат (Ctrl + D) і змінити його розміри на Д – 33 мм, Ш – 28 мм, В – 40 мм (мал.2). Вирівняти два багатокутника по ширині і по довжині по центру (мал.3).

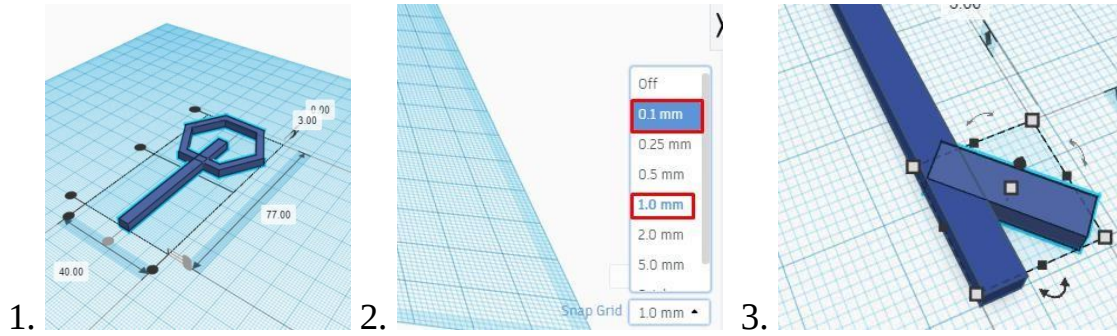


- **Завдання 3.** Дублікат перетворити в отвір, за допомогою меню форми обравши режим Отвору (мал.1). Після цього згрупувати два багатокутника (мал.2). Змінити параметр висота до 3 мм (мал.3).

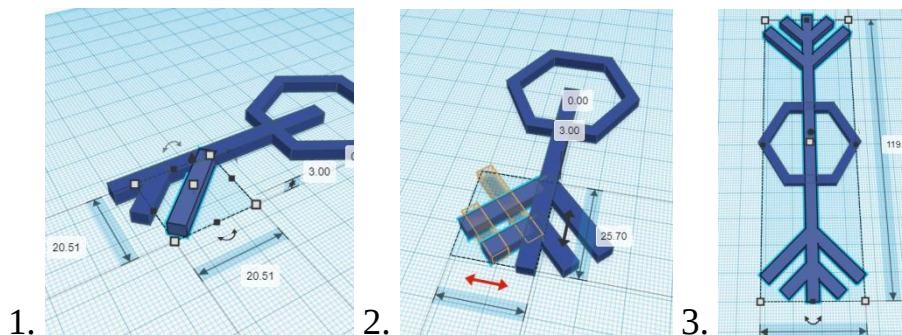


- **Завдання 4.** Створити паралелепіпед синього кольору, з розмірами Д – 60 мм, Ш – 4 мм, В – 3 мм і поставити його відносно багатокутника ліворуч (мал.1). Створити паралелепіпед синього кольору, з розмірами Д – 15 мм, Ш – 4 мм, В – 3 мм, повернути його по параметру ширина праворуч на 45 градусів. Змінити параметр Snap Grid з 1.0 на 0.1 для точного перенесення об'єктів (мал.2). Перенести менший паралелепіпед до більшого, як на

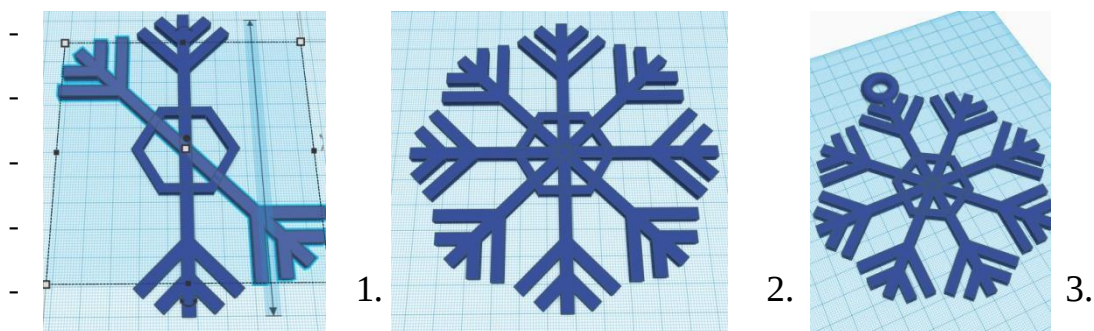
картинці (мал.3).



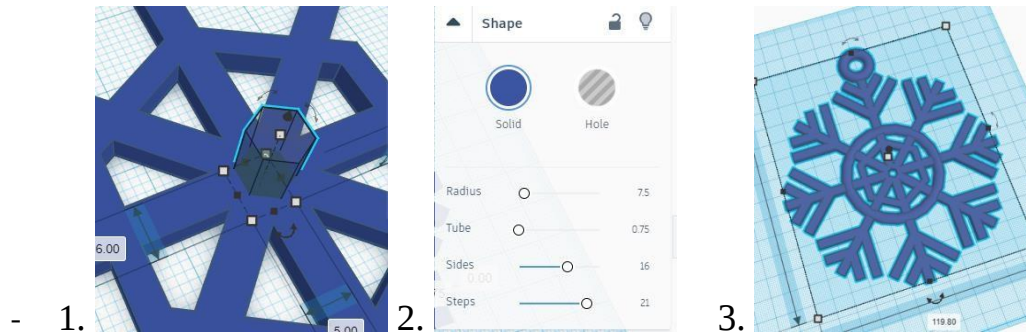
- **Завдання 5.** Створити паралелепіпед синього кольору, з розмірами Д – 25 мм, Ш – 4 мм, В – 3 мм, повернути його по параметру ширина праворуч на 45 градусів. Перенести створений паралелепіпед до більшого, як на картинці (мал.1). Створити дублікати двох менших паралелепіпедів (Ctrl + D), після чого обрати інструмент Відзеркалити (M) і віддзеркалити їх по довжині (мал.2). Після чого виділити всі паралелепіпеди і згрупувати їх. Після цього скопіювати згрупований об'єкт, повернути його на 180 градусів по ширині і розташувати дзеркально, відносно згрупованих паралелепіпедів (мал.3). Згрупувати ці два об'єкти.



- **Завдання 6.** Створити дублікат отриманого об'єкта і повернути його по параметру ширина на 45 градусів (мал.1). Повторити цей крок ще два рази (мал.2). Створити Тор на кінці однієї із граней сніжинки (мал.3). Згрупувати всі елементи.

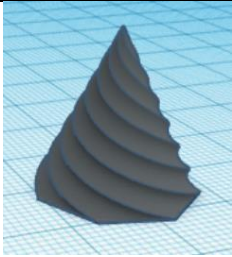


- **Завдання 7.** Створити багатокутник - отвір, з розмірами Д – 6 мм, Ш – 5 мм, В – 10 мм і розташувати його в центрі сніжинки(мал.1). Згрупувати всі елементи. Створити Тор з розмірами Д – 57 мм, Ш – 57 мм, В – 5 мм, в меню налаштування форми змінити параметр Труба до 0.75 (мал.2). Перемістити Тор в центр сніжинки (мал.3). Згрупувати всі елементи.



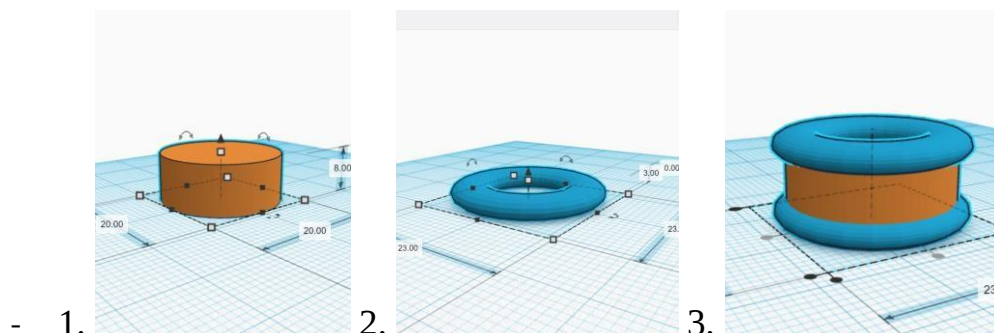
- Заняття №6. Морозиво

- На 8-му занятті ми побудуємо модель Морозива.

