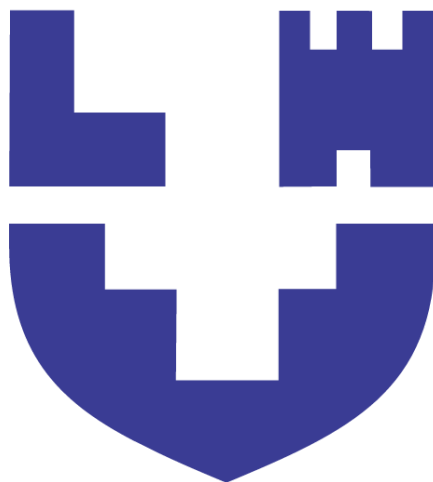


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



# **ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО ДИЗАЙНУ**

Конспект лекцій для здобувачів  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
освітньо-професійних програм  
«Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерні науки»  
галузь знань **F Інформаційні технології**  
спеціальності **F2 Інженерія програмного забезпечення,**  
**F3 Комп'ютерні науки, F7 Комп'ютерна інженерія**  
денної та заочної форм навчання

**ЛУЦЬК 2026**

**004.92:7.05**

До друку

Голова вченої ради факультету КІТ \_\_\_\_\_ І. С. Кондіус

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ  
Директор бібліотеки \_\_\_\_\_ Н.П. Поліщук

Затверджено вченою радою факультету КІТ,  
протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри комп'ютерних наук ЛНТУ,  
протокол № від «\_\_» січня 2026 року.

Завідувач кафедри КН \_\_\_\_\_ В.О. Ліщина

Укладачі: \_\_\_\_\_ О. В. Неділько, асистент кафедри комп'ютерних наук ЛНТУ

Рецензент: \_\_\_\_\_ Ю. Й. Тулашвілі, доктор педагогічних наук, професор  
кафедри комп'ютерних наук ЛНТУ.

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ В. О. Ліщина, кандидат технічних  
наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних наук ЛНТУ.

**Основи комп'ютерного дизайну:** конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерні науки», «Комп'ютерна інженерія» галузь знань F Інформаційні технології спеціальностей F2 Інженерія програмного забезпечення, F3 Комп'ютерні науки, F7 Комп'ютерна інженерія денної та заочної форм навчання, уклад. О.В. Неділько. Луцьк: ЛНТУ, 2026. с.84.

Видання містить необхідний теоретичний матеріал з описом програм та виконання маніпуляцій у них, який дасть можливість студентам засвоїти навчальний матеріал з мінімальними витратами часу.

Призначене для студентів спеціальностей F2 Інженерія програмного забезпечення, F3 «Комп'ютерні науки», F7 Комп'ютерна інженерія денної та заочної форми навчання.

## ЗМІСТ

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1 Загальні відомості про дизайн та комп'ютерну графіку .....	4
Тема 1. Основи дизайну.....	4
Тема 2. Поняття векторної та растрової графіки, їх порівняння. ....	9
Тема 3. Апаратні та програмні засоби комп'ютерної графіки. ....	24
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2 Векторна графіка.....	30
Тема 4. Програми для роботи з векторною графікою Inkscape. ....	30
Тема 5. Створення векторних об'єктів у Krita: простих фігур, ліній, автофігур. ....	34
Тема 6. Робота з текстом.....	37
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3 Тривимірна графіка.....	43
Тема 7. Основні поняття про тривимірну графіку. ....	43
Тема 8. Типи програм для тривимірної графіки та їх призначення. ....	47
Тема 9. Інструменти тривимірної графіки .....	50
Тема 10. Поверхні в тривимірному просторі.....	58
Тема 11. Інтерфейс програми для створення тривимірних об'єктів Blender. ....	67
Тема 12. Анімація.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	82

## ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1

### Загальні відомості про дизайн та комп'ютерну графіку

#### Тема 1. Основи дизайну.

*Призначення, можливості та сфери застосування комп'ютерної графіки.*

Основи дизайну – це набір принципів та елементів, які використовуються для створення естетично збалансованих та функціональних виробів. Незалежно від області застосування (графічний дизайн, веб-дизайн, промисловий дизайн тощо), деякі основи дизайну залишаються загальними.

Основні принципи дизайну.

Пропорція. Пропорція визначає співвідношення розмірів та розташування елементів у дизайні. Вона допомагає створити гармонію та ритм у композиції. Застосовується розташування елементів, розміри, шрифти тощо.

Баланс. Баланс означає розподіл візуальної ваги між елементами дизайну. Це може бути симетричний баланс, коли вага рівномірно розподілена навколо центральної осі, або асиметричний баланс, коли вага розподілена нерівномірно, але все ще збалансована.

Кольоровий вибір. Вибір кольорів грає важливу роль у дизайні. Кольори можуть передавати емоції, створювати настрій і впливати на сприйняття виробу. Важливо враховувати гармонію кольорів, контрастність, насиченість та сполучення різних кольорових схем.

Типографіка. Використання правильного шрифту та його відповідність контексту є важливим елементом дизайну. Шрифти можуть передавати настрій, виділяти важливу інформацію та поліпшувати читабельність. Важливо вибрати відповідний шрифт для заголовків, тексту та акцентів [2].

Простір. Використання простору у дизайні має велике значення. Розміщення елементів, відстань між ними, а також використання негативного простору (порожнини) можуть впливати на сприйняття дизайну та створювати відчуття балансу та гармонії.

Ці принципи дизайну можна використовувати як основу для створення ефективного та привабливого дизайну незалежно від його форми та призначення. Вони допомагають забезпечити зрозумілість, естетику та функціональність виробу.

Комп'ютерна графіка є сферою, пов'язаною з створенням, редагуванням та відображенням візуальних елементів за допомогою комп'ютерних технологій. Вона використовується в різних сферах і має широкі можливості застосування.

Основні призначення комп'ютерної графіки включають розваги, фільми та анімація, дизайн і реклама, архітектура та візуалізація, медицина та наука.

Розваги. Комп'ютерні ігри, відеоігри, віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR) – це популярні сфери застосування комп'ютерної графіки, де створюються візуальні світи, персонажі та спеціальні ефекти.

Фільми та анімація. Комп'ютерна графіка використовується для створення візуальних ефектів, спеціальних ефектів та композиції зображень у фільмах і анімаційних роботах. Вона дозволяє створювати реалістичні образи, які раніше були недосяжні звичайними методами зйомки.

Дизайн і реклама. Комп'ютерна графіка використовується для створення логотипів, постерів, рекламних банерів, пакетів дизайну, упаковки товарів та інших елементів дизайну. Вона дозволяє деталізувати та вдосконалити візуальне представлення продукту або бренду.

Архітектура та візуалізація. Комп'ютерна графіка використовується в архітектурі для створення 3D-моделей будівель, інтер'єрів та ландшафтів. Вона дозволяє архітекторам та дизайнерам візуалізувати свої ідеї, досліджувати простір та освітлення, а також спрощує спілкування з клієнтами та стейкхолдерами.

Медицина та наука. Комп'ютерна графіка використовується в медицині та наукових дослідженнях для створення моделей органів, симуляції процесів, візуалізації медичних даних та досліджень. Вона допомагає лікарям, науковцям та дослідникам вивчати та розуміти складні процеси, а також сприяє покращенню діагностики та лікування.

Крім цих сфер, комп'ютерна графіка знайшла застосування у веб-дизайні, інтерфейсах користувача, промисловому дизайні, моделюванні, симуляціях, наукових візуалізаціях, виробництві і багатьох інших галузях. Вона відкриває безліч можливостей для творчості та інновацій, дозволяючи створювати вражаючі та функціональні візуальні рішення [5].

Застосування комп'ютерної графіки у веб-дизайні та інтерфейсах користувача

Комп'ютерна графіка відіграє важливу роль у веб-дизайні та розробці інтерфейсів користувача, надаючи їм привабливий та функціональний вигляд. Основні застосування комп'ютерної графіки у веб-дизайні та інтерфейсах користувача включають:

- веб-графіка;
- розробка інтерфейсів користувача (UI);
- анімація;
- графічні ефекти;
- респонсивний дизайн.

Веб-графіка. Комп'ютерна графіка використовується для створення веб-графіки, такої як фонові зображення, банери, іконки, кнопки та ілюстрації. Вона допомагає покращити візуальну привабливість веб-сторінок та створити концептуальну єдність.

Розробка інтерфейсів користувача (UI). Комп'ютерна графіка використовується для створення елементів інтерфейсу користувача, таких як кнопки, меню, форми, вкладки, слайдери та інші компоненти. Вона допомагає покращити взаємодію користувача з веб-сайтом або додатком, забезпечує зрозумілість та естетику інтерфейсу.

Анімація. Комп'ютерна графіка дозволяє створювати анімаційні ефекти, які збагачують веб-дизайн та роблять його більш привабливим та інтерактивним. Анімація може бути застосована для показу переходів між сторінками, виділення важливих елементів, ілюстрування процесів тощо.

Графічні ефекти. Комп'ютерна графіка дозволяє застосовувати різноманітні графічні ефекти, такі як тіні, градієнти, прозорість, розмивання, переходи між кольорами та інші, для покращення візуальної привабливості та створення особливого настрою.

Респонсивний дизайн. Комп'ютерна графіка використовується для адаптації веб-дизайну до різних пристроїв та розмірів екранів. Завдяки комп'ютерній графіці можливо створювати гнучкі та адаптивні елементи, які забезпечують оптимальний вигляд та взаємодію на будь-якому пристрої.

Використання комп'ютерної графіки у веб-дизайні та інтерфейсах користувача допомагає покращити візуальний вигляд, взаємодію та користувацький досвід. Вона дає можливість дизайнерам втілити свої творчі ідеї та створити привабливі та функціональні веб-додатки та сайти.

Правило 90 секунд в дизайні

Правило «90 секунд в дизайні» – це концепція, яка підкреслює важливість першого враження, яке споживач отримує від продукту, веб-сайту або іншого дизайну. Згідно з цим

правилом, у вас є всього 90 секунд, щоб зацікавити і утримати увагу користувача, переконати його залишитися на вашому веб-сайті або продовжити досліджувати продукт.

Основна ідея полягає в тому, що перші кілька секунд взаємодії користувача з дизайном є критичними. За цей короткий проміжок часу користувач формує враження про продукт і вирішує, чи варто йому продовжувати взаємодію. Якщо враження негативне або користувач не розуміє, як користуватися продуктом, ймовірно, він покине його [6].

Отже, важливо ретельно продумати весь дизайн продукту або веб-сайту, забезпечити зручність взаємодії, наочно передати головну інформацію і залучити увагу користувача в перші 90 секунд.

Це правило особливо актуальне в онлайн-середовищі, де конкуренція за увагу користувачів дуже велика, і вони мають багато варіантів вибору.

#### Теорія кольору Йоханнеса Іттена

Теорія кольору Йоханнеса Іттена – це систематичний підхід до вивчення і розуміння кольорів, розроблений німецьким художником і педагогом Йоханнесом Іттенем. Ця теорія була важливою частиною навчальної програми Баухаузу, відомої школи дизайну, мистецтва і архітектури, в якій Іттен викладав.

#### Основні принципи теорії кольору Іттена

Колірні круги: Йоханнес Іттен розробив декілька кольорних кіл, таких як кольорний колесо з 12 кольорами, кольорний трикутник, кольорний чотирикутник і т.д. Ці структури допомагають візуалізувати взаємозв'язки між кольорами.

Взаємодія кольорів: Теорія Іттена розглядає різні типи взаємодій між кольорами, такі як конфлікт, контраст, гармонія, асиметрія тощо. Це допомагає художникам і дизайнерам розуміти, які кольори можна комбінувати для досягнення різних ефектів.

Кольорові групи: Іттен поділив кольори на кілька груп в залежності від їх характеристик, таких як основні, вторинні, теплі, холодні тощо. Це допомагає встановлювати логіку в виборі кольорової палітри.

Кольорові контрасти: Один з ключових аспектів теорії Іттена – це різноманітні типи контрастів між кольорами, такі як контраст світлоти-темноти, контраст холодних і теплих тональностей, контраст комплементарних кольорів (кольорів, розташованих один проти одного на кольорному колесі) та інші.

Кольорові ефекти: Теорія Іттена також вивчає, які емоції та асоціації можуть викликати різні кольори, а також як вони впливають на сприйняття об'єктів, простору та композиції.

Ця теорія була важливим кроком у розвитку мистецтва та дизайну, допомагаючи художникам і дизайнерам зрозуміти принципи кольору і ефективно використовувати їх у своїх творіннях [9].

#### Поєднання кольорів

Важлива умова кольорового підбору – гармонійне поєднання основних барв та їхніх відтінків. Поєднання кольорів ґрунтується на кількох простих правилах, які можна продемонструвати на прикладі кольорового кола Іттена. Кольорове коло Іттена – це один з базових інструментів дизайнера, на колі зображено співвідношення різних кольорів у вигляді діаграми. Це допомагає максимально органічно підібрати потрібний спектр фарб, їхніх тонів та напів-тонів.

#### Монохромні інтер'єри

Монохромні, або одноколірні, інтер'єри – це композиція, яка базується тільки на одному кольорі, починаючи від його світлих відтінків і закінчуючи насиченим первинним забарвленням. В його основі може лежати будь-який колір спектра – від жовтого до фіолетового.

### Хроматичні інтер'єри

До хроматичної (кольорової) гама належать усі спектральні кольори, які розрізняє людське око. Таке колористичне рішення складніше в розробці, за допомогою кола Іттена можна вибрати контрастні барви, які гармонійно поєднуються між собою.

#### Комплементарна модель

На кольоровому колі, барви, розміщені одна навпроти одної, називають комплементарними (протилежними). Часто в парі використовують теплий і холодний кольори однієї інтенсивності.

Комплементарне поєднання, або полярну колірну композицію, утворюють тільки два взаємо протилежні кольори. Наприклад, контрастними є пари: червоний – зелений; жовтий – фіолетовий; помаранчевий – синій.

Кожен колір у такій композиції можна розгорнути у відтінковий ряд. Також композицію часто доповнюють ахроматичними (білим, чорним, сірим) кольорами. Додаткові кольори здатні підсилювати ефект контрасту.

#### Схема аналогових триад

В аналоговій триаді використовують три сусідні барви, які йдуть одна за одною в дванадцяти секторному кольоровому колі. Таке поєднання найчастіше зустрічається у природі, і завдяки своїй натуральності викликає відчуття спокою.

У цій схемі один колір обирають головним, другий – підтримувальним, а третій використовують для акцентування.

#### Класична триада

Ще один контрастний динамічний варіант. Тут добирають три кольори, однаково віддалені один від одного. Класична триада – це такі поєднання: червоний-жовтий-синій; помаранчевий – фіолетовий-зелений.

#### Прямокутна схема

Формується поєднанням кольорів розташованих на кольоровому колі прямокутником. Тут є дві пари зближених барв, які утворюють аналогові поєднання, що забезпечує інтер'єру збалансованість.

У цій схемі можна створити контраст, підбравши теплі та холодні відтінки. Завдяки використанню чистих кольорів гама надто яскрава і зазвичай швидко втомлює. Щоб уникнути такого ефекту, потрібно знати міру: використовувати приглушені тони або як мінімум поєднувати пастельні кольори з насиченими.

Для збалансування прямокутної схеми один колір обирають домінантним, решта – допоміжними.

#### Квадратна схема

Це поєднання двох пар взаємно протилежних кольорів (комплементарних), що дає змогу створити яскраве та різноманітне оформлення.

Кольоровий емоційний гайд – це інструмент, який допомагає визначити, які емоції та асоціації викликають різні кольори. Він є корисним для дизайнерів, маркетологів, копірайтерів та будь-яких професіоналів, які створюють матеріали для споживачів [10].

Звісно, це загальні асоціації, і кольори можуть сприйматися різними людьми по-різному в залежності від їхнього культурного контексту та індивідуальних досвідів. Тому важливо також враховувати вашу цільову аудиторію та конкретний контекст використання кольорів. Кольоровий емоційний гайд може слугувати як початковою точкою для створення дизайну, але завжди слід проводити тести та аналіз реакції аудиторії, щоб зрозуміти, які кольори найкраще підходять для вашого конкретного проекту (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Загальні асоціації кольорів в контексті кольорового емоційного гайду

№ п/п	Колір	Значення	
		Емоції	Асоціації
1	Червоний	Пристрасть, любов, енергія, агресія.	Вогонь, кров, сила.
2	Синій	Спокій, довіра, професіоналізм.	Небо, вода, стабільність.
3	Зелений	Натуральність, спокій, ріст.	Природа, свіжість, гармонія.
4	Жовтий	Оптимізм, радість, енергія.	Сонце, щастя, світло.
5	Оранжевий	Веселощі, тепло, ентузіазм.	Плоди, теплий захід сонця.
6	Фіолетовий	Розкіш, містичність, таємничість.	Рояльність, магія, космос.
7	Чорний	Суворість, сила, загадковість.	Темрява, солідність.
8	Білий	Чистота, простота, порожнеча.	Сніг, чистота, добро.

Композиція в комп'ютерному дизайні – це спосіб організації елементів на дизайні, щоб створити зручну, зрозумілу та привабливу структуру для користувача. Принципи композиції допомагають створити гармонійний та ефективний дизайн. Ось основні принципи композиції в комп'ютерному дизайні:

**Баланс:** симетричний та асиметричний.

**Симетричний баланс:** Всі елементи розташовані рівномірно відносно центральної лінії, що створює враження стабільності та спокою.

**Асиметричний баланс:** Елементи розташовані несиметрично, але все ще збалансовано з огляду на вагу, розмір, кольори та текстури. Це може надати дизайну динаміки та інтересу.

**Пропорція та масштаб:**

Важливо зберігати вірні пропорції між об'єктами, щоб уникнути спотворення та зберегти гармонію дизайну. Масштаб може використовуватися для виділення важливих елементів.

**Контраст та єдність:**

**Контраст:** Використовуйте контрастні кольори, розміри або форми, щоб виділити важливі об'єкти або інформацію.

**Єдність:** Забезпечте єдність дизайну, використовуючи однорідність у фоні, шрифтах або колірній палітрі.

**Ритм та повторення:**

Створюйте ритм та повторюйте об'єкти, форми або кольори, щоб створити відчуття єдності та організованості в дизайні.

**Гармонія кольорів:**

Вибирайте кольори, які гармоніюють між собою, використовуючи колірну гармонію, таку як аналогічну, комплементарну або тріадну, щоб створити приємний та збалансований візуальний ефект [11].

**Лінії та напрямки:**

Використовуйте лінії та напрямки, щоб направляти погляд користувача та створювати відчуття руху або стабільності.

**Текстура та шари:**

Додавайте різні текстури та розташовуйте елементи в шарах, щоб створити відчуття просторовості та глибини.

**Спрямованість погляду:**

Розміщення об'єктів так, щоб вони направляли погляд користувача на важливі елементи дизайну.

**Простір та відстань:**

Використовуйте простір та відстань для створення відчуття просторовості, ізоляції або зіткнення об'єктів.

Важливо пам'ятати, що дизайн завжди повинен відповідати конкретним потребам та цілям проекту, і принципи композиції слід застосовувати з урахуванням цих факторів.

## Тема 2. Поняття векторної та растрової графіки, їх порівняння.

### *Параметри растрових і векторних зображень.*

Векторна графіка і растрова графіка є двома основними типами комп'ютерної графіки, які використовуються для представлення та зображення графічних об'єктів. Основні відмінності між ними полягають у способі зберігання та відтворення зображень.

Растрову графіку застосовують під час розробки електронних і поліграфічних видань (рис. 2.1). Ілюстрації, виконані засобами растрової графіки, рідко створюють вручну чи за допомогою комп'ютерних програм. Частіше всього застосовують відскановані ілюстрації, підготовлені художником на папері, чи фотографії. Останнім часом для введення растрових зображень у комп'ютер знайшли широке застосування цифрові фото- і відеокамери. Відповідно, більшість растрових графічних редакторів орієнтовані не стільки на створення зображень, скільки на їх обробку (рис. 2.2).

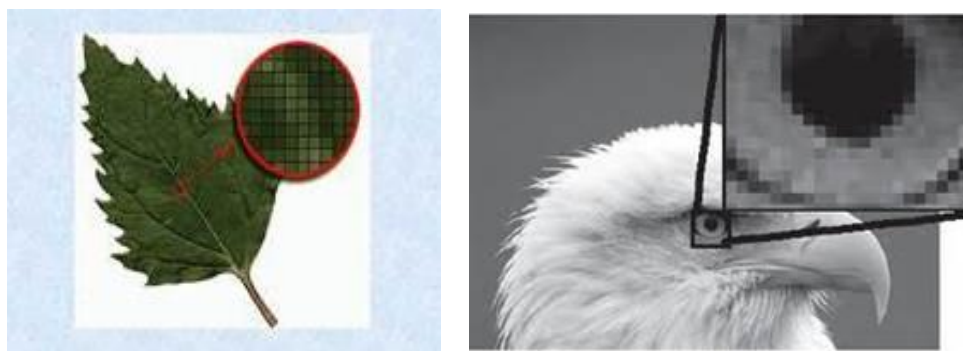


Рисунок 2.1 – Растрова графіка



Рисунок 2.2 – Обробка растрової графіки

Растрова візуалізація ґрунтується на представленні зображення на екрані або папері у вигляді сукупності окремих точок (пікселів).

Піксель (pixel) – це найменший елемент зображення, відтворений комп'ютером. Слово піксель походить від скорочення picture element (елемент зображення) з заміною С на Х.

Відмінними особливостями пікселя є його: однорідність (всі пікселі за розміром однакові) і неподільність (в середині пікселя не може бути ніяких більш дрібних елементів). Якщо пікселі досить малі, то око сприймає «піксельну мозаїку» як одне ціле зображення. Разом пікселі утворюють растр [6, 12].

Растр – це прямокутна сітка пікселів, формуючих зображення на екрані монітора (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Приклади растру

Сама сітка отримала назву растрової карти (bitmap). Кожна точка растру характеризується двома параметрами: своїм положенням на екрані і своїм кольором, якщо монітор кольоровий, чи ступенем яскравості, якщо чорно-білий (рис. 2.4).

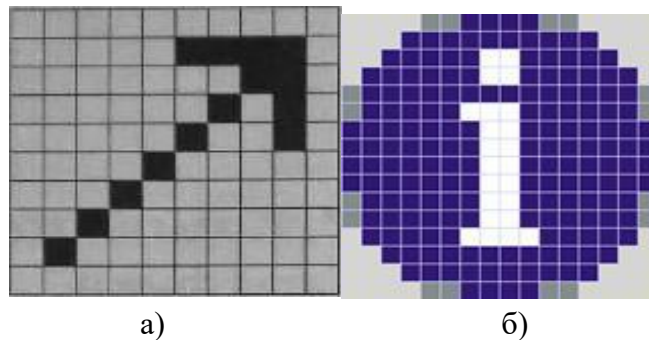


Рисунок 2.4 – Точка растру для моніторів: а) чорно-білого, б) кольорового

У залежності від розташування пікселів у просторі розрізняють такі основні типи растру: квадратний, прямокутний, гексагональний (рис. 2.5, 2.6, 2.7).



Рисунок 2.5 – Квадратний растр

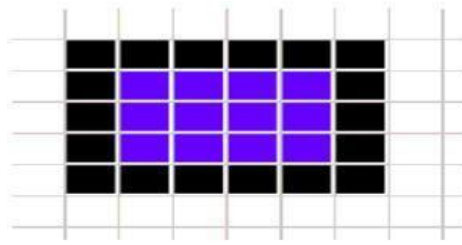


Рисунок 2.6 – Прямокутний растр

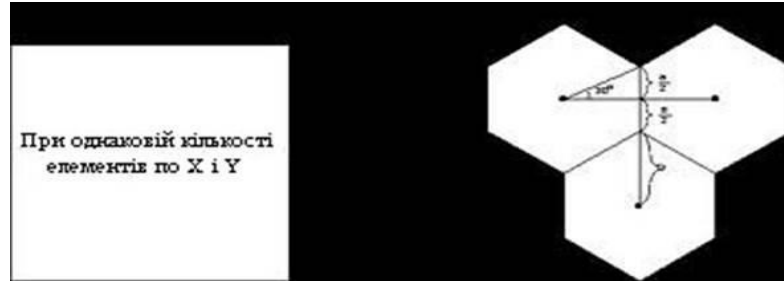


Рисунок 2.7 – Гексагональний растр

Для опису розташування пікселів використовують різноманітні системи координат. Спільним для всіх систем координат є те, що координати пікселів утворюють дискретний ряд значень (необов'язково цілі числа). Часто використовується система цілих координат – номерів пікселів із (0,0) у лівому верхньому кутку. Розмір растру зазвичай вимірюється кількістю пікселів по горизонталі та вертикалі (рис. 2.8).

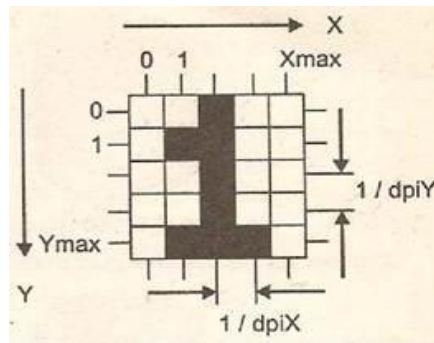


Рисунок 2.8 – Вимірювання розміру растру

Під час масштабування растрових зображень виникають спотворення (рис. 2.9) – сіддці (aliasing). Растрові редактори дозволяють частково прибрати ці спотворення за рахунок застосування спеціальних алгоритмів обробки. Ці операції називаються anti-aliasing.

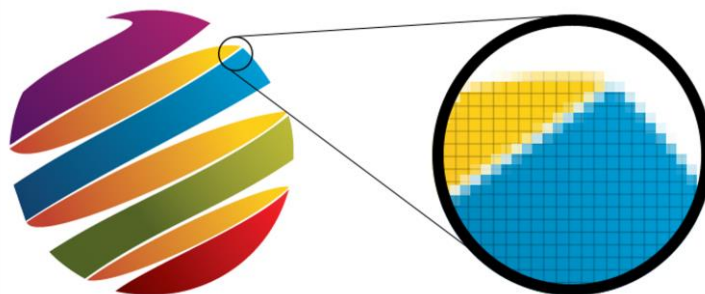


Рисунок 2.9 – Спотворення растру

### Роздільна здатність растрової графіки

Якість цифрового зображення визначається багатьма параметрами. Одним із основних є поняття роздільна здатність. Вона характеризує відстань між сусідніми пікселями – крок дискретної сітки растра.

Роздільна здатність (resolution) – це кількість дискретних елементів на одиницю довжини. За одиницю довжини був прийнятий дюйм (inch), рівний 25,4 мм. Отже, дискретний елемент це піксель. Таким чином роздільну здатність можна визначити як кількість пікселів у дюймі, як правило вона позначається як ppi, що є скороченням від словосполучення pixel per inch (пікселів у кожному дюймі). Проте, в реальному житті пов'язана з роздільною здатністю термінологія не така однозначна.

У залежності від пристосування, на якому виводиться зображення, можливе застосування таких одиниць вимірювання роздільної здатності:

- 1) spi (sample per inch) – елементів на дюйм, (рис. 2.10),
- 2) dpi (dot per inch) – точок на дюйм, (рис. 2.11),
- 3) ppi (pixel per inch) – пікселів на дюйм, (рис. 2.12),
- 4) lpi (line per inch) – ліній на дюйм (рис. 2.13).



Рисунок 2.10 – Приклад роздільної здатності растру в spi

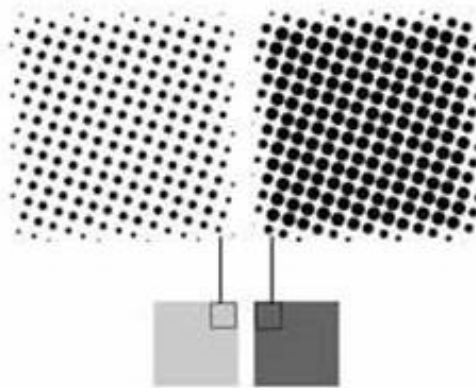


Рисунок 2.11 – Приклад роздільної здатності растру в dpi



Рисунок 2.12 – Приклад роздільної здатності растру в ppi

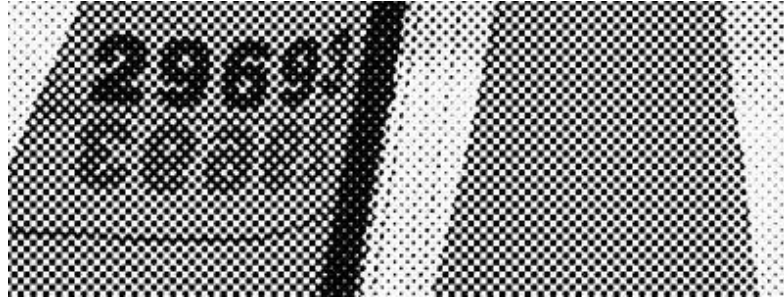


Рисунок 2.13 – Приклад роздільної здатності растру в Ірі

Форма пікселів растра визначається особливостями пристрою графічного виводу (рис. 2.14). Наприклад, пікселі можуть мати форму прямокутника чи квадрата, які за розмірами дорівнюють кроку растра (дисплея на рідких кристалах); пікселі можуть мати круглу форму і за розміром можуть і не дорівнювати кроку растра (принтери).

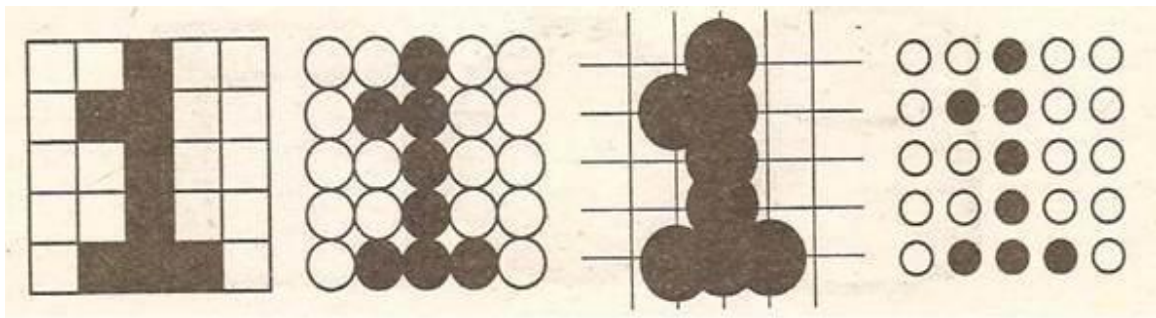


Рисунок 2.14 – Форми пікселів растра

#### *Найбільш поширені редактори растрової графіки*

Растрові редактори графіки – це програмне забезпечення, яке використовується для роботи з растровими зображеннями, що складаються з пікселів. Ці редактори дозволяють створювати, редагувати та обробляти фотографії, малюнки, ілюстрації та інші типи растрових зображень [9].

Огляд популярних редакторів:

1. Adobe Photoshop: професійний редактор з широким спектром інструментів для редагування фотографій, малювання, дизайну та 3D-модельювання.

Переваги:

- широкий спектр функцій;
- потужні інструменти для редагування;
- підтримка плагінів;
- професійний рівень.

Недоліки:

- платний;
- складний інтерфейс;
- високі системні вимоги.

2. GIMP: безкоштовний редактор з відкритим кодом, що пропонує багато функцій Photoshop, але має менш інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Переваги:

- безкоштовний;
- відкритий код;
- широкий спектр функцій;
- багато плагінів.

Недоліки:

- менш інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- не всі функції Photoshop;
- можливі проблеми з сумісністю.

3. Krita: безкоштовний редактор, спеціально розроблений для художників, з акцентом на інструменти для малювання та текстурування.

Переваги:

- безкоштовний;
- орієнтований на художників;
- широкий спектр інструментів для малювання;
- простий інтерфейс.

Недоліки:

- не такі потужні інструменти редагування, як Photoshop;
- менш гнучкий;
- не підходить для всіх типів завдань.

4. Paint.NET: безкоштовний редактор з простим інтерфейсом, що підходить для початківців.

Переваги:

- безкоштовний;
- простий інтерфейс;
- базові інструменти редагування;
- легко використовувати.

Недоліки:

- дуже базовий функціонал;
- не підходить для складних завдань;
- відсутні деякі важливі інструменти.

5. Microsoft Paint: простий редактор, що входить до складу Windows, з базовими інструментами для редагування зображень.

Переваги:

- безкоштовний;
- вбудований у Windows;
- дуже простий інтерфейс.

Недоліки:

- дуже базовий функціонал;
- не підходить для більшості завдань;
- відсутні багато важливих інструментів.

Таблиця 2.1 – Порівняння редакторів

Редактор	Ціна	Функціонал	Інтерфейс	Призначення
Adobe Photoshop	Платний	Широкий спектр	Складний	Професійних фотографів, дизайнерів
GIMP	Безкоштовний	Широкий спектр	Менш інтуїтивно зрозумілий	Користувачів з досвідом
Krita	Безкоштовний	Орієнтований на художників	Простий	Художників, концепт-художників

Продовження таблиці 2.1

Редактор	Ціна	Функціонал	Інтерфейс	Призначення
Paint.NET	Безкоштовний	Базовий	Простий	Початківців, простих завдань
Microsoft Paint	Безкоштовний	Дуже базовий	Дуже простий	Дуже простих завдань

Вибір редактора растрової графіки залежить від потреб, досвіду та бюджету. Для професійних фотографів і дизайнерів: Adobe Photoshop є найпопулярнішим вибором завдяки своїм широким можливостям.

