

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З. Гжицького
Факультет громадського здоров'я та суспільного благополуччя

Кафедра філософії та педагогіки

БОЙСИН ІРИНА ВАСИЛІВНА

НАВЧАННЯ ОСНОВ ГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДОРΟΣЛИХ
УЧНІВ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА

Кваліфікаційна робота

галузь знань А Освіта

спеціальність А1 Освітні науки

ОПП Освітні, педагогічні науки

Науковий керівник

Доцент кафедри філософії та
педагогіки, кандидат педагогічних
наук _____

Дзюбинська Х.А. _____

Львів – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ ДОРΟΣЛИХ У СИСТЕМІ НЕПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ	7
1.1. Поняття дорослого учня та особливості його навчання	7
1.2. Теорії і моделі навчання дорослих	10
1.3. Складнощі в навчанні дорослих та способи їх подолання	25
1.4. Формати та середовища навчання дорослих.....	28
РОЗДІЛ 2 ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ДОРΟΣЛИХ УЧНІВ ЦИФРОВОГО ГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	34
2.1. Цифрове моделювання як сучасна компетентність: професійний та освітній контексти.....	34
2.2. Програма Blender: характеристика, навчальний потенціал для новачків .	39
2.3. Навчання 3D-моделювання дорослих: навчальні ресурси, типові труднощі та шляхи їх подолання	43
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ САМОДОСЛІДЖЕННЯ: ДОСВІД ДОРΟΣЛОГО УЧНЯ В ОПАНУВАННІ BLENDER	51
3.1. Схема та модель експерименту	51
3.2. Методичні рекомендації до викладання Blender дорослим учням	67
ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84

ВСТУП

Сучасна освітня парадигма зорієнтована на концепцію навчання впродовж життя (lifelong learning), яка передбачає постійне оновлення знань, умінь та компетентностей упродовж усього професійного шляху людини [137].

В умовах цифрової трансформації суспільства необхідність постійного навчання стає не лише особистісною, а й соціальною вимогою. У цьому контексті самонавчання розглядається як провідна форма освіти дорослих, що сприяє розвитку автономності, саморефлексії, критичного мислення та цифрової компетентності. Зростання інформаційних потоків, поява нових професійних інструментів і швидка зміна технологічних стандартів вимагають від дорослих здатності оперативно оновлювати власні знання та адаптуватися до нових умов. готовності до безперервного професійного зростання.

Теорії андрагогіки (М. Ноулз [82]), експериментального навчання (Д. Колб [84]) та трансформативного навчання (Д. Мезіров [102]) визначають, що дорослий учень є активним суб'єктом освітнього процесу, здатним самостійно планувати, організовувати та оцінювати результати власного навчання [115]. Відповідно, ефективність самонавчання залежить від поєднання когнітивних, мотиваційних і технологічних чинників, серед яких ключову роль відіграє цифрове середовище.

Одним із таких середовищ є Blender [128] – універсальне програмне забезпечення для 3D-моделювання, яке надає можливості для розвитку як технічних, так і творчих компетентностей. Завдяки відкритому коду, безоплатності, міждисциплінарності та розвиненій спільноті користувачів, Blender стає ефективним інструментом самонавчання дорослих [17; 18].

Проблема ефективної організації самонавчання дорослого здобувача освіти залишається недостатньо дослідженою в українському науковому просторі. Зокрема, потребують уточнення питання щодо структури самонавчального процесу, методичних умов його ефективності та критеріїв оцінювання результатів навчання.

Актуальність теми зумовлена необхідністю науково-педагогічного обґрунтування процесу самонавчання як складової неперервної освіти дорослих у контексті цифровізації суспільства. Сучасна педагогіка переходить від моделі передачі знань до моделі їх спільного конструювання, у якій дорослий здобувач виступає активним суб'єктом освітнього процесу. Формування цифрових компетентностей у процесі самонавчання забезпечує не лише технічну грамотність, а й розвиток критичного мислення, саморефлексії, комунікативної культури та готовності до професійного самовдосконалення.

Проблематика набуває особливої ваги у світлі концепцій андрагогіки, компетентнісного підходу та цифрової педагогіки, які підкреслюють значення педагогічних умов, що забезпечують мотивацію, самоорганізацію та автономію дорослого учня [77; 83].

Мета дослідження – обґрунтувати й апробувати самонавчання дорослого користувача у середовищі Blender як педагогічну модель розвитку цифрових компетентностей [166], визначити педагогічні умови, принципи й методи її ефективної реалізації [137].

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати педагогічні концепції самонавчання дорослих у контексті андрагогічних підходів [82], експериментального [14] та трансформативного навчання [133].
2. Дослідити потенціал використання програмного середовища Blender [128] у розвитку цифрової грамотності та самостійної пізнавальної діяльності.
3. Розробити й апробувати педагогічну модель самонавчання дорослого у процесі опанування Blender.
4. Визначити педагогічні умови (мотиваційні, організаційні, методичні), що забезпечують ефективність самонавчання та стійкість сформованих цифрових компетентностей.

Об’єкт кваліфікаційної роботи – навчання дорослих учнів технологічно складних компетентностей. **Предмет** дослідження – теоретичні та практичні засади навчання основ графічного дизайну дорослих учнів.

У ході дослідження використані такі методи, як:

- **теоретичні** – аналіз, порівняння, узагальнення, систематизація наукових джерел з проблематики самонавчання, андрагогіки та цифрової освіти;
- **практичні** – контент-аналіз наукової літератури та онлайн-ресурсів із тематики дослідження, рефлексивне самооцінювання, педагогічне моделювання процесу самонавчання у середовищі Blender.

Теоретичне значення роботи полягає у науково-педагогічному обґрунтуванні процесу самонавчання як форми неперервної освіти дорослих у цифровому середовищі. Розроблено концептуальну модель педагогічного супроводу самонавчання, що поєднує принципи андрагогіки, діяльнісного та компетентнісного підходів. Результати доповнюють теоретичні положення про механізми розвитку саморегуляції, самоорганізації та рефлексії у процесі навчання дорослих. Отримані висновки можуть бути використані для подальшого розвитку теорії освіти дорослих, цифрової педагогіки та методики формування цифрових компетентностей.

Практичне значення полягає у створенні моделі самонавчання дорослого користувача в середовищі Blender, що може бути застосована у формальній, неформальній і самоосвітній практиці. Запропоновано методичні рекомендації щодо організації самонавчання, розвитку рефлексивних і цифрових навичок, формування індивідуальної освітньої траєкторії дорослого учня.

Отримані результати можуть бути використані:

- у програмах підвищення кваліфікації викладачів і тренерів цифрових дисциплін;
- у діяльності центрів освіти дорослих і закладів післядипломної педагогічної освіти;

- при створенні онлайн-курсів, самоосвітніх платформ і навчальних спільнот;
- у практиці викладачів, які впроваджують принципи андрагогіки та цифрової дидактики.

Таким чином, дослідження робить внесок у розвиток науково-педагогічних основ самонавчання дорослих і демонструє практичний потенціал використання цифрових інструментів (на прикладі Blender) для розвитку компетентностей XXI століття.

Структура кваліфікаційної роботи включає вступ, три розділи («Теоретичні засади навчання дорослих у системі неперервної освіти», «Особливості навчання дорослих учнів цифрового графічного моделювання», «Експериментальне самодослідження: досвід дорослого учня в опануванні Blender»), висновки, список використаної літератури, що включає 169 найменувань. Загальний обсяг роботи – 100 сторінок. Текст ілюструють 3 таблиці та 7 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ НАВЧАННЯ ДОРΟΣЛИХ У СИСТЕМІ НЕПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ

1.1. Поняття дорослого учня та особливості його навчання

Поняття «навчання» асоціюється з такими етапами життя, як школа та університет. Проте на цих освітніх рівнях воно не закінчується, тому що людина продовжує навчатись протягом всього життя і для цього введено окремий термін – Lifelong learning [10; 35], що означає безперервний, систематичний процес здобуття нових знань, умінь і компетентностей упродовж життєвого шляху.

Чітко визначеного терміну «дорослий учень» наразі немає, проте означення активно обговорюється [163]. Щодо інтерпретацій поняття, то їх існує безліч. Найбільш відомим визначенням є означення Малкольма С. Ноулза у книзі «*The Adult Learner: A Neglected Species*» [82], що описує дорослого учня, як особу, яка досягла соціальної ролі дорослого, набула життєвий досвід і навчається з метою отримання практичних навичок. Для розгляду віку дорослого учня, введено поняття «дорослості», що є цільовим предметом вивчення окремої галузі вікової психології – акмеології.

Акмеологія [166] – це наука, що вивчає феноменологію, механізми та способи розвитку особистості у процесі становлення її зрілості. Греки поняттям «акме» називали період життя людини, коли вона досягає розквіту сил та знаходиться на вершині розвитку [162]. Вершина зрілості людини охоплює понад 37 років. Аналізуючи різні класифікації вікової дорослості, вчені підкреслюють неоднорідність періоду дорослості, та поділяють її на три категорії: рання дорослість, середня дорослість та пізня дорослість. Дані в Таблиці 1.1 [163] ілюструють досить помітні розбіжності у поглядах авторів, але це спричинено різними надбудовами класифікацій вікових періодів, такі як: психологія, фізіологія, антропологія та демографія.

Таблиця 1.1

Вікові межі дорослості

№ п/п	Автор класифікації	Рання дорослість (в роках)	Середня дорослість (в роках)	Пізня дорослість (в роках)
1	Е. Еріксон	25-45	40(45)-60	понад 60
2	Д. Біррсен	17-25	25-50	25-50 / 50-75
3	Д. Бромлей	21-25	25-40	25-40 / 40-55
4	В.В. Бунак	25-25 (ч) 20-30 (ж)	—	після 35 (ч) після 30 (ж)
5	Ш. Бюллер	25-45	45-65	—
6	Г. Гінзберг	24-40	—	45-50
7	Ж. Годфруа	20-40	—	40-60
8	Д. Векслер	20-35	36-45	46-53
9	Ю.М. Карандашев	20-28	29-35	36-44
10	Г. Крайг	20-40	40-60	від 60
11	Д. Левінсон	17-45	45-60	понад 60
12	В.Ф. Моргун	20-30	31-60	61-...
13	І.С. Слободчиков	19-28(31)	32-61	62-...

Складено самостійно на основі [163]

Навчання дорослих має специфічні риси, що принципово відрізняють його від освітнього процесу дітей та молоді [100]. Передусім дорослі студенти підходять до навчання усвідомлено й цілеспрямовано: вони прагнуть розуміти практичну користь нової інформації, оцінювати її цінність для власного життя й професійної діяльності та відразу застосовувати на практиці. Центральним елементом цього процесу виступає життєвий і професійний досвід, який стає головним ресурсом пізнання та інтерпретації нового матеріалу. Саме через призму вже набутих компетентностей доросла людина осмислює отримані знання та інтегрує у власну діяльність. Саме тому навчання дорослих набуває

рефлексивного, практико-орієнтованого й проблемно-центрованого характеру [26]. Навчання дорослих передбачає активне залучення студента до аналізу власних потреб, визначення навчальних цілей, пошуку ефективних способів розв'язання професійних задач і переосмислення попереднього досвіду. Це робить освітній процес більш гнучким, динамічним і спрямованим на розвиток автономності та здатності до самостійного прийняття рішень [100].

Дорослий учень має сформовану самоконцепцію, яка визначає його ставлення до навчального процесу та впливає на стиль взаємодії з освітнім середовищем. На відміну від дітей, дорослі студенти сприймають себе як самостійних суб'єктів навчання, тому очікують поваги до власної автономії та партнерського ставлення з боку викладача [163]. Вони надають перевагу можливості самостійно обирати форму, темп, засоби й зміст навчання, адаптуючи його під власні потреби та життєві обставини. Для дорослого учня навчання є не лише інструментом здобуття нових компетентностей, а й засобом досягнення ширших життєвих і професійних цілей: саморозвитку, кар'єрного просування, підвищення кваліфікації, зміни професії чи розширення можливостей самореалізації. Внутрішня мотивація також пов'язана з прагненням підвищити власну ефективність та конкурентоспроможність у мінливих умовах сучасного світу [99].

Особливістю є також те, що дорослі учні схильні вчитися насамперед тоді, коли з'являється безпосередня потреба розв'язати конкретну життєву чи професійну проблему або опанувати нову компетентність, необхідну для виконання практичних завдань [83]. Саме тому навчання дорослих відрізняється прагматичністю, спрямованістю на вирішення реальних завдань і мінімальною орієнтацією на абстрактне накопичення знань.

Водночас процес навчання може ускладнюватися браком часу, необхідністю поєднання з професійною діяльністю, емоційною втомою та іншими життєвими обставинами [99; 163]. Успішність освітнього процесу в цьому випадку значною мірою залежить від рівня самодисципліни, організації

навчального простору та підтримки з боку викладачів і колег. Ці фактори, а також теоретичні підходи до організації навчального процесу для дорослих, будуть детально розглянуті у наступному підрозділі.

1.2. Теорії і моделі навчання дорослих

У дорослому віці навчання може здаватися викликом [74]. Зрештою, дорослих учнів обмежують такі фактори як: брак часу, невпевненість у собі, фінансові бар'єри, зниження нейропластичності або недостатня підтримка [139]. Є достатньо багато статей та досліджень присвячених причинам «чому» дорослому учню важко вивчати іноземні мови [146] чи стати шаховим гройсмейстром [157]. Після прочитання такого контенту людина злегкістю знаходить підтвердження чому їй запізно навчатись [45]. Проте, науковці як Малкольм Ноулз, Джек Мезіроу, Девід Колб доводять, що навчання для дорослих реальність [82; 84; 101].

Малколм Шепард Ноулз – відомий американський педагог та дослідник другої половини ХХ століття, що спеціалізувався на освіті для дорослих [99]. Працюючи в Національній адміністрації у справах молоді Малком познайомився з Едуардом Крістіан Ліндеманом [126] – видатним розумом у сфері освіти, який став його наставником. Протягом років навчання в Бостонському університеті Ноулз написав свої ключові тексти: *«Сучасна практика освіти дорослих»* (1970) та *«Дорослий учень»* (1973) [83]. Пізніше він оновив свої ключові тексти та опублікував нову книгу про самостійне навчання в 1975 році [83].

Теорія навчання дорослих за Ноулзом визнає різні способи, як дорослі можуть навчатись, а також методи та стилі навчання, які найкраще підходять для студентів. Автор виділяє 6 основних припущень щодо навчання дорослих [125], які допомагають відрізнити дорослого студента від молодших колег та чотири принципи андрагогіки [57].

Андрагогічна модель навчання дорослих, запропонована М. Ноулзом, ґрунтується на шести основних припущеннях, перекладених самостійно з [135]:

— Припущення №1: *Потреба знати*

Перше припущення М. Ноулза полягає у визнанні того, що дорослі мають «потребу знати» причини власного навчання ще до його початку. Відсутність усвідомленої практичної цінності нового матеріалу знижує готовність дорослого учня докладати зусилля до опанування знань. Це відрізняє дорослих від дітей, які зазвичай засвоюють навчальний матеріал у межах зовнішніх вимог та вказівок педагога, не ставлячи під сумнів доцільність процесу. Дорослі ж учні потребують відповіді на ключове запитання: «яку користь я отримаю від цього?» (WIIFM – What's In It For Me) [51]. Зазначена «потреба знати» перебуває у тісному взаємозв'язку з шостим припущенням Ноулза – «мотивацією до навчання» [169]. У низці робіт дослідник розглядав ці два положення як взаємодоповнювані й навіть інтегровані в одне поняття. Коли дорослий учень усвідомлює конкретну мету та практичну значущість освіти, рівень його внутрішньої мотивації природно зростає [115]. Адже саме розуміння відчутних переваг і актуальності навчання виступає одним із найсильніших рушіїв освітньої активності.

— Припущення №2: *Самоконцепція*

Друге припущення М. Ноулза стосується самоконцепції дорослого учня і ґрунтується на положенні, що впродовж життя людина набуває дедалі більшої незалежності та автономності у процесі навчання. Дорослі студенти мають необхідні навички й досвід для самостійного опанування знань та здебільшого віддають перевагу індивідуально орієнтованому підходу перед чітко регламентованим навчанням під керівництвом інструктора [125]. Даний принцип пояснює зростання популярності освітніх технологій, зокрема систем управління навчанням і мобільних застосунків, які надають можливість учням самостійно визначати темп, формат і зміст освітнього процесу, беручи на себе відповідальність за його перебіг [135]. У випадку ж залучення викладача його роль полягає у визнанні автономності дорослого студента та організації навчальної взаємодії на засадах партнерства.

— Припущення №3: *Попередній досвід*

Третє припущення М. Ноулза базується на твердженні, що дорослий учень володіє значним попереднім досвідом, який може бути використаний як база для подальшого навчання [135]. На відміну від дітей, які часто стикаються з навчальним матеріалом уперше, дорослі приносять у навчальний процес результати своєї попередньої освіти, професійної діяльності та життєвих подій [97]. Залучення особистісного досвіду не лише збагачує навчальне середовище, а й підсилює практичну цінність засвоєваних знань. Такий акцент на досвіді добре узгоджується з циклом емпіричного навчання Д. Колба [84], який підкреслює взаємозв'язок між конкретним досвідом, рефлексією, абстрактним осмисленням та активним експериментуванням як основними етапами навчального процесу.

— Припущення №4: *Готовність до навчання*

Четверте припущення М. Ноулза акцентує увагу на тому, що дорослі готові до навчання лише за наявності вагомої причини чи потреби. Дорослі учні схильні обирати для опанування той матеріал, який безпосередньо сприяє досягненню їхніх життєвих або професійних цілей і допомагає у виконанні актуальних завдань [97]. На відміну від дітей, дорослі проявляють вибірковість щодо навчального змісту та критично оцінюють його практичну користь. У цьому контексті вони ставлять перед собою запитання на кшталт: «Яким чином це сприятиме моєму професійному розвитку?» чи «Чи допоможе цей матеріал подолати існуючі прогалини у моїх компетенціях?». Відтак, чим чіткіше навчання відповідає потребам дорослого учня, тим вищою є ймовірність його активної участі та досягнення успішних результатів [83].

— Припущення №5: *Орієнтація на навчання*

П'яте припущення М. Ноулза підкреслює, що навчання дорослих має бути орієнтованим на практичне застосування як на проміжних, так і на кінцевих етапах освітнього процесу. Дорослі учні прагнуть здобувати знання й уміння, які можна безпосередньо використовувати для розв'язання конкретних

життєвих і професійних завдань. З цієї причини навчання дорослих характеризується переходом від засвоєння абстрактних концепцій до вміння інтегрувати нову інформацію у реальний контекст [135]. У такий спосіб відбувається поступове просування «вгору» за рівнями таксономії Блума [23]: від базового запам'ятовування до розуміння, застосування, аналізу, оцінювання та створення, що сприяє накопиченню релевантних знань і розвитку здатності ефективно долати труднощі.

— Припущення №6: *Мотивація до навчання*

Шосте, завершальне припущення моделі Ноулза визначається як «Мотивація до навчання» ґрунтується на положенні, що в процесі дорослішання характер мотивації змінюється: якщо у дитячому віці основними чинниками навчальної активності виступають зовнішні стимули (вплив батьків, учителів, соціальні очікування), то з віком переважають внутрішні мотиви [97; 125]. Дорослі схильні до навчання переважно з особистісних і професійних причин, зокрема з метою кар'єрного зростання, підвищення рівня матеріального забезпечення чи розвитку почуття власної гідності та самореалізації (Рис. 1.2.1).



Рис. 1.2.1 Шість основних припущень андрагогіки за М. Ноулзом. Перекладено та створено самостійно на основі [125].

Концепція андрагогічної моделі Малкольма Ноулза не обмежується шістьма базовими припущеннями щодо особливостей дорослого учня. Вона також містить чотири ключові принципи (Рис. 1.2.2) [57; 58;59], які деталізують практичну сторону організації навчального процесу. Ці принципи пропонують конкретні орієнтири для створення ефективного навчального середовища, що відповідає потребам і очікуванням зрілої аудиторії [99]. Розуміння та застосування цих положень сприяє переходу від традиційної педагогічної, вчитель-центричної моделі до партнерської взаємодії, де учень стає активним учасником власного навчання.

Перший принцип наголошує на необхідності активного залучення дорослих до планування та оцінювання власного навчального досвіду [57]. Дорослі учні, як самоспрямовані особистості, прагнуть контролювати зміст, темп і форми навчання, що формує більш гнучкий і демократичний освітній простір.



Рис. 1.2.2. Чотири ключові принципи навчання дорослих за М. Ноулзом.

Перекладено та створено самостійно на основі [58].

Другий принцип акцентує увагу на значенні попереднього досвіду як фундаменту для засвоєння нових знань. Життєвий та професійний досвід дорослого слухача стає контекстом, у якому інтегрується новий матеріал. Тому

ефективні навчальні програми мають будуватися на вже наявних знаннях і компетенціях, створюючи місток між відомим і новим [57].

Третій принцип пов'язаний з актуальністю тематики навчання. Дорослі виявляють найбільший інтерес до тих знань, які мають безпосереднє значення для їхнього професійного зростання чи вирішення конкретних життєвих завдань. Відповідно, навчальні матеріали повинні бути релевантними, практичними й наближеними до реальних ситуацій [50].

Четвертий принцип [58] підкреслює, що навчання дорослих є переважно проблемно-орієнтованим і завдання-центрованим. Тому звичне відтворення теоретичних відомостей є недостатнім. Ефективні освітні програми повинні стимулювати розвиток критичного мислення, заохочувати аналіз ситуацій і забезпечувати можливість практичного застосування отриманих знань.

Таким чином, чотири принципи андрагогіки слугують «дорожньою картою» для побудови сучасних програм навчання дорослих, орієнтованих на їхні потреби, досвід і життєві цілі [59]. Вони створюють основу для організації гнучкого, практично спрямованого й мотивуючого освітнього процесу.

Теорія трансформаційного навчання, запропонована американським дослідником Джеком Мезіроу [143] наприкінці ХХ століття, стала одним із найважливіших концептуальних надбань у сфері освіти дорослих. Її поява була зумовлена потребою пояснити, чому деякі освітні процеси призводять не просто до накопичення нових знань, а до глибинної зміни мислення, цінностей та поведінки людини. Мезіроу розглядав навчання дорослих як процес, у якому відбувається перегляд і трансформація світогляду, що робить людину більш здатною до критичного мислення, усвідомленого вибору та адаптації до складних життєвих ситуацій [61]. У центрі цієї концепції знаходиться поняття рамок референцій (*frames of reference*), тобто структур переконань, установок і цінностей, які визначають спосіб, у який людина інтерпретує власний досвід. Ці рамки формуються під впливом культури, соціалізації та попередніх подій і виступають своєрідними «фільтрами» сприйняття реальності. З одного боку,

вони забезпечують цілісність та послідовність у діях людини, а з іншого – можуть обмежувати розвиток і заважати відкритості до нових ідей. Саме тому Мезіроу підкреслював, що справжнє навчання відбувається тоді, коли людина здатна критично переглядати власні рамки референцій, роблячи їх більш всеосяжними, інклюзивними та інтегрованими [101].

Важливим механізмом у цьому процесі є критична рефлексія, яка відрізняється від звичайного осмислення досвіду тим, що спрямована не лише на аналіз подій, а й на усвідомлення та оцінку припущень, що лежать в їх основі. Критичне ставлення до власних переконань дозволяє виявити обмеження, упередження чи культурні стереотипи, які раніше залишалися непоміченими. Як зазначав Мезіроу, саме завдяки такій рефлексії доросла людина здатна перейти від некритично прийнятих переконань до нових підходів, що краще відповідають складності сучасного світу [102]. Водночас дослідники наголошують, що зміна не є одномоментною: вона розгортається як тривалий процес, який вимагає часу, внутрішньої готовності й часто пов'язаний із відчуттям непевненості та дискомфорту [143].

Не менш значущим аспектом трансформаційного навчання є його соціальний характер. Людина не завжди здатна самостійно поставити під сумнів власні переконання, і тому ключову роль відіграє спілкування з іншими. У взаємодії та дискусіях учень отримує можливість зіставляти власні погляди з альтернативними, обмінюватися досвідом, аналізувати аргументи та докази. Саме завдяки діалогу відбувається верифікація нових ідей, а також усвідомлення того, що особисті сумніви і пошуки є частиною ширшого соціального процесу [144]. Це робить трансформаційне навчання не лише індивідуальним, а й колективним явищем, у якому соціальне середовище стає важливим каталізатором змін.

Мезіроу також описав послідовність етапів, через які зазвичай проходить дорослий у процесі навчальної трансформації. Вона починається з дезорієнтуючої дилеми – ситуації, що ставить під сумнів звичні уявлення й

створює когнітивний дисонанс. Далі слідує критичний самоаналіз, оцінка власних припущень, пошук альтернативних точок зору, планування дій та набуття нових знань і навичок. Важливим етапом є апробація нових моделей поведінки у практиці, що поступово формує впевненість у власних силах та веде до інтеграції нових переконань у життя [156]. Таким чином, трансформаційне навчання є не короткочасною подією, а динамічним процесом, що охоплює як когнітивні, так і емоційні виміри.