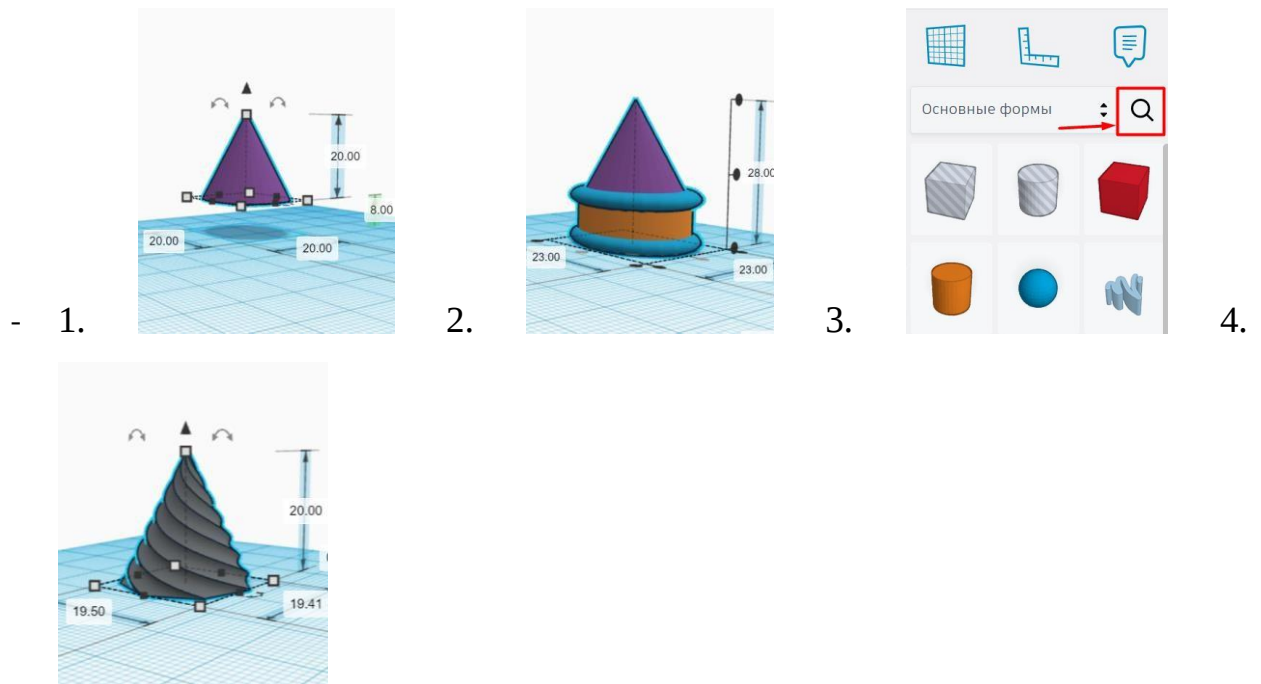
Вигляд об'єкта	Опис
	Об'єкт <i>Drill</i> є одним із пропонованих об'єктів в середовищі 3д моделювання Tinkercad

Інструкція

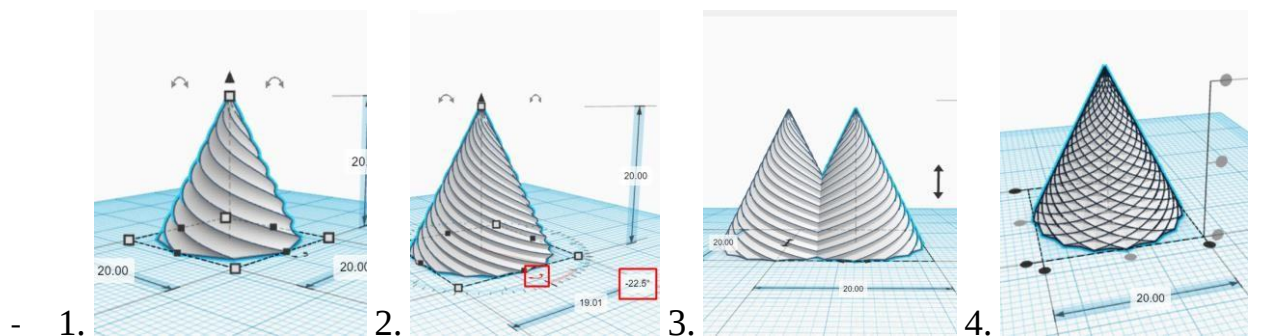
- **Завдання 1.** Створити циліндр з параметрами Д –20 мм, Ш – 20 мм, В – 8 мм, змінити властивість Сторони на 64 (мал.1). Створити Тор з параметрами Д –23 мм, Ш – 23 мм, В – 3 мм, змінити властивість Сторони на 24 (мал.2). Зробити дублікат Тора та розмістити так, як на малюнку (мал.3). Вирівняти всі три об'єкти по середині за довжиною та шириною.



- **Завдання 2.** Створити конус з розмірами Д – 20 мм, Ш – 20 мм, В – 20 мм та підняти на 10 мм (мал.1), після чого встановити його на попередньо створені об'єкти та вирівняти по середині за довжині та ширині (мал.2). У пошуку об'єктів (мал.3) вести слово Drill та додати знайдений об'єкт на робочу площину (мал.4).

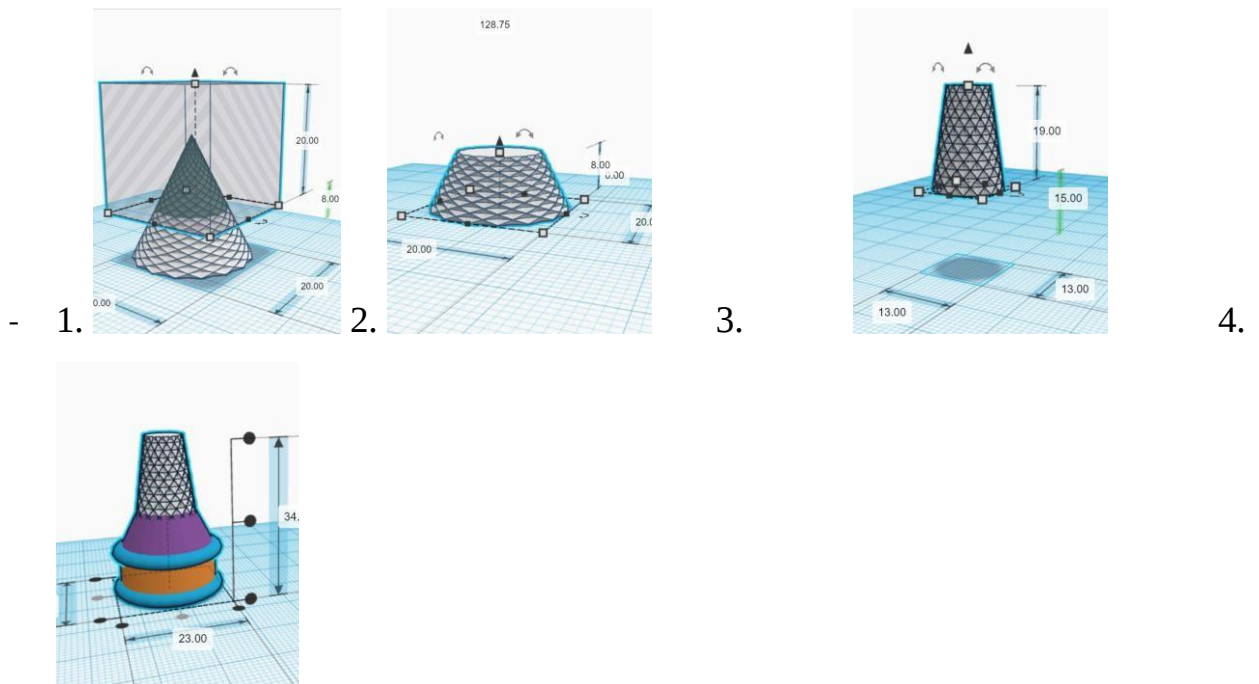


- **Завдання 3.** Змінити колір Drill на білий та змінити властивість *Кількість точок* на 8 (мал.1). Зробити дублікат Drill та повернути його на -22,5 градуси (мал.2). Виділити два об'єкти, скопіювати їх та вставити, відобразити скопійований елемент дзеркально за шириною (мал.3). Виділити все та вирівняти по середині за шириною та довжиною (мал.4).