Програмні засоби для роботи з векторною графікою призначені, в першу чергу, для створення ілюстрацій і меншою ступінню для їх обробки.

Принципи векторної графіки базуються на відмінному від піксельної графіки математичному апараті і мають метою побудувати лінійні контури, складені з елементарних кривих, які описуються математичними рівняннями.

Векторна графіка – це вид комп’ютерної графіки, в якому зображення подається у вигляді сукупності окремих об’єктів, описаних математично. У растровій графіці основним елементом зображення є точка, а у векторній графіці – лінія (при цьому не важливо, пряма це лінія чи крива). Звичайно, в растровій графіці теж існують лінії, проте там вони розглядаються як комбінації точок. Для кожної точки лінії в растровій графіці відводиться одна чи декілька комірок пам’яті (чим більше кольорів можуть мати точки, тим більше комірок їм виділяється). Відповідно, чим довша растрова лінія, тим більше пам’яті вона займає. У векторній графіці об’єм пам’яті, який займає лінія, не залежить від розмірів лінії, оскільки лінія представляється у вигляді формули, а точніше, у вигляді декількох параметрів. Щоб ми не робили з цією лінією, змінюються тільки її параметри, які зберігаються в комірках пам’яті. Кількість же комірок залишається незмінною. Отже, лінія – це елементарний об’єкт векторної графіки. Найпростіші об’єкти об’єднуються в більш складніші. Наприклад, об’єкт чотирикутник можна розглядати як чотири зв’язані лінії [21].

Під час редагування елементів векторної графіки змінюються параметри прямих і вигнутих ліній, які описують форму цих елементів. Можна переносити елементи, змінювати їх розмір, форму і колір, але це не відіб’ється на якості їх віртуального уявлення. Векторна графіка не залежить від роздільної здатності, тобто може бути показана в різноманітних вихідних пристосуваннях і з різною роздільною здатністю без втрати якості (рис. 2.15).



Рисунок 2.15 – Приклади векторної графіки

Векторний формат більш компактний, проте він зовсім непридатний для збереження фотографічних зображень. У цьому форматі задавати їх математично було б дуже громіздко. А ось рисунки і креслення значно зручніше і практичніше зробити саме у векторному вигляді.

Основними перевагами векторної графіки є: зміна масштабу без втрати якості і практично без збільшення розмірів вихідного файлу; велика точність (до сотої частки мікрона); невеликий розмір файлу в порівнянні з растровими зображеннями; висока якість друку; відсутність проблем із експортом векторного зображення в растрове; можливість редагування кожного елемента зображення окремо [5].

Основними недоліками векторної графіки є такі: складність експорту з растрового формату у векторний; неможливість застосування численної бібліотеки ефектів, які застосовуються під час роботи з растровими зображеннями.

#### *Математичні основи векторної графіки*

В основі векторної графіки лежать математичні уявлення про властивості геометричних фігур. Оскільки, найпростішим об'єктом векторної графіки є лінія, то в основі векторної графіки лежить, перш за все, математичне уявлення лінії.

Точка на площині задається двома числами  $(x, y)$ , які визначають її положення відносно початку координат.

Для задання прямої лінії достатньо двох параметрів. Звично графік прямої лінії описується рівнянням  $y = kx + b$ . Знаючи параметри  $k$  і  $b$ , завжди можна зобразити безкінечну пряму лінію у відомій системі координат.

До кривих другого порядку відносяться: параболи, гіперболи, еліпси, кола і інші лінії, рівняння яких не містять ступенів вище другого.

Відрізняються криві другого порядку тим, що не мають точок перегину. Загальна формула кривої другого порядку може виглядати, наприклад, так (форм. 2.1):

$$x^2 + a_1y^2 + a_2xy + a_3x + a_4y + a_5 = 0. \quad (2.1)$$

П'яти параметрів достатньо для опису безкінечної кривої другого порядку.

Відмінною особливістю кривих третього порядку є те, що вони можуть мати точку перегину.

Криві третього порядку добре відповідають тим лініям, які ми можемо бачити в живій природі, наприклад, лініям вигину людського тіла, тому в якості основних об'єктів векторної графіки застосовують саме такі лінії. Всі прямі і криві другого порядку (наприклад, коло чи еліпс) є окремими випадками кривих третього порядку.

У загальному випадку рівняння кривої третього порядку можна записати за формулою 2.2:

$$x^3 + a_1y^3 + a_2x^2y + a_3xy^2 + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6xy + a_7x + a_8y + a_9 = 0. \quad (2.2)$$

Із рівняння видно, що для запису кривої третього порядку достатньо дев'яти параметрів і зображення кривої третього порядку здійснюється за заданими коефіцієнтами її рівняння. Для спрощення цієї процедури у векторних редакторах застосовують не будь-які криві третього порядку, а їх особливий вид, названий кривими Без'є.

Питання про побудову апроксимуючого багаточлена привернуло увагу багатьох математиків. Видатний вчений Сергій Натанович Бернштейн на початку ХХ століття запропонував доведення теореми Вейерштрасса за допомогою теорії ймовірності. У цьому випадку необхідний поліном будується в явному вигляді (не параметрично). Саме даний поліном і став основою сплайнових кривих, зокрема NURBS-кривих (рис. 2.16) і кривих Без'є (рис. 2.17-2.19).

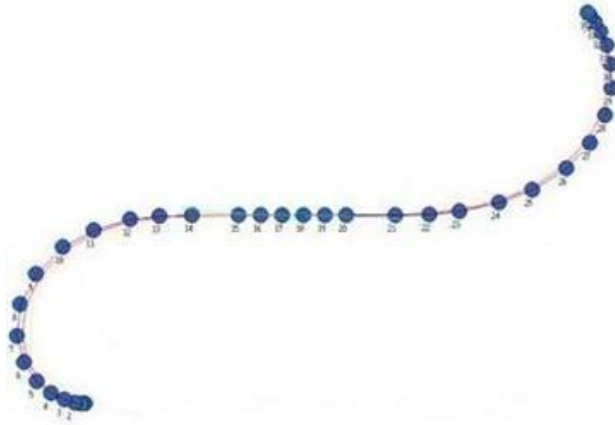


Рисунок 2.16 – Крива NURBS



Рисунок 2.17 – Крива першої ступені (пряма)

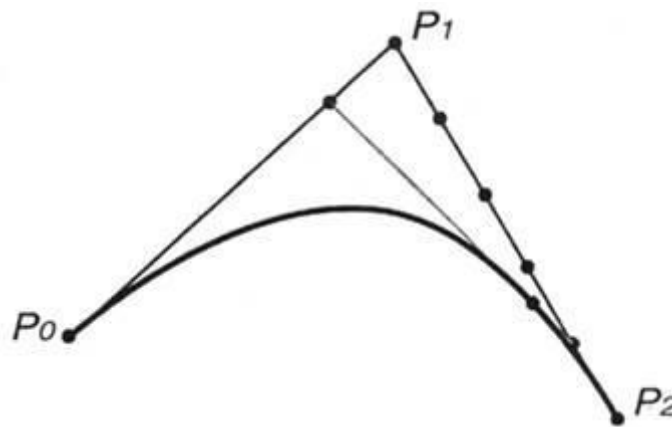


Рисунок 2.18 – Крива другого ступеня (квадратична крива)

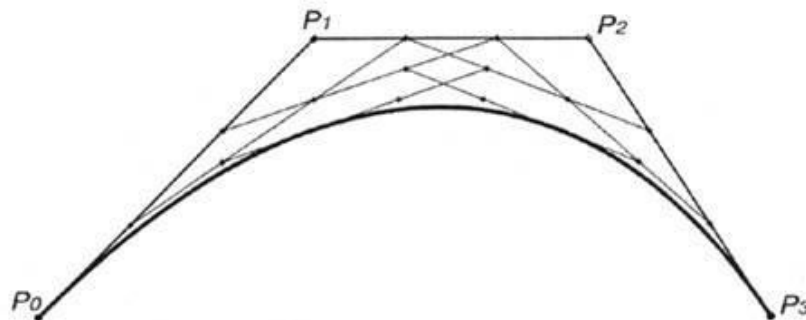


Рисунок 2.19 – Крива третього ступеня (кубічна крива)

### *Криві Без'є*

Відрізки кривих Без'є – це окремий випадок відрізків кривих третього порядку. Вони описуються не одинадцятьма параметрами, як довільні відрізки кривих третього порядку, а лише вісьмома, і тому працювати з ними зручніше.

Метод побудови кривих Без'є базується на застосуванні пари дотичних проведених до лінії в точках її закінчення (рис. 2.20).

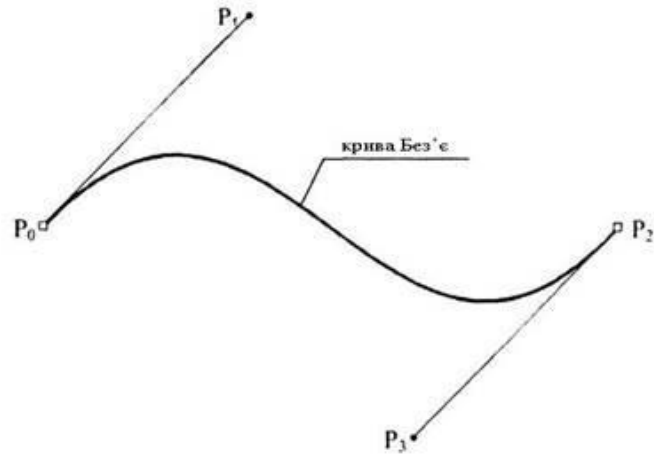


Рисунок 2.20 – Канонічний вид кривої Без'є

Для побудови кривої потрібно чотири контрольні точки. Проте крива фізично проходить тільки через дві з них, що отримали назву опорних. Одна з цих точок називається початковою (start point), а інша – кінцевою (end point). Дві точки залишаються в стороні, вони отримали назву керуючих (control point). Для того, щоб їх не «втратити», в програмах векторної графіки керуючі точки з'єднуються з опорними точками лінією [2].

Для того, щоб отримати величезну різноманітність форм, із яких можна скласти об'єкт будь-якої складності потрібно змінити форму канонічної кривої Без'є.

У програмах векторної графіки існує єдиний спосіб зміни форми кривих – це інтерактивне переміщення опорних і керуючих точок (рис. 2.21). Якщо переміщуються початкова чи кінцева точки, то крива стане відповідним чином змінюватися (витягуватися чи стискуватися як пружна резинка). Переміщення керуючих точок змінює кривизну відповідної частини кривої Без'є.

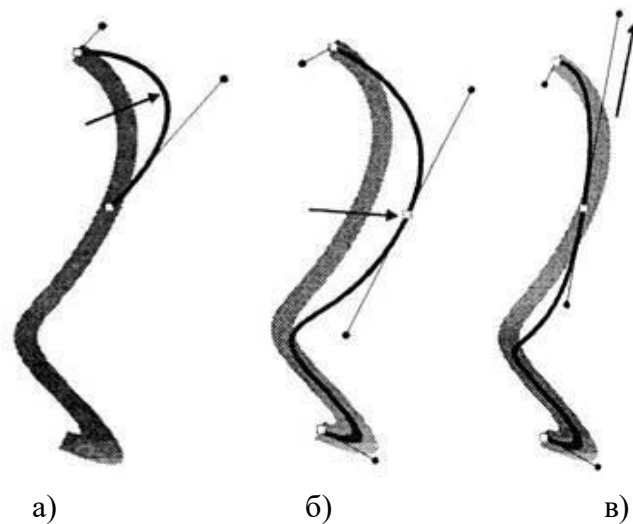


Рисунок 2.21 – Способи зміни форми кривих: а) переміщення сегмента, б) переміщення опорної точки, в) переміщення керуючої точки

Таким чином, за допомогою переміщення цих чотирьох точок отримують необмежену кількість форм кривих Без'є, яка може бути всього-навсього одним окремим сегментом складного векторного контуру.

У кожному сегменті можна добавляти опорні точки, які теж дозволяють змінювати форму кривої. Добавляння нових опорних точок у межах одного сегмента кривої не

протирічить тій умові, що окремі криві з'єднуються в ланцюг. Просто крива Без'є добавляється не до кінця контуру, а розміщується всередині вже існуючого контуру.

Взагалі будь-яка конструкція (векторний контур або векторна форма) створюється з векторних сегментів, кожен з яких ідентичний окремій елементарній кривій Без'є.

Звідси слідує, що між ними утворюються з'єднувальні точки, які деколи називаються вузлами (наприклад, nodes – у графічному редакторі Corel Draw).

Для підтримання співвідношення між елементарними сегментами існують різні типи опорних точок.

Типи опорних точок

Існують такі типи опорних точок:

- 1) точки перегину,
- 2) гладка опорна точка,
- 3) симетрична опорна точка,
- 4) тангенціальна опорна точка.

Точки перегину. Цей тип опорної точки, який з'єднує два сегменти, забезпечує незалежність керуючих точок у напрямку і довжині один від одного. Такий стан сегментів називається злам (рис. 2.22).

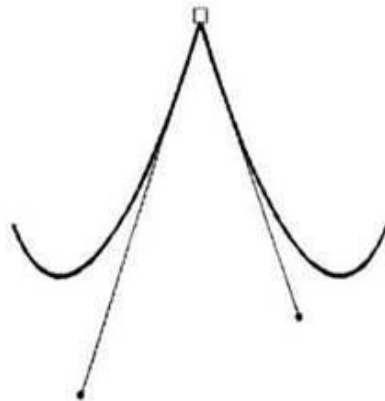


Рисунок 2.22 – Приклад точки зламу

Гладка опорна точка. Кутове зчленування сегментів (вигин) далеко не завжди вигідне. Наприклад, для створення кола необхідно забезпечити з'єднання, яке в кресленні і в геометрії називають гладким спряженням, коли одна крива плавно переходить у іншу. Таке зчленування забезпечує точка перегину (smooth) (рис. 2.23).

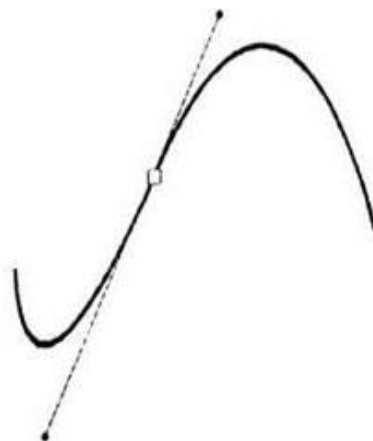


Рисунок 2.23 – Приклад точки перегину

Симетрична опорна точка. У програмах CorelDRAW передбачений підвид гладкого спряження, який називається симетричний вузол (symm від слова «symmetrical») (рис. 2.24).

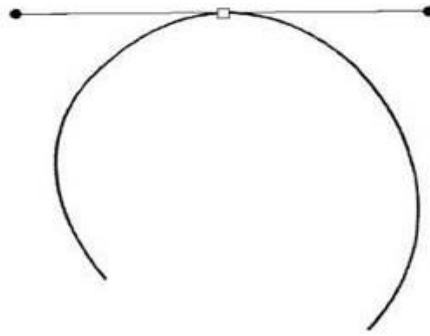


Рисунок 2.24 – Симетрична опорна точка

Сутність його в тому, що керуючі лінії фіксують не тільки по напрямку, але й по величині (довжина направляючих завжди однакова). Якщо одну з них збільшувати чи зменшувати, друга буде синхронно повторювати цю дію.

Тангенціальна опорна точка. У свою чергу, в програмі FreeHand у окремий вид опорних точок виділений випадок гладкого спряженням прямолінійного і криволінійного сегментів (рис. 2.25). Така точка отримала назву тангенціальної (connector point). Під час виділення така точка позначається трикутником.

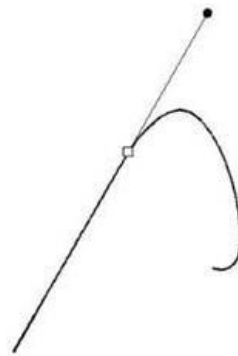


Рисунок 2.25 – Тангенціальна опорна точка

Зміст цієї точки в тому, що для того, щоб криволінійний сегмент гладко з'єднувався з прямою лінією, дотична криволінійного сегмента повинна співпадати з продовженням прямого сегмента. Тому керуюча точка криволінійного сегмента спроможна рухатися тільки вздовж цієї дотичної 2.26–2.30.

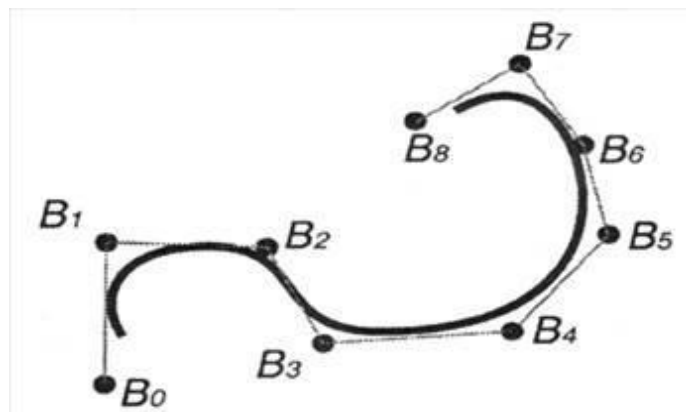


Рисунок 2.26 – NURBS-крива. Контрольні точки

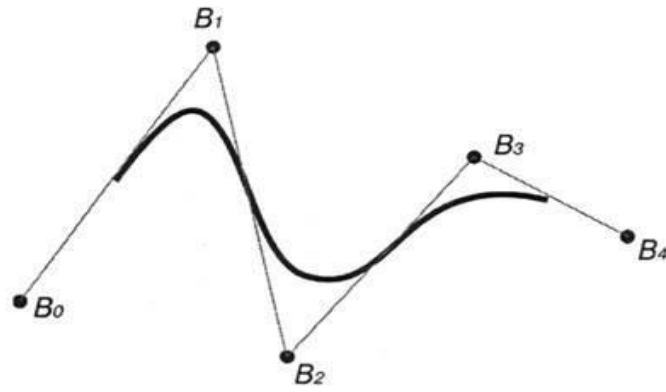


Рисунок 2.27 – NURBS–крива з однорідним вузловим вектором

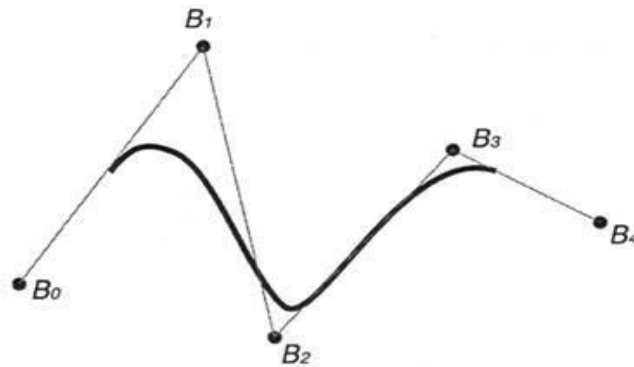


Рисунок 2.28 – NURBS–крива з неоднорідним вузловим вектором

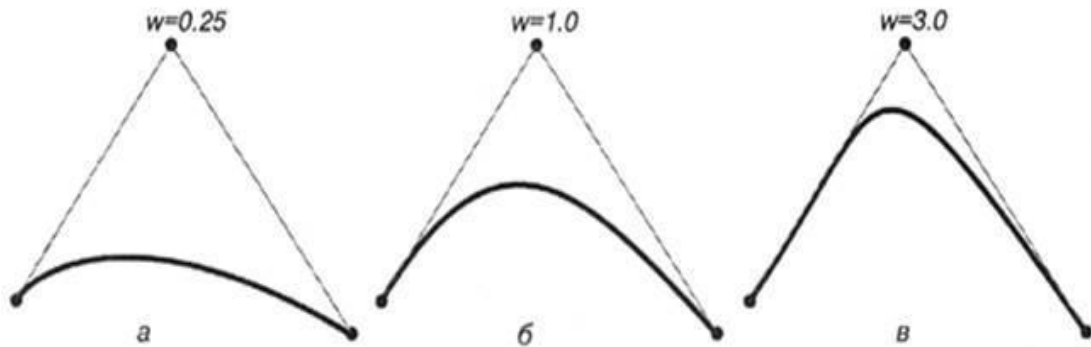


Рисунок 2.29 – Зміна форми кривої при зміні ваги контрольної точки

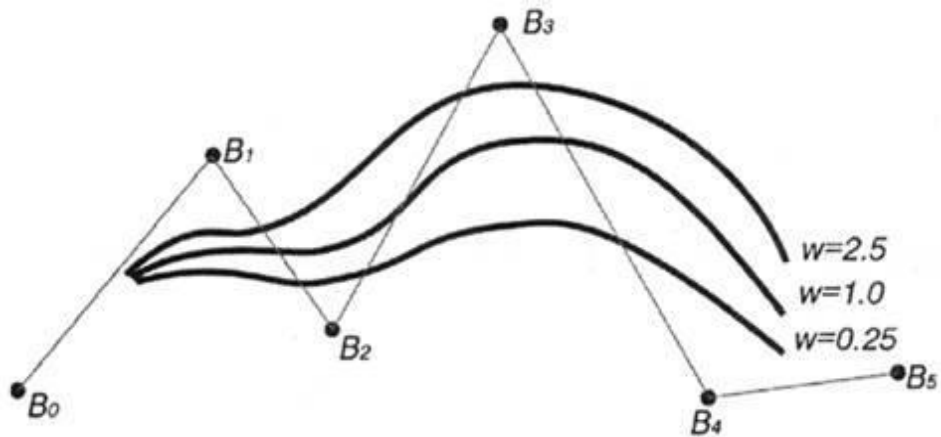


Рисунок 2.30 – NURBS–криві з різними вагами центральної контрольної точки

Типи опорних точок у різних векторних програмах подано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Типи опорних точок у різних векторних програмах

Тип опорної точки	Adobe Illustrator	Macromedia FreeHand	CorelDRAW
Кутова	Corner anchor point	Corner point	Cups node
Гладка	Smooth anchor point	Curve point	Smooth node
Тангенціальна	-	Connector point	-
Симетрична	-	-	Summ node

Види кривих Без'є

Крива Без'є була розроблена математиком П'єром Без'є. Криві та поверхні Без'є були використані у 60-х роках компанією «Рено» для комп'ютерного проектування форми кузовів автомобілів. У теперішній час вони широко використовуються в комп'ютерній графіці.

Криві Без'є описуються в параметричній формі таким чином:  $x = Px(t)$ ,  $y = Py(t)$ . При цьому значення  $t$  виступає як параметр, якому відповідають координати окремої точки лінії. Параметрична форма опису може бути більш зручною для деяких кривих, ніж задання у вигляді функції  $f(x)$  тому, що функція  $f(x)$  може бути набагато складнішою, ніж та  $Px(t)$  та  $Px(t)$  крім того  $f(x)$  може бути неоднозначною.

Розглянемо криві Без'є, класифікуючи їх за значеннями  $t$ , де  $t = 1$  (по двох точках). Крива вироджується у відрізок прямої лінії, який визначається кінцевими точками  $P_0$  і  $P_1$  як показано на рис 2.31 та 2.32 за формулою 2.3:

$$P(t) = (1 - t_0)P_0 + tP_1. \quad (2.3)$$

де  $t = 2$  (по трьох точках, рис. 2.32), формула 2.4:

$$P(t) = (1 - t)^2P_0 + 2t(1 - t)P_1 + t^2P_2. \quad (2.4)$$

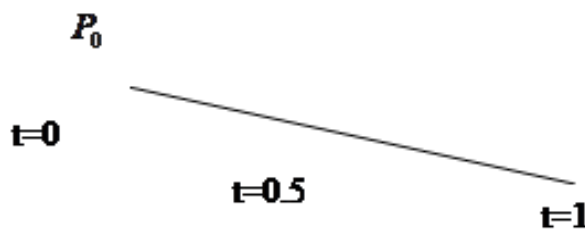


Рисунок 2.31 – Крива Без'є при  $m=1$

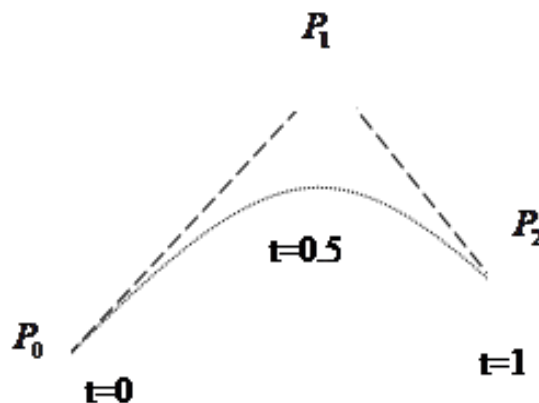


Рисунок 2.32 – Крива Без'є ( $m=2$ )

Крива Без'є при  $m=3$  (по чотирьох точках, кубічна, (рис 2.33), використовується досить часто, особливо в сплайнових кривих, формула 2.5:

$$P(t) = (1 - t)^3 P_0 + 3t(1 - t)^2 P_1 + 3t(1 - t)^2 P_2 + t^3 P_3. \quad (2.5)$$

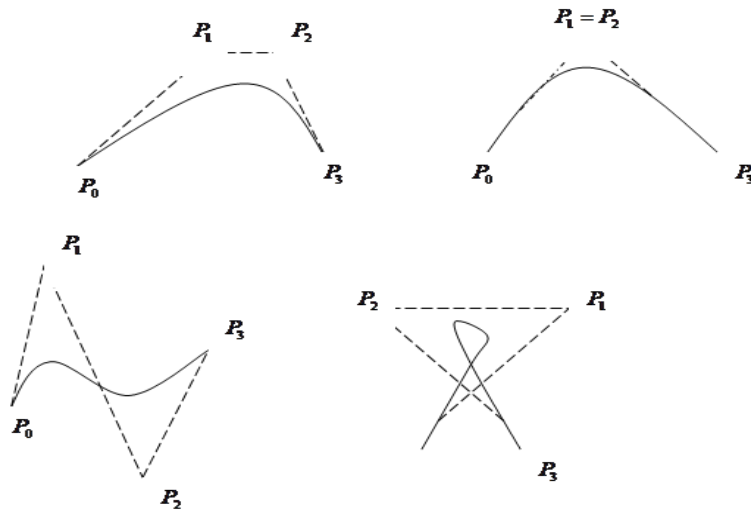


Рисунок 2.33 – Кубічні криві Без'є ( $m = 3$ )

Векторна графіка представляє об'єкти за допомогою геометричних форм, таких як лінії, криві, полігони і текст. Вона використовує математичні формули та координати для опису форм та розташування елементів. Векторна графіка зберігає дані про об'єкти у вигляді векторних об'єктів, які складаються з математичних формул та інструкцій. Це дозволяє масштабувати зображення без втрати якості, оскільки об'єкти представлені як математичні об'єкти, а не пікселі. Векторна графіка ідеально підходить для створення логотипів, іконок, шрифтів та інших графічних елементів, які потребують точності та масштабованості.

Растрова графіка (також відома як бітмап-графіка) представляє зображення як масив пікселів, де кожен піксель має своє власне значення кольору або відтінку. Растрова графіка зберігає дані про зображення як мережу точок, де кожна точка визначається своїми координатами та значенням кольору. Роздільна здатність растрової графіки визначається кількістю пікселів на одиницю довжини, наприклад, пікселів на дюйм (DPI) або пікселів на сантиметр (PPI). Растрова графіка використовується для створення реалістичних фотографій, детальних зображень та текстур [2, 11].

Аспекти порівняння векторної та растрової графіки

**Масштабованість.** Векторна графіка масштабується без втрати якості, оскільки вона зберігає об'єкти як математичні формули. Растрова графіка втрачає якість при збільшенні розміру, оскільки розмір пікселів залишається незмінним.

**Роздільна здатність.** Векторна графіка не має фіксованої роздільної здатності, оскільки вона може бути відтворена з будь-якою якістю. Растрова графіка має фіксовану роздільну здатність, яка визначається кількістю пікселів на одиницю довжини.

**Розмір файлу.** Векторні файли зазвичай мають менший розмір у порівнянні з растровими файлами, особливо при складних графічних об'єктах. Це робить векторну графіку ефективною для зберігання та передачі через мережу.

**Складність створення.** Векторна графіка може бути більш складною для створення, оскільки вимагає точного моделювання форм та використання векторних інструментів. Растрова графіка може бути більш доступною, оскільки вона використовує звичайні графічні інструменти, такі як пензлі та кисті.

Вибір між векторною та растровою графікою залежить від конкретного використання та потреб. Векторна графіка підходить для створення векторних об'єктів, тоді як растрова графіка підходить для реалістичних зображень та фотографій. Часто вони використовуються разом, комбінуючи переваги обох типів для досягнення оптимального результату.

Растрові і векторні зображення мають різні параметри, які визначають їх характеристики та якість. Нижче наведено основні параметри кожного типу зображень.

#### Растрові зображення

1. Роздільна здатність визначає кількість пікселів, що складають зображення. Вона вимірюється у пікселях на дюйм (DPI) або пікселях на сантиметр (PPI). Вища роздільна здатність забезпечує більшу деталізацію, але також призводить до більших розмірів файлів.

2. Глибина кольору визначає кількість бітів, використовуваних для кодування кольорів кожного пікселя. Чим вища глибина кольору, тим більше кольорів може бути відображено, що дозволяє отримати більш точну передачу кольорів і більш реалістичне зображення.

3. Растрові зображення можуть бути збережені у різних форматах, таких як JPEG, PNG, GIF і TIFF. Кожен формат має свої особливості щодо стиснення, підтримки прозорості та якості зображення.

4. Розмір файлу растрового зображення залежить від роздільної здатності, глибини кольору та рівня стиснення. Висока роздільна здатність та глибина кольору призводять до більших розмірів файлів, що може впливати на швидкість завантаження та зберігання зображення.

#### Векторні зображення

1. Роздільна здатність (розмір): Векторні зображення не мають фіксованої роздільної здатності, оскільки вони можуть бути безперервно масштабовані без втрати якості. Вони зберігаються як математичні об'єкти, що визначають їх форми та розташування.

2. Криві та об'єкти: Векторні зображення складаються з геометричних форм, таких як лінії, криві, полігони та текст. Це дозволяє створювати точні та гладкі об'єкти, які можуть бути легко редаговані.

3. Розмір файлу: Розмір файлу векторного зображення зазвичай є значно меншим, ніж у растрових зображень, оскільки вони зберігаються у вигляді математичних формул та інструкцій. Вони можуть бути більш ефективними для передачі та зберігання через мережу.

5. Редагованість: Векторні зображення можуть бути легко редаговані, оскільки їх форми та об'єкти визначаються математичними параметрами. Це дає можливість змінювати розмір, колір, форму та інші властивості без втрати якості. Кожен тип зображень має свої переваги та використовується залежно від конкретних потреб проекту або застосування.

### **Тема 3. Апаратні та програмні засоби комп'ютерної графіки.**

*Поширені формати графічних файлів, їхні переваги, недоліки та сфери застосування.*

Комп'ютерна графіка – це динамічно розвиваюча галузь інформатики, яка охоплює методи та інструменти для створення, обробки та візуалізації графічних даних. Вона відіграє важливу роль у багатьох сферах життя, включаючи дизайн, інженерію, розваги, наукові дослідження та освіту. Для ефективної роботи з КГ необхідні як апаратні, так і програмні засоби. Вони використовуються для обробки, створення, редагування та відтворення графічних зображень на комп'ютерах.

Апаратні засоби КГ забезпечують обчислювальні потужності та пам'ять, необхідні для виконання графічних операцій. До них належать:

Відеокарта (ВК): ключовий компонент, який відповідає за рендеринг графіки. Сучасні ВК мають власні процесори (GPU) та пам'ять, що значно розвантажує центральний процесор (CPU) комп'ютера.

Монітор: пристрій, який візуалізує графічне зображення. Існують різні типи моніторів, які відрізняються за розміром, роздільною здатністю, технологією (LCD, LED, OLED) та іншими характеристиками [9].

Інші пристрої: до апаратних засобів КГ також можна віднести 3D-сканери, 3D-принтери, окуляри віртуальної реальності та інші пристрої, які використовуються для створення, обробки та візуалізації графічних даних.

Відеокарта (англ. video card, також графічна карта, графічний адаптер, графічний прискорювач) — електронний пристрій, частина комп'ютера, призначена для генерації та обробки зображень з подальшим їхнім виведенням на екран периферійного пристрою.

Відеокарта зазвичай є платою розширення і вставляється у слот розширення, універсальний (PCI Express, PCI, ISA, VLB, EISA, MCA) або спеціалізований (AGP). Проте відеокарта може бути і вбудованою у материнську плату як у вигляді окремого елемента, так і як складової частини північного мосту чипсету або центрального процесора. Відповідно вставляювана називається дискретною, а вбудована — інтегрованою.

Сучасні відеокарти не обмежуються лише звичайним виведенням зображень, вони мають вбудований графічний мікропроцесор, котрий може здійснювати додаткову їх обробку, звільняючи від цих задач центральний процесор. Також процесор і відеокарта працюють разом і є залежними один від одного. Наприклад, усі сучасні відеокарти, що застосовують відеопроектори AMD/Ati і NVIDIA підтримують OpenGL на апаратному рівні. Останнім часом, разом зі зростанням обчислювальних потужностей графічних процесорів має місце тенденція використовувати обчислювальні можливості графічного процесора для вирішення неграфічних задач.

#### Структура

Друкована плата — пластина з діелектрика, на якій прокладено провідні доріжки, що пов'язують різні складові відеокарти.

Шина підключення — комп'ютерна шина, через яку відеокарта обмінюється інформацією з материнською платою. Стандартами є AGP і PCI-E. Іноді PCI або ISA.