Практичне застосування цієї моделі в освіті й професійному розвитку демонструє її ефективність. Наприклад, у медсестринській освіті трансформаційне навчання дозволяє студентам переосмислити власні уявлення про пацієнтів, етичні аспекти професії та професійну ідентичність. Дослідження показують, що саме критична рефлексія у поєднанні з обговоренням клінічних випадків веде до глибших змін у професійному становленні, ніж традиційне передавання знань [49]. Подібні результати спостерігаються й у сфері бізнес-освіти, де трансформаційний підхід сприяє розвитку лідерських навичок і вмінню працювати в умовах невизначеності. У громадянській освіті він допомагає формувати критичне мислення й активну громадянську позицію, необхідні для участі у суспільному житті [156].

Таким чином, модель трансформаційного навчання Дж. Мезіроу [101] пропонує цілісне розуміння процесу освіти дорослих як глибинної зміни мислення. Її сутність полягає у здатності людини критично переглядати власні переконання та у взаємодії з іншими знаходити нові смисли й підходи. Це робить трансформаційне навчання потужним інструментом не лише професійного, а й особистісного розвитку, адже воно формує готовність до змін, відкритість до альтернативних точок зору та відповідальність за власні рішення. У сучасному світі, де швидкість соціальних і технологічних трансформацій зростає, значення цієї моделі лише посилюється, адже вона забезпечує дорослій людині можливість не просто пристосовуватися, а й активно переосмислювати реальність і творити нову якість життя.

Теорія експериментального навчання Девіда Колба (*Experiential Learning Theory*) [14] з'явилась у 1980-х роках та має глибоке теоретичне підґрунтя. Зокрема, Джон Дьюї наголошував на значенні досвіду та діяльності як основи навчання, Жан Піаже розробив концепцію когнітивного розвитку через асиміляцію й акомодацию, а Курт Левін створив модель циклічної динаміки групового навчання. Колб інтегрував ці підходи у власній моделі, підкреслюючи, що навчання є «процесом, у ході якого знання створюється через трансформацію досвіду» [124].

У центрі цієї концепції знаходиться чотириступеневий цикл навчання, що описує, як доросла людина перетворює досвід на знання й компетентність. Першим етапом є конкретний досвід (*concrete experience*) [70]. Це може бути участь у новій діяльності, виконання завдання або зіткнення з проблемою, яка потребує розв'язання. На цьому етапі важливе занурення у ситуацію: навчання починається не з теорії, а з практики [29; 124].

Другим етапом є рефлексивне спостереження (*reflective observation*) [85]. Тут відбувається зупинка навчання та аналіз попереднього досвіду. Студент розглядає, що саме сталося, які були результати, які емоції та думки супроводжували процес. Важливо не лише пригадати подію, а й критично оцінити її, спостерігати за власними реакціями та можливими альтернативними підходами. Університет Флориди підкреслює, що цей етап дозволяє учневі «перетворити подію на джерело знань через усвідомлене споглядання» [29].

Третя стадія циклу – абстрактна концептуалізація (*abstract conceptualization*). Вона полягає у переході від спостережень до формування узагальнень, понять чи моделей. Дорослий студент намагається пояснити, чому досвід відбувся саме так, які чинники вплинули на результат, які принципи можна виділити. Це може включати створення нових гіпотез або інтеграцію побаченого з наявними теоретичними знаннями. Колб зазначав, що саме на цьому етапі «особистий досвід стає знанням, здатним до перенесення в інші контексти» [84].

Четвертий етап – активне експериментування (active experimentation). Це момент, коли нові ідеї чи концепти перевіряються у практичній діяльності. Учень застосовує їх до нових завдань, адаптує до інших ситуацій, оцінює ефективність. Експериментування створює новий досвід, який стає вихідною точкою наступного циклу. Таким чином, модель Колба є не лінійною, а циклічною (Рис. 1.2.3): завершення одного етапу запускає новий виток розвитку [124; 154].



Рис. 1.2.3. Циклічність моделі навчання Колба. Перекладено та створено самостійно на основі [124].

Завдяки цьому підходу навчання набуває безперервного характеру, де практика й теорія постійно взаємодіють. Якщо процес обмежується лише однією або двома стадіями, він втрачає ефективність. Наприклад, рефлексія без експериментування залишається суто теоретичною, а дія без рефлексії ризикує бути механічною та непродуктивною [70].

На основі цієї моделі Колб виокремив чотири стилі навчання (Рис. 1.2.4), що відображають індивідуальні відмінності у способах засвоєння знань. Конвергентний стиль характерний для тих, хто схильний застосовувати ідеї для практичного вирішення завдань. Дивергентний стиль орієнтується на

генерацію ідей та креативність, використовуючи силу спостереження й уяви. Асимілятивний стиль тяжіє до аналізу та теоретичних моделей, віддаючи перевагу концептуалізації перед практикою. Акомодативний стиль навпаки базується на дії, інтуїції та готовності до ризику [124]. Ця типологія допомагає викладачам і тренерам адаптувати навчальні програми до різних груп учнів, а самим учням – усвідомлювати власні сильні сторони у процесі навчання.

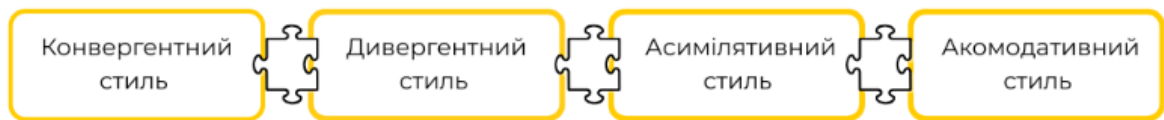


Рис. 1.2.4. Чотири стилі навчання Колба.

Складено самостійно на основі [84]

Практична значущість моделі Колба підтверджується її використанням у різних сферах. У медичній освіті вона допомагає студентам поєднувати клінічний досвід із теоретичними знаннями. Зокрема, дослідження Wijnen-Meijer [158] демонструє, що впровадження циклу Колба у програмах розвитку викладачів медицини підвищує їхню здатність інтегрувати практику, теорію та симуляційні методи. У сфері бізнес-освіти модель застосовується для розвитку лідерства, умінь приймати рішення та працювати в умовах невизначеності. У громадянській освіті цикл Колба використовується як інструмент формування критичного мислення й активної громадянської позиції, оскільки поєднує особистий досвід учасників з колективною рефлексією та подальшими діями.

Популярність цієї моделі пояснюється її універсальністю: вона підходить як для формальної, так і для неформальної освіти, для академічних курсів і корпоративних тренінгів. Проте теорія Колба не позбавлена критики. Деякі дослідники зазначають, що модель є занадто загальною та не враховує соціокультурних чинників, які впливають на навчання. Інші вказують, що не всі учні однаково успішно проходять через усі стадії циклу [29; 124]. Незважаючи на це, теорія залишається однією з найбільш впливових, оскільки вона поєднує практичний досвід і когнітивні процеси в єдину систему.

Таким чином, експериментальне навчання Девіда Колба розкриває навчання як динамічний процес, у якому знання формується через послідовну взаємодію досвіду, рефлексії, концептуалізації та експерименту. Ця модель забезпечує баланс між практикою та теорією, індивідуальними відмінностями та універсальними закономірностями навчання. Вона зберігає актуальність у сучасному освітньому просторі, оскільки відповідає потребам дорослих учнів у гнучкому, адаптивному та досвідно орієнтованому підході до розвитку.

Ідея самонаправленого навчання (*self-directed learning, SDL*) [95] розвивалася впродовж другої половини XX століття і була сформульована низкою дослідників, серед яких особливе місце займають Малкольм Ноулз (Malcolm Knowles), Алан Тауг (Allen Tough) та Пітер Кенді (Philip Candy). Усі вони наголошували, що дорослі учні здатні і повинні брати на себе відповідальність за процес власного навчання, визначати його цілі, методи та ресурси [107].

Малкольм Ноулз, відомий як «батько андрагогіки», визначав самонаправлене навчання як процес, у якому «особи ініціюють, з чиеюсь допомогою або без неї, діагностику власних потреб у навчанні, формулюють навчальні цілі, ідентифікують ресурси для навчання, обирають та реалізують відповідні стратегії, а також оцінюють результати» [28]. Для нього самонаправлене навчання є логічним продовженням принципів андрагогіки: дорослі характеризуються внутрішньою мотивацією, прагненням до самореалізації та потребою у контролі над власним розвитком.

Вагомий внесок у розвиток теорії зробив канадський дослідник Алан Тауг, який у книзі *The Adult's Learning Projects* (1971) [142] представив результати досліджень навчальних проектів дорослих. Він виявив, що більшість дорослих щорічно ініціюють кілька самостійних проектів навчання, які охоплюють різні сфери життя – від професійної підготовки до особистісного розвитку. Важливо, що ці проекти організуються самими

дорослими без формального керівництва з боку викладача, що підтверджує природну схильність дорослих до автономного навчання [95].

Подальший розвиток концепції здійснив Пітер Кенді, який у монографії *Self-Direction for Lifelong Learning* (1991) [95] наголосив на зв'язку самонаправленого навчання з ідеєю безперервної освіти. На його думку, *self-directed learning* є не лише індивідуальним процесом, а й необхідною умовою для адаптації особистості у світі, що швидко змінюється. Кенді підкреслював, що здатність до самонаправленого навчання є ключовою компетентністю для сучасної людини, яка прагне до професійного та особистісного зростання в умовах глобальних трансформацій [95].

Спільною для цих підходів є ідея автономії дорослого учня. Самонаправлене навчання передбачає активну позицію студента, який самостійно визначає, чому, як і коли навчатися. Це означає відхід від традиційної моделі, де викладач є центральною фігурою, до моделі, у якій дорослий бере на себе основну відповідальність за власний розвиток. Дослідження показують, що така форма навчання сприяє підвищенню мотивації, розвитку навичок критичного мислення та формуванню здатності до саморегуляції [142].

Попри численні переваги, концепція SDL не позбавлена викликів. Дослідники вказують, що не всі дорослі однаково готові до автономного навчання: воно вимагає високого рівня самодисципліни, навичок планування та доступу до ресурсів. Крім того, успішність самонаправленого навчання залежить від соціального та культурного контексту. Як зазначає Brookfield, навіть найбільш мотивовані учні можуть потребувати підтримки з боку наставників або навчального середовища, яке сприяє їхній автономії [25].

Застосування концепції SDL простежується у різних галузях. У вищій освіті вона використовується для розвитку навичок дослідницької роботи та критичного мислення. У професійній підготовці самонаправлене навчання стає основою для підвищення кваліфікації, коли працівники самостійно визначають

сфери компетентності, які потребують удосконалення. У сфері неформальної освіти SDL реалізується через онлайн-курси, відкриті освітні ресурси та самоосвітні практики, що дають можливість дорослим гнучко поєднувати навчання з роботою й особистим життям.

Таким чином, концепція самонаправленого навчання, розроблена Knowles, Tough та Candy, розкриває одну з ключових характеристик освіти дорослих – здатність і готовність брати відповідальність за власний розвиток. Вона поєднує прагнення до автономії з вимогами сучасного суспільства до безперервного навчання та формує основу для ефективної реалізації принципів навчання упродовж життя.

Ситуативне навчання розглядає пізнання не як ізольований внутрішній процес [106], а як соціально вбудовану діяльність: люди навчаються, беручи участь у спільній практиці, де значення, знання й уміння творяться і перевіряються у взаємодії з іншими [60]. Вихідним припущенням є те, що залучення до соціальної практики становить фундаментальний механізм навчання дорослих, а отже, одиницею аналізу стає не індивід сам по собі й не інституція, а спільнота практики (*community of practice, CoP*), у межах якої відбувається колективне виробництво знання. У цьому баченні навчання – це процес участі і водночас становлення ідентичності як члена спільноти, а не лише засвоєння набору абстрактних знань [87].

Класичне формулювання цієї оптики подали Дж. Лейв та Е. Венгер у праці про «легітимне периферійне залучення» (*legitimate peripheral participation, LPP*): новачки входять у спільноту через периферійні, але визнані форми участі, поступово опановують репертуар практик і набувають повноправного членства. Така траєкторія передбачає доступ до артефактів, завдань, інструментів, мови та взаємодій, які роблять практику «видимою» й доступною для поступового освоєння. LPP описує не передачу знань від «носія» до «споживача», а включення в живу соціально-культурну діяльність, де навчання і робота нерозривні [87].

Подальший розвиток теорії у книзі Е. Венгера зосереджено на трьох взаємопов'язаних вимірах спільноти практики: домен (спільний предмет зацікавлення й компетентності), спільнота (відносини взаємодії та взаємної участі) та спільна практика (репертуар інструментів, історій, способів дії, «мовлення» практики). Люди вчаться, беручи участь у цих взаєминах, і формують ідентичність, співтворячи значення та підтримуючи «спільний репертуар» (shared repertoire). Таке бачення дозволяє пояснити, як знання циркулює, закріплюється в артефактах, як виникають «межові» ролі (brokers) та перетоки між спільнотами [152].

Ситуативна перспектива має і методологічний наслідок для освіти: автентичні контексти діяльності є принциповими для формування знань. Критика «де-контекстуалізованого» навчання полягає у тому, що відірване від реальної практики подання понять обмежує їх перенесення в дію. Натомість у спільноті практики поняття «прив'язані» до діяльності, інструментів і мовних ігор, у яких вони набувають сенсу. Тому ефективно навчання організовується як участь у реальній чи наближеній до реальної практиці (через стажування, наставництво, моделювання, «когнітивне учнівство»), де розуміння формується через спільне розв'язання завдань [153]. У прикладних полях насамперед у професійній медичній освіті цю рамку використовують для дизайну навчальних середовищ, де клінічні ротації, міжпрофесійні команди, симуляції та розбори випадків виступають спільнотами практики, а студенти просуваються від периферійної участі (спостереження, асистування) до відповідальнішої участі (самостійне виконання під наглядом). Огляд досліджень показує, що посилення участі в community of practice корелює з розвитком професійної ідентичності та здатністю переносити знання між ситуаціями [93].

Разом із тим автори наголошують: участь має бути «легітимною» – тобто соціально/організаційно визнаною та підтриманою. Обмежений доступ до артефактів, непрозорі правила входження, «замкнутість» групи можуть

блокувати навчальні траєкторії новачків. Тому організаційні умови (відкритість практик, наставництво, репертуар спільних інструментів, механізми зворотного зв'язку) ключові для того, щоб периферійна участь справді ставала траєкторією до повноправності [27].

З огляду на це, освітні інтервенції у парадигмі ситуативного навчання мають проєктуватися як організація доступу до спільнот практики (навчальні клініки, студії, майстерні, практикуми, професійні мережі), де студенти й молоді фахівці дійсно виконують роботу спільноти хай спочатку в мінімально ризикованих сегментах – і поступово несуть більше відповідальності. Так забезпечується безперервність циклу: периферія → кооперація → автономія, упродовж якого знання одночасно «втілюється» в дію й «осмислюється» в дискурсі спільноти [108].

1.3. Складнощі в навчанні дорослих та способи їх подолання

Навчання дорослих супроводжується низкою специфічних труднощів, що відрізняють його від освітнього процесу дітей та молоді. Однією з найпоширеніших проблем є дефіцит часу [48]: більшість дорослих поєднують навчання з професійними обов'язками, сімейним життям та іншими соціальними ролями. Це призводить до нерегулярності занять, зниження ефективності сприйняття нового матеріалу та підвищеного ризику передчасного припинення навчання.

Ще однією суттєвою складністю є обмеженість ресурсів – як матеріальних [52] (вартість навчальних програм, доступ до технічного обладнання, спеціалізованих програм), так і когнітивних (емоційна втома, перевантаження інформацією). Дорослі учні часто стикаються з потребою балансувати між навчанням і відпочинком, щоб уникнути вигорання.



Рис. 1.3.1. Складнощі навчання дорослих та способи подолання.

Складено самостійно.

Крім того, важливим фактором є самодисципліна та саморегуляція [136]. На відміну від традиційної шкільної системи, де навчальний процес суворо структурований, дорослі мають самостійно визначати темп, послідовність і методи навчання. Недостатній рівень організованості або відсутність підтримки може призводити до відкладання навчальних завдань, втрати мотивації чи незавершення курсу. Суттєву роль відіграють і непередбачувані обставини – зміни графіка на роботі, сімейні кризи, переїзди, хвороби, фінансові труднощі[4; 136]. Вони можуть змусити перервати навчання або знизити його інтенсивність, навіть якщо є бажання продовжувати.

Подолання цих труднощів можливе завдяки поєднанню внутрішньої мотивації та зовнішньої підтримки. Внутрішня мотивація формується через усвідомлення практичної цінності знань, постановку чітких цілей і бачення перспективи особистісного або професійного зростання. Зовнішня підтримка може реалізовуватися через наставництво, створення груп взаємопідтримки, залучення сім'ї або колег, а також використання гнучких освітніх форматів – онлайн-курсів, мікронавчання, змішаного навчання.

Окрім уже зазначених бар'єрів, навчання дорослих ускладнюється низкою додаткових психологічних, соціальних та когнітивних чинників, які суттєво впливають на динаміку і якість освітнього процесу. Одним із таких чинників є зниження впевненості у власних навчальних можливостях. Багато дорослих

учнів переживають страх показати недостатній рівень компетентності, боязнь припуститися помилки або виглядати непрофесійно перед іншими. Цей страх часто посилюється попереднім негативним досвідом навчання або переконанням, що «вчитися в дорослому віці вже пізно». Як показують дослідження Меррієм та Кеффали, дорослі реагують на навчальні невдачі емоційно гостріше, ніж молодь, що може спричиняти уникання складніших завдань, небажання задавати питання та зниження активності у групових формах роботи.

Ще однією поширеною труднощами є наявність усталених моделей мислення та сформованих способів дії, що інколи вступають у суперечність із новими знаннями. Дорослий студент приходить у навчальне середовище з певним багажем досвіду, який водночас є її ресурсом і бар'єром. З одного боку, досвід надає можливість швидше інтегрувати нову інформацію, але з іншого – створює інерцію, що гальмує прийняття інноваційних підходів, нових технологій чи альтернативних методів розв'язання професійних ситуацій. Опір змінам може бути як свідомим (коли дорослий учень ставить під сумнів актуальність нових знань), так і несвідомим, проявляючись у труднощах із перенесенням нових навичок у практику.

Суттєву роль відіграють також емоційні бар'єри. Дорослі студенти часто навчаються в умовах хронічного стресу, високої відповідальності та постійного тиску з боку роботи й сімейних обставин. Це може призводити до зниження мотивації, труднощів у концентрації уваги, підвищеної тривожності та швидкого виснаження. Емоційна нестійкість у поєднанні зі складними навчальними завданнями нерідко спричиняє відчуття перевантаження, фрустрацію або сумніви щодо власної здатності успішно завершити курс.

Варто врахувати і соціальні фактори. Деякі дорослі відчувають недостатню підтримку з боку сім'ї чи колег, що іноді спричиняє конфлікт інтересів або нерозуміння з боку оточення. Наявність упереджень – наприклад,

стереотипів щодо вікових обмежень у навчанні або недовіри до нових освітніх форматів також може стати стримувальним чинником.

Окрему групу труднощів становлять технічні та цифрові бар'єри. У світі, де значна частина навчання переходить у цифровий формат, обмежена цифрова грамотність, невпевненість у користуванні онлайн-платформами, складність роботи з програмним забезпеченням або нестача технічних ресурсів можуть істотно гальмувати прогрес. Ці труднощі особливо помітні серед дорослих, чий професійний шлях довгий час не був пов'язаний із технологіями.

Важливим фактором є відсутність сформованих стратегій навчання. Дорослі учні, які давно не навчалися у формальному освітньому середовищі, можуть не володіти навичками ефективного читання, виділення ключової інформації, побудови плану опрацювання великих обсягів матеріалу або організації простору для навчання. Відсутність таких стратегій призводить до нераціонального використання часу, хаотичного засвоєння знань і відчуття постійного «не встигаю».

Успішне подолання бар'єрів навчання дорослих передбачає системний підхід, що включає раціональне планування часу, застосування активних методів навчання, регулярну самооцінку прогресу, врахування можливих форс-мажорних ситуацій та створення сприятливого психологічного клімату [4]. Особливо ефективними виявляються стратегії, які передбачають поступове структурування власної освітньої траєкторії, використання цифрових інструментів самоорганізації, а також розподіл навчальних завдань на невеликі, досяжні етапи, що підтримують відчуття прогресу і знижують ризик демотивації. У результаті якісне освітнє середовище, що враховує особливості дорослого учня, здатне компенсувати більшість бар'єрів і забезпечити стабільний та ефективний розвиток компетентностей.

1.4. Формати та середовища навчання дорослих

Сучасна освіта дорослих охоплює широкий спектр форматів і навчальних середовищ, які відрізняються ступенем структурованості, рівнем автономії

учня, тривалістю та інтерактивністю. Усі ці формати виникли як відповідь на потребу дорослих поєднувати навчання з професійними, сімейними та соціальними обов'язками, а також на вимоги ринку праці, що швидко змінюється. Кожен із них виконує власну функцію у розвитку компетентностей і реалізує різні принципи андрагогіки [83; 86; 95; 107]. Огляд форматів навчання з окресленими перевагами та обмеженнями подано в таблиці 1.2.

Таблиця 1

Формати навчання та їх ключові переваги й недоліки

Формат / середовище	Означення	Коли доречно обирати	Переваги	Недоліки
Формальна освіта	Стандартизовані програми з підсумковою атестацією (університет, сертифікатні програми)	Для офіційної кваліфікації та кар'єрного зростання	Визнані дипломи, системність	Висока вартість, фіксований темп
Неформальна освіта	Структуроване навчання поза формальною системою (курси, тренінги)	Апскіл/рескіл, вузькі компетенції	Гнучкість, практичність	Різна якість, не завжди є сертифікація
Інформальне навчання	Самоосвіта в повсякденному житті та на роботі	«На ходу», під конкретну задачу	Дешево, швидко, під потребу.	Відсутність структури й верифікації
Онлайн-асинхронне	Відео/модулі у власному темпі (МООС, записи)	Поєднання з роботою, віддаленість	Максимальна гнучкість	Потребує самодисципліни
Змішане (blended)	Поєднання онлайн і офлайн	Коли важлива і практика, і гнучкість	Баланс теорії/ практики	Складніша організація
Навчання на робочому місці (OJT, shadowing)	Навчання під час виконання роботи	Впровадження нових процесів/інструментів	Реальні кейси, швидкий трансфер у практику	Залежність від наставників і їхнього часу
Спільноти практики (CoP)	Професійні спільноти для обміну досвідом	Для сталого розвитку компетенцій	Колективне знання, мережа контактів	Потребує активної участі.
Коучинг/менторство	Індивідуальна підтримка та супровід	Лідерство, кар'єрні переходи	Персоналізація, якісний фідбек	Вартість та доступність експертів.
Problem-Based Learning (PBL)	Робота з реальними проблемами та кейсами	Лідерство, кар'єрні переходи	Глибоке розуміння, навички вирішення	Вимагає якісних кейсів і фасилітації
Self-Directed Learning (SDL)	Самостійне планування, реалізація та оцінювання навчання	Лідерство, кар'єрні переходи	Максимальна релевантність і темп	Ризик фрагментарності без чіткого плану
Експериментальне/досвідне навчання (Колб)	Цикл: досвід → рефлексія → концепція → експеримент	Лідерство, кар'єрні переходи	Закріплення через дію й рефлексію	Потребує часу на рефлексію
Кейс-метод	Аналіз реальних ситуацій з обговоренням	Лідерство, кар'єрні переходи	Розвиток аналізу та ухвалення рішень	Якість кейсів критична
Симуляції / VR / AR	Безпечне відпрацювання навичок у моделюваних середовищах	Лідерство, кар'єрні переходи	Висока залученість, безпечне тренування	Вартість, технічні вимоги
Мікронавчання та мікрокреденшили	Короткі модулі з бейджами/сертифікатами	Лідерство, кар'єрні переходи.	Швидкий результат, гнучкість	Ризик поверхневості без подальшої підтримки
Воркшопи/майстер-класи, вебінари	Короткі інтенсиви з практикою та обміном	Лідерство, кар'єрні переходи.	Швидкий результат, гнучкість.	Короткотривалість ефекту без подальшої підтримки

Складено самостійно на основі [81; 84; 99; 132; 144].

Формальна освіта залишається найбільш структурованим та нормативно впорядкованим видом навчання. Вона реалізується через університети, коледжі або інститути підвищення кваліфікації, де освітній процес будується за затвердженими програмами та завершується офіційним документом – дипломом чи сертифікатом [107]. Для дорослих це часто програми другої вищої освіти, магістратури або професійної перепідготовки. Попри жорстку структуру, формальна освіта increasingly адаптується до потреб зрілих учнів завдяки модульності, вечірнім і дистанційним форматам, що дають змогу навчатися без відриву від роботи.

