МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ФАКУЛЬТЕТ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА ТА РЕСТАВРАЦІЇ

КАФЕДРА СКУЛЬПТУРИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Голова Фахової міжкафедральної комісії
_____Балог А.С.
«07» липня 2025 р.

ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЦИФРОВА СКУЛЬПТУРА ТА 3D ДРУК

Освітній ступінь: перший рівень вищої освіти – бакалавр

Спеціальність: 023 «Образотворче мистецтво, декоративне мистецтво, реставрація»

Освітня програма: «Станкова і монументальна скульптура»

Київ – 2025

Розробник програми: Щербаков Сергій Олегович, аспірант третього (освітньо-творчого) рівня вищої освіти освітнього ступеню: доктор мистецтв кафедри скульптури Національної академії образотворчого мистецтва і архітектури.

Узгоджено гарантом
освітньо-творчої програми: Яланський А. В.
(підпис) (прізвище та ініціали гаранта)

Обговорено та схвалено на засіданні кафедри скульптури
«07» липня 2025 року, протокол № 15

Зав. кафедрою Балог А. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

© Щербаков С. О., 2024 рік
© НАОМА, 2024 рік

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Створення та підготовка цифрової (3D) скульптури до друку» складена відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 023 «Образотворче мистецтво, декоративне мистецтво, реставрація», спеціалізації «Станкова і монументальна скульптура».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Цифрова скульптура та 3D друк» є вивчення необхідних теоретичних положень та опанування практичними навичками в галузі створення цифрової скульптури за допомогою 3D редакторів, отримання системного уявлення про особливості застосування тривимірного моделювання, ознайомлення з інтерфейсом та функціональними можливостями використання програми Zbrush, засобами та методами практичного застосування технологій 3D під час вирішення завдань в області скульптури. Дисципліна, спрямована на вивчення теоретичних та практичних аспектів процесу створення цифрових 3D моделей, їх подальшої обробки та підготовки для друку з використанням сучасних програмних засобів та технологій.

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна «Цифрова скульптура та 3D друк» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» та доповненням для вивчення таких нормативних та спеціальних дисциплін як «Скульптура», «Реставрація творів декоративно-ужиткового мистецтва з металу», «Реставрація творів декоративно-ужиткового мистецтва з кераміки», «Реставрація творів декоративно-ужиткового мистецтва з органічних матеріалів». Вивчення матеріалу, запропонованого у програмі навчальної дисципліни «Цифрова скульптура та 3D друк» використовується у дисциплінах «Реставрація творів декоративно-ужиткового мистецтва», «Реставрація творів монументальної скульптури» та інших.

Програма навчальної дисципліни складається з двох модулів:

1. Технологія створення 3D моделей та основні інструменти.
2. Моделювання скульптури та її підготовка до друку.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дана програма розрахована для ознайомлення майбутніх художників-скульпторів з сучасними технологіями та можливостями створення цифрових скульптур.

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Цифрова скульптура та 3D друк» є формування у майбутніх спеціалістів базових теоретичних знань і практичних навичок щодо сучасних наукових концепцій, понять, методів та технологій візуалізації та моделювання тримірних об'єктів. Надати студентам знання та навички у створенні та підготовці цифрових 3D скульптур для подальшого друку, ознайомити їх з основними інструментами та методами роботи з відповідними програмними засобами. **Мета** курсу полягає в тому, щоб майбутні спеціалісти опановували необхідні теоретичні знання і ознайомилися з можливостями 3D програм, набули практичних навичок у галузі цифрового мистецтва, а також розвинули навички пластичної художньої мови в скульптурі. Засвоєння теоретичних положень за програмою в процесі навчання доповнюється практичною роботою, під час якої засвоюються інструменти 3D програми Zbrush, (маскування, вирізання, деформація, копіювання, dynamesh, arraymesh, Shadow Box, ZRemesher, та ін.), послідовність, етапи виконання цифрової моделі, інтерфейс програми, гарячі клавіші та багато корисної інформації для майбутнього спеціаліста творчого спрямування.

Завданням дисципліни «Цифрова скульптура та 3D друк» є отримання системного уявлення про особливості застосування тривимірного моделювання як додаткового інструмента скульптора.
У процесі навчання студенти повинні в галузі цифрової скульптури
Мати уяву: про основні теоретичні і методологічні напрямки в галузі 3D моделювання творів скульптури.
1.2. Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти повинні **знати:**
- методи та засоби побудови 3D моделей;
- можливості сучасних графічних редакторів для роботи з 3D графікою;
- основний функціонал та модифікатори 3D програми Zbrush (Dyna Mesh, Zremesher, Edgeloop, ShadowBox, Crease, Extract, Boolean та ін.);
- розуміти використання різних матеріалів та текстур для досягнення певного вигляду та ефекту;
- етапи створення цифрової скульптури;
- властивості програми та функції 3D редакторів;
- основи оптимізації геометрії моделі для ефективного та якісного 3D друку;
- класифікацію цифрових творів;
- основні терміни.
Уміти:
- працювати з програмами для цифрового моделювання та скульптурування, такими як ZBrush, Blender, Mudbox тощо;
- виготовляти нескладні форми за допомогою простих геометричних фігур в програмі;
- обробляти деталі та формувати пропорції майбутнього твору за допомогою різних інструментів, окремих модифікаторів та пензлів програми;
- створювати нескладні композиції з послідовним додаванням окремих subtool-ів;
- створювати об'ємні форми, додавати деталі до скульптури, розробляти текстури та додавати реалістичні елементи;
- робити високодеталізовану модель;
- наносити текстуру за допомогою функції «surface»;
- готувати модель до друку на 3D принтері;
- застосовувати отримані знання у своїй професійній діяльності;
- користуватися засобами техніки безпеки під час роботи з фотополімерними смолами.
Набути наступних компетенцій:
- здатність створювати та реалізовувати власні художні концепції у скульптурі, аргументовані знаннями творчих стилів різних епох та володінням академічними й сучасними техніками, технологіями, прийомами та методиками, спроможність до професійного спілкування щодо актуальних проблем мистецтвознавства.
- здатність демонструвати високий рівень творчої майстерності, розуміти основні шляхи інтерпретації художньо-пластичного образу у скульптурі.
- володіння сучасною культурою мистецтва української і закордонної скульптури.
- здатність використовувати інформаційно-комунікаційні технології в практичній діяльності.
- здатність інтегрувати професійні знання і навички та використовувати їх у процесі створення скульптурної композиції, впроваджувати сучасні способи формотворення.
- здатність сприймати новітні концепції в галузі розвитку монументальної та станкової скульптури, поєднувати інновації з усталеними українськими та світовими традиціями.
- здатність інтегрувати авторські інноваційні пошуки в практику сучасного світового мистецтва.
- здатність відтворювати традиційні та синтезувати сучасні технології в межах спеціалізації розвитку монументальної та станкової скульптури.
На вивчення навчальної дисципліни відводиться: 2 кредити ЄКТС.