Графічний процесор(відеопроектор, GPU (Graphics processing unit)— процесор, який обчислює інформацію, що виводиться на монітор. Може брати на себе частину обчислень з центрального процесора.

Відеопам'ять — мікросхеми, в які тимчасово поміщається інформація, обчислена графічним процесором. Відеопам'ять може бути виділена з основної оперативної пам'яті системи, в цьому випадку говорять про розподілену (shared) пам'ять. Як правило, чипи оперативної пам'яті припаяні прямо до друкованої плати, на відміну від знімних модулів системної пам'яті, які вставляються в стандартизовані роз'єми материнських плат.

Відеоконтролер (Video Display Controller, VDC) — мікросхема, що формує вихідний сигнал, який передається на монітор.

RAMDAC (Random Access Memory Digital-to-Analog Converter) або цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) — пристрій, що здійснює перетворення цифрових результатів роботи відеокарти в аналоговий сигнал, який відображається на моніторі. Можливостями цього пристрою визначається максимальна роздільність, кількість кольорів, насиченість картинки, частота кадрів.

Відео-ROM (Video ROM, Video BIOS) — мікросхема, що зберігає в собі правила і алгоритми взаємодій частин відеокарти.

Інтерфейси виведення (Output interfaces) – аналогові чи цифрові інтерфейси, які забезпечують передачу даних від відеокарти до дисплея. Зазвичай використовуються HDMI (цифровий), DVI (цифровий) та VGA (аналоговий).

Система охолодження – пристрій, що здійснює відведення і розсіювання тепла від відеопроецесора та інших складових відеокарти. Зазвичай це кулер (радіатор разом із вентилятором). Забезпечує стабільну роботу і не допускає ушкодження деталей від їх надмірного нагріву. Системи охолодження бувають активні (вентилятор з радіатором) чи пасивні (тільки радіатор). Раніше відеокарти випускались взагалі без охолодження, зараз трапляються відеоприскорювачі, вбудовані в материнську плату або процесор. Такі можуть мати активне, пасивне, взагалі не мати охолоджувального пристрою чи мати спільне охолодження (відеоприскорювач інтегрований в процесор). У разі відсутності активного охолодження, цей процес відбувається завдяки повітряним потокам, що циркулюють в системному блоці за рахунок вентиляторів в блоці живлення разом з вентилятором на процесорі [12].

#### Характеристики

##### Відеопроецесор

Робоча частота відеопроецесора – вимірюється в мегагерцах, тобто мільйонах тактів на секунду. Що вища частота, то більше відеопроецесор може обробити даних за одиницю часу.

Блоки – частини відеопроецесора, які обчислюють окремі елементи зображення: текстури, вершини, геометрію. Що більше відповідних блоків, то швидше процесор виконує операції з елементами зображення. Блоки можуть мати різну частоту, відповідно менша їх кількість компенсується вищою частотою.

##### Відеопам'ять

Обсяг відеопам'яті – пам'ять використовується для зберігання елементів зображення (текстур, вершин, даних буферів і т. д.) які будуть виведені на монітор. Вимірюється в мегабайтах і гігабайтах. Обсяг не визначає напряму продуктивність відеокарти, а лише в поєднанні з іншими характеристиками. Проте багато комп'ютерних програм вимагають певного мінімуму відеопам'яті, особливо програми для роботи з графікою і відеоігри.

Частота відеопам'яті – визначає скільки операцій записування/читання може виконатися за такт. Ця характеристика тісно пов'язана з типом пам'яті, зазвичай використовується спеціальна GDDR. Пізніші типи мають швидшу передачу даних, так GDDR3 повільніша за GDDR5.

Розрядність шини – визначає як швидко пам'ять обмінюється даними з відеопроецесором. Вимірюється в бітах: 64, 128, 256, 512 і т. д. Часто виробники компенсують повільність відеопам'яті більшою розрядністю шини, або навпаки – зменшують розрядність, натомість використовують пам'ять з вищою частотою.

##### Охолодження

Зі зростанням навантаження на відеопроецесор його температура зростає, що призводить до пропуску тактів чи навіть може спричинити деформацію та розплавлення деталей відеокарти. Для уникнення цього використовуються системи охолодження. Їхній дизайн визначається виробником графічного процесора (тоді зветься референсним) або карти загалом чи користувача (кастомний).

Пасивне – складається з радіатора, який відводить зайве тепло. Що складніша форма радіатора, то більшою є його площа і можливості до відведення тепла.

Активне – складається з радіатора і вентилятора, іноді має систему охолодження рідиною: водою чи рідким азотом. Кулер створює потік повітря, який охолоджує радіатор.

Потужніші кулери створюють більше шуму, але часто ними можна керувати через спеціальні програми.

#### Форм-фактор

Низькопрофільні – мають невеликі розміри, займають один слот розширення в ПК (50-60 мм у висоту). Як правило мають порівняно невисоку продуктивність, але можуть встановлюватися в невеликі корпуси, ноутбуки, нетбуки.

Повнопрофільні – мають великі розміри, декоративні й охолоджувальні кожухи, великі радіатори і кулери, зазвичай займають два слоти розширення.

#### 3. Програмні засоби комп'ютерної графіки

Програмні засоби КГ – це програми, які використовуються для створення, редагування та візуалізації графічних даних. До них належать:

- графічні редактори;
- 3D-моделери: програми, які використовуються для створення 3D-моделей об'єктів;
- системи автоматизованого проектування (САПР);
- програми для візуалізації.

Графічні редактори: програми, які використовуються для створення та редагування растрових та векторних зображень. До популярних графічних редакторів належать Adobe Photoshop, GIMP, Inkscape та інші [5].

3D-моделери: програми, які використовуються для створення 3D-моделей об'єктів. До популярних 3D-моделерів належать Autodesk Maya, Blender, 3ds Max та інші.

Системи автоматизованого проектування (САПР): програмні комплекси, які використовуються для проектування та моделювання складних об'єктів (архітектурних споруд, машин, механізмів тощо).

Програми для візуалізації: програми, які використовуються для рендерингу 3D-моделей та створення реалістичних зображень та анімацій. До популярних програм візуалізації належать Autodesk V-Ray, Corona Renderer, Arnold Renderer та інші.

#### Апаратні засоби комп'ютерної графіки:

- графічний процесор (GPU);
- монітор;
- графічна пам'ять.

Графічний процесор GPU є ключовим елементом в обробці графіки. Він спеціалізується на виконанні широкого спектру графічних обчислень, включаючи відтворення, освітлення, текстурування та інші операції. GPU забезпечує швидку та ефективну обробку графіки.

Монітор є пристроєм виведення, який відображає графічні зображення на екрані. Якість монітора, його роздільна здатність, колірна глибина та частота оновлення впливають на якість відтворення графічного зображення.

Графічна пам'ять (відеопам'ять) використовується для зберігання графічних даних, текстур, буферів кадрів тощо. Вона забезпечує швидкий доступ до даних та прискорює процес обробки графіки.

#### Програмні засоби комп'ютерної графіки:

- графічні редактори;
- 3D-моделювання та анімація;
- графічні бібліотеки та API;
- шейдерні мови.

Графічні редактори: Графічні редактори, такі як Adobe Photoshop, GIMP, CorelDRAW, дозволяють створювати, редагувати та маніпулювати графічними зображеннями. Вони мають широкий набір інструментів для малювання, монтажу, фільтрації та інших операцій.

3D-моделювання та анімація: Програми для 3D-моделювання, такі як Autodesk Maya, Blender, 3ds Max, дозволяють створювати тривимірні об'єкти, анімацію та спеціальні ефекти. Вони забезпечують інструменти для моделювання, текстурування, освітлення та рендерингу 3D-сцен.

Графічні бібліотеки та API: Графічні бібліотеки, такі як OpenGL, DirectX, WebGL, надають програмістам інтерфейси для розробки графічних додатків та ігор. Вони надають доступ до функцій, які дозволяють створювати графічні об'єкти, керувати відображенням, обробляти взаємодію користувача та інше.

Шейдерні мови: Шейдерні мови, такі як HLSL, GLSL, дозволяють програмістам створювати спеціальні програми (шейдери), які контролюють відтворення та обробку графіки на GPU. Шейдери дозволяють змінювати вигляд, освітлення, ефекти та інші аспекти графічних об'єктів.

Ці апаратні та програмні засоби працюють разом, щоб забезпечити ефективну та реалістичну обробку графіки на комп'ютерах.

Перелік поширених форматів графічних файлів

1. JPEG. Формат, який найчастіше використовується для збереження фотографій та реалістичних зображень змінної градації кольорів.

2. PNG. Формат, який використовується для зображень з прозорістю, включаючи логотипи, іконки та веб-графіку. Він забезпечує безвтратне стиснення зображень.

3. GIF. Формат, який використовується для анімацій та простих графічних зображень з обмеженою палітрою кольорів.

4. BMP. Формат, що зберігає зображення в безстисненому вигляді. Він часто використовується в програмах обробки зображень та на платформах Windows.

5. TIFF. Формат, який використовується для збереження високоякісних графічних зображень з безстисненням та підтримкою кольорових глибин.

6. SVG. Векторний формат, який зберігає графічні об'єкти та форми, дозволяючи їх масштабування без втрати якості. Він часто використовується для логотипів та веб-графіки.

7. PSD. Формат, що використовується програмою Adobe Photoshop для збереження проектів з різними шарами, фільтрами та ефектами.

8. AI. Формат, який використовується програмою Adobe Illustrator для збереження векторних графічних зображень.

Кожен формат має свої особливості, переваги та обмеження, і вибір формату залежить від конкретного використання та вимог проекту [11].

Таблиця 3.1 – Переваги, недоліки та сфери застосування популярних форматів графічних файлів

№ п/п	Формат графічного файлу	Переваги	Недоліки	Сфери застосування
1.	JPEG (Joint Photographic Experts Group)	Ідеально підходить для фотографій та зображень зі змінною градацією кольорів; стискається з малою втратою якості; підтримує велику глибину кольору; підтримує прогресивне завантаження.	Втрата якості при високому стисненні; не підтримує прозорість; не підтримує анімацію.	Фотографії, зображення для вебу, друкована графіка.

Продовження таблиці 3.1

№ п/п	Формат графічного файлу	Переваги	Недоліки	Сфери застосування
2.	PNG (Portable Network Graphics)	Підтримує прозорість, що дозволяє робити зображення з прозорим фоном; має безвтратне стиснення при збереженні; 3.підтримує високу якість зображення при малому стисненні; не має втрати якості при повторному збереженні.	Більший розмір файлу порівняно з JPEG при великій кількості деталей або кольорів; не підтримує анімацію.	Веб-графіка, зображення з прозорістю, іконки, графіка з великою деталізацією.
3.	GIF (Graphics Interchange Format)	Підтримує анімацію та прозорість; компактний розмір файлу для простих анімацій; підтримує прості транспарентність та анімаційні петлі.	Обмежена глибина кольору (256 кольорів); низька якість для фотографій та зображень з великою деталізацією.	Прості анімації, веб-банери, іконки, короткі анімаційні цикли.
4.	BMP (Bitmap Image File)	Безстиснений формат, що зберігає зображення без втрати якості.	Великий розмір файлу; не підтримує прозорість та анімацію.	Локальне збереження зображень, обробка зображень, платформа Windows.
5.	TIFF (Tagged Image File Format):	Безстиснений формат з високою якістю зображення; підтримує глибоку кольорову палітру; підтримує збереження зображень без втрати якості.	Великий розмір файлу; не підтримує анімацію.	Професійна фотографія, друкована графіка, медична та наукова графіка.
6.	SVG (Scalable Vector Graphics)	Векторний формат, що зберігає форму та розташування об'єктів; масштабований без втрати якості; підтримує редагування та анімацію.	Не підходить для фотографій та реалістичних зображень; більший розмір файлу для складних ілюстрацій.	Логотипи, ілюстрації, веб-графіка, малюнки.
7.	PSD (Photoshop Document)	Зберігає редактовані шари, фільтри та ефекти; підтримує збереження додаткової інформації про зображення.	Не підтримується всіма програмами перегляду зображень; великий розмір файлу.	Редагування та обробка зображень у програмі Adobe Photoshop.
8.	AI (Adobe Illustrator)	Векторний формат, що зберігає векторні графічні об'єкти; підтримує редагування та розширення зображень без втрати якості.	Не підходить для фотографій та реалістичних зображень.	Дизайн логотипів, ілюстрації, векторна графіка.

## ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2

### Векторна графіка

#### Тема 4. Програми для роботи з векторною графікою Inkscape.

*Інтерфейс програми. Огляд панелі інструментів. Палітри. Контури та колірні моделі.*

Існує кілька популярних програм для роботи з векторною графікою, включаючи наступні:

1. Adobe Illustrator: Це одна з найпоширеніших та потужних програм для роботи з векторною графікою. Вона надає широкі можливості для створення складних векторних ілюстрацій, логотипів, інфографіки та інших графічних проектів.

2. CorelDRAW: Це інший відомий векторний графічний редактор, який пропонує багато інструментів для створення професійних векторних зображень. Він широко використовується в галузях дизайну, реклами та маркетингу.

4. Inkscape: Це безкоштовна програма з відкритим вихідним кодом для створення та редагування векторної графіки. Inkscape підтримує багато функцій, включаючи створення шляхів, малювання, редагування форм, застосування фільтрів та інших операцій з векторною графікою.

5. Affinity Designer: Це новітня програма для векторного дизайну, яка набула популярності в останні роки. Вона пропонує велику кількість інструментів та функцій, таких як точні криві, сітчасті макети, робота з растровими зображеннями та багато іншого.

6. Gravit Designer: Це інший безкоштовний векторний редактор з великим набором функцій. Gravit Designer має інтуїтивний інтерфейс, підтримує роботу зі шляхами, шари, градієнти, фільтри та інші можливості для створення векторних зображень.

Це лише кілька прикладів програм для роботи з векторною графікою. Вибір програми залежить від вашого досвіду, бюджету та конкретних потреб проекту.

#### Інтерфейс Inkscape

Інтерфейс векторного графічного редактора Inkscape складається з керуючих елементів і функцій, покликаних зробити роботу художника простою і зручною. Інтерфейс векторного графічного редактора Inkscape складається головним чином з робочого вікна, в якому можна створювати і редагувати малюнки. У вікні розташовані керуючі та інформаційні інструменти.

Інтерфейс Inkscape можна розділити на дев'ять основних областей (рис. 4.1):

1. головне меню;
2. панель інструментів;
3. контекстна панель управління;
4. розмітка, лінійки, направляючі і сітки;
5. панель елементів управління;
6. вікно інструментів;
7. полотно;
8. палітра кольорів;
9. рядок стану.

Головне меню Inkscape. Як і в більшості інших програм, головне меню Inkscape містить основні функції для роботи з програмою: робота з файлами, функції редагування та перегляду, функції роботи з текстом, фільтрами, об'єктами і контурами, додатки та довідкову інформацію [6].

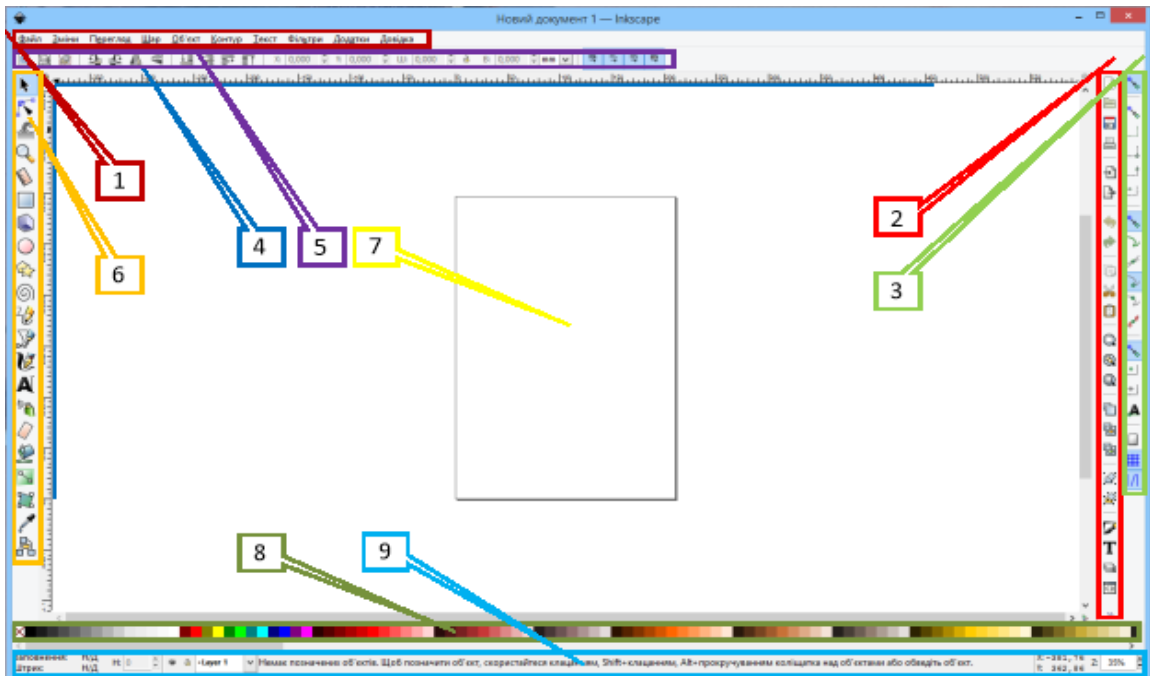


Рисунок 4.1 – Інтерфейс програми Inkscape

### Панель інструментів Inkscape

Панель інструментів inkscape розташована у правій частині робочої області екрана редактора. Панель інструментів Inkscape містить значки-іконки, які викликають певні команди редактора. Ці команди також доступні в головному меню або по комбінації клавіш. Панель інструментів призначена для більш легкого доступу до найбільш використовуваних функцій редактора. З панелі інструментів Inkscape в один клік можна відкрити новий або існуючий документ, надрукувати його, завантажити зображення, скасувати попередні команди, масштабувати, відкрити діалогове вікно для налаштування властивостей документа і т.д. Кожен значок при наведенні курсору миші відображає свою функцію за допомогою спливаючих підказок.

Якщо всі значки панелі інструментів Inkscape не поміщаються на екрані, то доступ до них може бути здійснений через кнопку з двома стрілочками з нижнього краю панелі. Натиснувши на них, ви побачите у вигляді меню всі інші команди панелі, значки яких не поміщаються на панелі. Значки можуть не поміститися на панелі інструментів Inkscape через розмір екрану або розширення монітора.

Вікно інструментів Inkscape, складається з вертикального ряду кнопок, розташованого в лівій частині вікна редактора. На зображенні 4.2 ця панель приведена горизонтально для економії місця. Вікно інструментів Inkscape – це основний елемент для роботи в векторному редакторі Inkscape. Вікно інструментів Inkscape містить основний набір графічних інструментів для створення і редагування фігур. У вікні інструментів Inkscape присутні інструменти для роботи з геометричними фігурами, а також вільної трансформації фігур і ліній, інструменти для роботи з текстом і кольором (заливка і градієнти).

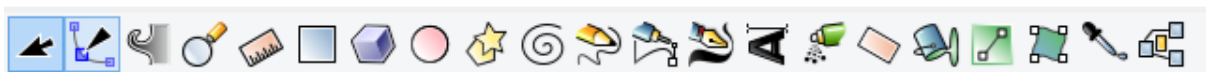


Рисунок 4.2 – Вікно інструментів Inkscape

При роботі з інструментами, відразу під горизонтальною панеллю головного меню, ви можете помітити контекстну панель управління Inkscape (рис.4.3).

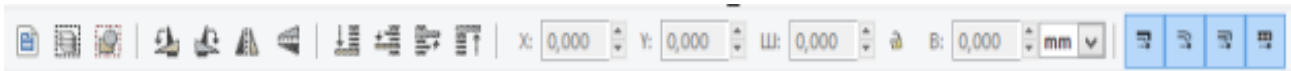


Рисунок 4.3 – Контекстна панель Inkscape

Залежно від того, який інструмент вибраний у вікні інструментів Inkscape, змінюється вид контекстної панелі Inkscape. У контекстній панелі відображаються настройки і параметри активного інструменту. Залежно від ситуації зміна цих параметрів може відразу вплинути на обраний об'єкт, а в деяких випадках зміни параметрів вступають в силу тільки при створенні нового об'єкта або вплинуть на існуючі та нові об'єкти.

Полотно або канва Inkscape є головною робочою областю програми. Це основна частина інтерфейсу, оскільки саме тут користувач графічного редактора створює і редагує малюнки. Полотно розташоване посередині вікна програми і схоже на зображення чистого аркуша паперу, розташованого на білому тлі. За замовчуванням у вікні редактора ліворуч і зверху включено лінійки, для визначення координат в пікселях. Значення за замовчуванням – видимість лінійки і одиниці вимірювання можна змінювати у Властивостях документа.

Розмітка, лінійки, направляючі і сітки в Inkscape

Лінійка розмітки розташована вгорі і ліворуч полотна Inkscape. Поділкі лінійки розмітки визначають відстані в деяких одиницях, за замовчуванням в пікселях. Змінити налаштування одиниць виміру можна у властивостях документа в меню «Файл» «Властивості документа».

Коли покажчик миші знаходиться над полотном, на лінійці з'являються два чорних трикутника, які відображають на лінійці координати курсору щодо у нижнього лівого кута сторінки. Ці координати X і Y можна побачити в рядку стану (в нижньому правому куті вікна програми), поруч з параметром масштабу Z. Зверніть увагу на те, що SVG координати починаються в нижньому лівому кутку документа як зазвичай прийнято в декартовій системі координат.

Напрявні створюються в Inkscape користувачем для полегшення малювання або побудови фігур. Напрявні «притягують» деякі інструменти, тобто, дозволяють встановити положення інструментів точно по ним. Використання напрямних полегшує користувачам вирівнювання об'єктів, що створюються за допомогою миші. Щоб використовувати напрямні, клацніть покажчиком миші на горизонтальній або вертикальній лінійці і, утримуючи кнопку миші натиснутою, перетягніть направляючу, яка з'явилася в ту точку полотна, де вона повинна бути, після цього відпустіть кнопку миші. За допомогою горизонтальної лінійки створюються горизонтальні напрямні, з вертикальної – вертикальні [10].

Як використовувати напрямні в Inkscape

Як перемістити напрямні Inkscape? При активному інструменті вибору F1, пересуньте вказівник до направляючої. Коли покажчик опиниться над нею, напрямна змінить свій колір на червоний. Потім клацніть по направляючій і перетягніть її туди, куди ви хочете. Щоб видалити напрямну, просто перетягніть її на відповідну лінійку за допомогою інструменту вибору. Щоб приховати напрямні, без їх видалення, виберіть у головному меню «Перегляд» «Напрявні». Швидкий доступ для перемикання видимості напрямних <Shift + |>.

У головному меню «Файл» «Властивості документа» можна перевизначити налаштування за замовчуванням для напрямних. Можна вказати, як напрямні повинні показуватися за замовчуванням, задати колір напрямних – колір самої направляючої і її колір, коли над нею знаходиться вказівник миші.

Напрявні часто використовуються для розміщення об'єктів на полотні, в цьому випадку рекомендується встановити прапорець «напрявні прилипають при перетягуванні».

## Сітка в Inkscape

Щоб не використовувати велику кількість напрямних, може виявитися корисним просто активувати сітку в Inkscape. Зробити це можна за допомогою головного меню «Перегляд» «Сітка» або по гарячій клавіші # (<Shift + 3>).

Сітки діляться на два типи: прямокутна і аксонометрична (рис. 4.4). Параметри сітки можуть бути визначені в головному меню «Файл» – «Властивості документа». Найбільш поширеною є прямокутна сітка, яка складається з вертикальних і горизонтальних ліній. Аксонометрична сітка містить додатково діагональні лінії і може бути цікава для технічних або архітектурних креслень. На малюнку нижче приведено приклад аксонометричної і прямокутної сіток Inkscape.

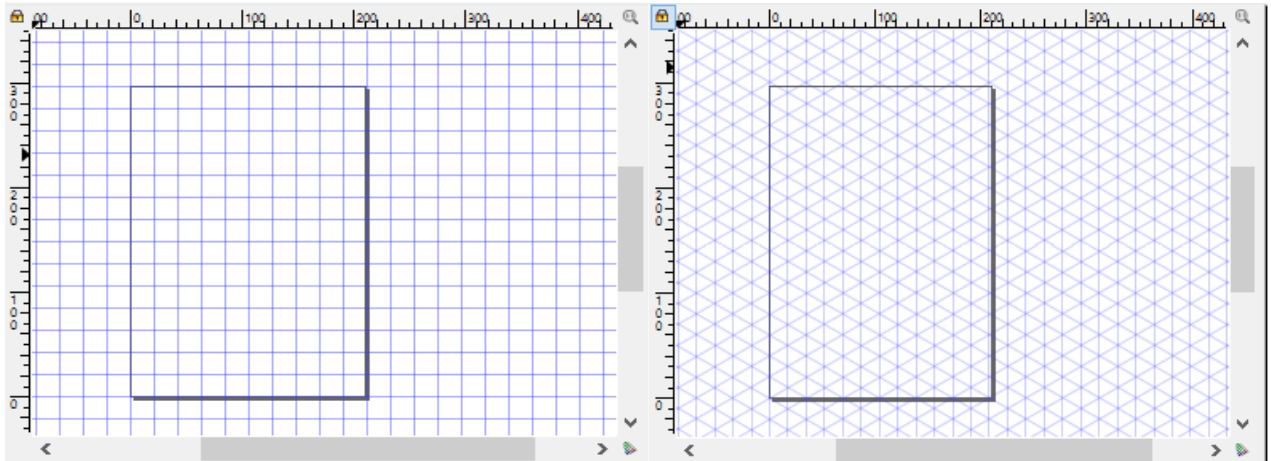


Рисунок 4.4 – Види сіток в Inkscape

## Як користуватися сіткою в Inkscape

Використовуйте список, що розкривається в діалоговому вікні властивостей документа (приклад на малюнку вище), щоб вибрати тип сітки, яку ви плануєте використовувати, а потім натисніть кнопку «Створити». Під фразою «Визначені сітки» (для одного документа можуть бути визначені кілька сіток) буде створена нова вкладка з параметрами створеної сітки. Потім визначте одиниці, які ви хочете використовувати, визначте точку відліку по горизонталі і вертикалі (X і Y) і відстань між сусідніми лініями сітки. При використанні аксонометричної сітки з'являється додатковий параметр, що визначає кут двох ліній сітки.

Галочка Включено. Відзначте її, щоб використовувати цю сітку в поточному документі.

Галочка Видима. Цей прапорець визначає видимість сітки на полотні. При вимкненому прапорці сітка невидима.

Одиниці сітки. В якості одиниць виміру для сітки доступні міліметри, фути і пікселі. Ви можете вибрати ту розмірність, яка найбільше відповідає вашим потребам. Якщо особливих потреб немає, то використовуйте варіант за замовчуванням – пікселі.

Точки відліку по X і Y. Ці параметри визначають початкову точку сітки Inkscape. Значення за замовчуванням «0» (нуль), але іноді буває зручно змінити його, особливо для визначення точки краю листа.

Інтервал по X і Y. Ці параметри визначають відстань між двома лініями сітки. Ці інтервали можуть відрізнятися для горизонтальних і вертикальних ліній, таким чином, сітка може складатися з прямокутників.

Кут по X і Z. Ці параметри доступні тільки для аксонометричної сітки. Вони визначають кути ліній сітки на осі X і Z.

Кольори ліній сітки. За замовчуванням для сітки використовується синій колір, але цей параметр також можна змінити. Існує два типи ліній. Найбільш часто використовуваним є

основна лінія сітки, але коли використовується сітка з маленьким кроком, і безліччю ліній, то відображаються основні лінії сітки. Вони допомагають оцінити відстані. Інші кольори можуть бути визначені для кожного типу лінії. Параметр «Основна лінія сітки кожні ...» визначає частоту основних ліній. Зазвичай цей параметр дорівнює 5 або 10.

Показувати точки замість ліній. Ця установка доступна лише для прямокутної сітки Inkscape. Лінії сітки іноді можуть заважати при роботі з інструментами малювання. Цей параметр дозволяє відображати сітку у вигляді точок.

Панель параметрів прилипання Inkscape

Панель параметрів прилипання дозволяє легко налаштувати параметри прилипання об'єкта Inkscape (рис. 4.5). Функції цієї панелі зручні для правильного і точного розміщення об'єктів. Панель параметрів прилипання розташована вертикально по правому краю робочої області вікна (для зручності, її зображення повернуто на 90 градусів).

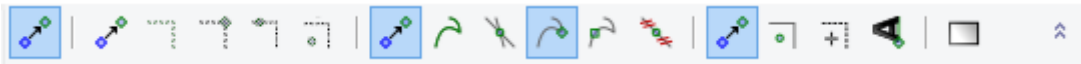


Рисунок 4.5 – Панель параметрів прилипання в Inkscape

Палітра кольорів Inkscape це швидкий доступ до кольорів, вона ж дозволяє призначити колір до фігур Inkscape. Вона відображається в нижній частині вікна програми, або може бути відкрита в вигляді окремого вікна. Для цього в головному меню «Вид» треба вибрати «Зразки кольорів» або використовувати комбінацію клавіш <Shift + Ctrl + W>

Як користуватися палітрою кольорів в Inkscape

Щоб знайти колір, який вам подобається, просто перемістіть бігунок вниз палітри і виберіть колір. Налаштувати палітру кольорів можна, клацнувши по трикутнику в правому кутку палітри і вибравши один із запропонованих варіантів. Щоб застосувати колір до фігур «колір заливки», просто натисніть на колір після вибору однієї або декількох фігур. Щоб застосувати колір до контуру, натисніть клавішу <Shift> під час вибору кольору [6, 10].

Рядок стану – знаходиться в самому низу вікна програми Inkscape. Вона відображає (зліва направо):

- колір заливки і обведення об'єкта;
- можливість швидкої роботи з шарами і перемикач між ними;
- область повідомлень;
- індикатор координат покажчика миші;
- управління масштабом.

## **Тема 5. Створення векторних об'єктів у Krita: простих фігур, ліній, автофігур.**

*Створення рисунків з кривих ліній і ламаних. Впорядкування, вирівнювання та об'єднання об'єктів. Застосування до об'єктів ефектів об'ємності й перетікання. Редагування зображень. Виділення об'єктів. Зміна масштабу. Переміщення, копіювання та вилучення об'єктів. Колір контуру та заливання об'єкта. Зміна взаємного розташування. Групування об'єктів.*

Інтерфейс Krita є дуже гнучким, він надає художникам якнайширші можливості з упорядкування робочого простору. Художник може зліпити або упорядкувати елементи інтерфейсу подібно до з'єднування блоків конструкторів Лего. У Krita передбачено набір

частин для побудови інтерфейсу у формі бічних панелей та панелей інструментів. Кожен набір елементів можна показати, приховати, пересунути або переупорядкувати. Це надає можливість художнику без проблем створити зручний для нього інтерфейс для малювання.

#### Огляд інтерфейсу Krita

Як ми вже зауважували, інтерфейс Krita є дуже гнучким, отже спосіб, у який ви вирішите налаштувати ваш робочий простір, може значно відрізнятись від наведеного нижче, але, принаймні, ми можемо скористатися типовим робочим простором як вихідним пунктом.

1) Традиційне меню Файл або меню дій, яке можна знайти у більшості програм, інтерфейс яких побудовано на основі вікон.

2) Панель інструментів – панель для вибору пензлів, встановлення параметрів інструментів, зокрема непрозорості та розміру.

3) Бічні рухомі панелі. У деяких програмах їх називають «областями швартування». У Krita передбачено можливість швартування бічних панелей у верхній і/або нижній частинах вікна.

4) Смужка стану – це основний інтерфейс для режиму показу, даних щодо вибраного набору пензлів, простору кольорів, розмірів зображення та зручного засобу зміни масштабу.

5) Рухома панель – такі панелі можуть будь-коли розкриватися і згорнутися з бічних панелей для перегляду широкого діапазону параметрів. Чудовим прикладом таких панелей є Бічна панель наборів пензлів і Панель палітри.

Ваше полотно розташовано посередині і, на відміну від традиційного паперу або навіть більшості програм для малювання, у Krita у розпорядження художника надається полотно нескінченного розміру (звичайно ж, ви ніколи не малюватимете до нескінченності!). Стандартними засобами навігації є такі:

#### Навігація полотном

Багато дій з навігації полотном, зокрема обертання, віддзеркалення або зміну масштабу можна виконувати натисканням типових комбінацій клавіш або кнопок:

#### Панорамування

Цю дію можна виконувати за допомогою джойстика, комбінації Пробіл + .ЛКМ та клавіш зі стрілками.

#### Зміна масштабу

Дискретну зміну масштабу можна виконувати натисканням джойстика + і -. За допомогою комбінацій Ctrl + Пробіл або Ctrl + Д можна здійснювати безпосереднє масштабування за допомогою стиля.

#### Зберігання копій даних

Ви можете швидко віддзеркалити панель перегляду за допомогою натискання клавіші М. Віддзеркалення – чудова методика, якою досвідчені цифрові художники користуються для швидкого тестування композиції своєї роботи. Вона надає змогу переконатися у простоті «читання» зображення навіть після його перевертання за горизонталлю.

Нове в версії 5.1: Якщо ви скористаетесь комбінацією клавіш Alt + М, для центра віддзеркалення, замість центра області перегляду, буде використано позицію вказівника. Також ви можете визначити клавіатурне скорочення для дії Віддзеркалити полотно за допомогою вікна Параметри клавіатурних скорочень.