Неформальна освіта – організоване, але неофіційне навчання, яке не веде до здобуття державного диплома, проте є надзвичайно важливим у розвитку практичних навичок. Сюди належать корпоративні тренінги, професійні курси, короткотривалі програми підвищення кваліфікації, майстер-класи, навчання на онлайн-платформах [105]. Неформальна освіта найчастіше відповідає на потребу швидкого і цільового здобуття компетентностей, підлаштовуючись під конкретні професійні виклики дорослих.

Інформальне навчання – найменш структурований тип, що відбувається природно у повсякденній діяльності: під час самоосвіти, спілкування з колегами, виконання нових завдань, перегляду відео чи читання статей. Алан Тауг ще у 1970-х роках довів, що дорослі отримують найбільше знань не на курсах, а через самоорганізоване навчання [83]. Цей тип є основою професійного розвитку протягом усього життя та забезпечує безперервне оновлення компетентностей.

Завдяки цифровим технологіям важливе місце посіло онлайн-асинхронне навчання. Його головною перевагою є повна гнучкість: учень сам обирає час, темп та інтенсивність опрацювання матеріалів. Відеолекції, інтерактивні вправи, тести та форуми роблять цей формат особливо привабливим для дорослих, які не можуть відвідувати заняття у фіксований час. Асинхронні

курси підтримують принципи андрагогіки, адже дозволяють дорослим самим керувати власним навчанням.

Змішане навчання (blended learning) поєднує онлайн-компонент із очними зустрічами [84]. Цей формат зберігає гнучкість дистанційної освіти, але водночас забезпечує живу комунікацію, міжособистісну підтримку та можливість практики в аудиторії. Для дорослого учня, який потребує як самостійності, так і соціальної взаємодії, blended learning часто є оптимальним варіантом.

Важливу роль у професійному розвитку відіграє навчання на робочому місці – ОJT (on-the-job training) та shadowing. У цьому форматі нові знання здобуваються безпосередньо у процесі виконання реальних завдань, часто під супроводом більш досвідченого колеги. Shadowing передбачає спостереження за роботою експерта з подальшим поступовим переходом до самостійного виконання завдань. Це один із найефективніших шляхів навчання дорослих, адже забезпечує максимально швидке застосування знань у практиці [138].

Ще одним важливим середовищем розвитку дорослих студентів є спільноти практики (Communities of Practice). Це групи професіоналів, які регулярно обмінюються досвідом, обговорюють складні випадки, діляться матеріалами та підтримують один одного у професійному зростанні. За концепцією Етьєна Венгера, саме участь у таких спільнотах формує професійну ідентичність і забезпечує глибоке засвоєння знань через соціальну взаємодію [65; 76].

Персоналізованої підтримки та розвитку навичок дорослі часто досягають через коучинг і менторство. Ментор допомагає опанувати конкретну професійну сферу, передаючи власний досвід, тоді як коуч супроводжує людину в досягненні особистих або кар'єрних цілей. Обидва формати створюють безпечне середовище, де дорослий учень може отримати індивідуальний зворотний зв'язок, працювати над бар'єрами та розвивати саморефлексію.

Проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning) спрямоване на розв'язання реальних або симульованих професійних задач [39]. У цьому підході дорослі не просто опановують матеріал, а працюють з конкретними кейсами, аналізують дані, генерують рішення і вчаться критичного мислення. Цей формат ідеально відповідає природі дорослого учня, який найбільш ефективно навчається через практичну діяльність.

Самоспрямоване навчання (Self-Directed Learning) є ключовою характеристикою зрілого учня у моделі Малкольма Ноулза [83; 85]. У цьому форматі дорослий повністю керує власним процесом навчання – визначає цілі, підбирає ресурси, оцінює прогрес. Це не просто метод, а стиль навчання, який відповідає автономності, життєвому досвіду та мотиваційній структурі дорослих.

Важливу роль відіграє і експериментальне, або досвідне навчання, описане Девідом Колбом [85]. Згідно з його моделлю, дорослий навчається через цикл: практичний досвід, рефлексія, концептуалізація та активне випробування нових рішень. Формати, що базуються на моделі Колба, особливо ефективні у професіях, де важливе набуття прикладних навичок.

Кейс-метод є адаптованим інструментом досвідного навчання. Він передбачає роботу з описаною ситуацією, яка імітує реальну професійну проблему. Дорослі аналізують умови, шукають альтернативи, обговорюють рішення, що сприяє розвитку критичного мислення та практичної мудрості.

Із поширенням цифрових технологій у навчальний процес активно інтегруються симуляції, VR та AR. Вони дозволяють створювати моделі професійних ситуацій, недоступних у реальному середовищі, наприклад, медичні маніпуляції, технічні процедури, виробничі процеси. Ці формати забезпечують глибоке занурення, максимальну наближеність до реального досвіду та значно підвищують якість практичної підготовки.

Мікронавчання та мікрокреденшили орієнтовані на короткі, концентровані модулі знань, які можна опанувати за кілька хвилин або годин.

Дорослі цінують цей формат за здатність вбудовувати навчання у короткі часові проміжки, а також за чітку практичну спрямованість кожного модуля.

Нарешті, важливу роль відіграють воркшопи, майстер-класи та вебінари – короткотривалі, інтенсивні освітні події, спрямовані на опанування конкретної навички або технології. Вони поєднують практичність, живу взаємодію і можливість одразу застосовувати отримані знання.

Середовища навчання дедалі частіше представлені глобальними освітніми платформами: Coursera, Udey, Skillshare, edX, LinkedIn Learning, що надають доступ до курсів провідних університетів і компаній, дозволяючи студентам обирати формат, складність і темп навчання. Таким чином, розвиток онлайн-освіти, змішаних форматів і мікронавчання створює основу для реалізації принципів андрагогіки, забезпечуючи дорослим учням гнучкість, доступність і практичну спрямованість освітнього процесу[3].

РОЗДІЛ 2

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ДОРΟΣЛИХ УЧНІВ ЦИФРОВОГО ГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

2.1. Цифрове моделювання як сучасна компетентність: професійний та освітній контексти

Цифрове моделювання у сучасних наукових дослідженнях розглядається як одна з базових компетентностей, що визначає здатність фахівця діяти в умовах цифрової трансформації суспільства та полягає у створенні й застосуванні комп'ютерних моделей для опису, аналізу та прогнозування процесів чи систем, що забезпечує більш точне розуміння структури та динаміки [88].

На відміну від традиційних методів, цифрові моделі дозволяють поєднувати експеримент, аналітику та візуалізацію, створюючи основу для ухвалення обґрунтованих рішень у професійній і освітній діяльності [43].

У професійному вимірі цифрове моделювання постає метакомпетентністю, яка поєднує технічні, аналітичні та комунікативні навички [137]. Моделювання виконує аналітичну функцію (дослідження складних систем), прогностичну (побудова сценаріїв розвитку), конструктивну (створення цифрових прототипів) та комунікативну (представлення результатів через візуалізацію). У сфері будівництва прикладом є впровадження BIM-технологій, які забезпечують багатofакторне проектування та координацію між учасниками процесу [8].

У сфері інженерії та промислового проектування 3D-моделювання стало фундаментом сучасних виробничих підходів, оскільки забезпечує повний цикл розробки виробу – від концептуальної моделі до цифрового прототипу й тестування в симуляційному середовищі [78; 150]. Значну роль тут відіграють технології цифрових двійників (digital twins), які дають змогу створювати високоточні віртуальні копії реальних об'єктів або процесів. Вони не тільки

відтворюють фізичні характеристики, але й інтегрують дані з датчиків, моделюють реальну поведінку об'єкта, дозволяючи прогнозувати його реакцію на зміну параметрів, навантаження чи зовнішніх умов [130]. Наприклад, цифрові двійники використовуються у машинобудуванні для тестування деталей без виготовлення фізичних зразків, у авіаційній галузі – для моделювання зношування матеріалів та оптимізації конструкцій, у транспортній інженерії – для перевірки аеродинамічних характеристик та безпечності. Сучасні дослідження підтверджують, що завдяки цифровим двійникам підприємства скорочують витрати на розробку, зменшують кількість помилок і підвищують загальну ефективність життєвого циклу продукту, що є ключовою рисою індустрії 4.0.

У будівельній галузі цифрове моделювання стало основою трансформації підходів до проєктування та управління інфраструктурними об'єктами. Технології BIM (Building Information Modeling) забезпечують створення єдиної інтегрованої моделі, яка поєднує архітектурні рішення, інженерні комунікації, дані про матеріали, кошторисні розрахунки, графіки будівництва та показники енергоефективності. Це дозволяє учасникам проєкту – архітекторам, інженерам, підрядникам, експертам із планування – працювати в єдиному середовищі та приймати узгоджені рішення. Завдяки BIM можна аналізувати конфлікти між елементами будівлі (collision detection), оптимізувати розміщення конструкцій, прогнозувати терміни та витрати. Належне використання BIM сприяє зменшенню проєктних ризиків, підвищенню прозорості взаємодії та покращенню якості кінцевого об'єкта. Дослідження Arcuri і Rossi (2022) підкреслюють, що ефективна робота з BIM передбачає не лише володіння цифровими інструментами, а й здатність до міждисциплінарної комунікації, лідерства в команді та прийняття стратегічних рішень.

У сфері медицини цифрове моделювання набуває ще більшої ваги, адже поєднує біомедичні дані [9; 159], 3D-візуалізацію та штучний інтелект. Віртуальні анатомічні моделі сьогодні використовуються для діагностики,

планування операцій, підготовки до складних хірургічних втручань та навчання медичних фахівців у симуляційних середовищах. Наприклад, 3D-моделі судинної системи дозволяють лікарям прогнозувати перебіг операції, оцінювати можливі ризики й обирати найефективніший метод лікування [147]. Розвиток технологій МРТ і КТ дає змогу створювати високоточні цифрові реконструкції тканин та органів, а симуляції – тестувати поведінку біологічних структур під час хірургічних маніпуляцій. У клінічних дослідженнях моделювання застосовується для прогнозування реакції організму на медикаментозне лікування та моделювання перебігу хвороб, що є складовою персоналізованої медицини. У навчанні медичних працівників цифрові симуляції зменшують ризики, дозволяють тренуватися у безпечних умовах та формують навички прийняття рішень у реальних ситуаціях.

В економіці цифрове моделювання застосовується для аналізу ризиків, оптимізації управлінських рішень та прогнозування ринкових тенденцій. У такому контексті моделювання інтегрується у поняття професійної цифрової компетентності, що включає технічний, методологічний та етичний складники [109].

В освітній практиці цифрове моделювання виконує взаємодоповнювальну роль, що охоплює як засіб навчання, так і результат сформованої компетентності, інтегрованої у сучасні стандарти цифрової грамотності [81]. У першому вимірі цифрове моделювання розглядається як інструмент організації пізнавальної діяльності, що дозволяє здобувачам освіти працювати з абстрактними або складними явищами через їх цифрові візуалізації, симуляції чи математичні моделі. Завдяки цьому навчання набуває дослідницького характеру: студенти аналізують структуру моделей, формують гіпотези, перевіряють їх у віртуальному експерименті та інтерпретують результати [120]. Дослідження О. Spirin, Y. Modlo, A. Yatsyshyn та S. Lytvynova [129] доводять, що використання комп'ютерного моделювання сприяє формуванню природничо-математичних компетентностей, оскільки поєднує теоретичні

поняття з практичними діями, стимулює критичне мислення й підсилює здатність аналізувати міжпредметні зв'язки. Застосування цифрового моделювання в освітньому процесі дає можливість організувати пізнавальний експеримент, у межах якого учень або студент стає активним дослідником. Наприклад, моделювання фізичних процесів у динамічних системах дозволяє перевіряти вплив окремих параметрів на поведінку моделі, виявляти причинно-наслідкові зв'язки та прогнозувати розвиток явищ. У біології та хімії цифрові моделі забезпечують можливість вивчати процеси, недоступні для звичайного експерименту через високі ризики, складність або відсутність лабораторного обладнання [129]. У математичній освіті моделювання сприяє розвитку просторового мислення та формуванню навичок роботи з абстракціями, оскільки дозволяє візуалізувати функції, багатовимірні дані й геометричні об'єкти [64; 151; 148]. Другим важливим аспектом є те, що цифрове моделювання виступає цільовою компетентністю, якої має досягти здобувач освіти відповідно до сучасних міжнародних рекомендацій та національних освітніх стандартів. Документи UNESCO (2018) та Європейської Комісії (DigComp, 2022) підкреслюють, що вміння створювати, аналізувати та використовувати цифрові моделі є однією зі складових цифрової грамотності громадян XXI століття [94]. У контексті реформування освіти це означає, що навчальні програми мають включати моделювання як ключовий компонент підготовки фахівців у галузях природничих наук, техніки, інженерії, математики та інформаційних технологій.

Більше того, цифрове моделювання стає невід'ємним елементом професійно орієнтованої підготовки у закладах вищої освіти. Оскільки сучасний ринок праці висуває вимоги до здатності працювати з великими даними, цифровими двійниками, 3D-візуалізацією та симуляційними платформами, освітні програми спрямовані на формування компетентностей, що охоплюють не лише використання готових моделей, але й створення власних. Це забезпечує готовність випускників до роботи в умовах цифрової

економіки, взаємодії з автоматизованими системами та застосування аналітичного інструментарію у професійній діяльності.

Для освітніх закладів цифрове моделювання також відкриває можливості формування інтегрованих курсів, у яких поєднуються елементи інформатики, математики, фізики, інженерії, мистецтва та дизайну. Така міждисциплінарність відповідає тенденціям STEAM-освіти та дозволяє навчати студентів комплексності реальних процесів, де технічні, творчі й аналітичні компоненти взаємодіють у єдиному середовищі. Моделювання у цьому контексті виступає універсальною мовою опису реальності, що дозволяє одночасно розвивати логічне мислення, просторову уяву, інженерний підхід і цифрову грамотність [129].

Значущість цифрового моделювання зростає також у контексті компетентнісного підходу до освіти [137]. Оскільки компетентність передбачає не лише знання, але й здатність застосовувати їх на практиці, моделювання виступає ефективним засобом формування саме практичної складової навчання. Робота з цифровими моделями сприяє розвитку рефлексивності, уміння аналізувати власні дії, оцінювати результати та коригувати стратегії діяльності. Ці навички є критично важливими у контексті підготовки фахівців, здатних працювати в умовах невизначеності й технологічних змін.

Водночас цифрове моделювання – це не лише інструмент і не лише компетентність, але й елемент цифрової культури сучасного освітнього процесу. Воно формує в учнів та студентів здатність працювати у віртуальних середовищах, інтерпретувати цифрові дані, взаємодіяти з симульованими просторами і розуміти, як цифрові об'єкти відтворюють реальні системи [73]. У педагогічній освіті така підготовка є особливо важливою, оскільки майбутні вчителі мають бути готовими не лише використовувати моделі, але й навчати інших працювати з ними, інтегрувати моделювання у навчальний процес і формувати елементи цифрової наукової грамотності в учнів.

Отже, подвійна роль цифрового моделювання в освіті як методу й як результату зумовлює його стратегічне значення у формуванні компетентностей XXI століття. Воно забезпечує розвиток дослідницьких умінь, критичного мислення, творчого підходу та цифрової грамотності, одночасно виступаючи фундаментом професійної підготовки фахівців, здатних діяти в умовах цифрової трансформації суспільства.

Для педагогічних спеціальностей ця компетентність має особливе значення: майбутні вчителі повинні не лише володіти навичками моделювання, але й уміти інтегрувати їх у навчальний процес, формуючи в учнів готовність до роботи з цифровими симуляціями [122; 168].

Отже, цифрове моделювання можна визначити як міждисциплінарну компетентність, яка поєднує технічні та методологічні вміння і забезпечує ефективність як професійної діяльності, так і освітнього процесу. У професійному контексті воно сприяє підвищенню якості рішень та зменшенню ризиків, а в освітньому – формуванню інноваційного мислення та готовності до викликів цифрової доби. Його системне впровадження відповідає сучасним міжнародним рамкам цифрової компетентності [73; 137] та є необхідною умовою підготовки конкурентоспроможних фахівців.

2.2. Програма Blender: характеристика, навчальний потенціал для новачків

Blender – це сучасний програмний комплекс для створення тривимірної графіки, що поєднує у собі повний цикл 3D-виробництва: від моделювання та текстурування до анімації, симуляцій і фінального рендерингу. Його унікальним доповненням рисою є відкрита ліцензія GNU GPL, що забезпечує безкоштовний доступ до всіх функцій без жодних обмежень. Це робить програму особливо привабливою для навчання, оскільки студенти та початківці можуть опановувати професійний інструмент без додаткових витрат [18].

Функціональні можливості Blender охоплюють широкий спектр завдань. Серед них: полігональне моделювання, цифрова скульптура, створення

матеріалів на основі вузлів (shader nodes), побудова анімацій із використанням ключових кадрів та інверсної кінематики, фізичні симуляції (тканини, рідини, частинки, волосся), а також робота з потужними рендер-двигунами Cycles і Eevee [16; 20; 90]. Крім того, програма містить вбудований нелінійний редактор відео та композитор, що дозволяє здійснювати постобробку матеріалу без використання стороннього ПЗ [21]. Завдяки цьому Blender часто називають універсальним рішенням для візуалізації, яке не поступається дорогим комерційним продуктам. У порівнянні з іншими програмними засобами для 3D-графіки Autodesk Maya [12], 3ds Max [11], Cinema 4D [32], Houdini [123] Blender має кілька очевидних переваг:

- безкоштовність та відкритий код, що стимулює інновації й розвиток екосистеми користувачів;
- висока частота оновлень і модернізацій: Blender Foundation випускає кілька основних релізів щороку, активно впроваджуючи нові інструменти відповідно до запитів індустрії;
- кросплатформність: програма стабільно працює на Windows, macOS і Linux, що дозволяє інтегрувати її у різні навчальні середовища [8].

Особливу цінність Blender має у контексті освітнього процесу. Його навчальний потенціал зумовлений декількома чинниками. По-перше, це доступність і відкритість: програма не потребує ліцензійних платежів, що усуває фінансові бар'єри для навчання [73]. По-друге, універсальність функцій дозволяє початківцям відразу працювати з повним виробничим циклом – від простих геометричних форм до фінальної анімації. По-третє, потужна спільнота користувачів і розробників сприяє створенню великої кількості освітніх ресурсів: офіційних курсів, онлайн-туторіалів, відеоінструкцій, що дає змогу формувати індивідуальні траєкторії навчання [17]. Окрім цього, Blender органічно інтегрується у сучасні педагогічні підходи. У межах концепції STEM-освіти його використання дозволяє поєднувати знання з геометрії, фізики та інформатики з практичним створенням 3D-об'єктів і симуляцій. Відповідно до

підходів андрогогіки [83], навчання дорослих найбільш ефективно тоді, коли воно має практичну спрямованість і приносить відчутний результат. Blender як інструмент, що дозволяє швидко отримати візуальний продукт від простої моделі до анімованої сцени, повністю відповідає цій вимозі. Більш того, концепція експериментального навчання Д. Колба також реалізується у роботі з Blender: учні проходять цикл «досвід – рефлексія – концептуалізація – експеримент», створюючи власні 3D-проєкти [84].

Наукові дослідження підтверджують ефективність використання Blender у різних освітніх і наукових сферах. Так, у проєкті BioBlender було продемонстровано можливості програми для візуалізації біомолекулярних структур і моделювання фізико-хімічних властивостей білків [7]. В астрономії Blender застосовується для візуалізації багатовимірних даних, зокрема в системі FRELLED Reloaded, яка поєднує Python-скрипти з інструментами тривимірної графіки [134]. У медицині програма використовується для генерації синтетичних зображень, які застосовують у тренуванні алгоритмів машинного навчання [160].

Подібні приклади свідчать, що навіть початківці, засвоївши базові інструменти, можуть згодом розширювати свої компетентності у науковій та прикладній візуалізації. Важливим чинником навчального потенціалу Blender є розвиток просторового мислення та навичок проєктної діяльності. Робота з тривимірними моделями вимагає від учнів оперування геометричними уявленнями, розуміння світлотіньових співвідношень та принципів перспективи. Це сприяє формуванню міждисциплінарних компетентностей, адже поєднує мистецькі, технічні та інженерні аспекти [137]. Крім того, підтримка мови Python дозволяє інтегрувати навчання програмуванню та автоматизації, що є актуальним для підготовки фахівців у галузі STEM. Значний освітній потенціал Blender простежується і в можливості організації проєктного навчання. Виконання завдань зі створення власних моделей, сцен чи анімацій забезпечує розвиток креативності, підвищує мотивацію і дозволяє інтегрувати

навчання з реальними потребами індустрії. Учні можуть реалізовувати індивідуальні або групові проекти, що відповідає сучасним підходам до формування «м'яких» навичок (soft skills): командної роботи, комунікації, критичного мислення.

Blender має значний навчальний потенціал для новачків у сфері цифрових технологій, оскільки поєднує доступність, багатofункціональність і можливість поступового засвоєння знань. Його використання у навчальному процесі сприяє формуванню базових цифрових компетентностей, визначених у «Digital Competence Framework for Citizens (DigComp)» Європейської комісії. Зокрема, йдеться про здатність створювати цифровий контент, розв'язувати технічні завдання, критично оцінювати результати роботи та застосовувати інноваційні інструменти у професійній і навчальній діяльності [137]. Уже на початковому рівні користувачі можуть відчувати практичний результат своєї діяльності, створюючи прості тривимірні моделі та анімаційні сцени, що формує в них відчуття досягнення й підвищує мотивацію.

Значущою особливістю Blender є можливість організації навчання за принципом поступового ускладнення матеріалу. Новачки спочатку опановують базові інструменти роботи з геометричними примітивами, простими трансформаціями, освітленням і матеріалами. Далі відбувається природний перехід до більш складних завдань: текстурування, створення складних сцен, побудови анімацій чи застосування фізичних симуляцій. Така методика відповідає підходам андрогогіки, розробленим М. Ноулзом, які підкреслюють необхідність поступового розвитку практичних навичок у процесі навчання дорослих [83].

Blender також створює умови для розвитку креативності та критичного мислення. Процес створення тривимірних об'єктів чи анімацій потребує від новачків ухвалення численних рішень, пов'язаних із формою, кольором, освітленням та композицією сцени. Ці дії стимулюють не лише технічне, а й творче мислення. Такий підхід добре узгоджується з концепцією

експериментального навчання Д. Колба, що передбачає проходження циклу «досвід – рефлексія – концептуалізація – експеримент» [84]. Кожна практична робота в Blender стає навчальною ситуацією, яка допомагає учням рефлексувати власні дії та вдосконалювати результати.

Важливою характеристикою програми є її міждисциплінарність. Освоєння Blender потребує залучення знань із різних галузей: математики (пропорції, геометрія, координати), фізики (світло, тіні, відбивання, поведінка тіл у просторі), інформатики (алгоритми, скрипти, автоматизація процесів). Такий синтез знань сприяє інтеграції у концепцію STEM-освіти, яка орієнтована на формування комплексних компетентностей для сучасного ринку праці [102]. Використання Blender у навчанні дозволяє поєднувати наукові й творчі компоненти, що особливо важливо для сучасних освітніх програм.

Не менш вагомим є і соціально-комунікативний потенціал Blender. Робота над індивідуальними та груповими проектами сприяє розвитку «м'яких» навичок: комунікації, співпраці та здатності презентувати результати діяльності. Активна міжнародна спільнота користувачів надає початківцям можливість отримувати зворотний зв'язок, обмінюватися досвідом і спільно розв'язувати навчальні завдання [30]. Це формує у новачків відчуття приналежності до глобальної професійної спільноти, що підвищує їхню мотивацію й стимулює подальший розвиток.

Таким чином, Blender виступає не лише як технічний інструмент для створення тривимірної графіки, а й як потужний засіб формування цифрових, творчих і соціальних компетентностей новачків. Його використання у навчанні відповідає сучасним освітнім підходам, поєднує практику й теорію та сприяє підготовці майбутніх фахівців, здатних працювати у багатопрофільному цифровому середовищі.

2.3. Навчання 3D-моделювання дорослих: навчальні ресурси, типові труднощі та шляхи їх подолання

У процесі дослідження встановлено, що навчання 3D-моделювання дорослими користувачами є багатовимірним процесом, у якому поєднуються особливості когнітивного навантаження, специфіка роботи з цифровими інструментами, мотиваційні та часові обмеження, а також емоційно-психологічні чинники, притаманні саме дорослому учневі. Виявлені труднощі не мають фрагментарного характеру – навпаки, вони утворюють взаємопов'язану систему бар'єрів, що впливають один на одного, формуючи комплексні виклики для організації ефективного самонавчання у сфері 3D-моделювання. Це підтвердило необхідність розроблення адаптованої моделі самонавчання, яка враховує принципи андрагогіки, експериментального циклу навчання та трансформаційної педагогіки [83; 86; 101].