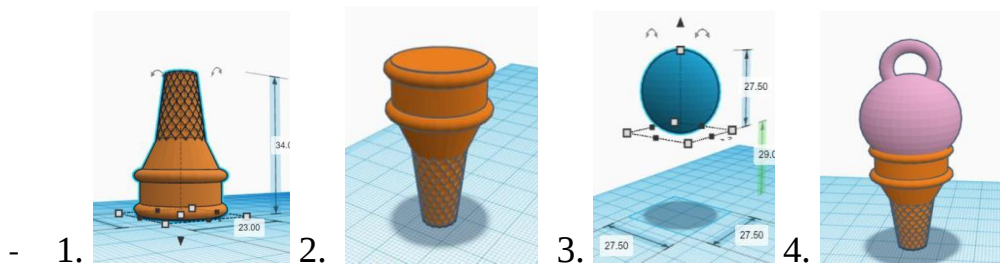


- **Завдання 4.** Створити паралелепіпед із стандартними параметрами, встановити режим отвору, підняти на 8 мм та розмістити на вершині раніше утвореної фігури (мал.1). Виділити все та згрупувати (мал.2).

Змінити параметри утвореної фігури на Д – 13 мм, Ш – 13 мм, В – 19 мм, підняти на 15 мм (мал.3). Виділити все та вирівняти по середині за шириною та довжиною (мал.4).



- **Завдання 5.** Згрупувати всі об'єкти та змінити колір (мал.1). Повернути основу морозива на 180 градусів (мал.2). Створити сферу з параметрами Д – 27.5 мм, Ш – 27.5 мм, В – 27.5 мм, підняти на 29 мм (мал.3). Змінити колір сфери на рожевий та встановити на основу морозива, вирівняти по середині за шириною та довжиною. Прикрасити морозиво Тором (мал.4).



Заняття №7. Ейфелева вежа

На 6-му занятті ми побудуємо модель Ейфелевої вежі.

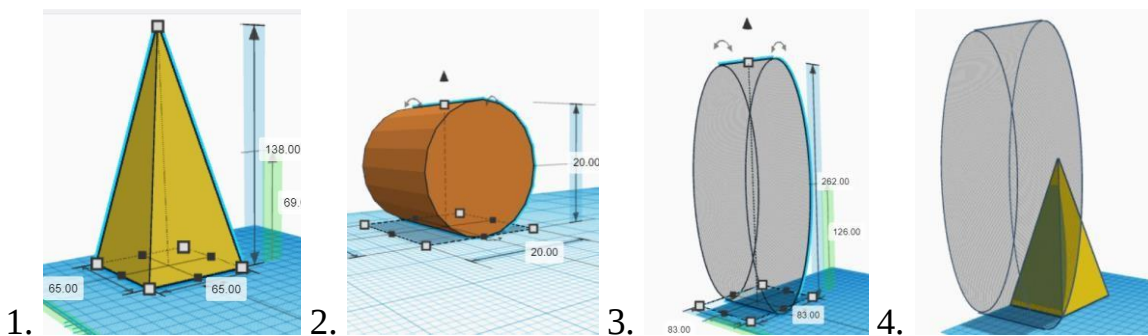
Ейфелева вежа — архітектурна пам'ятка Парижа, розміщена на Марсовому полі, символ сучасної Франції. Вежу названо на честь її конструктора Густава Ейфеля. Сам Ейфель називав її «300-метровою вежею», інша, народна назва — «Залізна пані».



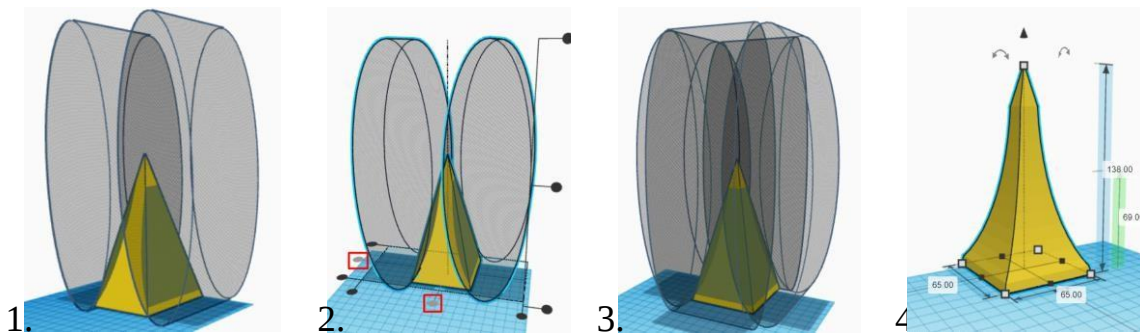
Вигляд об'єкта	Опис
	Об'єкт Кругла покрівля в Tinkercad має такі властивості: довжина (Д), ширина (Ш), висота (В).
	Об'єкт Піраміда в Tinkercad має такі властивості: довжина (Д), ширина (Ш), висота (В), сторони.

Інструкція

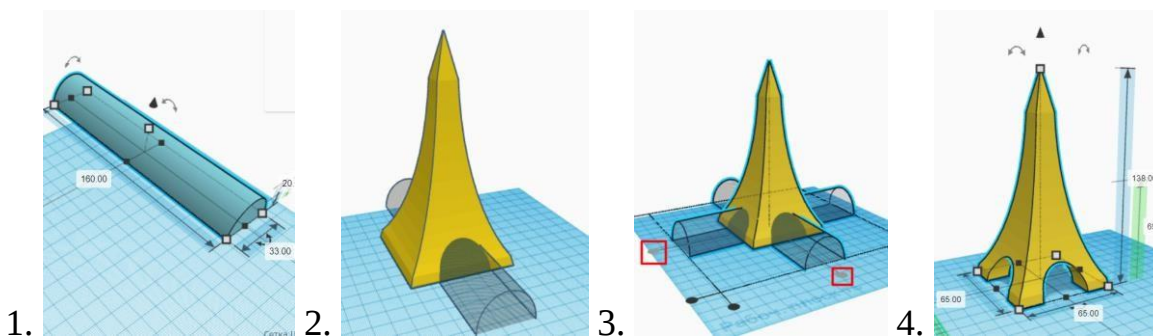
Завдання 1. Побудувати піраміду із параметрами Д – 65 мм, Ш – 65 мм, В – 138 мм (*мал.1*). Додати циліндр із стандартними параметрами та повернути на 90° за шириною (*мал.2*). Встановити режим Отвору для циліндра та змінити його параметри на Д – 83 мм, Ш – 83 мм, В – 262 мм, підняти на 126 мм (*мал.3*). Збільшити параметр Сторони на максимум та встановити циліндр так, як показано на малюнку (*мал.4*).



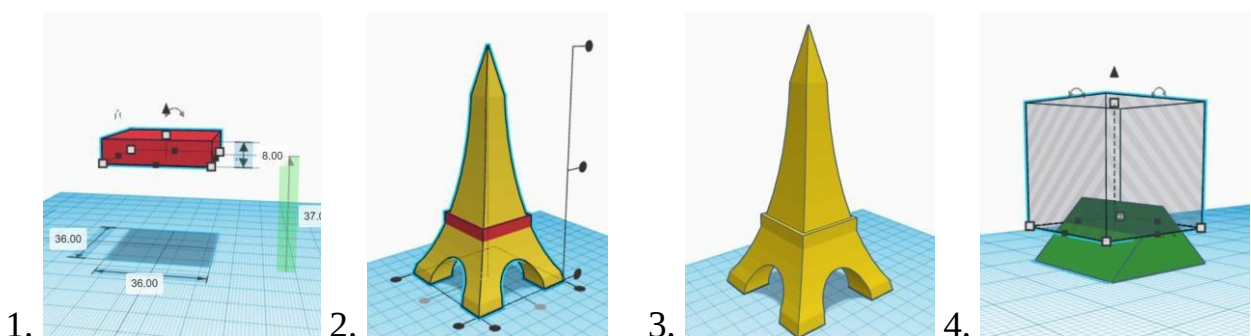
Завдання 2. Дублювати циліндр та розмістити з протилежної сторони піраміди (*мал.1*). Виділити два циліндри, згрупувати їх. Після чого, виділити все та встановити вирівнювання по середині за шириною та довжиною (*мал.2*). Виділити згруповані циліндри та дублювати їх сполученням клавіш CTRL+D, повернути за шириною на 90° (*мал. 3*). Виділити всі створені об'єкти та згрупувати (*мал.4*).