#### Обертання

Ви можете обертати полотно без його перетворення. Зробити це можна за допомогою комбінації клавіш Ctrl + [ або 4. Обертання у інший бік здійснюється комбінацією клавіш Ctrl + ] або 6. Швидке обертання на основі розташування вказівника можна здійснити за

допомогою комбінацій клавіш Shift + Пробіл та Shift + джойстик. Щоб повернути зображення у початковий стан, натисніть клавішу 5.

#### Бічні панелі

У Krita багато інструментів розподілено між функціональними панелями, які ми називатимемо бічними панелями.

Бічні панелі – віконця, у яких можуть міститися, наприклад, стос шарів, палітра кольорів або набори пензлів. Вони подібні до палітри, акварелі або футляра для пензлів художника. Задіяти бічні панелі можна за допомогою меню Параметри та підменю Бічні панелі. У підменю ви знайдете доволі довгий список доступних варіантів.

Бічні панелі можна закривати натисканням кнопки х, яку розташовано у верхньому правому куті віконця бічної панелі.

Бічні панелі можна пришвартовувати до основного інтерфейсу. Зробити це можна перетягнувши бічну панель до якогось із країв полотна (вгорі або внизу, якщо хочете).

Бічні панелі містять багато «прихованих», але потужних можливостей Krita, які ви захочете вивчити, якщо почнете заглиблюватися у вивчення можливостей програми.

Ви можете розташувати бічні панелі у будь-якому вигляді і поєднанні, відповідно до потреб вашого робочого процесу, а потім зберегти таке компонування як робочий простір.

Можна запобігти швартуванню бічних панелей: достатньо натиснути клавішу Ctrl, перш ніж розпочинати перетягування бічної панелі.

#### Повзунки

У Krita повзунки використовуються для керування значеннями, зокрема розміром, прозорістю, рухом пензля, відтінком та насиченістю кольору тощо.

Загальний діапазон визначається заглибленням посередині (зліва праворуч), а синій прямокутник вказує, де у можливому діапазоні перебуває поточне значення. Клацання на будь-якій позиції повзунка змінити поточне значення на менше (якщо клацнути ліворуч) або більше (якщо клацнути праворуч).

Щоб ввести певне значення, утримуйте натиснутою ЛКМ або клацніть ПКМ на повзунку. Після цього можна ввести значення безпосередньо і отримати бажану для вас точність.

Якщо під час перетягування повзунка натиснути клавішу Shift, зміна значення відбуватиметься повільніше, а якщо утримувати натиснутою клавішу Ctrl, значення змінюватиметься цілими кроками або кроками у 5 одиниць.

Змінено в версії 5.1: Утримування натиснутою клавіші Shift під час перетягування вмикає «відносний режим», що означає, що вказівник можна перетягнути за межі області повзунка [6].

Панелі інструментів – місце для кнопок важливих дій та меню, яке пришвидшує і робить зручнішим доступ до цих можливостей для художника під час малювання.

Дізнатися більше про панелі інструментів Krita та можливості їхнього налаштування можна із розділу щодо панелей інструментів цього підручника. Ефективне використання панелей інструментів може значно пришвидшити реалізацію задумів художника, особливо якщо він користується сенсорним монітором або планшетним комп'ютером.

Нове в версії 5.0: Окрім клавіатурних скорочень та панелі інструментів, ви також можете шукати і здійснювати швидку навігацію пунктами дій за допомогою панелі пошуку дій, доступ до якої відкриває натискання комбінації клавіш Ctrl + Enter.

#### Вибір робочого простору

Найправіша кнопка на панелі інструментів є кнопкою вибору робочого простору. За допомогою цієї кнопки ви можете завантажувати і зберігати типові налаштування інтерфейсу

користувача у Krita. У основному пакунку Krita постачається декілька типових робочих просторів.

Контекстна палітра є унікальною можливістю Krita, яку розроблено для підвищення ефективності роботи художника (рис. 5.1). Це кругове меню для пришвидшення вибору пензлів, кольорів переднього і заднього планів та нещодавно використаних кольорів під час малювання. Для отримання доступу до палітри вам достатньо клацнути ПКМ на полотні. Палітру буде показано у позиції кінчика пензля або вказівника миші.



Рисунок 5.1 – Контекстна палітра

Встановленням міток для ваших наборів пензлів ви можете додавати певні набори пензлів до цієї палітри. Наприклад, якщо ви додасте набори пензлів для малювання чорнилом до мітки «чорнило», ви зможете змінити на палітрі мітку на «чорнило» і отримати на палітрі усі пензлі для малювання чорнилом [5].

## Тема 6. Робота з текстом.

*Художній та простий текст. Зміна форми об'єктів. Трансформація довільних кривих. Редагування контуру і заливання. Товщина контуру, стиль лінії. Типи стрілок. Однорідне і градієнтне заливання. Заливання за допомогою узорів, текстури. Інтерактивне заливання. Вставлення малюнків. Використання ефектів.*

Типографіка – найсильніший інструмент для вираження посилу в веб-дизайні. З його допомогою ви можете об'єднати текстову і візуальну складові, що допоможе вам достукатися до відвідувача. Правильне використання типографіки допоможе уникнути типових помилок, що допускаються дизайнерами при створенні чергового шедевра. Постараємося зрозуміти, що ж ми робимо не так, і як уникнути помилок в майбутньому.

Типографіка – звід законів, правил і норм оформлення тексту, заснованих на вивченні сприйняття набору читачем. Знання і розуміння типографіки перетворюють текст в інструмент побудови композиції, роблять його живим, надають характер і здатність передати ідею не тільки за допомогою змісту, а й графічно.

### Гарнітура

Гарнітура – шрифт або кілька шрифтів, що мають стилістичне єдність накреслення. Складається з набору знаків. Часто це поняття плутають з поняттям «шрифт», хоча шрифт – це певне накреслення знаків, в той час як гарнітура визначає загальне «сімейство» шрифтів.

Гарнітури можна розділити на дві основні категорії: антиква та гротеск.

Антиква – шрифти із зарубками.

Гротеск, відповідно, – шрифт без зарубок.

У проектах можна використовувати будь-який, правильного і неправильного варіанту тут немає. Потрібно дивитися по ситуації, який проект і що більш актуально для нього.

Шрифт із зарубками, як би тримає рядок, а відповідно підвищується читабельність. Часто шрифти із зарубками створюють відчуття професіоналізму і авторитетності наданої інформації, висловлюють повагу, підкреслюють стабільність і консерватизм в кращому розумінні цього слова. Шрифти без зарубок, як правило, акцентують раціональність, дотримання стилю, молодість і сучасність. Допомагають створити простір між буквами, а також відокремити один знак від іншого [2].

Кегль. Кегль – висота букви, що включає в себе нижні і верхні виносні елементи. Вимірюється в друкарських пунктах (позначається як pt). Наприклад, текст набраний 14 кеглем, буде дорівнює 14 pt по висоті.

Насиченість або товщина – визначається зміною товщини основних і сполучних штрихів (рис. 6.1). У межах однієї гарнітури насиченість може змінюватися від найтоншого до найтовстішого та описується словами (Thin – Black) або числовими значеннями (100–900).

### Абзаци

100: Thin

200: Extra Light (Ultra Light)

300: Light

400: Regular (Normal, Book)

### Заголовки

500: Medium

600: Semi Bold (Demi Bold)

700: Bold

800: Extra Bold (Ultra Bold)

900: Black (Heavy)

Рисунок 6.1 – Приклад тексту різної насиченості

Інтерліньяж – міжрядковий інтервал. Відстань між базовими лініями сусідніх рядків. Інтерліньяж має відповідати розміру шрифту. Відстань між рядками практично завжди має бути більше розміру шрифту. За винятком заголовків. Щоб досягти балансу між текстом і «повітрям», зробіть міжрядкову відстань приблизно в півтора рази більше висоти малих літер. Або встановлюємо інтерліньяж, рівний 150% розміру шрифту. Наприклад розмір тексту 14 px, тоді інтерліньяж –  $21 \text{ px}$ .  $14/2 = 7 + 14 = 21$ .

Кернинг – відстань між буквами (рис. 6.2).



Рисунок 6.2 – Приклад тексту з використанням кернингу та без

Основна суть кернінга – підбір різних інтервалів між різними парами конкретних букв для збільшення зручності читання.

Яку кількість шрифтів використовувати?

Бажано використовувати не більше 3-х накреслень. Це можуть бути шрифти як однієї гарнітури, так і різних. Наприклад, гарнітура Roboto містить досить велику кількість різних накреслень. З них легко можна вибрати три, які, як ми вважаємо, підійдуть для нашого сайту. Припустимо, це будуть Light, Regular і Bold. Для заголовків можна використовувати шрифт Bold або Light, для кнопок Bold, для основного тексту Regular. Таким чином, використовуючи одну гарнітуру, ми забезпечимо правильну типографіку. Природно, все залежить від тематики продукту: сайту, блогу, реклами тощо і ідеї, яку заплановано закласти в дизайн [11].

Якого розміру повинен бути шрифт?

Розмір тексту в інтернеті не повинен бути менше 12 пікселів. Кращий вибір – в межах 14-18 px для основного тексту. Чи не занадто великий і в той же час легкий для читання. Причому, якщо вже ми вибрали розмір 16 px, він повинен залишатися 16 px на всіх сторінках сайту і не скакати плюс-мінус 1 px від блоку до блоку. Стосується це і інтерліньяжу, він всюди має бути однаковий.

Розмір шрифтів треба вказувати цілими числами, не використовуючи десяткових дробів, наприклад 16,28 px. І, звичайно ж, в фотошопі необхідно перевести pt в px. Для цього вибираєте в меню: Редагування – Установки – Основні. Далі – Одиниці виміру та лінійки. Міняєте в випадаючих меню «Текст», «Лінійки» пункти на пікселі. Тиснете «ОК».

Довжина рядка не повинна перевищувати 600 px. Це оптимальний розмір для комфортного переміщення погляду з одного рядка на іншу. Дуже широку контентну частину важко читати – часто просто втрачаєш ту сходинку, на яку збирався перейти після прочитання довгого попереднього рядка. Якщо все-таки необхідно розтягнути текстовий блок на 1000 px і більш по ширині, можна спробувати розбити текст на дві або більше колонок. Інший варіант – зробити міжрядкову відстань трохи більше звичайного, щоб візуально сильніше відокремити рядки один від одного. Не забувайте розділяти текст абзацами, це також допоможе зробити його легко читаним.

Посилання. Перевірка дизайну на правильність проста: якщо глядач, не доторкаючись до миші, може вгадати, де посилання, а де ні, – перед нами хороший сайт. Тому необхідно заздалегідь продумати, як будуть виглядати все посилання на сайті. Припустимо, все клікабельні елементи – одного кольору, наприклад червоні, а не клікабельні іншого – чорного. Тоді ніхто не буде плутатися.

Часто зустрічається таке: заголовок виділений червоним кольором (адже треба його якось виділити), далі ще кілька дуже важливих фраз УТП синього кольору і все це упереміш зі звичайним текстом чорного кольору. В кінці тексту кнопка, теж червона. Зрозуміло, що треба клікати на кнопку, але, виявляється, клікабельним був ще й текст, забарвлений в синій (він відкривав додаткову інформацію).

Вирівнювання. Є текстові блоки, які дуже часто вирівнюються неправильно – це вирівнювання по ширині, вирівнювання посередині і вирівнювання по правому краю. У всіх цих випадках читати текст незручно, і візуально він виглядає непривабливо. Вирівнювання ЗАВЖДИ має бути по лівому краю. Навіть якщо дуже хочеться зробити його по правому краю (просто тому що вам здається – композиційно має бути саме так) – це неправильно.

Винятком може бути одна або дві короткі пропозиції, які, швидше за все, є підзаголовками для основного тексту.

Контраст – це одне з основних засобів виразності в дизайні. Не потрібно боятися великих форм і порожніх просторів! Нарочито велика типографіка стає самостійним

елементом, що не вимагає додаткових графічних засобів оформлення. Хороший приклад контрасту в кольорах, формах і розмірах всіх об'єктів.

Стилі. Потрібно завжди думати про те, яку інформацію ви намагаєтеся донести відвідувачеві. Вибираючи шрифт, слід пам'ятати, що щасливі повідомлення повинні супроводжуватися легкими, повітряними і м'якими формами шрифтів, в той час як повідомлення якихось більш похмурих тем краще було б супроводжувати шрифтами з більш жорстким шрифтом. За допомогою типографіки веб-дизайнери підкреслюють атмосферу і стиль сторінки, а також створюють поживний ґрунт для емоційного відгуку.

Шрифтові пари. З появою зручних веб-шрифтів можливість удосконалити свій сайт стала ще доступнішою. Але велика кількість шрифтів може збити з пантелику не тільки новачка – який з них підійде саме вам?

Сайт – це текст. Коли ми заходимо на сторінку, велика частина того вмісту, за яким ми приходимо, це текст. І тому вміння підбирати і використовувати шрифти – це найважливіший навик для дизайнера.

Головне правило – це достатній контраст. Чи не занадто великий, не дуже маленький – той, який нам потрібен тут і зараз. І 4 інструменти для створення шрифтів пари – так звані 4 способи, 4 інструменти, якими ми можемо впливати на контраст.

По-перше, це, зрозуміло, шрифт. Це Антиква і Гротеск, наприклад. Тому що між ними максимальний контраст. Антиква – це шрифт із зарубками, Гротеск – це шрифт без зарубок.

Так само ми можемо використовувати накреслення як в рамках одного шрифту, так в рамках і різних шрифтів. Наприклад, це звичайне написання (Regular), жирне і Italic.

Також важливо сказати про розмір. Бажано, щоб у вас різниця між вашими рядками, вашим шрифтом була більше, ніж 1,6. 1,6 – це цифра з пропорції золотого перетину. Використовуйте її як просто коефіцієнт. Тобто, якщо у вас є якийсь текст, і ви хочете зробити якийсь заголовок до нього – помножте розмір цього тексту на 1,6 і у вас вийде розмір заголовка. Якщо його буде досить, може бути, ще раз доведеться збільшити.

Колір.

Існують усталені пари, які можна брати і використовувати. Наприклад, Baskerville і Gill Sans. Бачимо жирне накреслення в заголовку, шрифт із зарубками, текст написаний шрифтом sans serif. Також достатній контраст – ми бачимо різницю між цими двома шрифтами.

Також Garamond і Verdana. При підборі шрифтової пари можна скористатися такими усталеними парами, наприклад, Garamond для заголовків, Verdana дуже хороший шрифт для набору основного тексту – його комфортно читати. У той же час Garamond – він досить виразний для заголовків [9].

Proxima Nova і Palatino – тут навпаки, ми використовуємо Proxima Nova заголовки – це шрифт без зарубок.

І Palatino, може бути, можна використовувати для якихось книжкових наборів, для наборів, можливо, статей. Palatino + Proxima Nova

Ще один приклад – PT Sans і PT Serif. Це шрифти, які знаходяться в складі однієї гарнітури, тобто, так звані шрифти однієї природи. Тобто, Sans в заголовку, Serif в основному тексті.

У чому краса використання гарнітури в складі шрифтової пари? У тому, що шрифти – вони схожі за своєю природою: їх робив один автор, у них одна єдина концепція. У них є, зрозуміло, відмінності в зображенні – тут є зарубки, тут немає, але вони дуже гармонійно один з одним поєднуються. Helvetica + Times.

Де брати шрифти?

– [google.com/fonts/](https://google.com/fonts/) – це каталог безкоштовних шрифтів від Google

– [typekit.com](http://typekit.com) – схожий по моделі, за концепцією. Ми можемо звідти брати шрифти і використовувати їх в web-е, наприклад, відразу ж.

– [myfonts.com](http://myfonts.com) – величезна база шрифтів. Там дуже багато англійських шрифтів, латиниці і, насправді, також є і кирилиця.

Головне правило

Перед тим, як ви почали дизайн, підберіть шрифтову пару.

Це дозволить вам не плутатися в розмірах в подальшому, не думати кожен раз про те, який шрифт тут використовувати, як тут використовувати. Краще один раз це все визначити (який ви використовуєте заголовок, підзаголовок, які у них розміри) і далі просто застосовувати вже в своєму макеті.

Каліграфія

Каліграфія (грец. «Гарний почерк») – одна з галузей образотворчого мистецтва. Ще каліграфію часто називають мистецтвом красивого письма. Сучасне визначення каліграфії звучить наступним чином: «мистецтво оформлення знаків в експресивній, гармонійній і майстерній манері».

Історія писемності – це історія еволюції естетичних понять, що розвиваються в рамках технічних навичок, швидкості передачі інформації і матеріальних обмежень людини, часу і простору. Стиль листа, зазвичай описуваний як шрифт, рука або алфавіту.

Сучасна каліграфія досить різноманітна – від побутових рукописних написів на листівках до високого мистецтва, в якому експресія написаного рукою знака не завжди народжує чіткі літерні форми. Класична каліграфія значно відрізняється від шрифтових робіт і нестандартних рукописних форм, хоча каліграф повинен вміти робити і те, і інше; літери склалися в такі форми історично, але при цьому вони текучі і спонтанні і завжди народжуються в момент листи.

Зараз каліграфія існує в основному в формі запрошень листівок і весільних привітань, а також в графіті, шрифтах і рукописних логотипах, в релігійному мистецтві, графічному дизайні, в висічених написах на каменях і в історичних документах. А також каліграфію використовують на телебаченні в якості оформлення, в різних характеристиках, свідоцтвах про народження та в інших документах, де передбачається писати від руки.

Зараз люди пишуть мало. Саме тому каліграфія стає все популярнішою. Глобалізація остаточно перетворила її із засобу інформування на мистецтво. Поява масових інструментів для письма та їхнє спрощення до таких форм, що красиво писати можна будь-де: на вокзалі, в поїзді чи вдома, – зробило каліграфію комфортною. Спростився процес її створення.

Українська абетка різниться від латинської, має свої унікальні, відмінні від російської та білоруської мов, елементи. Люди зацікавилися, чим наш алфавіт особливий, і почали вивчати це питання. Але передусім каліграфія – це поєднання одразу декількох композиційних прийомів: ритму, динаміки, статички та інших. Це й змушує нею цікавитися. Вона подобається людям.

Леттерінг. Його відмінність полягає у тому, що в каліграфії дизайнер букви пише, а в леттерінгу малює їх. Простіше кажучи, буква має свій скелет, основу. Коли її пишеш, то маєш обмеження стосовно елементів, які можна використати. Малюючи букву, можеш робити її будь-якою, але необхідно взяти за основу той самий кістяк, щоб не видозмінити літери до невпізнаваності.

Шрифт – це не леттерінг. Шрифт – добірка букв, призначених для повторного використання багато раз і в будь-якому порядку.

Леттерінг – єдині в своєму роді кілька букв, виготовлених (намальованих, вирізаних і ін.) для однієї конкретної ситуації.

Багато людей називають шрифтом що завгодно, якщо там є кілька букв. Однак, часто те, що вони бачать, є леттерінгом. Його головна відмінність – упор на графічну складову: унікальні форми, які поєднуються один з одним в конкретному слові або фразі. Марк Симонсон провів хорошу аналогію: леттерінг відрізняється від шрифту так само, як ліплення з глини відрізняється від будівництва з кубиків Лего.

У леттерінге літери, як правило, намальовані або написані тільки один раз, і для конкретного контексту. У шрифті одні і ті ж букви мають однакову накреслення.

## ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3

### Тривимірна графіка

#### Тема 7. Основні поняття про тривимірну графіку.

*Принципи створення тривимірних зображень.*

Тривимірна графіка (3D графіка) – це графічна технологія, яка дозволяє створювати та відображати об'єкти в тривимірному просторі.

Тривимірна графіка, або 3D-графіка, – це розділ комп'ютерної графіки, який вивчає методи та засоби створення зображень просторових об'єктів з використанням комп'ютерних програм.

Просторова модель об'єкта (тривимірна, або 3D-модель) призначена для того, щоб на екрані комп'ютера можна було розглядати деталі об'єкта з різних боків.

Тривимірне моделювання – процес створення 3D-моделей.

3D-зображення – плоскі зображення тривимірних об'єктів, створені на основі просторових моделей.

Особливості 3D-зображень:

- забезпечена просторова перспектива, тіні, відблиски та інші світлові ефекти;
- відтворено особливості поверхонь (шорсткість, нерівність, пухнастість тощо).

3D-анімація – анімоване 3D-зображення, створене з послідовності тривимірних зображень, у якому моделюється рух об'єктів або їхніх частин.

Сфери застосування тривимірного моделювання:

- інженерне проєктування;
- архітектура;
- освіта та наука;
- кінематографія та мультиплікація;
- комп'ютерні ігри;
- 3D-друк та ін.

Створення тривимірних зображень включає в себе кілька ключових принципів та етапів. Нижче наведено основні принципи створення тривимірних зображень:

**Моделювання (Modeling):** Перший етап – це створення 3D моделі об'єкта або сцени. Це може бути виконано за допомогою спеціалізованих програм для моделювання, таких як Blender, 3ds Max, або Maya. В цьому етапі визначається форма, розмір, структура і деталі об'єкта [18].

**Текстурування (Texturing):** Після створення моделі додають текстури для надання об'єкту колориту та деталізації. Текстури – це зображення, які накладаються на поверхню об'єкта і можуть включати колір, текст, фотографії, бамп-мапи (для створення відчуття рельєфності), і інше.

**Освітлення (Lighting):** На цьому етапі визначається, як світло взаємодіє з об'єктом або сценою. Це включає в себе розміщення джерел світла, налаштування освітлення та визначення, як світло відбивається і розсіюється на поверхнях.

**Камера (Camera):** Налаштування камери визначає точку огляду та кут огляду для створення бажаного ракурсу. Камера також визначає параметри проєкції, такі як перспективна або ортографічна проєкція.

**Анімація (Animation):** Якщо потрібно створити анімацію, то об'єкти рухаються і змінюють свої параметри з часом. Це може включати переміщення, обертання, зміну форми, зміну текстур і багато іншого.

Рендеринг (Rendering): Останній етап – це рендеринг, коли комп'ютер обчислює кінцеве зображення на основі моделі, текстур, освітлення та камери. Результатом рендерингу є реалістичне тривимірне зображення або анімація, готова до відображення на екрані.

Пост-процесинг (Post-Processing): Після рендерингу може бути застосований пост-процесинг, такий як корекція кольорів, додавання спеціальних ефектів і фільтрів, щоб покращити вигляд зображення або анімації.

Оптимізація (Optimization): У великих проектах важливо оптимізувати роботу графіки для покращення продуктивності та ефективності. Це включає в себе використання різних технік, таких як рівні деталізації (LOD), об'єднання об'єктів і оптимізацію освітлення.

Ці принципи є основою для створення тривимірних зображень і сцен у тривимірній графіці і використовуються у великій кількості галузей, включаючи ігрову індустрію, візуалізацію даних, архітектурний дизайн, медичинську графіку і багато інших.

3Д модель - це об'ємне цифрове зображення, яке дозволяє уявити об'єкт реалістично з усіх ракурсів (рис.7.1). Комп'ютерна графіка сьогодні створює тривимірні зображення. За допомогою візуалізації, анімації легко демонструються майбутні моделі, що скорочує час і максимально точно прогнозуються основні характеристики: зовнішність, форма, розміри. При тривимірному моделюванні можна розглянути не тільки багатогранний макет, але і візуально уявити реалізацію. Далі розглянемо, які види використовують проектувальники, в яких сферах застосовуються 3Д технології [6, 9].

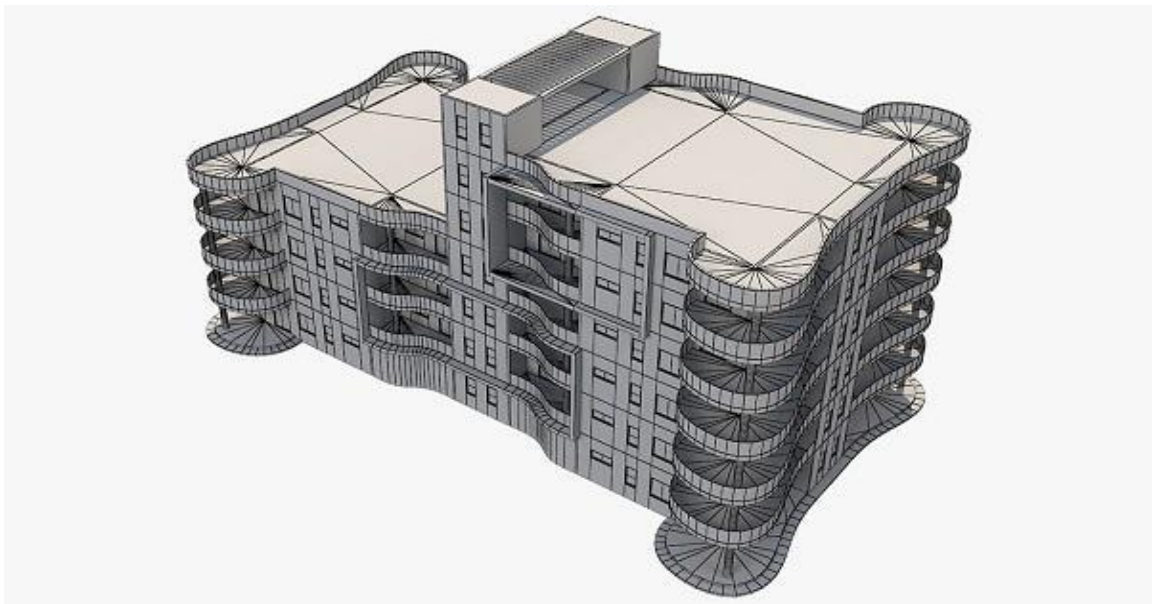


Рисунок 7.1 – Приклад 3-Д моделі

#### Тривимірне моделювання: основні поняття

Складно уявити будь-яку сферу життя людини без застосування об'ємної графіки. Дизайн, промисловість, медицина, комп'ютерні ігри, кінематограф. Створити 3Д модель вигідніше загальноприйнятих креслень або двовірних зображень. Модель проектується на базі креслення, фото, ескізу, малюнка, реального об'єкта. Вона може піддаватися візуалізації або використовуватися для 3Д друку. Цифрове проектування передбачає загальні поняття:

- вершина - точки, які мають інформацію про колір, текстурі, розміщення в просторі;
- ребра – лінії, що з'єднують вершини;
- грань – об'єднання ребер, проекція замкнутого простору;
- полігон – сукупність граней, що мають однакові або різні параметри, відображених у вигляді прямокутних або трикутних фігур;

– поверхню – зовнішнє зображення моделі, що об'єднує кілька полігонів, яке відображає зміни майбутнього об'єкта.

Важливим моментом є полігональність. Чим більше полігонів включає модель, тим більше деталізований зовнішній вигляд проекту. Полігональне моделювання - базове для всіх типів.

#### Види моделювання

Створюючи моделі, з'єднують різні набори точок з геометричними відрізками і фігурами. Площини в форматі 3Д представлені в двох видах: воксельних і полігональних. Перший тип моделювання застосовується не часто, в основному в медичних приладах - сканерах МРТ і томографах. Полігональне моделювання є поширеним в створенні 3Д моделей різного призначення. Це базовий тип, за допомогою якого здійснюють маніпуляції з об'єктом.

Серед популярних розробок моделювання скульптинг, сплайнове, NURBS, промислове: параметричне, поверхневе, твердотельное (для 3Д друку). Всі види моделювання мають свою історію і популярність [18].

#### Полігональне моделювання

Полігональна графіка з'явилася при створенні відеоігор (рис.7.2). Суть зображення в тому, що воно складається з ламаної лінії, представлені певним числом прямих відрізків. Каркасна форма полегшувала роботу з об'єктом і знижувала навантаження на комп'ютер. Історично так склалося, що це найперший і тепер основний вид моделювання.

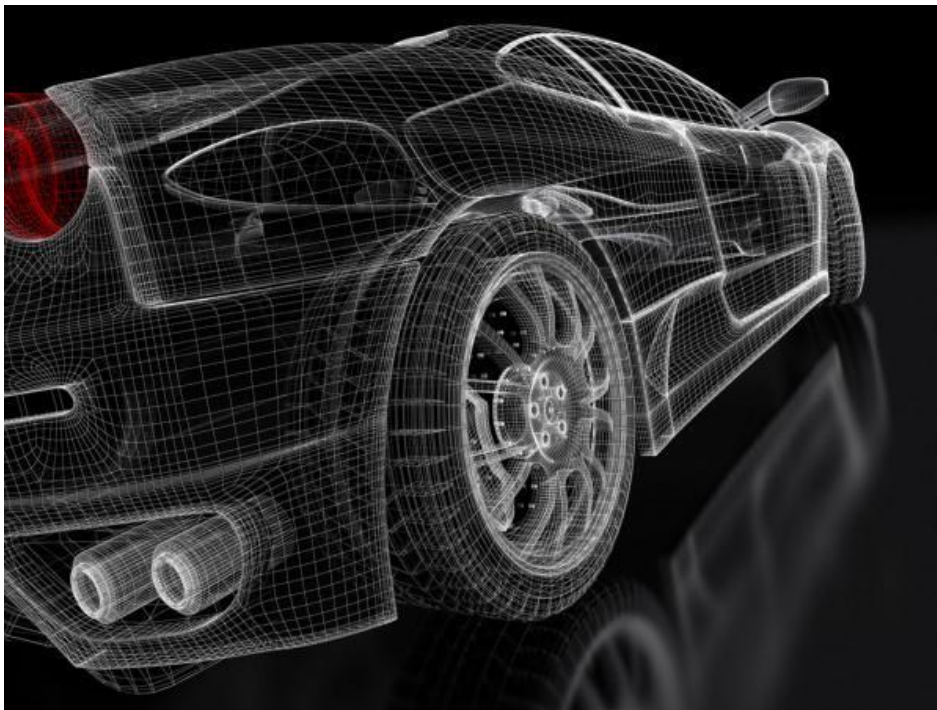


Рисунок 7.2 – Полігональне моделювання

Підрозділяють на три підвиди:

- Low-Poly (низькополігональні) застосовується при створенні об'єктів, в яких не потрібно докладна деталізація, досить незначної кількості полігонів;
- Mid-Poly (середньополігональні) орієнтовано на моделювання конкретної геометричної позиції, полігональна сітка не змінюється, маніпуляції з нею мінімальні;
- High-Poly (високополігональні) використовується велика кількість полігонів.

Робота з нарощування деталей ведеться поступово. Спочатку створюється загальна форма, промальовуються деталі - фаски, після чого прописується деталізація шляхом введення плагінів згладжування.

### Полігональна сітка

Розглядаючи 3D модель, ми можемо бачити, як побудована полігональна сітка. Зазвичай завершений об'єкт виглядає об'ємно, реалістично. Але при його створенні працюють в режимі відображення сітки й тоді проект представлений у вигляді каркаса. Це необхідно для того, щоб правильно створити форму і топологію.

Для роботи з сіткою використовуються спеціальні програми – Blender, Autodesk 3Ds-max та інші. Кожна з них дозволяє скульпторам, художникам, дизайнерам працювати як з окремо взятими полігонами, так і з групою або тисячами. Особливо актуально в скульптурі.

### Полігональна графіка

Полігональне моделювання – досить простий процес. Важливо вміти застосовувати різні підвиди. Все залежить від того яке число полігонів ви будете застосовувати. Результат буде досить абстрактним при невеликій кількості, однак якщо використовувати різні текстури, реалістичне переломлення в середовищі, то каркас стане досить багатим, а полігональна графіка матиме виражений ефект. Вона зараз популярна серед дизайнерів, архітекторів, працює як оригамі, дозволяючи створювати цифрові шедеври. Cinema 4D, 3D max, Maya – дозволяють працювати навіть початківцям. Полігональне моделювання дає можливість об'єднувати віртуальний і реальний світ за допомогою фото, колажів, типографіки [19].

### Сплайнове, NURBS і інші графічні зображення

Види моделювання допомагають в різних сферах діяльності людини. Сплайнова, на відміну від полігонів, являє собою проектування об'єктів через криві лінії. Сплайнами можуть бути дугоподібні відрізки, окружності, півкола, частини прямокутника та інше. Результат – плавна форма моделі. Це знайшло застосування в зображеннях людей, тварин. Спочатку розробляються сплайни, які потім конвертуються в полігональну сітку.

NURBS моделювання – різновид сплайнової техніки або окремих вид. Спільним є те, що моделі створюються за допомогою спеціальних кривих під певним градусом.

Схема роботи така:

- в-криві розташовуються по вертикалі й горизонталі, формуючи каркас об'єкта;
- загальне з'єднання за допомогою полігонів;
- point (р-криві) змінюються за допомогою вершин, побудованих на одній лінії;
- control vertex або cv-криві змінюються вершинами за межами відрізка.

Використовують у багатьох популярних програмах. Цікавим різновидом цифрової графіки є 3D-скульптинг. Процес створення моделей нагадує ліплення скульптур з глини, пластиліну. Але в графічному варіанті застосовуються спеціальні інструменти - кисті, які працюють з полігональною сіткою.

Застосування: де актуально 3D-моделювання

Щоб зрозуміти, як створити 3D модель треба мати уявлення про сфери впровадження цифрових технологій графіки. Три розміри дозволяють створити об'ємний реалістичний образ. Широке застосування методика знайшла в індустрії розваг, промисловості, медицині, ювелірній галузі, дизайні та архітектурі. У кінематографі, комп'ютерній сфері, анімації за допомогою техніки полігонів надають руху будь-які фігури [18].