Першу групу становили когнітивні труднощі, пов'язані з обмеженнями робочої пам'яті, складністю просторової інформації та високою щільністю навчального контенту. Blender – це інструмент, який передбачає засвоєння великої кількості функцій, панелей, модифікаторів, шорткатів, принципів топології, а також паралельне розуміння взаємодії операцій у 3D-просторі. Для дорослого учня, який часто працює у фрагментованій спосіб через професійну зайнятість, така багатозадачність створювала відчуття інформаційного перевантаження. Особливо складним виявилось переключення між різними когнітивними режимами – аналітичним (прочитати, зрозуміти, запам'ятати) та практичним (повторити, застосувати, скоригувати помилку). Виявлено, що учні нерідко поверталися до попередніх відеоуроків або зроблених нотаток, оскільки забували певні комбінації дій або структуру інтерфейсу. Такий ефект узгоджується з теорією когнітивного навантаження, хоча ключовою для дослідження є модель Kolb, яка наголошує на необхідності поступового переходу між етапами навчального циклу [84]. Саме застосування принципу циклічності конкретна дія, рефлексія, осмислення, нове застосування допомогло пом'якшити перевантаження, забезпечити краще засвоєння інформації та сформувати більш стійкі навички.

Не менш значущими стали технічні труднощі, які проявилися у вигляді первинної дезорієнтації та страху помилитися. Blender має складний, багаторівневий інтерфейс, де помилкове перемикання режимів або налаштувань може призвести до результатів, що важко скасувати без розуміння внутрішньої логіки програми. Дорослі учні відзначали, що відчувають невпевненість при роботі зі складними параметрами матеріалів, світлом, камерою, модифікаторами чи системами частинок. Крім того, у багатьох виникав страх перед «занадто технічними» аспектами, такими як нормалі, неординарна топологія, UV-розгортка або рендеринг. Для подолання цих труднощів ефективним виявилось використання покрокових ресурсів, зокрема серії Blender Guru: Donut Tutorial [113], яка завдяки доступній структурі подачі матеріалу формує відчуття поступового контролю над інтерфейсом. Додатково було встановлено, що створення власних коротких нотаток та індивідуальних «карточок шорткатів» допомагає дорослим краще запам'ятовувати складні послідовності та зменшує залежність від відеоматеріалів. Такий прийом відповідає ідеям про метакогнітивний контроль і відслідковування власного прогресу, що є суттєвим компонентом цифрової компетентності дорослого учня.

Мотиваційні труднощі стали третьою вагомою групою бар'єрів. Вони були пов'язані як із зовнішніми, так і з внутрішніми чинниками. Зовнішні включали дефіцит часу, непередбачуваний робочий графік, побутові обов'язки. Внутрішні завищені очікування, перфекціонізм, порівняння себе з професійними 3D-художниками, а також нездатність приймати власний повільний темп прогресу. Виявлено, що дорослі часто очікували значно швидших результатів, ніж ті, яких реально можна досягти на початковому етапі навчання. Невідповідність очікувань і реального темпу засвоєння ставала причиною періодичних криз мотивації, що виражалися у пропусках занять або мисленнєвому «відкаті»: «Мабуть, це не для мене». Застосування андрагогічних принципів Knowles дозволило нівелювати цю проблему через акцент на внутрішню мотивацію, значущість практичних результатів і самостійність у

плануванні навчальної траєкторії [97]. Створення рефлексивного щоденника, щотижневий запис досягнень, стратегія «малих кроків» та персоналізація цілей дозволили підтримати зацікавлення та впевненість у власному поступі.

Не менш суттєвою виявилася група організаційних труднощів. Більшість дорослих учнів мають нестабільний режим дня, тому навчання потребувало інтеграції у щільний розклад. Це призводило до нерегулярності практики, що у свою чергу погіршувало формування моторно-когнітивних зв'язків. Крім того, дорослі учні схильні ускладнювати навчальний процес через занадто амбітні плани («змоделюю персонажа за вечір»), що знижувало ефективність реального навчання. Для подолання цього бар'єра було застосовано цифрові інструменти самоорганізації (Notion, Trello, Google Calendar), завдяки яким навчання набуло статусу регулярної діяльності, вписаної в життєвий ритм. Формування звички самостійного планування, регулярне повторення матеріалу та відстеження прогресу сприяли підвищенню автономності та стійкості до зривів графіка. Це узгоджується з концепцією саморегульованого навчання, відповідною сучасним моделям цифрової компетентності дорослих, описаних у DigComp 2.2.

П'яту групу склали емоційно-психологічні труднощі, що виявилися навіть більш впливовими, ніж когнітивні чи технічні. Дорослі учні гостро реагували на власні помилки, відчували страх перед невідомими елементами програми, сумнівалися у здатності продовжувати навчання після невдалих спроб або втратили впевненість у ситуаціях, коли результат роботи не збігався з очікуваним. Частим був феномен «синдрому самозванця», коли учень порівнював свої базові спроби з високоякісними роботами професіоналів і помилково робив висновок про власну непридатність до цієї сфери. Найефективнішими виявилися методи трансформаційного навчання Мезіроу [102; 143], які передбачають критичне осмислення власних переконань, переоцінку попереднього досвіду, формування нової навчальної ідентичності та зміцнення внутрішньої стійкості. Рефлексія над помилками, прийняття невдач як інструменту навчання та усвідомлення того, що темп розвитку у дорослих є

індивідуальним і часто повільнішим, ніж у молодших учнів, відіграли важливу роль у подоланні цих бар'єрів.

Узагальнення отриманих даних показує, що труднощі навчання дорослих у сфері 3D-моделювання не існують окремо одна від одної. Когнітивні переваження впливають на емоційну стійкість; технічна складність посилює мотиваційні кризи; організаційна нерегулярність поглиблює когнітивні утруднення. Саме тому інтеграція принципів андрагогіки [115], експериментального циклу навчання [70] та трансформаційного підходу [143] виявилася ключем до компенсації труднощів. Поєднання цих методологій забезпечило цілісність навчального процесу, сприяло підвищенню цифрової компетентності, сформувало навички саморегуляції, зменшило емоційні бар'єри та забезпечило стійкий інтерес до подальшого професійного розвитку.

Для опанування Blender дорослі аудиторії мають доступ до широкого спектра офіційних і неофіційних навчальних платформ. Blender Studio (раніше відома як Blender Cloud) – офіційна платформа від Blender Foundation, що пропонує курси, воркшопи та уроки на основі відкритих кінопроектів [89]. Підписка на Blender Studio надає доступ до всіх навчальних матеріалів, включно з робочими файлами *.blend*, за помірну щомісячну плату [2].

Окрім офіційних ресурсів, існують приватні платформи, присвячені Blender. Зокрема, CG Cookie [17] пропонує понад 200 структурованих курсів із Blender та спільноту близько 3000 учасників, що навчаються разом. Платформи такого типу дозволяють навчатись у власному темпі: наприклад, CG Cookie [17] акцентує на можливості проходити курси самостійно, з доступом до всіх матеріалів онлайн або офлайн [119]. Подібний підхід забезпечує гнучкість навчання, даючи змогу дорослим слухачам формувати індивідуальну траєкторію освоєння Blender – від базових основ до поглиблених тем [21]. Для початківців існують спеціалізовані базові курси, наприклад, Blender Fundamentals Blender [19] – офіційна серія вступних уроків на YouTube-каналі Blender.

Доступні також комплексні авторські курси від провідних Blender-експертів. Платформа CG Boost [37] пропонує детальні майстер-класи, такі як 45-годинний курс із створення 3D-персонажів, що охоплює весь виробничий процес від скульптингу до фінального рендерингу. Важливо зазначити, що попередньо згадані курси [17; 18; 19] зорієнтовані на самостійне дистанційне навчання: слухачі можуть почати і завершити курс у зручний час, отримуючи сертифікати по завершенні, а також звертатися за підтримкою інструкторів на форумах курсів за потреби. Таким чином, офіційні та комерційні платформи з навчальним контентом для Blender створюють структуроване середовище, де дорослі можуть послідовно розвивати навички 3D-моделювання і анімації.

Велика перевага екосистеми Blender – це активна глобальна спільнота [18], яка забезпечує новачкам і практикакам постійну підтримку та обмін знаннями. Офіційний веб-сайт Blender прямо вказує, що в будь-якому куточку світу існує спільнота Blender-користувачів, і радить шукати найактуальніші tutoriали за хештегом #b3d у соціальних мережах. Однією з найбільших неформальних спільнот є форум Blender Artists [56] – центральний онлайн-хаб користувачів Blender, де накопичено сотні повідомлень з обговореннями технік, робіт і вирішенням проблем. Цей форум налічує тисячі учасників, які щоденно відвідують платформу, що свідчить про масштаб і активність спільноти. Не менш важливими є тематичні розділи на платформах запитань і відповідей: Blender Stack Exchange експертів [80] дозволяє ставити конкретні технічні питання й отримувати відповіді від досвідчених користувачів. Такий формат особливо цінний для дорослих, які навчаються індивідуально: він дає змогу швидко подолати труднощі, звернувшись до колективного досвіду спільноти.

Популярними майданчиками для спілкування є також субредити на Reddit (наприклад, /r/blender та /r/blenderhelp), де ентузіасти діляться рендерингами, порадами і ресурсами, отримують фідбек на свої роботи [114]. У тематичних Discord-серверах [30] (зокрема офіційний Blender Discord та сервери спільнот

CG Cookie або CG Boost) користувачі можуть спілкуватися в реальному часі, обговорюючи питання від налаштування сцени до тонкощів скриптингу. Таким чином, розгалужена мережа онлайн-спільнот і форумів [30; 36; 114] слугує неформальною «екосистемою знань», що доповнює формальні курси. Для дорослих учнів це означає можливість навчатися не ізольовано: вони можуть у будь-який момент отримати підтримку однодумців, знайти вирішення проблеми або натхнення, а також презентувати свої досягнення спільноті для отримання конструктивної критики.

Ще одним ключовим сегментом навчальних ресурсів Blender є численні безкоштовні онлайн-тutorіали у форматі статей та відео. Завдяки відкритому характеру Blender виникла культура обміну знаннями: тисячі годин навчального відео доступні на YouTube та інших платформах безкоштовно. Популярні YouTube-канали, такі як Blender Guru [112] та Grant Abbitt [1], здобули широку аудиторію завдяки структурованим урокам від базового рівня до просунутого. Наприклад, серія уроків Blender Guru починається зі знаменитого tutorіалу «пончик» [112], що знайомить новачка з моделінгом, текстуруванням і рендерингом у легкій і розважальній формі. Канал Grant Abbitt [113] відомий детальними поясненнями і серіями для початківців (зокрема, плейлист *Blender for Absolute Beginners*), а також окремими проєктними уроками, що дозволяють поглибити окремі навички [44].

Окрім YouTube, існують авторські блоги та сайти з текстовими уроками і прикладами. На офіційному сайті Blender.org розміщено *Blender Manual* – всеосяжний довідник, що детально описує функції й інструменти програми [21]. Ця документація постійно підтримується спільнотою та слугує авторитетним джерелом для самостійного вивчення можливостей Blender. Багато blender ентузіастів також створюють власні письмові посібники, e-book та серії статей; значна їх частина розповсюджується в інтернеті безкоштовно, сприяючи демократизації навчання.

На додаток, загальні освітні платформи Massive Open Online Courses (MOOC) також включають Blender до своїх програм. Деякі університетські курси на Coursera чи edX присвячені основам 3D-моделювання з використанням Blender, і часто такі курси можна пройти безкоштовно в режимі слухача [79]. Комерційні курси на платформах на кшталт Udey, Skillshare, LinkedIn Learning також охоплюють Blender: на цих сайтах доступні десятки високо оцінених курсів, від початкових до професійних, що дозволяє кожному обрати курс під свій рівень і мету навчання [34].

Загальний тренд полягає в тому, що навчальні матеріали з Blender є доступними і розмаїтими, що особливо важливо для дорослих учнів. Як зазначається в сучасній літературі з навчання 3D-графіки, минули часи, коли Blender вважався складним для новачків нині існує багато інтуїтивних ресурсів, які роблять навчання цікавим і поступовим [149].

Отже, екосистема навчальних ресурсів Blender для дорослих складається з офіційних курсів і платформ, активних користувачьких спільнот та багатого вибору онлайн-тutorіалів. Така багаторівнева система забезпечує гнучкість і персоналізацію навчання: кожен охочий може комбінувати офіційні курси з підтримкою спільноти та самоосвітою через tutorіали, формуючи власну траєкторію оволодіння Blender. Це відповідає принципам навчання дорослих, яким притаманна автономність і прагнення самостійно керувати освітнім процесом. У результаті Blender-спільнота та ресурси створюють умови, за яких дорослий учень не лише опановує технічні навички, а й стає частиною глобального творчого середовища, що стимулює подальший професійний розвиток.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ САМОДОСЛІДЖЕННЯ: ДОСВІД ДОРΟΣЛОГО УЧНЯ В ОПАНУВАННІ BLENDER

3.1. Схема та модель експерименту

Експериментальне самодослідження, проведене в межах магістерської дипломної роботи, спрямоване на практичне вивчення особливостей самостійного навчання дорослого учня [84] у сфері цифрового 3D-моделювання на прикладі опанування програми Blender [22].



Рис. 3.1.1. Модель експерименту частина 1. Складено самостійно.

Мета дослідження – виявлення динаміки навчального процесу дорослого учня, який поєднує повну зайнятість на роботі з прагненням до професійного та особистісного розвитку через засвоєння нових цифрових компетентностей (Рис. 3.1.1). Завдання дослідження – досягнення базового рівня володіння Blender та дослідження емоційних, мотиваційних та організаційних аспектів процесу навчання від постановки цілей до рефлексії результатів.

Експеримент передбачав самостійне вивчення програми Blender протягом семи місяців з травня до грудня 2025 року. Особливість проведеного дослідження полягала в тому, що навчання здійснювалося в реальних умовах повної зайнятості: робочий день тривав 8–9 годин, а освітня діяльність інтегрувалася у вільний час. Такий підхід дозволив змоделювати реалістичну ситуацію сучасного дорослого учня [26], який прагне до розвитку або зміни професії без відриву від поточної професійної діяльності. Об'єктом дослідження виступає процес самостійного навчання дорослого у цифровому освітньому середовищі (Рис. 3.1.1). Предметом дослідження визначено

специфіку опанування програми *Blender* дорослим учнем у контексті самоорганізації навчальної діяльності, мотиваційних чинників та вибору ефективних освітніх стратегій (Рис. 3.1.1).

Експеримент тривав сім місяців (травень – листопад 2025 року). Упродовж цього періоду було здійснено поступове занурення в навчальний процес, проведено систематичне самоспостереження, зафіксовано труднощі, оцінено динаміку прогресу та здійснено рефлексію отриманих результатів (Додаток Б). Теоретичною базою обрано ключові положення андрагогічної концепції Малкольма Ноулза [83], який визначав навчання дорослих як процес, у центрі якого перебуває самостійність, досвід і внутрішня мотивація. Згідно з цією моделлю, дорослий учень не лише споживає знання, а й активно формує власну навчальну траєкторію, виходячи з реальних потреб та контексту життя [83]. Другим методологічним орієнтиром взято модель експериментального навчання Девіда Колба [84] у якій процес пізнання розглядається як циклічний рух між чотирма етапами:

1. Конкретний досвід – виконання практичних дій у *Blender*;
2. Рефлексивне спостереження – аналіз помилок і досягнень;
3. Абстрактна концептуалізація – усвідомлення принципів роботи програми;
4. Активне експериментування – застосування нових підходів у наступних проєктах.

У дослідженні використано елементи моделі трансформаційного навчання Джека Мезіроу [61], що підкреслює значення критичної рефлексії в дорослому віці, коли кожен навчальний досвід може стати підґрунтям для особистісної

ЗМІНИ.

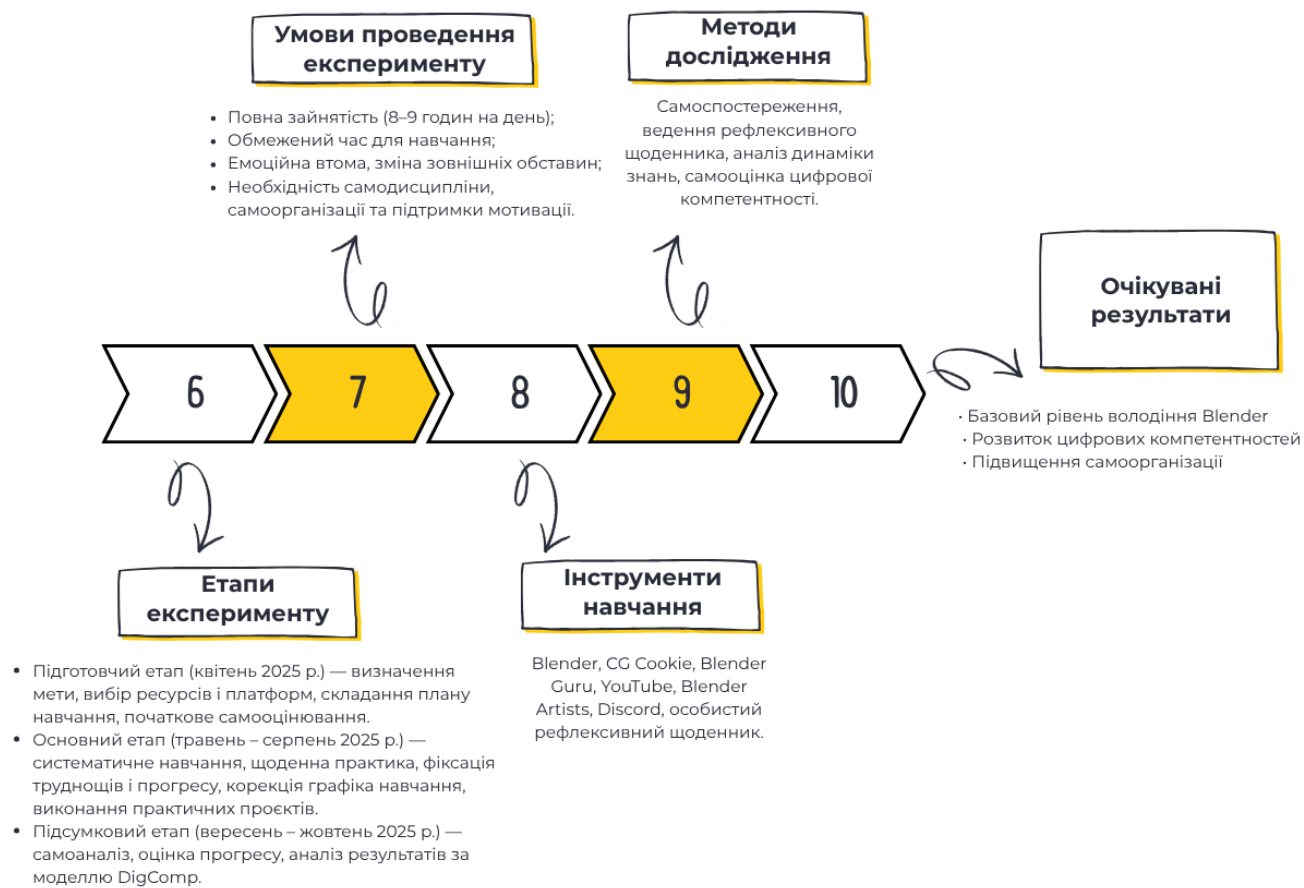


Рис. 3.1.2. Модель експерименту частина 2. Складено самостійно.

Процес експерименту побудовано за трьохетапною структурою, що охоплювала три основні фази: підготовчу, основну та підсумкову (Рис. 3.1.2). Кожен етап виконував специфічну функцію у загальній логіці самонавчання, забезпечуючи послідовність і цілісність експериментального процесу. Підчас підготовчого етапу(травень 2025) було визначено цілі, завдання, ресурси та часові рамки експерименту (Рис. 3.1.2). Відправною точкою став нульовий рівень знань у сфері 3D-моделювання. Було оцінено власні можливості щодо часу та енергії, оскільки робота в ІТ-сфері передбачає щільний графік і високі когнітивні навантаження. Реалістичною нормою визначено 2–3 години занять у будні дні та до 5 годин у вихідні.

На цьому етапі було підібрано навчальні матеріали:

- безкоштовні та платні курси на платформах Blender Guru, CG Cookie [17];

- навчальні відео на YouTube-каналах Grant Abbitt, Ducky 3D, CG Boost [112];
- офіційну документацію Blender і спільноти Blender Artists [21].

Було розроблено індивідуальний навчальний план, який охоплював базові модулі (інтерфейс, моделювання, матеріали, світло, рендеринг, анімація) [17; 18; 19]. У щоденнику експерименту зафіксовано мотиваційне налаштування: бажання розвинути креативне мислення, навчитися створювати 3D-об'єкти, а також подолати страх перед складними інструментами.

Основним етапом (травень – листопад 2025) передбачено вивчення програми Blender (Рис. 3.2.). Навчання було організовано як щоденна практика із поступовим нарощуванням складності завдань від створення простих геометричних форм до побудови сцен, застосування матеріалів, освітлення та камер.

Основними формами діяльності стали:

- перегляд відеоуроків з подальшим практичним відтворенням дій Khanum F. *Learning Blender: A Comprehensive Guide for Beginners* [1; 79; 80; 112; 113];
- участь у форумах і тематичних дискусіях (зокрема, на Reddit та Discord-каналах Blender) [18];
- самостійне створення невеликих проєктів – наприклад, моделювання чашки, будинків, пончика [20];
- ведення щоденника рефлексії, де фіксувалися емоційні стани, труднощі, проривні моменти, помилки та способи їх подолання.

На цьому етапі було відчутно обмеження часу та втому після роботи. Зафіксовано періоди зниження мотивації (липень – серпень), що пояснювалися підвищеним професійним навантаженням та нестачею відпочинку. У відповідь здійснено самокорекцію навчального графіка: передбачено короткі навчальні сесії у ранковий час або під час обідньої перерви, зменшено обсяг теоретичного матеріалу на користь практичних завдань. Такий підхід дав змогу зберегти

сталість навчального процесу та запобігти перевтомі, підтримуючи поступовий прогрес у досягненні поставлених цілей.

Підсумковий етап (листопад – грудень 2025 року) завершив дослідницький цикл і був спрямований на узагальнення отриманого досвіду, проведення самооцінки та аналіз ефективності навчання. Було порівняно початковий і фінальний рівні володіння програмою *Blender*, визначено зростання впевненості у використанні інструментів та логіці тривимірного простору. Проведено оцінювання сформованих цифрових компетентностей за моделлю DigComp [137], що дозволило визначити прогрес у п'яти напрямках: інформаційна грамотність, комунікація, створення контенту, безпека та розв'язання проблем.

Завершальний звіт експерименту було сформовано на основі підсумкових матеріалів, до яких увійшли портфоліо 3D-моделей, короткі візуалізації сцен і рефлексивний аналіз труднощів, виявлених у процесі навчання. До основних позитивних результатів віднесено: розвиток наполегливості, удосконалення навичок тайм-менеджменту, підвищення рівня самостійності у навчанні та формування стійкої внутрішньої мотивації.

Дослідження проведено у природних умовах життя дорослої людини, без спеціально створеного навчального середовища.

Основні зовнішні фактори:

- повна зайнятість (8–9 годин на день);
- емоційне виснаження після роботи;
- зміни у робочому графіку, переїзди, стресові ситуації;
- обмежений час на відпочинок і навчання.

Попри зазначені труднощі, експеримент засвідчив, що завдяки самодисципліні, інтересу до теми та внутрішній мотивації дорослий учень зміг досягти значних результатів навіть без залучення формального викладача. Отримані дані підтвердили ефективність андрагогічного підходу, відповідно до

якого навчання дорослих ґрунтується на самостійності, особистому досвіді, внутрішній мотивації та практичній орієнтації [83; 102].

Результатом самодослідження стало досягнення базового рівня володіння Blender розуміння принципів моделювання [16], матеріалів [17], світла [17], камер [16] та рендерингу [22]. Крім технічних результатів, було помічено значне зростання рівня самоорганізації, розвитку критичного мислення та стійкої звички до систематичного навчання. Отже, самодослідженням підтверджено, що навіть за умов обмеженого часу та високого навантаження дорослий учень може ефективно опанувати складні цифрові інструменти за умови цілеспрямованості, саморефлексії та підтримки цифрових спільнот.

Таким чином, проведеним експериментом було практично верифіковано теоретичні засади андрагогіки [83; 101; 102] та засвідчено життєздатність концепції безперервного навчання (lifelong learning) [73] в умовах сучасного цифрового середовища.