Курс розраховано на 60 годин: лекцій - 4 годин, практичних занять - 26 годин. Самостійна робота 30 годин.

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ І

ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ ТА ОСНОВНІ ІНСТРУМЕНТИ

Тема 1. Вступ до цифрової скульптури.
Визначення цифрової скульптури та її роль у сучасному мистецтві та виробництві. Огляд історії розвитку цифрової скульптури. Основні програмні застосунки для цифрового моделювання. Призначення та способи використання 3D-моделювання. 3D художник та необхідні навички: розуміння пропорцій, матеріалу, креативність, відчуття простору, творче бачення, художнє мислення, спостережливість, цілеспрямованість. Основні поняття і техніки цифрового моделювання. Сфери використання тривимірного моделювання: реклама та маркетинг, презентації, виставки, промисловість, медична сфера, кіно, комп'ютерні ігри, архітектура, дизайн інтер'єрів, створення 3D- моделей, віртуальні світи для VR/AR-пристроїв,3D-друк, мистецтво. Приклади робіт цифрових художників (Адам Мартінакіс, Чад Найт, Іоан Флорі, Джошуа Харкер, Нік Эрвінк, Лап-Сі-Лам, Кен Келлехер, Kris Costa. Сайт Artstation. Компанії: Archvillain Games, Signumgames, Warhammer, Dragon Trappers Lodge, Titan Forge, Gameloft, Ubisoft, Blizzard Entertainment, Pixar, Disney та ін.
Література основна: 2, 4, 5.
Література додаткова: 7, 8.

Завдання для практичної роботи:
1. Подивитись туторіали напрямків 3D моделювання

Завдання для самостійної роботи:
1. Підібрати приклади 3D моделей сучасних художників-скульпторів.

Тема 2. Основні поняття, принципи створення 3D моделей та сфери використання.
Поняття про 3D моделювання. Сучасні 3D редактори: ZBrush, 3DSMax, Blender, Autodesk Maya, Cinema 4D, Marvelous Designer, Substance Painter, SideFX Houdini, Unreal Engine. Види і загальні характеристики 3D редакторів. Процес створення тривимірного зображення: моделювання, текстурування, ріггінг, рендерінг. Віртуальний простір моделювання (сцена):геометрія, матеріал, джерела світла, віртуальні камери. Тривимірна модель складається з вершин, граней, полігонів, текстури, карти нормалей. Вершина (Vertex) – це абстрактна геометрична точка з координатами X, Y і Z. Грань (Edge) – відрізок прямої, що з'єднує дві вершини. Полігональна сітка. Полігон (poly, polygon) –невеликі трикутні або чотирикутні ділянки тривимірної поверхні, з яких складається поверхня тривимірної фігури. Текстура – зображення, яке покриває поверхню тривимірної фігури. Карта нормалей – певного роду текстура, за допомогою якої можна сформувати ілюзію більш складної поверхні, ніж вона є насправді. Скульптинг – один із способів моделювання тривимірного об'єкту, максимально наближений до процесу ліплення. Формування моделі з «примітивів». Моделювання. Екструдування. Засоби дублікації. Матеріал Сітку можна редагувати, переміщаючи, видаляючи і додаючи грані, ребра і вершини. Криві руху (Loc), обертання (Rot) і зміни розмірів (Scale).

Завдання для практичної роботи:
1. Подивитись відео обзори програм для 3D моделювання.

Завдання для самостійної роботи:
1. Повторити основні поняття.

Тема 3. Ознайомлення з інтерфейсом програми Zbrush та основними інструментами.

Основи роботи в ZBrush. Інтерфейс. Панелі модифікаторів. В'юпорт. «Lightbox». Види моделей. Методи створення простих 3D моделей. Вправи з створення базових форм та деталей. Манікени. Види і використання модифікаторів та інструментів. Пензлі для модифікації геометрії матеріалів і текстур. Стандартний примітив «ZSphere», нарощування, трансформація та деформація. Процес ліплення та полігонаж. Команди «Divide» або «DyneMesh». Рівні «SubDivision». Зміщення, здуття, видавлювання, дублювання, вирізання, інверсія. Дзеркальна симетрія. «Mirror and veld». Команди «Merge» і «Target Weld». Згладжування за допомгою команд «Smooth» і «Subdivision Surface». Основний функціонал та модифікатори: DynaMesh, Zremesher, Edgeloop, ShadowBox, Crease, Extract, Boolean та ін. Робота з маскуванням (Alpha). Полігрупи. Текстурування за допомогою функції «surface».

Завдання для практичної роботи:

1. Практика використання цифрових пензлів.

Завдання для самостійної роботи

1. Розробити ескіз майбутньої роботи.

Тема 4. Етапи створення 3D скульптури.

Визначення концепції та ідеї скульптури. Створення малюнків, начерків, ескізів або робочих зразків для визначення форми та композиції. Моделювання базової форми моделі (набор основної маси або блокінг). Додавання окремих деталей в скульптурі. Скульптинг: використання основних інструментів моделювання. Пошук композиції, пластики, руху, ритму. Деталізація. Відтворення складних форм та текстур. Рендеринг: властивості матеріалу, джерела світла. Підготовка до друку.