В деяких моментах досить загального вигляду, тут не потрібно багаточисельності, для промальовування головного героя потрібні багатовекторні зображення, доповнені текстурою. У медицині тривимірне проектування застосовується для томографічних досліджень, а також в конструюванні протезів. Завдяки новим розробкам можна визначати захворювання окремих органів, створювати імпланти зубів, протези кінцівок, штучних клапанів серця і багато іншого. У промисловості важливі не самі об'єкти, а модифікація роботи з ними.

## Тема 8. Типи програм для тривимірної графіки та їх призначення.

*Інтерфейс програми для креслення TinkerCAD. Налаштування програми. Загальні характеристики.*

Тривимірна графіка (3D) - це область комп'ютерних наук, яка фокусується на створенні та маніпулюванні тривимірними цифровими об'єктами. Програмне забезпечення для 3D графіки (3D-програми) - це потужні інструменти, які використовуються для візуалізації та моделювання цих об'єктів.

3D-програми мають широкий спектр застосувань, включаючи:

1) візуалізація: 3D-програми використовуються для створення реалістичних зображень та анімацій, які застосовуються у сферах кіно, телебачення, відеоігор, архітектури, дизайну та інженерії;

2) моделювання: 3D-програми використовуються для створення 3D-моделей об'єктів, які використовуються у сферах науки, техніки, медицини, освіти та ін;

3) симуляція: 3D-програми використовуються для створення віртуальних середовищ та симуляції фізичних явищ, які застосовуються у сферах авіації, космонавтики, оборони та ін.

3D-програми можна класифікувати за різними критеріями:

- функціональність: програми можуть бути призначені для загального використання, моделювання, анімації, візуалізації, рендерингу, симуляції тощо.

- рівень складності: програми можуть бути простими у використанні для початківців або складними для досвідчених користувачів.

- вартість: програми можуть бути безкоштовними або платними.

Деякі з найпопулярніших 3D-програм: Autodesk Maya, Autodesk 3ds Max, Blender, ZBrush, Unreal Engine, Unity. Нижче наведено загальний огляд цих програм та їхніх основних призначень.

Таблиця 8.1 – Типи 3D-програм та їх призначення

№ п/п	Тип програм	Призначення
1.	CAD-програми (Computer-Aided Design)	CAD-програми використовуються для проектування об'єктів у 2D і 3D просторі. Вони широко використовуються в інженерії, архітектурі, промисловості та будівництві для створення технічних креслень, схем, та моделей.
2.	3D-моделювання та рендерінгові програми	Ці програми спеціалізуються на створенні 3D-моделей та візуалізації. Вони використовуються у відеоіграх, анімації, медичному моделюванні, архітектурному візуалізації, дизайні продуктів тощо.
3.	Анімаційні програми	Анімаційні програми дозволяють створювати 3D-анімацію, об'єднувати 3D-моделі в анімаційні сцени, та створювати відеоролики та анімаційні фільми.
4.	VR/AR-розробка	Ці програми дозволяють створювати віртуальну реальність (VR) та доповнену реальність (AR) за допомогою 3D-моделей та інтерактивних середовищ.
5.	Графічні редактори	Графічні редактори, такі як Adobe Photoshop або GIMP, не є CAD-програмами, але вони можуть бути використані для створення та редагування 2D та 3D-зображень для подальшого використання у проектах.

Tinkercad – це веб-сервіс для 3D-моделювання, призначений для початківців та освітніх цілей. Він має дружній інтерфейс та обмежений функціонал порівняно зі складнішими CAD-програмами. Нижче загальні характеристики Tinkercad та його основні інструменти.

Інтерфейс програми.

Робоча область: В центрі екрану розташована область для моделювання, де ви створюєте свої 3D-моделі.

Панель інструментів: За допомогою цієї панелі ви обираєте інструменти для створення та редагування об'єктів.

Панель об'єктів: Тут ви бачите всі створені об'єкти та можете керувати ними.

Меню налаштувань: Ви можете налаштувати параметри вашого проекту та інші налаштування.

Інструменти.

Лінії: Ви можете створювати прямі лінії, щоб скласти їх у складніші форми.

Еліпси: Дозволяє створювати еліпси та кола.

Дуги: За допомогою цього інструмента ви можете малювати дуги та кругові сегменти.

Багатокутники: Tinkercad дозволяє створювати багатокутники з різною кількістю сторін.

Полілінії: Цей інструмент дозволяє вам малювати складні лінійні форми з багатьма вузлами.

Креслення блоків і областей: Ви можете об'єднувати об'єкти в блоки та групи, щоб полегшити редагування та переміщення.

Робота з текстом: Tinkercad дозволяє додавати текстові елементи до вашого проекту, наприклад, для підписування моделі чи додавання інструкцій.

Розміри: Ви можете виміряти розміри об'єктів та дистанції на вашому проекті.

Tinkercad

Tinkercad – це потужний інструмент для початківців, які бажають ознайомитися з 3D-моделюванням та створювати прості 3D-моделі без необхідності великих знань у галузі CAD-проективання.

Tinkercad працює за принципом перетягування тривимірних фігур/форм на робочу сітку та їх подальшої видозміни. Все, що потрібно для роботи, – це Інтернет з гарною швидкістю та пристрій введення (миша, планшет, та навіть трекпад ноутбука зійде).

Переваги:

1) Цей сервіс працює та дозволяє дизайнувати величезну кількість простих 3D об'єктів та електронних схем з великої кількості заготовок, створених як розробниками програми, так і її користувачами.

2) Навчитися працювати в Tinkercad не важко – інструменти та інтерфейс зрозумілі і прості. Tinkercad навіть не потрібно завантажувати – це онлайн сервіс, який автоматично зберігає ваші моделі при кожній новій дії. Будучи онлайн сервісом, Tinkercad також дає вам можливість працювати над вашими проектами з різних девайсів (все, що для цього потрібно, це залогінитися) і дозволяє працювати над проектами відразу кільком людям.

3) Tinkercad передбачає безліч способів створення моделей. Ви можете створювати свої дизайни або редагувати готові моделі інших користувачів Tinkercad, а також імпортувати та редагувати моделі з будь-яких інших програм у форматі .stl, .obj and .svg. Прямо з Tinkercad ви можете експортувати ваші моделі для 3D друку, або завантажувати та роздруковувати моделі інших користувачів [18].

Реєстрація облікового запису в Tinkercad

Надається можливість реєстрації та авторизації через обліковий запис Google.

Після реєстрації перед відкриється вікно для створення нового проекту та буде запропоновано невеликий ознайомлювальний тур за програмою. Тур можна пройти за бажанням.

Для виходу у вікно користувача тиснемо на лого Tinkercad

У вікні користувача представлені всі створені вами дизайни, які можна відкривати і допрацьовувати (рис. 8.1). Тут же у правому верхньому кутку знаходиться доступ до Галереї/Gallery, де можна побачити і завантажити роботи інших користувачів, далі розміщується вихід у Блог/Blog, за ним посилання на базу знань і колекцію уроків Tinkercad під назвою Навчання/Learn. За посиланням Викладання/Teach можна ознайомитись із можливостями використання Tinkercad у школах.

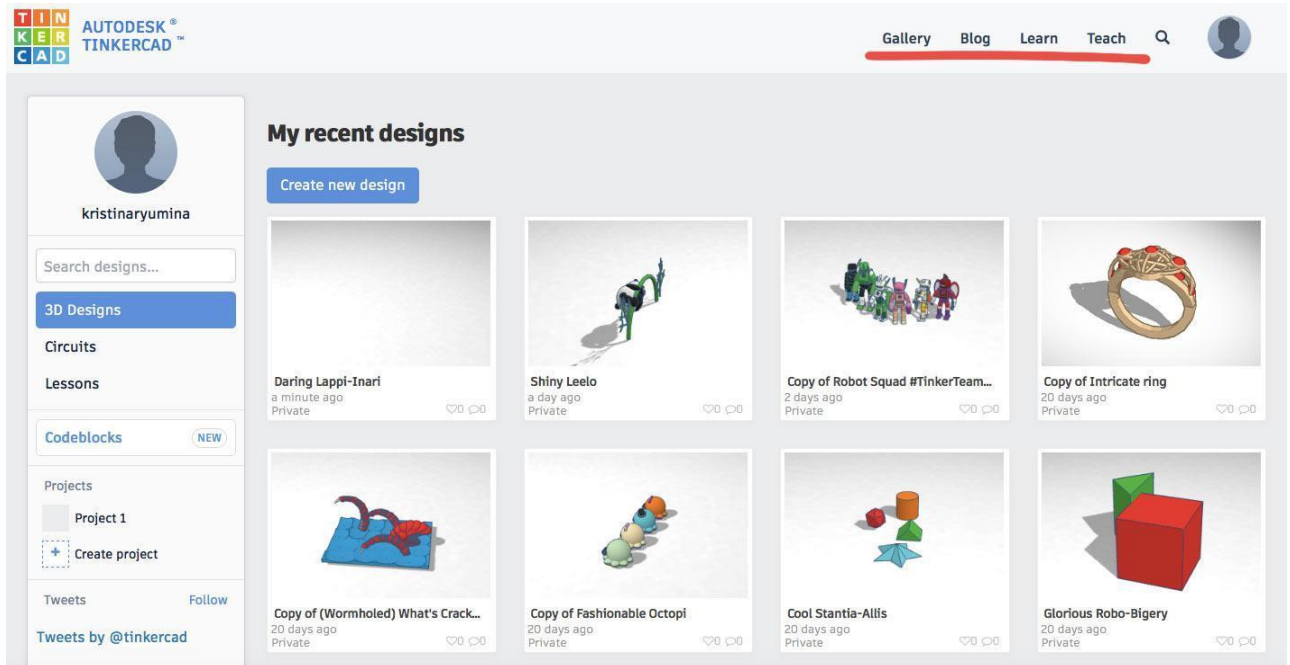


Рисунок 8.1 – Стартове вікно Tinkercad

### Вікно користувача Tinkercad

Далі слідує пошуковик (іконка лупи зверху), який допоможе знайти потрібні дизайни серед великої колекції, створеної користувачами Tinkercad. А натискання на праву іконку (вашу аватарку) відкриває меню, з якого можна створювати нові дизайни (Створити/New) та переглядати існуючі (натисканням на ваш нік або через Проекти/Designs), перевіряти повідомлення від інших користувачів (Сповіщення/Notifications), змінювати налаштування облікового запису (Профіль/Profile) та виходити з облікового запису (Вихід/Log out). Є можливість редагувати профіль та змінювати налаштування облікового запису, натиснувши на нік або аватар на панелі зліва. Тут же є можливість підключити ваш обліковий запис до сторонніх сервісів з 3D друку для прискорення процесу створення виробів.

### Ліва панель вікна користувача

Нижче, на бічній панелі інтерфейсу (рис. 8.2), ви знайдете розділ Проекти / Projects. Цей розділ призначений для зручної організації та систематизації ваших робіт. Тут ви можете створювати окремі проекти (які фактично виконують роль папок) і групувати в них дизайни за темами, завданнями або етапами роботи. Наприклад, ви можете створити проєкт під назвою «Динозаври» та зберігати в ньому всі моделі динозаврів, які ви створюєте, незалежно від їхньої складності чи версії. Такий підхід значно полегшує навігацію, пошук потрібних файлів і підтримання порядку у ваших проєктах [10].

Важливо пам'ятати, що проекти не є окремими копіями файлів, а лише способом їх упорядкування. Якщо ви видалите дизайн або електричний ланцюг безпосередньо з вкладок 3D Designs / 3D проекти чи Circuits, цей об'єкт буде повністю видалений із системи та

автоматично зникне з усіх проєктів (папок), у яких він був доданий. Тому перед видаленням файлів переконайтеся, що вони вам більше не потрібні або збережені в іншому вигляді.

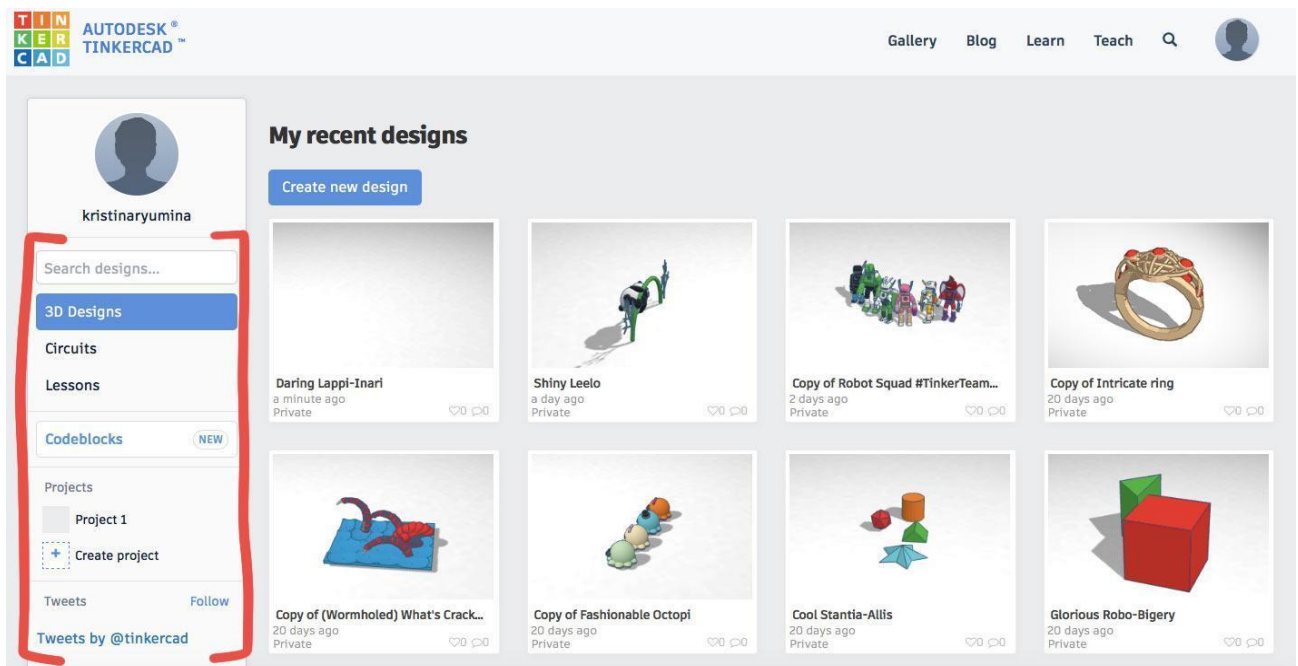


Рисунок 8.2 – Ліва панель вікна користувача

Більшість вікна користувача займають превью ваших дизайнів. Для створення нового дизайну тиснемо Створити новий проєкт/Create new design. Для модифікації дизайну наводимо на нього курсор і тиснемо Змінити/Tinker this.

## Тема 9. Інструменти тривимірної графіки

*Лінії. Еліпс. Дуга. Багатокутники. Полілінії. Креслення блоків, областей. Робота з текстом. Розміри.*

У середовищі Tinkercad існує кілька основних способів створення власних 3D-дизайнів. Ви можете розпочати роботу з нуля, використовуючи інструменти редактора, або ж скористатися готовими моделями інших користувачів, копіюючи та змінюючи їх під власні потреби. Нижче розглянемо ці способи детальніше.

### Способи створення дизайнів у Tinkercad

**Створення проєкту з нуля.** У Tinkercad ви можете створити проєкт із чистого аркуша, користуючись усіма інструментами та функціями. Для створення дизайну натискаємо на кнопку Створити новий проєкт/Create new design у вікні користувача. Щоб перейменувати проєкт, тиснемо на автогенерований заголовок у лівому верхньому кутку і вбиваємо свій [18].

### Копіювання дизайнів інших користувачів Tinkercad

Tinkercad дає можливість копіювати, модифікувати і роздруковувати 3D роботи інших користувачів сервісу. Для пошуку дизайнів вирушаємо у Галерею/Gallery із вікна користувача. Далі тиснемо на модель, що сподобалася, і натискаємо Copy and Tinker, щоб відкрити копію моделі як новий проєкт, або просто скачуємо модель через Завантажити/Download. На жаль, не всі моделі можна копіювати – у меню деяких ви побачите напис Немає похідних робіт/No Derivative Works замість Copy and Tinker. Ви також можете переглянути об'єкт у 3D, натиснувши кнопку View in 3D. Утримуйте та переміщуйте праву кнопку миші, щоб обернути камеру, або затисніть CTRL+SHIFT під час переміщення курсору для горизонтального

прокручування камери. Для переміщення моделі можна також повертати The View Cube (рис. 9.1).

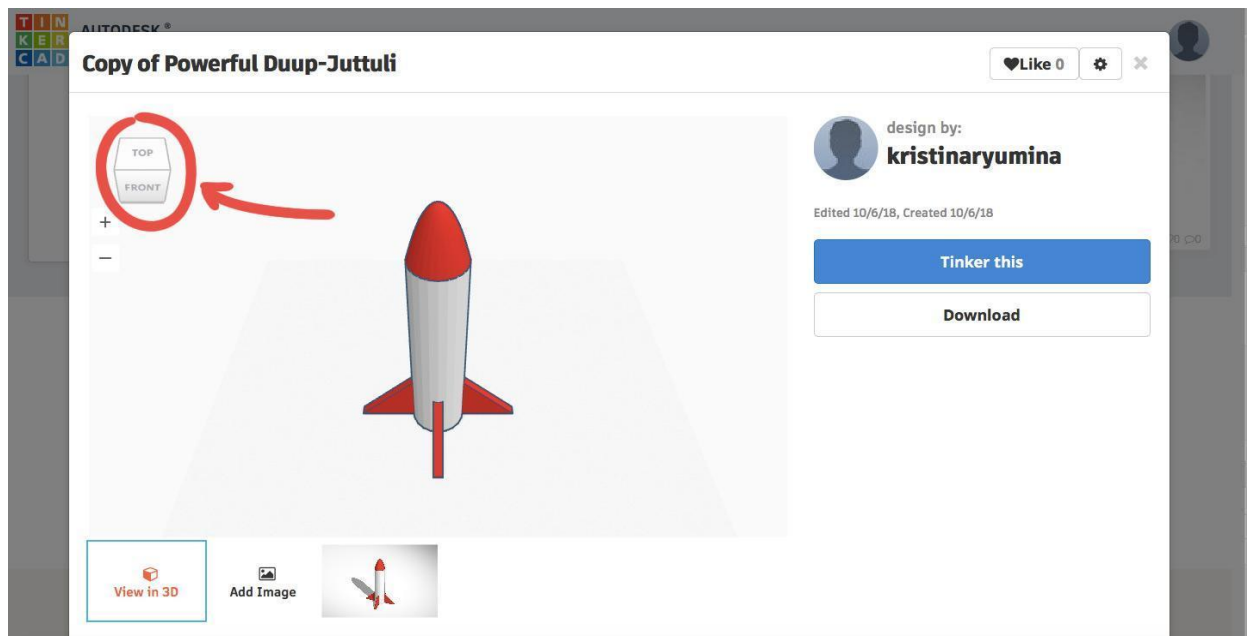


Рисунок 9.1 – The View Cube – куб для переміщення камери (кута огляду моделі)

### Імпорт дизайнів

У Tinkercad також передбачена можливість імпорту моделей, які були створені в інших програмах для 3D-моделювання або завантажені з різноманітних онлайн-стоків 3D-моделей. Це зручно у випадках, коли ви хочете доопрацювати вже готовий об'єкт, поєднати кілька моделей в одному проєкті або підготувати файл до 3D-друку чи подальшого редагування.

Щоб імпортувати модель, необхідно у вікні моделювання натиснути кнопку Імпорт / Import (рис. 9.2). Після цього ви можете обрати файл на своєму комп'ютері або перетягнути його у відповідне поле. Tinkercad підтримує поширені формати 3D-файлів, зокрема STL, OBJ та SVG (для двовимірних векторних зображень). Після завантаження модель з'явиться на робочій площині, де її можна масштабувати, обертати, комбінувати з іншими об'єктами та редагувати за допомогою доступних інструментів (рис. 9.3).

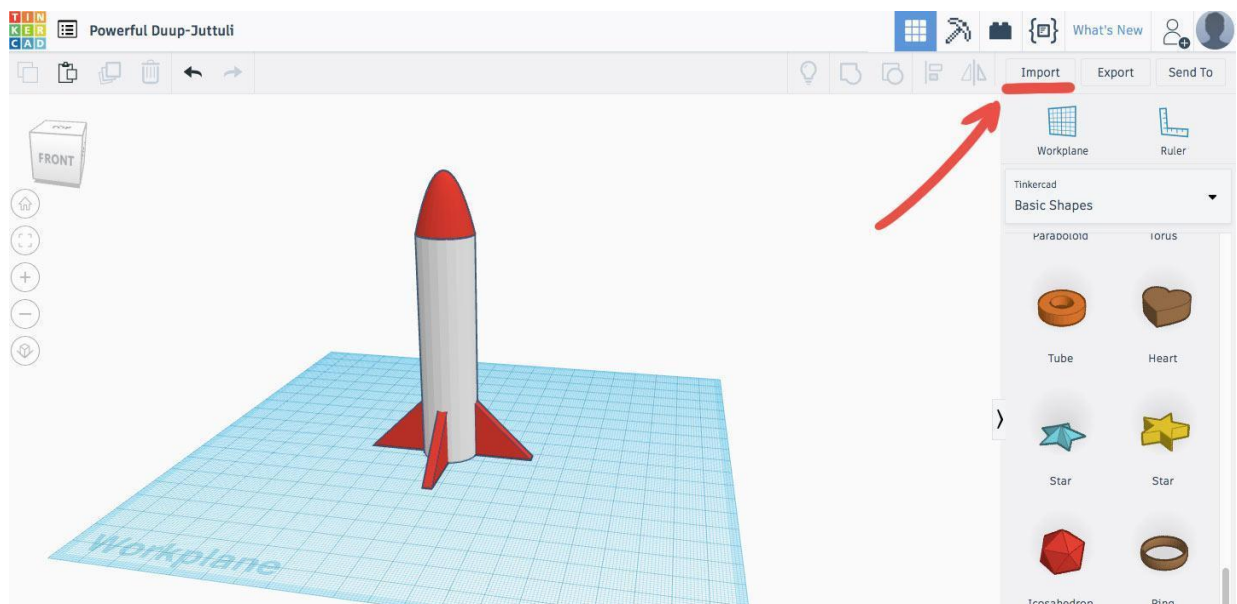


Рисунок 9.2 – Імпорт моделей у вікні моделювання

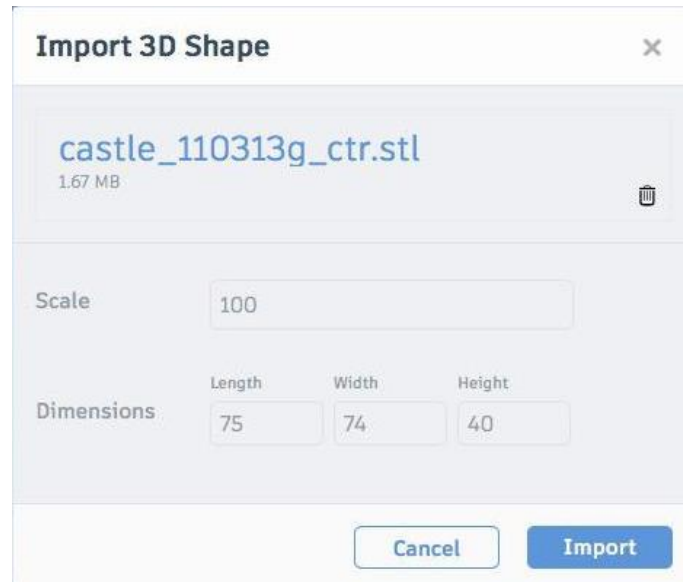


Рисунок 9.3 – Вікно імпорту

Scale – масштаб моделі, Dimensions – розміри моделі (де Length – довжина моделі, Width – ширина моделі, Height – висота моделі)

Tinkercad імпортує лише файли .stl, .obj та .svg розміром менше 25 МБ. У діалоговому вікні імпорту ви зможете масштабувати ваші моделі та задавати їм певні розміри після того, як виберете файл. Коли все готово, натисніть Імпорт/Import. Тепер можна розпочинати роботу з файлом.

Якщо ви вирішили завантажувати в Tinkercad моделі з 3D стоків, наприклад Thingiverse, не забувайте читати інструкцію з правильного завантаження моделі, написану автором роботи [2].

#### Створення 3D моделей із скетчів

Якщо ви відкриєте вікно моделювання і виберете вкладку з фігурами Основні форми/Basic Shapes, то знайдете там інструмент Scribble – він дозволяє малювати 2D скетч, який Tinkercad перетворить на 3D об'єкт (рис. 9.4). Натисніть цей інструмент і перетягніть його на Робочу площину/Workplane – відкриється вікно малювання. За допомогою простих інструментів ви можете створити малюнок (для 3D превью тисніть Show Preview у правому верхньому кутку), після чого натисніть Done і отримаєте 3D об'єкт.

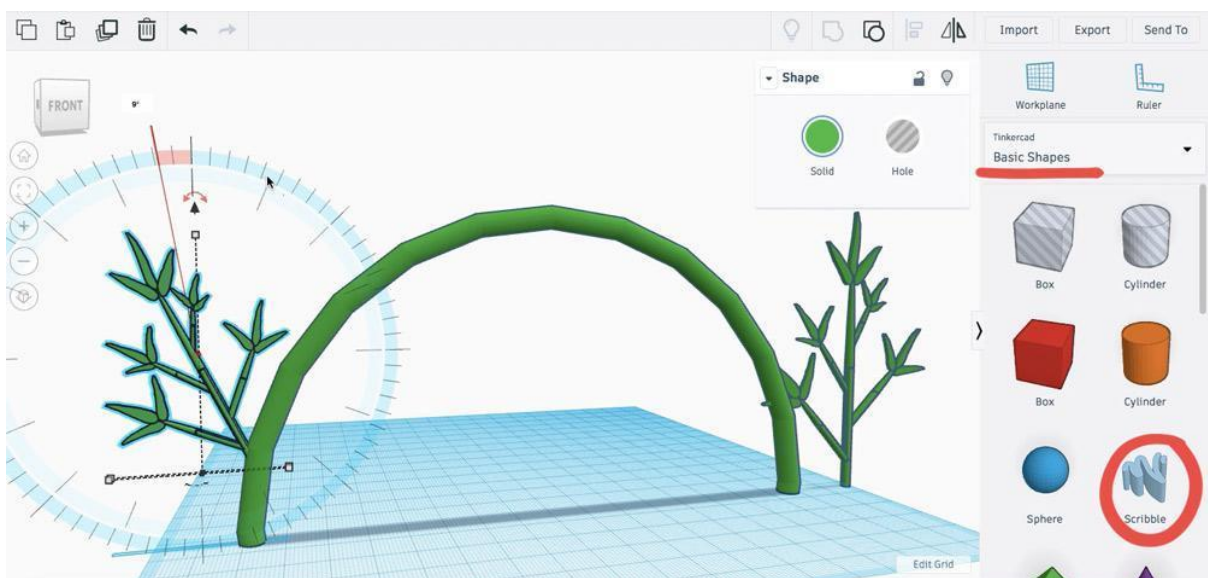


Рисунок 9.4 – Інструмент для малювання Scribble

Альтернативний метод створення 3D моделі зі скетчів - це перетворення .jpg файлів на зрозумілий Tinkercad .svg. Створіть ескіз на білому папері чорними олівцями та відскануйте його або накресліть цифровий ескіз у Photoshop або інших програмах. Збережіть ескіз у .jpg. Далі перетворіть .jpg на .svg за допомогою конвертера файлів, наприклад online-convert.com: перейдіть в конвертер зображень (рис. 9.5) і виберіть перетворення в .svg (бажано перетворювати на монохром, тому що результат, як правило, виглядає краще) . Після перетворення файл буде автоматично збережено на вашому комп'ютері, а потім ви зможете відкрити .svg в Tinkercad через кнопку Імпорт/Import. Файли скетч зазвичай дуже великі, тому Tinkercad може попросити вас зменшити розмір файлу в діалоговому вікні імпорту.

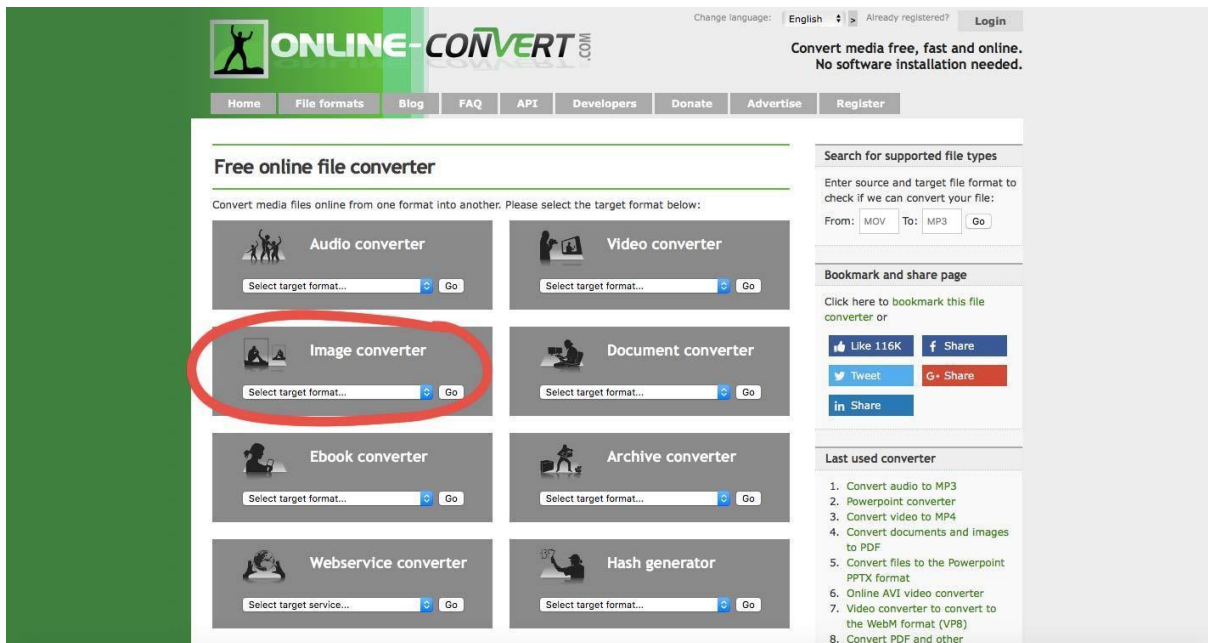


Рисунок 9.5 – Конвертер .jpg зображень у .svg

Робоча площина, навігація та гарячі клавіші в Tinkercad

Відкриваючи будь-який зі своїх дизайнів із вікна користувача, ви автоматично переходите до середовища 3D-моделювання Tinkercad. Основним елементом цього середовища є блакитна сітка, розташована в центрі екрана. Це Робоча площина Tinkercad / Workplane — базова поверхня, на якій відбувається створення моделей. Саме на ній ви перетягуватимете геометричні фігури та об'єкти з правої панелі інструментів, комбінуватимете їх між собою, змінюватимете форму, розміри та розташування, поступово формуючи власний 3D-дизайн. Важливо не плутати цю робочу площину з інструментом Робоча площина / Workplane, який використовується для тимчасової зміни площини побудови та буде детально розглянутий у наступній статті.

Для більш зручної та точної роботи ви можете налаштувати параметри сітки робочої поверхні. Для цього потрібно натиснути кнопку Ред. сітку / Edit Grid і задати необхідні параметри: одиницю вимірювання (дюйми або міліметри), а також ширину й глибину робочої площини. Ці налаштування особливо корисні для користувачів, які планують друк моделей на 3D-принтері, адже дозволяють заздалегідь врахувати фізичні обмеження друкованої платформи. Ви можете встановити розміри сітки відповідно до розмірів столу вашого принтера (по осях X та Y), щоб одразу бачити, чи поміщається модель у допустимі габарити ще на етапі проектування [12].

Крім того, у діалоговому вікні Ред. сітку / Edit Grid доступні готові шаблони сіток (Набори / Presets), які відповідають розмірам робочих поверхонь популярних моделей 3D-

принтерів. Це значно економить час і зменшує ризик помилок, допомагаючи створювати моделі, повністю готові до подальшого друку без додаткових коригувань (рис. 9.6).