У ході дослідження було розроблено модель, за допомогою якої представлено системний підхід до організації самостійного навчання дорослого користувача в умовах цифрового середовища, який опанував програму Blender без участі викладача [22]. Створену модель було спрямовано на забезпечення цілісного розуміння процесу формування цифрових компетентностей [137], у межах якого було інтегровано мотиваційні, когнітивні, діяльнісні та рефлексивні компоненти. Модель орієнтовано не лише на засвоєння технічних знань, але й на розвиток метакомпетентностей: самоорганізації, критичного мислення, саморефлексії та навичок “lifelong learning” [127].

Модель було побудовано на засадах сучасної андрагогіки, відповідно до якої навчання дорослих спирається на [83]:

- самостійність у постановці цілей і виборі шляхів досягнення результату;
- практичну спрямованість навчання, орієнтацію на реальні життєві чи професійні завдання;
- використання власного досвіду як навчального ресурсу;

- внутрішню мотивацію як головний рушій пізнавальної активності.

Також враховано принципи експериментального навчання Девіда Колба[14; 70], згідно з якими ефективно засвоєння відбувається у циклі: дія – спостереження – осмислення – застосування.



Рис. 3.1.3. Принципи експериментального навчання Девіда Колба. Створено самостійно на основі [84].

У контексті використання програми *Blender* це означало послідовне здійснення циклу навчальних дій від практичного моделювання (створення 3D-об’єктів) до аналітичного оцінювання результатів (виявлення помилок, опанування нових прийомів), узагальнення набутих знань (систематизація інструментів) та повторного їх застосування в оновлених умовах навчальної діяльності. Важливе місце у структурі розробленої моделі було відведено трансформаційному підходу Джека Мезіроу [143], який обґрунтував, що навчання дорослих здійснюється через критичне осмислення власного досвіду, переоцінку сформованих переконань і формування нової системи бачення себе як суб’єкта навчання.

Розроблену модель самонавчання (Рис. 3.1.4) було побудовано на основі взаємодії чотирьох ключових компонентів, що утворили замкнену систему безперервного розвитку, відповідно до принципів експериментального навчання Девіда Колба [154, 158].



Рис. 3.1.4. Структура моделі самонавчання дорослого користувача у Blender. Створено самостійно.

Мотиваційний компонент відіграє ключову роль у процесі самостійного навчання дорослих, оскільки саме він визначає початковий імпульс, готовність до тривалої роботи та здатність підтримувати стабільний навчальний темп [42]. На першому етапі джерелом мотивації може бути природна цікавість до 3D-графіки, прагнення створити власний об'єкт чи невелику сцену або бажання розширити професійні компетентності [118]. Багато дослідників підкреслюють, що дорослі навчаються найбільш результативно тоді, коли їхня мотивація походить із внутрішніх потреб, а не зовнішнього контролю чи примусу, що узгоджується з андрагогічною концепцією М. Ноулза [135].

У процесі опанування Blender внутрішня мотивація формується та підтримується завдяки можливості самостійно визначати зміст, глибину і послідовність навчання [116]. Дорослий учень обирає ті формати, які відповідають його стилю роботи: покроковим відеоурокам, участі у форумах чи виконанню невеликих практичних вправ і власних мініпроектів [13]. Такий рівень автономії створює відчуття контролю над процесом, що є одним із найважливіших чинників підтримання інтересу у довготривалій перспективі [117]. Важливим елементом мотиваційного компонента є видимість результатів, яка у сфері 3D-моделювання проявляється особливо виразно. Перехід від порожньої сцени до перших об'ємних форм, а далі до повноцінних моделей, матеріалів та освітлення створює чітку, відчутну динаміку прогресу [47]. Навіть невеликі завершені роботи дають студенту відчуття досягнення та підтверджують дієвість обраної стратегії навчання. Це не лише підсилює інтерес, а й формує впевненість, необхідну для виконання складніших завдань [68].

Значну роль у підтриманні мотивації відіграє також включення до онлайн-спільнот, таких як Blender Artists чи CG Cookie, де дорослий учень може отримати зворотний зв'язок, поділитися власними результатами та порівняти свої роботи з роботами інших учасників. Соціальне визнання, навіть у вигляді невеликого коментаря або позитивної оцінки, зміцнює внутрішню мотивацію,

тоді як конструктивні поради допомагають визначити напрями для подальшого розвитку. У дорослих студентів такий соціальний аспект навчання формує відчуття належності до професійної спільноти, що сприяє довготривалому залученню й підвищенню якості самостійної праці.

У сукупності автономія вибору, видимість результатів та соціальна підтримка створюють стійку мотиваційну основу, яка забезпечує ефективність і тривалість самостійного навчання 3D-моделювання.

Когнітивний компонент охоплює комплекс процесів, пов'язаних із засвоєнням нових знань, формуванням інтелектуальних стратегій та осмисленням принципів роботи у Blender [6]. У навчанні 3D-моделювання він передбачає створення міцної теоретичної основи, яка включає розуміння координатних систем, просторових трансформацій, геометрії об'єктів, властивостей матеріалів, особливостей топології та закономірностей побудови освітлення. Це базове знання слугує концептуальним орієнтиром, що дозволяє здобувачеві не лише повторювати окремі дії, але й усвідомлювати логіку функціонування інструментів, прогнозувати результати та знаходити помилки у власних рішеннях [131].

Опанування теоретичних понять нерозривно пов'язане з практичною діяльністю. Навчання Blender відбувається через активні експерименти: дорослий учень перевіряє теоретичні припущення, змінюючи параметри модифікаторів, налаштування матеріалів, інтенсивність світла або топологію моделі, і спостерігає, як це впливає на кінцевий результат. Така взаємодія теорії та практики відповідає принципам досвідного навчання, у межах якого знання набувають значення лише тоді, коли вони вбудовані у власну діяльність студента. Постійні експерименти сприяють побудові внутрішніх когнітивних схем, що дозволяють згодом ефективніше орієнтуватися у складних моделінгових задачах.

Важливим інструментом когнітивного розвитку є використання мультимедійних ресурсів, що активізують різні канали сприйняття [98].

Візуальні підказки, анімаційні фрагменти, покрокові інструкції, голосові коментарі та демонстрації екрану дозволяють одночасно задіяти візуальний, аудіальний і кінестетичний канали [1; 19]. Це суттєво знижує когнітивне навантаження, полегшує осмислення складних технічних дій і дає можливість швидше переходити до самостійного відтворення операцій. Мультимодальність є особливо важливою для дорослих учнів, які нерідко мають сформовані переваги щодо стилю навчання й обирають ті матеріали, що найкраще відповідають їхньому сенсорному досвіду.

Когнітивна діяльність у процесі самостійного навчання вирізняється високим рівнем гнучкості [55]. Дорослий здобувач самостійно визначає темп опанування матеріалу, чергування теоретичних і практичних занять, складність завдань і моменти, коли виникає потреба повернутися до попередніх етапів. Це потребує здатності до самоконтролю та критичної оцінки власних результатів. Як зазначає С. Брукфілд [63; 65], дорослий учень не лише засвоює інформацію, але й активно переосмислює її, коригує обрані стратегії, адаптується до труднощів і формує нові когнітивні підходи, відповідно до власних цілей і контексту навчання.

Когнітивний компонент у навчанні Blender передбачає також розвиток здатності бачити внутрішні взаємозв'язки між окремими елементами робочого процесу. Такий інтегрований підхід формує цілісну ментальну модель, що дозволяє переходити від простих технічних дій до творчого вирішення складних модельних задач.

Діяльнісний компонент є центральною частиною моделі самостійного навчання, оскільки саме він відображає практичний вимір освітнього процесу та перетворює теоретичні знання на реальні вміння. У контексті опанування Blender діялісна складова охоплює виконання конкретних 3D-завдань: створення об'єктів із базових примітивів, побудову складних форм, опрацювання топології, застосування матеріалів і текстур, налаштування освітлення та фінального рендерингу. Кожне з цих завдань вимагає від

здобувача активної взаємодії з інструментами та усвідомленого застосування попередньо засвоєних понять.

Важливою частиною діяльнісного компонента є розв'язання проблем, що природно виникають у процесі моделювання [165]. Помилки з топологією, некоректна поведінка матеріалів, шум у рендері або неправильні налаштування світла спонукають студента шукати альтернативні техніки, звертатися до додаткових довідкових ресурсів, аналізувати власні дії та застосовувати нові рішення. Саме така проблемноорієнтована діяльність підсилює здатність працювати в умовах невизначеності, формує гнучкість мислення та сприяє розвитку самостійності, що є ключовим у навчанні дорослих.

Окреме значення має створення власних мініпроектів, які виступають практичним майданчиком для інтеграції всіх компонентів навчання. Такі проекти можуть бути невеликими за обсягом, однак вони дають змогу систематизувати отримані знання, закріпити технічні навички й виробити індивідуальний стиль роботи. У процесі їх виконання здобувач самостійно визначає етапи роботи від пошуку референсів і побудови базової форми до налаштування освітлення й фінального рендеру. Завдяки цьому навчання набуває проєктного характеру, де кожна дія має практичне значення і веде до завершеного результату [24].

Діяльнісний компонент забезпечує не лише накопичення технічних умінь, а й глибоке розуміння матеріалу, оскільки знання перевіряються на практиці й одразу застосовуються у власних 3D-роботах. Саме тут відбувається перехід від пасивного сприйняття інформації до активного її використання, що перетворює навчання на цілісний процес розвитку компетентності [38]. У підсумку практична діяльність стає тим механізмом, який інтегрує мотиваційний і когнітивний компоненти та забезпечує формування стійких навичок у сфері 3D-моделювання.

Рефлексивний компонент відповідає за усвідомлення студентом власного прогресу, аналіз пережитих труднощів і визначення способів їх подолання [92].

Він формує внутрішній механізм самооцінки, який дозволяє не лише фіксувати результати діяльності, але й оцінювати ефективність використаних стратегій, визначати причини помилок і виявляти індивідуальні особливості засвоєння матеріалу. У цій моделі рефлексія виконує роль своєрідного «зворотного зв'язку» між мотиваційним, когнітивним і діяльним компонентами, забезпечуючи їх узгодженість [117]. Саме завдяки рефлексивним процесам студент може коригувати власний навчальний план, переосмислювати обрані підходи та формувати нові, більш ефективні стратегії [140].

Важливою частиною рефлексивної діяльності є ведення щоденника навчання, де здобувач систематично фіксує емоційний стан, зміни мотивації, рівень продуктивності та труднощі, що виникають у процесі роботи з Blender. Регулярні записи дають змогу побачити динаміку розвитку, визначити моменти, коли темп навчання знижувався або, навпаки, пришвидшувався, та що саме цьому сприяло. Такий формат самоспостереження робить навчальний процес усвідомленим і дозволяє відстежувати як технічні, так і психологічні аспекти самонавчання.

Окремим інструментом рефлексії є самооцінка власних компетентностей за моделлю DigComp, запропонованою Європейською Комісією. Застосування цієї моделі дає змогу структурувати результати навчання, зосередитися на ключових цифрових вміннях, критично оцінити свій рівень володіння інструментами та виявити аспекти, які потребують подальшого розвитку. Для здобувача це також спосіб співвіднести власні успіхи з міжнародними стандартами цифрової грамотності, що підвищує усвідомленість і сприяє цілеспрямованому плануванню подальшого навчання.

Значним елементом рефлексивного компоненту виступає підсумковий аналіз створених 3D-проектів. Оцінюючи власні роботи, студент може простежити, як змінювалася складність завдань, які навички вдалося оволодіти найкраще, а які потребують доопрацювання. Порівняння перших і пізніших моделей дозволяє побачити реальний прогрес і конкретизувати напрями подальшого

вдосконалення. Такий аналіз сприяє формуванню відповідального ставлення до результату та розвитку професійного мислення, орієнтованого на постійне покращення якості роботи.

Таким чином, рефлексивний компонент не лише підсилює інші елементи моделі, а й забезпечує глибоке осмислення власного досвіду, формування стратегії саморозвитку та підтримання стійкої внутрішньої мотивації. Він робить процес навчання цілісним, свідомим і відкритим до подальших трансформацій.

Схему експерименту (Рис. 3.1.5) подано як послідовність чотирьох етапів, що утворюють цикл безперервного вдосконалення:

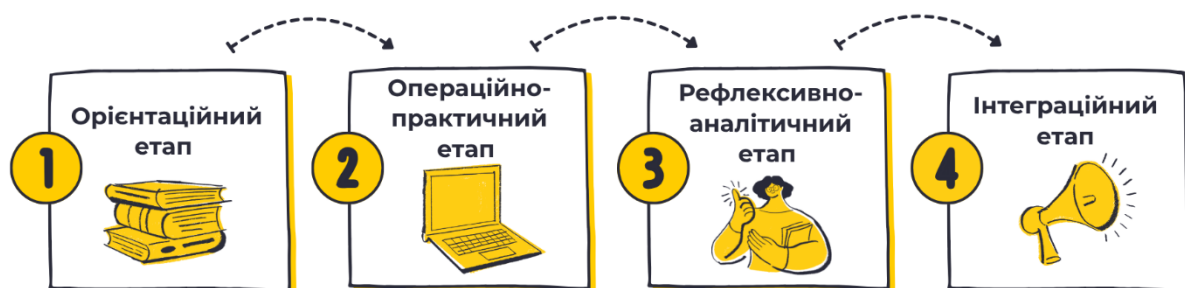


Рис. 3.1.5. Схема експерименту

Орієнтаційний етап започатковує процес навчання і допомагає дорослому учню усвідомити, з чого саме він починає та якої мети прагне досягти. На цьому етапі людина визначає свої навчальні цілі, оцінює рівень попередніх знань і окреслює власні очікування від майбутнього навчання. Їй важливо зрозуміти, які навички вона хоче опанувати та які інструменти стануть у пригоді. Дорослий учень обирає ресурси, планує тривалість занять і складає індивідуальний маршрут: що саме вивчати спочатку, які теми є пріоритетними, матеріали – основними, а які – допоміжними. Цей етап допомагає сформуванню внутрішню мотивацію та створює чітку структуру для подальших кроків.

Операційно-практичний етап є найінтенсивнішим, оскільки тут відбувається безпосередня взаємодія з Blender та активне формування навичок. Дорослий учень працює з інтерфейсом програми, виконує практичні вправи, пробує різні техніки й інструменти, поступово переходячи від простих об'єктів

до складніших моделей і сцен. Саме практика, багаторазове повторення й вирішення конкретних завдань забезпечують глибоке розуміння інструментів. Часто пошук відповіді на власні труднощі приводить до спільнот, форумів або додаткових матеріалів, що стимулює розвиток самостійності та здатності до самоорганізації.

Рефлексивно-аналітичний етап зосереджується на осмисленні того, що було зроблено й чого вдалося досягти. Дорослий учень оцінює результати своєї роботи: що вийшло добре, які техніки ще потребують опрацювання, які помилки повторюються і чому. Це період усвідомлення власних сильних і слабких сторін, аналізу труднощів, що виникли у процесі виконання завдань, та корекції стилю навчання. Рефлексія дозволяє ефективніше будувати подальший план роботи, уникати попередніх помилок і краще розуміти свої індивідуальні потреби.

Інтеграційний етап завершує навчальний цикл і передбачає застосування отриманих знань у нових, більш складних ситуаціях. На цьому етапі учень уже здатний самостійно створювати власні проекти, комбінувати раніше вивчені техніки й інструменти, презентувати свої результати іншим та отримувати зворотний зв'язок. Інтеграція передбачає розширення досвіду: пошук нових тем, освоєння додаткових модулів чи функцій Blender, ускладнення задач і вихід за межі базового рівня. Це той момент, коли вміння починають працювати на користь реальних творчих або професійних завдань, а навчання переходить у фазу розвитку та вдосконалення.

Ці етапи не є лінійними вони утворюють циклічну структуру, де кожне нове завдання запускає повторний цикл навчання, збагачений попереднім досвідом.

Цифрове середовище є ключовим елементом моделі. Воно поєднує освітні ресурси, комунікаційні платформи та інструменти самоконтролю. Основні цифрові ресурси, інтегровані в схему самонавчання:

- Навчальні платформи: CG Cookie, Udemy, Coursera (для систематичних курсів) [30];
- Відео-ресурси: YouTube-канали Blender Guru, Ducky 3D, CG Boost [1;19; 112; 113]
- Онлайн-спільноти: Blender Artists, Reddit, Discord [114];
- Інструменти фіксації прогресу: Google Sheets, Notion або особистий навчальний щоденник.

Схема такого типу створює ефект «екосистеми навчання», у якій дорослий учень самостійно керує змістом, часом і темпом навчання. Детальна схема експерименту зображена на рисунку (Рис. 3.1.6) :



Рис. 3.1.6. Детальна схема експерименту. Складено самостійно.

Реалізація моделі та схеми самонавчання у процесі вивчення Blender дозволяє: сформувати базовий рівень володіння інструментами 3D-моделювання, розвинути цифрові компетентності (створення контенту, вирішення проблем, самоорганізація), підвищити самоефективність і впевненість у здатності до самостійного розвитку, сформувати стійку

мотивацію до навчання протягом життя, створити власне портфоліо робіт, що підтверджує реальний прогрес.

Таким чином, модель та схема самонавчання виступає не лише педагогічним, а й психологічним інструментом підтримки дорослого учня у процесі цифрового розвитку.

3.2. Методичні рекомендації до викладання Blender дорослим учням

Навчання дорослих у цифровому середовищі відзначається високим рівнем самосвідомості, прагненням до практичного результату та внутрішньою мотивацією до розвитку. У ході дослідження було з'ясовано, що дорослі учні сприймають навчальну діяльність не як зовнішній обов'язок, а як інструмент професійного чи особистісного зростання, тому їхня участь у навчальному процесі має усвідомлений, цілеспрямований і автономний характер. Дорослі слухачі не потребують традиційного педагогічного контролю, студенти навчаються для себе, керуючись власними потребами й інтересами, а їхня готовність до навчання визначається життєвими завданнями, прагненням підвищити ефективність діяльності або опанувати нові цифрові інструменти, необхідні для сучасного ринку праці [135]. Було встановлено, що дорослі учні цінують можливість самостійно обирати темп, формат і послідовність навчання, демонструють високу відповідальність за результати власної діяльності та проявляють інтерес до навчальних завдань, які мають безпосередню практичну користь або можуть бути інтегровані у їхній професійний досвід. Саме тому цифрове освітнє середовище стає для дорослого не лише джерелом інформації, а й простором самореалізації, розвитку критичного мислення та формування цифрової автономності.

Програма Blender є потужним інструментом для формування цифрових компетентностей дорослих, оскільки поєднує технічні, когнітивні та творчі аспекти навчання. Її освоєння потребує активного залучення, самостійної практики, експериментування й постійної рефлексії [124; 158]. Згідно з концепцією андрагогіки, дорослий учень – це самокерована особистість, яка

володіє власним досвідом і прагне самостійно формувати траєкторію свого навчання [52; 142].

Для ефективного навчання Blender для дорослих учнів було встановлено важливість урахування кількох ключових особливостей, які визначають успішність освітньої взаємодії. Насамперед з'ясовано, що дорослі учні надають перевагу практичній спрямованості навчання: вони очікують, що отримані знання можна буде застосувати негайно у професійних завданнях, творчих проєктах або повсякденних ситуаціях. Саме тому навчальні матеріали мають бути орієнтовані на конкретний результат: створення моделі, візуалізацію об'єкта, виконання рендера чи опрацювання технічної задачі. Така прикладність забезпечує відчуття реальної користі й підсилює внутрішню мотивацію дорослого учня. Крім того, значущою характеристикою є потреба в автономії та свободі вибору темпу, послідовності й глибини опанування матеріалу.

Дослідження показало, що дорослі навчаються ефективніше, коли мають можливість самостійно планувати час занять, обирати між відеоуроками, текстовими інструкціями чи практичними вправами, а також адаптувати складність завдань під власний рівень підготовки. Такий підхід узгоджується з андрагогічною моделлю самоспрямованого навчання, у межах якої учень виступає активним суб'єктом освітнього процесу, а не пасивним реципієнтом знань. Важливим чинником є також значний життєвий і професійний досвід, який дорослі приносять у навчальне середовище. Було встановлено, що залучення цього досвіду через аналогії, зіставлення, міждисциплінарні зв'язки або професійний контекст сприяє глибшому розумінню нового матеріалу та формуванню індивідуальних стратегій роботи в Blender. Наприклад, досвід фотографії чи дизайну допомагає краще опанувати освітлення та композицію; досвід інженерії сприяє успішнішому освоєнню моделювання та топології. Включення такого попереднього досвіду створює умови для осмисленого й змістовного навчання, що є центральним принципом андрагогіки.

Окрему роль відіграє потреба дорослих у визнанні досягнень та якісному зворотному зв'язку. Встановлено, що позитивне підкріплення, аналітичний коментар або конструктивна критика сприяють формуванню впевненості у власних силах та мотивують до подальшої діяльності. Дорослі учні цінують підтвердження прогресу, можливість порівняти свої результати з попередніми роботами, а також отримувати вказівки щодо шляхів покращення. Згідно з Брукфілдом, потреба у зворотному зв'язку є фундаментальною складовою дорослого навчання, оскільки підтримує рефлексію, забезпечує корекцію хибних уявлень і сприяє розвитку критичного мислення [26].

Основою методики навчання є поєднання практичної орієнтації, поетапності, індивідуалізації та рефлексії. Кожен етап навчання має бути спрямований на формування реальних умінь і результатів, що можна побачити й оцінити. Як зазначає Д. Колб, навчання дорослих найефективніше тоді, коли воно проходить у циклі: *конкретний досвід — осмислення — узагальнення — нова дія* [86]. У контексті Blender це означає постійне чергування практичних завдань (створення моделей), аналізу результатів, обговорення та повторного застосування знань.

М. Ноулз підкреслював, що мотивація дорослого учня є внутрішньою: вона базується на бажанні самореалізації, підвищення ефективності й розвитку професійних компетентностей [135]. Саме тому навчальний процес у Blender має бути гнучким, підтримувальним і максимально прикладним.

Навчання доцільно будувати за модульним принципом, де кожен модуль має чітку практичну ціль. Модульна структура дозволяє гнучко планувати навчання навіть за умов повної зайнятості. Такий підхід відповідає принципам самоспрямованого навчання (*self-directed learning*), описаним у працях А. Тауга й П. Кенді [28; 142].

Таблиця 3

Зміст навчальних модулів у Blender

Модуль	Зміст	Результат
Ознайомлення з інтерфейсом Blender	Робоче середовище, інструменти, навігація	Створення простої сцени
Моделювання об'єктів	Edit Mode, форми, трансформації	Модель побутового предмета
Матеріали й освітлення	Шейдери, світло, кольори	Візуалізація сцени
Текстурування й рендеринг	UV-розгортка, налаштування рендеру	Фотореалістичний об'єкт
Анімація	Ключові кадри, рух камери	Коротка анімаційна сцена
Підсумковий проєкт	Самостійна творча робота	Завершена 3D-композиція

Самостійне опанування Blender дорослим учнем потребує чіткої організації навчального процесу, оскільки успішність такого формату значною мірою залежить від умінь планувати діяльність, підтримувати регулярність занять і здійснювати рефлексивний контроль. Перед початком навчання дорослому учневі доцільно визначити конкретні цілі та очікувані результати: наприклад, оволодіння базовими операціями полігонального моделювання, створення матеріалів, налаштування освітлення або освоєння технік рендерингу. Важливо не просто окреслити загальну мету, а сформулювати чітке бачення того, який кінцевий продукт має бути створений, оскільки наявність практичного завдання підвищує внутрішню мотивацію та сприяє концентрації зусиль.

Ефективність самонавчання значно зростає, коли навчальна діяльність має системний характер. Дорослому учневі рекомендується розподіляти матеріал на невеликі, послідовні блоки, що дають можливість поступово ускладнювати завдання. Оптимальною є стратегія поєднання коротких теоретичних блоків із тривалішою практичною роботою, оскільки Blender належить до тих програм, де засвоєння відбувається переважно через виконання дій, експериментування та багаторазове повторення. Використання перевірених ресурсів – офіційної документації Blender Foundation, навчальних курсів таких авторів, як Blender

Guru, CG Boost, Grant Abbitt чи CG Cookie забезпечує високий рівень структурованості матеріалу та попереджає формування хибних навичок.

Важливою складовою самонавчання є формування стабільного навчального ритму. Дорослим учням доцільно обирати короткі, але регулярні навчальні сесії: наприклад, щоденні заняття тривалістю 30–60 хвилин виявляються ефективнішими, ніж довгі періодичні навчання. Саме регулярність дозволяє підтримувати пам'ять про інструменти, уникати регресу та поступово формувати стійку навичку роботи з інтерфейсом і інструментами Blender.

Не менш важливою є рефлексивна складова. Ведення щоденника навчання допомагає фіксувати труднощі, усвідомлювати власні прогалини та відстежувати динаміку розвитку. Рефлексія дозволяє дорослому учневі проводити самоаналіз – визначати, які методи працюють, які ресурси є надмірно складними, які теми потребують повторного опрацювання. Своєчасна корекція навчальної стратегії сприяє оптимізації процесу й підвищує результативність.