Завдання для практичної роботи:

1. Створити нескладну модель з примітивів

Завдання для самостійної роботи:

1. Сформувати та конкретизувати форму окремих частин скульптури.

МОДУЛЬ ІІ

МОДЕЛЮВАННЯ СКУЛЬПТУРИ ТА ЇЇ ПІДГОТОВКА ДО ДРУКУ.

Тема 5. Технічні засоби та прийоми комп'ютерного моделювання.

Розуміння та використання оптимальної топології для моделей. Створення ефективних геометричних форм з правильно розміщеними вершинами та ребрами. Використання базових примітивів (куби, сфери, циліндри тощо) для початку проектування моделі. Трансформація та комбінування базових форм для створення складних об'єктів. Використання інструментів скульптингу для формування та деталізації моделі. Моделювання динамічних форм та текстур шляхом переміщення, розтягнення, стискання тощо. Текстурування та огляд матеріалів. Основи текстурування та призначення текстур. Налаштування текстур для надання моделі вигляду та поверхневої структури. Техніки створення реалістичних текстур та матеріалів. Створення моделей безпосередньо від руки, без використання базових форм або скульптингу. Використання референсів.

Завдання для практичної роботи:

1. Створити реалістичні образи з використанням вивчених технік.

Завдання для самостійної роботи:

1. Підібрати референси.

Тема 6. Скульптинг та деталізація.

Робота з базовими геометричними об'єктами та їх трансформації. Використання інструментів для створення складних форм та структур. Введення в роботу з текстурами та

матеріалами. Демонстрація роботи з інструментами для додавання, видалення та редагування матеріалу моделі. Вивчення прийомів та методів додавання деталей до моделі для підвищення реалістичності та естетичного вигляду. Розгляд різних підходів до створення текстур, текстурних карт та маскування для створення деталей. Робота з формою та композицією: вивчення основних принципів композиції та композиційного складу в цифровій скульптурі. Техніки створення складних форм та структур. Використання додаткових інструментів для створення відмінностей у формі та текстурі. Ефективне використання деталей для покращення моделі та оптимізація кількості деталей для збереження продуктивності комп'ютера та ефективності роботи.

Завдання для практичної роботи:

1. Застосувати текстури та матеріали для покращення вигляду моделі.

Завдання для самостійної роботи:

1. Практика текстурування на простих формах.

Тема 7. Оптимізація та підготовка до друку.

Технологія 3D друку. Етапи 3D друку. Параметри друку Виправлення геометрії моделі. Підготовка та порізка моделі. Оптимізація геометрії моделі для ефективного друку. Використання програмних засобів для перевірки та виправлення проблем моделі перед друкуванням. Підготовка моделі до 3D друку з урахуванням вимог конкретного друкарського обладнання та матеріалу. 3D принтери. Технології 3D друку, принципи дії, матеріали. Лазерний 3D друк. Метод стереолітографії (SLA), фотополімерна смола., ультрафіолет. Технологія лазерного спікання (SLS), порошок плавкого пластику, легкоплавкого металу, міцність виробу. Струминний 3D друк (FDM), метод екструзії (метод пошарового наплавлення), матеріали (шоколад, сир, латексна гума, силікон, цементні та керамічні маси, золото, срібло, пластик).Технологія 3D лруку «Polyjet», фотополімер та ультрафіолет. Призначення 3D друку та області застосування. Заповнення тривимірної моделі впливає на міцність та вагу виробу. Підтримки нависаючих елементів тривимірної моделі. Товщина стінки виробу тривимірного друку. Види та способи 3D друку: метод наплавлення, лазерна стереолітографія, селективне лазерне спікання, електронно-променева плавка, ламінування. Що можна роздрукувати.

Завдання для практичної роботи:

1. Оптимізувати створену модель для друку, виправляючи будь-які проблеми, що можуть виникнути під час підготовки до виробництва.
2. Виконати тестовий друк та оцінити результати.

Завдання для самостійної роботи:

1. Закріпити матеріал, знайти в мережі Інтернет подібні моделі.

Тема 8. Візуалізація, освітлення та рендеринг.

Етапи візуалізації. Вибір програмного забезпечення. Найпоширеніші програми для рендерингу: Blender, Autodesk Maya, 3ds Max, Cinema 4D, KeyShot. Вибір програми залежить від ваших потреб та рівня досвіду. Імпорт 3D моделі. Налаштування матеріалів та текстур. Параметри, такі як колір, текстури, блиск, зернистість, матеріал, метал. Основи освітлення в цифровому середовищі та його вплив на вигляд моделі. Налаштування освітлення: напрямок, інтенсивність, тіні та кольори. Освітлення може значно вплинути на атмосферу та вигляд вашої візуалізації. Камера та композиція: точка огляду сцени (ракурс), композиційні принципи для створення привабливого та цікавого зображення. Рендеринг: налаштування параметрів рендерингу у програмі та процес рендерингу.

Обробка програми для графічного редагування, для додавання ефектів, корекції кольорів та інших покращень до зображення (Adobe Photoshop). Застосовувати освітлення для

покращення вигляду моделей та розуміння процесу рендерингу для створення фінального зображення.

Завдання для практичної роботи:

1. Налаштувати освітлення та здійснити процес рендерингу для своїх моделей, отримавши якісний результат згідно з обраною концепцією.

Завдання для самостійної роботи:

1. Ознайомитись з процесом рендерингу та налаштування рендерера.

3. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

3.1. Таблиця оцінювання навчальних завдань аспірантів

Поточний та модульний контроль		**Індивідуальна робота студента**	**Залік**	**РАЗОМ**
Семінарські, практичні, заняття	Заліки по модулях (контрольні роботи)			
40	20	20	20	**100 балів**

Форма підсумкового контролю: залік, семестровий перегляд.