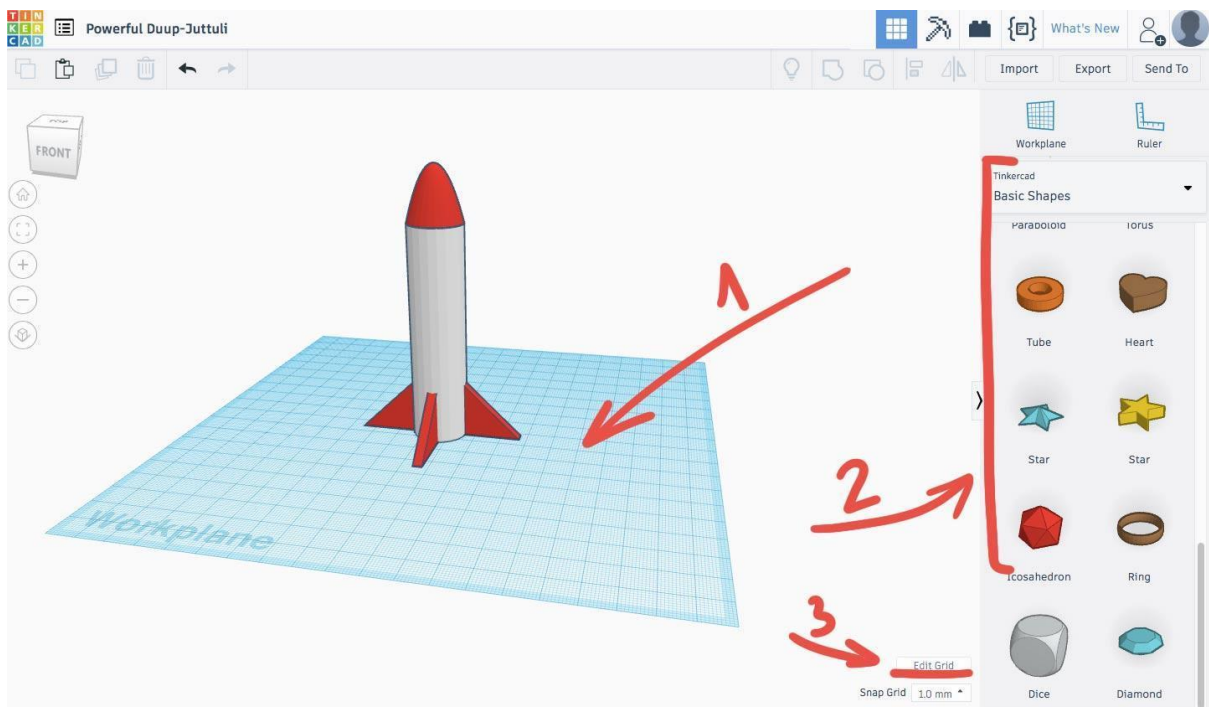














Рисунок 9.6 – Робоча площина для моделювання Workplane (1), панель фігур (2), налаштування сітки робочої площини (1)

Вікно налаштувань робочої сітки Ред. сітку / Edit Grid дозволяє гнучко адаптувати робочу площину під ваші потреби та тип завдань. У цьому діалоговому вікні ви можете змінювати ключові параметри сітки. Пункт Units відповідає за одиниці вимірювання — тут можна обрати між міліметрами та дюймами залежно від стандартів, з якими ви працюєте. Розділ Presets містить готові заготовки розмірів робочої поверхні для різних популярних моделей 3D-принтерів, що значно спрощує підготовку моделей до друку. Параметри Width (ширина сітки) та Height (глибина/висота сітки по площині) дають змогу вручну задати розміри робочої області, щоб точно відповідати габаритам майбутнього виробу або можливостям обладнання.

Окрему увагу варто приділити навігації в просторі 3D-моделювання, адже зручне керування камерою суттєво пришвидшує роботу та робить її більш інтуїтивною. Для зміни кута огляду та переміщення камери в Tinkercad використовуються такі основні комбінації клавіш і дії мишею:

- обертання камери: утримуйте клавішу CTRL та ліву кнопку миші, після чого рухайте курсор по екрану, щоб оглянути модель з різних боків;
- горизонтальне прокручування (панорамування) камери: утримуйте комбінацію CTRL + SHIFT і ліву кнопку миші, переміщуючи курсор у потрібному напрямку;
- зумування (наближення та віддалення): обертайте колесо миші або скористайтесь іконками «+» та «-» на лівій панелі інструментів.

Окрім цих базових дій, у Tinkercad існує ще багато корисних гарячих клавіш, які допомагають швидше редагувати об'єкти, керувати видом сцени та виконувати типові операції. З їх повним переліком і поясненнями можна ознайомитися на рисунку 9.7, що стане у пригоді як початківцям, так і досвідченим користувачам.

MOVING OBJECT(S) <small>(Using keyboard)</small>	
Move along X/Y axis	 /  /  / 
Move along Z axis	<b>Ctrl</b> +  / 
*10 Nudge along X/Y axis	<b>Shift</b> +  /  /  / 
*10 Nudge along Z axis	<b>Ctrl</b> + <b>Shift</b> +  / 

KEYBOARD + MOUSE SHORTCUTS <small>(Press and hold the keys, then click and drag the mouse)</small>	
<b>Duplicate</b> dragged object(s)	<b>Alt</b> + Drag left mouse button
<b>Select</b> multiple object(s)	<b>Shift</b> + Left mouse button
45° rotation	<b>Shift</b> (Hold while rotating)
Scale in one direction	<b>Alt</b> + Hold side handle
Scale in two directions	<b>Alt</b> + Hold corner handle
Uniform scale	<b>Shift</b> + Hold corner handle
Uniform scale in all directions	<b>Alt</b> + <b>Shift</b> + Corner handle
Uniform scale in all directions	<b>Alt</b> + <b>Shift</b> + Top handle

VIEWING DESIGNS <small>(With the help of a mouse or a mouse pad)</small>	
Orbit the view	Right mouse button

OBJECT SETTINGS	
<b>Transparency</b> toggle	<b>T</b>
Turn object(s) into <b>Holes</b>	<b>H</b>
Turn object(s) into <b>Solids</b>	<b>S</b>
<b>Lock</b> or <b>Unlock</b> object(s)	<b>Ctrl</b> + <b>L</b>
<b>Hide</b> object(s)	<b>Ctrl</b> + <b>H</b>
<b>Show all</b> hidden object(s)	<b>Ctrl</b> + <b>Shift</b> + <b>H</b>

TOOLS AND COMMANDS	
<b>Copy</b> object(s)	<b>Ctrl</b> + <b>C</b>
<b>Paste</b> object(s)	<b>Ctrl</b> + <b>V</b>
<b>Duplicate</b> object(s) in place.	<b>Ctrl</b> + <b>D</b>
<b>Delete</b> object(s)	<b>Del</b>
<b>Undo</b> action(s)	<b>Ctrl</b> + <b>Z</b>
<b>Redo</b> action(s)	<b>Ctrl</b> + <b>Y</b>
<b>Redo</b> action(s)	<b>Ctrl</b> + <b>Shift</b> + <b>Z</b>
<b>Group</b> object(s)	<b>Ctrl</b> + <b>G</b>
<b>Un-group</b> object(s)	<b>Ctrl</b> + <b>Shift</b> + <b>G</b>

Рисунок 9.7 – Гарячі клавіші Tinkercad

Продовжимо з навігацією у Tinkercad. Щоб наочно протестувати нижченаведені команди, спершу помістіть будь-який об'єкт на робочу площину: для цього просто клацніть на будь-яку фігуру на панелі праворуч, а потім натисніть на потрібне місце на блакитній сітці або перетягніть фігуру безпосередньо на робочу площину. Це дасть вам можливість одночасно працювати з об'єктом і навчаться змінювати кут огляду, масштаб і положення камери.

Для зручного керування кутом огляду у Tinkercad існує The View Cube — інтерактивний куб у верхньому правому куті робочого вікна. За його допомогою можна швидко змінювати вигляд сцени кількома способами:

- стрілки навколо куба дозволяють переключатися між стандартними проєкціями (вид зверху, збоку, спереду тощо);
- клацання по межах куба забезпечує миттєве перемикання на відповідну грань або кут огляду;
- утримування лівої кнопки миші всередині куба і рух курсора дає змогу вільно обертати камеру, змінюючи ракурс огляду під будь-яким кутом.

Використання View Cube у поєднанні з гарячими клавішами для обертання, панорамування та масштабування робить навігацію у 3D-сцені максимально зручною та інтуїтивною. Це особливо важливо, коли потрібно точно розташувати об'єкти або перевірити, як ваша модель виглядає з різних сторін перед подальшим редагуванням чи друком (рис. 9.8).

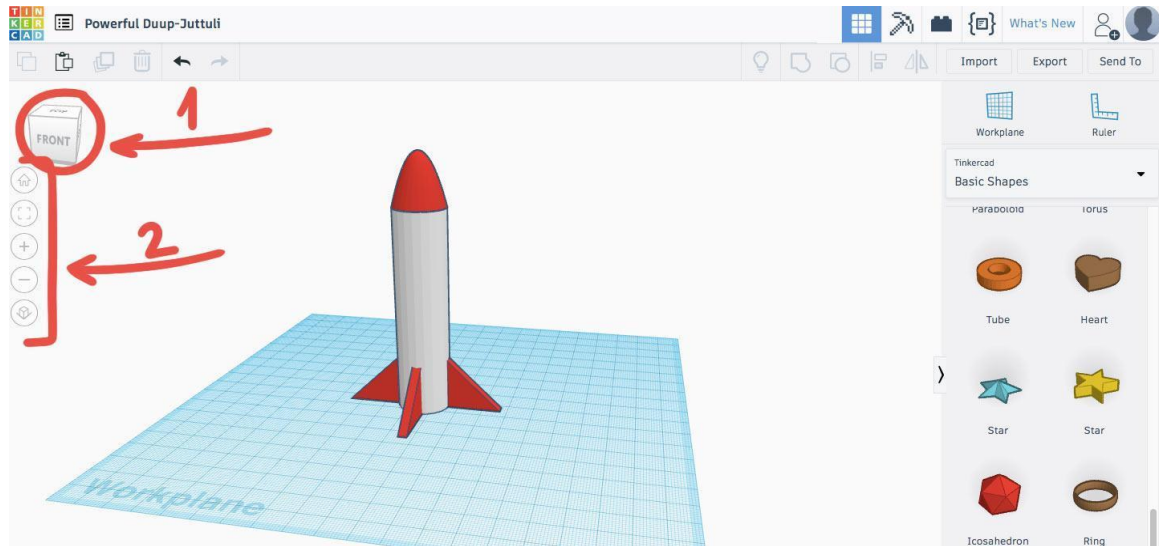


Рисунок 9.8 – Інструмент зміни кута огляду The View Cube (1), панель навігації (2)

Відразу під The View Cube розташована іконка будиночка, яка миттєво повертає камеру до стандартного вигляду за замовчуванням. Це дуже зручно, коли ви загубилися у просторі 3D-моделі або хочете швидко повернутися до початкового ракурсу. Нижче знаходиться іконка рамки, яка дозволяє зуммувати камеру на вибраний об'єкт і практично заповнити ним робоче вікно. Щоб скористатися цією функцією, просто виділіть будь-яку фігуру на робочій площині і натисніть іконку рамки. Така сама дія виконується за допомогою клавіші F, що робить процес ще швидшим.

Далі розташовані іконки + та -, які відповідають за зумування сцени: збільшення та зменшення масштабу огляду моделі. Під ними знаходиться кнопка для перемикання на ортогональний вигляд моделі або для відключення спотворення перспективи (рис. 9.9). Використання такого вигляду особливо корисне для точного вирівнювання окремих фігур відносно один одного та їх чіткого розташування на сітці Workplane, адже спотворення перспективи не заважає оцінювати реальні пропорції та відстані між об'єктами. Щоб скористатися цією функцією, виберіть потрібний кут огляду (наприклад, фронтальний або верхній) і увімкніть ортогональний вигляд. Це дозволяє максимально точно позиціонувати фігури, вирівнювати їх по осях і контролювати відстані між елементами, що особливо важливо при підготовці моделей для 3D-друку або створення складних композицій [19].

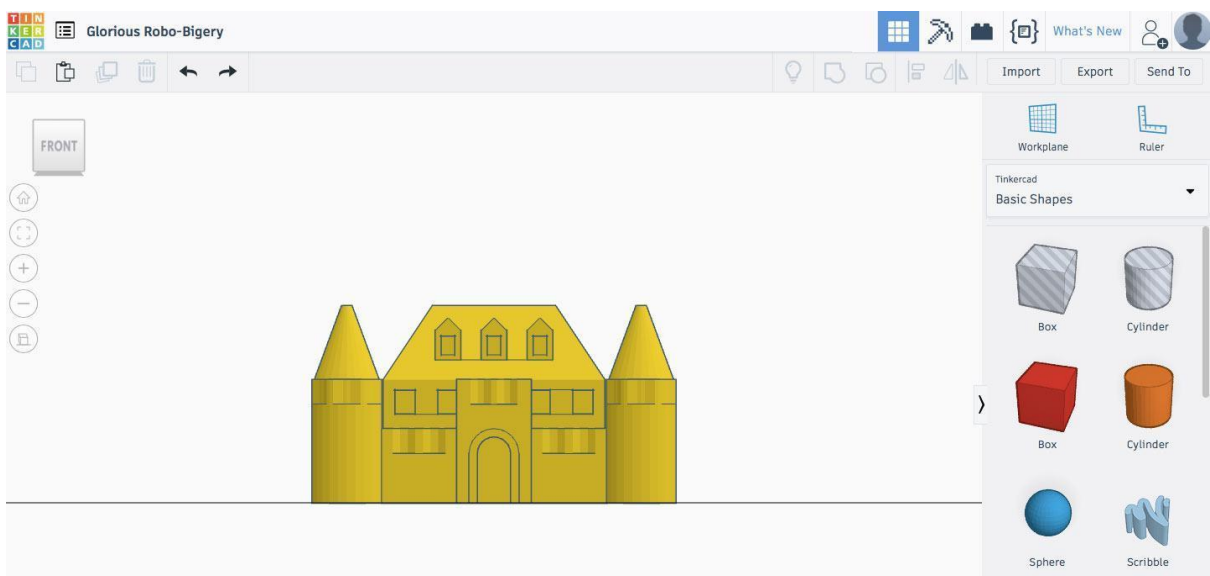


Рисунок 9.9 – Ортогональний вид моделі (фронтальний)

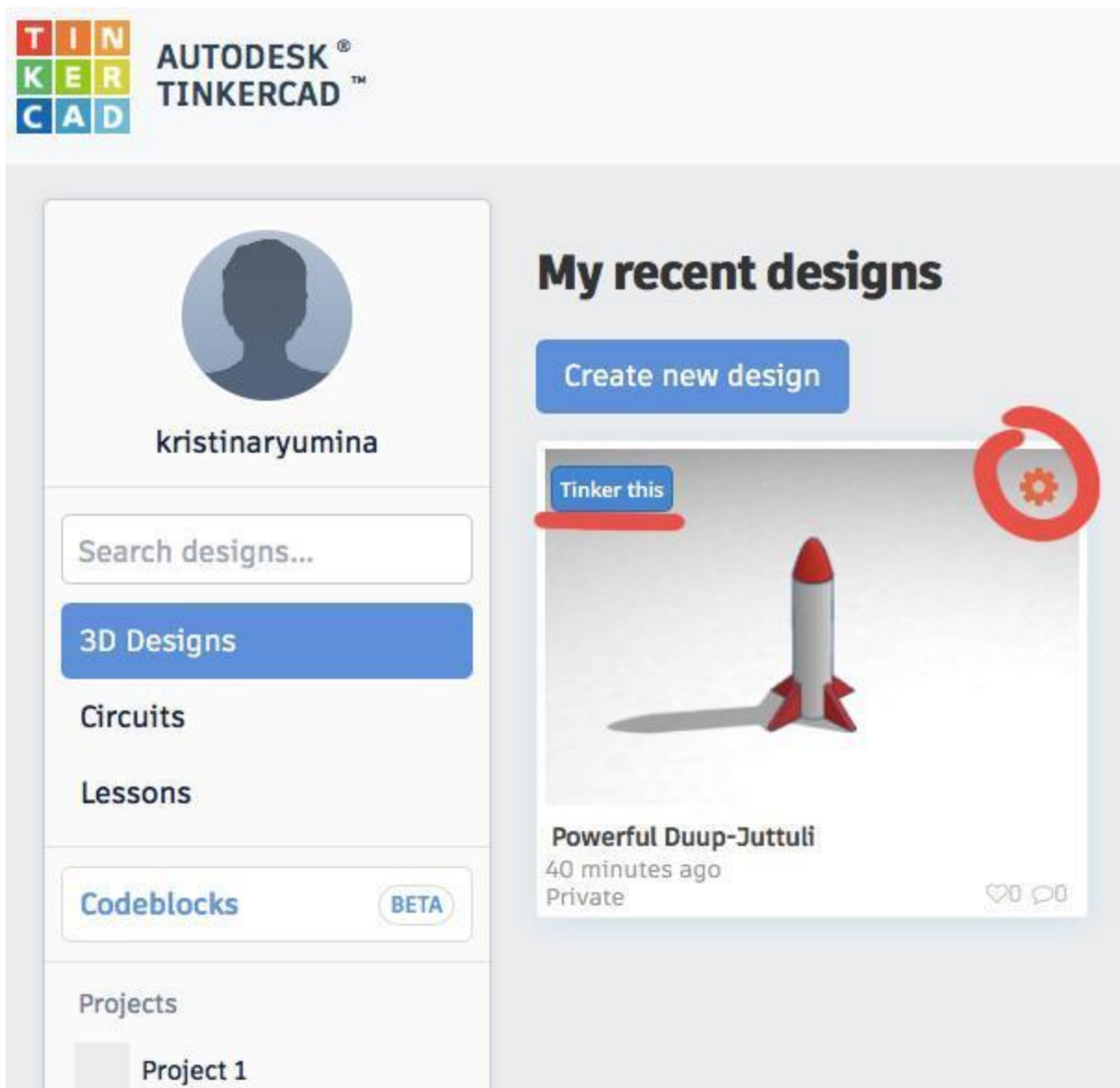


Рисунок 9.10 – Доступ до модифікації дизайну

У Tinkercad доступ до модифікації дизайну можна отримати кількома способами. Найпростіший із них — натиснути Змінити / Tinker this на прев'ю вашого дизайну, що відразу відкриває його у вікні моделювання. Альтернативно, можна скористатися меню дизайну, яке відкривається через значок шестерні на прев'ю проекту.

У цьому меню доступні такі функції:

- властивості... / Properties;
- дублювати / Duplicate;
- перенести в проєкт... / Move to project...;
- видалити / Delete.

Властивості... / Properties... – відкриває детальні налаштування дизайну. Тут можна:

- змінити ім'я дизайну;
- додати теги та описи, щоб легше було знаходити модель у власних проєктах або в галереї;
- зробити дизайн загальнодоступним / Public, якщо ви хочете, щоб його могли бачити та використовувати інші користувачі Tinkercad (за замовчуванням всі ваші дизайни приватні / Private);

– визначити тип ліцензії, що регулює права інших користувачів на використання вашої моделі.

Дублювати / Duplicate – створює копію дизайну та одразу відкриває її у середовищі моделювання, що зручно для експериментів або створення варіацій моделі без втрати оригіналу.

Перенести в проєкт... / Move to project... – дозволяє перемістити дизайн у будь-яку з папок-проєктів, які ви створювали для організації своїх моделей.

Видалити / Delete – повністю видаляє дизайн із вашого облікового запису (увага: ця дія необоротна).

Крім того, натискання на прев'ю дизайну дає швидкий доступ не лише до модифікації (Tinker this), а й до його скачування / Download. Також тут можна переглянути коментарі інших користувачів, що дозволяє отримати зворотний зв'язок та оцінити популярність вашої моделі.

Ця система дозволяє зручно керувати як власними дизайнами, так і спільними проєктами, підтримуючи порядок та контроль над кожною моделлю.

## **Тема 10. Поверхні в тривимірному просторі.**

### *Прості тривимірні моделі. Тривимірне моделювання*

Поверхні в тривимірному просторі. Ця тема є важливою для розуміння основ тривимірного моделювання та його застосувань у різних галузях. Основні аспекти цього поняття.

Поверхні в тривимірному просторі:

Поверхні у тривимірному просторі є ключовим елементом при створенні віртуальних об'єктів. Вони описують зовнішній шар тіла та дозволяють моделювати різні форми та геометричні об'єкти. Ми можемо використовувати математичні моделі, полігони чи інші методи для їх представлення.

Визначення поверхні:

Поверхня – це геометричний об'єкт, який описує зовнішній шар тіла. У тривимірному моделюванні поверхні можуть бути представлені різними типами геометричних об'єктів, включаючи полігони та НУРБС.

Типи поверхонь:

Розглянемо різні типи поверхонь, такі як полігони, які використовуються для апроксимації геометричних форм, та НУРБС, що дозволяють створювати гладкі поверхні з використанням базисних функцій.

Прості тривимірні моделі:

Прості тривимірні моделі – це базові геометричні об'єкти, які використовуються для побудови складніших форм. Розглянемо основні прості моделі, такі як куби, сфери та циліндри.

Приклади:

– куб: базовий геометричний об'єкт з шістьма гранями;

– сфера: гладка поверхня, яка використовується для моделювання куль та планет.

Тривимірне моделювання:

Тривимірне моделювання – це процес створення віртуальних об'єктів у тривимірному просторі за допомогою комп'ютерних програм. Давайте розглянемо основні принципи та методи цього процесу.

Методи та програми:

У тривимірному моделюванні використовуються різні методи, такі як полігональне моделювання та скульптурування. Крім того, існує безліч програм, які допомагають у створенні та редагуванні тривимірних об'єктів, такі як Blender, 3ds Max, Maya.

Застосування в різних галузях:

Тривимірне моделювання має широкі застосування в комп'ютерних іграх, архітектурному проектуванні, медицині та інших галузях. Від сучасного дизайну до наукових досліджень, тривимірне моделювання грає ключову роль.

У залежності від завдання і етапу роботи можна вибрати різні типи просторів і пов'язаних із ними координатних систем [6].

Найчастіше програми тривимірного моделювання надають такі варіанти просторів:

1. Простір об'єкта (рис. 10.1) – призначений для моделювання (опису) форми об'єкта в його власній (локальній) системі координат не відносно того, де він буде розміщений на сцені, як орієнтований чи масштабований. У кожного об'єкта існує своя власна система координат.

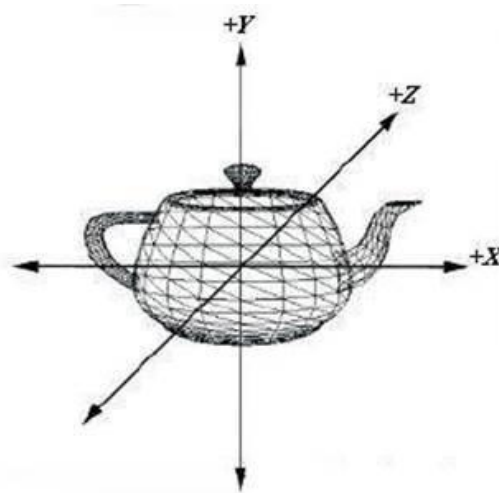


Рисунок 10.1 – Простір об'єкта

2. Світовий простір (рис. 10.2) застосовується для розміщення об'єктів на сцені, здійснення афінних трансформацій (переміщення, повороту і масштабування об'єктів), опису освітлення сцени, розрахунок зіткнень між об'єктами під час моделювання динаміки їх руху і т.п. Це єдиний простір для всіх об'єктів сцени.

Світовий простір охоплює все!  
Положення і орієнтація усіх предметів, необхідні для того, щоб точно вираховувати перетворення в екранний простір.



Рисунок 10.2 – Світовий простір

3. Видовий простір (рис. 10.3) асоційований з віртуальним спостережником (звичайною камерою) чи певною проекцією сцени (наприклад, фронтальним виглядом) і описує ту частину сцени, яка доступна для перегляду і роботи у видовому вікні.

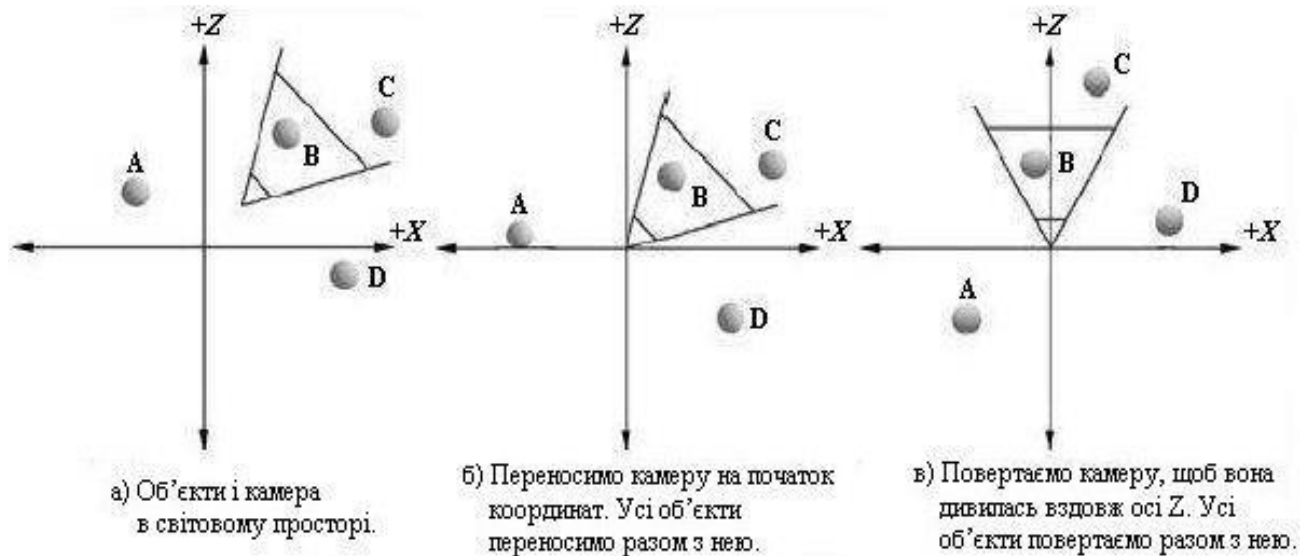


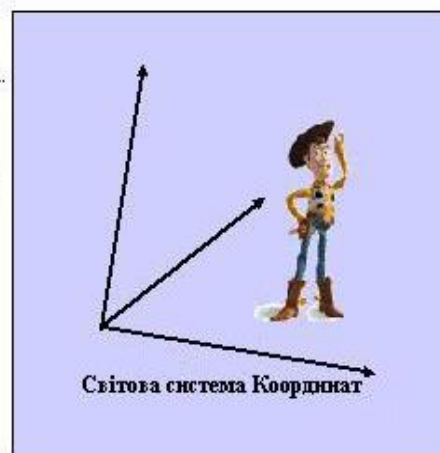
Рисунок 10.3 – Видовий простір

4. Екранний простір (рис. 10.4) — це площина, на якій відображаються об'єкти у вигляді аксонометричних або перспективних проекцій на поверхню монітора. По суті, це віртуальний простір, у якому двовимірне відображення слугує інтерфейсом для сприйняття тривимірної сцени.

У цьому просторі відбувається візуалізація та взаємодія з об'єктами: користувач може змінювати кут огляду, наближати або віддаляти об'єкти, переміщувати їх у межах екрану, оцінювати взаємне розташування елементів і композицію сцени. Екранний простір є своєрідним «вікном» у тривимірний світ, де тривимірні об'єкти проектуються на двовимірну поверхню дисплея для сприйняття та аналізу.

Крім того, екранний простір слугує основою для візуального моделювання, креслення та графічного редагування, адже саме тут формується уявлення про форму, розміри та просторові відносини об'єктів. Його точне відображення та правильна проекція важливі для будь-яких задач, де потрібне адекватне сприйняття тривимірної інформації на двовимірному екрані [9].

Екранний простір або видимий простір, є вигляд простору очима користувача. Один з перших кроків у графічному конвеєрі повинен перетворити сцену (з джерелами світла) у екранний простір.



Екранна система Координат

Рисунок 10.4 – Екранний простір

5. UVW-параметричний простір (рис. 10.5) застосовується під час математичного моделювання складних кривих і поверхонь (наприклад, NURBS-об'єктів) чи для задання UVW-координат тестування поверхонь.

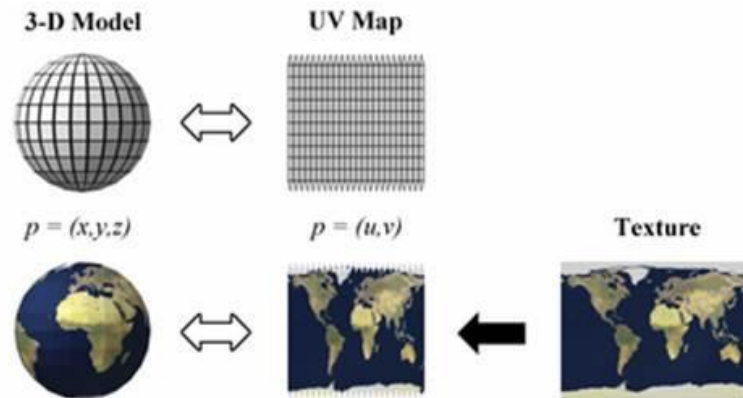


Рисунок 10.5 – UV-параметричний простір

#### Моделювання об'єктів

Всі створюючі тривимірні об'єкти можна розділити на:

- 1) геометричні,
- 2) негеометричні.

Геометричні об'єкти (Rectangle і т.д.) застосовуються для моделювання об'єктів природного світу (персонажів, предметів).

Негеометричні об'єкти (рис. 10.6) застосовуються для надання сцені реалістичності (наприклад, правильного освітлення), для моделювання фізичних сил, діючих на об'єкти (наприклад, гравітації чи поривів вітру).

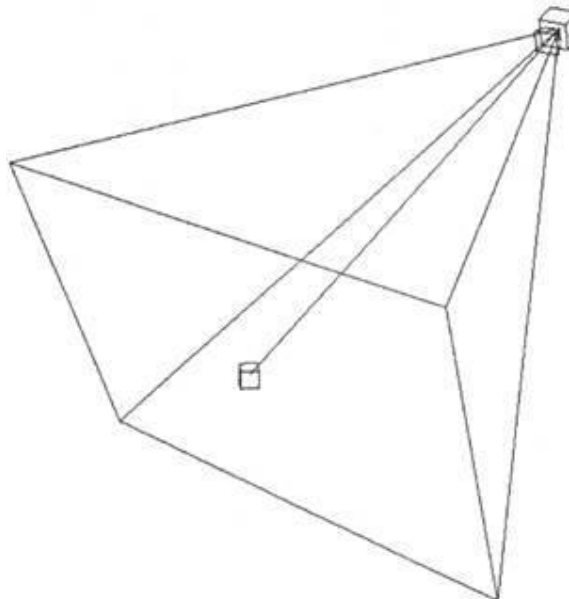


Рисунок 10.6 – Приклад негеометричного об'єкта (камера) в 3D редакторі

Іншими словами, геометричні об'єкти будуть присутні у візуалізованому кадрі явно (як криві чи поверхні), а негеометричні – опосередковано (у вигляді бликів, тіней, прискорень).

Основними типами геометричних об'єктів є: сплайн, полігональні об'єкти, поверхні Без'є, NURBS-поверхні, складові об'єкти, системи частинок, динамічні об'єкти.

Сплайн – це гладка крива, яка проходить через дві чи більше контрольні точки, керуючі формою сплайну.

Два з найбільш загальних типів сплайнів – криві Без'є (Bezier curves) і В-сплайни (B-spline curves). Типовим прикладом сплайнів є також неоднорідні раціональні В-сплайни (Non-Uniform Rational B-Spline) – NURBS (рис. 10.7).

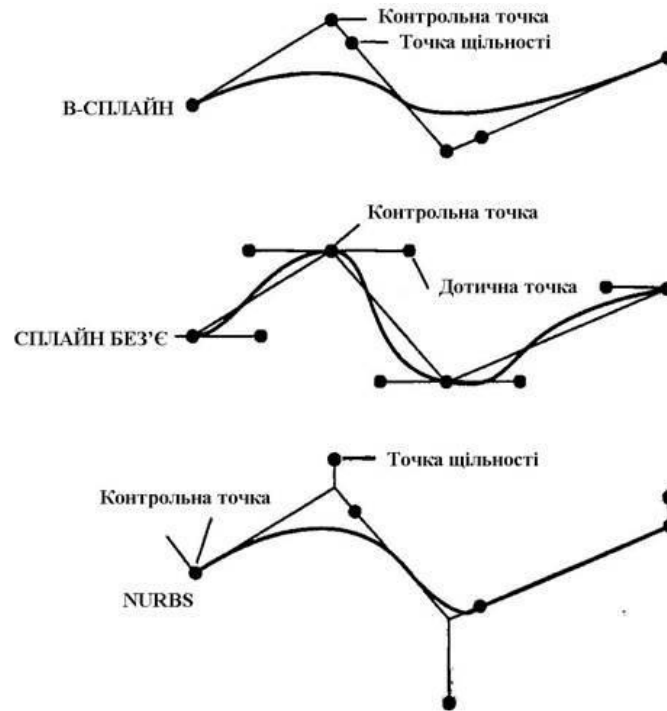


Рисунок 10.7 – Види сплайнів

Сплайни складаються з вершин (vertices) і сегментів (segments) (рис. 10.8). Кожна вершина сплайну має дотичні вектори (tangents), які містяться на кінцях керуючої точки, чи маркера (handles). Маркери дотичних векторів керують кривизною сегментів сплайну під час входження у вершину, які належать дотичним векторам, і під час виходу з неї [18].

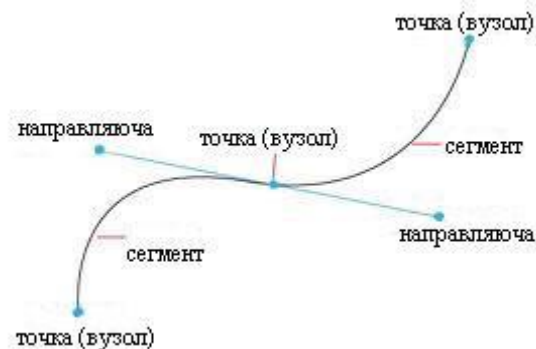


Рисунок 10.8 – Основні елементи сплайну

У залежності від властивостей дотичних векторів розрізняють такі типи вершин сплайнів (рис. 10.9): зі зломом (Corner); згладжена (Smooth); Без'є (Bezier); Без'є зі зломом (Bezier Corner).