Корисним інструментом у самостійному навчанні Blender є залучення елементів peer-to-peer взаємодії, навіть якщо навчання формально відбувається індивідуально. Участь у спільнотах, таких як Blender Artists, Reddit або тематичні Discord-канали, забезпечує можливість отримувати зворотний зв'язок, порівнювати власні роботи з роботами інших та вчитися на чужих прикладах. Взаємне обговорення моделей, вихідного коду, топології чи підходів до освітлення виконує функцію своєрідного “соціального підсилювача” навчання, що є особливо важливим у середовищі, де результат значною мірою залежить від кількості практики та здатності помічати деталі.

Завершальним етапом самонавчання дорослого учня є створення підсумкового індивідуального проєкту. Такий проєкт дає змогу інтегрувати всі набуті знання від базових операцій моделювання до текстурування, роботи з матеріалами, налаштування освітлення та фінального рендерингу. Практика створення фінальної роботи слугує формою підсумкового оцінювання, дозволяє

порівняти рівень навичок на початку й наприкінці навчання та об'єктивно оцінити власний прогрес.

Таким чином, методичні рекомендації щодо самостійного навчання Blender дорослими учнями базуються на поєднанні чітко структурованого планування, регулярної практики, інтеграції теоретичних і практичних знань, систематичної рефлексії та залучення елементів взаємодії з іншими практиками. Такий підхід дає змогу створити індивідуальну, гнучку та ефективну траєкторію самонавчання, що максимально відповідає потребам дорослого учня і забезпечує сталий розвиток умінь цифрового моделювання.

У сучасній практиці навчання тривимірного моделювання в середовищі Blender виокремлюється низка методів (Таблиця 3), які демонструють високу ефективність у роботі з дорослими здобувачами. Одним із базових підходів є покрокова демонстрація з одночасною практикою. У цьому форматі студент виконує необхідні дії в реальному часі, коментуючи кожен етап. Такий метод забезпечує негайне перенесення спостереженої дії у практичну площину й відповідає принципам навчання дорослих, згідно з якими знання краще засвоюються через безпосереднє застосування [135].

Таблиця 3

Формати навчання: переваги та недоліки

Формат / середовище	Означення	Коли доречно обирати	Переваги	Недоліки
Формальна освіта	Стандартизовані програми з підсумковою атестацією (університет, сертифікатні програми)	Для офіційної кваліфікації та кар'єрного зростанн	Визнані дипломи, системність	Висока вартість, фіксований темп
Неформальна освіта	Структуроване навчання поза формальною системою (курси, тренінги)	Апскіл/рескіл, вузькі компетенції	Гнучкість, практичність	Різна якість, не завжди є сертифікація
Інформальне навчання	Самоосвіта в повсякденному житті та на роботі	«На ходу», під конкретну задачу	Дешево, швидко, під потребу.	Відсутність структури й верифікації
Онлайн-асинхронне	Відео/модулі у власному темпі (МООС, записи)	Поєднання з роботою, віддаленість	Максимальна гнучкість	Потребує самодисципліни
Змішане (blended)	Поєднання онлайн і офлайн	Коли важлива і практика, і гнучкість	Баланс теорії/ практики	Складніша організація
Навчання на робочому місці (ОJT, shadowing)	Навчання під час виконання роботи	Впровадження нових процесів/інструментів	Реальні кейси, швидкий трансфер у практику	Залежність від наставників і їхнього часу
Спільноти практики (CoP)	Професійні спільноти для обміну досвідом	Для сталого розвитку компетенцій	Колективне знання, мережа контактів	Потребує активної участі.
Коучинг/менторство	Індивідуальна підтримка та супровід	Лідерство, кар'єрні переходи	Персоналізація, якісний фідбек	Вартість та доступність експертів.
Problem-Based Learning (PBL)	Робота з реальними проблемами та кейсами	Лідерство, кар'єрні переходи	Глибоке розуміння, навички вирішення	Вимагає якісних кейсів і фасилітації
Self-Directed Learning (SDL)	Самостійне планування, реалізація та оцінювання навчання	Лідерство, кар'єрні переходи	Максимальна релевантність і темп	Ризик фрагментарності без чіткого плану
Експериментальне/досвідне навчання (Kolb)	Цикл: досвід → рефлексія → концепція → експеримент	Лідерство, кар'єрні переходи	Закріплення через дію й рефлексію	Потребує часу на рефлексію
Кейс-метод	Аналіз реальних ситуацій з обговоренням	Лідерство, кар'єрні переходи	Розвиток аналізу та ухвалення рішень	Якість кейсів критична
Симуляції / VR / AR	Безпечне відпрацювання навичок у моделюваних середовищах	Лідерство, кар'єрні переходи	Висока залученість, безпечне тренування	Вартість, технічні вимоги
Мікронавчання та мікрокреденшили	Короткі модулі з бейджами/сертифікатами	Лідерство, кар'єрні переходи.	Швидкий результат, гнучкість	Ризик поверхневості без подальшої підтримки
Воркшопи/ майстер-класи, вебінари	Короткі інтенсиви з практикою та обміном	Лідерство, кар'єрні переходи.	Швидкий результат, гнучкість.	Короткотривалість ефекту без подальшої підтримки

Високу результативність також демонструє мікронавчання, що передбачає подання навчального матеріалу у вигляді коротких, структурованих модулів, тривалістю зазвичай від 5 до 15 хвилин [41]. У сучасних дослідженнях цей підхід визначається як форма навчання, що фокусується на «невеликих, самодостатніх одиницях контенту, які засвоюються швидко та можуть бути відразу застосовані на практиці» [71]. Ключова перевага мікронавчання – зменшення когнітивного навантаження: короткі навчальні сегменти дозволяють дорослим обмежувати кількість інформації, яка опрацьовується за один сеанс, що позитивно впливає на запам'ятовування й розуміння складних технічних операцій [40; 72]. Згідно з теорією когнітивного навантаження Дж. Своллоу та

Р. Мейєра, саме невеликі блоки інформації найбільш ефективні для опрацювання нового матеріалу, особливо коли він пов'язаний з інструментальними діями, як-от моделювання у Blender [98; 131].

Мікронавчання також підтримує регулярність та сталість навчання, оскільки короткі модулі легко інтегрувати у щоденний розклад дорослої людини з обмеженим часом [91]. Формат «коротке відео та негайне практичне завдання» підсилює закріплення вмінь, сприяє формуванню звички до навчання та підтримує внутрішню мотивацію, що підтверджується емпіричними дослідженнями у сфері цифрової освіти [40; 105].

У контексті вивчення 3D-моделювання та Blender мікронавчання виявляється особливо ефективним, оскільки дозволяє швидко освоювати окремі інструменти (наприклад, модифікатори, вузлові системи або техніки текстурування), не перевантажуючи студента надмірною кількістю нової інформації за один сеанс. Саме тому провідні освітні платформи, такі як Blender Guru, CG Cookie та CG Boost, активно використовують мікромодулі як базовий формат побудови навчальних курсів.

Особливе місце посідає проєктне навчання, яке передбачає створення повноцінної 3D-сцени або окремого об'єкта з поступовим ускладненням структури. На відміну від фрагментарних або ізольованих вправ, проєкт дає змогу студентам застосовувати знання комплексно, інтегруючи моделювання, текстурування, освітлення, роботу з матеріалами, композицію та рендеринг у межах одного цілісного завдання. Такий підхід забезпечує міжтемну інтеграцію та формує системне розуміння виробничого циклу 3D-графіки, що є критично важливим у професійному середовищі. Проєктні методи навчання стимулюють розвиток самостійності, автономії та здатності до планування, оскільки кожен етап від постановки задачі й збирання референсів до вибору технік моделювання, оптимізації сітки та фінального рендеру вимагає прийняття рішень на основі власного аналізу. Такий формат навчання безпосередньо корелює з концепціями дорослого навчання М. Ноулза, який наголошував, що

дорослі навчаються ефективніше, коли мають можливість застосувати знання у реальній діяльності, що має для них практичну цінність [83].

Крім того, проєктне навчання підтримує рефлексивну практику, що є центральним елементом трансформаційної теорії Дж. Мезірова. Аналіз проміжних результатів, оцінка якості рішень, виправлення власних помилок та переосмислення підходів дозволяють дорослим студентам формувати глибше розуміння не лише технічних аспектів, а й власних навчальних стратегій [15]. Саме тому проєктна діяльність вважається одним із найбільш ефективних методів у навчанні цифрових та творчих компетентностей, включно з 3D-моделюванням у Blender.

Ще одним ефективним елементом є рефлексивні паузи – короткі відрізки часу, спрямовані на усвідомлення здобувачами власних успіхів, труднощів та логіки виконання завдань після завершення окремого етапу заняття. На відміну від традиційної постфактум-оцінки наприкінці курсу, рефлексивні паузи інтегруються безпосередньо в процес навчання, що дозволяє відразу скоригувати помилки та адаптувати стратегію роботи. У процесі рефлексії студенти аналізують, які дії привели до бажаного результату, які технічні рішення виявилися неефективними та чому, а також формують власні припущення щодо альтернативних підходів. Це сприяє розвитку метакогнітивної компетентності – здатності контролювати, оцінювати й удосконалювати власні когнітивні процеси. Метакогнітивні навички, як доводить Б. Циммерман, є ключовими у формуванні саморегульованого навчання та підвищенні навчальних результатів у дорослих [48; 50; 66; 79]. У контексті навчання Blender рефлексивні паузи мають особливе значення. Вони дозволяють студентам оцінити проміжний стан 3D-моделі, зрозуміти, чи правильно обрана топологічна стратегія, наскільки вдало підібране освітлення або матеріали, чи потребує сцена оптимізації перед переходом до рендерингу. Таким чином, рефлексія допомагає уникати накопичення помилок, які ускладнюють подальше редагування складних сцен [4].

Сучасні дослідження цифрової освіти підтверджують, що регулярні рефлексивні зупинки підвищують глибину розуміння та сприяють довготривалому запам'ятовуванню матеріалу, особливо коли навчання містить візуальні та практичні компоненти, характерні для 3D-моделювання [67]. Рефлексія також посилює внутрішню мотивацію, оскільки дозволяє здобувачам бачити власний прогрес та усвідомлювати приріст майстерності.

Згідно з трансформаційною теорією Дж. Мезірова, саме критична рефлексія є центральним механізмом глибинних змін у способах мислення дорослої людини та формує здатність до переосмислення попереднього досвіду і прийняття нових, більш ефективних підходів до діяльності [143]. Тому рефлексивні паузи виступають не лише методичним інструментом, а й важливим компонентом розвитку професійного, аналітичного та саморегульованого мислення.

Не менш важливою складовою є взаємне навчання (peer review), що передбачає взаємний аналіз студентських робіт у межах групового обговорення або структурованої взаємної перевірки [141]. Як показують сучасні дослідження, пір-оцінювання є ефективним інструментом формування академічної автономії та розвитку навичок саморефлексії, оскільки дозволяє студентам порівнювати власні рішення з підходами інших учасників [53]. У межах цього процесу здобувачі не лише надають конструктивний зворотний зв'язок одне одному, але й навчаються аргументувати власні технічні рішення, описувати логіку дій, застосовувати відповідні критерії оцінювання та виявляти типові помилки. Це сприяє розвитку критичного мислення, уміння бачити сильні й слабкі сторони роботи, а також формує здатність аналізувати результати з позиції як виконавця, так і рецензента [66].

У галузі 3D-моделювання, де практично кожне завдання може бути виконане різними способами від вибору методів побудови сітки до організації освітлення та налаштування матеріалів взаємне навчання дозволяє студентам зіставляти альтернативні підходи, аналізувати їх ефективність, виявляти кращі практики та

поступово формувати власний індивідуальний стиль роботи. Крім того, взаємний аналіз робіт сприяє глибшому засвоєнню матеріалу, оскільки оцінювання чужих рішень вимагає детального розуміння процесу, принципів оптимізації та естетичних критеріїв [29].

Для дорослих здобувачів взаємне навчання також виконує соціально-андрагогічну функцію, створюючи середовище співпраці й підтримки, що підсилює мотивацію, знижує страх критики та формує культуру відкритого обговорення. За даними сучасних досліджень, саме взаємний обмін досвідом та спільне конструювання знань є рушійними чинниками ефективного навчання у професійних спільнотах [103; 132; 134].

Застосування цих методів у комплексі забезпечує збалансоване поєднання практики, рефлексії, соціальної взаємодії та самостійної діяльності, що відповідає сучасним підходам до навчання дорослих та специфіці опанування Blender як інструменту професійного цифрового творення.

Багато дорослих студентів обирають самостійне, неформальне навчання Blender без участі викладача чи куратора. Така траєкторія дає гнучкість у часі, можливість рухатися у власному темпі й адаптувати зміст під свої професійні або особисті цілі. Водночас самостійне навчання вимагає високого рівня самодисципліни, уміння планувати та оцінювати власний прогрес. Тому воно є по-справжньому ефективним лише за умови дотримання продуманої стратегії, що поєднує планування, регулярну практику, використання якісних ресурсів та отримання зворотного зв'язку. По-перше, дорослому здобувачеві варто скласти індивідуальний план навчання на проміжок щонайменше 4–6 місяців. Такий план не обмежується переліком тем, а містить послідовну «драбину» компетентностей: від базових навичок орієнтації в інтерфейсі й роботи з примітивами — до моделювання складніших об'єктів, матеріалів, освітлення, рендеру й, за потреби, анімації. Кожний місяць може мати свій фокус (наприклад: «основи моделювання», «текстурування і матеріали», «освітлення та рендер», «створення завершеної сцени/проекту»), а всередині місяця —

конкретні цілі тижня: які інструменти будуть опановані, який невеликий проєкт або вправу необхідно завершити. Чітко сформульовані проміжні результати (finished works, рендери «до/після», список вивчених функцій) допомагають дорослому відстежувати динаміку й не «застрягати» на одному етапі. По-друге, критично важливою умовою є регулярність. Для дорослої людини з роботою, сім'єю та іншими зобов'язаннями великі навчальні блоки по 3–4 години часто нереалістичні й швидко призводять до виснаження. Натомість короткі, але щоденні сесії по 30–40 хвилин формують стійку звичку й забезпечують постійний контакт із матеріалом. Такий формат добре узгоджується з принципами дорослого навчання: інформація частіше повторюється в коротких інтервалах, знання не встигають «вивітрюватися», а когнітивне навантаження залишається помірним. Регулярні короткі заняття також легше «вписати» в щоденний розклад, наприклад, відпрацювання однієї конкретної операції, завершення невеликого етапу проєкту або перегляд і повторення одного уроку. По-третє, якість джерел інформації в самостійному навчанні має вирішальне значення. Оскільки Blender розвивається дуже швидко, частина старих відеокурсів і статей стає застарілою: змінюється інтерфейс, додаються нові інструменти, і користувач ризикує витратити час на непридатні підходи. Тому доцільно спиратися на перевірені ресурси з репутацією системних та актуальних курсів такі як: Blender Guru, CG Cookie, CG Boost, матеріали Grant Abbitt, а також офіційна документація та навчальні матеріали Blender Foundation [2]. Їхні курси зазвичай мають логічну структуру (від бази до просунутих тем), чітко сформульовані результати навчання, практичні завдання та актуальність щодо поточної версії програми.

Четвертий важливий принцип – усвідомлене поєднання теорії з практикою. Для програм на кшталт Blender недостатньо «просто подивитися» відеоурок: інструменти засвоюються через багаторазове застосування в реальних завданнях. Тому доцільною є орієнтовна формула: 1 година перегляду відео = 3 години самостійної роботи. Це означає, що після перегляду уроку

користувач не лише повторює показані кроки, а й свідомо варіює умови: змінює форму об'єкта, по-іншому налаштовує світло, пробує інший матеріал, експериментує з параметрами модифікаторів. Такий підхід переводить знання з «механічного відтворення» у гнучке вміння застосовувати інструмент в різних контекстах.

П'ятим компонентом ефективного самостійного навчання є ведення щоденника (*learning journal*). У ньому дорослий здобувач фіксує дату заняття, тему, ключові дії в Blender (які інструменти вивчав, які операції виконував), а також власні враження: що було складним, що вдалося добре, які питання залишились відкритими. Такий щоденник виконує одразу кілька функцій: по-перше, дозволяє бачити реальний прогрес за тижні й місяці; по-друге, формує навичку рефлексії, важливу для дорослого навчання; по-третє, допомагає планувати наступні кроки, враховуючи виявлені «прогалини» чи труднощі. З часом він перетворюється на персональну «карту» навчального шляху.

Навіть у форматі самостійного навчання дорослому важливо не залишатися в повній ізоляції. Приєднання до онлайн-спільнот (форум Blender Artists, профільні підрозділи Reddit, тематичні сервери Discord тощо) забезпечує соціальну підтримку й джерело зворотного зв'язку [30]. У таких спільнотах можна поставити запитання щодо конкретної технічної проблеми, поділитися проміжними результатами, отримати конструктивну критику або, навпаки, підкріплення мотивації, коли інші учасники відзначають прогрес. Крім того, участь у челенджах та спільних проєктах створює додаткову «зовнішню» мотивацію та дисциплінує: з'являються дедлайни й чітко окреслені завдання, що особливо важливо для дорослих, які легко можуть відкласти навчання «на потім» через робочі чи сімейні справи.

Отже, самостійне навчання Blender без викладача може бути не менш результативним, ніж формальні курси, за умови дотримання цілісної стратегії: наявності структурованого плану на кілька місяців, регулярних коротких занять, опори на перевірені ресурси, обов'язкового практичного відпрацювання

матеріалу, рефлексивного ведення щоденника та залучення до професійних або аматорських онлайн-спільнот. Саме поєднання цих елементів створює для дорослого безпечне й водночас стимулююче освітнє середовище, у якому він може поступово рухатися від перших кроків у Blender до створення повноцінних, технічно та художньо цілісних 3D-проектів.

Методика викладання Blender дорослим має бути індивідуальною, гнучкою та практичною. Вона повинна поєднувати навчання через дію (experiential learning) [Kolb, 1984], критичну рефлексію [101]. Таке поєднання дозволяє дорослим учням ефективно опановувати нові цифрові інструменти, зберігаючи баланс між професійними обов'язками та особистісним розвитком.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження «Навчання основ графічного моделювання дорослих учнів: теорія та практика» дозволило дослідити явище цифрового графічного моделювання як освітньої галузі та простору розвитку дорослого учня в умовах неперервної освіти. У роботі послідовно поєднано теоретичний аналіз сучасних педагогічних концепцій, вивчення потенціалу програмного

середовища Blender та експериментальне самодослідження, що дало змогу оцінити процес навчання «зсередини» і поглибити розуміння специфіки формування цифрових компетентностей у дорослої аудиторії.

На теоретичному рівні було з'ясовано, що навчання дорослих визначається низкою психологічних характеристик, які суттєво впливають на організацію навчального процесу. Дорослі учні приймають рішення про навчання усвідомлено, виходячи з власних професійних, кар'єрних або особистісних потреб, а їхня мотивація є переважно внутрішньою. Дорослі студенти прагнуть оперувати практичними знаннями, які можуть бути одразу застосовані в реальних умовах; мають сформовані пізнавальні стратегії, життєвий досвід, критичність мислення та високий рівень самостійності. Водночас слухачі стикаються з такими бар'єрами, як обмежений час, когнітивні перевантаження, страх помилки або сумніви щодо власних здібностей, що створює потребу в особливих підходах до організації навчання.

У ході аналізу було детально опрацьовано три фундаментальні концепції навчання дорослих: андрагогічну модель М. Ноулза, експериментальну теорію навчання Д. Колба, а також трансформативну теорію Дж. Мезірова. Андрагогічний підхід дав змогу визначити ключові принципи побудови ефективного освітнього середовища для дорослих – автономність, досвід як ресурс, практичність, орієнтація на проблеми, а не на абстрактні теми. Експериментальна модель підкреслила важливість циклічного характеру навчання, де кожен етап (конкретний досвід, рефлексія, концептуалізація та активне експериментування) є невід'ємною частиною розвитку компетентності. Трансформативна теорія дозволила зрозуміти ті зміни, які відбуваються в дорослого учня під впливом критичного осмислення власних переконань, відчуття «зрушень» у розумінні та формування нових способів бачити й оцінювати світ.

Узагальнений теоретичний аналіз довів, що всі три концепції є важливими для навчання цифрового графічного моделювання, оскільки цей процес

потребує одночасно самостійності, активної практики, регулярної рефлексії та сміливості долати складність. Таким чином, перше завдання дослідження було виконано повністю: теоретичні засади навчання дорослих були проаналізовані й стали підґрунтям для подальшого емпіричного вивчення.

У другому розділі цифрове графічне моделювання було розглянуто як важливу складову сучасної цифрової грамотності та професійної компетентності. З'ясовано, що в умовах швидкого розвитку технологій 3D-моделювання перестало бути спеціалізованою навичкою вузьких професіоналів і стало інструментом широкого спектра діяльностей від освіти до реклами, від інженерії до медицини, від дизайну до аналізу даних. Саме тому володіння базовими прийомами графічного моделювання розглядається сьогодні як частина загальної цифрової культури.

Особливе місце у роботі було відведено аналізу програмного середовища Blender. Дослідження довело, що Blender має унікальний навчальний потенціал завдяки своїй безкоштовності, відкритому коду, гнучкості, широкому набору функцій і надзвичайно розвиненій спільноті користувачів. Велика кількість доступних навчальних ресурсів (офіційні гайдлайни, відеокурси, форуми, покрокові уроки, інтерактивні проєкти) створює зручні умови для формування навичок самонавчання дорослих. Значення Blender як освітнього інструмента підтверджується і сучасними дослідженнями, які наголошують на його ефективності в розвитку просторового мислення та творчих компетентностей.

Отже, друге завдання дослідження було реалізоване: навчальний потенціал Blender був всебічно проаналізований і визначений як оптимальний інструмент для самостійної підготовки дорослих до цифрового моделювання.

У третьому розділі була розроблена й апробована авторська модель самонавчання дорослого у процесі опанування Blender. Модель включала чотири ключові блоки: мотиваційний (визначення цілей та очікуваних результатів), когнітивний (опанування базових понять і теоретичного матеріалу), діяльнісний (виконання практичних завдань) та рефлексивний

(аналіз труднощів, помилок та власних освітніх стратегій). Для перевірки ефективності моделі було проведено експериментальне самонавчання, у рамках якого здійснювалося послідовне вивчення інструментів Blender, створення кількох моделей та систематичний запис спостережень і висновків.

Експеримент показав, що дорослий учень стикається з низкою типових труднощів: швидка втомлюваність у разі великих обсягів інформації, періодичне повернення до базових операцій, потреба в чіткій структурі занять, емоційні коливання, пов'язані з помилками або невдачами. Однак водночас було виявлено, що поступове ускладнення завдань, використання коротких навчальних модулів, доступність великої спільноти користувачів і регулярна рефлексія значно полегшують процес опанування навіть складних інструментів моделювання. Практична частина дослідження підтвердила, що дорослий учень здатен швидко прогресувати за умови систематичності та усвідомленого підходу до навчання.

У ході виконання четвертого завдання було визначено педагогічні умови, які забезпечують ефективність самонавчання дорослого в цифровій галузі. До таких умов належать мотиваційна підтримка (чіткість цілей, бачення прогресу, усвідомлення практичної цінності), організаційна гнучкість (короткі, але регулярні заняття, можливість обирати темп і траєкторію роботи), методична структурованість (логічне дозування матеріалу, опора на мікронавчання, наявність якісних ресурсів) та постійна рефлексія. Дорослі ефективно навчаються тоді, коли навчання інтегрується у повсякденні практики, приносить відчутні результати та дозволяє відчувати контроль над процесом.

Результати експериментального самонавчання підтвердили ефективність запропонованої моделі. Під час дослідження було створено кілька власних 3D-моделей, засвоєно базові інструменти Blender, сформовано навичку самостійного пошуку рішень, а також розвинуто цифрові компетентності, які раніше не були наявні. Сам процес став підтвердженням того, що дорослий

учень може успішно опанувати складні цифрові технології навіть без участі викладача за умови правильної педагогічної організації самонавчання.

Отже, усі поставлені дослідницькі завдання були виконані. Проведено комплексний аналіз теоретичних моделей навчання дорослих, досліджено освітній потенціал Blender, розроблено та перевірено авторську модель самонавчання, а також визначено педагогічні умови, які забезпечують успішність формування цифрових компетентностей у дорослих учнів. Практичні результати підтвердили, що поєднання теоретичної обґрунтованості, чіткої структури й активної рефлексії створює сприятливе середовище для опанування 3D-моделювання.