3.2. Шкала оцінювання успішності студентів за результатами підсумкового контролю

Оцінка за шкалою ECTS	**Оцінка в балах**	**Оцінка за національною шкалою**		
		Екзамен, диференційований залік		**Залік**
A	90 – 100	5	відмінно	зараховано
B	81 – 89	4	дуже добре	
C	71 – 80		добре	
D	61 – 70	3	задовільно	
E	51 – 60		достатньо	
FX	21 – 50	2	незадовільно	не зараховано
F	0 – 20	2	незадовільно (без права перездачі)	не зараховано (без права перездачі)

3. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Three-dimensional Scene Representations: Modeling, Animation, and Rendering Techniques. 2007 URL: https://www.researchgate.net/publication/226459690_Three-dimensional_Scene_Representations_Modeling_Animation_and_Rendering_Techniques
2. Альба Р., Аттаран М.Х. Книга ZBrush для початківців. ДМК Пресс. 2021.
3. Колін С.М. Англо-український словник комп'ютерних термінів / пер. з англ. В.В. Воробйова. – Х.: Кн. рекламне агентство «РА», 2002. 480 с.
4. Организація автоматизованого робочого місця 3D-аніматора. URL: https://xreferat.com/33/63-3-organizaciya-avtomatizirovannogo-rabochego-mesta-3d-animatora.html
5. Linlin Shi. Application Research of 3D Digital Technology in Sculpture Creation. Jingdezhen Ceramic Institute. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 236. DOI: https://doi.org/10.1051 /e3sconf/202123605101 (дата звернення: 21.08.2023).
6. Топологія, ретопологія, міш, сітка. Комп'ютерна графіка за лаштунками. URL: http://3dyuriki.com/2015/03/07/topologiyaretopologiya-mesh-setka-3d-slovar-spravochnik/
7. Посібник користувача Autodesk Maya. 2017. URL: http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2017/ENU
8. Эндрю Чонг Цифрова анімация. URL: https://epdf.pub/digital-animation.html
9. Blender 2.90 Довідник https://docs.blender.org/manual/uk/2.90/index. html
10. Українська Бієнале Цифрового та Медіа Мистецтва. ARTAREA – Класичні та цифрові галереї. URL: https://artarea.ua/ukrainska-biienale-tsyfrovoho-ta-media-mystetstva.
11. Gudukbay U., Durupınar F. Three-dimensional Scene Representations:Modeling, Animation, and RenderingTechniques. URL: https://www.researchgate.net/publication/226459690_Three-dimensional_Scene_Representations_Modeling_Animation_and_Rendering_Techniques
12. Warren Andrew Reilly. An analysis of traditional and digital methods for producing three dimensional artworks. University of Newcastle Research Higher Degree Thesis. Submitted for Doctorate of Philosophy - Design October 2009. URL: http://hdl.handle.net/1959.13/929800
13. Інженерна та комп'ютерна графіка : підруч. для студ. ВНЗ / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – 5-те вид. – К. : Каравела, 2010. – 360 с.

Додаткова

14. Білик Анна. Особливості сучасної скульптури. Українська академія мистецтва / випуск 33. Київ. 2023. DOI https://doi.org/10.32782/2411-3034-2023-33-12
15. Білик Анна. Особливості сучасної скульптури. Українська академія мистецтва / випуск 33. Київ. 2023. DOI https://doi.org/10.32782/2411-3034-2023-33-12
16. В Києві показали скульптури в доповненій реальності. Віта Вітовська. 2018. URL: https://bit.ua/2018/03/bolshe-chem-skulptura/

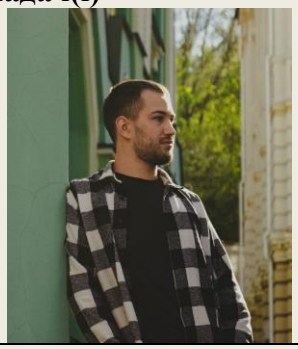
NAЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Силабус навчальної дисципліни

ВБ. 3.3. «ЦИФРОВА СКУЛЬПТУРА ТА 3D ДРУК»

IV курс

Спеціальність: 023 «Образотворче мистецтво, декоративне мистецтво, реставрація»
Галузь знань: 02 «Культура і мистецтво»

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна професійного циклу
Семестр	Осінній/весняний
Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС/загальна кількість годин	2 кредити / 60 годин Курс розраховано на 30 годин: лекцій - 4 годин, практичних занять - 26 годин. Самостійна робота 30 годин.
Мова викладання	Українська
Форма навчання	очна, онлайн
Викладач(і) 	Щербаков Сергій Олегович **Посада:** аспірант **Профайл викладача:** Serhii.Shcherbakov@naoma.edu.ua **E-mail**: shcherbakovsergo@gmail.com
Що буде вивчатися **(предмет навчання)**	Предметом вивчення навчальної дисципліни є опанування теоретичними та практичними навичками в галузі створення цифрової скульптури за допомогою 3D редакторів, отримання системного уявлення про особливості застосування тривимірного моделювання, подальшої обробки та підготовки 3D моделей для друку з використанням сучасних програмних засобів та технологій.
Чому це цікаво/потрібно вивчати **(мета)**	**Мета дисципліни:** формування у майбутніх спеціалістів базових теоретичних знань і практичних навичок у створенні та підготовці цифрових 3D скульптур для подальшого друку
Чому можна навчитися **(програмні результати навчання)**	***Програмні результати навчання (ПРН)***: 1.Застосовувати компелексний художній підхід для створення цілісного образу. 2. Виявляти сучасні знання і розуміння предметної галузі та сфери професійної діяльності, застосовувати набуті знання у практичних ситуаціях; 4. Орієнтуватися в розмаїтті сучасних програмних та апаратних засобів, використовувати знання і навички роботи з фаховим комп'ютерним забезпеченням (за спеціалізаціями); 5.Аналізувати та обробляти інформацію з різних джерел; 6. Застосовувати знання з композиції, розробляти формальні площинні,

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">об’ємні та просторові композиційні рішення і виконувати їх у відповідних техніках та матеріалах;
8. Аналізувати, стилізувати, інтерпретувати та трансформувати об’єкти (як джерела творчого натхнення) для розроблення композиційних рішень; аналізувати принципи морфології об’єктів живої природи, культурно-мистецької спадщини і застосовувати результати аналізу при формуванні концепції твору та побудові художнього образу;
13. Застосовувати сучасне програмне забезпечення у професійній діяльності (за спеціалізаціями)</td></tr>
<tr><td>Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями
(компетентності)</td><td colspan="3">Загальні компетентності (ЗК):
5. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
7. Здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій.
9. Здатність генерувати нові ідеї.
11.Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт мислити критично та самокритично.
Фахові компетентності спеціальності (ФК):
1. Здатність розуміти базові теоретичні та практичні закономірності створення цілісного продукту предметно-просторового та візуального середовища.
4. Здатність оволодівати різними техніками та технологіями роботи у відповідних матеріалах за спеціалізаціями.
5. Здатність генерувати авторські інноваційні пошуки в практику сучасного мистецтва.
9. Здатність використовувати професійні знання у практичній та мистецтвознавчій діяльності.
11. Здатність проводити сучасне мистецтвознавче дослідження з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.</td></tr>
<tr><td rowspan="13">Навчальна логістика</td><td>Вид заняття:</td><td>Тема:</td><td>К-сть годин</td></tr>
<tr><td></td><td>Модуль 1. Технологія створення 3D моделей та основні інструменти.</td><td></td></tr>
<tr><td>Лекції:</td><td>Тема 1. Вступ до цифрової скульптури.</td><td>2 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Лекції-практики:</td><td>Тема 2. Основні поняття, принципи створення 3D моделей та сфери використання.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td>Тема 3. Ознайомлення з інтерфейсом програми Zbrush та основними інструментами..</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td>Тема 4. Етапи створення 3D скульптури.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td></td><td>Модуль 2. Моделювання скульптури та її підготовка до друку.</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Лекції-практики:</td><td>Тема 5. Технічні засоби та прийоми комп’ютерного моделювання.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td>Тема 6. Скульптинг та деталізація.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td>Тема 7. Оптимізація та підготовка до друку.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td>Тема 8. Візуалізація, освітлення та рендеринг.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота (індивідуальне навчально-творче завдання)</td><td>Виготовлення 3D скульптури на основі поетапного засвоєння необхідних знань.</td><td>30 год.</td></tr>
<tr><td>Пререквізити</td><td colspan="3">Загальні знання отримані при вивченні загальних теоретичних та</td></tr>
</table>

	практичних дисциплін загальноосвітньої підготовки. Отримані знання в сфері образотворчого мистецтва.	
Постреквізити	Знання з дисципліни можуть бути використані під час проектування, створення скульптури для більш ефективного результата.	
Методи навчання:	***Словесні:*** лекція-практика із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (PowerPoint – Презентація, програми для моделювання – Zbrush), пояснення, розповідь, бесіда. ***Теоретичні:*** спостереження, вивчення будови зразків, запам'ятовування наочного репродукування технік та технологічних процесів, використання ілюстративного та прикладів, навчальні заходи спрямовані на уявлення про професію, формування професійної культури та орієнтації ***Практичні методи навчання:*** самостійне репродукування окремих прийомів технік та технологічних процесів під керівництвом викладача, ведення індивідуальних навчальних проектів за темами, самостійне впровадження здобутого досвіду у власній творчій практиці.	
Семестровий контроль, екзаменаційна методика	Поточний контроль, екзаменаційний перегляд, опитування.	
Розрахунок рейтингових балів за видами поточного (модульного) контролю	**Вид діяльності**	**К-сть балів**
	Відвідування лекцій та практичних занять	20 балів
	Виконання завдання для самостійної роботи	10 балів
	Робота на практичному занятті	20 балів
	Своєчасність виконання завдань	10 балів
	Індивідуальне навчально-творче завдання (ІНТЗ)	20 балів
	Підсумковий контроль (екзамен)	20 балів
	Підсумковий рейтинг	**100 балів**
Критерії оцінювання індивідуального навчально-творчого завдання	**Критерії:**	**К-сть балів**
	Креативність	10 балів
	Композиційне рішення	10 балів
	Самостійне вдосконалення знань із 3D моделювання	10 балів
	Всього	**30 балів**
Політика курсу	**Дотримання академічної доброчесності:** У випадку виявлення факту порушення права інтелектуальної власності (плагіату) здобувач освіти отримує незадовільну оцінку з правом перескладання, яке дозволяється лише після виконання додаткового індивідуального завдання.	
	Відвідування: Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, академічна мобільність, міжнародне стажування) можливе перескладання модулів (тем) з дисципліни без зниження рейтингової оцінки.	
	Дедлайни та перескладання: У разі порушення дедлайнів здачі завдання оцінка знижується на 10%. Перескладання позитивної оцінки на вищий бал можливе лише протягом сесії за умови виконання додаткового завдання. Перескладання незадовільної оцінки з дисципліни здійснюється згідно графіку ліквідації заборгованості, затвердженого завідувачем кафедри.	
	Перезарахування результатів навчання: здійснюється згідно Положення про порядок визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та інформальній освіті в НАОМА: *https://drive.google.com/file/d/1yC0oX7e3vUCMqFgxO0mJ_NsB10m28EA2/view*	

Навчальні матеріали та ресурси	**Базова** 1. Three-dimensional Scene Representations: Modeling, Animation, and Rendering Techniques. 2007 URL: https://www.researchgate.net/publication/226459690_Three-dimensional _Scene_Representations_Modeling_Animation_and_Rendering_Techniques 2. Альба Р., Аттаран М.Х. Книга ZBrush для початківців. ДМК Пресс. 2021. 3. Колін С.М. Англо-український словник комп'ютерних термінів / пер. з англ. В.В. Воробйова. – Х.: Кн. рекламне агентство «РА», 2002. 480 с. 4. Організація автоматизованого робочого місця 3D-аніматора. URL: https://xreferat.com/33/63-3-organizaciya-avtomatizirovannogo-rabochego-mesta-3d-animatora.html 5. Linlin Shi. Application Research of 3D Digital Technology in Sculpture Creation. Jingdezhen Ceramic Institute. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 236. DOI: https://doi.org/10.1051 /e3sconf/202123605101 (дата звернення: 21.08.2023). 6. Топологія, ретопологія, міш, сітка. Комп'ютерна графіка за лаштунками. URL: http://3dyuriki.com/2015/03/07/topologiyaretopologiya-mesh-setka-3d-slovar-spravochnik/ 7. Посібник користувача Autodesk Maya. 2017. URL: http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2017/ENU 8. Эндрю Чонг Цифрова анімация. URL: https://epdf.pub/digital-animation.html 9. Blender 2.90 Довідник https://docs.blender.org/manual/uk/2.90/index. html 10. Українська Бієнале Цифрового та Медіа Мистецтва. ARTAREA – Класичні та цифрові галереї. URL: https://artarea.ua/ukrainska-biienale-tsyfrovoho-ta-media-mystetstva. 11. Gudukbay U., Durupınar F. Three-dimensional Scene Representations:Modeling, Animation, and RenderingTechniques. URL: https://www.researchgate.net/publication/ 226459690_Three-dimensional_Scene_Representations_Modeling_Animation_and_Rendering _Techniques 12. Warren Andrew Reilly. An analysis of traditional and digital methods for producing three dimensional artworks. University of Newcastle Research Higher Degree Thesis. Submitted for Doctorate of Philosophy - Design October 2009. URL: http://hdl.handle.net/1959.13/929800 13. Інженерна та комп'ютерна графіка : підруч. для студ. ВНЗ / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – 5-те вид. – К. : Каравела, 2010. – 360 с. **Допоміжна** 1. Білик Анна. Особливості сучасної скульптури. Українська академія мистецтва / випуск 33. Київ. 2023. DOI https://doi.org/10.32782/2411-3034-2023-33-12 2. Білик Анна. Особливості сучасної скульптури. Українська академія мистецтва / випуск 33. Київ. 2023. DOI https://doi.org/10.32782/2411-3034-2023-33-12 3. В Києві показали скульптури в доповненій реальності. Віта Вітовська. 2018. URL: https://bit.ua/2018/03/bolshe-chem-skulptura/
Локація та матеріально-технічне забезпечення	**Аудиторія № 232** Комп'ютери з встановленим ПО, графічні планшети, монітори, доступ до інтернет ресурсів.
Кафедра	Скульптури Навчально-творча майстерня реставрації скульптури та творів декоративно-ужиткового мистецтва
Факультет	Образотворче мистецтво та реставрація
Завідувач кафедри	Балог А. С., доцент
Оригінальність	Вибіркова дисципліна кафедри

навчальної дисципліни	
Таблиця відповідності рейтингових балів	

ECTS	Бали	Зміст
A	90–100	Відмінно
B	82–89	Добре
C	75–81	Добре
D	64–74	Задовільно
E	60–63	Достатньо
FX	35–59	незадовільно з можливістю повторного складання
F	1–34	незадовільно з обов’язковим повторним курсом

МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ ТА СТРАТЕГІЧНИХ КОМУНІКАЦІЙ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО
МИСТЕЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Методична розробка спеціального курсу
за темою творчого мистецького проєкту

«ЦИФРОВА СКУЛЬПТУРА ТА 3D ДРУК»

Здобувача ступеня доктора мистецтва кафедри скульптури
спеціальності 023 «Образотворче мистецтво,
декоративне мистецтво, реставрація»

Щербакова Сергія Олеговича

Творчий керівник:
заслужений художник України, доцент
Балог Адріан Степанович
Науковий консультант:
кандидат мистецтвознавства, доцент
Ревенок Наталія Миколаївна

Київ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП. Анотація спецкурсу……..3
Тема 1. Основні поняття цифрової скульптури, принципи створення 3D моделей та сфери використання.……6
Тема 2. Ознайомлення з інтерфейсом програми Zbrush та основними інструментами……..7
Тема 3. Технічні засоби та прийоми комп’ютерного моделювання……...8
Тема 4. Оптимізація та підготовка до друку ……9
ВИСНОВКИ……...10
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….11

ВСТУП. АНОТАЦІЯ СПЕЦКУРСУ

Актуальність спецкурсу полягає у необхідності переосмислення та адаптації традиційних методів створення скульптури до сучасних умов та вимог цифрової епохи. Використання технологій 3D моделювання та 3D друку забезпечують нові техніко-технологічні можливості створення, копіювання та зберігання творів мистецтва в цифровій та друкованій формі.

Предмет спецкурсу – скульптура в тривимірному цифровому просторі.

Міждисциплінарні зв'язки:

- Станкова та монументальна скульптура.
- Реставрація творів мистецтва та скульптури.
- Мультимедійний дизайн.
- Інформаційні технології.
- Педагогічна практика.
- Інноваційні технології в мистецькій освіті.

Мета спецкурсу сформувати у майбутніх спеціалістів базові теоретичні знання і практичні навички у створенні та підготовці цифрових 3D скульптур для подальшого друку, ознайомити їх з основними інструментами та методами роботи з відповідними програмними засобами. Засвоєння теоретичних положень, викладених у програмі в процесі навчання, доповнюється практичною роботою.

Завдання спецкурсу:

- отримання системного уявлення про особливості застосування тривимірного моделювання як додаткового інструмента скульптора;
- навчити студентів визначати інструменти, за допомогою яких виготовляються 3D моделі;
- навчити основним принципам і етапам створення цифрової скульптури;
- засвоїти основні методики моделювання та відтворення високодеталізованих композицій;

В галузі станкової та монументальної скульптури опанування методологією цифрового моделювання в мистецтві студенти повинні

Мати уяву:

- про основні теоретичні і методологічні напрямки в галузі 3D моделювання творів скульптури.

Знати:

- методи та засоби побудови 3D моделей;
- обладнання та інструменти 3D редакторів;
- можливості сучасних графічних редакторів для роботи з 3D графікою;
- властивості програми та функції 3D редакторів;
- основний функціонал та модифікатори 3D програми Zbrush (Dyna Mesh, Zremesher, Edgeloop, ShadowBox, Crease, Extract, Boolean та ін.);
- етапи створення цифрової скульптури;
- основи оптимізації геометрії моделі для ефективного 3D друку;
- класифікацію цифрових творів;
- основні терміни.