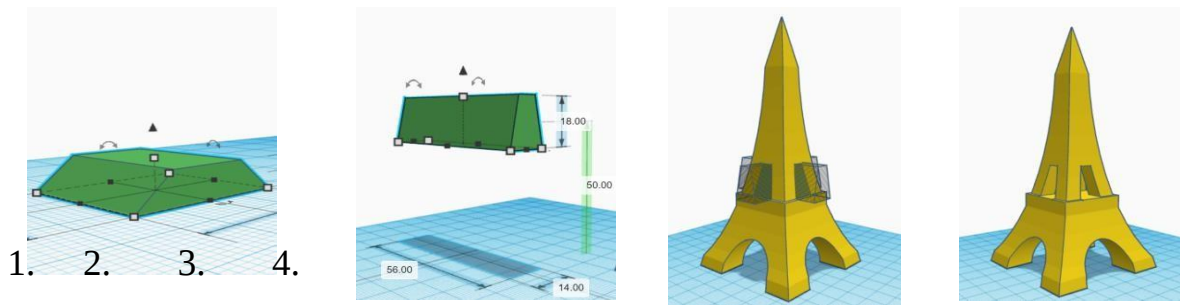
Завдання 3. Побудувати Круглу покрівлю із параметрами Д – 160 мм, Ш – 33 мм, В – 20 мм (мал.1). Встановити для покрівлі режим Отвору та розмістити відповідно малюнку (мал.2). Дублювати покрівлю, повернути на 90° та вирівняти по середині за довжиною та шириною (мал.3). Виділити та згрупувати все (мал.4).



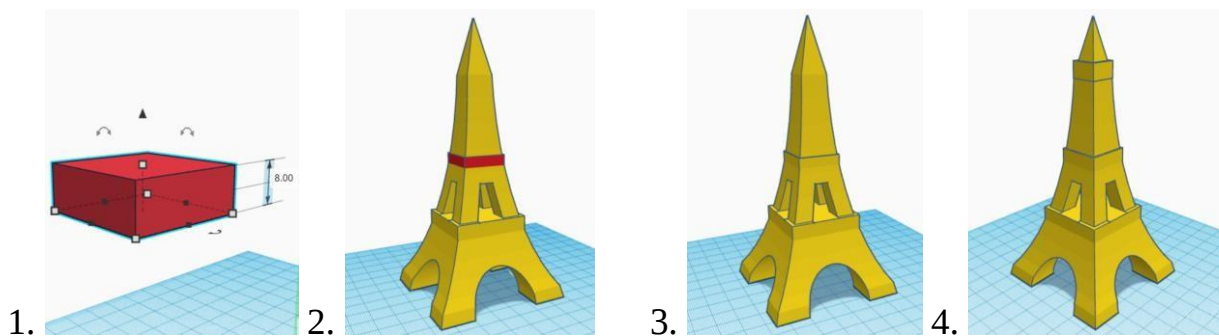
Завдання 4. Створити паралелепіпед з параметрами Д – 36 мм, Ш – 36 мм, В – 8 мм, підняти на 37 мм (мал.1). Встановити паралелепіпед на основу вежі, виділити все та вирівняти по середині за шириною та довжиною (мал.2). Виділити та згрупувати все (мал.3). Побудувати дах та паралелепіпед, який повинен бути в режимі Отвору та піднятий на 5 мм (мал.3).



Завдання 5. Виділити дах і паралелепіпед та згрупувати все (мал.1). Змінити параметри утвореної фігури на Д – 14 мм, Ш – 56 мм, В – 18 мм, підняти на 50 мм (мал.2). Встановити режим Отвору, розмістити як на малюнку та дублювати (мал.3). Виділити та згрупувати все (мал.4).



Завдання 6. Створити паралелепіпед з параметрами Д – 21 мм, Ш – 21 мм, В – 8 мм, підняти приблизно на 69 мм (*мал.1*). Встановити паралелепіпед на основу вежі, виділити все та вирівняти по середині за шириною та довжиною (*мал.2*). Виділити та згрупувати все (*мал.3*). Додати паралелепіпед з параметрами Д – 13 мм, Ш – 13 мм, В – 8 мм та встановити на верхню частину вежі (*мал.4*).



2.5. Експериментальне дослідження ефективності запропонованої методики навчання

Метою педагогічного експерименту було перевірити ефективність запропонованої методики навчання учнів створення 3D-моделей на основі цифрових фотографій та визначити рівень її актуальності й доцільності для шкільного курсу інформатики й суміжних навчальних дисциплін. Експеримент був спрямований на виявлення того, наскільки використання цифрових фотографій у процесі 3D-моделювання сприяє підвищенню мотивації учнів, розвитку їхніх технічних, просторових та проєктних умінь, а також формуванню міжпредметних компетентностей.

До участі в дослідженні було залучено вчителів інформатики, біології, хімії, математики, образотворчого мистецтва та трудового навчання, що дало змогу комплексно оцінити міжпредметний потенціал вивчення теми.

Експеримент проводився на базі ТЗОШ №24. У дослідженні взяли участь 56 учнів 9-х та 10-х класів, які працювали за розробленим методичним забезпеченням протягом тематичного тижня (3–7 листопада 2025 р.).

Організація експерименту включала три послідовні етапи:

Етап 1. Підготовчий

На підготовчому етапі було визначено об'єкт моделювання (герб України), організовано фотозйомку та сформовано дві підгрупи учнів.



Рис 2.21

Перша підгрупа працювала у середовищі Blender, де створювала 3D-модель об'єкта на основі одержаної цифрової фотографії.