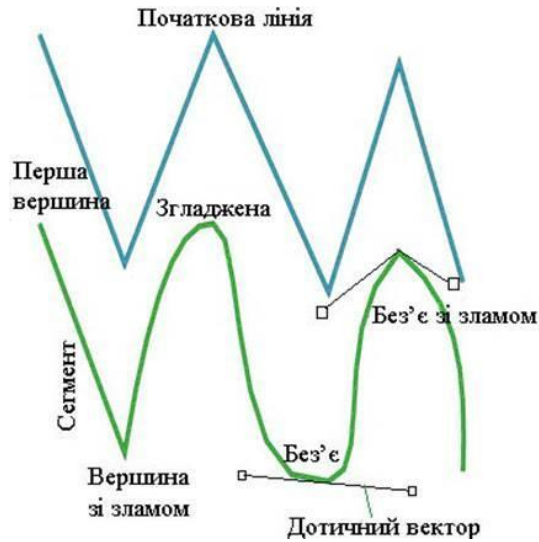


Рисунок 10.9 – Вершини сплайну

Сплайни можуть слугувати заготовками для побудови поверхонь або їх можна застосовувати в якості траєкторії руху.

Полігональні об'єкти – це полігональні примітиви, які описуються набором параметрів що динамічно змінюються (наприклад, довжин, радіусів) або полігональними сітками, які визначаються як набір граней, обмежених ребрами, попарно з'єднуючими вершини.

Polygon (багатокутник) – плоска фігура, обмежена з усіх сторін ломаною лінією. Трикутники, то б то прості тристоронні багатокутники формують основу, каркас об'єктів у тривимірному середовищі (рис. 10.10).

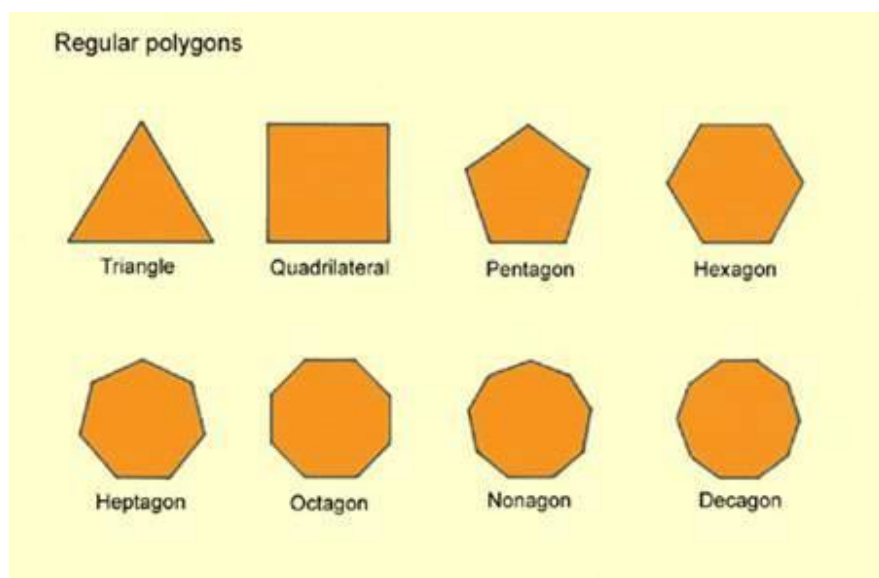


Рисунок 10.10 – Приклади полігонів

Поверхні Без'є (рис. 10.11) – це математично гладкі поверхні, що описуються розміщенням вершин Без'є. Ці вершини визначають їх кривизну за допомогою додаткових керуючих точок на кінцях дотичних до поверхні векторів.

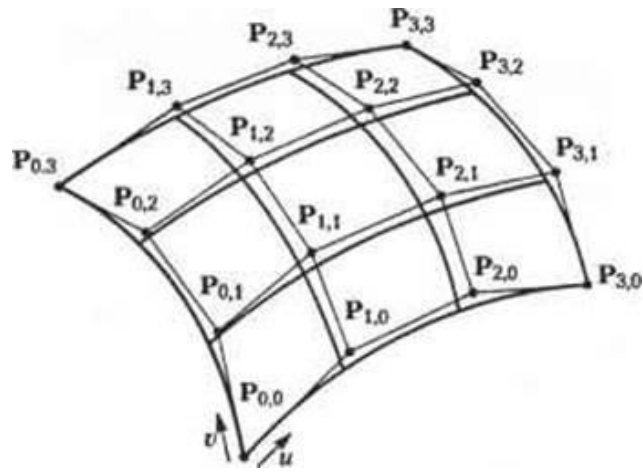


Рисунок 10.11 – Приклад поверхні Без'є

NURBS-поверхні – це найбільш універсальний і ефективний спосіб моделювання неоднорідних криволінійних поверхонь. Такі поверхні описуються в особливому чотирьохмірному гомогенному (однорідному) просторі, в якому кожна керуюча вершина, крім трьох координат  $x$ ,  $y$  і  $z$ , має ще і додаткову вагову характеристику. На рисунку 10.12 видно, що число вершин в першій сфері на порядок вищий.

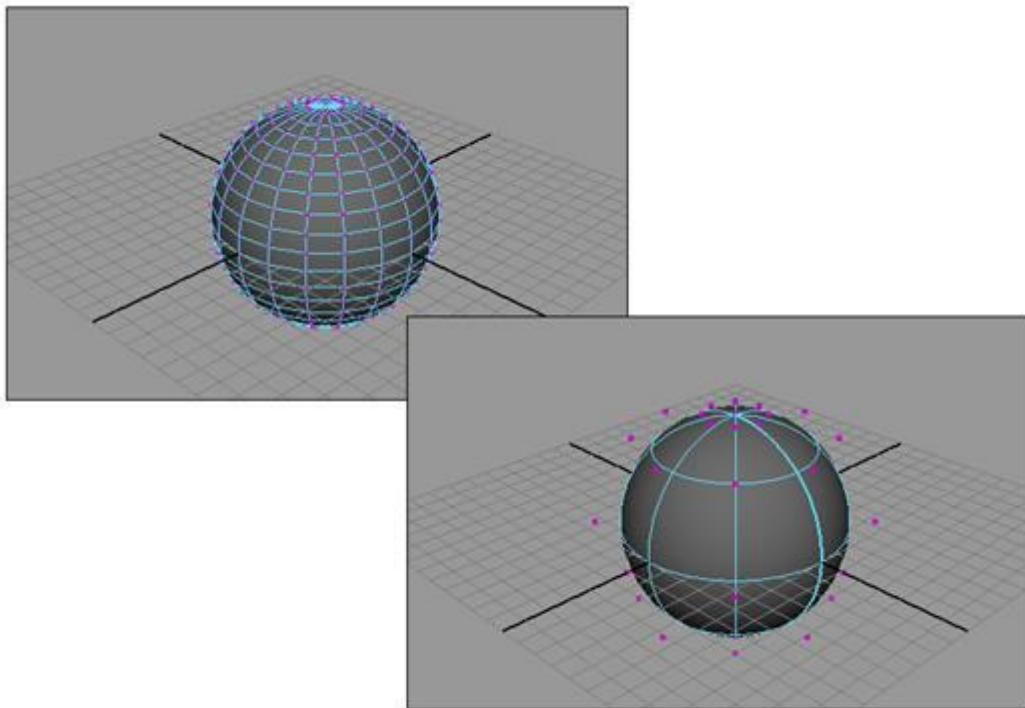


Рисунок 10.12 – Рівень деталізації полігональної сфери (зліва) і NURBS-сфери(справа)

Складові об'єкти – являють собою комбінацію двох або більш змодельованих попередньо заготовок. У залежності від того, яке саме складове тіло створюється, заготовками можуть слугувати криві чи об'єми (поверхні).

Системи частинок – це об'єкти, генеруючі за заданим алгоритмом частинки з певною формою, початковою швидкістю, терміном життя і іншими характеристиками. Такі анімаційні об'єкти застосовуються для моделювання дощу, бульбашок газу в рідині, осколків снарядів, які вибухають і тому подібних візців об'єктивної реальності [19].

Динамічні об'єкти – дозволяють моделювати об'єкти, реагуючі на прикладені до них внутрішні сили: пружини і амортизатори. Застосовуються під час моделювання динаміки руху об'єктів.

До негеометричних об'єктів відносяться: джерела світла (рис. 10.13), камери, системи зчленування (рис. 10.14), викривлювачі простору (рис. 10.15).

Джерела світла – застосовуються під час моделювання зовнішнього і інтер'єрного освітлення. Різні типи джерел реалізують різні алгоритми розповсюдження світла.

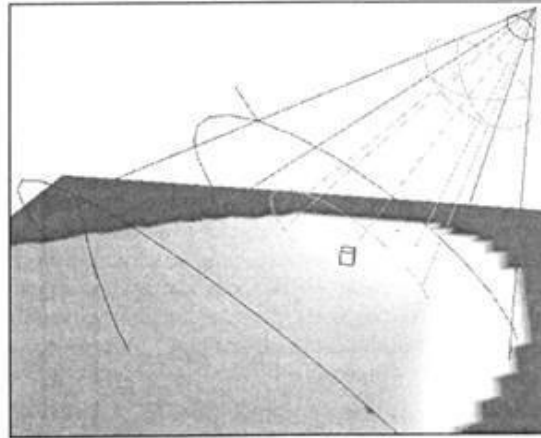


Рисунок 10.13 – Джерело світла

Камери – дозволяють повністю контролювати відображення об'єктів у площині кадру. Найважливішою характеристикою є фокусна відстань об'єктива камери, яка визначає її поле зору. Обидва ці параметри взаємопов'язані і вимірюються в міліметрах і градусах відповідно. Ще однією важливою характеристикою камери є площини відсіку, обмежуючі видимі за глибиною (відстані від спостерігача частину сцени).

Системи зчленування – це структури, які складаються з ієрархічно зв'язаних «кісток», описуючих складну кінематику руху моделюючого об'єкта (наприклад, людину).

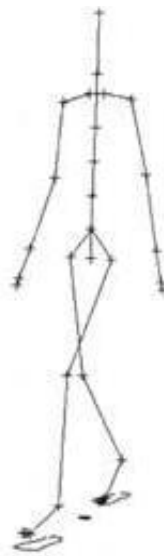


Рисунок 10.14 – Система зчленування

Викривлювачі простору – реалізують динамічні впливи зовнішніх сил на об'єкти, це – своєрідні силові поля, які впливають на певні об'єкти. Прикладами можуть слугувати хвильова деформація чи ударна хвиля, розкидаюча фрагменти об'єкта в просторі. (рис. 10.15).

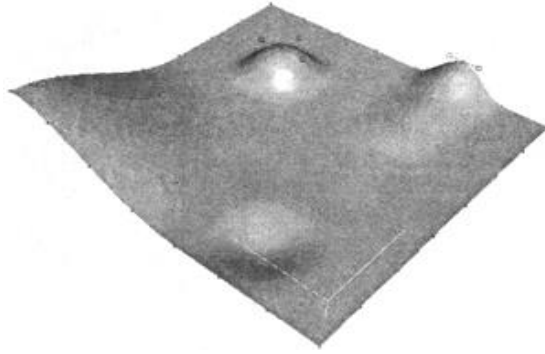


Рисунок 10.15 – Викривлювачі простору

### Матеріали і карти

Матеріали визначають візуальні властивості поверхонь, та описують те, як поверхня об'єкта взаємодіє з освітленням сцени.

Наступні властивості поверхонь визначають взаємодію матеріалу з світлом: колір, прозорість, глянцевість, коефіцієнт заломлення.

### Тестування матеріалів

Тестування – це основний метод моделювання поверхонь накладанням на них зображень, які називаються текстурою (рис. 10.16).



Рисунок 10.16 – 3D-модель без текстур та з текстурами

Текстура (рис. 10.17) – це побітове відображення поверхонь, відскановане чи намальоване, надаюче поверхні реалістичний вид.

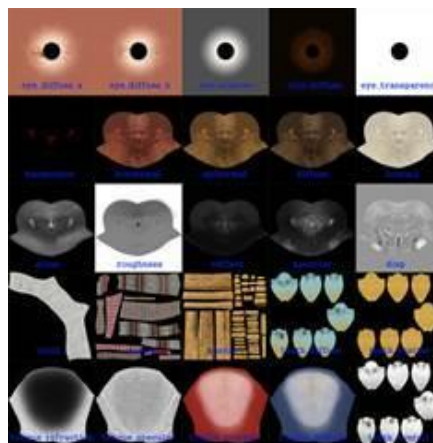


Рисунок 10.17 – Набір текстур

Застосування текстурних карт (декоративних узорів, maps) дозволяє надати матеріалам додаткову реалістичність (наприклад, вигляд мощеною плиткою бруківки чи портмоне з крокодилової шкіри).

В якості карт можуть бути використані зображення, збережені у файлах різних форматів (BMP, TIF, JPG, EPS), чи процедурні текстури, які є наборами правил швидкої побудови потрібного візерунку.

#### Додаткові властивості матеріалів

У залежності від конкретної програми трьохмірного моделювання пропонується різна сукупність додаткових властивостей матеріалів. Наприклад, пакет 3D Studio MAX дозволяє моделювати динаміку твердих тіл, що приводить у цьому випадку до необхідності задати коефіцієнти пружності матеріалу, сили тертя спокою і тертя ковзання.

#### Анімація

Базовим принципом комп'ютерної анімації (як, власне кажучи, і будь-якої іншої) є швидка зміна послідовності кадрів, фіксуючих проміжні фази руху, перед очима спостерігача.

Під рухом мається на увазі як безпосередньо переміщення чи поворот об'єкта в просторі сцени, так і будь-яку зміну його форми, кольору і т.п. Кадри повинні змінювати один одного під час перегляду з досить високою швидкістю, інакше в спостерігача не створиться ілюзії неперервності змін, що відбуваються.

#### Рендерінг

Кінцева реалізація (rendering) – заключний етап роботи зі сценою. До цього етапу сцена буде містити інформацію про геометрію об'єктів, їх матеріали і освітлення. Завдання модуля візуалізації в тому, щоб обчислити колір кожного пікселя кінцевого зображення, базуючись на інформації про моделі і вибране положення віртуального спостерігача (камери).

Колір кожної точки на поверхні обмальовуючого об'єкта розраховується, виходячи з фізичних властивостей матеріалу і освітлюючого його світла.

Рендерінг – процес інтерпретації всього об'єкта і даних про його освітленість для створення закінченої картини у тому вигляді, в якому вона повинна виглядати на перспективі з вибраної точки зору.

## **Тема 11. Інтерфейс програми для створення тривимірних об'єктів Blender.**

*Меню. Панелі. Налаштування. Файли. Проекції. Об'єкти. Об'ємні деформації і допоміжні об'єкти. Моделювання. Матеріали. Види. Типи карт.*

Blender — це потужний і багатофункціональний інструмент для створення 3D-моделей, анімації, рендерингу, скульптингу, текстурювання та візуальних ефектів. Він підходить як для професіоналів, так і для ентузіастів та хобістів, які хочуть опанувати тривимірну графіку або реалізовувати власні проекти у сфері анімації, ігор чи візуалізації.

Однією з головних переваг Blender є велика і активна спільнота користувачів, яка ділиться навчальними матеріалами, плагінами та порадами, що значно спрощує процес навчання та розвитку навичок. Крім того, Blender є повністю безкоштовним і відкритим програмним забезпеченням, що робить його доступним для будь-якого користувача без необхідності купівлі ліцензії. Ці фактори роблять його популярним вибором як серед початківців, так і серед професіоналів, які шукають потужний, універсальний і гнучкий інструмент для роботи з 3D-графікою.

Нижче, у таблиці 11.1 представлено терміни, що використовуються у тривимірному моделюванні.

Таблиця 11.1 – Терміни пов’язані з тривимірним моделюванням і графікою

№ п/п	Термін	Означення терміну
1	Поверхні в тривимірному просторі	оболонки або обмеження для об’єктів в тривимірному просторі. Вони можуть бути плоскими або кривими і визначають зовнішню форму 3D-об’єктів.
2	Прості тривимірні моделі	базові або елементарні об’єкти, які використовуються при створенні складних 3D-моделей. Вони можуть включати геометричні форми, такі як куби, сфери, конуси тощо.
3	Тривимірне моделювання	процес створення 3D-моделей об’єктів у тривимірному просторі за допомогою спеціалізованих програм або інструментів. Це може бути використано в багатьох галузях, включаючи інженерію, графіку, анімацію та ігрову розробку
4	Проекції	спосіб відображення 3D-об’єктів на площині (2D). Це може включати ортогональні та перспективні проекції для відображення об’єктів на різних площинах.
5	Об’єкти	3D-елементи, які представляють об’єкти або елементи у віртуальному просторі. Вони мають форму, розміри і можуть мати матеріали та текстури.
6	Об’ємні деформації і допоміжні об’єкти	Об’ємні деформації вказують на зміни у формі або структурі 3D-об’єктів. Допоміжні об’єкти – це елементи, які використовуються для додаткових операцій або покращення моделей
7	Моделювання	процес створення, редагування та трансформування 3D-моделей, включаючи їхню форму, текстури, матеріали та розташування в тривимірному просторі.
8	Матеріали	властивості, які визначають зовнішній вигляд та властивості об’єктів, такі як колір, текстура, відбивність світла тощо.
9	Види	Види в 3D-моделюванні вказують на режими перегляду 3D-сцени, які дозволяють користувачу спостерігати об’єкти з різних точок зору.
10	Типи карт	Типи карт включають текстури, нормалі, висотні карти тощо, які використовуються для надання об’єктам 3D-моделей додаткової деталізації та реалістичності.

Blender може використовуватися для створення таких 3D візуалізацій, як статичні зображення, 3D анімацій, знімків відеоефектів відео VFX, та для редагування відео.

Blender добре підходить для індивідуалів та малих студій, хто отримує вигоду зі свого уніфікованого конвєсра та чутливого процесу розробки [19].

Blender є крос-платформовим застосунком, що працює на системах Linux, macOS та Windows. Blender також має відносно малі вимоги щодо пам’яті та ресурсів у порівнянні з іншими комплектами для створення 3D. Його інтерфейс використовує специфікацію OpenGL для забезпечення узгодженої роботи на всіх підтримуваних апаратних засобах і платформах.

Blender має широкий спектр засобів, щоб роблять його придатним для виготовлення майже будь-якого виду медіа продукції. Люди та студії по всьому світу використовують його для хобі проєктів, реклам та повнометражних художніх фільмів.

Ключові Особливості – Key Features

Blender пропонує надзвичайно широкий діапазон основних засобів для роботи з 3D-графікою та анімацією. Серед них:

- Моделювання – Modeling: створення та редагування тривимірних об'єктів будь-якої складності;
- Рендеринг – Rendering: генерація високоякісних зображень та анімацій із застосуванням різних рушіїв рендерингу;
- Анімація та Оснащення – Animation & Rigging: створення рухів персонажів, скелетної анімації та складних механізмів;
- Редагування відео – Video Editing: монтаж і обробка відеоматеріалів;
- Ефекти відео – VFX: інтеграція тривимірних об'єктів у відео, робота з частинками та спецефектами;
- Компонування – Compositing: поєднання різних шарів зображень та ефектів у фінальний кадр;
- Текстурування – Texturing: накладення матеріалів і текстур на 3D-об'єкти;
- Симуляції – Simulations: моделювання фізичних процесів, таких як рідини, дим, тканини, частинки та тверді тіла.

Blender є крос-платформовим і використовує графічний інтерфейс OpenGL, який уніфікований для всіх основних операційних систем, а також кастомізується за допомогою скриптів на Python, що дозволяє створювати власні інструменти та автоматизувати процеси.

Крім того, Blender відзначається невеликим розміром виконуваного файлу, що робить його портативним і зручним для встановлення на різних пристроях без великих витрат ресурсів.

Рисунок 11.1 ілюструє рендерене зображення на етапі після-обробки, демонструючи можливості програми у створенні високоякісних фінальних кадрів.

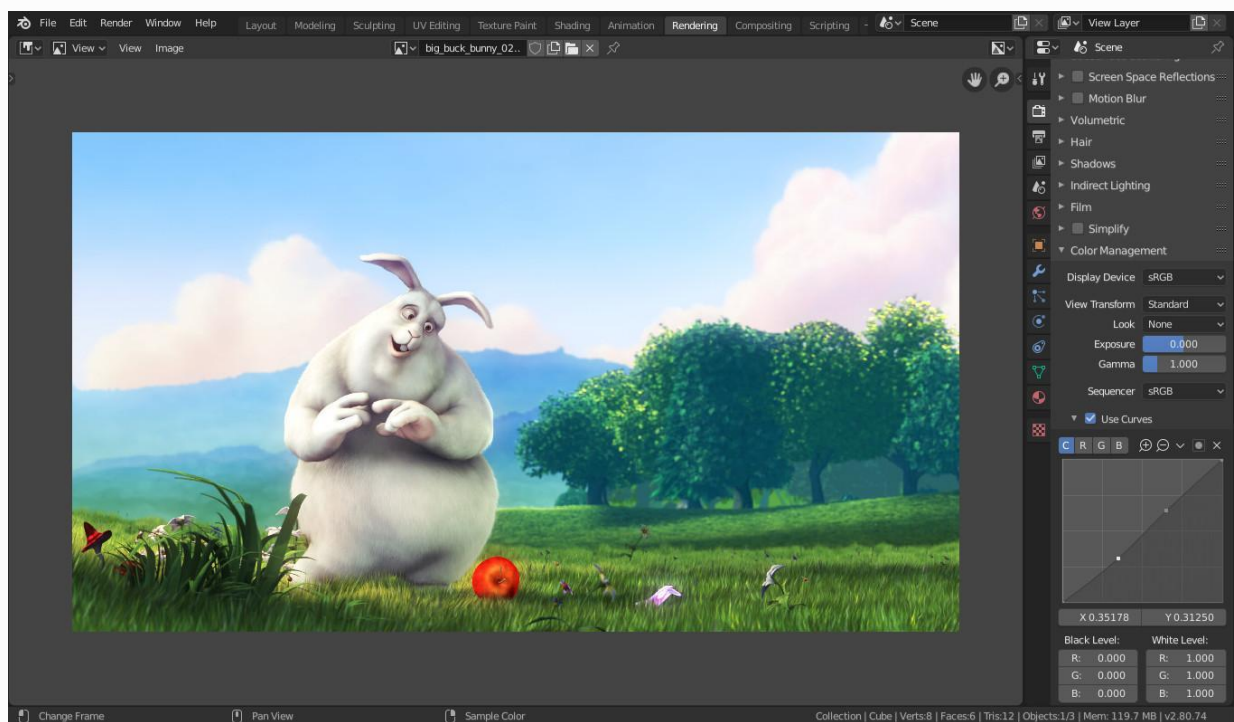


Рисунок 11.1 – Рендерене зображення на етапі після-обробки

Blender дає можливість здійснювати широкий діапазон завдань, та може здаватися відлякувальним при першій спробі зрозуміти його основи. Однак, з деякою мотивацією та

правильним навчальним матеріалом можливо ознайомитися для себе з Blender'ом всього за кілька годин його практичного застосування.

Програми створення 3D, такі як Blender мають додаткову технічну складність та жаргон, пов'язаний з термінологією, що лежить в основі цієї галузі. Терміни, на кшталт, розкладки UV, матеріали, шейдери, сіті та «підподіли» є спільними для цифрових митців та однаково поширено розуміються ними та допоможуть вам використовувати Blender якнайкраще [11].

#### Робпростори – Workspaces

*Workspaces* – робпростори є по суті передвизначені розстави вікон (рис. 11.2). Гнучкість Blender'а з областями – Areas дозволяє вам створювати кастомізовані робпростори для різних завдань, таких як моделювання, анімування та скриптування. Часто корисно швидко перемикатися між різними робпросторами у межах одного і того ж файлу.

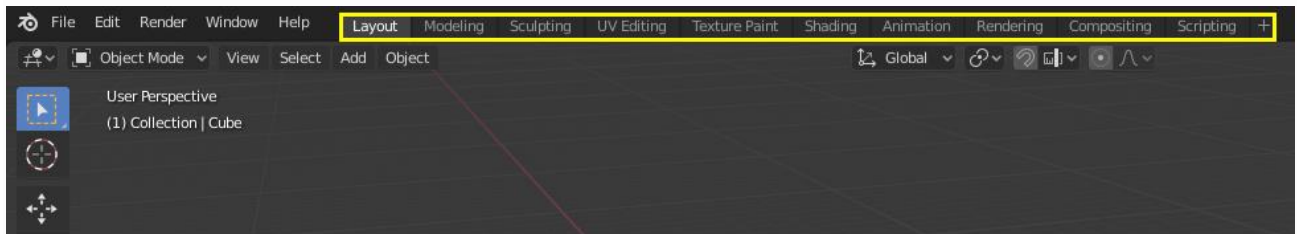


Рисунок 11.2 – Робпростори розміщуються на Верхній смузі – Торбар

#### Керувальники – Controls

У Blender основні елементи управління сценою та робочим простором організовані через вкладки та кнопки.

#### Вкладки – Tabs

Вкладки дозволяють швидко перемикатися між різними робочими просторами (*Workspaces*), які оптимізовані під конкретні завдання — моделювання, анімацію, рендеринг тощо. Щоб перемикатися між вкладками, можна:

- клацати на назвах вкладок лівою кнопкою миші;
- використовувати комбінації клавіш **Ctrl + PageUp** та **Ctrl + PageDown** для послідовного переходу між робпросторами;
- подвійне клацання на назві вкладки дозволяє її перейменувати, що зручно для організації власних робочих просторів.

#### Додання – Add +

Для створення нового робочого простору натисніть кнопку **Add**, після чого новий робпростір з'явиться у списку вкладок і його можна буде налаштувати під власні потреби.

#### Контекстне меню – Context menu (RMB)

Натискання правої кнопки миші на вкладці відкриває контекстне меню, яке містить опції для:

- дублювання робочого простору;
- видалення непотрібного робпростору;
- перевпорядкування вкладок для зручності роботи.

#### Стандартні робочі простори – Default Workspaces

При стандартному запуску Blender відкриває робочий простір *Layout* (Розстановка) у головній області. Цей робпростір є універсальним і підходить для загального перегляду сцени та об'єктів. Він включає такі редактори – *Editors*:

- 3D Viewport – у верхньому лівому куті, основний простір для моделювання та перегляду сцени;
- Outliner (Структуратор) – у верхньому правому куті, для перегляду та організації ієрархії об'єктів сцени;
- Properties – у нижньому правому куті, для доступу до властивостей вибраних об'єктів, матеріалів, сцени та рендерингу;
- Timeline (Часолінія) – у нижньому лівому куті, для управління анімацією та ключовими кадрами.

Такий базовий набір редакторів у робпросторі Layout забезпечує зручне керування сценою та дозволяє одночасно працювати з моделями, властивостями та анімацією (рис. 11.3).

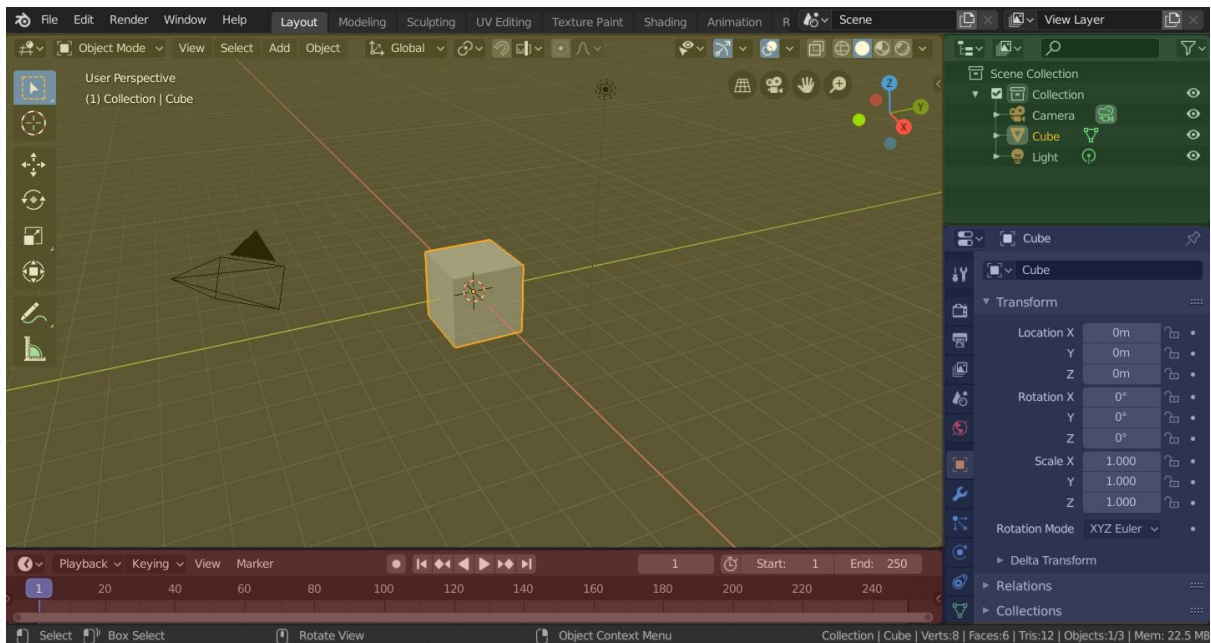


Рисунок 11.3 – Blender's «Layout» Workspace with four editors

3D Viewport (yellow), Outliner (green), Properties (blue) and Timeline (red).

Blender також має кілька інших робпросторів, доданих стандартно: Моделювання – Modeling. Для модифікації геометрії засобами моделювання. Ліплення – Sculpting. Для модифікації сітей засобами ліплення. Редагування UV – UV Editing. Розкладання координат текстур зображення на 3D поверхні. Малювання Текстур – Texture Paint. Tools for coloring image textures in the 3D Viewport. Відтінення – Shading. Засоби для визначення властивостей матеріалів для рендерингу. Анімація – Animation. Засоби для роблення властивостей об'єктів залежно від часу. Рендеринг – Rendering. Для переглядання та аналізування результатів рендерингу. Компонування – Compositing. Комбінування та після-оброблення зображень та інформації рендерингу. Скриптування – Scripting. Робпростір програмування для написання скриптів. Додаткові Робпростори – Additional Workspaces [12].

2D Анімація – 2D Animation

2D Анімація – 2D Animation. Загальний робпростір для роботи з Нарисним Олівцем – Grease Pencil. 2D Полотно Повністю – 2D Full Canvas. Подібно до «2D Animation», але містить більше полотно.

Візуальні Ефекти – VFX

Маскування – Masking. Засоби для створення 2D масок для компонування.

Відстеження Руху – Motion Tracking. Засоби для відстеження руху та стабілізації фільмоматеріалу.

## Редагування Відео – Video Editing

Редагування Відео – Video Editing. Послідовність разом з медіа в одне відео. Збереження і заміщення – Save and Override Робпростори зберігаються у blend-файлі. Коли ви відкриваєте файл, увімкнення «Завантажувати Інтерфейс Користувача» – Load UI у Браузері Файлів – File Browser вказує, що Blender повинен використовувати розстави екрану з цього файлу і замінити ними поточну розставу.

## Тема 12. Анімація.

*Принципи створення та застосування анімації у веб-дизайні. Візуалізація. Спецефекти.*

На сьогоднішній день значного впливу на розвиток суспільства завдає комп'ютерна анімація. Вона набуває досить широкого застосування, чим поступово замінює всі інші технології. Більшість людей досить чітко розуміють поняття «комп'ютерна графіка», яке містить в собі моделювання малюнків за рахунок комп'ютера. Проте комп'ютерна анімація має не лише комп'ютерний малюнок, а його рухи, анімацію. У більшості організацій виникає потреба в комп'ютерній графіці для створення рекламних оголошень, буклетів чи листівок. На допомогу цьому є можливість використовувати необхідні комп'ютерні програми, які містять в собі технології створення не лише двовимірної, а трьох вимірної анімації. Слово анімація у перекладі з англійської має значення «одухотворення» або «оживлення». Анімація в свою чергу це вид кіномистецтва, де за рахунок по кадрової зйомки малюнків, сцен, створюється фільм. Людина аніматор стає ніби актором, який грає певну роль, надаючи персонажу чи об'єкту життя, а саме наділяє його особистими рухами, конкретним характером і неповторною душею. За рахунок цього глядач переживає разом з ним кожен секунду його анімації. Анімація – це спосіб створення серії знімків, малюнків, кольорових плям, ляльок чи силуетів у окремих фазах руху, з допомогою якого під час показу їх у екрані виникає враження руху істоти чи предмета.

Існує кілька видів анімації: традиційна, стоп-кадрова, комп'ютерна [2].

Традиційна анімація створюється за рахунок звичайного промальованого малюнка на папері, олівцем, через що вважається однією з найбільш трудомістких видів анімації. Адже малювати власноруч займає досить багато часу.

Стоп-кадрова анімація, яку ще називають стоп-моушен, містить в собі по кадрову зйомку сцен з надто малими зміщеннями рухів. Після чого в процесі монтажу створюється ніби ілюзія руху предметів.

Комп'ютерна анімація є популярною у використанні комбінованих кадрів та спец ефектів. Затребуваною сферою застосування комп'ютерної графіки та анімації, що активно розвивається, є комп'ютерні ігри. Специфіка застосування в них анімації пов'язана з необхідністю передати глядачеві (гравцеві) відтворення твору, для чого необхідно враховувати специфіку програмування гри, її варіативну природу, що дозволяє глядачеві почуватися вільним у створеному віртуальному просторі [4].

Комп'ютерна анімація знаходиться на інтенсивному етапі розвитку останні роки та стає однією з провідних на ринку анімаційної творчості. На підставі цього, через комп'ютерну анімацію є можливість використовувати будь-які техніки та прийоми, що дають картинці більш урізноманітнити візуальний образ на екрані. Зарубіжні дослідники та практики ділять сьогодні комп'ютерну анімацію на два підвиди: 2D-анімація створення двох мірної (векторної або растрової) анімації та 3D-анімація – анімація тривимірних моделей, згенерованих на

комп'ютері [6]. 2D-анімація є однією з найперших форм комп'ютерної анімації. Для неї характерними ознаками є створення окремих плоских об'єктів та слоїв, що моделюють ілюзію руху.

Загалом комп'ютерну анімацію є можливість використовувати у багатьох роботах: починаючи від маленького відео мультика до повномасштабного проекту. Проте слід зазначити анімація будь-якого предмету займає достатньої кількості часу [8].

В сучасному веб-дизайні велика увага приділяється використанню веб-анімації, яка визначається як використання рухливих зображень та елементів для покращення візуальної привабливості веб-сайтів. Веб-анімація не лише стала невід'ємною частиною сучасного веб-дизайну, але й здатна відігравати ключову роль у створенні успішного та інтерактивного інтернет-сайту.

Значення веб-анімації у веб-дизайні

Веб-анімація відіграє важливу роль у веб-дизайні, додаючи динаміку, привабливість та покращуючи користувацький досвід.

1. Визначення веб-анімації та її роль

Веб-анімація представляє собою використання рухливих зображень, переходів та інших анімаційних ефектів для покращення візуальної привабливості веб-сайтів. Її роль полягає в тому, щоб вразити користувачів, роблячи веб-сайт більш привабливим та емоційно насиченим.

2. Вплив веб-анімації на враження користувача

Веб-анімація має значний вплив на перше враження від веб-сайту. Завдяки рухливим елементам, користувачі отримують більше можливостей для взаємодії, що поліпшує їхні враження та забезпечує запам'ятовуваність веб-сайту.

Огляд сучасних трендів у веб-дизайні

Сучасні тренди у веб-анімації визначають нові стандарти в інтерактивній взаємодії та візуальному сприйнятті. Один із ключових трендів – це мікроанімація, яка передбачає використання невеликих, дрібних анімацій, щоб вдосконалити взаємодію з користувачем. Вона може включати в себе анімовані кнопки, реакції на введення чи виразні переходи між сторінками. Мікроанімації створюють враження живої та дбайливо продуманої інтерфейсної взаємодії.

Ще одним актуальним напрямком є тенденція до тривалої анімації. Замість коротких, повторюваних циклів, веб-дизайнери все частіше використовують більш тривалі та складні анімації для створення ефекту плавності та природності. Це створює враження руху та плинності, що поліпшує загальний вигляд та взаємодію веб-сайту з відвідувачами. Враховуючи ці напрямки, веб-дизайнери можуть створювати захоплюючі та інноваційні інтерфейси, які відповідають сучасним вимогам користувачів [13].

Динамічні елементи та їх популярність

Сучасні веб-сайти активно використовують динамічні елементи, такі як анімовані фони, переходи між сторінками та елементи, які змінюються при наведенні. Це не лише привертає увагу, але й забезпечує високий рівень інтерактивності.

Використання анімації для створення відмінного користувацького досвіду

Веб-анімація стала необхідною для створення відмінного користувацького досвіду. Вона додає динаміки, руху та ігрових елементів, що робить перебування на веб-сайті більш цікавим та запам'ятовуваним.

Мікроанімація для підсилення деталей

1. Значення мікроанімації в інтерфейсі

Мікроанімація – це невеликі, тонкі рухи чи зміни, які додаються до окремих елементів веб-інтерфейсу з метою покращення сприйняття та взаємодії. Вона використовується для

надання користувачеві важливої інформації чи підкреслення важливих дій, роблячи інтерфейс більш дружелюбним та інтуїтивно зрозумілим.

Мікроанімація може включати в себе невелике виблискання кнопки при наведенні, анімовані переходи між сторінками чи зміну кольору для підкреслення статусу об'єкта. Вона додає динаміку та глибину веб-інтерфейсу, забезпечуючи зручний та приємний користувацький досвід.

## 2. Приклади успішного використання

### Наведення на кнопку

Мікроанімація може включати ефекти, які стають видимими лише при наведенні на елементи. Наприклад, кнопка, яка плавно змінює свій колір або форму, підкреслюючи готовність для взаємодії.

### Зміна стану об'єктів

Переходи між станами об'єктів з допомогою анімації можуть ефективно показати зміни у вмісті чи статусі, роблячи їх помітними для користувача.

### Валідація форм

Використання мікроанімації для анімації правильності чи помилок у введенні даних у формі дозволяє користувачу легко сприймати та виправляти свої дії [10].

### Переходи та анімаційні ефекти

#### 1. Плавні переходи між сторінками

Плавні переходи відіграють ключову роль у визначенні відчуття єдиності та неперервності веб-сайту. Замість раптових змін, плавні анімації можуть створювати природний потік та забезпечувати плавний перехід між сторінками. Це допомагає знижувати рівень стресу для користувача та робить навігацію більш приємною.

#### 2. Застосування ефектів для виділення ключових елементів

Анімаційні ефекти використовуються для привертання уваги до ключових елементів на сторінці. Наприклад, елементи можуть з'являтися з ефектом затемнення чи підсвічування, коли користувач наводить на них курсор. Це не лише робить важливі елементи видимими, але й створює інтерактивний та привабливий дизайн.

Використання переходів та анімаційних ефектів веб-дизайні дозволяє створювати динамічний та сучасний інтерфейс, який сприяє взаємодії та сприйняттю контенту.

### 3D-анімація у веб-дизайні

В сучасному веб-дизайні 3D-анімація стала не тільки технологічним досягненням, але й потужним інструментом для створення захоплюючих та реалістичних вражень. Відтворення глибини та просторовості завдяки 3D-анімації відкриває нові можливості для дизайнерів, дозволяючи їм ефективно взаємодіяти з аудиторією.

#### 1. Створення глибини та просторовості

Використання 3D-анімації в веб-дизайні дозволяє створювати вражаючі візуальні ефекти, які надають сторінці глибину та просторовість. Об'єкти можуть візуалізуватися, виходячи за межі екрану, анімовані об'єкти можуть мати вигляд 3D-моделей, що додає реалістичності та інтересу до веб-сайту.

#### 2. Вплив 3D-анімації на реалізм інтерфейсу

3D-анімація внесла новий рівень реалізму у веб-дизайн. За допомогою цієї техніки можна створювати анімовані переходи, які наближаються до реального досвіду. Це може бути використано для підсилення бренду, створення враження від інтерактивності та покращення уваги користувачів до деталей.

### Принципи використання веб-анімації

#### Не завдавати перешкод користувачеві

Використання веб-анімації повинно бути спрямоване на покращення користувацького досвіду, а не на створення перешкод. Для досягнення цієї мети дизайнерам важливо враховувати сприйнятливості веб-анімації користувачами. В цьому контексті ретельне планування та вибір анімаційних ефектів важливі для мінімізації можливих дратувань, забезпечуючи при цьому комфортну взаємодію з веб-сайтом [6].

#### 1. Сприйнятливості веб-анімації користувачами

Важливо враховувати різні особливості користувачів та їх ступінь чутливості до анімації. Деякі люди можуть переживати дискомфорт при перегляді певних анімаційних ефектів. Врахуйте не лише тренди, а й особливості цільової аудиторії.

#### 2. Мінімізація можливих дратувань

Під час використання веб-анімації слід уникати надмірного використання яскравих або стрімких рухів, які можуть бути відволікаючими чи навіть дратівливими для окремих користувачів.

#### Підсилення взаємодії та уваги

Ефективне використання веб-анімації може значно покращити взаємодію користувача з веб-сайтом та збільшити його увагу до ключових елементів.

#### 1. Використання анімації для акцентування уваги

Веб-анімація може служити засобом виділення важливих частин інтерфейсу, роблячи їх більш помітними та привертаючи увагу користувачів.

#### 2. Залучення користувача через ігрові елементи

Використання анімації у вигляді ігрових елементів може створити захоплюючий досвід, що активізує увагу та залучає користувача до взаємодії з веб-сайтом.

#### Веб-анімація та мобільний дизайн

#### Адаптивність анімації для різних пристроїв

Використання веб-анімації в мобільному дизайні вимагає особливої уваги до адаптивності. При оптимізації веб-анімації для мобільних екранів слід враховувати особливості сенсорних пристроїв та забезпечувати зручність використання.

#### 1. Оптимізація веб-анімації для мобільних екранів

Урахування різниці у розмірах екранів та їх роздільній здатності дозволяє створювати анімації, які ідеально вписуються в обмежений простір мобільного пристрою.

#### 2. Зручність використання на сенсорних пристроях

Сенсорні пристрої стають все більш популярними, тому веб-анімація повинна бути спеціально адаптована для забезпечення комфортного та точного взаємодії з користувачем.

#### Вплив на продуктивність та швидкість завантаження

Використання великої кількості анімаційних ефектів може суттєво впливати на продуктивність мобільних пристроїв та час їх завантаження. Для забезпечення ефективного використання веб-анімації, необхідно враховувати кілька ключових аспектів.

#### 1. Мінімізація впливу на ресурси пристроїв

Зменшення обсягу та складності веб-анімацій допомагає уникнути надмірного навантаження на ресурси мобільних пристроїв, забезпечуючи плавну роботу.

#### 2. Важливість ефективного використання технологій

Використання сучасних технологій для створення легких та оптимізованих веб-анімацій сприяє поліпшенню загальної продуктивності та забезпечує швидке завантаження сторінок на мобільних пристроях.

#### Веб-анімація в брендингу та маркетингу

#### Використання анімації у візуальному брендингу

Створення сильного візуального бренду – ключовий аспект успішної маркетингової стратегії. Веб-анімація виступає важливим інструментом у візуальному брендингу, дозволяючи створювати унікальний стиль та виділяти бренд серед конкурентів.

#### 1. Створення унікального стилю через анімацію

Веб-анімація надає можливість виразити унікальність та ідентичність бренду через динамічні та креативні елементи. Використання анімації дозволяє створити неповторний візуальний досвід для користувачів.

#### 2. Відображення цінностей бренду через динамічні елементи

Веб-анімація дозволяє ефективно передавати ключові цінності бренду. Рухливі зображення та анімаційні ефекти можуть відображати певні ідеї, створюючи емоційний зв'язок із аудиторією.

#### Вплив анімації на конверсії

Використання веб-анімації у маркетингових стратегіях спрямоване не лише на підсилення візуального бренду, а й на підвищення конверсій та ефективності маркетингу.

#### 1. Збільшення участі та взаємодії користувачів

Анімаційні ефекти можуть привертати увагу користувачів, стимулювати їх участь та взаємодію з контентом. Вони стають сильним інструментом для залучення уваги та створення позитивного враження.

#### 2. Кейси успіху використання веб-анімації у маркетингових кампаніях

Аналіз успішних кейсів використання веб-анімації у маркетингу дозволяє зрозуміти, як вона впливає на підвищення конверсій та досягнення маркетингових цілей. Вивчення таких прикладів допомагає вдосконалити стратегії власних маркетингових кампаній.

#### Технічні аспекти веб-анімації

#### Вибір інструментів для створення веб-анімації

При створенні веб-анімації важливо обрати оптимальні інструменти, щоб забезпечити якісний результат.

#### 1. Сучасні програми та онлайн-ресурси

Для невеликих та середніх проектів часто використовуються інтерфейси інструментів, які не вимагають глибоких технічних знань, таких як Adobe After Effects, Figma чи Animate.css. Для більших та складніших анімацій можуть використовуватися програми типу GreenSock Animation Platform (GSAP) або Lottie.

#### 2. Програмування анімаційних ефектів

Для більшої гнучкості та контролю розробники можуть обирати програмування анімацій з використанням мов програмування, таких як JavaScript з бібліотеками для анімацій, наприклад, GSAP.

#### Підтримка різних браузерів та платформ

Підтримка веб-анімації на різних браузерах та платформах – ключовий аспект, щоб забезпечити однаковий та оптимальний користувацький досвід.

#### 1. Узгодженість веб-анімації на різних середовищах

Під час розробки слід враховувати, як різні браузери обробляють анімаційні ефекти. Використання стандартів та тестування на різних платформах допоможе уникнути неочікуваних проблем.

#### 2. Резервні варіанти для застарілих технологій

Там, де певні технології не підтримуються, слід розглядати можливості для резервних варіантів, наприклад, використання статичних зображень або інших альтернатив для користувачів з обмеженими можливостями або застарілими браузерами.

#### Безпека та етика веб-анімації

Захист від зловживань та кіберзагроз

Захист від зловживань та кіберзагроз є критичним аспектом при розробці веб-анімації.

#### 1. Важливість безпеки при використанні анімації

Анімація може бути використана для здійснення кіберзагроз, таких як атаки з використанням малюнків або аудіофайлів. Організація безпеки включає в себе контроль за введеними даними, перевірку на безпеку та застосування шифрування.

#### 2. Заходи для запобігання можливим атакам

Розробники повинні вживати заходів для захисту від атак, таких як SQL-ін'єкції, кросс-сайтові сценарії та інші види зловживань. Використання безпечних протоколів та регулярне оновлення системи безпеки є важливою частиною процесу.

#### Етичні аспекти веб-анімації

Створення етичної веб-анімації передбачає врахування потреб користувачів та відповідальне використання динамічних ефектів.

#### 1. Врахування потреб користувачів у створенні анімації

Розробники повинні брати до уваги різноманітні потреби користувачів, включаючи можливість вимкнення анімації для осіб із сенсорними чутливостями або епілепсією. Врахування різних сценаріїв використання допомагає зробити анімацію доступною для всіх користувачів.

#### 2. Відповідальне використання динамічних ефектів

Розробники повинні утримуватися від використання агресивних анімацій, які можуть призвести до дратувань чи змусити користувача втратити інтерес до веб-сайту. Етика передбачає використання анімації як інструменту для поліпшення користувацького досвіду, а не як джерела незручності [9, 12].

#### Перспективи розвитку веб-анімації

Веб-анімація залишається однією з ключових складових успішного веб-дизайну, і майбутнє цієї галузі обіцяє численні технологічні та дизайнерські інновації.

#### 1. Технологічні та дизайнерські інновації

Сучасні технології постійно розвиваються, надаючи дизайнерам та розробникам нові інструменти для створення захопливих веб-анімацій. Зростання продуктивності, покращені можливості програмного забезпечення та розширені можливості взаємодії з користувачем роблять веб-анімацію ще потужнішою та ефективнішою.

#### 2. Очікувані тренди в майбутньому

Очікується подальше зростання популярності 3D-анімації, розширення використання мікроанімації для акцентування деталей та зростання популярності інтерактивних елементів. Важливим напрямком буде інтеграція веб-анімації в реальний час, забезпечуючи динамічний та персоналізований досвід користувача.

#### Рекомендації для веб-дизайнерів та розробників

Висновки з досвіду використання веб-анімації стануть цінними для веб-дизайнерів та розробників, які прагнуть створити ефективні та зручні веб-сайти.

#### 1. Підходи до ефективного використання веб-анімації

Зосередження на простоті та функціональності анімацій, а також їхня адаптація до контексту контенту дозволяють досягти бажаного враження від веб-сайту. Заборона використання анімацій, які можуть призвести до дратувань або відволікання від основного змісту, також може бути корисною стратегією.

#### 2. Важливі аспекти роботи з динамічними елементами

Розробники повинні стежити за технічними аспектами веб-анімації, зокрема, її впливом на швидкість завантаження та продуктивність. Краще вибрати легкі та оптимізовані анімації для забезпечення оптимальної продуктивності веб-сайту.

Існує багато програм для створення анімації різних рівнів складності, від початкового до професійного рівня. Ось кілька популярних програм для створення анімації: Adobe Animate, Toon Boom Harmony, Autodesk Maya, Cinema 4D, Stop Motion Animation Software (Dragonframe, Stop Motion Studio).

Є кілька безкоштовних програм для створення анімації. Ось кілька з них:

Pencil2D – це безкоштовна програма для 2D-анімації з відкритим вихідним кодом. Вона має простий інтерфейс і дозволяє створювати анімаційні малюнки безкоштовно. Платформа: Windows, macOS, Linux

Synfig Studio – це вільна програма для 2D-векторної анімації. Вона надає великий набір інструментів для створення різних видів анімації, включаючи складні векторні анімаційні ефекти. Платформа: Windows, macOS, Linux

Blender – це вільна програма для 3D-моделювання, анімації та рендерінгу. Хоча це програма для тривимірної графіки, вона також має потужні інструменти для створення 3D-анімації. Платформа: Windows, macOS, Linux.

Krita – це безкоштовна програма для малювання та редакції зображень, яка також включає інструменти для створення 2D-анімації. Вона підтримує таймлайни та інші анімаційні функції. Платформа: Windows, macOS, Linux

Animaker – це веб-додаток для створення відеороликів та анімації. Він має простий інтерфейс та надає можливості для створення анімаційних візуальних історій без встановлення програми на комп'ютер. Платформа: Інтернет-браузер (онлайн)

Styckz – це безкоштовний редактор анімації, який дозволяє створювати прості 2D-анімаційні фільми за допомогою стикфігур (stick figures). Він легкий у використанні та дозволяє створювати базові анімації. Платформа: Windows, macOS, Linux [14].

Створення анімації за допомогою Krita

Завдяки кампанії 2015 року у Kickstarter, у Krita з'явилися можливості анімації.

У традиційній анімації ви створюєте ключові кадри, які містять важливі пози персонажів, а потім домальовуєте проміжні кадри (виконуєте твінінг на жаргоні художників-аніматорів).

Для виконання цих дій передбачено три важливі бічні панелі:

1. Бічна панель монтажного столу анімації. Перегляд і керування усіма кадрами у вашій анімації. На бічній панелі монтажного столу також містяться елементи для керування шарами. Шари, які буде створено на бічній панелі монтажного столу, з'являться і у переліку шарів звичайної бічної панелі шарів.

2. Бічна панель кальки. За допомогою цієї бічної панелі можна керувати виглядом кальки, яка корисна для перегляду попередніх кадрів.

3. Бічна панель кривих анімації. За допомогою цієї бічної панелі ви можете виконувати незначний твінінг кривих анімації.

4. Бічна панель розкадрування. Ця бічна панель допоможе вам створити розкадрування і стежити за ним.

Більше того, особливо якщо вам потрібно створити тривалу анімацію, тобто будь-яку анімацію, яка є тривалішою за 3 секунди, вам слід обдумати підхід до її створення. Krita спеціалізується на створенні покадрової анімації і через це Krita зберігає усі кадри в оперативній пам'яті. Це означає, що файли анімації споживатимуть доволі багато робочої пам'яті комп'ютера (RAM) (рис. 12.1).



Рисунок 12.1 – Бічна панель розкадрування з планами сцени

Зазвичай, більшість проєктів анімації починаються зі сценарію або, принаймні, плану дій, які мають статися на екрані. Створити сценарій або план можна за допомогою будь-якого текстового редактора. Наступним кроком є створення розкадрування. Розкадрування це ескізи основної композиції кожної зі сцен із деякими додатковими нотатками щодо того, що має рухатися, зокрема, як має рухатися камера, персонажі, нотатки щодо звуку, нотатки щодо кольору. Розкадрування скоріше близьке до коміксу, а не до анімації, але ключова відмінність між цими двома різновидами зображень полягає у тому, що у коміксах компоновання має допомагати очам читача рухатися сторінкою, а в анімації очі глядача лишаються зосередженими майже в одну точку, тому послідовні кадри розкадрування міститимуть найважливіші елементи у майже тому самому місці. Якщо це звучить дещо абстрактно, не переймайтеся. Ви можете створити розкадрування за допомогою функцій анімації, але ключовим тут буде використання якомога меншої кількості кадрів. Експортуйте розкадрування за допомогою параметра обробки анімації [20].

Наступним кроком є створення аніматіки. Аніматіка – на базовому рівні, розкадрування, але анімоване. Створити її можна у відеоредакторі, подібному до Kdenlive, OpenShot, Olive або навіть Windows Movie Maker. Якщо ви хочете зібрати усе разом у велику анімацію, вам доведеться спочатку навчитися користуватися такими програмами, оскільки у Krita ви не знайдете широким можливостей із монтування відео та звуку.

Створення аніматіки надасть вам змогу визначитися із тим, як анімацію може бути поділено на малі кліпи. Якщо ви робите лише перші кроки у комп'ютерній анімації, варто обмежитися 12 кадрами за секунду. Тоді, 10-секундний кліп міститиме 120 кадрів. Спробуйте поділити вашу ідею анімації на кліпи тривалістю 10 секунд або коротші. Ви можете імпортувати кадри розкадрування, які пов'язано із певним кліпом за допомогою пункту меню Файл > Імпортувати кадри анімації. На цій основі почніть поступову побудову вашої анімації. На етапі ескізів також варто працювати із низькою роздільною здатністю, наприклад 800×450 пікселів. Врешті, високі роздільні здатності впливають на результат лише для графіки, а до графіки важко буде дістатися, якщо у вас не буде навіть приблизного ескіза [15].

Завжди стежте за споживанням пам'яті. Дані щодо споживання пам'яті можна переглянути за допомогою смужки стану – клацніть на мітці роздільної здатності. На цій мітці також має бути невеличка панель поступу, на якій буде показано, скільки пам'яті зараз спожито Krita. Запобігайте переповненню пам'яті: воно призведе до уповільнення Krita, а іноді навіть може призвести до того, що Krita не зможе експортувати анімацію на вашому комп'ютері. Способи зменшити споживання пам'яті:

1. Об'єднання шарів. Так, ви не можете собі дозволити мати шар для кожнісінької зміни. Часто, чим менше шарів, тим краще.

2. У деяких випадках достатньо скористатися пунктом Зображення ▸ Обрізати шари до розміру зображення. У результаті усі шари буде обрізано з метою вилучення частин, які розташовано поза полотном.

3. Іноді для певних шарів не потрібен увесь спектр кольорів, особливо, якщо ці шари чорно-білі. Ви можете скористатися пунктом меню Шар ▸ Перетворити ▸ Перетворити простір кольорів шару і перетворити шар на шар відтінків сірого. Це удвічі зменшить об'єм, який займатиме шар в оперативній пам'яті комп'ютера.

4. Працюйте на менших полотнах. Навіть якщо ви уявляєте собі анімацію у роздільності 4К, вам, ймовірно, доведеться змиритися із тим, що ваш комп'ютер не здатен працювати із такими роздільностями. Спробуйте трошки зменшити апетити – у анімаціях навіть зменшення розмірів полотна на 20% може значно змінити споживання пам'яті, не позначившись якимось значним чином на роздільності.

#### Налаштування

Спочатку створимо файл. На першій вкладці вводимо розміри зображення, наприклад 1280x1024, встановлюємо роздільність у 72 точки на дюйм (ми все одно робимо цю анімацію для перегляду на екрані комп'ютера) і вказуємо назву документа – «walk cycle».

На другій вкладці вибираємо колір тла і встановлюємо для кольору тла колір полотна. Це означає, що Krita автоматично заповнюватиме усі прозорі ділянки кольором тла. Змінити це можна за допомогою пункту меню Зображення ▸ Властивості зображення. Цей варіант є найкориснішим для анімації, оскільки шар, на якому ви малюєте анімацію, має бути прозорим, щоб можна було скористатися калькою [17].

У Krita передбачено декілька інструментів для роботи із метаданими, починаючи з вікна Створити документ. Заголовок документа буде автоматично використано як пропозицію для назви файла для зберігання, а опис може бути використано у базах даних або для ваших коментарів щодо анімації. На індивідуальному рівні мало хто користується описами, але вони можуть бути корисними, якщо ви працюєте у великій групі.

Далі, просто натисніть Створити!

Щоб отримати доступ до усіх потрібних інструментів анімації, виберіть робочий простір анімації – Вікно ▸ Робочий простір ▸ Анімація

Чим більше кадрів ви додаватиме, тим складнішим буде стеження за плином анімації. Вирішити цю проблему можна двома способами. Першим є створення кольорових міток кадрів, – ви можете клацнути ПКМ на ключових кадрах і вибрати будь-який з кольорів внизу контекстного меню.

Результат має бути якимось таким (рис. 12.2, рис. 12.3):

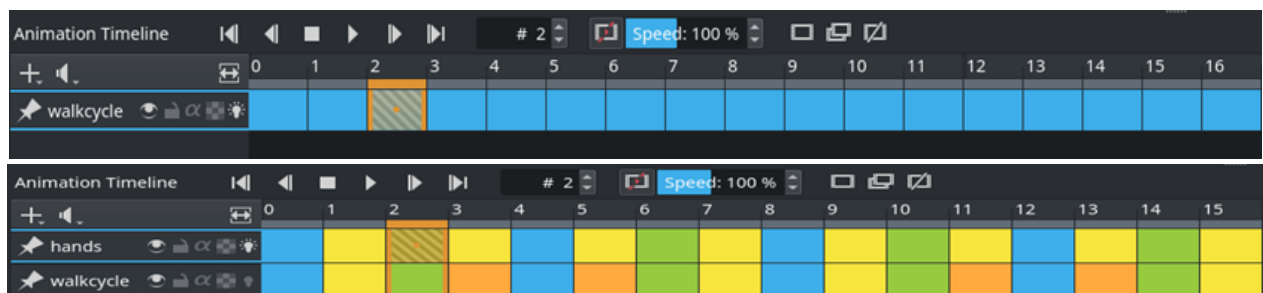


Рисунок 12.2 – Приклад створення анімації з вікном ключових кадрів

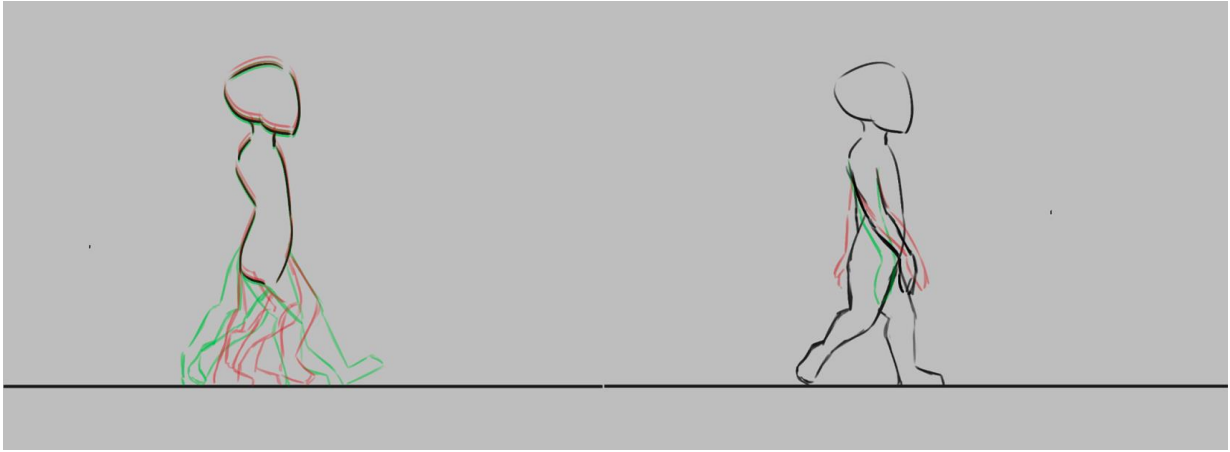


Рисунок 12.3 – Приклад створення анімації з вікном ключових кадрів

Використання анімації у веб-дизайні стає все більш популярним і ефективним способом поліпшення користувацького досвіду. Ось основні висновки про використання анімації:

1. Залучення уваги користувачів: анімація допомагає привернути увагу користувачів та збільшити їхню взаємодію з веб-сайтом чи додатком. Вона дозволяє створити естетично привабливий інтерфейс, який виглядає сучасно та динамічно.

2. Покращення візуальної ієрархії: завдяки анімації можна підкреслити важливість певних елементів інтерфейсу, роблячи їх більш помітними для користувача. Наприклад, анімація може використовуватись для підсвічування нових елементів або повідомлень.

3. Покращення користувацького досвіду: анімація може зробити взаємодію більш інтуїтивно зрозумілою. Наприклад, анімовані переходи між сторінками чи вкладками можуть зменшити відчуття очікування, зробити навігацію плавнішою та приємнішою.

4. Підвищення вовлечення користувачів: використання мікроанімацій, таких як ховання меню чи анімоване відображення результатів пошуку, може зробити взаємодію більш цікавою та захоплюючою для користувачів.

5. Мобільна сумісність: з розвитком мобільних технологій використання легких анімаційних ефектів може підвищити використання сайту чи додатку на мобільних пристроях, не перенавантажуючи їх ресурсами [16].

Узагальнюючи, анімація є потужним інструментом для досягнення якісного дизайну веб-інтерфейсів, здатним поліпшити як візуальні, так і функціональні аспекти користувацького досвіду. Однак важливо використовувати анімацію розумно і не перебільшувати з ефектами, щоб не перевантажувати інтерфейс та не відволікати користувачів від основного контенту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вознюк М. В., Неділько О.В. Аналіз впливу темної теми на зручність користування веб-додатками. Тези доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції з проблем вищої освіти і науки «Інформаційні технології в освіті, науці і виробництві (ІТОНВ-2025) (23-24 травня 2025 року), 2025. С.289-292.
2. Вибірковий курс. Характеристики зображення. Google Sites: Sign-in. URL: <https://sites.google.com/view/grdesign99/растрова-графіка/характеристики-зображення>(дата звернення: 16.12.2025).
3. Головна Elib LNTU. URL: [https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/федік%202/page9.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/федік%202/page9.html)(дата звернення: 05.01.2026).
4. Ковалик Є. С., Неділько О.В. UI/UX-дизайн мобільної версії вебпорталу з урахуванням принципів доступності (WCAG). Тези доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції з проблем вищої освіти і науки «Інформаційні технології в освіті, науці і виробництві (ІТОНВ-2025) (23-24 травня 2025 року), 2025. С.342-346.
5. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. URL:[http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22337/1/Комп\\_граф\\_knyga\\_1.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22337/1/Комп_граф_knyga_1.pdf) (дата звернення: 27.11.2025).
6. Майкл Меттс, Енді Велфл. Письмо – це дизайн: Як слова створюють досвід користування (UX), 2021. 208 с. ISBN : 9786177799985.
7. Огляд сервісу Photopea. URL: <https://uk.soringpcrepair.com/photopea/> (дата звернення: 03.01.2026).
8. Неділько О.В. Ізометричні ілюстрації у веб-дизайні. Актуальні проблеми управління соціально-економічними системами: матеріали X Міжнар. наук.-практ. конф., Частина 2. Луцьк, 6 груд. 2024 р., Луцьк: Надстир'я, 2024. с.293-296.
9. Олійник О. П. Теорії та концепції дизайну: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2024. 256 с. ISBN 978-966-289-401-1.
10. Робін Вільямс. Дизайн. Книга для недизайнерів. Простою мовою про засади графічного дизайну. Харків: Vivat, 2022. 240 с.
11. Романюк О. Н., Романюк О. В., Чехмestрук Р. Ю. Комп'ютерна графіка: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2023. 147 с.
12. Сухарькова О. І., Куценко Л. М., Назаренко С. Ю., Калиновський А. Я. Комп'ютерна графіка: навч.-метод. посіб. Харків: НУЦЗУ, 2024. 139 с.
13. Холостенко Є. Актуальні розміри банерів Google Ads. Holostenko & Partners. URL: <https://holostenko.ua/uk/blog/aktualnye-razmery-bannerov-google-ads> (дата звернення: 23.12.2025).
14. 10+ найкращих фоторедакторів зі штучним інтелектом: онлайн і безкоштовно. Metaverse Post. URL: <https://mpost.io/uk/best-ai-photo-editors/> (дата звернення: 23.12.2025).
15. 15 найкращих інструментів для створення ілюстрацій III – HashDork. HashDork. URL: <https://hashdork.com/uk/best-ai-illustration-generator/> (дата звернення: 23.12.2025).
16. AutoDraw. AutoDraw. URL: <https://www.autodraw.com/> (дата звернення: 23.12.2025).
17. AutoDraw. Teletype. URL: <https://teletype.in/@tatozavr/0GTW-9hKGPm> (дата звернення: 23.12.2025).
18. Bevor Sie zu YouTube weitergehen. URL: [https://www.youtube.com/playlist?list=PLWuPdIzAqBUixH2w\\_whWzCGltZaWGvgVH](https://www.youtube.com/playlist?list=PLWuPdIzAqBUixH2w_whWzCGltZaWGvgVH) (date of access: 23.12.2025).
19. Foksigen. Blender. «Створення тривимірної анімації в редакторі Blender». YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Gxt6A02df5Q> (дата звернення: 23.12.2025).

20. Free Icons and Stickers - Millions of images to download. Flaticon. URL: <https://www.flaticon.com/> (дата звернення: 23.12.2025).

21. Logo – добірка стокових фото з Depositphotos. Depositphotos. URL: [https://depositphotos.com/ua/folder/Logo\\_381868196.html?utm\\_source=blogcollection&utm\\_medium=blog&utm\\_campaign=Logo](https://depositphotos.com/ua/folder/Logo_381868196.html?utm_source=blogcollection&utm_medium=blog&utm_campaign=Logo) (дата звернення: 23.12.2025).

**Основи комп'ютерного дизайну:** Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійних програм «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерні науки», «Комп'ютерна інженерія» галузі знань F Інформаційні технології спеціальностей F2 Інженерія програмного забезпечення, F3 Комп'ютерні науки, F7 Комп'ютерна інженерія денної та заочної форм навчання, уклад. О.В. Неділько. Луцьк: ЛНТУ, 2026. с.84.

Комп'ютерний набір  
Редактор

О.В. Неділько  
О.В. Неділько

Підп. до друку «\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 р. Формат 60x84/57. Папір офс.

Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 6,3.

Тираж 50 прим.

Відділ іміджу та промоції  
Луцького національного технічного університету  
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75  
Друк – ВІП ЛНТУ