Вміти:

- працювати з програмами для цифрового моделювання та скульптурування, такими як ZBrush, Blender, Mudbox тощо;
- виготовляти нескладні форми за допомогою простих геометричних фігур в програмі;
- обробляти деталі та формувати пропорції майбутнього твору за допомогою різних інструментів, окремих модифікаторів та пензлів програми;
- визначати і описувати художні, стилістичні та технологічні особливості твору;
- створювати нескладні композиції з послідовним додаванням окремих subtool-ів;
- створювати об'ємні форми, додавати деталі до скульптури, розробляти текстури та додавати реалістичні елементи;
- робити високодеталізовану модель;

- наносити текстуру за допомогою функції «surface»;

- готувати модель до друку на 3D принтері;

- застосовувати отримані знання у своїй професійній діяльності;

- користуватися засобами техніки безпеки під час роботи з фотополімерними смолами.

Набути наступних компетенцій:

- здатність створювати та реалізовувати власні художні концепції у скульптурі, аргументовані знаннями творчих стилів різних епох та володінням академічними й сучасними техніками, технологіями, прийомами та методиками.

- здатність демонструвати високий рівень творчої майстерності, розуміти основні шляхи інтерпретації художньо-пластичного образу у скульптурі.

- володіння сучасною культурою мистецтва української і закордонної скульптури.

- здатність використовувати інформаційно-комунікаційні технології в практичній діяльності.

- здатність інтегрувати професійні знання і навички та використовувати їх у процесі створення скульптурної композиції, впроваджувати сучасні способи формотворення.

- здатність сприймати новітні концепції в галузі розвитку монументальної та станкової скульптури, поєднувати інновації з усталеними українськими та світовими традиціями.

- здатність інтегрувати авторські інноваційні пошуки в практику сучасного світового мистецтва.

- здатність відтворювати традиційні та синтезувати сучасні технології в межах спеціалізації розвитку монументальної та станкової скульптури.

Програмний результат навчання: здатність випускника комплексного вирішення питань створення цифрових скульптур та їх підготовки до 3D друку.

ТЕМА 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ЦИФРОВОЇ СКУЛЬПТУРИ, ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛЕЙ ТА СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ

Визначення цифрової скульптури та її роль у сучасному мистецтві та виробництві. Призначення та способи використання 3D-моделювання. 3D художник та необхідні навички: розуміння пропорцій, матеріалу, креативність, відчуття простору, творче бачення, художнє мислення, спостережливість, цілеспрямованість. Сфери використання тривимірного моделювання: реклама та маркетинг, презентації, виставки, промисловість, медична сфера, кіно, комп'ютерні ігри, архітектура, дизайн інтер'єрів, створення 3D- моделей, віртуальні світи для VR/AR-пристроїв,3D-друк, мистецтво. Поняття про 3D моделювання та 3D скульптинг.

Основні програмні застосунки для цифрового моделювання: ZBrush, 3DSMax, Blender, Autodesk Maya, Cinema 4D, Marvelous Designer, Substance Painter, SideFX Houdini, Unreal Engine. Види і загальні характеристики 3D редакторів. Процес створення тривимірного зображення: моделювання, текстурування, ріггінг, рендерінг. Віртуальний простір моделювання (сцена):геометрія, матеріал, джерела світла, віртуальні камери.

Тривимірна модель складається з вершин, граней, полігонів, текстури, карти нормалей. Вершина (Vertex) – це абстрактна геометрична точка з координатами X, Y і Z. Грань (Edge) – відрізок прямої, що з'єднує дві вершини. Полігональна сітка. Полігон (poly, polygon) –невеликі трикутні або чотирикутні ділянки тривимірної поверхні, з яких складається поверхня тривимірної фігури. Текстура – зображення, яке покриває поверхню тривимірної фігури. Карта нормалей – певного роду текстура, за допомогою якої можна сформувати ілюзію більш складної поверхні, ніж вона є насправді. Скульптинг – один із способів моделювання тривимірного об'єкту, максимально наближений до процесу ліплення. Моделювання. Екструдування. Засоби дублікації. Матеріал Криві руху (Loc), обертання (Rot) і зміни розмірів (Scale).

ТЕМА 2. ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ІНТЕРФЕЙСОМ ПРОГРАМИ ZBRUSH ТА ОСНОВНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

Основи роботи в ZBrush. Інтерфейс. Панелі модифікаторів. В'юпорт. «Lightbox». Види моделей. Методи створення простих 3D моделей. Вправи з створення базових форм та деталей. Манікени. Види і використання модифікаторів та інструментів. Пензлі для модифікації геометрії матеріалів і текстур. Стандартний примітив «ZSphere», нарощування, трансформація та деформація. Процес ліплення та полігонаж. Команди «Divide» або «DyneMesh». Рівні «SubDivision». Зміщення, здуття, видавлювання, дублювання, вирізання, інверсія. Дзеркальна симетрія. «Mirror and veld». Команди «Merge» і «Target Weld». Згладжування за допомгою команд «Smooth» і «Subdivision Surface».

Основний функціонал та модифікатори: DynaMesh, Zremesher, Edgeloop, ShadowBox, Crease, Extract, Boolean та ін. Робота з маскуванням (Alpha). Полігрупи. Текстурування за допомогою функції «surface».

ТЕМА 3. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ПРИЙОМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Розуміння та використання оптимальної топології для моделей. Створення ефективних геометричних форм з правильно розміщеними вершинами та ребрами. Використання базових примітивів (куби, сфери, циліндри тощо) для початку проектування моделі. Трансформація та комбінування базових форм для створення складних об'єктів. Використання інструментів скульптингу для формування та деталізації моделі. Моделювання динамічних форм та текстур шляхом переміщення, розтягнення, стискання тощо. Текстурування та огляд матеріалів. Основи текстурування та призначення текстур. Налаштування текстур для надання моделі вигляду та поверхневої структури. Техніки створення реалістичних текстур та матеріалів. Створення моделей безпосередньо від руки, без використання базових форм або скульптингу. Використання референсів.

Робота з базовими геометричними об'єктами та їх трансформації. Використання інструментів для створення складних форм та структур. Введення в роботу з текстурами та матеріалами. Демонстрація роботи з інструментами для додавання, видалення та редагування матеріалу моделі. Вивчення прийомів та методів додавання деталей до моделі для підвищення реалістичності та естетичного вигляду. Розгляд різних підходів до створення текстур, текстурних карт та маскування для створення деталей. Робота з формою та композицією: вивчення основних принципів композиції та композиційного складу в цифровій скульптурі. Техніки створення складних форм та структур. Використання додаткових інструментів для створення відмінностей у формі та текстурі. Ефективне використання деталей для покращення моделі та оптимізація кількості деталей для збереження продуктивності комп'ютера та ефективності роботи.

ТЕМА 4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ПІДГОТОВКА ДО ДРУКУ

Технологія 3D друку. Етапи 3D друку. Параметри друку Виправлення геометрії моделі. Підготовка та порізка моделі. Оптимізація геометрії моделі для ефективного друку. Використання програмних засобів для перевірки та виправлення проблем моделі перед друкуванням. Підготовка моделі до 3D друку з урахуванням вимог конкретного друкарського обладнання та матеріалу.

3D принтери. Технології 3D друку, принципи дії, матеріали. Лазерний 3D друк. Метод стереолітографії (SLA), фотополімерна смола., ультрафіолет. Технологія лазерного спікання (SLS), порошок плавкого пластику, легкоплавкого металу, міцність виробу. Струминний 3D друк (FDM), метод екструзії (метод пошарового наплавлення), матеріали (шоколад, сир, латексна гума, силікон, цементні та керамічні маси, золото, срібло, пластик).Технологія 3D лруку «Polyjet», фотополімер та ультрафіолет.

Призначення 3D друку та області застосування. Заповнення тривимірної моделі впливає на міцність та вагу виробу. Підтримки нависаючих елементів тривимірної моделі. Товщина стінки виробу тривимірного друку. Види та способи 3D друку: метод наплавлення, лазерна стереолітографія, селективне лазерне спікання, електронно-променева плавка, ламінування. Що можна роздрукувати.

ВИСНОВКИ

Засвоєння теоретичних основ 3D моделювання та застосування їх на практиці є важливим підґрунтям для подальшого опанування професії цифрового художника-скульптора в епоху цифрової культури. Важливим фактором у викладанні дисципліни «Цифрова скульптура та 3D друк» є опанування студентами базових знань в галузі 3D моделювання. Виявлення специфіки викладання дозволяє дійти висновку, що даний метод може реалізуватись найповніше в індивідуальній співпраці викладача із студентами. Насамкінець, слід зазначити, що існує велика кількість різноманітних 3D програм, які використовуються в залежності від поставленої мети. Найбільш дотичною програмою для скульпторів вважається Zbrush та Blender.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Three-dimensional Scene Representations: Modeling, Animation, and Rendering Techniques. 2007 URL: https://www.researchgate.net/publication/226459690_Three-dimensional _Scene_Representations_Modeling_Animation_and_Rendering_Techniques

2. Альба Р., Аттаран М.Х. Книга ZBrush для початківців. ДМК Пресс. 2021.

3. Колін С.М. Англо-український словник комп’ютерних термінів / пер. з англ. В.В. Воробйова. – Х.: Кн. рекламне агентство «РА», 2002. 480 с.

4. Организація автоматизованого робочого місця 3D-аніматора. URL: https://xreferat.com/33/63-3-organizaciya-avtomatizirovannogo-rabochego-mesta-3d-animatora.html

5. Linlin Shi. Application Research of 3D Digital Technology in Sculpture Creation. Jingdezhen Ceramic Institute. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 236. DOI: https://doi.org/10.1051 /e3sconf/202123605101 (дата звернення: 21.08.2023).

6. Топологія, ретопологія, міш, сітка. Комп'ютерна графіка за лаштунками. URL: http://3dyuriki.com/2015/03/07/topologiyaretopologiya-mesh-setka-3d-slovar-spravochnik/

7. Посібник користувача Autodesk Maya. 2017. URL: http://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2017/ENU

8. Эндрю Чонг Цифрова анімация. URL: https://epdf.pub/digital-animation.html

9. Blender 2.90 Довідник https://docs.blender.org/manual/uk/2.90/index. html

10. Українська Бієнале Цифрового та Медіа Мистецтва. ARTAREA – Класичні та цифрові галереї. URL: https://artarea.ua/ukrainska-biienale-tsyfrovoho-ta-media-mystetstva.

11. Gudukbay U., Durupınar F. Three-dimensional Scene Representations:Modeling, Animation, and RenderingTechniques. URL: https://www.researchgate.net/publication/ 226459690_Three-dimensional_Scene_Representations_Modeling_Animation_and_Rendering _Techniques

12. Warren Andrew Reilly. An analysis of traditional and digital methods for producing three dimensional artworks. University of Newcastle Research Higher Degree Thesis. Submitted for Doctorate of Philosophy - Design October 2009. URL: http://hdl.handle.net/1959.13/929800

13. Інженерна та комп'ютерна графіка : підруч. для студ. ВНЗ / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – 5-те вид. – К. : Каравела, 2010. – 360 с.

14. Білик Анна. Особливості сучасної скульптури. Українська академія мистецтва / випуск 33. Київ. 2023. DOI https://doi.org/10.32782/2411-3034-2023-33-12

15. Білик Анна. Особливості сучасної скульптури. Українська академія мистецтва / випуск 33. Київ. 2023. DOI https://doi.org/10.32782/2411-3034-2023-33-12

16. В Києві показали скульптури в доповненій реальності. Віта Вітовська. 2018. URL: https://bit.ua/2018/03/bolshe-chem-skulptura/