Завершуючи дослідження, можна зробити висновок, що навчання цифрового графічного моделювання дорослих є перспективним напрямом неперервної освіти, який має значний особистісний, професійний та освітній потенціал. Blender довів свою ефективність як інструмент для самонавчання, а результати самодослідження показали, що дорослий учень здатен до високого рівня саморегуляції, самостійності та творчості. Отримані висновки можуть бути використані в подальших наукових і практичних дослідженнях, а також у розробленні освітніх програм і методичних рекомендацій для підготовки дорослих у сфері цифрового моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abbitt G. Blender Tutorials for Beginners. YouTube, 2025. URL: <https://www.youtube.com/c/GrantAbbitt> (date of access: 21.06.2025).
2. About Blender Studio. 2025. URL: <https://studio.blender.org> (date of access: 07.05.2025).
3. Adult Learning Theory: Methods and Techniques of Teaching Adults. URL: <https://research.com/education/adult-learning-theory> (date of access: 02.10.2025).

4. Adult Learning Theory: Everything You Need to Know. 2024. URL: <https://whatfix.com/blog/adult-learning-theory> (date of access: 09.08.2025).
5. Adult Learning Theory: How Adults Learn Differently. URL: <https://www.park.edu/blog/adult-learning-theory-how-adults-learn-differently/> (date of access: 29.11.2025).
6. Anderson L. W., Krathwohl D. R. (eds.). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy*. New York : Longman, 2001. 336 p.
7. Andrei R. M., Callieri M., Zini M., et al. Intuitive Representation of Surface Properties for Molecular Dynamics Simulations. *BMC Bioinformatics*, 2012, 13(Suppl 4):S2. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3434447/> (date of access: 27.08.2025).
8. Arcuri A., Rossi M. (Meta) Competences for Digital Practice: Educational Scenarios in BIM Learning. *Journal of Civil Engineering and Management*, 2022, Vol. 28, No. 5, P. 367–380.
9. Ardila C. M. *Efficacy of three-dimensional models for medical education*. 2023. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9932677/> (date of access: 14.09.2025).
10. Aspin D. N., Chapman J. D. *Lifelong Learning: Concepts and Conceptions*. Dordrecht : Springer, 2007. 310 p.
11. Autodesk 3ds Max – 3D Modeling, Animation & Rendering Software. URL: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max> (date of access: 21.10.2025).
12. Autodesk Maya – 3D Modeling, Animation & Rendering Software. URL: <https://www.autodesk.com/products/maya> (date of access: 03.08.2025).
13. Bandura A. *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York : W. H. Freeman, 1997. 604 p.
14. Beard C., Wilson J. *Experiential Learning: A Best Practice Handbook for Educators and Trainers*. London : Kogan Page, 2013. 352 p.
15. Bell S. Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House*, 2010. Vol. 83, no. 2. P. 39–43.
16. Blender 3D: Polygonal Modeling. URL: https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Polygonal_Modeling (date of access: 13.06.2025).
17. Blender Courses and Tutorials, 2025. URL: <https://cgcookie.com> (date of access: 22.11.2025).
18. Blender Foundation. About Blender. 2025. URL: <https://www.blender.org/about/> (date of access: 08.11.2025).
19. Blender Fundamentals Playlist on YouTube. 2025. URL: <https://www.youtube.com/c/BlenderFoundation> (date of access: 26.09.2025).

20. Blender Manual Render Engines (Cycles, Eevee). 2025. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (date of access: 21.10.2025).
21. Blender Manual User Documentation. 2023. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (date of access: 22.10.2025).
22. Blender: Free and Open Source 3D Creation Suite. Blender Foundation, 2025. URL: <https://www.blender.org> (date of access: 18.10.2025).
23. Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. URL: <https://www.maxzosim.com/blooms-taxonomy-of-educational-objectives/> (date of access: 11.09.2025).
24. Boateng J. K. Influence of Adult Learners' Self-Direction on Group Learning. *Cogent Social Sciences*, 2022, Vol. 8, No. 1, Article 2064592. URL: <https://doi.org/10.1080/23311886.2022.2064592> (date of access: 13.11.2025).
25. Brookfield S. D. Self-Directed Learning. *Infed*. URL: <https://infed.org> (date of access: 22.10.2025).
26. Brookfield S. *Understanding and Facilitating Adult Learning*. San Francisco : Jossey-Bass, 1986. 376 p.
27. Brown J. S., Collins A., Duguid P. *Situated Cognition and the Culture of Learning*. Educational Researcher, 1989. URL: <https://www.johnseelybrown.com/Situated%20Cognition%20and%20the%20culture%20of%20learning.pdf> (date of access: 22.10.2025).
28. Candy P. C. *Self-Direction for Lifelong Learning: A Comprehensive Guide to Theory and Practice*. San Francisco : Jossey-Bass, 1991. P. 1–35.
29. Candy P. C. Kolb's Four Stages of Learning. URL: <https://citt.it.ufl.edu/resources/course-development-resources/the-learning-process/types-of-learners/kolbs-four-stages-of-learning/> (date of access: 22.10.2025).
30. CG Cookie Community Discord. 2025. URL: <https://cgcookie.com/discord> (date of access: 21.09.2025).
31. Challenges of Adult Learners: A Case Study of Full-Time Postgraduate Students. ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/273086363_Challenges_of_Adult_Learners_A_Case_Study (date of access: 22.10.2025).
32. Cinema 4D – 3D Animation & Motion Graphics Software. URL: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d> (date of access: 13.11.2025).
33. Cineversity – Cinema 4D Tutorials & Training. Maxon. URL: <https://www.cineversity.com> (date of access: 13.11.2025). Class Central. Best Blender Courses Online – 2025 Rankings. 2025. URL: <https://www.classcentral.com> (date of access: 22.10.2025).
34. Class Central. Best Blender Courses Online – 2025 Rankings. 2025. URL: <https://www.classcentral.com> (date of access: 22.10.2025).

35. Colardyn D., Bjornavold J. Validation of Formal, Non-formal and Informal Learning: Policy and Practices in EU Member States. *European Journal of Education*, 2004. P. 69–89.
36. Community & Hashtag #b3d. 2025. URL: <https://www.blender.org/community/> (date of access: 22.10.2025).
37. Complete Character Creation in Blender. 2025. URL: <https://cgboost.com> (date of access: 04.07.2025).
38. Corporate Finance Institute. Adult Learning Theory – Definition, History and Principles. 2020. URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/adult-learning-theory> (date of access: 23.10.2025).
39. Cross K. P. Adults as Learners: Increasing Participation and Facilitating Learning. San Francisco : Jossey-Bass, 1991. 300 p. URL: <https://eric.ed.gov/?id=ED200099> (date of access: 08.06.2025).
40. Czerkowski B. C. Blended Microlearning: Designing Short, Targeted Learning Experiences. 2019. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED602844.pdf> (date of access: 07.10.2025)
41. De Gagne J. C. Microlearning in Health Professions Education: A Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research*, 2019. URL: <https://www.jmir.org/2019/2/e14468> (date of access: 17.11.2025)
42. Deci E. L., Ryan R. M. Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior. New York : Plenum Press, 1985. 372 p.
43. Digital Education Action Plan (2021–2027): Resetting Education and Training for the Digital Age. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2020. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital/education-action-plan> (date of access: 24.10.2025).
44. Discussion Threads on Educational Content (Grant Abbitt & Blender Guru). 2025. URL: <https://blenderartists.org> (date of access: 23.08.2025).
45. Doidge N. The Brain That Changes Itself. New York : Penguin, 2007. P. 28–76.
46. Dong C., et al. *Applications of 3D printing in medicine: A review*. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666964124000080> (date of access: 29.08.2025)
47. Eccles J., Wigfield A. Motivation: What Does It Take To Motivate Students? *Educational Researcher*, 2002. P. 15–25. URL: <https://doi.org/10.3102/0013189X031004014> (date of access: 15.11.2025).
48. Education Strategy Group How Higher Education Can Better Serve Adult Learners by Addressing Time Poverty. URL: <https://edstrategy.org/reaching-for-more-how-higher-education-can-better-serve-adult-learners-by-addressing-time-poverty/> (date of access: 02.11.2025).

49. Effectiveness of a Critical Reflection Competency Program for Clinical Nurse Educators: A Pilot Study. URL: <https://bmcnurs.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12912-023-01236-6> (date of access: 28.10.2025).
50. El-Amin A. Andragogy: A Theory in Practice in Higher Education. *Journal of Research in Higher Education*, 2020, Vol. 4, No. 2, P. 1–15. URL: <https://scholarworks.waldenu.edu> (date of access: 09.10.2025).
51. Engaging Your Learners: “What’s In It For Me?” (WIIFM). Режим доступа: <https://www.growthengineering.co.uk/whats-in-it-for-me-training/> (date of access: 02.08.2025).
52. Exploring Challenges of Adult Learners in Selected Adult Education and Training Centres in South Africa: An Analysis of Knowles’ Theory of Andragogy. *Social Sciences and Education Research Review*. URL: <https://sserr.ro/wp-content/uploads/2024/07/sserr-11-1-152-160.pdf> (date of access: 22.10.2025).
53. Falchikov N. *Improving Assessment Through Student Involvement: Practical Solutions for Aiding Learning in Higher and Further Education*. London : Routledge, 2005. 302 p.
54. Fishwick P. *Simulation Model Design and Execution: Building Digital Worlds*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1995. 432 p.
55. Flavell J. H. Metacognition and Cognitive Monitoring. *American Psychologist*, 1979. P. 906–911.
56. Forums and Discussions for Blender Users. 2025. URL: <https://blenderartists.org> (date of access: 12.07.2025).
57. Four Principles of Adult Learning and How to Apply Them to Your Employee. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/4-principles-adult-learning-how-apply-them-your-employee-butcher/> (date of access: 07.11.2025).
58. Four Principles of Adult Learning and Why They Impact Training Design. URL: <https://irecusa.org/online-training-development/four-principles-of-adult-learning> (date of access: 22.11.2025).
59. Four Principles of Adult Learning. URL: <https://www.irecusa.org/online-training-development/four-principles-of-adult-learning/> (дата звернення: 17.11.2025).
60. Four Ways to Apply Situated Learning Theory. URL: <https://blog.elblearning.com/4-ways-to-apply-situated-learning-theory> (date of access: 13.08.2025).
61. Friesen N. An Overview on Transformative Learning. 2012. URL: https://www.normfriesen.info/files/Mezirows_overview_transformative.pdf (date of access: 21.08.2025).
62. Fundamentals and Advanced Tutorials. Blender Foundation, 2025. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (date of access: 22.08.2025).

63. Future-Ready Adult Learning Systems: Policy Brief. Paris : OECD Publishing, 2019. URL: <https://www.oecd.org/publications/future-ready-adult-learning-systems-policy-brief> (date of access: 13.07.2025).
64. García-García J., Dolores C. Three-Dimensional Dynamic Geometry Tools in Teaching Calculus. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2022. URL: <https://www.iejme.com/article/three-dimensional-dynamic-geometry-tools-in-teaching-calculus-13072> (date of access: 02.06.2025)
65. Getting Skills Right: Adult Learning in Italy. Paris : OECD Publishing, 2019. URL: <https://www.oecd.org/publications/getting-skills-right-adult-learning-in-italy-9789264312722-en.htm> (date of access: 23.05.2025).
66. Gielen S., Dochy F., Onghena P. An Inventory of Peer Assessment Diversity. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 2011. Vol. 36, no. 2. P. 137–155.
67. Harris C. J., Penuel W. R., DeBarger A. H. Designing Project-Based Learning Environments for Science Learning. *Science Educator*, 2014. P. 75–85.
68. Hidi S., Renninger K. A. The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 2006. P. 111–127. URL: https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1 (date of access: 22.05.2025).
69. Holton E. F. III, Swanson R. A., Naquin S. S. Andragogy in Practice: Clarifying the Andragogical Model of Adult Learning. *Performance Improvement Quarterly*, 2001, Vol. 14, No. 1, P. 118–143. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1937-8327.2001.tb00204.x> (date of access: 10.05.2025).
70. How to Enhance the Student Experience with Kolb’s Experiential Learning Theory. URL: <https://www.explorance.com/blog/how-to-enhance-the-student-experience-with-kolbs-experiential-learning-theory/> (date of access: 13.06.2025).
71. Hug T. (ed.). *Didactics of Microlearning: Concepts, Discourses, and Examples*. Münster : Waxmann, 2007. 280 p.
72. Hug T. Microlearning and Narration: Exploring Possibilities of Utilising Narratives and Storytelling for the Designing of “Micro Units” and Didactical Micro-Learning Arrangements. 2005. URL: <https://www.researchgate.net/publication/228855584> (date of access: 15.10.2025)
73. ICT Competency Framework for Teachers. Version 3. Paris : UNESCO Publishing, 2018. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721> (date of access: 04.06.2025).
74. Illeris K. *Contemporary Theories of Learning*. P. 120–138. London : Routledge, 2018.

75. Institute for Lifelong Learning. Recognizing Non-formal and Informal Learning Outcomes. Hamburg : UIL, 2012. 96 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219840> (date of access: 12.07.2025).
76. James N., Orr K., Clancy S. (eds.). Research Handbook on Adult Learning and Education. Cheltenham : Edward Elgar Publishing, 2025. 258 p. URL: <https://doi.org/10.4337/9781800886667> (date of access: 03.06.2025).
77. Jarvis P. Learning to be a Person in Society. London : Routledge, 2009. 256 p.
78. Kamali M. Advancements in 3D digital model generation for industrial environments: Workflow for digital twins. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034624005809> (date of access: 09.06.2025).
79. Khanum A. Blender in Higher Education: MOOCs and Open Access Learning. UrbanPro Journal of Digital Learning, 2023. URL: <https://www.urbanpro.com> (date of access: 21.10.2025).
80. Khanum A. Blender Stack Exchange: Peer Support for 3D Artists. 2023. URL: <https://blender.stackexchange.com> (date of access: 25.06.2025).
81. Klement M., Bártek K. *3D Modelling and its Use in Education*. AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research, 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/372404877_3D_MODELING_AND_ITS_USE_IN_EDUCATION (date of access: 25.05.2025)
82. zles M. S. The Adult Learner: A Neglected Species. P. 66–90. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED084368.pdf> (date of access: 22.06.2025).
83. Knowles M. S. The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy to Andragogy. Revised ed. Cambridge : The Adult Education Company, 1990. 400 p.
84. Kolb D. A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1984. 256 p.
85. Kolb's Experiential Learning Model. URL: <https://www.ebsco.com/research-starters/education/kolbs-experiential-learning-model> (date of access: 13.06.2025).
86. Kolb's Four Stages of Learning. URL: <https://citt.it.ufl.edu/resources/course-development-resources/the-learning-process/types-of-learners/kolbs-four-stages-of-learning/> (date of access: 01.07.2025).
87. Lave J., Wenger E. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. Cambridge : Cambridge University Press, 1991. P. 120–145.
88. Law A. M. Simulation Modeling and Analysis. 5th ed. New York : McGraw-Hill, 2015. 768 p.
89. Learn Production with Blender Studio. 2025. URL: <https://studio.blender.org> (date of access: 02.10.2025).

90. Learning Shader Nodes. URL: <https://blenderartists.org/t/learning-shader-nodes/1526433/2> (date of access: 11.10.2025)
91. Lehner F., Nösekabel H. The Role of Microlearning in Digital Transformation. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 2017. URL: <https://online-journals.org/index.php/i-jac/article/view/7272> (date of access: 01.09.2025)
92. Leontiev A. N. Activity, Consciousness, and Personality. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1978. 192 p.
93. Li L. C., Grimshaw J. M., Nielsen C. et al. Evolution of Wenger's Concept of Community of Practice. *Implementation Science*, 2009, Vol. 4, Article 11. URL: <https://implementationscience.biomedcentral.com/articles/10.1186/1748-5908-4-11> (date of access: 04.07.2025).
94. Lindberg J. *Teaching Digital Models: Secondary Technology Teachers' Experiences*. *International Journal of Technology and Design Education*, 2021. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-021-09659-5> (date of access: 15.10.2025)
95. Loeng S. Self-Directed Learning: A Core Concept in Adult Education. 2020. URL: <https://nordopen.nord.no> (date of access: 22.10.2025).
96. MacKeracher D. *Making Sense of Adult Learning*. 2nd ed. Toronto ; Buffalo : University of Toronto Press, 2004. 315 p. URL: <https://utppublishing.com/doi/10.3138/9780802037787> (date of access: 22.09.2025).
97. Malcolm Knowles' Theory of Andragogy: Implications in Lifelong Education. *International Journal of Research and Analytical Reviews*. Режим доступа: <https://ijrar.org/papers/IJRAR19K9694.pdf> (date of access: 23.10.2025).
98. Mayer R. E. *Multimedia Learning*. Cambridge : Cambridge University Press, 2009. 320 p.
99. Merriam S. B. *Learning and Knowing in Adult Education: The Legacy of Malcolm Knowles*. P. 20–34
100. Merriam S. B., Caffarella R. S., Baumgartner L. M. *Learning in Adulthood: A Comprehensive Guide*. 3rd ed. San Francisco : Jossey-Bass, 2007. 560 p.
101. Mezirow J. *How Critical Reflection Triggers Transformative Learning*. 1990. URL: https://www.colorado.edu/plc/sites/default/files/attached-files/how_critical_reflection_triggers_transfo.pdf (date of access: 22.09.2025).
102. Mezirow J. *Transformative Learning: Theory to Practice*. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 1997. P. 5–12.
103. Mukhalalati B. A., Taylor A. *Adult Learning Theories in Context: A Quick Guide for Healthcare Professional Educators*. *Journal of Medical*

- Education and Curricular Development, 2019, Vol. 6, P. 1–10. URL: <https://doi.org/10.1177/2382120519840332> (date of access: 11.08.2025).
104. New England Institute of Technology. What Is Adult Learning Theory? 2021. URL: <https://www.neit.edu/blog/what-is-adult-learning-theory> (date of access: 13.05.2025).
105. Nikou S., Economides A. Mobile-Based Microlearning and Assessment: Impact on Learning Performance. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2817624> (date of access: 15.11.2025)
106. Northern Illinois University. Situated Learning. URL: <https://www.niu.edu/citl/resources/guides/instructional-guide/situated-learning.shtml> (date of access: 13.11.2025).
107. Nwogu G. A. Effectiveness of Self-Directed Learning in Adult Education: A Comparative Study. *International Research Journal of Multidisciplinary Scope (IRJMS)*, 2025, Vol. 6, No. 2, P. 1388–1400. URL: <https://irjms.ijsshr.in> (date of access: 13.11.2025).
108. O'Brien B. C., Battista A. et al. Situated Learning Theory in Health Professions Education Research. 2020. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31230163/> (date of access: 10.08.2025).
109. Oberländer M., Beinicke A., Bipp T. Digital competencies: A review of the literature and applications in the workplace. *Computers & Education*, 2020, Vol. 146, 103752.
110. Owen T. R. Self-Directed Learning in Adulthood: A Literature Review. 2002. P. 39–46. URL: <https://eric.ed.gov> (date of access: 22.10.2025).
111. Özsoy H. Evaluation of 3D modeling programs for industrial design process requirements. 2023. URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/856416> (date of access: 15.11.2025).
112. Price A. Blender Beginner Tutorial Series. Blender Guru, YouTube, 2025. URL: <https://www.youtube.com/user/AndrewPPrice> (date of access: 22.10.2025).
113. Price A. Blender Beginner Tutorial Series: The Donut Tutorial [Видеорецепт]. Blender Guru, YouTube, 2025. URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLjEaoINr3zgFX8ZsChQVQsuDSjEqdWMAD> (date of access: 22.10.2025).
114. Reddit. /r/blender Community. 2025. URL: <https://www.reddit.com/r/blender> (date of access: 12.09.2025).
115. Relevance of the Knowles Theory in Distance Education. *Scientific Research Publishing*. URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=46999> (date of access: 22.10.2025).

116. Ryan R. M., Deci E. L. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 2000. P. 68–78. URL: https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000_RyanDeci_SD_T.pdf (date of access: 15.11.2025).
117. Schunk D. H. Learning Theories: An Educational Perspective. 7th ed. Boston : Pearson, 2019. 576 p.
118. Schunk D. H., DiBenedetto M. K. Motivation and Social Cognitive Theory. *Contemporary Educational Psychology*, 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832> (date of access: 15.11.2025).
119. Self-Paced Learning for Blender Artists. 2025. URL: <https://cgcookie.com> (date of access: 22.10.2025).
120. Senadheera V. V., Ediriweera D. S., Rupasinghe T. P. *Instructional Design Models for Digital Learning in Higher Education – A Scoping Review*. Journal of Learning for Development, 2024, Vol. 11, No. 1, P. 15-26. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1423548.pdf> (date of access: 15.11.2025)
121. Sequencer / Compositor. 2025. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> (date of access: 22.10.2025).
122. Sevast'yanova O. Modeling the formation of digital competence of future teachers of primary school in pedagogical universities. Scientific Issue of VSPU: Series Pedagogics, 2023, No. 1 (34), P. 112–120.
123. SideFX. Houdini – 3D Procedural Software for Film, Games & VFX. URL: <https://www.sidefx.com/products/houdini/> (date of access: 13.11.2025).
124. Simply Psychology Kolb's Learning Styles & Experiential Learning Cycle. 2023. URL: <https://www.simplypsychology.org/learning-kolb.html> (date of access: 22.10.2025).
125. Six Principles of Adult Learning: What You Need to Know. 2019. URL: <https://buildconfianza.com/blog/six-principles-of-adult-learning> (date of access: 13.11.2025).
126. Social Welfare History Project. Eduard C. Lindeman: A Neglected Social Work Giant. URL: <https://socialwelfare.library.vcu.edu/social-work/lindeman-eduard-a-neglected-social-work-giant-2/> (date of access: 22.10.2025).
127. Sotnik S., Lyashenko V., Sinelnikova T. Analysis of Systems for Development of 3D Models. *International Journal of Academic Information Systems Research (IJAISR)*, Vol. 5, Issue 10, 2021, P. 17-22. URL: <https://openarchive.nure.ua/bitstreams/888c0f7a-75bd-4079-9f63-81986bdb5ea0/download> (date of access: 15.11.2025).
128. Spencer S. Blender for Education: Open-Source 3D Tools for Teaching and Learning. *Journal of Digital Learning*, 2023. P. 45–58.

129. Spirin O., Modlo Y., Yatsyshyn A., Lytvynova S. The model of the use of computer modeling system for formation competences of natural and mathematical subject students. arXiv preprint, 2020, arXiv:2005.07489.
130. Sun H. Innovation Strategy of 3D Printing in Industrial Design. 2021. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2021/9061110> (date of access: 15.11.2025)
131. Sweller J. Cognitive Load Theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 2011. P. 37–76. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8> (date of access: 15.11.2025).
132. Taylor D. C. M., Hamdy H. Adult Learning Theories: Implications for Learning and Teaching in Medical Education: AMEE Guide No. 83. *Medical Teacher*, 2013, Vol. 35, No. 11, P. e1561–e1572. URL: <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.828153> (date of access: 13.11.2025).
133. Taylor E. W. Transformative Learning Theory. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2008. P. 5–15.
134. Taylor R. FRELLED Reloaded: Multiple Techniques for Astronomical Data Visualisation in Blender. arXiv, 2025. URL: <https://arxiv.org/abs/2501.02919> (date of access: 22.10.2025).
135. The 6 Principles by Malcolm Knowles: Enhancing the Best Educational Effectiveness. URL: <https://trainercentric.com/malcolm-knowles-adult-learning-principles/> (date of access: 22.10.2025).
136. The Challenges of Being an Adult Learner and How to Overcome Them. URL: <https://careerfoundry.com/en/blog/career-change/the-challenges-of-being-an-adult-learner-and-how-to-overcome-them/> (date of access: 22.10.2025).
137. The Digital Competence Framework for Citizens (DigComp 2.1). Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2017. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/education-and-training/digital-transformation-education/digital-competence-framework-citizens-digcomp_en (date of access: 14.10.2025).
138. The Handbook of Adult and Continuing Education / eds. T. S. Rocco, M. C. Smith, R. C. Mizzi, L. R. Merriweather, J. D. Hawley. 2020 Edition. San Francisco : Jossey-Bass (Taylor & Francis Group), 2020. 524 p (date of access: 13.11.2025).
139. The Magic of Brain Plasticity: Why It's Never Too Late to Learn. URL: <https://www.growthengineering.co.uk/brain-plasticity/> (date of access: 22.10.2025).