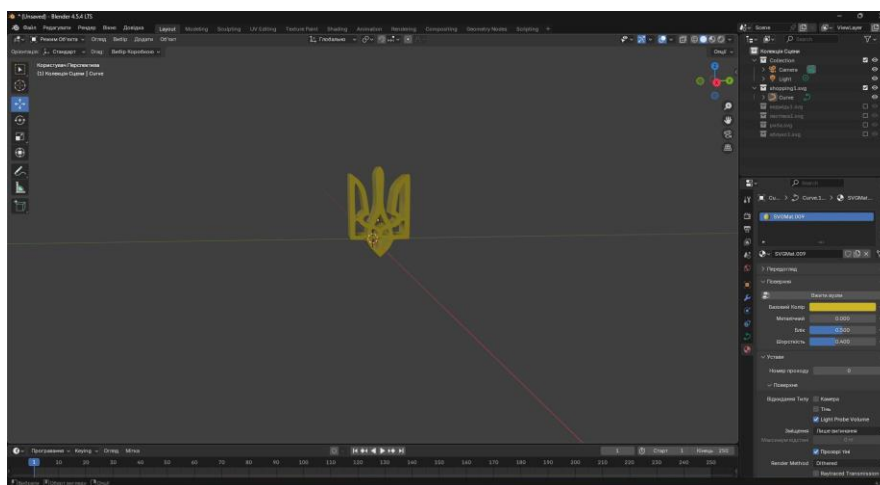


Рис 2.22

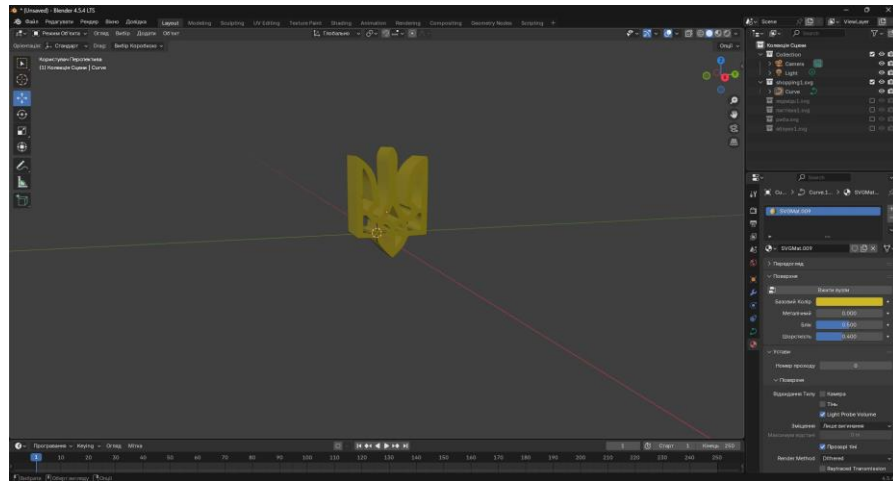


Рис 2.23

Друга підгрупа виконувала аналогічне завдання на заняттях з трудового навчання – відтворювала той самий об’єкт у дереві, орієнтуючись на ту саму фотографію.



Рис 2.24

Таке організаційне рішення дало змогу зіставити результати цифрового та матеріального моделювання та оцінити переваги використання 3D-графіки у порівнянні з традиційними техніками.

Етап 2. Формувальний (впровадження методики)

На цьому етапі учні виконували практичні завдання відповідно до розробленої методики:

1. Створення 3D-моделі на уроці інформатики:

імпорт цифрової фотографії в середовище Blender;
 побудова базової геометрії;
 уточнення форми та деталізація моделі;
 підготовка проміжних результатів для подальшого аналізу.

2. Виготовлення фізичної моделі на уроці трудового навчання:

аналіз фотографії та визначення основних конструктивних елементів;
 опрацювання деревини та покрокове відтворення форми об'єкта;
 завершальна обробка та підготовка виробу.

Обидві підгрупи працювали в однакових умовах (тривалість заняття — 45 хв), що забезпечило коректність подальшого порівняльного аналізу.

Етап 3. Діагностувально-аналітичний

Після виконання завдань було проведено оцінювання результатів роботи обох підгруп:

точність відтворення об'єкта;
 складність виконання;
 мотиваційний рівень та інтерес учнів;
 якість співпраці у групах;
 дотримання алгоритму та самостійність виконання.

А також проведено письмове анкетування для учнів в кінці проекту.

Зміст анкетування для учнів

1. Наскільки зрозумілим для тебе було завдання створити 3D-модель на основі фотографії?

- [1] Зовсім не зрозуміло
- [2] Важко, доводилося часто перепитувати
- [3] В цілому зрозуміло, але були складні моменти
- [4] Все було зрозуміло
- [5] Дуже зрозуміло і доступно.

2. Чи допомогли тобі попередні пояснення вчителя та інструкції (відео/текст) виконати завдання?

Так, повністю.

Частково.

Ні, я розбирався(лась) самостійно або за допомогою однокласників.

3. Оціни рівень практичної користі цього завдання для тебе (наскільки це знадобиться в житті чи майбутній професії):

[1] [2] [3] [4] [5] (де 1 – марна трата часу, 5 – дуже корисна навичка)

1. Чи полегшило роботу створення фотографій у моделюванні?

Так

Ні

5. Чи сподобалася тобі ідея поєднувати уроки інформатики та трудового навчання/мистецтва в одному проєкті?

Так, це дуже цікаво, хочеться більше таких проєктів.

Нормально, але це забирає багато часу.

Ні, краще вивчати кожен предмет окремо.

Проаналізовані результати анкетування викладені у діаграмах.

Крім аналізу учнівських робіт, було організовано анкетування та інтерв'ю вчителів для з'ясування міжпредметної актуальності та практичної цінності впровадженої методики.

Зміст анкетування для вчителів

Анкетування учителів проводилося із використанням GoogleForms. Анкета «Актуальність створення та анімування 3D-моделей на основі фотографій» містила запитання щодо:

1. оцінки актуальності теми;
2. розвитку учнівських навичок під час 3D-моделювання;

3. доцільності вивчення окремих аспектів теми;
4. можливостей інтеграції в інші навчальні предмети;
5. зручності використання різних сервісів та програм;
6. досвіду застосування 3D-графіки на уроках;
7. потреби у вивченні фотограмметричних технологій у школі.

Експериментальна оцінка ефективності запропонованої методики

Аналіз результатів педагогічного експерименту показав високий рівень зацікавленості учнів у вивченні теми «3D-моделювання на основі фотографій». Учні відзначали зрозумілість завдань, практичність і легкість роботи у створенні 3D моделей на основі фотографій та високо оцінили рівень практичної користі цього завдання для себе (наскільки це знадобиться в житті чи майбутній професії).

Робота у двох форматах –цифровому та матеріальному –дала можливість порівняти складність та точність відтворення об'єкта й оцінити переваги цифрових технологій у процесі моделювання.

Анкетування учителів засвідчило, що 95 % респондентів вважають вивчення 3D-моделювання на основі фотографій актуальним та необхідним у сучасній школі. Більшість учителів (понад 80 %) наголосили на міжпредметному потенціалі теми: її можна інтегрувати з уроками фізики, хімії, математики, географії, історії, мистецтва й трудового навчання.

Основні напрями застосування, визначені вчителями:

- фізика: моделювання механізмів, принципів роботи приладів, траєкторій руху;
- хімія: створення просторових моделей молекул та кристалічних структур;
- математика: візуалізація геометричних тіл та їх перетинів;
- історія: реконструкція архітектурних і культурних об'єктів;
- географія: побудова моделей рельєфу, ландшафтів;
- мистецтво: відтворення художніх об'єктів, скульптур, символів.

Вчителі інформатики частіше обирали мобільні додатки (Polysam, Kiku, тощо), онлайн-сервіси (браузерні) — щоб не встановлювати ПЗ, програми, встановлені локально (Blender), що пояснюється їх ширшими функціональними можливостями порівняно з онлайн-сервісами.

Серед навичок, які розвиває вивчення теми, респонденти відзначили:

- просторову уяву;
- критичне та абстрактне мислення;
- проєктне та алгоритмічне мислення;
- самоорганізацію і самостійність у роботі;
- креативність та технічну грамотність.

Зіставлення результатів діяльності учнів із двох підгруп показало, що цифрове моделювання забезпечує вищу точність відтворення об'єкта, меншу трудомісткість та більшу мотиваційну привабливість завдяки поєднанню візуальності, інтерактивності й миттєвого результату. Натомість робота з деревом сприяла розвитку дрібної моторики, акуратності та конструкторських навичок. Це підтвердило доцільність інтегрованого STEAM-підходу.

Узагальнення результатів експерименту дозволяє стверджувати, що запропонована методика є ефективною, а тема «3D-моделювання на основі фотографій» – актуальною, перспективною та такою, що має значний потенціал для міжпредметної інтеграції.

Висновок до розділу 2

Другий розділ присвячено розробці методики навчання та аналізу інструментарію. Аналіз навчальних програм з інформатики засвідчив, що вивчення 3D-графіки передбачено переважно в 9 класі, проте воно часто має фрагментарний характер. Для реалізації методики було обрано та порівняно програмне забезпечення: Tinkercad рекомендовано для початкових навичок, Blender — як базовий інструмент для 9 класу, а CrazyTalk Pipeline та DAZ Studio — для створення та анімування персонажів на основі фотографій.

Було розроблено покроковий алгоритм створення моделей методом фотограмметрії, який включає підготовку якісних фотографій, програмний розрахунок геометрії, текстурування, рендеринг та постпродакшн. Також підготовлено систему практичних завдань (кораблик, брелок, сніжинка тощо) та відеоуроки для самостійної роботи учнів, що забезпечує наочність та логічну структуру навчального матеріалу.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена актуальній проблемі впровадження технологій 3D-моделювання на основі фотографій у шкільний курс інформатики.

У ході дослідження було виконано наступне:

Обґрунтовано теоретичні засади та визначено роль тривимірних технологій у формуванні цифрових та інженерних компетентностей сучасного учня.

Здійснено порівняльний аналіз сучасного програмного забезпечення, що дозволило диференціювати інструменти (Tinkercad, Blender, DAZ Studio) відповідно до вікових особливостей та складності завдань.

Розроблено та описано методику навчання, що базується на алгоритмах фотограмметрії, та підготовлено навчально-методичне забезпечення у вигляді планів-конспектів і відеоуроків.

Експериментально перевірено та доведено, що запропонований підхід сприяє розвитку просторового мислення, підвищує якість засвоєння матеріалу та відповідає вимогам концепції Нової української школи та STEAM-освіти.

Результати роботи мають практичне значення для вчителів інформатики та можуть бути використані для створення сучасних навчальних курсів з основ 3D-графіки та анімації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Богацька А. С., Савченко Л. М., Воронцова Д. В. 3D-моделювання персонажа комп'ютерної гри за розробленим концепт-артом. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2018. №3. С. 218–222.
2. Генсерук, Г., Бойко, М. (2022). Цифрова трансформація освіти: виклики та перспективи. *Наукові записки ТНПУ*. Серія: Педагогіка. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/15380> (дата звернення: 15.09.2025).
3. Види 3Д моделювання: полігональне, сплайнове, і NURBS моделювання. URL: <https://koloro.ua/ua/blog/3d-tehnologii/vidy-3d-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html> (дата звернення: 15.06.2025).
4. Все про створення 3d-моделей за фотографіями. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/vse-pro-stvorennja-3d-modelej-za-fotografijami.html> (дата звернення: 10.11.2025).
5. Гаманець А. О, Дейнеко Ж. В. Сплайнове моделювання при розробці тривимірної сцени. *Матеріали I Міжнародної наук.-техн. конф. Молодіжної школи*. Харків, 2016. С. 79–82.
6. Державний стандарт базової середньої освіти, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 13.09.2025).
7. Єлек Д. Ю. 3D моделювання. URL: https://informatika.udpu.edu.ua/?page_id=5855 (дата звернення: 13.06.2025).
8. Колгатіна Л. С., Першина О. В. Огляд графічних редакторів для створення 3D об'єктів. *Науково-дослідна робота студентів як чинник удосконалення професійної підготовки майбутнього вчителя: зб. наук. пр. / редкол.: Л. І. Білоусова та ін. Харків, 2020. Вип. 19. С. 61–70.*
9. Модельна навчальна програма «Інформатика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (авт. Бондаренко О. О., Ластовецький В. В., Пилипчук О. П., Шестопапов Є. А.). 2023.

10. Завадський І. О., Коршунова О. В., Лапінський В. В. Модельна навчальна програма «Інформатика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти 2023.

11. Морзе Н. В., Барна О. В. Модельна навчальна програма «Інформатика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти 2023.

12. Пасічник О. В., Чернікова Л. А. Модельна навчальна програма «Інформатика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти 2023.

13. Огляд FaceGen Artist Pro. URL: <https://agetintopc.com/ru/facegen-artist-pro-free-download/> (дата звернення: 05.11.2025).

14. Ожга М. М. Методика навчання систем 3D проектування майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків, 2015. 284 с.

15. Пузь Д. О., Сомов С. В. Застосування 3d моделювання в сферах людської діяльності. *Новітні інформаційні системи та технології*. 2018. №9. С. 115–121. (дата звернення: 10.07.2025).

16. Сось Ю. Ю. Основи моделювання в середовищі Blender 2.90. URL: <https://fs02.vseosvita.ua/0200voz0-bc15.pdf> (дата звернення: 12.04.2025).

17. Створення комп'ютерної 3D моделі матеріального об'єкта шляхом фотограмметрії. URL: <https://pro3d.com.ua/a389030-stvorenniya-kompyuternoyi-modeli.html> (дата звернення: 18.09.2025).

18. Тривимірна графіка – 3D-моделювання. URL: <https://easy3dprint.com.ua/uk/trivimirna-grafika-3d-modelyuvannya/> (дата звернення: 13.08.2025).

19. Фотограмметрія – це сучасно. URL: <http://kizman-tehn.com.ua/%d1%84%d0%be%d1%82%d0%be%d0%b3%d1%80%d0%b0%d0%bc%d0%bc%d0%b5%d1%82%d1%80%d1%96%d1%8f-%d1%86%d0%b5-%d1%81%d1%83%d1%87%d0%b0%d1%81%d0%bd%d0%be/> (дата звернення: 17.05.2025).

20. Цуканова А. М. 3D моделювання для дітей. URL: <https://buki.com.ua/news/try-d-modelyuvannya/> (дата звернення: 18.05.2025).

21. 3D-модельювання та візуалізація від компанії KOLORO. URL: <https://koloro.ua/ua/3d-modelirovanie-i-vizualizaciya.html> (дата звернення: 10.10.2025).
22. Antony Ward. How to create character models for games: 18 top tips. URL: <https://www.creativebloq.com/how-create-character-models-games-18-top-tips-9113050> (cited: 10.11.2025).
23. CrazyTalk. URL: <https://www.reallusion.com/crazytalk/> (cited: 19.05.2025).
24. History of 3D modeling: from euclid to 3d printing. URL: <https://ufo3d.com/history-of-3d-modeling/> (cited: 21.04.2025).
25. Pallavi Mahajan. 3D modeling for video games: what you need to know. URL: <https://www.selfcad.com/blog/3d-modeling-for-video-games-what-you-need-to-know> (cited: 14.05.2025).
26. The basics of 3D character development for video games. URL: <https://room8studio.com/blog/art/the-basics-of-3d-character-development-for-video-games/> (cited: 14.08.2025).
27. TinkerCAD. Офіційний сайт. URL: <https://www.tinkercad.com/> (дата звернення: 12.03.2025).
28. Огляд FaceGen Artist Pro. URL : agetintopc.com/facegen-artist-pro-free-download/ 14 (дата звернення: 05.11.2025).
29. Pallavi Mahajan [Electronic resource] 3D modeling for video games: what you need to know URL: <https://www.selfcad.com/blog/3d-modeling-for-video-games-what-you-need-to-know> (cited: 2025.14.05.).
30. The basics of 3D character development for video games URL: <https://room8studio.com/blog/art/the-basics-of-3d-character-development-for-video-games/#conclusion> (cited: 2025.14.05).
31. Морзе Н. В., Барна О. В. Модельна навчальна програма «Інформатика. 5–6 класи». Київ: МОН України, 2021. 39 с. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/>

ДОДАТКИ

Додаток А

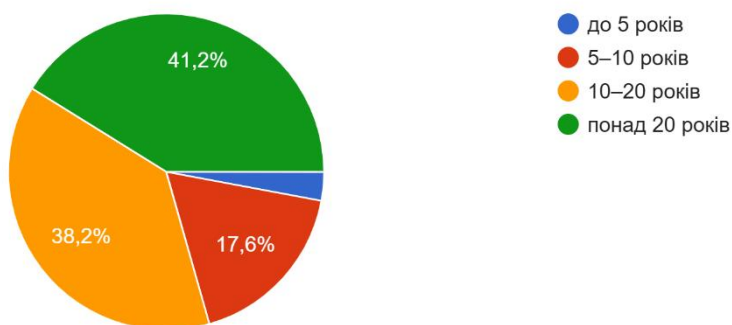
АНКЕТА: Актуальність створення та анімування 3D-моделей на основі фотографій

Форма опитування

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeErUXWep-LJKLaYSh2yDjWD1l7D0RFq0yslquiLcoo8M1D4Q/viewform?usp=sharing&oid=102677955812257735157>

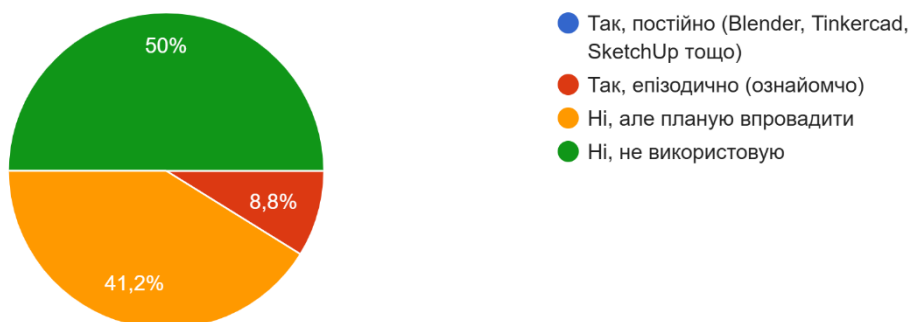
1. Ваш педагогічний стаж:

34 відповіді



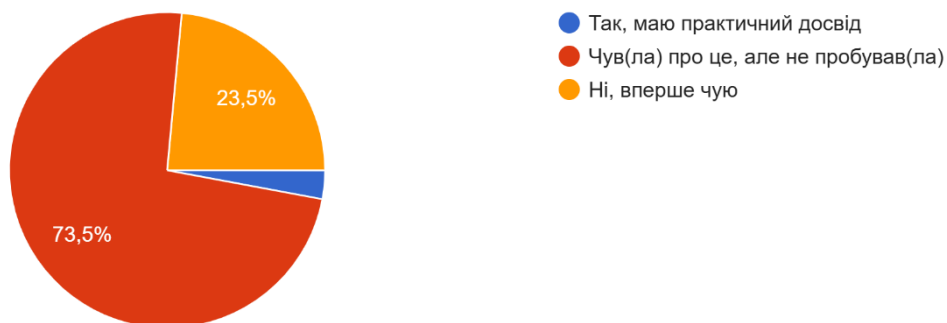
2. Чи використовуєте Ви елементи 3D-графіки на своїх уроках?

34 відповіді



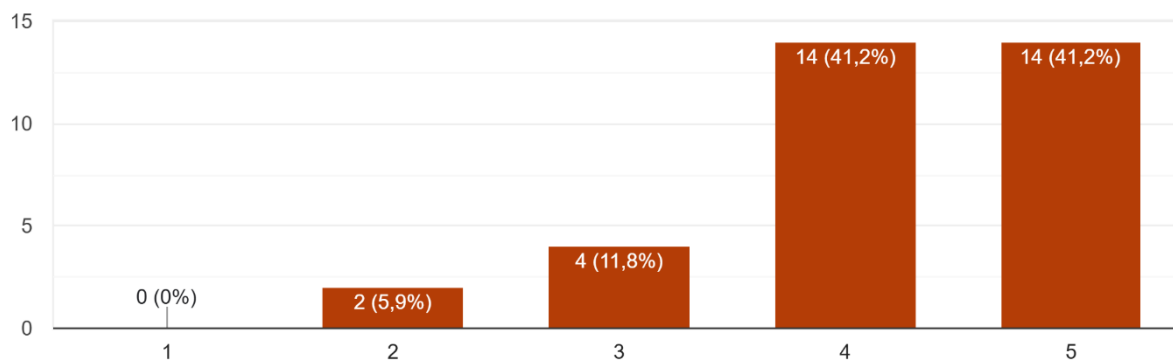
3. Чи знайомі Ви з технологією створення 3D-моделей на основі фотографій (фотограмметрія, 3D-сканування телефоном)?

34 відповіді



4. Наскільки актуальним, на Вашу думку, є вивчення теми «Створення та анімування 3D-моделей з фото» для сучасних школярів?

34 відповіді



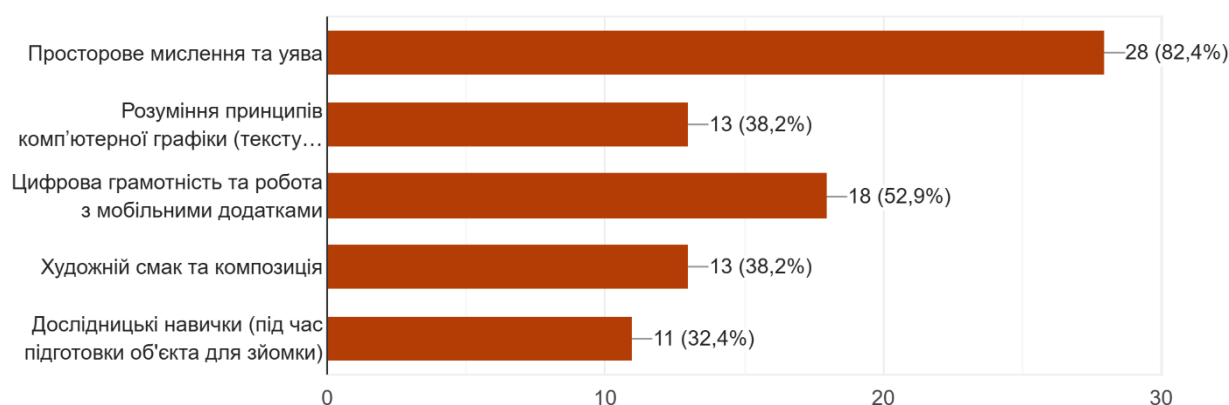
5. В чому Ви вбачаєте основну цінність цієї технології для навчання?

34 відповіді

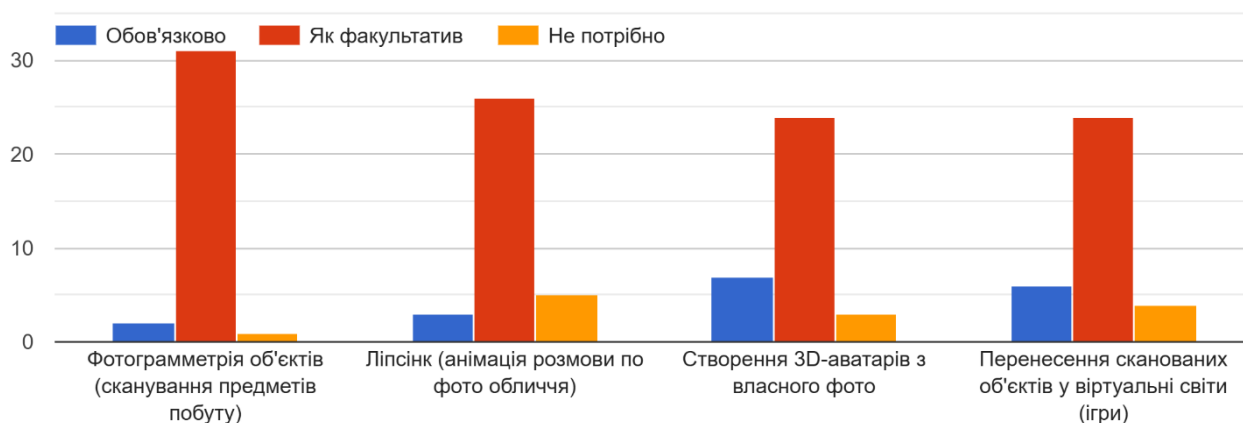


6. Які навички та компетентності, на Вашу думку, найбільш ефективно розвиваються під час створення 3D-моделей з фотографій?

34 відповіді

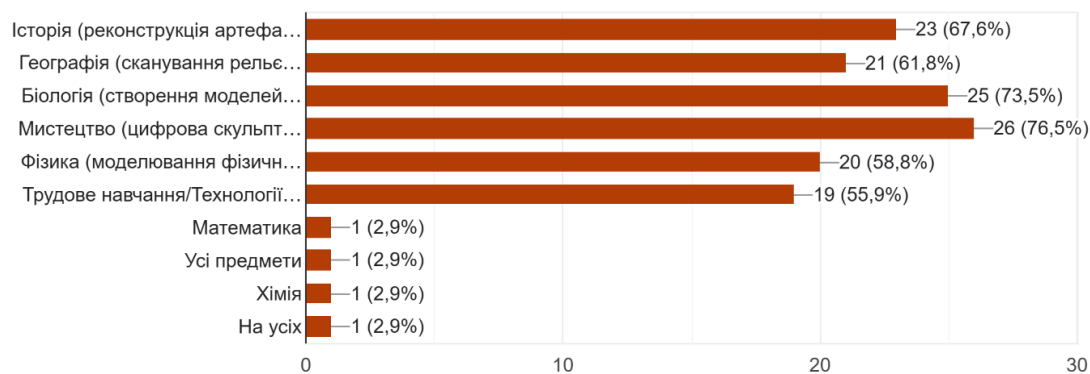


7. Які аспекти теми «3D з фото» варто включити до навчальної програми?



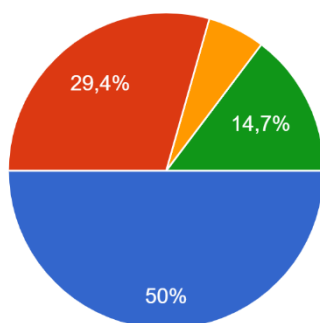
8. На яких уроках, крім інформатики, учні могли б використати навички створення 3D-моделей з фото?

34 відповіді



9. Яким інструментам варто надати перевагу у шкільному курсі для цієї теми?

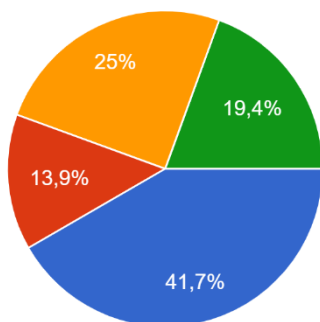
34 відповіді



- Мобільні додатки (Polysam, Kiku) — через доступність смартфонів
- Онлайн-сервіси (браузерні) — щоб не встановлювати ПЗ
- Десктопні програми (Zephyr, Meshroom, Blender) — для глибшого вивчення
- Спеціалізовані програми для анімації облич (CrazyTalk)

10. Що може стати найбільшою перешкодою у використанні цього ПЗ?

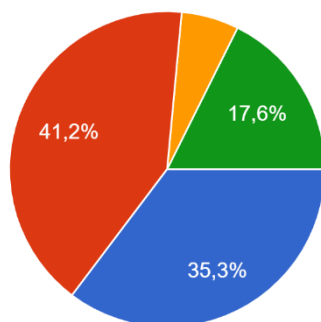
36 відповідей



- Слабкі шкільні комп'ютери
- Відсутність якісних камер/смартфонів у дітей
- Англomовний інтерфейс програм
- Складність опанування інструментарію

11. Чи вважаєте Ви, що фотограмметричні технології повинні стати частиною держстандарту з інформатики?

34 відповіді

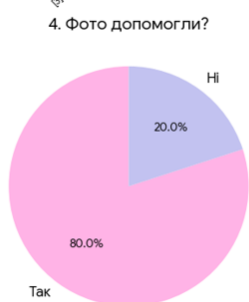
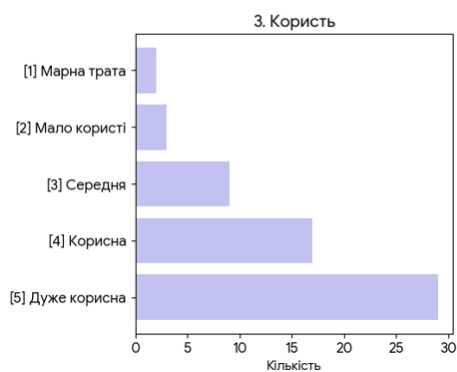
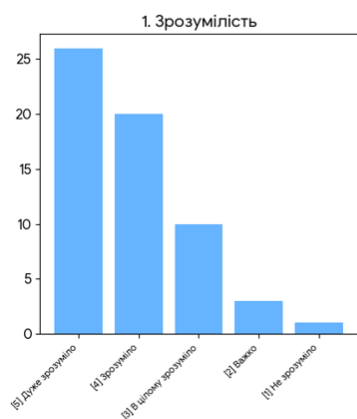


- Так, це технологія майбутнього
- Тільки як варіативний модуль (за вибором школи)
- Ні, достатньо класичного 3D-моделювання
- Важко відповісти

Додаток Б

Письмове анкетування учнів.

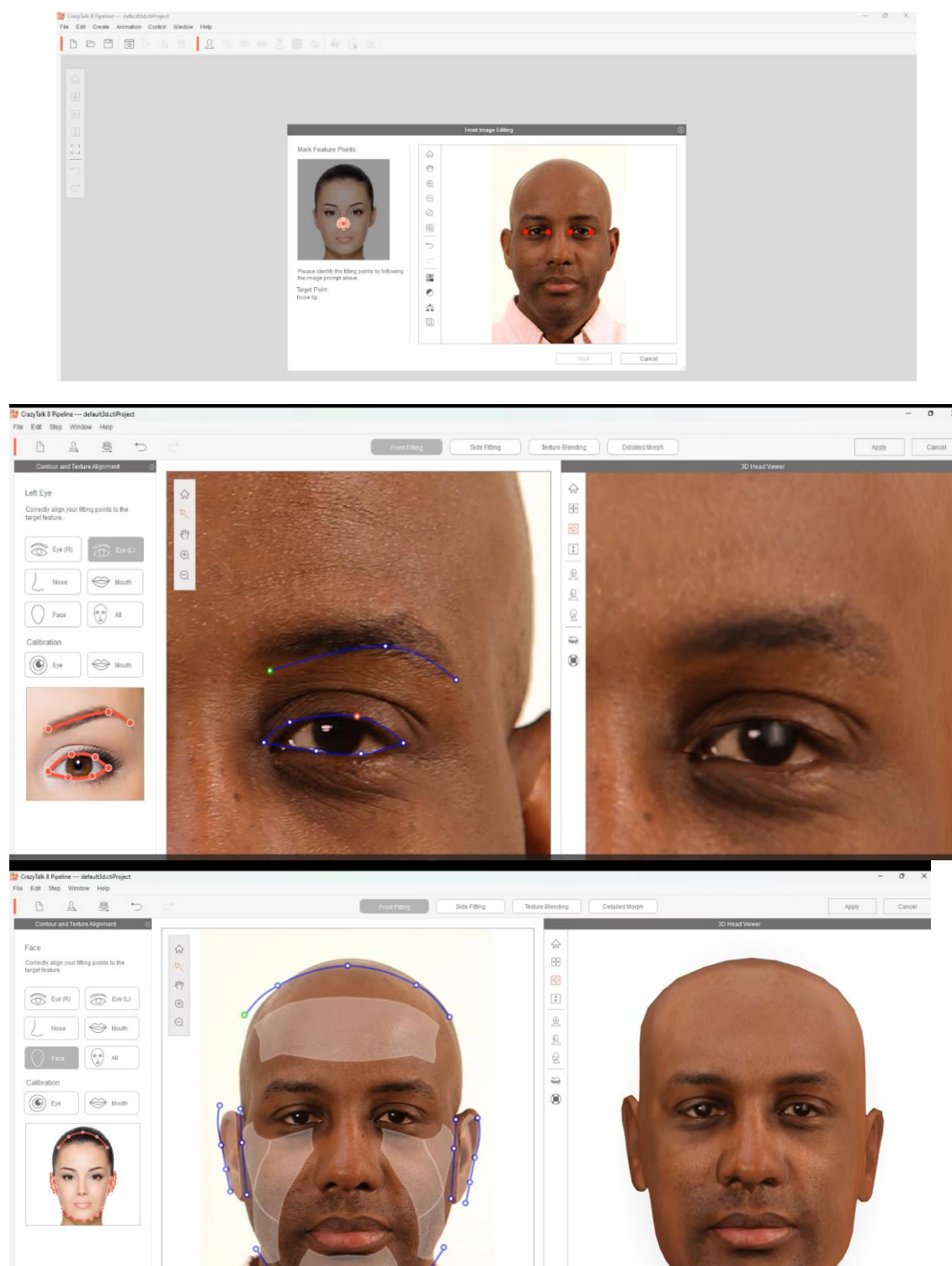
Результати анкетування (60 учнів)



Додаток В

Відео урок використання програми і матеріали.

https://drive.google.com/drive/folders/1aujMF8jVZHb3MjmAh7is7brV43vtO9ZN?usp=drive_link



Додаток Г

Публікація в двох наукових конференціях на тему «Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи».