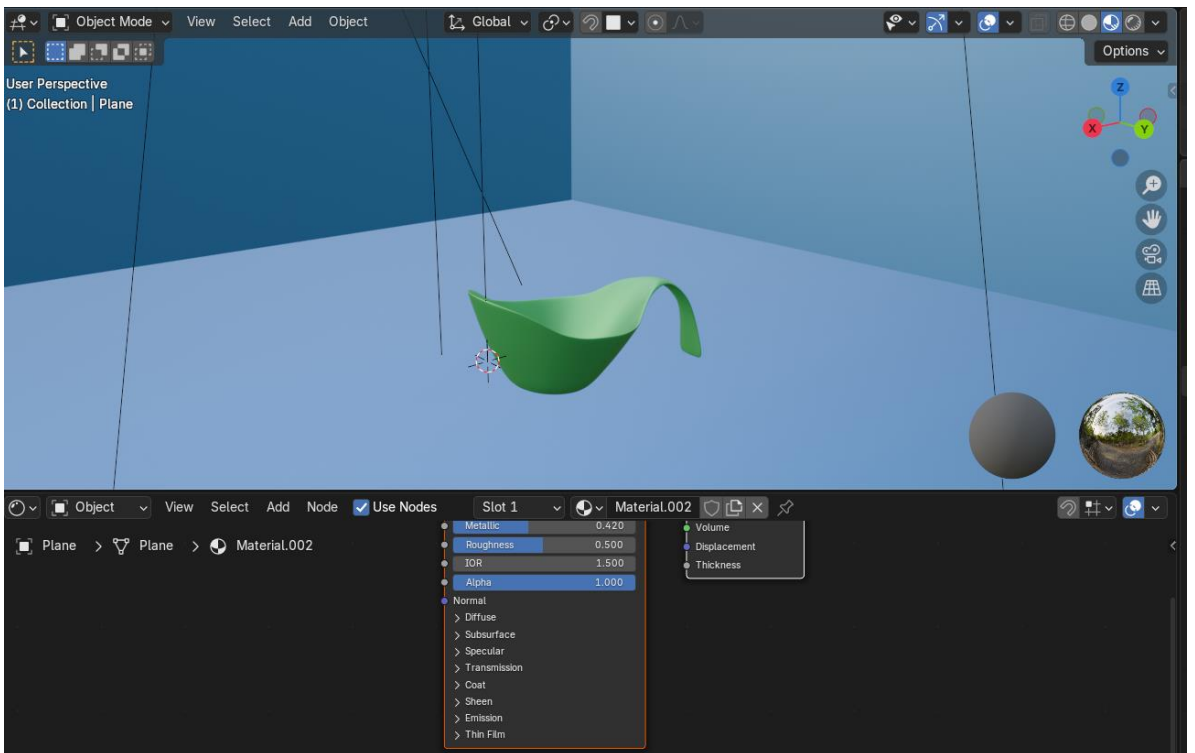
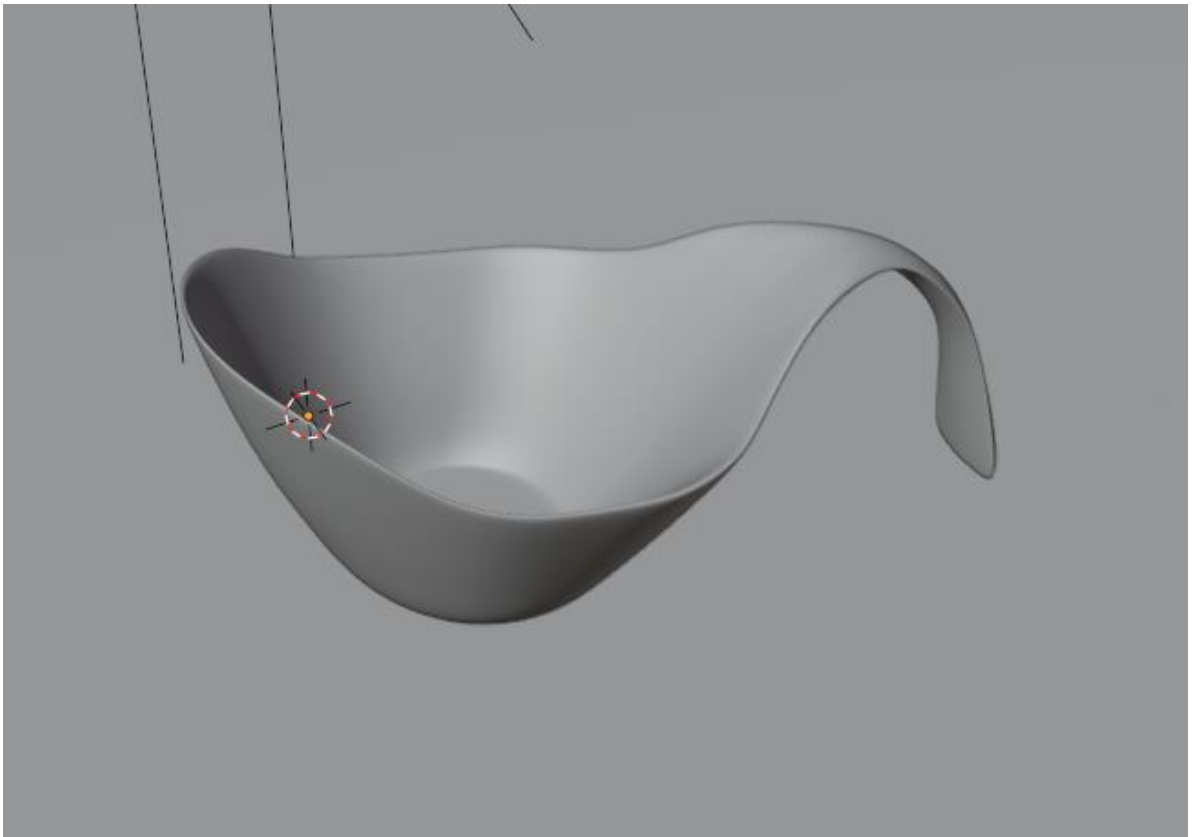
140. Thomas J. W. A Review of Research on Project-Based Learning. 2000. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED449003.pdf> (date of access: 15.11.2025)
141. Topping K. J. Peer Assessment Between Students in Colleges and Universities. *Review of Educational Research*, 1998. Vol. 68, no. 3. P. 249–276.
142. Tough A. *The Adult's Learning Projects: A Fresh Approach to Theory and Practice in Adult Learning*. Toronto : Ontario Institute for Studies in Education, 1971. P. 1–25.
143. Transformative Learning Theory by Jack Mezirow. 2020. URL: <https://www.valamis.com/hub/transformative-learning> (date of access: 22.10.2025).
144. Tsimane T., Downing C., Lutz C. Transformative Learning in Nursing Education: A Concept Analysis. *International Journal of Nursing Sciences*, 2019. P. 205–210. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7031123> (date of access: 22.10.2025).
145. Turner M. Adult Learning Theories: The Science of How Your Students Learn. Faculty Focus, 2024. URL: <https://www.facultyfocus.com/articles/online-education/adult-learning-theories> (date of access: 13.11.2025).
146. United Nations Regional Information Centre. Why Do Children Learn Languages More Effortlessly than Adults? URL: <https://unric.org/en/why-do-children-learn-languages-more-effortlessly-than-adults/> (date of access: 22.10.2025).
147. Vallée A. Digital Twins for Personalized Medicine Require... 2025. URL: <https://www.jmir.org/2025/1/e72411> (date of access: 15.11.2025).
148. Velichová D. 3D Visualization in Teaching Mathematics for Engineers. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 2019. URL: <https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/11078> (date of access: 15.11.2025)
149. Villar O. *Learning Blender: A Hands-On Guide to Creating 3D Animated Characters*. Addison-Wesley Professional, 2021. 368 p. (date of access: 22.10.2025).
150. Vlah D. et al. VR as a 3D Modelling Tool in Engineering Design. *Applied Sciences*, 2021. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/16/7570> (date of access: 15.11.2025)
151. Wang S., Zhang Y. Teaching Spatial Geometry with 3D Models: Improving Students' Spatial Ability. *Journal of Mathematics Education*, 2023. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1432102.pdf> (date of access: 15.11.2025)
152. Wenger E. *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge : Cambridge University Press, 1998. P. 240–299.

153. Wenger-Trayner E., Wenger B. Introduction to Communities of Practice. URL:<https://www.wenger-trayner.com/introduction-to-communities-of-practice/> (date of access: 22.10.2025).
154. Western Governors University about Experiential Learning Theory. 2020. URL: <https://www.wgu.edu/blog/experiential-learning-theory2006.html> (date of access: 22.10.2025).
155. What Is Adult Learning Theory and Why Is It Important? 2019. URL: <https://www.learnupon.com/blog/adult-learning-theory> (date of access: 13.11.2025).
156. What Is the Transformative Learning Theory? 2020. URL: <https://www.wgu.edu/blog/what-transformative-learning-theory2007.html> (date of access: 22.10.2025).
157. Why Are Chess Grandmasters So Young? URL: <https://ppqty.com/chess-grandmasters-young/> (date of access: 22.10.2025).
158. Wijnen-Meijer M., Burdick W., Alofs L., Burgers C., ten Cate O. Implementing Kolb's Experiential Learning Cycle for Faculty Development. *Perspectives on Medical Education*, 2022. P. 133–138.
159. Wu S., Zeng J., Li H., Han C., Wu W., Zeng W., Tang L. *A Review on the Full Chain Application of 3D Printing Technology in Precision Medicine. Processes*, 2023, 11(6):1736. URL: <https://doi.org/10.3390/pr11061736> (date of access: 15.11.2025)
160. Zhao Z., Wang Y., Liu H., et al. Medical Image Synthesis. *Computers in Biology and Medicine*, 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/computers-in-biology-and-medicine> (date of access: 22.10.2025).
161. Андрагогіка: принципи та основи навчання дорослих. Режим доступу: <https://pg-group.online/sho-take-andragogika/> (дата звернення: 13.11.2025).
162. Бех І. Д. Особистість у вихованні: акмеологічний підхід. Київ : Либідь, 2012. 320 с.
163. Дубасенюк О. А., Самойленко О. А. Основи андрагогіки. С. 39. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/31429/1/andragogika.pdf> (date of access: 22.10.2025)
164. Лук'янова Л. Освіта дорослих: сучасні стратегії і практики в Україні та зарубіжжі. Київ : ІПТО НАПН України, 2021. 27 с. URL:https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736567/1/monografiya_blok_31.03.21.pdf (date of access: 22.10.2025).
165. Огієнко О. І. Когнітивний компонент у структурі навчальної діяльності. *Педагогічні науки*, 2022. С. 45–53. URL:

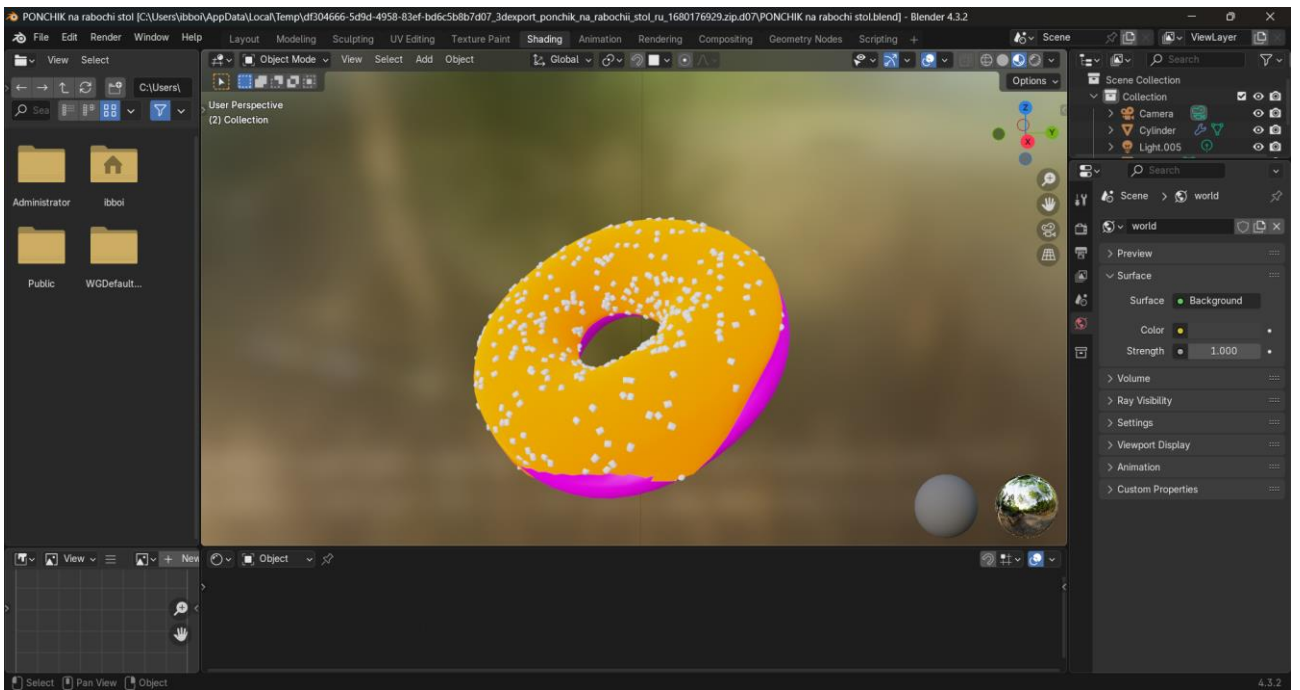
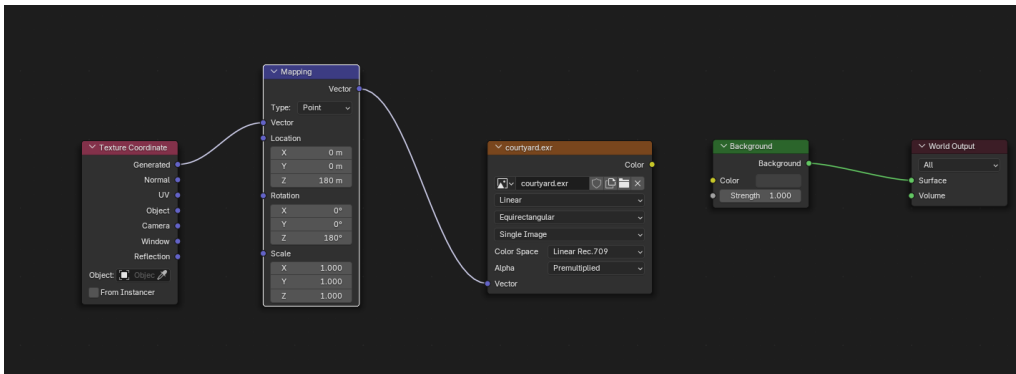
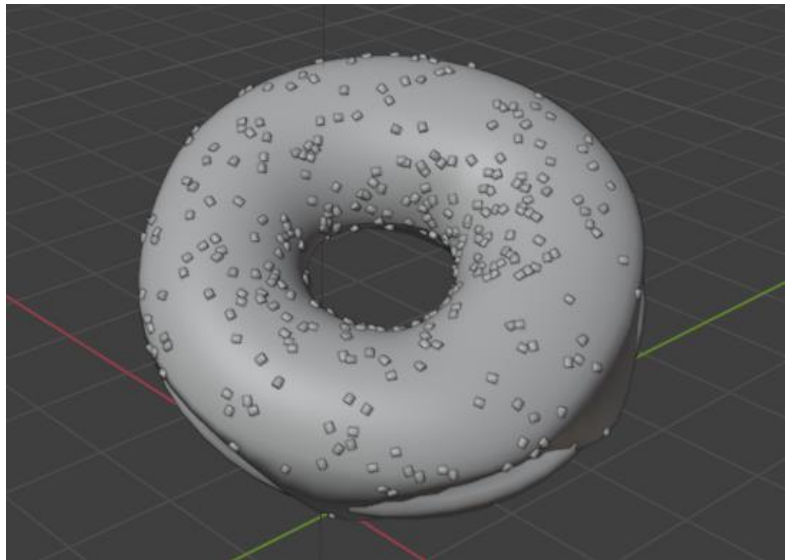
- <https://www.researchgate.net/publication/366112222> (date of access: 15.11.2025)
166. Семиченко В. А. Психологія професійного становлення особистості. Київ : Вища школа, 2004. 356 с.
167. Цифрова компетентність вчителя 2025: формуючи майбутнє освіти. Переяслав : УГСП, 24.03.2025. URL: [https://uhsp.edu.ua/2025/03/24/..](https://uhsp.edu.ua/2025/03/24/) (date of access: 13.11.2025).
168. Цифрова трансформація освіти. Київ : МОН України, 2023. URL: <https://mon.gov.ua> (дата звернення: 22.10.2025).
169. Що таке концепція навчання дорослих? Режим доступу: <https://academyocean.com/ua/blog/post/sho-take-konceptsiya-navchannya-doroslih> (дата звернення: 13.11.2025).

ДОДАТОК Б

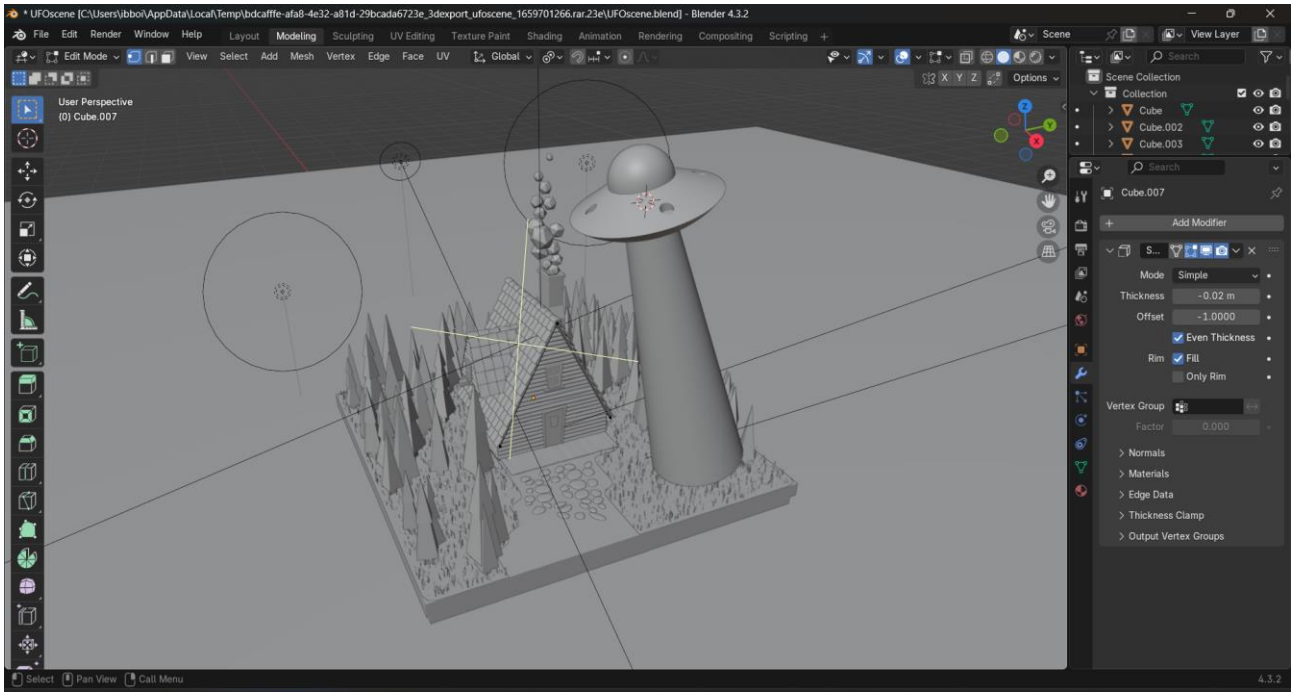
Перша 3D модель у програмі Blender «Кружка»:



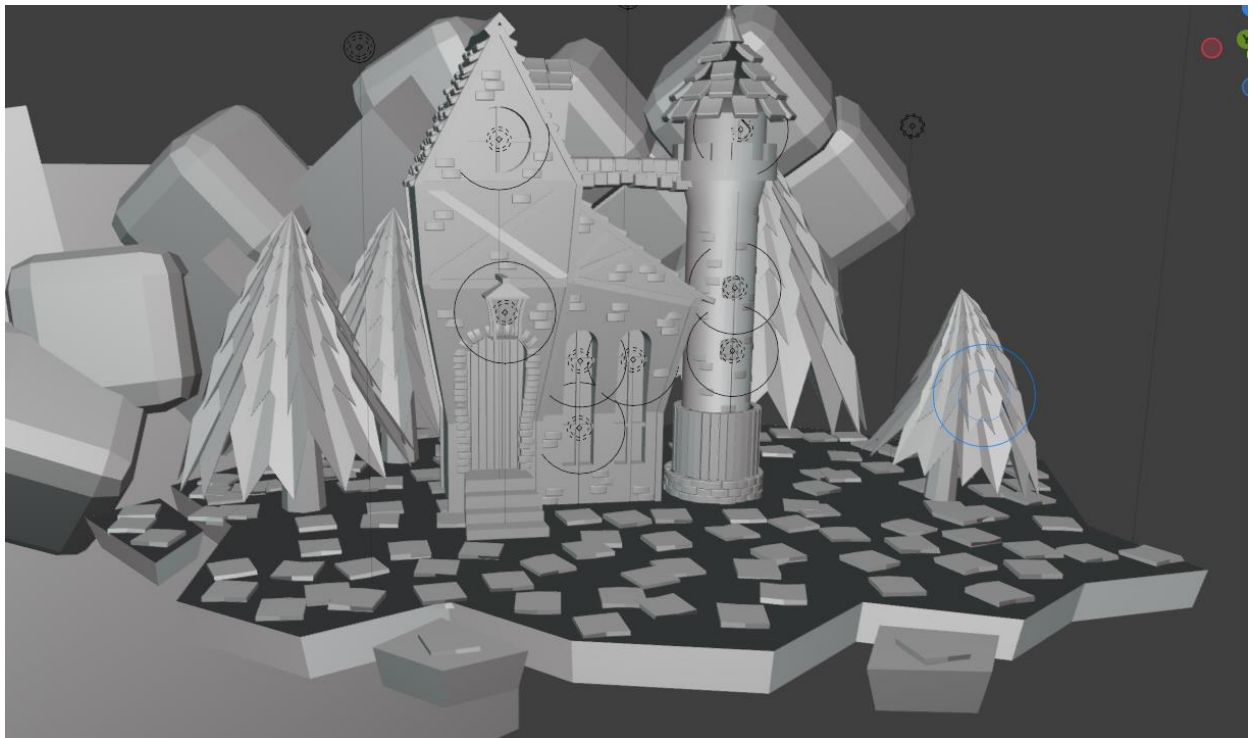
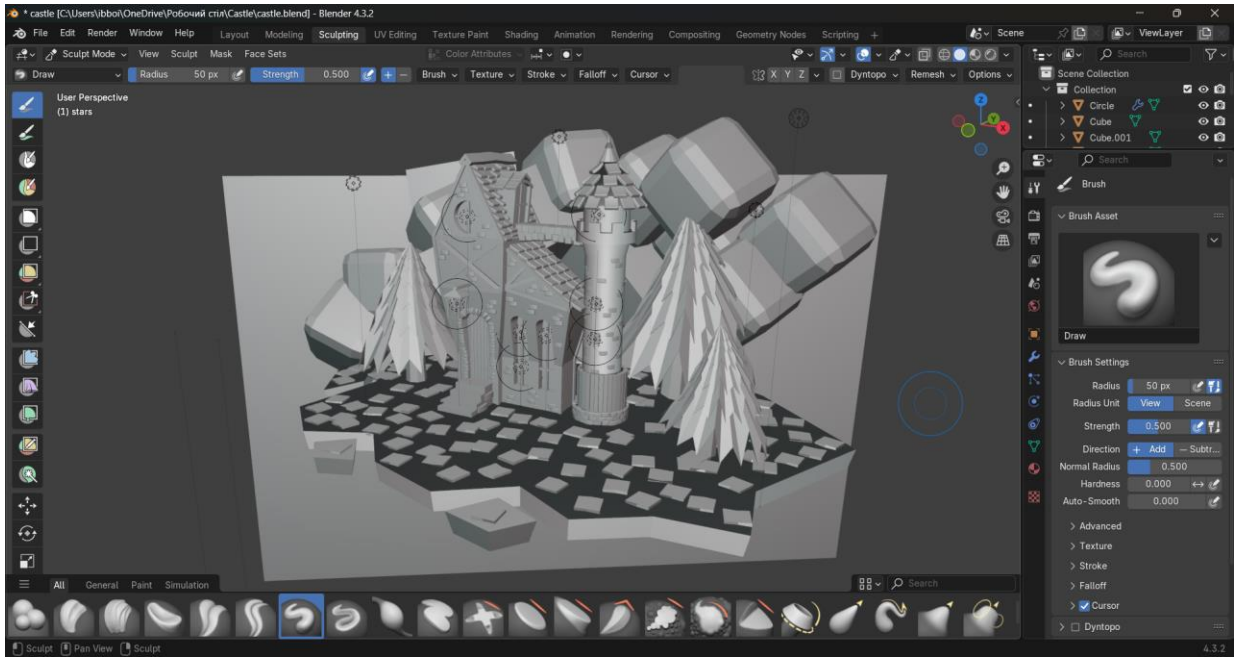
Проект «Donut»:



Проект «Будинок у лісі»:



Фінальний 3D проект «Зимова казка» у програмі Blender:



Вигляд проєкту «Зимова казка» після рендеру:

