

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Глухівський національний педагогічний університет**  
**імені Олександра Довженка**

Кафедра технологічної та професійної освіти

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**Тема: Організація проєктно-технологічної діяльності  
старшокласників у процесі вивчення модулю "Ландшафтний дизайн" з  
використанням технологій доповненої реальності**

Спеціальність: 014.10 Середня освіта (Трудове навчання та технології)

Предметна спеціальність: Спеціальність: 014.10 Середня освіта  
(Трудове навчання та технології)

Виконав:

Башлак Максим Миколайович

Науковий керівник:

канд. технічних наук, доц. Толмачов В. С.

Допущено до захисту

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри:

\_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали, прізвище)

Дата захисту: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Національна оцінка

Кількість балів: \_\_\_\_\_

Оцінка ECTS \_\_\_\_\_

Підписи членів комісії:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Глухів 2023 р.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>3</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Теоретичний аналіз та обґрунтування основних понять та положень технологій доповненої реальності.....	7
1.2. Узагальнення досвіду використання доповненої реальності в освітньому процесі .....	17
1.3. Особливості підготовки вчителя технологій до роботи з доповненою реальністю.....	23
<b>РОЗДІЛ 2. ВПРОВАДЖЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ.....</b>	<b>30</b>
2.1. Визначення апаратного та програмного забезпечення технологій доповненої реальності .....	30
2.2. Формування необхідних для впровадження в навчання технологій доповненої реальності методичних даних.....	41
2.3. Розробка методики з впровадженням доповненої реальності на уроках технологій .....	51
2.4. Методика створення мобільного додатку «AR Land Design» з доповненою реальністю та інтеграція в нього творчого проекту .....	99
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>105</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>109</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>115</b>

## ВСТУП

Цифровізація суспільних процесів є одним з головних завдань, над виконанням яких працює держава. Освіта є важливим суспільним інститутом, який розвивається у цьому напрямі. Це передбачає впровадження інформаційних технологій в освітній процес та розвиток цифрової компетенції вчителів. Міністерство освіти і науки України та Міністерство цифрової трансформації України тісно співпрацюють між собою і прикладами такої співпраці є проєкти: «Всеукраїнська школа онлайн», «SELFIE», «Е-звітність», «Наука і Бізнес», «Цифрова освіта» та інші проєкти, які можна знайти на офіційних сайтах зазначених міністерств.

Шляхи забезпечення цифровізації освіти затверджено в спільних наказах Міністерства освіти і науки України та Міністерства цифрової трансформації України «Про утворення міжвідомчої робочої групи з питань оновлення змісту інформатичної освіти» (2021) та «Про затвердження Порядку електронної інформаційної взаємодії між Єдиною державною електронною базою з питань освіти та Єдиним державним вебпорталом електронних послуг» (2021), Державному стандарті базової середньої освіти (2020), законі України «Про освіту» (2017), Концепції НУШ (2016).

Доповнена реальність (AR) розглядається нами як перспективний напрямок в цифровому розвитку освіти, вона вже ефективно використовується у виробництві, архітектурному дизайні, маркетингу, навігації тощо. Використання AR технологій в освіті може зіграти дуже активну роль у процесі цифрової трансформації, оскільки їх впровадження в навчання потребує від вчителя активного опанування навичок роботи з інформаційними технологіями, що призводить до ефективного розвитку цифрової компетенції, що є ключовим аспектом цифровізації освіти.

В західних країнах впровадження технологій доповненої реальності практикується доволі активно, чого ми не спостерігаємо в Україні. Однак, робота у цьому напрямку ведеться. Так, в закладах загальної середньої освіти, в рамках забезпечення STEM-освіти, з'являються засоби віртуальної

реальності (VR), у підручниках, посібниках для закладів загальної середньої освіти з'являються об'єкти доповненої реальності, IT-компанії пропонують новітні засоби навчання з елементами AR і VR, однак, вчителі наголошують, що їм не вистачає науково-методичного забезпечення для впровадження вище згаданих технологій в освітнє середовище [25].

Над вирішенням цієї проблеми та впровадженням технологій доповненої реальності в освіту України працюють такі вчені: А. В. Пікільняк, В. А. Ткаченко, Н. В. Рашевська, О. П. Пінчук, О. Ю. Буров, Т. В. Грунтова, Ю. В. Єчкало, С. О. Семеріков, С. Г. Литвинова та ін.

Наразі доволі гостро встає питання дистанційного навчання та його розвитку на території нашої держави, зазначимо, що технології доповненої реальності дуже добре поєднуються з дистанційною формою навчання, а висока інтерактивність та наочність технологій здатна компенсувати низький показник цих аспектів у дистанційному навчанні.

Дисципліну «Технології» ми вбачаємо як таку, яка гарно підходить для впровадження доповненої реальності в освіту, оскільки під час дистанційного навчання вона більшою мірою страждає від браку наочності, що покликані виправити AR технології.

Технологічну освіту, особливості організації проектно-технологічної діяльності на уроках технологій, підготовку вчителів в Україні досліджують: В. Бербец, В. Курок, Г. Ігнатенко, С. Білевич, О. Литвин, С. Ящук, Т. Хоруженко та ін.

Значення і актуальність проблеми використання доповненої реальності в освітньому процесі, недостатній рівень її дослідженості та розробленості визначили тему наукової роботи **«Організація проектно-технологічної діяльності старшокласників у процесі вивчення модулю "Ландшафтний дизайн" з використанням технологій доповненої реальності»**.

**Мета** роботи полягає в розробленні та обґрунтуванні методики використання доповненої реальності в процесі проектно-технологічної діяльності під час вивчення модулю «Ландшафтний дизайн».

**Завдання дослідження:**

1. Здійснити аналіз літературних джерел з проблеми дослідження, з'ясувати класифікацію доповненої реальності за різними критеріями.
2. Проаналізувати та визначити необхідне для роботи апаратне та програмне забезпечення AR технології.
3. Розробити методику інтеграції технологій доповненої реальності у проєктно-технологічну діяльність учнів.
4. Розробити мобільний застосунок з використанням AR технологій, який можна використати на уроках технологій та творчий проєкт, який можна інтегрувати в нього.

**Об'єктом дослідження** є проєктно-технологічна діяльність учнів 10-11 класів в закладах загальної середньої освіти.

**Предмет дослідження** – методика інтеграції доповненої реальності в процесі проєктування старшокласниками виробів на уроках трудового навчання.

**Методи дослідження.** Для вирішення завдань дослідження використано такі методи:

- *теоретичні:* аналіз, класифікація, узагальнення теоретичних підходів науковців у сфері педагогіки та психології;
- *емпіричні методи:* спостереження за проєктно-технологічною діяльністю учнів, анкетування.

**Практичне значення результатів дослідження:** розроблене методичне забезпечення з використанням доповненої реальності в проєктно-технологічній діяльності учнів 10-11 класів та мобільний додаток «AR Land Design» з використанням AR технології та інтегрованим в нього творчим проєктом можна застосувати в процесі організації проєктно-технологічної діяльності старшокласників на уроках технологій під час вивчення модулю «Ландшафтний дизайн».

**Апробація результатів дослідження.** Основні результати дослідження оприлюднено на науково-практичних та науково-методичних конференціях:

– *всеукраїнських*: «Розвиток педагогічної майстерності майбутнього педагога в умовах освітніх трансформацій» (м. Глухів, 7 квітня 2023 р.), «Підготовка майстра виробничого навчання, викладача професійного навчання до впровадження в освітній процес інноваційних технологій» (м. Глухів, 3 листопада 2023 р.).

– *звітних*: «Наука та освіта в умовах війни: Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка» (м. Глухів, 23-24 травня, 2023 р.).

**Публікації.** Основні положення дослідження відображено в тезах:

1. Технології доповненої реальності як засіб розвитку цифрової компетентності педагога на уроках трудового навчання. *Розвиток педагогічної майстерності майбутнього педагога в умовах освітніх трансформацій*: Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Глухів, 7 квітня 2023 р. С. 31-35.

2. Розвиток творчості учнів під час роботи над проектом на уроках технологій з використанням доповненої реальності. *Наука та освіта в умовах війни: Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка*: Збірник матеріалів Звітної конференції здобувачів вищої та фахової передвищої освіти, м. Глухів, 23-24 травня 2023 р. С. 506-507.

3. Методика впровадження доповненої реальності на уроках технологій. *Підготовка майстра виробничого навчання, викладача професійного навчання до впровадження в освітній процес інноваційних технологій*. Матеріали VII Всеукраїнського науково-методичного семінару, м. Глухів, 3 листопада 2023 р.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, двох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків.

## РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

### 1.1. Теоретичний аналіз та обґрунтування основних понять та положень технологій доповненої реальності

*Доповнена реальність (Augmented Reality, AR)* – технологія, яка дозволяє програмним шляхом, за допомогою використання цифрових пристроїв, візуально доповнювати реальне оточення віртуальними елементами (рис. 1.1). Існує схожа за назвою технологія *віртуальної реальності (Virtual Reality, VR)*, хоч вони пов'язані тим, що впливають на сприйняття реальності, але за принципом дії технології суттєво відрізняються, оскільки VR занурює у цілком віртуальний світ за допомогою спеціальних пристроїв [17].

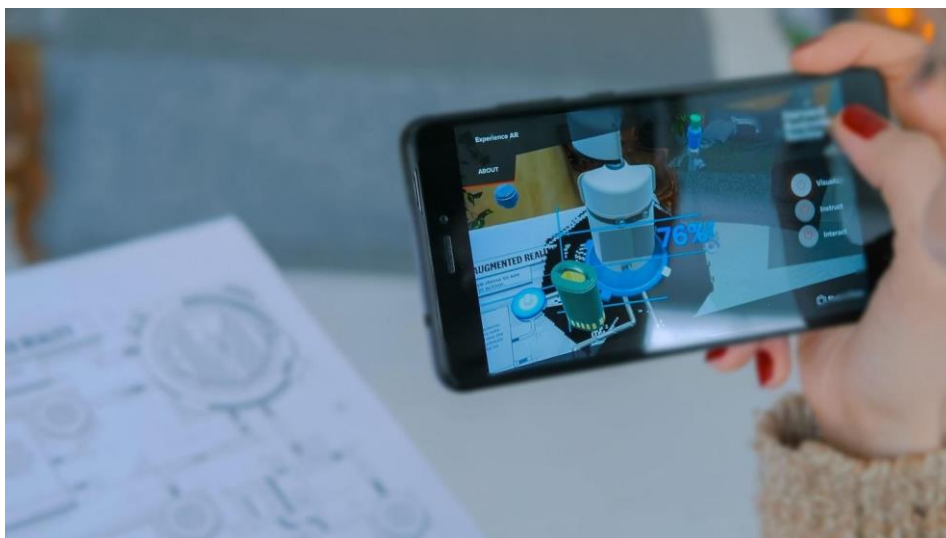


Рис. 1.1. Приклад роботи AR

Поштовху розвитку обох технологій дала викладена Чарльзом Уїтстоуном у 1838 році концепція «стереопису», або «бінокулярного зору». Вона передбачала поєднання мозком двох зображень, які виводилися окремо на кожне око, у одне тривимірне зображення. Так було створено перші стереоскопи, принцип яких і полягав у створенні ілюзії глибини шляхом поєднання двох зображень. Стереоскопи досі використовуються у пристроях занурення до віртуальної реальності.

Протягом 1950-1970-х років з'явилися перші зразки технологій віртуальної та доповненої реальностей. Кінооператор Мортон Хейліг,

прагнучи поліпшити занурення глядача у фільм, розробив пристрій під назвою Sensorama, який за допомогою стереоскопів програвав відео у поєднанні зі звуком.

Основою сучасної концепції віртуальної реальності стала закладена у 1960-х роках професором Іваном Сазерлендом концепція «Ультимативного дисплею». У 1968 році під керівництвом науковця було розроблено «Дамоклів меч» (рис. 1.2), пристрій, який кріпився до голови людини та відображав комп'ютерну графіку [16]. Гарнітура мала змогу змінювати перспективу відображення на екрані завдяки вистежуванню рухів голови носія. Нащадками цього пристрою і є сучасні AR та VR гарнітури.



Рис. 1.2. «Дамоклів меч»

Перший пристрій доповненої реальності у тому вигляді, у якому ми звикли їх бачити, з'явився у 1980 році. Тоді Стів Манн розробив гарнітуру, яка накладала комп'ютерний текст на зображення справжнього світу у реальному часі. І хоча назвати зручним пристрій було важко, однак, на відміну від згаданого вище «Дамоклевого меча», він був справді портативним і користувач мав змогу носити його з собою.

У 1990 році вченим корпорації Boeing Томом Коуделлом було введено термін «Доповнена реальність». У 1990-х роках у конструкторів літаків цієї компанії з'явилися шоломи, які надавали необхідну для роботи інформацію: креслення, таблиці та інструкції.



У 1998 році було вперше накладено віртуальний елемент на справжній світ у реальному часі з урахуванням оточення. Відбулося це на трансляції гри національної футбольної ліги американського каналу Sportvision. На трансляції наживо на екранах телевізорів відображалось позначення жовтого ряду за допомогою віртуальної стрічки відповідного кольору, яка накладалась на ігрове поле. Ця ідея змінила уявлення про можливості та практичну значимість технологій доповнення реальності. Практика такого використання AR у подальшому поширилася.

Початок 2000-х років не відзначився бурхливим розвитком AR та VR технологій. У 2007 році Google впровадили Street View до сервісу Google Maps, що дозволяло віртуально прогулюватися реальними вулицями за допомогою сервісу [13]. У 2009 році на сторінках журналу Esquire з'явилися спеціальні штрих-коди (рис. 1.3), при наведенні на які камери мобільного пристрою можна було побачити зображення [11]. У 2010 році Палмером Лукі було створено перший прототип сучасної VR гарнітури під назвою Oculus Rift VR, що відновило інтерес до технологій. Для створення гарнітури на краудфандинговому сервісі Kickstarter було зібрано 2,4 мільйона доларів.



Рис. 1.3. Обкладинка журналу Esquire 2009 року з використанням маркеру AR

У 2014 році Facebook за 2 мільярди доларів купує компанію Luskеу Oculus VR, що доводить, що технологія більше не є внутрішньою розробкою окремих компаній та ентузіастів, а представляє величезний інтерес для медіа. Sony та Samsung створюють власні гарнітури віртуальної реальності. Google випускає Cardboard – доступний простий пристрій, за допомогою якого смартфон можна було використовувати у якості VR переглядача. У цьому ж році з'являються окуляри доповненої реальності Google Glass AR, які дозволяли отримувати доступ до сервісів Google через гарнітуру.

У 2016 році Microsoft випускає Microsoft HoloLens, високоякісну гарнітуру доповненої реальності, яка навіть дозволила випробувати новий підхід сприйняття – змішану реальність. У цьому році вийшла гра з елементами доповненої реальності Pokemon GO на мобільні пристрої. Вона набула величезної популярності і дала поштовх активній розробці AR додатки на смартфони.

Компанія ІКЕА, яка специфікується на виготовленні та продажі меблів, у 2017 році використовує технологію доповненої реальності для попереднього огляду своєї продукції покупцями вдома, що доводить ефективність застосування AR у маркетингу.

Станом на сьогодні технології віртуальної та доповненої реальностей набули та продовжують набувати значного поширення у багатьох сферах нашого життя, таких як: освіта, виробництво, будівництво, армія, медицина, маркетинг та розваги тощо [27].

Такий розвиток привів до того, що з'явився широкий набір програмних засобів реалізації доповненої реальності. Результатом цього є велика кількість функцій і завдань, які виконують AR. Вважаємо доречним розглянути декілька типів класифікації доповненої реальності залежно від поставлених перед нею завдань.

Доповнену реальність класифікують за різними критеріями: *типом подання інформації, способом розпізнавання об'єкта, способом взаємодії з користувачем, рівнем небезпеки, цільовим призначенням.*

Людина для отримання інформації про навколишнє середовище використовує різні органи чуття, за допомогою яких вона орієнтується на зір, слух, смак, запах та дотик. Орієнтуючись на чуття людини, доповнена реальність створює інформацію, яку сприймає користувач. Тож, за *типом подання інформації* класифікуємо технології AR таким чином:

1. *Візуальні*. Основним способом надання інформації технологій такого типу є зображення, за допомогою якого користувач отримує необхідні йому дані.

2. *Аудіо*. Інформацію технологій такого типу надають у вигляді звуків. Використання пристроєм навігаційних даних дозволяє генерувати просторові звуки і досягати стереоскопічного ефекту.

3. *Аудіовізуальні*. Найбільш поширений тип подання інформації, який поєднує попередні два способи і водночас виводить зображення, яке зазвичай надає пріоритетну інформацію, та звук, який виступає допоміжним інструментом.

Принцип роботи доповненої реальності полягає у ідентифікації реальних об'єктів та додавання до них інформації. Тому різні додатки AR спочатку визначають об'єкт, який знаходиться в полі зору людини та спостереження пристрою, яким вона оперує. Потім пристрій надсилає запит до програми, щоб отримати інформацію про об'єкт. До основних *видів розпізнавання об'єктів* доповненої реальності відносяться:

1. *Маркерний*. AR застосунки такого типу для розпізнавання об'єктів та орієнтації у середовищі потребують розташування у ньому маркерів, у якості яких виступають QR-коди, штрих-коди, або задані розробниками зображення.

2. *Безмаркерні*. Такий тип AR працює за допомогою GPS, компасу, гіроскопу та акселерометру пристрою, яким оперує користувач. Отримуючи ці дані, пристрій визначає, в якому місці буде знаходитися віртуальний контент.

3. *AR на основі нашарування*. Говорячи про доповнену реальність, принцип роботи якого базується на такому типі, мають на увазі технологію,

яка, використовуючи попередні типи для навігації, накладає на реальний об'єкт віртуальний, який повністю замінює перший.

Більшість засобів взаємодії з доповненою реальністю потребують залучення до них користувача, однак існують і такі, у яких він виступає спостерігачем. Розглянемо технології AR за *способом взаємодії з користувачем*:

1. *Автономні*. Технології такого типу не потребують втручання користувача для свого функціонування, основним завданням є надання спостерігачу інформації про об'єкт, який ним вивчається.

2. *Інтерактивні*. Такі AR застосунки для роботи потребують залучення користувача для здійснення роботи. Відбувається взаємодія оператора з системою, де, залежно від дій користувача, надається різноманітна інформація, яку зазвичай можна змінювати.

Класифікація за *рівнем небезпеки об'єкту* здійснюється з урахуванням можливості виникнення небезпечних ситуацій у сферах, де застосовуються технології доповненої реальності. Так, у галузях розваг та маркетингу, порушення функціоналу AR застосунку навряд призведе до небезпечних наслідків, в той час як збій систем шолома пілота літака може привести до аварії. Тому застосунки доповненої реальності можна поділяти за рівнем небезпеки об'єктів, з якими здійснюється робота:

1. *Підвищеної небезпеки*. Об'єктами роботи таких застосунків є: атомні станції, лікарні, аеропорти, заводи, електростанції тощо.

2. *Безпечні*. У таких застосунків об'єктами роботи виступають: магазини, ігрові майданчики, торговельні центри, кінотеатри, стадіони, музеї тощо.

Класифікація технологій доповненої реальності за *цільовим призначенням* можна назвати найбільш комплексною. Причиною цього є те, що за цільовим призначенням визначаються завдання, які ставляться перед AR застосунками, способи їх реалізації, апаратне та програмне забезпечення,

способи взаємодії, типи інформації, яка подається, способи її подання та взаємодії з нею користувача, тобто усе, що було згадано вище.

Сучасні AR застосунки можна поділити мінімум на вісім класів за сферами застосування: освіта; управління складною у керуванні технікою; додавання інформації до існуючих об'єктів; розробка, технічне обслуговування та ремонт складної техніки; медицина; торгівля; ігри та розваги; військова промисловість.

У якості підсумку наведених класифікацій технологій доповненої реальності, наведемо декілька прикладів глобальних функцій, які вони здатні виконувати:

1. Розпізнавання особи: існує багато застосунків, які здатні розпізнавати індивідуальні риси обличчя кожної людини, зчитування її емоцій. Такі розробки базуються на технології доповненої реальності.

2. Ідентифікація об'єктів: аналогічно за принципом роботи до перших, засоби розпізнання здатні за допомогою комп'ютерного зору ідентифікувати за ознаками об'єкти, які знаходяться перед камерою, та, на основі отриманих даних, надавати про них інформацію.

3. Сканування: після ідентифікації об'єкту такі застосунки візуально здійснюють його порівняльний з занесеними у базу даних зразками і надають відповідну інформацію, або діють згідно з закладеними алгоритмами.

4. Навігація: на основі отримуваних аудіовізуальних та географічних даних такі застосунки виводять на інтерфейс пристрою додаткову інформацію, яка дозволяє орієнтуватися у навколишньому середовищі.

Для реалізації та користування технологіями доповненої реальності існує різноманітне апаратне та програмне забезпечення. *Апаратне забезпечення AR технологій* – це пристрої, які використовуються для розробки застосунків доповненої реальності та користування ними.

Апаратне забезпечення умовно можна поділити на дві категорії:

1. *Мобільне забезпечення* – пристрої та засоби, які дають змогу користуватися AR застосунками і які користувач має змогу переміщати без втрати функціоналу.

2. *Стаціонарне забезпечення* – пристрої, які частково або повністю втрачають свій функціонал при переміщенні. Такі пристрої використовуються переважно для розробки або різноманітних презентацій.

До мобільного апаратного забезпечення відносять смартфони та окуляри доповненої реальності. Доступ до смартфонів має багато людей і випробувати AR на них може кожен користувач, оскільки на ринку мобільних додатків існує багато варіантів з інтегрованою в них доповненою реальністю. Однак, за функціоналом AR застосунки на смартфонах програють окулярам, розробленим виключно для взаємодії з технологією.

Окуляри доповненої реальності є досить дорогим рішенням і вони недоступні рядовому користувачу. Більшість окулярів представляють з себе гарнітуру (рис. 1.4), яка одягається на голову. Внутрішні датчики та камери пристрою відстежують рухи голови та оточуючі об'єкти для взаємодії з доповненою реальністю.



Рис. 1.4. Гарнітура доповненої реальності Microsoft HoloLens 2

Для відображення інтерфейсу та віртуальних об'єктів використовуються прозорі лінзи, які виводять цифровий контент в поле зору користувача,

накладаючи графіку на реальне оточення. На цьому будується візуальна взаємодія людини з віртуальним доповненням реальності.

Для керування гарнітурою та маніпуляцією цифровими об'єктами в пристрої влаштовуються мікрофони зі звукознімачами, камери. Перші дозволяють користувачу взаємодіяти з системою голосовими командами, а камери відслідковують рухи та дають змогу здійснювати контроль жестами.

До стаціонарного апаратного забезпечення доповненої реальності відносять комп'ютери, екрани та проєкційні системи (рис. 1.5), здатні забезпечувати доступ до AR. Комп'ютери широко використовуються для розробки та розвитку технології і можуть використатися для роботи з нею, в той час як екрани та проєкції зазвичай використовуються для демонстрацій та показів.



Рис. 1.5. Автобусна зупинка з використанням AR

Для здійснення діяльності, яка включає в себе роботу з доповненою реальністю, пристроям необхідне *програмне забезпечення* – програми та застосунки, за допомогою яких надається доступ до розробки та користування AR. Мобільним пристроям, за винятком AR гарнітур, як правило, доступні додатки, які дозволяють користуватися AR технологіями, тоді як стаціонарним пристроям, а саме комп'ютерам, доступні середовища розробки програмного забезпечення доповненої реальності (*SDK*), розглянемо їх детальніше.

*SDK (Software Development Kit)* – це набір програмних інструментів, бібліотек, документації та ресурсів, які надаються розробникам для спрощення процесу створення програмного забезпечення (додатків). Ці набори інструментів містять різні функції та компоненти, які можна використовувати для створення програм для певної платформи, операційної системи, апаратного обладнання чи API (інтерфейсу програмування застосунків). Існує декілька SDK, які пропонують розробнику схожий функціонал, але відрізняються за інтерфейсом та процесом розробки.

Vuforia SDK – це розроблений компанією PTC (раніше відомою як Qualcomm) набір інструментів для створення додатків доповненої реальності та комп'ютерного зору. Цей SDK призначений для розробки додатків, які можуть розпізнавати та взаємодіяти з реальними об'єктами за допомогою камери смартфона, планшета або інших AR-сумісних пристроїв. Популярне середовище розробки, сумісне з багатьма платформами, має широкий функціонал та доступну документацію.

Wikitude – ще одне популярне середовище розробки AR застосунків для сумісних з технологією пристроїв. Як і Vuforia SDK, підтримує широкий функціонал інструментів, такий як: відстежування маркерів та об'єктів, геолокацію, мультиплатформенність.

ARKit – середовище розробки компанії Apple, за допомогою якого створюється відповідне програмне забезпечення для пристроїв, виробником яких вона є. Підтримує інструменти з розпізнавання обличчя, відстежування рухів та зчитування елементів оточення, різноманітні ефекти візуалізації. Той факт, що це продукція Apple, унеможливує використання ARKit для розробки застосунків для пристроїв на базі системи Android.

Аналогом ARKit для системи Android є ARCore, який має схожий функціонал та сумісний з Vuforia SDK. Особливістю ARCore є можливість синхронізувати розроблені за допомогою середовища застосунки між декількома пристроями водночас.



ARToolKit – середовище розробки з відкритим кодом, яке доступне на багатьох платформах та системах, враховуючи Microsoft Windows, Apple IOS, Linux та Android. Непоганий функціонал, відкритий код та можливість працювати з більшістю платформ робить ARToolKit популярним середовищем для розробки програмного забезпечення доповненої реальності.

Усі вище перераховані SDK надають розробникам можливість додавати тривимірні графічні об'єкти до своїх проєктів, але функціонал з їх створення в них відсутній. Тому варто зазначити, що, не враховуючи засоби програмування, якщо розробник має на меті включення 3D графіки до проєкту, то йому доведеться звернутися до таких програмних засобів як Blender, 3DS Max, Maya, Cinema 4D та інших, які використовуються для створення тривимірної графіки.

Таким чином, ми розглянули історію розвитку технологій доповненої реальності, навели їх класифікацію, дали визначення основним поняттям та розглянули апаратне та програмне забезпечення, яке необхідне для проведення роботи з AR.

## **1.2. Узагальнення досвіду використання доповненої реальності в освітньому процесі**

Вище нами було наведено сфери, в яких відбувається застосування технологій доповненої реальності, серед яких була перерахована освіта. Оскільки метою нашої роботи є впровадження AR технологій в проєктно-технологічну діяльність учнів, ми детально розглянемо використання відповідних технологій саме в освіті.

Перш за все відзначимо, що вже існують AR застосунки, які допомагають з вивченням певних дисциплін, декілька прикладів нижче [7]:

- Star Walk 2 – кишеньковий планетарій, який може виступати довідником, з якого можна вивчення небесних тіл та сузір'їв. Таким чином, цей додаток здатний допомогти у вивченні астрономії;

- My Cardiac Coach – мобільний додаток для Android, який використовує доповнену реальність для того, щоб навчити користувачів

надавати першу допомогу. Ми вбачаємо використання цього додатку у вивченні таких предметів, як основи здоров'я та захист України;

– Electricity AR – додаток, який допомагає дітям визначати ціну поділки аналогових вимірювальних приладів та самостійно робити вимірювання з використанням технології доповненої реальності. Допоможе учням у вивченні фізики, математики та, на нашу думку, технологій;

– Complete Anatomy – застосунок, за допомогою якого можна вивчати анатомію людини. Корисно для засвоєння знань з біології.

Фахівці вважають доцільним використання AR застосунків під час вивчення інформатики учнями 10 класу. Вони наводять приклад організації навчання під час вивчення теми «Штучний інтелект, інтернет речей, Smart-технології» розділу «Інформаційні технології у суспільстві».

Так, з метою розкриття поняття «інтернет речей» на прикладі «розумного міста» проводиться групова чи індивідуальна робота з використанням мобільних пристроїв зі встановленим додатком Futurio. Скануючи один з маркерів, учні досліджують об'єкт «розумну зупинку», вчитель пропонує їм наступні завдання: розглянути уважно утворену модель, ознайомитись із елементами, які можуть перетворити звичайну зупинку громадського транспорту на «розумну» та додати ті елементи, яких не вистачає, на їхню думку, для кращого функціонування. Наступним відбувається обговорення з учнями запропонованих ідей та шляхів їх реалізації. На думку фахівців, таке використання доповненої реальності сприяє кращому сприйманню та розумінню навчального матеріалу, розширенню кругозору учнів, розвитку критичного та аналітичного мислення [6].

Литвинова С. Г. наводить модель використання технологій доповненої реальності в освіті (рис. 1.5).

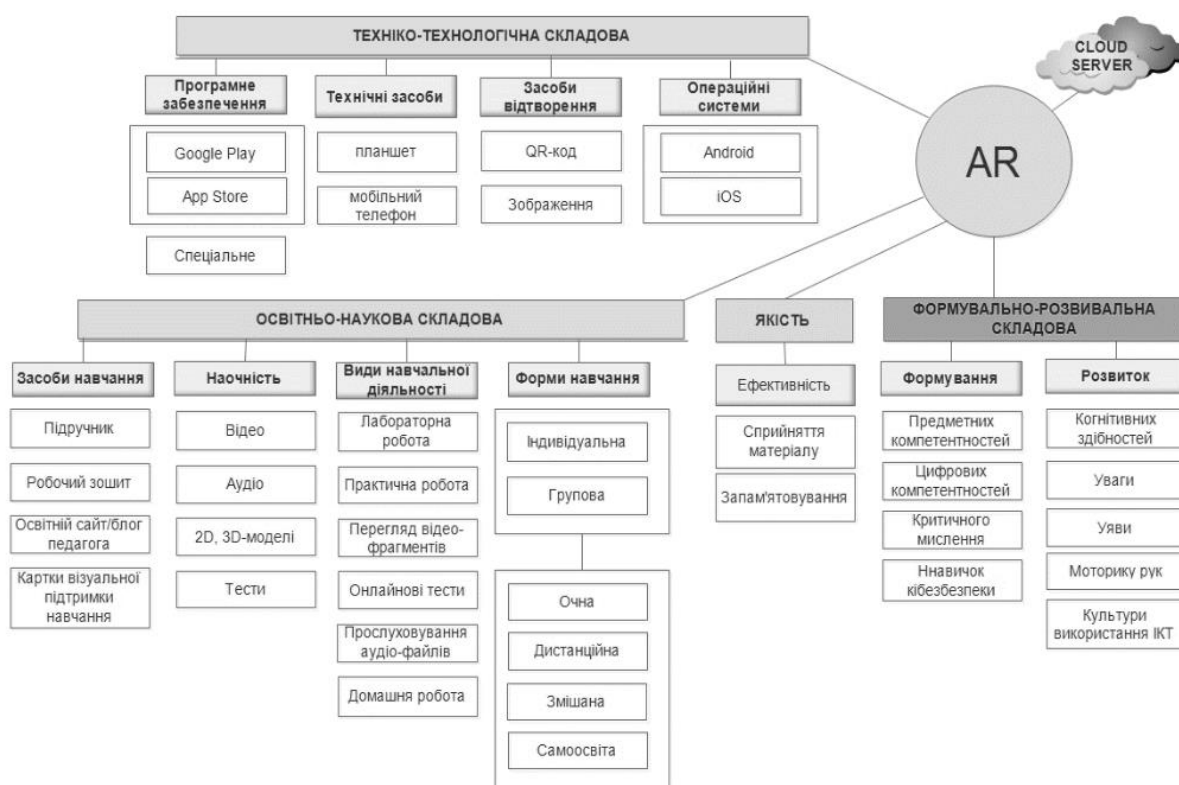


Рис. 1.5. Концептуальна модель використання AR в освіті

Аналіз освітньо-наукової складової цієї моделі стверджує, що:

- AR маркери можуть бути розміщені у підручниках, навчальних посібниках, важливим є розміщення на електронних ресурсах (сайтах, блогах), звідки можна не тільки переглядати матеріал, а й роздруковувати його;
- найкращими шляхами подання навчального матеріалу за допомогою AR є аудіо записи, візуальні об'єкти, особливо 3D графіка;
- організація навчальної діяльності з використанням AR має відповідати меті та завданням заняття. Здобувачам освіти необхідно відводити час на самостійне вивчення запропонованого візуального матеріалу;
- універсальність технологій доповненої реальності полягає як в організації групової роботи, так і наданні індивідуальних завдань. Науково-методичне забезпечення має нараховувати методичні матеріали та інструкції для учнів;
- санкціоноване використання смартфонів під час навчання у процесі роботи з AR сприяє зосередженню на досліджуваному об'єкті та досягненні результатів, відбувається розвиток цифрової компетентності.

Залучення декількох органів чуття, позитивне ставлення до інноваційності дає можливість покращити результати навчання систематичним використанням AR технологій [25].

Задля ефективного використання доповненої реальності в освітньому процесі важливим є дотримання *педагогічних умов*, які гарантують цілісне та продуктивне навчання.

*Першою педагогічною умовою* є створення цифрового освітнього середовища. В ньому має забезпечуватися активізація пізнавальної діяльності здобувачів освіти із застосуванням інтерактивних форм і методів навчання та з використанням додаткового комп'ютерного обладнання.

*Друга умова* полягає в розробці навчального контенту, з яким можна працювати, використовуючи AR.

*Третьою умовою* є врахування індивідуальних здібностей учнів під час засвоєння ними знань, опанування вмінь і навичок завдяки інноваційним технологіям.

*Четвертою умовою* є наявність науково-методичного забезпечення під час проведення занять з учнями.

*П'ята умова* полягає в попередній підготовці учасників освітнього процесу до роботи з AR технологіями. Учень має бути готовим сприймати навчальний матеріал з їх допомогою, а вчитель – створювати цей матеріал та подавати його, розробляти науково-методичне забезпечення.

Зважаючи на педагогічні вимоги, розглянемо *принципи* та *підходи* використання технологій доповненої реальності в освіті [25].

*Принцип відкритості* полягає в тому, що AR технології мають бути відкритими для всіх здобувачів освіти, а їх використання не має залежати від таких індивідуальних чинників, як настрої чи вподобання.

*Принцип педагогічної доцільності* полягає у використанні AR в навчальному процесі виключно для підвищення якості освіти.

Дотримання *принципу доступності* вимагає наявності в учасників освітнього процесу можливості користуватися AR технологіями, навчальним

матеріалом та науково-методичним забезпеченням. Зазначається, що наразі спостерігається брак науково-методичного забезпечення, що ускладнює вчителям організацію навчального процесу.

*Принцип пізнання* є методологією в обґрунтуванні набуття знань здобувачами освіти за допомогою AR.

*Принцип цілісності* передбачає чітко визначене місце технологій доповненої реальності в освітньому процесі.

*Принцип навчальної спрямованості* передбачає всебічний розвиток особистості під час навчання з використанням AR.

*Принцип мобільності* полягає в можливості здійснювати навчальну діяльність за допомогою AR технологій незалежно від місця і часу.

До основних підходів використання AR в освітньому процесі належать:

1. *Когнітивний підхід*, який полягає у стимулюванні розумового розвитку здобувачів освіти через виявлення навчальних проблем та пошук їх рішення.

2. *Системний підхід*, який орієнтує на визначення навчання з використанням AR як цілеспрямованої діяльності суб'єктів. Такий підхід вимагає встановлення системного зв'язку між компонентами навчального процесу.

3. *Діяльнісний підхід* спрямований на організацію діяльності учнів з реалізації теоретичних знань на практиці за допомогою технологій AR.

4. *Диференціальний підхід* полягає у забезпеченні доступу до більшого обсягу інформації учням з високим рівнем засвоєння навчального матеріалу.

5. *Особистісно-орієнтований підхід* вимагає визнання унікальності особистості здобувачів освіти, організацію навчального процесу відповідно до цього.

6. *Інноваційний підхід* полягає у внесенні до навчання нових методів, форм та умов, за яких воно здійснюється.

Рашевська Н. В. наголошує на користі міждисциплінарного зв'язку, який утворюється внаслідок використання AR технологій при підготовці інженерів

педагогів [37]. Мовиться про студентів спеціальності «Професійна освіта (комп'ютерні технології)». Студентам, під час вивчення предмету «Інформаційно-комунікаційні технології», було запропоновано створити навчальні матеріали для вивчення теми «Диференціальні рівняння» з використанням додатку Aurasma. Такий підхід дозволив поєднати між собою вищу математику, інформатику та педагогіку.

Норафанді Ягая у своїй роботі наводить аналіз сфери освіти, для вивчення яких технології доповненої реальності вже були адаптовані (табл. 1.1). Він зазначає, що більшість з проведених досліджень у цих сферах мали позитивний результат [47].

*Таблиця 1.1*

**Аналіз досліджень впровадження AR в різних областях освіти**

<b>Автор(и)</b>	<b>Рік проведення дослідження</b>	<b>Сфера освіти</b>	<b>Мета використання AR</b>	<b>Використані можливості AR</b>
Йом	2011	Медична освіта (анатомія)	Засвоєння та перевірка знань з анатомії	Інтерактивні 3D зображення анатомії
Гідегард та інші	2007	Медична освіта	Поглиблення знань з захворювань та роботи серця	Демонстрація та взаємодія з 3D моделями серця
Сінгал	2012	Хімія	Забезпечення ефективного способу демонстрації	Демонстрація 3D моделей

			молекул та зв'язків	
Кенкера та Кірнер	2012	Математика	Навчання геометрії через тривимірні геометричні концепти	Використання AR гарнітури та взаємодія з тривимірними моделями

Турецькі дослідники провели дослідження впливу використання підручників з AR маркерами на успішність здобувачів освіти. Навчальний матеріал на основі технологій доповненої реальності було розроблено за допомогою програми HITLibHZ-BuildAR. Організація навчального процесу здійснювалася дослідниками в лабораторних умовах з необхідним забезпеченням. Матеріал викладався групі з 22 людей і, на основі отриманих від них даних, AR технології було визначено перспективним напрямком для розвитку викладу навчального матеріалу. Дослідники відзначили, що найбільшої користі AR приносить при вивченні тих предметів, де доречно візуалізація 3D об'єктів, наприклад, геометрії та географії [45].

Отже, ми встановили, що для організації навчального процесу з використанням технологій доповненої реальності, є допоміжні рішення. Фахівцями практикується впровадження AR в освітній процес, проте брак науково-методичного забезпечення ускладнює роботу. Визначено, що для ефективного застосування технології для навчання учнів, вчителю необхідно дотримуватися низки спеціальних педагогічних вимог та принципів. Аналіз зарубіжного досвіду стверджує, що виклад навчального матеріалу за допомогою AR технологій доречно здійснювати там, де можна задіяти 3D візуалізацію.

### **1.3. Особливості підготовки вчителя технологій до роботи з доповненою реальністю**

Інновація – це процес впровадження нових ідей, методів, продуктів або технологій з метою покращення або зміни існуючих рішень або практик для

досягнення певної мети [18; 22]. Розглядаючи процес у межах педагогічних практик, виділяють три рівні здійснення нововведень:

- макрорівні, на якому інноваційні зміни впливають на всю систему освіти та приводять до зміни її парадигми;
- мезорівні, де інновації приводять до змін навчального процесу окремих закладів освіти;
- мікрорівні, на якому інноваційність полягає в зміні процесу викладу окремої дисципліни або цілої групи дисциплін. Відбувається це через розробку нового науково-методичного забезпечення, навчального матеріалу, практики та впровадження нових методів, засобів та форм навчання.

Виходячи з цього, виникає потреба формування у педагогів певних компетентностей, необхідних для застосування інноваційних технологій на практиці у процесі педагогічної діяльності [44]. В сучасній професійно-технологічній освіті став актуальним компетентнісний підхід, який є однією з підстав оновлення змісту освіти [13]. Відбувається це через те, що в системі освіти компетентності виступають центральним поняттям. Причиною цього є те, що вони включають в себе ті самі знання, вміння й навички, основною метою отримання яких і є здобуття освіти людиною.

Ще однією проблемою, пов'язаною з компетенціями, переходу від традиційних до нових форм навчання є консервативне ставлення педагогів до освітнього процесу. Це заважає творчому розвитку та призводить до хибного розміщення компетенцій у системі пріоритетів.

Так, було проведене опитування серед викладачів та майстрів закладів професійної та технологічної освіти Вінниччини, участь у якому взяли 148 осіб з педагогічним стажем від 1 до 40 років [13]. Опитування говорить, що конструктивно-проектні компетенції 38% респондентів вважають другими за значущістю, мовно-комунікативну та організаційну компетентності 6% вважають останніми. Більшість відповідей (75%) відзначають складність визначення творчого компоненту професійної педагогічної діяльності, при чому спостерігається це більше у формальних аспектах, ніж у змістовних.



Пропонується виконання двох завдань для вирішення цих проблем:

1. Зміна соціокультурного контексту закладів освіти, що передбачає утворення різноманітних прогресивних форм організації навчання та взаємодії педагога та здобувачів освіти, що передбачено концепцією НУШ: перехід від авторитарного навчання до співпраці.

2. Оволодіння новітніми інтерактивними технологіями та засобами організації навчального процесу, що дозволить розвивати професійні компетенції та досягати інновацій в організації навчального процесу.

Задля виконання другого завдання, враховуючи вище сказане та особливості впровадження технологій доповненої реальності в освіту, ми визначили низку *компетентностей*, які вважаємо *ключовими* і які вчителю необхідно повною мірою опанувати задля організації навчання з використанням AR [23]:

1. *Цифрова компетентність*, яка є найважливішою, оскільки вчителю необхідно розробляти науково-методичне забезпечення та навчальний матеріал на базі AR. Усе це потребує певні вміння та навички володіння інформаційно-комунікаційними технологіям.

2. *Мовно-комунікативна компетентність*, без якої неможлива організація будь-якого освітнього процесу. Через англomовне програмне забезпечення, організація навчання з використанням AR передбачає володіння англійською мовою хоча б на середньому рівні (B2).

3. *Інноваційна компетентність*, яку ми також вважаємо важливою, оскільки AR технології – це цілком інноваційний досвід в організації навчання і вчитель має бути готовим застосовувати різноманітні підходи до розв'язання проблем у своїй професійній діяльності.

4. *Предметно-методична компетентність*, бо вчитель має вміти моделювати зміст навчання відповідно до очікуваних результатів, залучення AR до навчання потребує готовності до забезпечення міжпредметного зв'язку.

5. *Психологічна та морально-етичні компетентності*, які передбачають здатність вчителя визначати і враховувати індивідуальні

особливості учнів, формувати в них мотивацію до навчання, генерувати позитивні емоції та контролювати власні.

6. *Здоров'язбережувальна компетентність*, яка потребує організації безпечної для здоров'я учнів навчальної діяльності. Компетентність актуальна для будь-якої діяльності, оскільки життя людини – одна з вищих цінностей держави.

7. *Проектувальна компетентність*, метою отримання якої і слугує проведення проектно-технологічної діяльності.

8. *Організаційна компетентність* означає, що вчитель здатний планувати та організовувати різні види та форми навчальної та пізнавальної діяльності.

9. *Уміння навчатися впродовж життя*, бо інноваційні підходи до навчання потребують додаткового вивчення засобів, які будуть застосовуватися.

Зазначимо, що, відповідно до наказу Про затвердження професійного стандарту за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «вчитель закладу загальної середньої освіти», «вчитель з початкової освіти (з дипломом молодшого спеціаліста)», для здійснення педагогічної діяльності вчитель, має володіти більшою кількістю компетентностей [33]. Вище ми перерахували ті, яким, на нашу думку, варто приділити особливої уваги у межах тематики дослідження.

Ми назвали цифрову та інноваційну компетентності найважливішими з перерахованих і, аби це довести, детально розглянемо причини цього та наведемо шляхи їх розвитку (таблиця 1.2). Важливість інноваційної компетентності, як ми зазначали, впливає з освоєння нового досвіду. Важливість цифрової компетентності [9] полягає в тому, що вчителю доведеться навчитися та закріпити знання з використання апаратного та програмного забезпечення AR технологій. Так, необхідно бути готовим до:

- пошуку інформації рідною та іноземними мовами;

- роботи з середовищами розробки AR застосунків, треба знати як працює технологія;
- незначного програмування мовами C# та Python;
- створення 3D графіки відповідними програмними засобами.

Таблиця 1.2

### Шляхи розвитку необхідних компетентностей

Назва компетентності	Пов'язані вміння й навички	Шляхи розвитку
Цифрова компетентність	Розуміння та користування інформаційними технологіями, пошук інформації в Інтернеті, цифрова грамотність, знання основ програмування	Участь у курсах з цифрової освіти, самостійне вивчення цифрових технологій, обмін досвідом з колегами
Інноваційна компетентність	Здатність до творчого мислення та генерування нових ідей та підходів до навчання, вміння їх випробувувати на практиці, вміння вираховувати розумні ризики та брати їх на себе	Практика виконання творчих завдань, вивчення сучасних інструментів та підходів у навчанні, обмін ідеями та досвідом з фахівцями та колегами

Оскільки впровадження доповненої реальності в освіту відбувається на мікрорівні, від вчителя потребується здійснення самопідготовки, для чого ми і вказали вміння навчатися впродовж життя серед важливих компетентностей. У мережі існує дуже багато можливостей для самоосвіти, від повчальних відео

на YouTube до спеціалізованих курсів, які можна знайти на освітніх онлайн-сервісах.

З цією метою Міністерство освіти і науки України пропонує платформи для вдосконалення навичок і саморозвитку. Ці платформи представляють з себе освітні онлайн-ресурси, які надають освітні послуги та курси за багатьма напрямками. Розглянемо декілька рекомендованих МОН платформ, серед яких: Coursera, Udacity, EdX, Udemy, Prometheus [32].

Coursera – це освітня онлайн-платформа, яка пропонує широкий вибір курсів і спеціалізацій в різних галузях. Вона була створена в 2012 році та зарекомендувала себе як одна з провідних платформ для навчання в Інтернеті. Coursera співпрацює з багатьма університетами та освітніми установами з усього світу, щоб надавати якісні онлайн-курси для широкого загалу користувачів. Ресурс пропонує широкий набір професій для вивчення, або підвищення кваліфікації. Серед них є доступ до вивчення розробки мобільних застосунків для IOS та Android.

Udacity – це інша відома онлайн-освітня платформа, яка спеціалізується на наданні курсів та спеціалізацій з інформаційних технологій та технічних наук. В окремі розділи винесено матеріали з математики, бізнесу, дизайну тощо. Усе це стверджує, що платформа спеціалізується на наданні доступу до STEM освіти. На цій платформі можна поглибити навички з програмування.

EdX – центр-онлайн навчання, заснований Гарвардським університетом і Масачусетським технологічним університетом у 2012 році. Платформа пропонує 24 курси за різноманітними напрямками, серед яких є і комп'ютерні технології. Особливістю платформи є те, що вона безкоштовно надає доступ до лекцій, які викладаються у зазначених закладах освіти, проте для отримання сертифікату потребує оплати.

Udemy – платформа, що пропонує освітні проєкти, розподілені на 16 категорій, які викладаються відповідними фахівцями. Тут представлені найрізноманітніші курси за платною та безкоштовною основою. Навчальні

матеріали представлені у вигляді відео, аудіо, презентацій і тексту. Ресурс надає змогу вивчати 3D графіку та моделювання, цифрові технології.

Prometheus – українська безоплатна платформа онлайн-освіти, яка створена у 2014 році. Серед її партнерів найкращі заклади вищої освіти країни. Prometheus надає безкоштовну можливість університетам, провідним викладачам і компаніям-лідерам публікувати та розповсюджувати курси. Серед запропонованих категорій для вивчення присутні цифрові технології та проєктний менеджмент, які пропонують окреме вивчення технологій доповненої реальності.

Більшість з наведених освітніх-онлайн платформ співпрацюють з державними та закордонними університетами та надають сертифікати при проходженні відповідних курсів, тому якість запропонованих навчальних матеріалів не викликає сумнівів.

Таким чином, ми розглянули особливості впровадження інноваційних технологій, представником яких є AR, в освіту. Аналіз проведеного дослідження з відповідної тематики дав змогу постановити проблеми здійснення інновацій та навести приклади їх вирішення, у результаті чого були наведені варті особливої уваги професійні компетентності вчителя технологій та особливості їх розвитку.

## РОЗДІЛ 2. ВПРОВАДЖЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ

### 2.1. Визначення апаратного та програмного забезпечення технологій доповненої реальності

Розробка мобільного застосунку з використанням AR технологій потребує визначення відповідного програмного забезпечення, яке буде нараховувати усі необхідні функції. Необхідно встановити вимоги, яким SDK має відповідати, аби задовольнити потреби розробника, яким у нашому випадку є вчитель технологій. Так, середовище розробки має відповідати низці вимог:

1. SDK повинна бути доступною для вчителя технологій. Це означає, що вчитель може фінансово дозволити собі отримати можливість користуватися таким пакетом для розробки AR застосунків.

2. SDK має бути зрозумілою для вчителя технологій. Тобто, ознайомлення та вивчення програмного забезпечення не повинно викликати суттєвих труднощів, інтерфейс має бути інтуїтивно зрозумілим.

3. Необхідно, щоб середовище розробки було достатньою мірою функціональним, мало інструменти для додання та обробки маркерів, широкі можливості для їх налаштування, підтримувало мови програмування, які широко застосовуються, мають нараховуватися прості інструменти для обробки 2D та 3D графіки.

4. Пакет для розробки має бути кросплатформним, таким, який дозволяє розробляти AR застосунки для багатьох платформ, серед яких мають бути IOS та Android.

З оглядом на вимоги, ми проаналізували та надали оцінку відомого нам програмного забезпечення (табл. 2.1), ми постановили, що Vuforia SDK є найкращим вибором для виконання завдань нашого дослідження.

### Порівняльний аналіз програмного забезпечення AR

Назва пакету розробки	Оцінка за критеріями			
	Доступність	Зрозумілість	Функціонал	Сумісність
Vuforia	4	4	5	5
Wikitude	3	3	4	5
ARKit	3	3	4	2
ARCore	4	3	3	3
ARToolKit	4	3	5	5

Vuforia SDK може бути інтегрована в рушій Unity (рис. 2.1) для зручного створення AR застосунків для мобільних пристроїв. Це робить пакет розробки доступним будь-якому розробнику для некомерційного використання, а переваги Unity спрощують роботу розробника.

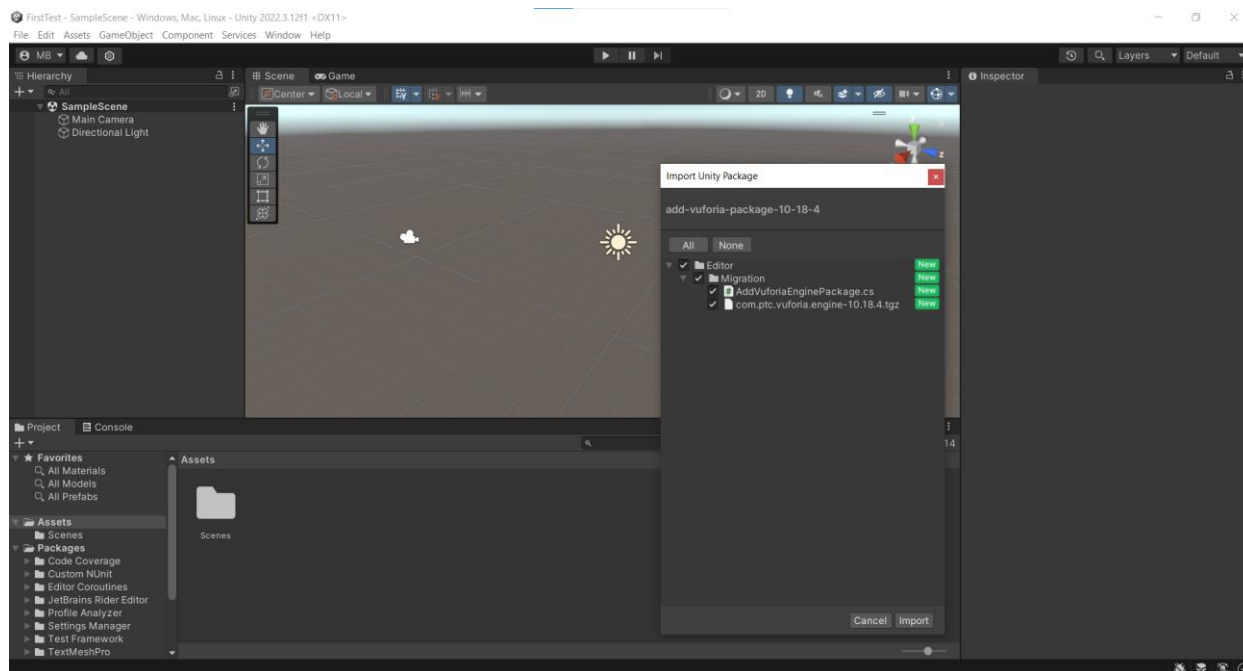


Рис. 2.1 Додання Vuforia SDK до Unity Engine

Unity Engine – ігровий рушій, розроблений компанією Unity Technologies та випущений у 2005 році [48]. Підтримує розробку 2D та 3D ігор для стаціонарних комп'ютерів на базі систем Windows та MacOS, мобільних

пристроїв на базі IOS та Android, що робить його сумісним з більшістю відомих платформ.

До основних переваг рушія відносять:

- Unity дає змогу розробляти програмне забезпечення з підтримкою 25 різних платформ, що робить його лідером серед інших аналогів;
- наявність візуального редактора дозволяє розробникам створювати і редагувати графічні та аудіо-елементи без програмування;
- Unity підтримує розробку як 2D, так і 3D графіки, що дозволяє створювати різноманітні ігри та додатки;
- велика та активна спільнота розробників, результатом чого є широкий вибір онлайн-ресурсів, документації та навчальних матеріалів;
- висока продуктивність та швидкість роботи рушія робить його ідеальним для розробки невимогливих застосунків.

Розглянемо окремо необхідний функціонал та інтерфейс рушія Unity та інтегрованого до нього Vuforia SDK, а саме Target Manager та основні елементи інтерфейсу.

*Target Manager* – це база зображень, які використовуються для створення AR маркерів з використанням Vuforia (Рис. 2.2). Розробник має змогу занести туди зображення, на яке потім програмою буде накладатися зображення. Система надає зображенням рейтинг від 0 до 5, чим він вище, тим простіше розпізнати зображення та накласти об'єкт.

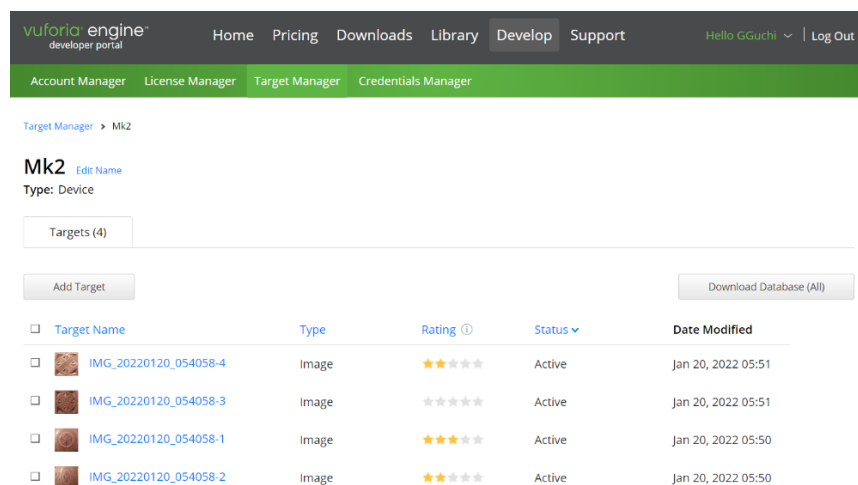


Рис. 2.2. База зображень Target Manager



*Інтерфейс* – це система візуальних засобів, які дозволяють користувачу керувати програмним забезпеченням та приладами. Інтерфейс 3D редактору Unity складається з вікон (Рис. 2.3), основну увагу належить належить вікну 3D вигляду (Viewport).

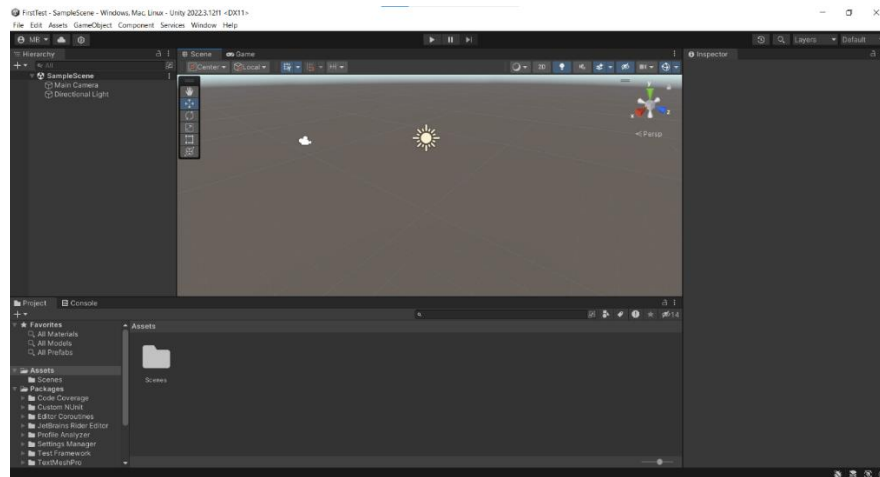


Рис. 2.3. Інтерфейс Unity

У центральному вікні 3D вигляду за замовчуванням відкрита вкладка «Scene», де можна візуально налаштувати та оцінити сцену, розташувати в ній об'єкти за трьома площинами та налаштувати їх параметри за допомогою 6 інструментів, які відображаються у верхньому лівому боці вікна. Розглянемо ці інструменти:

1. *View Tool*, який відображений у вигляді руки. За допомогою інструмента здійснюється навігація. При використанні View Tool, затискаючи ліву кнопку миші (ЛКМ), або середню кнопку миші (СКМ) можна змінювати положення у двох площинах, тобто переміщуватися вгору та вниз. В використовуючи прокручення СКМ, здійснюється масштабування, а, за допомогою правої кнопки миші (ПКМ), можна здійснювати обертання у всіх трьох площинах. Таким чином, з використанням цієї функції, розробник має змогу отримати доступ до будь-якого об'єкту у сцені проєкту та отримати вигляд на нього з будь-якого ракурсу.

2. *Move Tool*, відображений у вигляді стрілок, направлених за різними напрямками. Використовуючи цей інструмент, розробник має змогу

переміщувати об'єкт у трьох площинах і, таким чином, налаштовувати положення об'єктів у сцені.

3. *Rotate Tool*, відображений за допомогою двох напівкруглих стрілок. Інструмент дозволяє розробнику обертати об'єкт у трьох площинах. За допомогою цього інструменту та *Move Tool* можна задати об'єктам будь-якого положення в сцені.

4. *Scale tool*, який відображено у вигляді розташованої у прямокутнику діагонально напрямленої стрілки. За допомогою інструменту можна налаштувати розміри об'єкту. Змінити можна висоту, довжину та ширину, отримуючи повний контроль над габаритами об'єкту.

5. *Rect Tool*, відображений у вигляді прямокутника з виділеними вершинами. Поєднує у собі останні три інструменти та дозволяє змінювати одразу всі три параметри у межах кубічної області.

6. *Transform Tool*, відображений у вигляді іконки, здобутої шляхом поєднання іконок інструментів *Move Tool*, *Rotate Tool*, *Scale Tool*. Відповідно до цього, *Transform Tool*, аналогічно попередньому інструменту, дозволяє змінювати одразу три параметри. Однак, на відміну від *Rect Tool*, при використанні *Transform Tool*, відсутні обмеження у вигляді кубічної області.

У вкладці «Game» можна провести тестування роботи проєкту шляхом його запуску з повним використанням закладеного функціоналу. Таким чином, можна проаналізувати роботу проєкту, провести оцінку його якості, віднайти та виправити знайдені помилки.

У вікні *Hierarchy*, яке знаходиться зліва від 3D вигляду, можна налаштовувати систему розташування та назв об'єктів в проєкті за ієрархією (рис. 2.4). Це дозволяє оптимізувати процес роботи та поліпшити орієнтацію в доданих об'єктах. За допомогою ієрархії можна швидко визначити зв'язок між об'єктами.

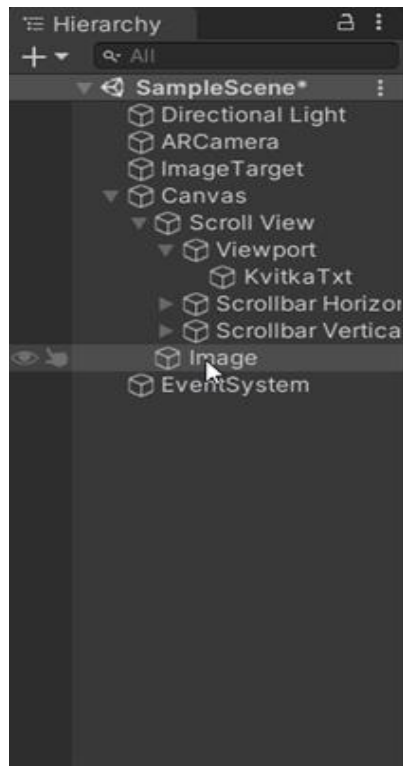


Рис. 2.4. Вікно Hierarchy

У вікні-навігаторі, яке знаходиться знизу, за допомогою вкладки «Project» отримується доступ до ресурсів комп'ютера з метою додання *асетів* до проєкту. *Асети* – будь-який файл, який додається до проєкту Unity. У цьому ж вікні, праворуч від «Project», знаходиться вкладка «Console», де відстежується робота проєкту та пов'язані з нею помилки.

Вікно Inspector використовується для більш детального налаштування об'єктів. Так, на прикладі камери (рис. 2.5) ми спостерігаємо, що, окрім налаштувань трансформації, розглянутих у вікні 3D вигляду, тут можна налаштувати параметри відображення, такі як: фільтр, поле зору, перспективу, глибину зору, фокус.

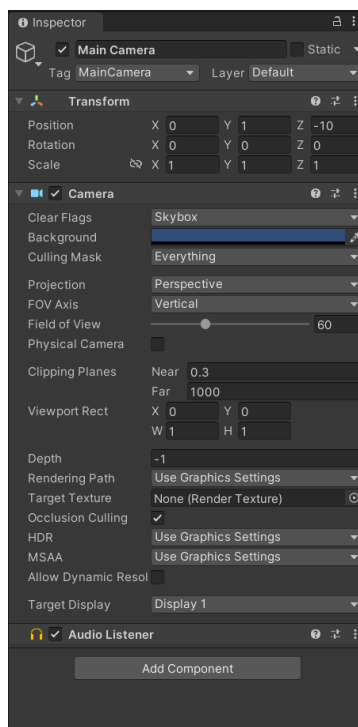


Рис. 2.5. Налаштування камери у вікні Inspector

Впровадження в проектно-технологічну діяльність учнів додатку з використанням доповненої реальності передбачає інтеграцію в нього творчого проєкту учнів, в якості якого буде виступати створена ними 3D модель виробу. Виходячи з цього, нам необхідно обрати програмне забезпечення для роботи з тривимірною графікою. Щоб це зробити ми, аналогічно до вибору SDK, встановили такі вимоги:

1. Програмне забезпечення має бути доступним для вчителя технологій та учнів.
2. Вивчення необхідного функціоналу та робота з середовищем створення 3D графіки не повинна викликати труднощів у вчителя та учнів, важливо, щоб процес ознайомлення не відбирав багато часу.
3. Програмне забезпечення повинно мати як основні формотворчі інструменти, так і можливості для текстурування моделі, оскільки необхідно, щоб вона мала вигляд готового виробу.
4. Оскільки використання такого програмного забезпечення передбачає міжпредметний зв'язок між технологіями та інформатикою, то воно повинно

бути достатньо змістовним для другого предмету і мати достатній потенціал для детального вивчення на заняттях з інформатики.

Ми провели аналіз за встановленими вимогами та надали оцінку середовищам для роботи з 3D графікою (таблиця 2.2). Визначили, що найбільше цим вимогам відповідає Blender.

*Таблиця 2.2*

### Порівняльний аналіз програм для створення 3D графіки

Назва пакету розробки	Оцінка за критеріями			
	Доступність	Зрозумілість	Функціонал	Потенціал вивчення
Blender	5	3	5	5
3DS Max	2	4	4	3
Maya	2	3	4	4
Cinema4D	2	3	3	3

Основною перевагою цієї програми є те, що вона доступна до використання цілком безкоштовно, оплата здійснюється лише на добровільній основі з метою підтримки розробників. Станом на сьогодні Blender є найпопулярнішим середовищем для роботи з тривимірною графікою серед дизайнерів, хоча й не належить до стандартів індустрії, як Maya. Причин такої популярності декілька:

- активні та стабільні оновлення, що забезпечує постійний розвиток та актуальність програми;
- широка аудиторія, що забезпечує досить багату кількість навчального матеріалу та курсів з програмного забезпечення;
- Blender поєднує в собі функціонал, для якого деяке програмне забезпечення розробляється окремо. Це перетворює Blender в універсальний інструмент для роботи з графікою, але окремо взятий функціонал програє програмам, розроблених з метою його виконання;
- можливість розширення функціоналу за рахунок додання різноманітних адонів;

– можливість налаштування інтерфейсу відповідно до власних вподобань, що робить програму більш зручною у користуванні та приємною на вигляд.

Інтерфейс Blender на початку роботи з програмою складається чотирьох вікон серед яких: вікно 3D вигляду, структурний список, шкала часу, параметри (рис. 2.6). Вважаємо важливим зазначити, що програма підтримує українську мову інтерфейсу. Це може поліпшити його вивчення, однак, з урахуванням того, що за точністю надання інформації вона програє англійській мові, ми радимо вивчати інтерфейс мовою оригіналу. Крім того, більшість навчальних матеріалів надаються саме англійською. Це може бути суб'єктивним недоліком, проте він властивий усьому схожому програмному забезпеченню.

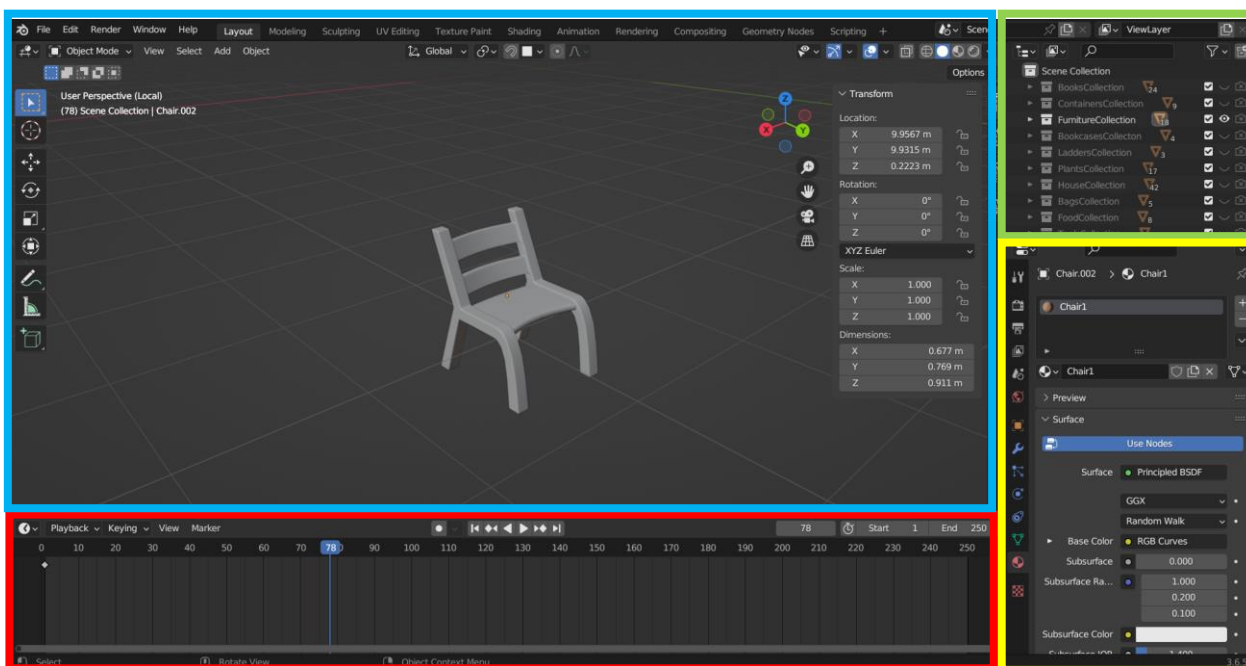


Рис. 2.6. Інтерфейс Blender

У вікні 3D вигляду, яке ми позначили синім кольором, відбувається спостереження за об'єктом та проводяться операції зі зміни його форми. Навігація у вікні проводиться за допомогою поєднання клавіш Shift + СКМ (переміщення камери), натискання СКМ (обертання камери), прокручення СКМ (масштабування камери).

У вікні доступно кілька режимів роботи, але важливими для нас є два: Object Mode та Edit Mode. У першому здійснюються основні операції, такі як: вибір об'єктів; переміщення, обертання та масштабування об'єктів; об'єднання об'єктів; нотатки та визначення розмірів. У режимі роботи Edit Mode виконуються усі основні геометричні операції зі зміни форми об'єкту, серед яких [46]:

- операції переміщення та обертання;
- зміна розміру;
- розрізання;
- вдавлення та видавлення;
- фаска.

На відміну від схожих інструментів трансформації в Object Mode, в Edit Mode можна впливати на складові частини об'єкту, до яких належать вершини, прямі та полігони. Поєднання цих примітивів і утворює структуру моделі об'єкту (рис. 2.7), яка зветься *топологією* [8]. За допомогою вище перерахованих операцій здійснюються маніпуляції з топологією, на чому базується створення тривимірних моделей.

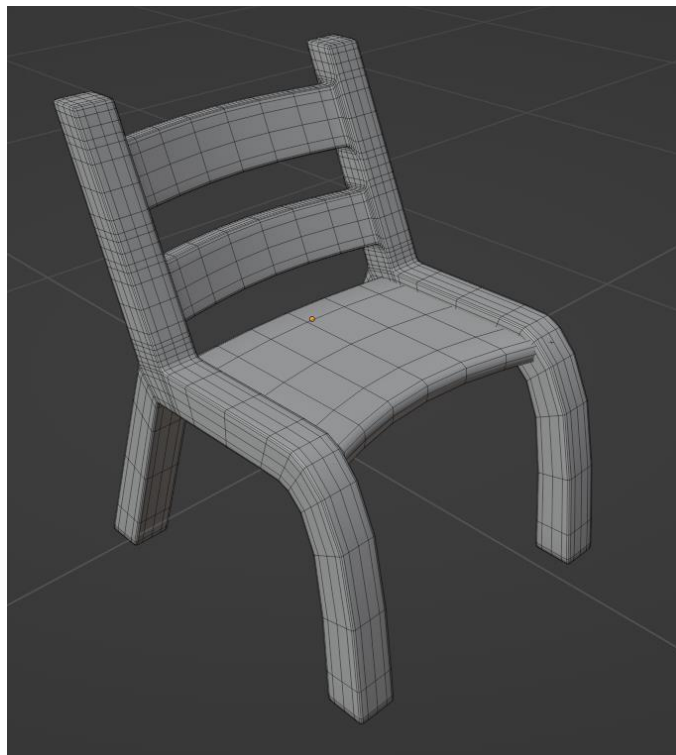


Рис. 2.7. Топологія моделі стільця в Edit Mode

Вікно структурного списку, яке ми позначили зеленим кольором, за своєю функцією схоже на вікно Hierarchy в Unity. Призначення списку – структурування об’єктів у сцені та створення з них колекцій з метою поліпшення навігації та оптимізації роботи. У цьому ж вікні можна вмикати та вимикати відображення об’єктів, налаштовувати можливість їх вибору.

У вікні параметрів, позначеного жовтим кольором, знаходяться усі необхідні налаштування сцени та об’єктів. Таким чином, воно виконує аналогічну вікну Inspector в Unity функцію. Тут можна надати об’єктам матеріали та модифікатори, налаштувати їх.

У позначеному червоним кольором вікні стрічки часу здійснюється редагування анімації. Ми згадали це вікно, оскільки воно відкривається за замовчуванням при створенні проєкту, однак для нашої роботи воно не несе жодної користі. Інтерфейс Blender дозволяє змінювати, додавати та видаляти вікна, що й необхідно зробити зі стрічкою часу.

До інших важливих вікон, які не відкриваються за замовчуванням, але які необхідні для виконання проєкту належать:

1. Вікно шейдерів, де здійснюється налаштування зовнішнього вигляду об’єктів та сцени.

2. Вікно текстурівання, де до об’єкту додаються текстури, виконується творчий процес з їхньої обробки.

Отже, ми проаналізували відоме програмне забезпечення, яке знадобиться нам для розробки мобільного застосунку з використанням доповненої реальності та інтеграції в нього творчого проєкту, в якості якого буде виступати 3D модель об’єкту проєктування. Постановили, що для виконання цього завдання нам підходять Vuforia SDK, інтегрована до Unity Engine, для розробки самого AR додатку та середовище роботи з тривимірною графікою Blender для створення 3D моделі об’єкту проєктування. Було наведено опис цього програмного забезпечення та обґрунтовано його вибір.



## **2.2. Формування необхідних для впровадження в навчання технологій доповненої реальності методичних даних**

Ми постановили, що впровадження AR технологій в освіту є цілком інноваційним процесом. Це означає, що методика проведення занять з залученням відповідних технологій має ґрунтуватись на актуальних методичних даних. Такі дані необхідні з декількох причин:

1. Необхідно визначити засоби та методи навчання, які будуть використовуватись у процесі проєктно-технологічної діяльності учнів з найбільшою ефективністю.

2. Аби запобігти помилок у розробці власної методики, важливо виявити недоліки у дійсній методиці організації навчання.

3. Важливо, щоб навчальний матеріал, дібраний у процесі створення навчально-методичного забезпечення задовольняв інтереси учнів [2].

4. Станом на 2023 рік, форми, за якими заклади освіти організовують навчання, від МОН України носять рекомендаційний характер на великій кількості її території. При розробці методики варто враховувати, за якою формою буде здійснюватися навчання.

З урахуванням вищезазначеного, маючи на меті отримання необхідних для розробки методики організації проєктно-технологічної діяльності учнів на уроках технологій з використанням доповненої реальності, нами була складена анкета (додаток А) та проведено опитування, на основі якого ми отримали відповідні дані. В опитуванні взяли участь 51 учень 10-11 класів закладів загальної середньої освіти Шостинського району, Сумської області.

Питання «Чи маєте Ви доступ до смартфона чи комп'ютера, потужність яких можна вважати актуальною?» дозволяє встановити кількість учнів, які мають змогу використовувати технології доповненої реальності у своїй діяльності та можливості, які вони можуть використовувати.

Отримані відповіді на запитання (рис. 2.8) говорять, що 21 (41,1%) учень мають змогу користуватись сучасними телефоном та комп'ютером. Кількість здобувачів освіти, що можуть користуватися лише смартфонами, складає 25

(49%) учнів. Лише 2 (4%) респонденти зазначили, що мають змогу користуватися лише комп'ютером і ще 3 (5,9%) вказали, що не мають доступу до обох пристроїв.

Отримані дані свідчать про те, більшість учнів мають змогу використовувати доповнену реальність. Отже, стан апаратного забезпечення в 10-11 класах дозволяє впровадити AR технології в освітній процес.



Рис. 2.8. Відображення кількості учнів з можливістю використання AR

Запитання «Який досвід використання AR Ви отримували?» дає змогу визначити сферу та призначення застосування учнями доповненої реальності. Врахування досвіду дозволяє визначити основні положення ходу занять, на яких безпосередньо будуть задіяні технології доповненої реальності.

Дані, отримані з наданих відповідей (рис. 2.9) показують, що 17 (33,3%) здобувачів використовували AR в розважальній діяльності. 3 (5,9%) респондентів зазначили, що мають досвід використання доповненої реальності в навчально-пізнавальній діяльності. У своїй практичній діяльності AR використовували 5 (10%) респондентів. Кількість здобувачів освіти, які особисто не використовували технологію, але спостерігали за нею склала 16 (31%) осіб. Варіант відповіді, що свідчить про відсутність досвіду використання технологій доповненої реальності обрали 10 (19,6%) відповідачів.

Такі дані дають змогу стверджувати, що досвід використання AR учнями базується, переважно на ігровій та спостережливій діяльності. Той факт, що більшість учнів не використовували AR в навчально-пізнавальній діяльності, підтверджує інноваційність технологій і вимагає послідовності у їх впровадженні в освіту, врахування ігрового досвіду учнів у розробці методики.

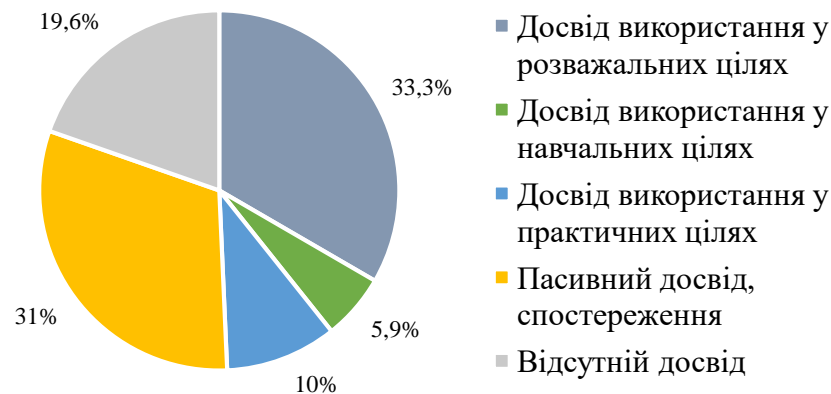


Рис. 2.9. Відображення наявності досвіду використання AR учнями

Метою ставлення запитання «Розглядаючи використання AR технологій в освіті, найбільш цікавим є варіант:» є визначення потенційно цікавого учням способу використання доповненої реальності у навчально-пізнавальній діяльності, що буде відображено у розробленій методиці з її організації.

З наданих на запитання відповідей отримано такі дані (рис. 2.10): 11 (21,6%) учнів бажають бачити підручники, з інтегрованими в них за допомогою доповненої реальності тривимірним контентом; 9 (17,6%) здобувачів освіти вважають цікавим подання наочного навчального матеріалу за допомогою AR технологій; 14 (27,5%) респондентів зазначили, що цікавим є використання доповненої реальності на практичних роботах; 17 (33,3%) особам цікава організація ігрової діяльності в процесі впровадження AR у навчання.

Аналіз отриманих відповідей дає змогу стверджувати, що, для забезпечення зацікавленості учнями навчально-пізнавальною діяльністю, у

розробці методики необхідно залучати AR до практичних робіт та використовувати ігрові методи навчання.

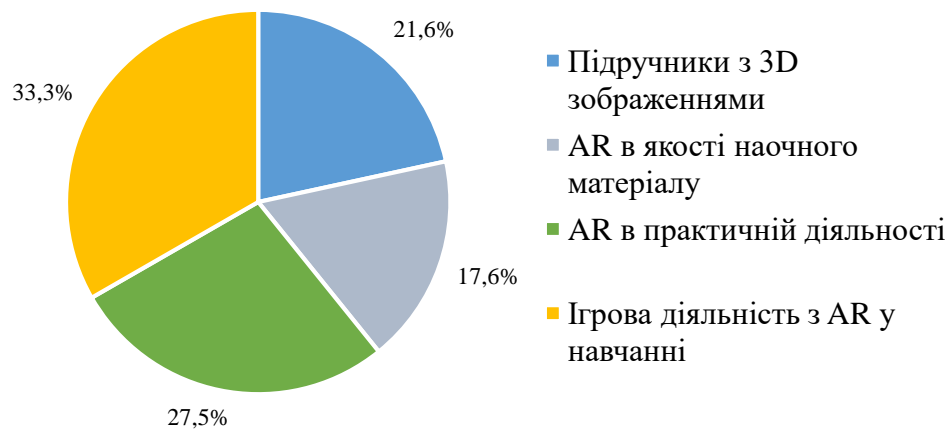


Рис. 2.10. Цікаві учням варіанти використання AR у навчанні

Мета запитання «Чи викликають труднощі конструкторський та технологічний етапи під час дистанційного навчання?» полягає у визначенні можливості учнів працювати над виготовленням виробу поза закладом освіти, використовуючи традиційні технології.

Отримані у результаті ознайомлення з відповідями на це запитання дані (рис. 2.11) стверджують, що: поза закладом освіти процес виготовлення виробу не викликає труднощів у 7 (13,7%) учнів; виготовлення виробу у домашніх умовах супроводжується технічними труднощами у 20 (39,2%) здобувачів освіти; з браком теоретичної інформації під час проектування та виготовлення виробу на дистанційній формі навчання стикаються 11 (21,6%) осіб; 13 (25,5%) респондентів не мають змоги виготовляти вироби поза навчальними закладами.

Такі дані свідчать про те, що, обираючи з учнями об'єкт проектування, необхідно враховувати матеріально-технічне забезпечення, необхідне для його виготовлення. Необхідно, щоб учні мали змогу виготовляти виріб як у закладі освіти за очної форми навчання, так і у домашніх умовах за дистанційної.

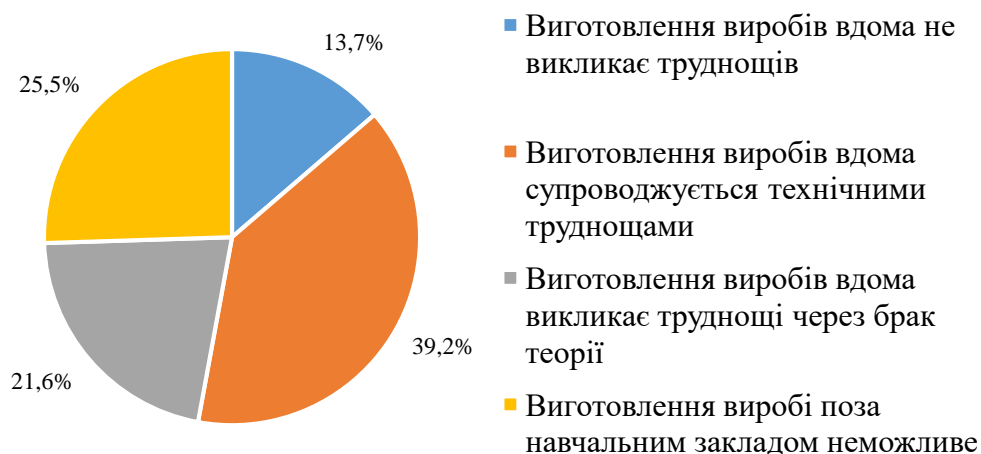


Рис. 2.11. Труднощі, які виникають в учнів при виготовленні виробів поза навчальним закладом

Питання «До здобуття якісних результатів навчання стимулюють:» задається з метою визначення чинників, що спонукають учнів на докладання зусиль до виконання очікуваних результатів, визначених навчальною програмою та вчителем.

На це запитання респонденти надали низку відповідей, у результаті аналізу яких нами отримано наступні дані (рис. 2.12): кількість учнів, яких до навчання спонукає цікавий навчальний матеріал, склала 14 (27,5%) осіб; 10 (19,6%) респондентів до здобуття якісних результатів навчання стимулює колективна діяльність; 15 (29,4%) здобувачів освіти знаходять стимул для навчально-пізнавальної діяльності у сучасних засобах навчання; взаємодія зі вчителем під час навчального процесу спонукає до здобуття результатів 12 (23,5%) учнів.

Отримані дані надають підстави для ствердження того, що задля задоволення очікуваних результатів навчально-пізнавальної діяльності учнів необхідно підбирати цікавий для них навчальний матеріал, до викладання якого можна залучити інтерактивні методи навчання. Важливим чинником, що спонукає учнів до засвоєння знань, вмінь і навичок є використання у процесі сучасних засобів навчання, серед яких можуть бути популярні онлайн-сервіси та цифрові прилади.

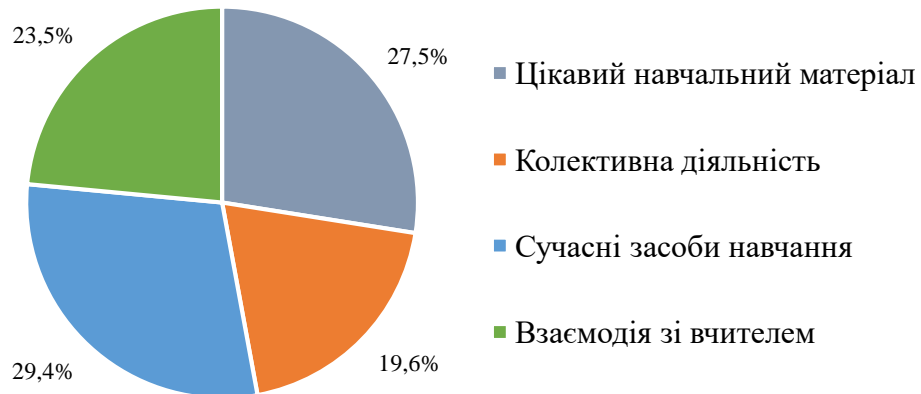


Рис. 2.12. Чинники, що спонукають учнів до задоволення очікуваних результатів навчально-пізнавальної діяльності

Запитання «Дистанційне навчання впливає на кількість зусиль, які докладаються на технологічному етапі проектно-технологічній діяльності?» визначити вплив дистанційної форми навчання на якість виробів, які виготовляються ними під час проектно-технологічної діяльності.

У результаті отримали такі відповіді (рис. 2.13): 34 (66,7%) респонденти зазначили, що до виготовлення виробу вони стали докладати менше зусиль; 6 (11,7%) здобувачів освіти стали докладати до виготовлення виробу більше зусиль; 11 (21,6%) учнів вважають, що дистанційна форма навчання не вплинула на кількість зусиль, яких вони докладають до виготовлення виробу.

На нашу думку, вищезазначені дані вказують на те, що дистанційна форма навчання впливає на якість виробів, які отримуються у результаті проектно-технологічної діяльності учнів. І хоча на це може впливати багато чинників, ми вважаємо, що основним є неналежне матеріально-технічне забезпечення проектно-технологічної діяльності учнів на технологічному етапі, оскільки у більшості з них виникають труднощі під час виготовлення виробів поза закладами освіти.

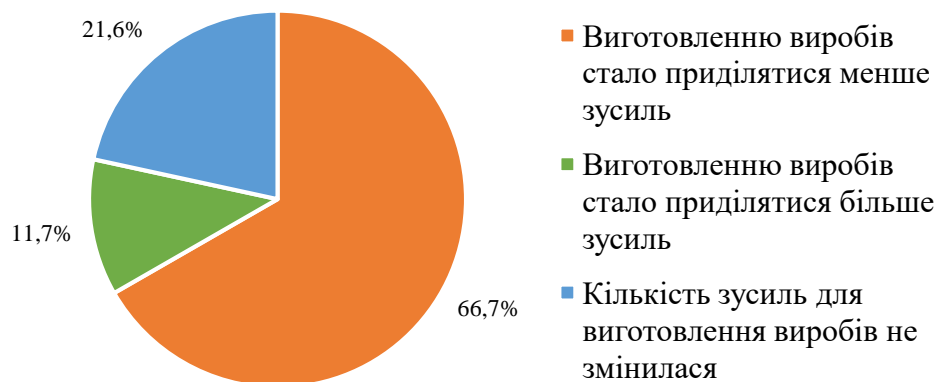


Рис. 2.13. Вплив дистанційної форми навчання на виготовлення виробів учням

З метою з'ясування мотивації учнів до розробки проєктів, до анкети було включено запитання «Стимулом до здійснення проєктно-технологічної діяльності виступає:».

У відповідях (рис. 2.14.) на запитання 16 (31,4%) здобувачів вказали, що до проєктно-технологічної діяльності їх стимулює вивчення нових технологій; 13 (25,5%) учнів задовольняються можливістю займатися творчістю під час роботи над своїми проєктами; 4 (7,8%) особам подобається процес написання проєкту та обґрунтування виробу; 18 (35,3%) учні займаються проєктно-технологічною діяльністю з метою відшукати цікаве для себе заняття.

Отримані дані можна використати для обрання теми для вивчення під час проєктно-технологічної діяльності. Варто надавати перевагу тим модулям, які передбачають вивчення нових для учнів технологій. Бажанням учнів відшукати цікаве для них заняття можна скористатися для збільшення ефективності етапу мотивації навчальної діяльності на уроках.

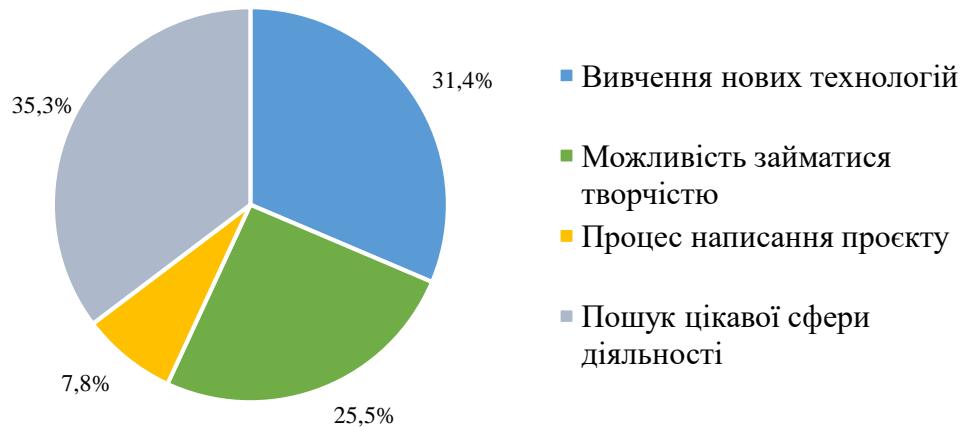


Рис. 2.14. Мотивація учнів у проєктно-технологічній діяльності

Запитання «Використання AR технологій вбачається більш доцільним під час вивчення:» дозволяє визначити модуль, якому варто приділити увагу під час розробки методики організації проєктно-технологічної діяльності з використанням технологій доповненої реальності.

З наданих респондентами відповідей (рис. 2.15) виходить, що: кількість учнів, що обрали модуль «Креслення» у якості доцільного до вивчення з використанням AR, склала 5 (9,8%) осіб; модуль «Основи робототехніки та автоматики» цікавить 10 (19,6%) здобувачів освіти; у вивченні модулю «Техніки декоративно-ужиткового мистецтва» застосувати доповнену реальність бажають 12 (23,5%) респондентів; 20 (39,2%) учнів обрали модуль «Ландшафтний дизайн»; 3 (5,8%) відповідача вважають, що AR доцільно використати під час вивчення модулю «Дизайн предметів інтер'єру»; 1 (1,9%) учень побажав вивчати модуль «Дизайн сучасного одягу».

Ми вважаємо, що у якості модулю, під час вивчення якого доцільно використати технології доповненої реальності учні обирали той, який їх більше цікавить. На нашу думку, AR має відносно однаковий потенціал у збільшенні ефективності навчально-пізнавальної діяльності незалежно від обраного для вивчення модулю.



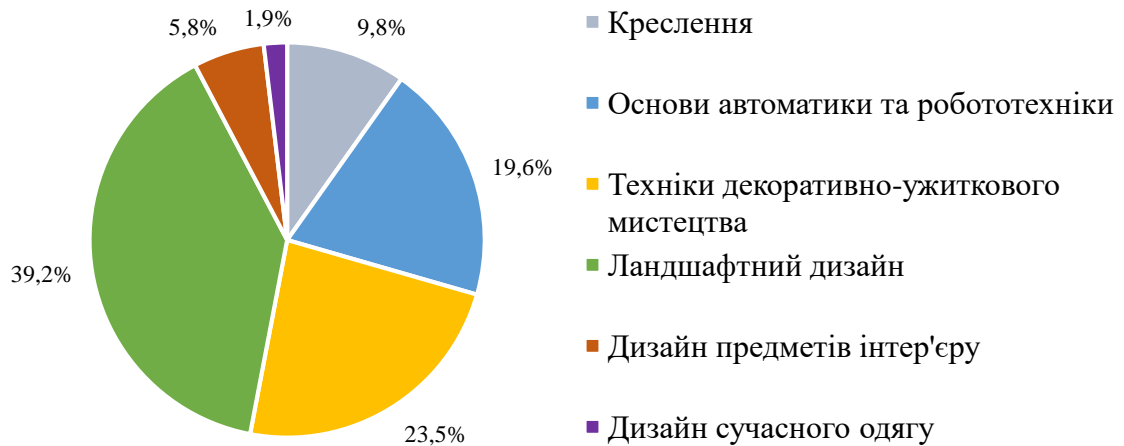


Рис. 2.15. Вибір учнями модулю для вивчення з використанням AR

Метою запитання «Найбільше уваги під час проєктно-технологічної діяльності приділяється на етапі:» є визначення етапу проєктно-технологічної діяльності, на якому доповнена реальність буде мати найбільший вплив на результати навчання.

Завдяки отриманим відповідям (рис. 2.16) ми визначили, що: 5 (9,8%) відповідачів приділяють найбільше уваги організаційно-підготовчому етапу; 18 (35,3%) респондентів вважають, що більшої уваги варто приділяти конструюванню виробу; 21 (41,2%) учень приділяє більше уваги процесу виготовлення виробу; 7 (13,7%) вважають вартим найбільшої уваги заключний етап роботи над проєктом.

Дані, отримані у результаті поставлення цього запитання, говорять, що найбільшого впливу на результат проєктно-технологічної діяльності за використання технологій доповненої реальності зазнає технологічний етап.

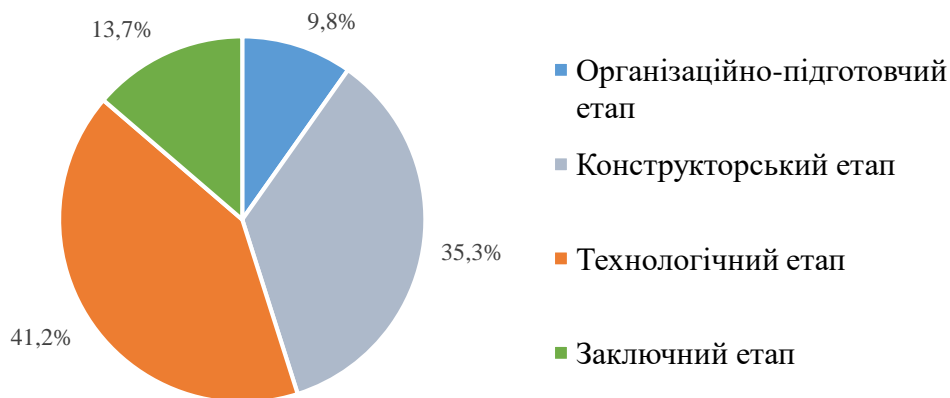


Рис. 2.16. Розподіл уваги учнями між етапами проєктно-технологічної діяльності під час навчання

Запитання «Вкажіть форму організації навчання, за якою працює Ваш заклад освіти:» ставиться в анкеті з простою метою – визначення форми навчання, яка переважає на території, на якій проводить опитування.

Отримані дані (рис. 2.17) вказують на те, що актуальною зараз є дистанційна форма навчання, адже 51 (100%) респондентів зазначили у відповідях дистанційну форму навчання.

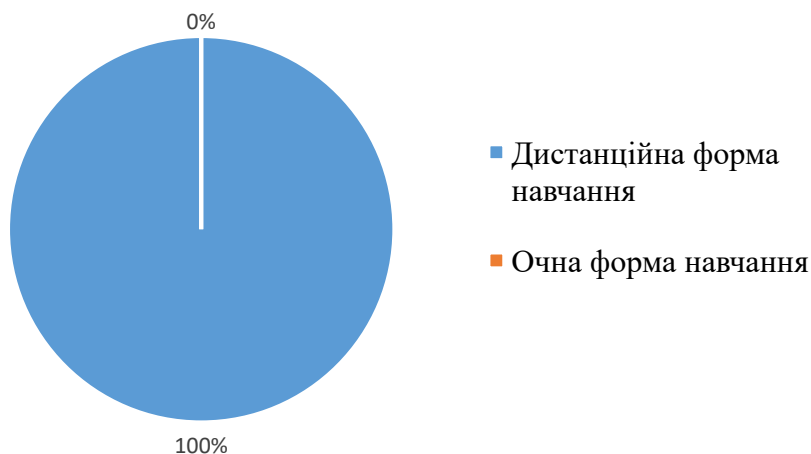


Рис. 2.17. Форми організації навчання серед закладів освіти  
відповідачів

Отже, з метою встановлення та обґрунтування необхідних для розробки методики організації проєктно-технологічної діяльності, нами було складено анкету та проведене опитування. Отримані дані дозволяють визначити:

загальне уявлення про технології доповненої реальності та готовність користуватися ними у своїй діяльності; засоби, методи, якими будуть досягатися очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності; побажання учнів у вивченні конкретних тем; програмне та апаратне забезпечення, за допомогою якого буде розроблятися науково-методичне забезпечення для впровадження AR технологій в освітній процес.

### **2.3. Розробка методики з впровадженням доповненої реальності на уроках технологій**

Головною метою освітнього процесу є всебічний розвиток особистості, який досягається шляхом формування в учнів ключових компетентностей, які необхідні для здійснення творчої та практичної діяльності, що має допомагати здобувачам освіти у майбутній самореалізації. Роль навчальної дисципліни «Технології» полягає у створенні такого навчального середовища, у якому запроваджені проєктні технології та інтерактивні методики навчання забезпечують основу, на яких формуються компетентності. Саме через це основним видом діяльності на уроках технологій є проєктно-технологічна діяльність.

Аби забезпечити ефективний розвиток знань, умінь та навичок через організацію проєктно-технологічної діяльності на уроках технологій, вчителем здійснюється її планування. Цей процес передбачає визначення мети та завдань проєктно-технологічної діяльності на уроках, методи та засоби, якими вони будуть досягатися.

Планування проєктно-технологічної діяльності передбачає складання *матриці можливих об'єктів проєктування*, складання *календарно-тематичного плану (КТП)* занять, написання *планів-конспектів уроків* відповідно до обраних тем.

У змісті навчальної програми з предмету «Технології» для учнів 10-11 класів [28] зазначено її мету, яка полягає у формуванні у здобувачів освіти здатності до самостійного конструювання знань і способів діяльності через призму їх особистісних якостей, життєвих та професійно-зорієнтованих

намірів, самостійного набуття ними досвіду у вирішенні практичних завдань. Відповідно до цього програма має модульну структуру з десяти обов'язково-вибіркових модулів, з яких учні разом зі вчителем для вивчення упродовж року (двох) обирають лише три.

Основою для вивчення будь-якого модуля є проєктно-технологічна система навчання, яка ґрунтується на творчій, навчально-пізнавальній та дослідно-пошуковій діяльності старшокласників від творчого задуму до реалізації ідеї у завершений проєкт.

За результатами проведеного опитування ми склали матрицю об'єктів проєктування (додаток Б), у проведення проєктно-технологічної діяльності над якими можна впровадити технології доповненої реальності. Важливо, що, згідно з результатами опитування, учнями вивчатися з використанням AR буде модуль *«Ландшафтний дизайн»*, однак через вищезазначені особливості роботи над проєктом у межах модулю ми рекомендуємо, аби учні мали навички побудови креслень за допомогою САПР.

На основі створеної матриці було складено календарно-тематичний план до вивчення модулю *«Ландшафтний дизайн»* (таблиця 2.3). Складаючи календарно-тематичний план, варто враховувати, що на вивчення обраних навчальних модулів відводиться 105 годин. Кількість годин, що відводиться на вивчення кожного з трьох обраних модулів, учитель визначає самостійно з урахуванням особливостей проєктної діяльності учнів, матеріальних можливостей школи тощо.

Таблиця 2.3

**Календарно-тематичний план з технологій для учнів 10-11 класів зі створення садових меблів графічним способом**

№ уроку	Тема уроку та її зміст	К-сть годин	Дата проведення
<b>Навчальний модуль «Ландшафтний дизайн»</b>		35	
<p><b>Об'єкт проєктної діяльності:</b> Модель елемента садових меблів (стілець)</p> <p><b>Основна технологія:</b> Технологія побудови тривимірних моделей елементів садового дизайну</p> <p><b>Додаткова технологія:</b> Технологія комп'ютерних геометричних побудов, технологія побудови 3D моделей, технологія художнього оформлення 3D моделей</p>			
1	<p><i>Тема уроку:</i> Поняття про ландшафтний дизайн як складову благоустрою території.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> основні принципи та прийоми дизайну.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> визначення благоустрою території, визначення місця ландшафтного дизайну в ньому, роль дизайнера у проєктуванні ландшафтів.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> початок роботи над аналізом композицій фахівців з ландшафтного дизайну.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>	1	
2	<p><i>Тема уроку:</i> Історія виникнення ландшафтного дизайну.</p>	1	

	<p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> знання відомих композицій ландшафтного дизайну різноманітних країн.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> історичні відомості виникнення та розвитку ландшафтного дизайну, вплив історичних епох на розвиток ландшафтного дизайну.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> додання довідки історичного впливу на ландшафтний дизайн до аналізу.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>		
3	<p><i>Тема уроку:</i> Стили ландшафтного дизайну.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> знання географічного положення країн як чинник впливу на стиль ландшафтного дизайну.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> різновиди стилів ландшафтного дизайну, особливості кожного стилю.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> розподіл композицій у аналізі за стилями.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>	1	
4	<p><i>Тема уроку:</i> Елементи ландшафтного дизайну.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> основні знання матеріалознавства, властивостей деяких конструкційних матеріалів.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> характеристика головних елементів, які використовуються у ландшафтному дизайні.</p>	1	

	<p><i>Зміст практичної роботи:</i> визначення елементів садового дизайну у композиціях аналізу.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>		
5	<p><i>Тема уроку:</i> Меблі та рослини в ландшафтному дизайні.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> знання про властивості конструкційних матеріалів (деревина, метали, пластмаси тощо).</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> естетична роль меблів та рослин, які використовуються у ландшафтному дизайні, їх різновиди. Закони колористики.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> визначення кольорів композиції в аналізі, розташування їх місця в колірному крузі.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>	1	
6	<p><i>Тема уроку:</i> Графічне зображення ландшафтному дизайну.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> види комп'ютерної графіки, правила оформлення ескізів.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> основні поняття про тривимірну (3D) графіку, можливості її застосування у ландшафтному дизайні. Прийоми графічного зображення ландшафтному дизайну. Різновиди програмного забезпечення для створення 3D графіки.</p>	1	

	<p><i>Зміст практичної роботи:</i> побудова схематичного зображення дизайну відкритої земельної ділянки школи.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>		
7	<p><i>Тема уроку:</i> Програмне забезпечення для створення тривимірної графіки Blender.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> правила побудови ізометричного вигляду.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> ознайомлення з програмою Blender, її інтерфейсом, загальні відомості про необхідні режими роботи над проєктом.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> побудова зразків меблів за допомогою геометричних примітивів (блокінг).</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>	1	
8	<p><i>Тема уроку:</i> Побудова комплексних форм за допомогою Blender.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> геометрична фігура як основа форми.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> призначення режиму редагування Blender, розгляд основних формотворчих операцій, правила проведення операцій з 3D моделями.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> побудова на основі блокіngu більш детальних зразків меблів.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>	2	
9	<p><i>Тема уроку:</i> Референси. Роль референсів у побудові 3D моделей.</p>	2	



	<p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> моделі-аналоги у процесі проєктування виробу.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> поняття про референси, підходи до побудови 3D моделей за референсами.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> побудова тривимірної моделі за референсом.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>		
10	<p><i>Тема уроку:</i> Система налаштування матеріалів в Blender.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> візуальні особливості матеріалів для виготовлення виробу.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> ознайомлення з системою нодів в Blender, визначення необхідних для налаштування матеріалів нодів та шейдерів.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> налаштування простого матеріалу для об'єкту.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>	1	
11	<p><i>Тема уроку:</i> UV розгортка моделі. Текстурування у Blender.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> принцип виготовлення об'ємних виробів з паперу</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> поняття про UV розгортку моделі, особливості процесу та накладання текстур.</p>	2	

	<p><i>Зміст практичної роботи:</i> UV розгортка 3D моделі, накладання на неї текстури за допомогою онлайн-сервісу AmbientCG.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>		
12	<p><i>Тема уроку:</i> Рендер у Blender.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> вплив світла на кольори та сприйняття об'єкту.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> ознайомлення з основними параметрами рендеру в Blender, огляд параметрів налаштування освітлення та камери.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> створення зображення 3D моделі та його збереження.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>	1	
13	<p><i>Тема уроку:</i> Вибір та обґрунтування об'єкту проектування.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> повторення раніше вивченого матеріалу з елементів меблів.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> практичне та естетичне призначення меблів у дизайні. Ознайомлення учнів з прикладом роботи за допомогою AR.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> пошук та аналіз моделей аналогів, створення банку ідей.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований</p>	2	
14	<p><i>Тема уроку:</i> Визначення конструкції виробу.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> вимоги до графічних побудов</p>	3	

	<p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> визначення вимог до конструкції об'єкта проєктування.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> побудова ескізів виробу.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комплексного застосування умінь та навичок</p>		
15	<p><i>Тема уроку:</i> Побудова моделі виробу у Blender.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> відомості про референси та особливості роботи за ними.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> Побудова тривимірної моделі виробу відповідно до ескізів у Blender.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комплексного застосування умінь та навичок</p>	7	
16	<p><i>Тема уроку:</i> Налаштування матеріалів та текстур побудованій 3D моделі виробу.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> теорія колористики, особливості текстур визначених матеріалів.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> UV розгортка 3D моделі, створення матеріалів виробу, накладання текстур.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комплексного застосування умінь та навичок</p>	2	
17	<p><i>Тема уроку:</i> Налаштування фінальної сцени з об'єктом, рендер.</p>	2	

	<p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> повторення вивченого матеріалу з рендеру, базові операції векторних графічних редакторів.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> налаштування освітлення сцени, камери, задання параметрів рендеру, створення зображення, підготовка маркеру для застосування доповненої реальності.</p> <p><i>Тип уроку:</i> комплексного застосування вмій та навичок</p>		
18	<p><i>Тема уроку:</i> Оцінка розробленої моделі</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> вимоги до будови меблів за їх призначенням.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> розташування за допомогою маркерів побудованих моделей виробів на ділянці закладу освіти. Використання застосунку доповненої реальності.</p> <p><i>Тип уроку:</i> формування вмій та навичок</p>	1	
19	<p><i>Тема уроку:</i> Розробка реклами виробу.</p> <p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> прийоми роботи в графічних редакторах.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> особливості рекламування 3D моделей.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> створення в графічних редакторах реклами створеної тривимірної моделі.</p> <p><i>Тип уроку:</i> формування вмій та навичок.</p>	1	
20	<p><i>Тема уроку:</i> Захист проєкту.</p>	2	

	<p><i>Зміст матеріалу для актуалізації:</i> складові частини проєкту.</p> <p><i>Зміст нового навчального матеріалу:</i> поняття про портфоліо з 3D ландшафтного дизайну.</p> <p><i>Зміст практичної роботи:</i> презентація проєкту, аналіз проведеної роботи, підбиття підсумків</p> <p><i>Тип уроку:</i> комбінований.</p>		
--	--	--	--

Після складення матриці орієнтовних об'єктів проєктування та календарно-тематичного плану занять, вчителем пишуться плани-конспекти уроків відповідно до зазначених у КТП тем. План-конспект уроку – це документ, що містить систематизовану інформацію про побудову та зміст уроку. Його мета полягає в структуризації процесу навчання, визначенні основних етапів, завдань та методів, які будуть використовуватися під час проведення уроку. План-конспект допомагає вчителю систематизувати інформацію та ефективно керувати процесом навчання.

До кожного з розроблених та наведених нижче плані-конспектів занять додається презентація, отримати доступ, до яких можна за посиланнями (додаток В). На етапах вивчення нового матеріалу курсивом виділено текст, який учням необхідно занотувати.

### **План-конспект уроку на тему: Графічне зображення ландшафтного дизайну**

**Тема:** Графічна реалізація ландшафтного дизайну.

**Мета:**

*Знаннєвий компонент:* засвоїти основні поняття графічного шляху створення ландшафтного дизайну, ознайомитися з тривимірною графікою як засобом створення зображень ландшафтного дизайну, оглянути програмні засоби для цього, вивчити основні прийоми зображення ландшафтного дизайну.

*Діяльнісний компонент:* формування вмінь графічно створювати схеми дизайну ділянок на відкритому повітрі.

*Ціннісний компонент:* усвідомити цінність графічного зображення ландшафтного дизайну у його створенні, користь тривимірної графіки у побудові дизайну, зрозуміти важливість планування свого проєкту, виховання шанобливого ставлення до чужих робіт.

Клас 11.

**Об'єкт праці:** графічний спосіб зображення ландшафтного дизайну.

**Дидактичні засоби:** шкільний підручник з трудового навчання для 11 класу, презентація.

**Обладнання, інструменти та матеріали:** аркуші паперу формату А4, кольорові олівці.

**Трудові дії, прийоми та операції:** побудова схематичного дизайну земельної ділянки, зображення клумб, меблів, ліхтарів та інших декоративних елементів у вигляді згори.

**Тип уроку:** комбінований.

### Структура уроку

1. Організаційна частина (2 хв.).
2. Повідомлення теми уроку (1 хв.).
3. Мотивація навчальної діяльності (2 хв.).
4. Повторення раніше вивченого матеріалу, актуалізація опорних знань (2 хв.).
5. Вивчення нового матеріалу (10 хв.).
6. Закріплення нових знань (5 хв.).
7. Практична частина (19 хв.).
8. Підведення підсумків уроку (2 хв.).
9. Прибирання робочих місць (1 хв.).
10. Повідомлення домашнього завдання (1 хв.).

## Хід уроку

### Організаційна частина (2 хв.)

- Вітання з класом.
- Призначення чергових.
- Перевірка наявності учнів, доповідь чергових.
- Перевірка готовності учнів до заняття.

### Повідомлення теми уроку (1 хв.)

Тема сьогоднішнього уроку: «Графічне зображення ландшафтного дизайну» (презентація 1, слайд 1).

### Мотивація навчальної діяльності (2 хв.)

На занятті ви ознайомитеся з графічним способом зображення ландшафтного дизайну. Дізнаєтеся про прийоми схематичного зображення ландшафтного дизайну. Ми з вами розглянемо тривимірну графіку як засіб роботи у плануванні дизайну ділянки. І на практичному занятті ви власноруч побудуєте ескізне зображення ландшафтного дизайну та, використовуючи додаток з доповненою реальністю, зможете оцінити результати своєї роботи.

### Повторення раніше вивченого матеріалу, актуалізація опорних знань (2 хв.)

#### *Фронтальне опитування*

Аби розпочати вивчення теми уроку та розпочати будувати власні ескізи, варто обговорити, що для цього необхідно. Обговоримо такі запитання:

1. Скажіть, олівці якої твердості доречно використовувати при архітектурному плануванні, ландшафтному дизайні? (В, 2В, 4В, 6В).
2. Якими лініями на ескізах варто позначати контур? (Суцільна товста).
3. У скількох виглядах зображується план місцевості на мапі? (Один).
4. Як цей вигляд можна нам звично назвати? (Вигляд зверху).
5. Який вид комп'ютерної графіки схожий за виглядом на роботу від руки і який використовують для схематичних зображень? (Векторну).
6. Які існують масштаби зменшення? (1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:40; 1:50).

## Вивчення нового матеріалу (10 хв.)

*Розповідь, демонстрація*

План (презентація 1, слайд 2)

1. *Графіка у ландшафтному дизайні.*
2. *Умовні позначення та прийоми графічного зображення ландшафтному дизайну.*
3. *Тривимірна графіка в ландшафтному дизайні.*

1. Жодний проєкт не обходиться без попереднього планування. Планування роботи, матеріалів, витрат тощо. Однак, проєктуючи виріб, ми також плануємо його конструкцію. У ландшафтному дизайні, конструкцією проєкту, можна вважати схематичне планування дизайну ділянки.

*Графічне зображення в ландшафтному дизайні* (презентація 1, слайд 3) – це візуальне представлення ідей та концепцій, пов'язаних із створенням чи перетворенням зовнішнього середовища, такого як сад чи парк. Це може включати різні типи графічних представлень, такі як креслення, плани, схеми, ілюстрації, візуалізації та інші графічні засоби, що передають концепції та естетичні рішення ландшафтного оформлення.

Графічне зображення в ландшафтному дизайні є частиною генерального плану в архітектурі (презентація 1, слайд 4). *Генеральний план (генплан)* – масштабний конструкторський графічний план будівлі, який також включає в себе планування стін, кімнат та, іноді, зовнішнє середовище з зображенням елементів ландшафтного дизайну. Для побудови генплану зазвичай використовується вигляд зверху та масштаби 1:2000, 1:1000, 1:500, 1:200.

Задля зручності, на зображенні позначення деяких елементів ландшафтного дизайну стандартизовані. Це утворює ряд ергономічних характеристик, які важливо пам'ятати:

1. Ширина доріжок приймається кратної 0,75 м: центральна алея – 1,5 м, можливе розширення за рахунок вставки смуги озеленення, другорядні доріжки в парку – 0,75-1 м.



2. Діаметри крон дерев: великого дерева-ординара – 10 метрів, декоративних і плодкових дерев – 5-6 м, карликових – 3 м і колоновидних – 0,5-1 м (презентація 1, слайд 5).

3. Ширина ослонів приймається 0,4-0,6 м, довжина – 1,5-3 м. При графічному зображенні газону, дерев, мощення обов'язково використовується біла смужка шириною 1,5-2 мм, що відокремлює дерева від газону, а газон від мощення.

2. Як і в звичайних кресленниках, на графічних зображеннях ландшафтного дизайну існують умовні позначення, якими користуються під час побудови плану.

На відміну від умовних позначень, які є сталими в генпланах, прийомів зображення окремих елементів ландшафтного дизайну існує багато. Але зображення деяких з цих елементів потребує урахування певних особливостей.

Так, газони на зображенні умовно поділяються на дві групи (презентація 1, слайд 6):

- регулярний газон, який позначається, який зображується геометрично, з послідовним ритмом;

- мавританський газон, який зображується з хаотичним ритмом.

Мощені доріжки на генплані позначаються залежно від матеріалу та способу мощення, виділяють наступні (презентація 1, слайд 7):

- фігурні елементи мощення (цегли, плити, торці);

- крихта.

Графічне зображення дерев залежить лише від масштабу та розмірів. Так, наприклад, якщо крона декоративного дерева становить 6 м, то у масштабі 1:100 вона буде зображуватися діаметром 60 мм. Зображення наповнення крони залежить лише від автора планування (презентація 1, слайд 8). Також на зображенні можуть позначатися: живі огорожі (презентація 1, слайд 9), куртини та посадки (презентація 1, слайд 10), клумби та елементи квіткового оформлення (презентація 1, слайд 11).

3. Популярними для складання композиції ландшафтного дизайну стали спеціальні програмні засоби зображення *тривимірної графіки* (презентація 1, слайд 12).

*Тривимірна графіка (3D графіка, від англійського dimension – вимір)* – розділ комп'ютерної графіки, сукупність прийомів та інструментів (як програмних, так і апаратних), призначених для зображення об'ємних об'єктів. Найбільше застосовується для створення зображень, які в подальшому використовуватимуться на екрані або роздруківках в архітектурній візуалізації, кінематографі, телебаченні, відеоіграх, друкованій продукції, а також у науці та виробництві.

Серед програмного забезпечення зображення 3D графіки можна виділити: спеціалізовані програми, системи автоматичного проектування (САПР), загальні дизайнерські програми (презентація 1, слайд 13).

Функція програм спеціального призначення полягає у плануванні зовнішніх ділянок. У них можуть налічуватися бібліотеки різноманітних рослин, споруд, меблів та інших елементів ландшафтного дизайну. До такого програмного забезпечення відносять: SketchUp, X-Designer, Sierra Land Designer 3D тощо (презентація 1, слайд 14).

Системи автоматичного проектування використовуються для побудови планувань споруд та ділянок з високою точністю. Вони використовуються для побудови конструкторської документації та математично точних моделей окремих елементів ландшафтного дизайну. До САПР відносяться: Pro/ENGINEER, Solid Works, Auto CAD, Fusion360 та інші (презентація 1, слайд 15).

До загальних дизайнерських програм можна віднести ті програмні засоби, які використовуються для представлення проектів у готовому вигляді. За технічними зображеннями дизайнером створюється тривимірна сцена, до якої додаються матеріали, текстури та освітлення. Більшість 3D графіки, яку ми можемо спостерігати у повсякденному житті, розробляється у: Blender, Maya, 3DS Max, Cinema 4D (презентація 1, слайд 16).

### **Закріплення нових знань (5 хв.)**

#### *Самостійна робота (тестування)*

Пропоную перевірити, наскільки учні були уважними. Пройдіть невелике тестування (додаток 1).

### **Практична частина (19 хв.)**

#### *Пояснення*

#### *Вступний інструктаж*

Тема практичної роботи: Зображення ландшафтного дизайну зовнішньої ділянки графічним шляхом.

Мета практичної роботи: формування вмінь побудови ескізів генпланів з елементами ландшафтного дизайну, опанування прийомів їх зображень.

На минулих заняттях ви обирали собі аналоги робіт з ландшафтного дизайну для аналізу. Завданням сьогоднішньої практичної роботи буде доповнити проведений аналіз приблизним ескізом плану однієї з ділянок. Для того, щоб виконати це завдання, необхідно:

1. Підготувати робоче місце. Переконайтеся, що у вас є у наявності такі приладдя: аркуш формату А4, лінійка, олівець, кутик, корегувальна гумка, стругач для олівців.
2. Обрати, яку роботу ви оберете за зразок. Можна вибрати будь-яку з робіт, які вами були обрані на минулих заняттях.
3. Визначити приблизний масштаб ділянки і, відповідно, побудови. Аби це зробити, можна використовувати загальні орієнтири на зображенні. У якості таких орієнтирів можуть виступати люди, інструменти, побутові речі. Якщо таких орієнтирів бракує, то в якості орієнтирів можна використовувати стандартизовані розміри дерев.
4. Зверніть увагу, з яких елементів складається ландшафтний дизайн вашої ділянки. Це необхідно для того, щоб визначитися з тим, яким чином вони будуть позначатися та зображуватися на рисунку.
5. За допомогою олівця відповідними лініями нанесіть необхідні елементи дизайну. Там, де ви бажаєте розмістити дерево, візьміть зображення-

маркер (додаток 2) та обведіть його, виділивши місце для моделі. Оскільки це більш ознайомча робота, то з вас не потребується ретельна деталізація кожного елемента, оптимізуйте свою роботу. Основні лінії, які будуть використовуватися, під час роботи – суцільна товста основна, суцільна тонка, осьова.

6. Після завершення роботи, відкрийте додаток на смартфоні та наведіть камеру на ваш план ландшафтного дизайну, на ньому мають з'явитися тривимірні моделі дерев.

Основні критерії, за якими буде оцінюватися робота:

- акуратність;
- пропорційна відповідність побудов;
- дотримання прийомів зображень елементів дизайну;
- додання власних елементів ландшафтного дизайну до роботи буде

відзначено додатковими балами.

Усі необхідні дії вказані у виданих інструкційних картках (додаток 3).

#### *Самостійна робота, поточний інструктаж*

1-й обхід: перевірка правильності організації робочого місця і початку роботи;

2-й обхід: перевірка правильності виконання трудових прийомів, дій, рухів;

3-й обхід: перевірка правильності проведення самоконтролю, дотримання послідовності побудови зображення;

4-й обхід: перевірка правильності виконання заключних етапів побудови рисунку і т.д.

Постійна перевірка виконання учнями правил безпеки праці і виробничої санітарії.

#### *Заключний інструктаж*

- 1) підведення підсумків практичної роботи;
- 2) повідомлення оцінок за якість виробів кожного учня;
- 3) відзначення кращих робіт та їхня демонстрація;

4) аналіз найхарактерніших помилок і недоліків у роботі учнів.

### **Підведення підсумків уроку (2 хв.)**

#### *Рефлексія*

Завершуючи урок, давайте відповімо на такі запитання:

- Чи цікавий вам процес побудови плану власної зовнішньої ділянки?
- Що, на вашу думку, було найважливішим на уроці?
- Що вам далось найважче під час роботи на уроці?
- Яку роль відіграє графічне планування в ландшафтному дизайні?

### **Прибирання робочих місць (1 хв.)**

### **Повідомлення домашнього завдання (1 хв.)**

В якості домашнього завдання до наступного заняття нанесіть на ваші плани умовні позначення.

### **Додатки до уроку**

#### **Додаток 1**

### **Тести для закріплення нового матеріалу**

1. Вкажіть роль графічного зображення в ландшафтному дизайні:

А) побудова рисунку допомагає віднайти найкращі колірні поєднання елементів дизайну;

Б) зображення дозволяє виявити зайві витрати матеріалу на місцевість і, таким чином, оптимізувати ціну проєкту;

В) графічне зображення дозволяє візуально відображати ідеї та концепції дизайну, планувати процес;

Г) усе вищеперераховане.

2. Графічне зображення ландшафтної дизайну є складовою частиною:

А) генерального плану;

Б) складального плану;

В) вигляду на ескізі елементу ландшафтної дизайну;

Г) комп'ютерної графіки;

Д) підготовки матеріалів.

3. Газон при зображенні плану поділяють на:

- А) домашній;
- Б) штучний;
- В) регулярний;
- Г) мавританський;
- Д) високий;
- Ж) природний.

4. Стандартизований розмір крони декоративного дерева у масштабі 1:1

становить:

- А) 8 метрів;
- Б) 6-8 метрів;
- В) 5-8 метрів;
- Г) 5-6 метрів;
- Д) 9 метрів;
- Ж) Розмір дерев на рисунку не обмежується.

5. Додайте пропущене слово: «Те, що об'єкт у 3D графіці належить трьом площинам та знаходиться у просторі робить його \_\_\_\_\_ об'єктом».

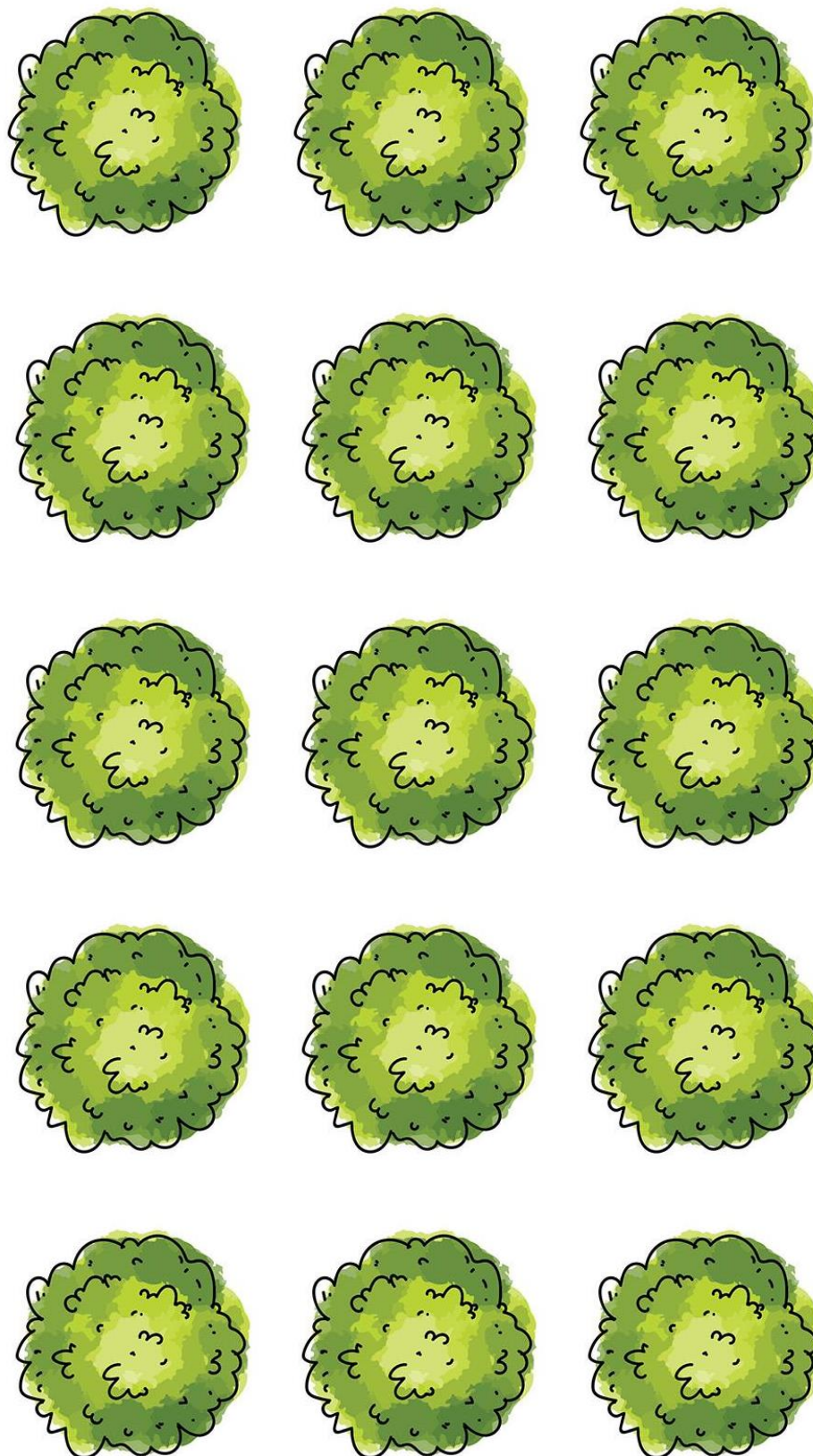
6. Встановіть відповідність, приберіть зайве:

- |                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| 1) САПР;                  | А) Blender;     |
| 2) дизайнерські програми; | Б) SketchUp;    |
| 3) спеціальні програми;   | В) SmartGarden; |
|                           | Г) Fusion360.   |

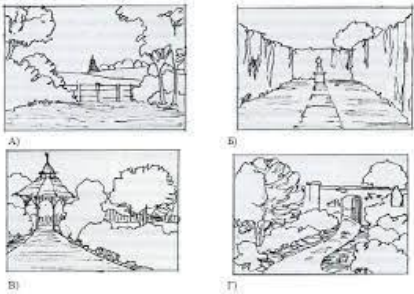

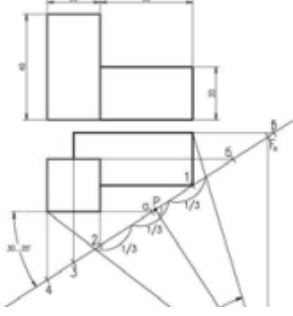
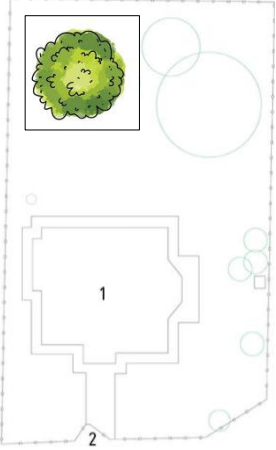
### Правильні відповіді

1.	2.	3.	4.	5.	6.
В)	А)	В); Г)	Г)	Тривимірним	1) – Г; 2) – А); 3) – Б)

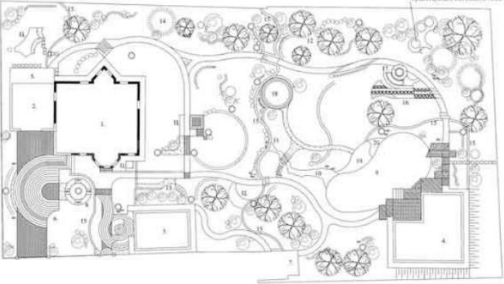
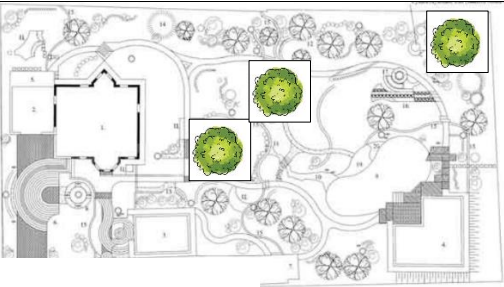
## Зображення-маркер AR



## Інструкційна картка до практичної роботи

Назва дії та № з/п	Зображення дії
1. Вибір зразку роботи	
Визначення розмірів (масштабу)	
3. Зображення площі	
4. Попереднє розмічання, обведення маркеру	



5. Додавання деталей	
6. Розміщення маркерів	

### **План-конспект уроку на тему: Програмне забезпечення для створення тривимірної графіки. Blender**

**Тема:** Програмне забезпечення для створення тривимірної графіки. Blender.

**Мета:**

*Знаннєвий компонент:* засвоїти поняття мешу, в'юпорту, блокінгу, поглибити знання про тривимірну графіку та геометрію, актуалізувати знання з використання програмних засобів для геометричних побудов, дізнатися про сфери застосування дизайнерської 3D графіки.

*Діяльнісний компонент:* формування вмінь працювати та орієнтуватися в інтерфейсах програм для створення 3D графіки, розвиток просторового мислення, опанування навичок роботи з примітивами у Blender, побудова блокінгу.

*Ціннісний компонент:* формування шанобливого ставлення до професії 3D дизайнера, усвідомлення важливості послідовного вивчення складних засобів візуалізації, важливість візуалізації у ландшафтному дизайні.

Клас 11.

**Об'єкт праці:** програма для роботи з тривимірною графікою Blender, вікно 3D вигляду.

**Дидактичні засоби:** шкільний підручник з трудового навчання для 11 класу, презентація.

**Обладнання, інструменти та матеріали:** комп'ютери зі встановленою програмою Blender, зображення зразків меблів для завдань.

**Трудові дії, прийоми та операції:** навігація у програмному тривимірному просторі, додання простих мешів, операції з їх трансформації (переміщення, обертання, масштабування).

**Тип уроку:** комбінований.

### **Структура уроку**

1. Організаційна частина (2 хв.).
2. Повідомлення теми уроку (1 хв.).
3. Мотивація навчальної діяльності (3 хв.).
4. Повторення раніше вивченого матеріалу, актуалізація опорних знань (3 хв.).
5. Вивчення нового матеріалу (10 хв.).
6. Закріплення нових знань (2 хв.).
7. Практична частина (20 хв.).
8. Підведення підсумків уроку (2 хв.).
9. Прибирання робочих місць (1 хв.).
10. Повідомлення домашнього завдання (1 хв.).

### **Хід уроку**

#### **Організаційна частина (2 хв.)**

- Вітання з класом.
- Призначення чергових.
- Перевірка наявності учнів, доповідь чергових.
- Перевірка готовності учнів до заняття.

#### **Повідомлення теми уроку (1 хв.)**

Тема сьогоднішнього уроку: «Програмне забезпечення для створення тривимірної графіки. Blender» (презентація 2, слайд 1).

### **Мотивація навчальної діяльності (3 хв.)**

Для того, щоб ви мали змогу використовувати доповнену реальність у своїй проєктно-технологічній діяльності, необхідно, щоб у вас була модель, якою ви зможете оперувати. Для цього варто здобути відповідні вміння й навички з тривимірних побудов. На минулому занятті ми переконалися, що графічне зображення у ландшафтному дизайні за важливістю нічим не поступається конструкторській документації будь-яких інших проєктів. Ми розпочали тему тривимірної візуалізації ландшафтного дизайну, яка стала досить популярною у цій сфері.

На сьогоднішньому занятті ми розглянемо програмний засіб для роботи з 3D графікою Blender, ознайомимося з необхідними нам для проєктно-технологічної діяльності режимами роботи. Навчимося навігації у програмі, практично випробуємо процес блокування, в ході якого ви побудуєте свою першу просту 3D модель.

### **Повторення раніше вивченого матеріалу, актуалізація опорних знань (3 хв.)**

#### *Фронтальне опитування*

Для початку вивчення тривимірної графіки необхідно пригадати дещо з нарисної геометрії, адже вони тісно пов'язані між собою. Обговоримо такі питання:

1. Графічним зображенням на кресленні є? (Кресленник).
2. З чого він складається? (З трьох виглядів).
3. Який вигляд на кресленні є основним? (Спереду).
4. У скількох площинах працюють побудові кресленника (Двох)?
5. В аксонометрії на кожну площину проєціюється конкретний вигляд, назвіть ці проєкції. (ZY – вигляд спереду, ZX – вигляд збоку, XY – вигляд зверху).

## Вивчення нового матеріалу (10 хв.)

*Розповідь, демонстрація*

План (презентація 2, слайд 2)

1. Використання Blender в графічному та ландшафтному дизайні.
2. Режими роботи у Blender, вікно 3D вигляду навігація у програмі.
3. Режим взаємодії з об'єктами Object Mode.

1. Blender – це вільний та відкритий графічний пакет для створення тривимірної графіки, анімації, відтворення, моделювання, композитингу та інших областей графічного дизайну та візуалізації (презентація 2, слайд 3). Blender є повністю безкоштовним, а його відкритий код дозволяє розробникам адаптувати та розширювати його функціональність.

Функціонал програми дозволяє візуалізувати багато складних форм, у тому числі елементи ландшафтного дизайну. Blender широко використовується для розробки реклами (презентація 2, слайд 4), кіно та анімації (презентація 2, слайд 5), відео-ігрових елементів, візуалізації дизайну інтер'єрів (презентація 2, слайд 6) та ландшафту (презентація 2, слайд 7).

2. Blender підтримує багато інструментів та режимів роботи, на розгляд яких піде багато часу. Розглянемо лише ті, які будуть активно використовуватися безпосередньо у рамках нашої проектно-технологічної діяльності у процесі вивчення ландшафтного дизайну. Так, ми розглянемо наступні функції (презентація 2, слайд 8):

- взаємодія з об'єктами;
- зміна та ускладнення форм об'єктів;
- налаштування матеріалів;
- UV розгортка та текстури;
- рендер.

При першому запуску програма нас зустрічає вікном 3D вигляду зі стандартним кубом у центрі. Праворуч від нього знаходяться вікна списку об'єктів та вікно налаштувань усього, що стосується проекту (рендер, камера, світло, матеріали, модифікатори тощо). Вікно 3D вигляду має шість режимів

роботи, серед яких нас цікавлять лише два: взаємодія з об'єктами (Object Mode), зміни форм об'єктів (Edit Mode) (презентація 2, слайд 9).

Більшість інструментів та режимів роботи, які ми сьогодні будемо розглядати, підтримують доступ за гарячими клавішами. Навігація здійснюється схожим чином. Переміщення здійснюється шляхом натискання клавіш Shift + СКМ, обертання камери через натискання СКМ та руху миші, зум здійснюється через прокручення колеса миші. Задання вигляду спереду здійснюється натисканням клавіші Num1, вигляду збоку – Num3, вигляду зверху – Num7 (презентація 2, слайд 10).

3. Режим роботи Object Mode у Blender використовується для вибору, переміщення, обертання, масштабування та редагування об'єктів у сцені. Цей режим дозволяє користувачам взаємодіяти з окремими об'єктами, які вони створили або додали до сцени.

З цього режиму починається робота над будь-яким проектом, який передбачає побудову 3D моделей, оскільки саме через Object Mode додаються нові об'єкти до сцени, які потім редагуються.

Кожен доданий новий об'єкт у Blender представляє із себе базову геометричну фігуру і зветься *мешем* (*Mesh*). До переліку мешів в Blender входять: площина, куб, коло, сфера (2 різновиди), циліндр, конус, кільце (презентація 2, слайд 11). Додаються об'єкти шляхом натискання клавіш Shift + A.

Налаштування об'єктів в сцені відбувається через їх переміщення (гаряча клавіша G), обертання (гаряча клавіша R) та масштабування (гаряча клавіша S) – операції відображені у лівій частині вікна. Переміщення може відбуватися як без обмежень у просторі, так і у межах певної осі. Обмеження задається шляхом натискання відповідної осі кнопки на клавіатурі, наприклад клавіша X накладає обмеження на рух за іншими двома осями. Аналогічним чином відбуваються і обертання з масштабуванням.

Окремо розглянемо інструмент *прив'язки* (*Snap*) для обмеження трансформацій. Він дозволяє більш точно керувати змінами обраного об'єкту,

налаштовуючи крок, прив'язку до інших об'єктів (поверхні, ребра, вершини). Налаштувати параметри прив'язки можна у окремій вкладці, а задіяти їх можна клавішею Ctrl.

Процес 3D моделювання передбачає створення тривимірної моделі заданого об'єкту. У випадку, коли форма об'єкту складна, або для наочності застосовується *блокінг* – процес складання форми об'єкту за допомогою простих геометричних фігур (презентація 2, слайд 12). Саме цим і доречно зайнятися для освоєння Object Mode.

### **Закріплення нових знань (5 хв.)**

*Самостійна робота (тестування)*

Аби закріпити матеріал, пройдіть невелике тестування (додаток 4).

### **Практична частина (20 хв.)**

*Пояснення*

*Вступний інструктаж*

Тема практичної роботи: блокінг моделі меблів у Blender.

Мета практичної роботи: опанувати інтерфейс режиму взаємодії з об'єктами Object Mode, освоїти навігацію у вікні 3D вигляду, практично застосувати операції з трансформації, вивчити їх гарячі клавіші, навчитися будувати форму об'єкта за допомогою простих геометричних фігур.

Кожен з вас отримав варіант з зображенням елемента садової меблі (додаток 5). Ваше завдання: використовуючи Object Mode та додавання мешів, створити схожий за формою об'єкт. Щоб виконати це завдання, вам необхідно:

1. Відкрити Blender. У відкритому вікні 3D вигляду видалити зі сцени зайві об'єкти Camera та Light, виділивши їх та натиснувши X.

2. Відредагувати початковий куб. Задати йому розмірів та перемістити згідно з вашого варіанту. Гарячі клавіші: переміщення – G, обертання – R, масштабування – S. Якщо допустили помилку, скасувати зміни можна натисканням клавіш Ctrl + Z.

3. Додати меші. Щоб додати до сцени додаткові об'єкти, необхідно натисканням Shift + A викликати контекстне меню зі списку Mesh обрати

необхідну фігуру. Зручним буде дублювання об'єктів, яке здійснюється за допомогою натискання клавіш Shift + D, виділення декількох об'єктів здійснюється за допомогою клавіш Shift + ЛКМ.

4. Відредагувати об'єкти. Для більш точнішого розташування мешів доречно використовувати Snap (гаряча клавіша Ctrl), попередньо задавши необхідні параметри.

Для зручності роботи надаю вам список необхідних операцій з гарячими клавішами (додаток 6). В інструкційній картці на прикладі виконання блокінгу стільця наведено принцип роботи та послідовність виконання трансформацій (додаток 7).

Основні критерії, за якими буде оцінюватися робота:

- акуратність побудованої моделі;
- технологічність виконання моделі;
- пропорційна відповідність побудов;
- додання власних елементів до конструкції буде відзначено додатковими балами.

#### *Самостійна робота, поточний інструктаж*

1-й обхід: перевірка правильності організації робочого місця і початку роботи;

2-й обхід: перевірка правильності виконання прийомів побудови;

3-й обхід: перевірка правильності проведення самоконтролю, дотримання послідовності виконання блокінгу;

4-й обхід: перевірка правильності виконання заключних етапів побудови об'єкта і т.д.

Постійна перевірка виконання учнями правил безпеки праці і виробничої санітарії.

#### *Заключний інструктаж*

- 1) підведення підсумків практичної роботи;
- 2) повідомлення оцінок за якість виробів кожного учня;
- 3) відзначення кращих робіт та їхня демонстрація;

4) аналіз найхарактерніших помилок і недоліків у роботі учнів.

### **Підведення підсумків уроку (2 хв.)**

#### *Рефлексія*

Завершуючи урок, давайте відповімо на такі запитання:

- Чи цікавий вам процес побудови тривимірних моделей?
- Що, на вашу думку, було найважливішим на уроці?
- Що вам далось найважче під час роботи на уроці?
- Чи доводилося вам бачити візуалізований у 3D ландшафтний дизайн чи інтер'єр?

### **Прибирання робочих місць (1 хв.)**

### **Повідомлення домашнього завдання (1 хв.)**

Домашнє завдання – до наступного заняття вивчити гарячі клавіші, які відповідають на опрацьовані сьогодні операції.

### **Додатки до уроку**

#### **Додаток 4**

### **Тести для закріплення нового матеріалу**

1. Головне призначення Blender у ландшафтному дизайні:
  - А) побудова графічного плану зовнішньої ділянки;
  - Б) пошук елементів ландшафтного дизайну для проєкту;
  - В) портал для обговорення та обміну досвідом між дизайнерами;
  - Г) візуалізація окремих елементів ландшафтного дизайну або усєї композиції.
2. До функцій Blender належать:
  - А) зміна форм об'єктів;
  - Б) сканування об'єктів;
  - В) рендер;
  - Г) UV розгортка;
  - Д) побудова ескізів об'єктів.
3. Задання виглядів у 3D вікні в Blender відбувається за допомогою:
  - А) натискання лівої та правої клавіш миші;



Б) натискання клавіш Numpad;

Г) натискання клавіш F1-F3;

Д) обертання колеса миші;

Ж) Інструменту Move.

4. Меш – це:

А) інструмент в Blender;

Б) режим роботи в Blender;

Г) самостійний об'єкт, геометрична фігура;

Д) геометричний параметр об'єкту.

5. До мешів, яких можна додати, належать наступні фігури:

А) конус;

Б) сфера;

В) зірка;

Г) піраміда;

Д) пряма;

Ж) циліндр.

6. Дайте визначення поняття: «Блокінг – це  
\_\_\_\_\_»

### Правильні відповіді

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Г)	А); В); Г)	Б)	Г)	Б); Ж)	Блокінг – це процес складання форми об'єкту за допомогою простих геометричних фігур

## Варіанти зображень меблів




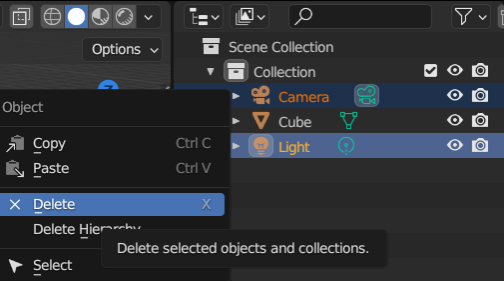
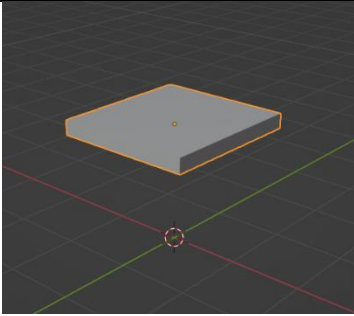
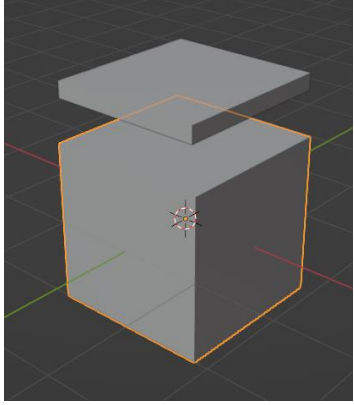
ltorg.com.ua

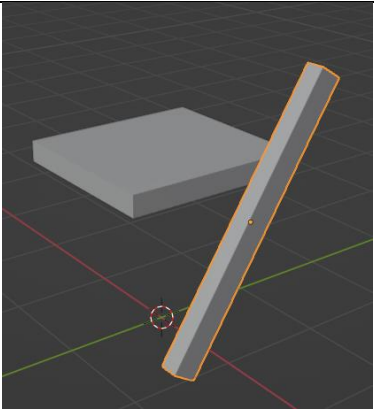
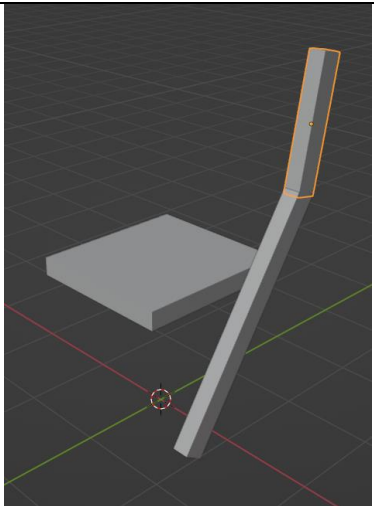
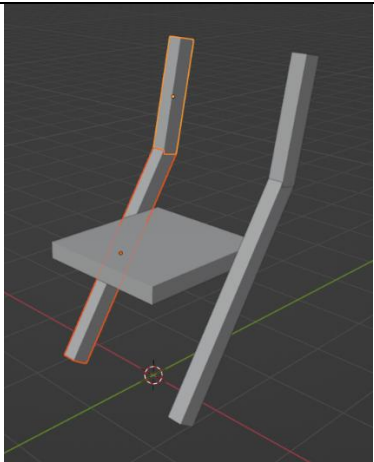
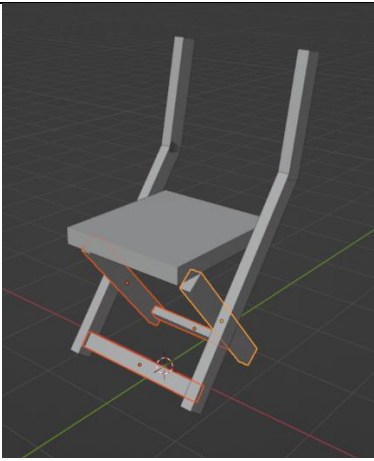


## Список операцій та гарячих клавіш

№ з/п	Назва операції	Гарячі клавіші
<b>Навігація</b>		
1.	Переміщення камери	Shift + СКМ
2.	Обертання камери	СКМ
3.	Зум камери	СКМ↕
4.	Вигляд спереду	Num1
5.	Вигляд збоку	Num3
6.	Вигляд зверху	Num7
<b>Взаємодія з об'єктами</b>		
7.	Додати об'єкт (Add)	Shift + A
8.	Виділення об'єкта (Select)	ЛКМ
9.	Виділення декількох об'єктів (Multiple Selection)	Shift + ЛКМ
10.	Дублювати об'єкт (Duplicate)	Shift + D
11.	Переміщення об'єкта (Move)	G
12.	Обертання об'єкта (Rotate)	R
13.	Масштабування об'єкта (Scale)	S
14.	Прив'язка (Snap)	Ctrl під час проведення однієї з операцій
15.	Скасувати зміни (Redo)	Ctrl + Z
16.	Повторити дію (Repeat)	Shift + R

## Інструкційна картка виконання блокінгу садового стільця

Назва дії та № з/п	Зображення дії
	
1. Видалення зайвих об'єктів	
2. Налаштування стартового куба	
3. Додання нового куба	

4. Редагування куба	
5. Дублювання та розміщення куба	
6. Дублювання та розміщення об'єктів	
7. Додання та редагування об'єктів до кінцевого результату	



## **План-конспект уроку на тему: Побудова комплексних форм за допомогою Blender**

**Тема:** Побудова комплексних форм за допомогою Blender.

**Мета:**

*Знаннєвий компонент:* зрозуміти принцип роботи полігональної графіки, засвоїти поняття топології, складових, з яких вона складається, вплив структури моделі на процес її побудови. Ознайомлення з помилками побудови форми та шляхами їх вирішення.

*Діяльнісний компонент:* практичне ознайомлення з Edit Mode, основними геометричними формотворчими операціями – трансформація, розрізання, вдавлювання, видавлювання.

*Ціннісний компонент:* усвідомлення важливості ведення акуратної роботи під час тривимірних побудов, дотримання правил та послідовності виконання формотворчих дій.

Клас 11.

**Об'єкт праці:** програма для роботи з тривимірною графікою Blender, вікно 3D вигляду, режим редагування об'єктів.

**Дидактичні засоби:** шкільний підручник з трудового навчання для 11 класу, презентація.

**Обладнання, інструменти та матеріали:** комп'ютери зі встановленою програмою Blender, зображення зразків меблів для завдань.

**Трудові дії, прийоми та операції:** навігація у програмному тривимірному просторі, додання простих мешів, операції з їх трансформації (переміщення, обертання, масштабування), виконання формотворчих операцій (розрізання, вдавлювання, видавлювання).

**Тип уроку:** комбінований.

### **Структура уроку**

1. Організаційна частина (1 хв.).
2. Повідомлення теми уроку (1 хв.).
3. Мотивація навчальної діяльності (2 хв.).
4. Повторення раніше вивченого матеріалу, актуалізація опорних знань (5 хв.).
5. Вивчення нового матеріалу (12 хв.).
6. Закріплення нових знань (3 хв.).
7. Практична частина (18 хв.).
8. Підведення підсумків уроку (2 хв.).
9. Прибирання робочих місць (1 хв.).
10. Повідомлення домашнього завдання (1 хв.).

### **Хід уроку**

#### **Організаційна частина (1 хв.)**

- Вітання з класом.
- Призначення чергових.
- Перевірка наявності учнів, доповідь чергових.
- Перевірка готовності учнів до заняття.

#### **Повідомлення теми уроку (1 хв.)**

Тема сьогоднішнього уроку: «Побудова складних форм за допомогою Blender» (презентація 3, слайд 1).

#### **Мотивація навчальної діяльності (2 хв.)**

Ми з'ясували, що тривимірна графіка знаходить застосування у ландшафтному дизайні. На минулому занятті ми ознайомилися з інтерфейсом такої програми як Blender та у процесі побудови блокінгу моделі садових

меблів випробували основні операції взаємодії з об'єктами Object Mode. Але форма справжніх оточуючих нас об'єктів дещо складніша за форму, утворену простими геометричними фігурами.

На сьогоднішньому занятті ми розглянемо режим роботи Blender, який дозволяє задавати більш складні форми геометричним об'єктам. Ви навчитеся будувати більш комплексні моделі, використовуючи основні геометричні формотворчі моделі.

### **Повторення раніше вивченого матеріалу, актуалізація опорних знань (5 хв.)**

#### *Самостійна робота*

На минулому занятті, виконуючи блокінг, ви використовували прості геометричні фігури задля попереднього задання форми об'єкту. З креслення вам відомо, що у основі форми будь-якого предмету лежить якась геометрична фігура. У 3D моделюванні дуже важливо обрати правильний початковий меш. У зв'язку з цим пропоную виконати просте завдання – на основі заданої геометричної фігури на аркуші паперу зобразити будь-який об'єкт.

Список орієнтовних об'єктів за фігурами:

- куб (стіл, стілець, монітор, смартфон);
- циліндр (капелюх, окуляри, ліхтарик, олівець);
- сфера (яблуко, ялинкова новорічна прикраса, писанка, лампа).

### **Вивчення нового матеріалу (12 хв.)**

#### *Розповідь, демонстрація*

План (презентація 3, слайд 2)

1. Види 3D графіки.
2. Топологія моделі, типи моделювання.
3. Режим редагування об'єктів Edit Mode.

1. Комп'ютерна тривимірна графіка поділяється на *два види* (презентація 3, слайд 3):

- *векторну*;
- *полігональну*.



У векторній 3D графіці об'єкти будуються шляхом нанесення на поверхні моделі ескізів та проведення над ними геометричних формотворчих операцій.

У процесі роботи з полігональною 3D графікою моделі створюються через побудову структури, з якої утворюється додаткова геометрія.

Для кожного типу характерні свої переваги та недоліки, які визначають сфери застосування 3D графіки. Робота з ескізами дозволяє дотримуватися більш точних розмірів під час побудови моделі, але накладає обмеження на задання форм (презентація 3, слайд 4). Це робить векторну графікою ефективною у тих побудовах, де необхідні точно задані форми та розміри. Саме тому така графіка використовується у системах автоматичного проєктування (САПР). Моделі, побудовані за допомогою САПР, використовуються у виробничих цілях та будівництві.

Полігональна графіка надає більший контроль над формами моделі під час побудов (презентація 3, слайд 5). Однак, дотримуватися точних розмірів, у порівнянні з векторною графікою, важче. Моделювання об'єктів при роботі з полігональною графікою будується на дотриманні пропорцій, що й слугує причиною того, що за цим видом графіки закріпився статус художньої. У випадках, коли необхідні точні розміри, моделі будуються на основі готових проєкційних виглядів. Полігональні моделі, на відміну від векторних, легко піддаються змінам і тому використовуються з метою виконання маркетингових, розважальних, творчих та художніх завдань.

2. У основі роботи Blender лежить саме полігональний принцип побудови графіки. Структура моделей, які створюються таким шляхом називається *топологією* (презентація 3, слайд 6). Вона має вигляд сітки, де кожні частинки поверхні моделі з'єднані між собою вершинами та ребрами, ці частинки зветься *полігонами*. У геометричному розумінні полігон є площиною, система яких складає поверхню моделі, і, відповідно її форму. Саме маніпуляції з полігонами складають основний процес створення моделі.

Тип полігону визначається кількістю вершин, які йому належать (презентація 3, слайд 7-8):

- полігони, яким належать три вершини зветься *трикутниками (Triangle)*;

- полігони, яким належать чотири вершини зветься *чотирикутниками (Quad)*;

- полігони, яким належать п'ять або більше вершин носять назву *многокутники (n-Gone)*.

Чітко побудована топологія з чотирикутників дозволяє легко контролювати форму моделі та легко змінювати її. Крім того, чотирикутники у такій структурі легко замінити на трикутники, які використовуються у кінематографі та розробці комп'ютерних ігор. Саме тому якісна модель має складатися з чотирикутників, які складають її систематизовану конструкцію (презентація 3, слайд 9). Наявність многокутників допускається у випадках, коли від моделі потребується виконання суто статичних функцій.

За формою моделей, які отримуються в процесі побудови, моделювання поділяють на софт моделювання (Soft Model) (презентація 3, слайд 10-11) та твердотільне моделювання (Hard Surface) (презентація 3, слайд 12).

3. Процес побудови форми в Blender відбувається за допомогою режиму редагування Edit Mode, який викликається натисканням клавіші Tab у вікні 3D вигляду. На відміну від Object Mode, в якому відбувається взаємодія з усім тілом об'єкту, інструменти Edit Mode дозволяють впливати на обрані складові структури об'єкту, серед яких вершини, ребра, полігони (далі – геометрія).

Основні інструменти задання форми знаходяться у лівому боці вікна 3D вигляду. До них належать:

1. Інструменти з трансформації (переміщення, обертання, масштабування), які працюють аналогічно режиму взаємодії з об'єктами, тільки впливають на елементи топології. Викликаються за допомогою аналогічних Object Mode гарячих клавіш.

2. Розрізання (Loop Cut), яке дозволяє розділяти модель додатковими ребрами, надаючи додаткову геометрію і ускладнюючи при цьому структуру об'єкта. Доступ гарячим клавішами надається натисканням Ctrl + R (презентація 3, слайд 13).

3. Вдавлювання (Inset), яке дозволяє вдавлювати ребра полігону до його центру. Викликається гарячою клавішою I (презентація 3, слайд 13).

4. Видавлювання (Extrude), за допомогою якого можна видавлювати вершини, ребра та полігони. Можна виконати, натиснувши клавішу E (презентація 3, слайд 14).

5. Фаска (Bevel), за допомогою якої можна згладжувати кути та збільшувати кількість ребер шляхом їх видавлювання по полігону на рівній поверхні. Щоб скористатися можна натиснути Ctrl + B, попередньо обравши необхідні ребра (презентація 3, слайд 14).

Крім інструментів, на форму ще можна впливати шляхом видалення геометрії, її дублювання, склеювання та об'єднання.

### **Закріплення нових знань (3 хв.)**

#### *Фронтальне опитування*

Аби перевірити вашу уважність та закріпити теоретичні знання, дайте відповіді на такі запитання:

1. Які існують види 3D графіки за побудовою? (Існують два види тривимірної графіки – векторна, полігональна).

2. Де використовується векторна та полігональна графіка? (Векторна графіка використовується у конструкторських побудовах, полігональна у 3D візуалізації).

3. Що таке топологія? (Топологія – структура моделі).

4. Назвіть складові топології. (Складовими топології є вершини, ребра, полігони).

5. Чим визначається вид полігона? (Кількістю вершин, що йому належать).

6. Чи можуть, на вашу думку, полігону належати менше трьох вершин? Обґрунтуйте відповідь. (Полігон не може складатися з кількості вершин, меншої за трьох, оскільки з двох вершин складається інший структурний елемент – ребро).

7. Якісна структура моделі має складатися з яких полігонів? (Складовими якісної структури моделі є чотирикутники).

### **Практична частина (18 хв.)**

#### *Пояснення*

#### *Вступний інструктаж*

Тема практичної роботи: задання форми об'єкту в Blender.

Мета практичної роботи: практично ознайомитися з основними формотворчими інструментами режиму редагування об'єктів Blender.

Учні, завдання сьогоднішньої практичної роботи – побудувати елемент меблів, блокінгом яких, ви займалися на минулому занятті. Аби виконати це завдання, вам потрібно у режимі Edit Mode (гаряча клавіша Tab) відредагувати початковий куб (або іншу фігуру) таким чином, щоб у результаті з нього у вас утворилася модель. Поради аби цього досягнути:

1. Умовно розділіть об'єкт на деталі. Простіше вести роботу, розбивши об'єкт на складові деталі з подальшим їх послідовним моделюванням.

2. Оскільки Edit Mode працює зі структурними елементами, то і виділення працює відповідно. Виділення декількох елементів працює аналогічно Object Mode, виділити зациклені між собою ребра або полігони можна за допомогою натискання клавіш Alt + ЛКМ. Виділити усю з'єднану між собою структуру у рамках однієї моделі можна натисканням клавіші L. Знімається виділення клавішами Alt + A. Зверніть увагу! Водночас можна виділяти тільки один тип структурного елемента, перемикатися між ними можна клавішами: 1 для вершин, 2 для ребр, 3 для полігонів.

3. Важливо! В Edit Mode можна додавати меші до об'єкту аналогічно Object Mode. При цьому додані в режимі редагування меші будуть вважатися одним об'єктом.

4. Задання форми об'єкту починається з додання геометрії. Залежно від ваших завдань, це може здійснюватися за допомогою розрізання через клавіші Ctrl + R, або вдавлювання через натискання клавіш I. Уникайте великої кількості геометрії!

5. Вершини можна переміщувати за ребрами, двічі натиснувши клавішу G. Це дозволяє змінювати їх положення, не порушуючи форми.

6. Усі операції трансформацій працюють аналогічно режиму взаємодії з об'єктами, враховуючи прив'язку.

7. Вдавлювання створює геометрію одразу після натискання гарячої клавіші E, далі одразу вмикається переміщення. Будьте уважні, скасування дії через ПКМ скасовує тільки переміщення! Аби видалити клоновану геометрію варто виділити усю структуру натисканням клавіші A або L та, склеїти усю клоновану геометрію, натиснувши клавішу M та обравши опцію By Distance.

8. Ребра та полігони можна об'єднувати між собою, прокладаючи між ними структурний зв'язок. Аби це зробити, оберіть необхідні ребра або полігони та, натиснувши клавіші Ctrl + E, обрати опцію Bridge Edge Loops.

Для оптимізації роботи надаю вам список необхідних інструментів режиму редагування з гарячими клавішами (додаток 8). Принцип роботи та оптимальна послідовність роботи наведена в інструкційній картці побудови моделі садового стільця (додаток 9), яка надається до практичної роботи.

Основні критерії, за якими буде оцінюватися робота:

- акуратність побудованої моделі;
- технологічність виконання моделі;
- пропорційна відповідність побудов;
- додання власних елементів до конструкції буде відзначено додатковими балами.

#### *Самостійна робота, поточний інструктаж*

1-й обхід: перевірка правильності організації робочого місця і початку роботи;

2-й обхід: перевірка правильності виконання прийомів побудови;

3-й обхід: перевірка правильності проведення самоконтролю, дотримання послідовності виконання побудови моделі;

4-й обхід: перевірка правильності виконання заключних етапів побудови об'єкта і т.д.

Постійна перевірка виконання учнями правил безпеки праці і виробничої санітарії.

#### *Заключний інструктаж*

- 1) підведення підсумків практичної роботи;
- 2) повідомлення оцінок за якість виробів кожного учня;
- 3) відзначення кращих робіт та їхня демонстрація;
- 4) аналіз найхарактерніших помилок і недоліків у роботі учнів.

#### **Підведення підсумків уроку (2 хв.)**

##### *Рефлексія*

Завершуючи урок, давайте відповімо на такі запитання:

- Чи цікавий вам процес задання форми при побудові моделі?
- Що, на вашу думку, було найважливішим на уроці?
- Що для вас було найважчим під час роботи діяльності на уроці?
- Подумайте, як можна реалізувати візуалізацію ландшафтного дизайну, оформленого біля навчального закладу?

#### **Прибирання робочих місць (1 хв.)**

#### **Повідомлення домашнього завдання (1 хв.)**

Домашнє завдання до наступного заняття – скласти список інструментів та їхніх гарячих клавіш, створивши розподіл між навігацією, режимом взаємодії з об'єктами та режимом редагування. Оформити список можна від руки, у текстовому форматі або за допомогою таблиці.


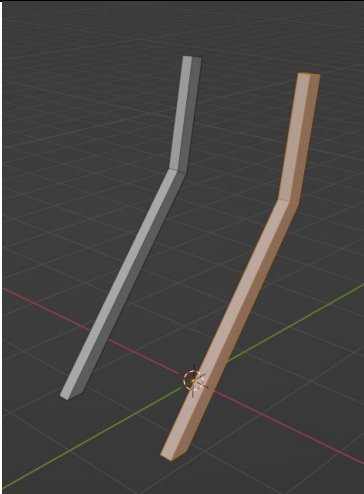
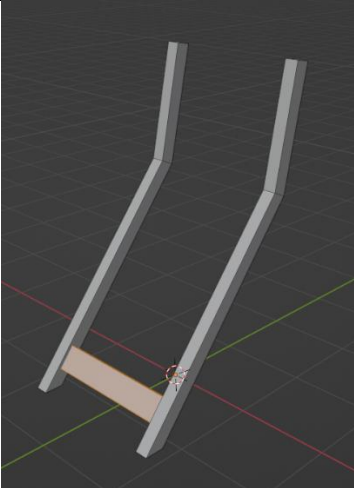
## Додатки до уроку

## Додаток 8

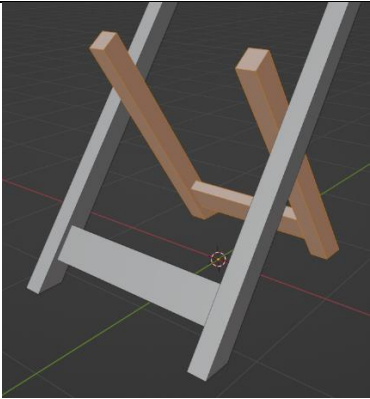
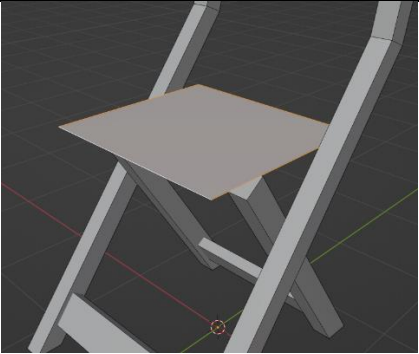
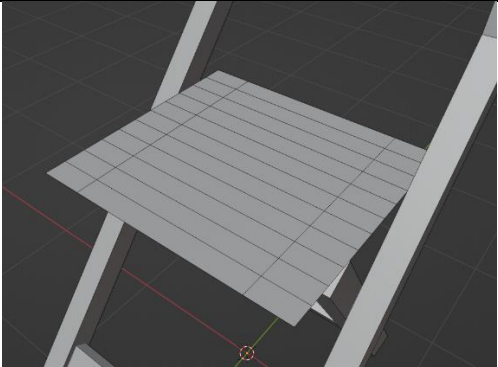
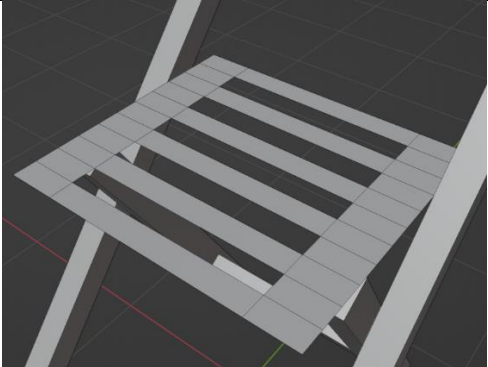
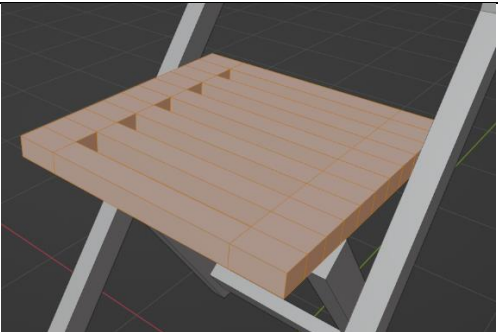
**Список необхідних дій, інструментів та гарячих клавiш для  
редагування об'єктiв**

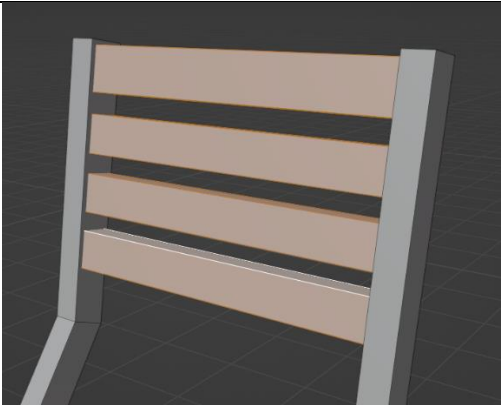
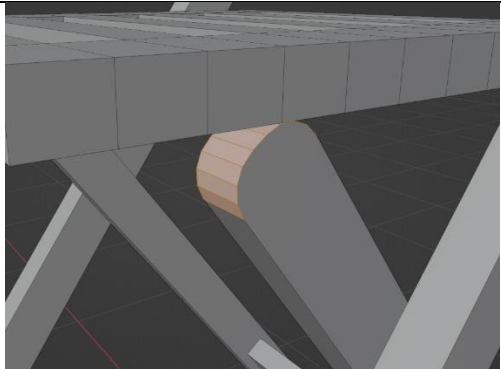

<b>№ з/п</b>	<b>Назва дії, інструменту</b>	<b>Гарячі клавiші</b>
1.	Додати меш (Add)	Shift + A
2.	Видiлення елемента (Select)	ЛКМ
3.	Видiлення декiлькох елементiв (Multiple Selection)	Shift + ЛКМ
4.	Видiлення зв'язаної структури (Select Linked)	L
5.	Дублювати елемент (Duplicate)	Shift + D
6.	Видалити елемент (Delete)	Del або X
7.	Зв'язати/заповнити видiленi елементи	F
8.	Перемiщення елемента (Move)	G
9.	Обертання елемента (Rotate)	R
10.	Масштабування елемента (Scale)	S
11.	Прив'язка (Snap)	Ctrl пiд час проведення однієї з операцій трансформацій
12.	Скасувати змiни (Redo)	Ctrl + Z
13.	Повторити дію (Repeat)	Shift + R
14.	Скасувати дію (Cancel)	ПКМ
15.	Розрiзання (Loop Cut)	Ctrl + R
16.	Вдавлювання (Inset)	I
17.	Видавлювання (Extrude)	E
18.	Фаска (Bevel)	Ctrl + B

## Інструкційна картка побудови моделі садового стільця

Назва дії та № з/п	Зображення дії
	
1. Створення перших двох ніжок	
2. Додання пронижки	



<p>3. Моделювання інших двох ніжок</p>	 A 3D CAD model showing the assembly of two wooden legs onto a grey metal frame. The legs are positioned symmetrically on either side of the frame's base. A small red and green crosshair is visible at the bottom center of the frame.
<p>4. Додання кришки</p>	 A 3D CAD model of the chair frame with a flat, grey rectangular seat board added to the top. The seat is centered between the two legs. A small red and green crosshair is visible at the bottom center of the frame.
<p>5. Задання топології кришки</p>	 A 3D CAD model of the chair frame with a seat made of multiple parallel grey slats. The slats are evenly spaced and run across the width of the seat. A small red and green crosshair is visible at the bottom center of the frame.
<p>6. Створення отворів видаленням поверхонь</p>	 A 3D CAD model of the chair frame with a seat made of parallel grey slats. The slats are perforated with rectangular holes, creating a grid-like pattern. A small red and green crosshair is visible at the bottom center of the frame.
<p>7. Надання об'єму кришці видавлюванням</p>	 A 3D CAD model of the chair frame with a seat made of parallel wooden slats. The slats have a 3D, slightly raised appearance, giving the seat a textured, three-dimensional look. A small red and green crosshair is visible at the bottom center of the frame.

8. Моделювання спинки	
9. Округлення ніжок	
	

Таким чином, нами була розроблена методика для організації проектно-технологічної діяльності учнів 10-11 класів з вивчення модулю «Ландшафтний дизайн» з використанням технологій доповненої реальності. Вона може бути використана для планування вчителем технологій власної організації навчального процесу.

## **2.4. Методика створення мобільного додатку «AR Land Design» з доповненою реальністю та інтеграція в нього творчого проєкту**

Ми виділили 3 основних етапи роботи зі створення додатку та інтеграції в нього творчого проєкту:

1. Розробка мобільного AR додатку.
  - 1.1. Визначення цілей додатку.
  - 1.2. Встановлення вимог для розробки додатку.
  - 1.3. Створення додатку за допомогою SDK.
2. Підготовка 3D моделі виробу.
  - 2.1. Обґрунтування підходу до побудови моделі.
  - 2.2. Адаптація процесу створення моделі до проєктно-технологічної діяльності.
  - 2.3. Побудова тривимірної моделі виробу.
3. Інтеграція проєкту в додаток.
  - 3.1. Додання готової 3D моделі об'єкту проєктування до застосунку.
  - 3.2. Перевірка працездатності розробленого застосунку.

Розробка мобільного застосунку має розпочинатися з визначення цілей, які він має виконувати. Проведене опитування дає нам змогу визначити під час вивчення якого модулю AR застосунок буде використовуватися. Таким модулем буде «Ландшафтний дизайн», отже додаток має допомагати в забезпеченні досягнення очікувальних результатів навчально-пізнавальної діяльності [28]:

1. Знаннєвий компонент: учні мають знати універсальні закони та прийоми дизайну; мати уявлення про сучасні конструкційні матеріали для ландшафтного дизайну; розрізняти декоративні елементи ландшафтного дизайну; називати структурні елементи власного проєкту; розуміти універсальні закони композиції (простір, перспектива, форма, лінія, пропорційність і масштабність, ритм, симетрія і рівновага, домінанта, контраст, нюанс); знати прийоми дизайну (відображення, фокус, віста, кордони); знати про архітектоніка та колористика рослин.

2. Діяльнісний компонент: учні мають застосовувати методи проєктування для створення свого проєкту; читати та виконувати об'ємні та графічні зображення; дотримуватися основних законів колористики у процесі проєктування; добирати вид та технологію виготовлення декоративних елементів ландшафтного дизайну; використовувати комп'ютерні програми для створення проєкту; створювати композиції для оздоблення садової ділянки; визначати необхідну кількість матеріалів, розраховувати їх орієнтовну вартість.

3. Ціннісний компонент: учні мають усвідомлювати важливість безпечної організації процесу виготовлення та використання елементів садового дизайну; усвідомлювати актуальність ландшафтного дизайну в сучасному житті; обґрунтовувати добір рослин та технологій, які забезпечують якісне виконання проєкту.

Виходячи з цього, можна визначити функціонал додатку – учні, після створення творчого проєкту (3D модель виробу) мають змогу за допомогою доповненої реальності розташувати свої об'єкти проєктування на садовій ділянці, займаючись при цьому її дизайном.

Наступним кроком необхідно, відповідно до цілей, визначити вимоги, яких необхідно дотримуватись під час розробки додатку, а саме:

- 1) додаток має бути простим і зрозумілим у використанні;
- 2) додаток має працювати, не гальмуючи пристрій, тобто, бути оптимізованим;
- 3) готовий додаток не має займати багато місця на пристрої;
- 4) розроблений додаток можна буде внести до дидактичного забезпечення;
- 5) розробка додатку має бути зрозуміла вчителю технологій.

Переконавшись, що обране програмне забезпечення (Vuforia SDK, Unity) може забезпечити дотримання під час розробки визначених вимог, можна розпочинати створення додатку. Через те, що технологія доповненої реальності є досить новою і не широко розповсюдженою як засіб навчання в

зкладах освіти, ми надали покрокову інструкцію з розроблення AR застосунку (додаток Г).

Інтеграція творчого проєкту в AR додаток передбачає створення тривимірної моделі об'єкту проєктування учнями, яка потім буде додана до застосунку.

Досліджуючи моделювання за допомогою Blender, ми визначили проблему, яка полягає у тому, що процес побудови 3D об'єктів цим програмним засобом походить більше на *вільно-творчий*, ніж на *проектно-технологічний*, організація якого необхідна на уроках технологій. Аби вирішити цю проблему, необхідно розглянути перший процес побудови моделі й адаптувати його до другого.

Так, побудова моделі програмою Blender, як правило, полягає у пошуку *референсів* – робіт, стилем яких надихається дизайнер у створенні власного проєкту. При цьому, залежно від поставленого завдання, модель може будуватися як напряду з одного референсу, так і поєднанням декількох робіт. Такий підхід до роботи нагадує аналіз об'єктів-аналогів, який проводиться під час роботи над проєктом на організаційно-підготовчому етапі проєктно-технологічної діяльності. Це і дозволяє нам вирішити проблему поєднання вільно-творчого процесу створення моделі з проєктно-технологічним.

Таким чином, підготовка творчого проєкту (3D моделі) відбувається відповідно до чотирьох етапів проєктування: організаційно-підготовчого, конструкторського, технологічного та заключного. На організаційно-підготовчому етапі необхідно обґрунтувати проєкт, підібрати моделі-аналогі, проаналізувати їх. На конструкторському етапі, на основі проведеного аналізу, здійснюється побудова креслярської документації, яка і буде використовуватися в якості референсу, з якого на технологічному етапі буде будуватися 3D модель виробу.

Така організація проєктно-технологічної діяльності дозволяє здійснювати вивчення наступних технологій: технологія побудови

тривимірних моделей елементів садового дизайну, технологія комп'ютерних геометричних побудов, технологія побудови твердотільних моделей.

Задля наступної перевірки працездатності розробленого AR додатку ми побудували тривимірну модель садового стільця (рис. 2.18) та надали покрокову інструкцію з її створення (додаток Д).



Рис. 2.18. Тривимірна модель садового стільця

Заключним етапом створення AR застосунку для мобільних пристроїв є інтеграція в нього творчого проєкту (додаток Ж) учнів, у якості якого, задля перевірки, буде виступати створена нами 3D модель садового стільця. Після встановлення додатку на смартфон необхідно перевірити його працездатність (коректність відображення об'єктів, зчитування маркерів) і, за наявності помилок, виправити їх.

Встановлений на пристрій додаток, при наведенні камери на маркер (Додаток З), розміщує на нього віртуальну модель об'єкта проєктування (рис. 2.19), зразком якого у нашій роботі є садовий стілець.

Зазначимо речі, яким варто приділити увагу під час розробки додатку та його використання:

1. Розмір моделі можна змінювати під час редагування додатку в Unity Editor.

2. Застосунок не обмежується одним маркером та моделлю, прив'язаною до нього. Додавати до застосунку нові творчі проекти учнів можна, редагуючи його в Unity Editor.

3. Встановлені у редакторі розміри моделі залежать від розміру маркеру, що використовується, і змінюються пропорційно до нього.

4. Розроблений додаток призначений для використання у вертикальному стані мобільного телефону, але, залежно від потреб вчителя, застосунок можна легко відредагувати для горизонтального розташування пристрою.

5. У якості операційної системи, для якої розроблявся додаток, обрано Android, оскільки на цій системі працює переважна більшість мобільних пристроїв учнів. Зазначимо, що змінити операційну систему можна, редагуючи додаток в Unity Editor, і цей процес не викликає труднощів.



Рис. 2.19. Використання додатку

Додаток можна завантажити за посиланням: <https://drive.google.com/drive/folders/1f-IJNWtwiIX3PtOH06WE-rXa2bgg-mpp?usp=sharing>, або QR-кодом (рис. 2.20).



Рис. 2.20. QR-код з доступом до додатку

Отже, нами було розроблено AR застосунок «AR Land Design» для мобільних пристроїв та описано методику з його створення, наведено покрокові інструкції.

Було визначено етапи розробки додатку, цілі та функції, які він буде виконувати, вимоги, які необхідно дотримуватися при розробці. Розроблена з метою практичної перевірки 3D модель виробу дозволила перевірити працездатність AR додатку, можливість інтеграції в нього творчих проєктів учнів та використання на уроках технологій.



## ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження показують, що мета і поставлені завдання досягнуті, оскільки на основі проведеної роботи ми можемо сформулювати такі висновки.

1. У процесі дослідження було здійснено аналіз бібліографічних та наукових ресурсів с тематики дослідження. У результаті чого було охарактеризовано технологію доповненої реальності, розглянуто історію її розвитку, дано визначення основним поняттям технології.

Визначено, що доповнена реальність є актуальним засобом для досягнення цілей в різноманітних сферах діяльності людини: *освіта; управління складною у керуванні технікою; додавання інформації до існуючих об'єктів; розробка, технічне обслуговування та ремонт складної техніки; медицина; торгівля; ігри та розваги; військова промисловість.*

З'ясовано, що AR класифікують за наступними критеріями: *типом подання інформації, способом розпізнавання об'єкта, способом взаємодії з користувачем, рівнем безпеки, цільовим призначенням.*

Здійснений аналіз української та іноземної практик впровадження доповненої реальності в навчальний процес дав змогу встановити, що дослідженням цієї проблеми на території України займаються вчені: А. В. Пікільняк, В. А. Ткаченко, Н. В. Рашевська, О. П. Пінчук, О. Ю. Буров, Т. В. Грунтова, Ю. В. Єчкало, С. О. Семеріков, С. Г. Литвинова та ін. Аналіз наведеної концептуальної моделі використання AR в освіті дозволив стверджувати, що доповнена реальність дає можливість покращити результати навчання, але під час його організації важливо дотримуватись низки педагогічних принципів та вимог.

Фахівцями зазначається, що доповнена реальність має тісний зв'язок з інформатикою та навчанням технологій. AR сприяє кращому сприйманню та розумінню навчального матеріалу, розширенню кругозору учнів, розвитку критичного та аналітичного мислення. Однак, незважаючи на результати

проведених досліджень, тема залишається досить актуальною, оскільки носить місцевий, а не масштабний характер.

Дослідженням технологічну освіту, особливостей організації проектно-технологічної діяльності на уроках технологій, підготовку вчителів в Україні досліджують: В. Бербец, В. Курок, Г. Ігнатенко, С. Білевич, О. Литвин, С. Ящук, Т. Хоруженко та ін. Аналізуючи їхні роботи, ми постановили, що впровадження доповненої реальності в освіту є інноваційним процесом, який наразі здійснюється на мікрорівні і потребує від вчителя технологій підготовки та оволодіння на високому рівні такими важливими компетентностями як: *цифровою, мовно-комунікативною, інноваційною, предметно-методичною, психологічною, морально-етичною, здоров'язберезувальною, проєктувальною, організаційною, вмінням навчатися впродовж життя.*

Визначили, що цифрова та інноваційна компетентності у контексті дослідження носять ключовий характер, навели шляхи їх розвитку. З'ясували, що, окрім відповідних проєктів з підвищення цифрової грамотності громадян, які впроваджуються міністерством цифрової трансформації та міністерством освіти і науки України, останнім з метою здійснення вчителями самопідготовки пропонуються освітні онлайн платформи.

2. Було оглянуто та схарактеризовано апаратне та програмне забезпечення. Зазначено, що для створення та застосування доповненої реальності, у межах апаратного забезпечення, використовуються стаціонарні та мобільні пристрої. До перших належать комп'ютери та екрани, для других характерні смартфони та різноманітні окуляри доповненої реальності.

Таким чином, ми постановили, що програмне забезпечення для мобільних пристроїв, переважно, передбачає використання ними AR, тоді як програмне забезпечення для комп'ютерів призначене для створення доповненої реальності, представлене різноманітними середовищами розробки, серед яких: *Vuforia SDK, Unity, Wikitude, ARKit, ARCore, ARKit.* З'ясовано, що для створення програмних засобів доповненої реальності

важливим є залучення тривимірної графіки, яку можна створювати у таких програмах як: *Blender, 3DS Max, Maya, Cinema 4D*.

Усе це дозволило нам проаналізувати наявні програмні та апаратні рішення для роботи з доповненою реальністю за визначеними критеріями та обрати необхідні програмні засоби для здійснення дослідження. Таким чином, оптимальними через свій функціонал, зрозумілість та доступність були визначені Unity Engine, Vuforia SDK та Blender.

3. Була складена анкета та проведене анкетування серед старшокласників, метою якого було визначення методичних даних, на яких була побудована методика організації проектно-технологічної діяльності учнів 10-11 класів з використанням доповненої реальності, та з'ясування потенційного підходу до впровадження AR у навчання.

Отримані у ході аналізу результатів анкетування дані були використані для розробки вищезгаданої методики та її удосконалення. Так, визначені нами методи вивчення модулю «Ландшафтний дизайн», дозволили скласти матрицю орієнтовних об'єктів проектування таким чином, аби учні були готові до здійснення проектно-технологічної діяльності з використанням доповненої реальності.

На основі матриці нами було складено календарно-тематичний план з вивчення модулю «Ландшафтний дизайн» та побудові графічним шляхом таких елементів ландшафтного дизайну, як садові меблі.

Написані плани-конспекти занять передбачають активне використання технології AR, позитивний вплив якого на навчання було раніше обґрунтовано, та вивчення учнями засобів створення тривимірної графіки для побудови моделей садових меблів, що забезпечує активне формування цифрової компетентності та досягання очікуваних результатів навчально-пізнавальної діяльності учнів.

4. Оскільки наразі у сфері освіти не існує розробок доповненої реальності, які можна було б застосувати у процесі проектно-технологічної діяльності учнів для вивчення модулю «Ландшафтний дизайн» шляхом,

запропонованим нашою методикою, нами було створено AR додаток для мобільних пристроїв. Розроблена методика передбачає організацію навколо нього роботи учнів над творчим проєктом.

Створений додаток, при наведенні камери пристрою на занесений вчителем у базу даних зображення-маркер, виводить на нього тривимірну модель виробу, яка у запропонованій нами методиці є творчим проєктом учнів, над яким вони працюють під час вивчення модулю.

Таким чином, створення додатку потребує від вчителя використання згаданого вище програмного забезпечення створення засобів доповненої реальності та побудови 3D графіки, навички роботи з якою у процесі проєктно-технологічної діяльності засвоять і учні. Відтак, окрім позитивного впливу AR технології на навчання, перевагою такого підходу є активне формування цифрової компетентності усіх учасників освітнього процесу.

Варто зазначити, що під час створення цього додатку, важливою вимогою була можливість його створення та оновлення вчителем технологій. Це означає, що розробка додатку не потребує глибокої підготовки за цифровими напрямками і є цілком посильною задачею для вчителя технологій. Задля ознайомлення з процесом створення зазначеного мобільного додатку доповненої реальності та інтеграції в нього творчих проєктів були складені та надані відповідні інструкції з покроковими описами процесів.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів означеної проблеми. Подальші наукові пошуки мають бути зосереджені на дослідженні впливу доповненої реальності на результати проєктно-технологічної діяльності учнів під час вивчення інших проєктів з іншими підходами до організації навчання.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берестовий О. О. Дослідження технології доповненої реальності. Використання AR в освітньому процесі. Харків: нац. ун-т радіоелектроніки, 2020. 88 с.
2. Білевич І. В. Роль мотивації у самостійній діяльності студентів. *Актуальні проблеми технологічної і професійної освіти*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Глухів, 22–23 тр. 2018 р.). Глухів, 2018. 75–77 с.
3. Білевич І. В. Технологія виготовлення виробів із деревини. Трудове навчання у 5–9 класах – обов’язковий блок: основи матеріалознавства, технологія виготовлення виробів. Блоки 1,3 / за заг. ред. Г. В. Ігнатенко. Харків: Основа, 2014. С. 67–102.
4. Білевич С. В., Кириченко А. М. Колективні творчі проекти у трудовій підготовці школярів. *Трудова підготовка в рідній школі*. 2016. № 3. С. 31–33.
5. Боса В.П. Використання імерсивних методів навчання та кейсметоду в професійній підготовці філологів. *Інноваційна педагогіка*. Видавничий центр «Гельветика». 2020. № 29. С. 43–47.
6. Брусник, Ю., і О. Морозова. «AR-ТЕХНОЛОГІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ». *InterConf*, вип. 33, Жовтень 2020. С. 87–94. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/5309>. (Дата звернення: 17.06.2023).
7. Володимир Осіпенко. ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ. *Наука. Освіта. Молодь. Частина 2*. 2021. С. 69–71.
8. Все про 3Д графіку. URL: <http://cpu3d.com/grapplicat%20/cgi-grafika/>. (Дата звернення: 13.09.2023).
9. Грітченко А., Курок В. Формування готовності майбутнього педагога до самопроєктування інформаційної компетентності в освітньому середовищі ЗВО. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. Умань, 2021. № 2(24). С. 104–112.

10. Дєніжна С. О. ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ. *Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України: матеріали V Міжнародної конференції (17 листопада 2022 року) до 20-річчя з дня створення кафедри професійної освіти КНУБА*. Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2023. С. 73–78.

11. Доповнена реальність (Augmented Reality, AR). URL: <https://lookinar.com/uk/rozyasnennya/dopovnena-realnistaugmented-reality-ar/>.

(Дата звернення: 28.05.2023).

12. Дударець В. Благоустрій територій у ландшафтному дизайні та його особливості. *Вісник Львівської національної академії мистецтв*. Львів, 2015. Вип. 26. С. 118–127.

13. Єрмілова Н.М. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Київ: Вінниця, 2018. 465 с.

14. Жихарева, К., Марченко, А., Кравчук, А. Проектування в садово-парковому будівництві: Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 206 – Садово-паркове господарство. Біла Церква, 2021. 46 с.

15. Землякова О. О., Шахматова О. В. AR, VR і змішана реальність в освітньому процесі. *Проблеми соціально-економічного розвитку підприємств: матеріали 12-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 листопада 2019 р. Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т"*. Харків : НТУ "ХПІ", 2019. С. 31–32.

16. Історія віртуальної реальності з 19-го століття по наші дні. URL: <https://www.imena.ua/blog/the-history-of-virtual-reality/>. (Дата звернення: 24.05.2023).

17. Климнюк В. Є. Віртуальна реальність в освітньому процесі. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. Харків, 2018. № 2. С. 207–212.

18. Курок В., Гребеник А. Дуальна освіта як інноваційна форма підготовки фахівців у закладах вищої освіти. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми, 2020. № 1 (95). С. 224–239.

19. Курок В. П. Формування громадянськості фахівців у процесі підготовки в закладі вищої освіти. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми, 2018. С. 234–245.

20. Курок В. П., Благосмислов О.С. У пошуках змісту трудового навчання учнів Нової української школи. *Трудова підготовка в рідній школі*. Київ, 2018. №1. С. 12–14.

21. Курок В. П., Бурчак С. О. Дефініювання феномену творчості в педагогічній теорії й практиці. *Науковий вісник Льотної академії. Серія: Педагогічні науки*. Збірник наукових праць / Гол. ред. О. І. Москаленко. Кропивницький: ЛА НАУ, 2023. Вип. 13. С.65–73.

22. Курок В. П., Теоретичні та методичні засади розвитку інноваційної культури майбутнього керівника закладу загальної середньої освіти у процесі магістерської підготовки *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми, 2020. № 2 (96). С.111–121.

23. Курок В. П., Хоруженко Т. А. Організаційно-методичні засади підготовки учителів ручної праці у Глухівському учительському інституті наприкінці ХІХ – на початку ХХ століття. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка*. Глухів: ГНПУ ім. О. Довженка, 2019. Випуск №1 (39). С. 189–196.

24. Литвин О. М. Технологія виготовлення виробів інтер'єрного призначення. Трудове навчання у 5–9 класах – обов'язковий блок: основи матеріалознавства, технологія виготовлення виробів. Блоки 1,3 / за заг. ред. Г. В. Ігнатенко. Харків: Основа, 2014. С. 148–182.

25. Литвинова С. Г., Буров О. Ю., Семеріков С. О. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. Київ: Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, 2021. С. 46–62.

26. Литвинова, Ю., і Л. Галушкіна. «ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У СУЧАСНОМУ ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ». *InterConf*, вип. 90, 2021, С. 119-126.

27. Мінтій І., Соловйов В. Доповнена реальність: український сучасний бізнес та освіта майбутнього. *Освітній вимір*, 2018. Вип. 51, С. 290–296. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3676>. (Дата звернення: 04.06.2023).

28. Навчальна програма Технології. Рівень стандарту для учнів 10-11 класів. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>. (Дата звернення: 26.10.2023).

29. Наукові дослідження в підготовці майбутніх учителів трудового навчання та технологій: навчальний посібник для студентів спеціальності 014.10 Середня освіта (Трудове навчання та технології) / Укладачі: В. П. Курок, Г. О. Воїтелева / За редакцією В. П. Курок. Глухів:, 2018. 262 с.

30. Олександр Мамон. Приклад використання AR-технології в освітньому процесі. *ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету, ПНПУ імені В. Г. Короленка*. Полтава, 2022. С. 104–107.

31. Пискун О.М. П. Методика трудового навчання. Проектна технологія навчання: Навчально-методичний посібник до виконання практичних робіт для студентів спеціальності «Середня освіта. Трудове навчання та технології». Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка. 2017. 88 с.

32. Платформи для вдосконалення навичок і саморозвитку. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/platformi-dlya-vdoskonalennya-navichok-i-samorozvitku>. (Дата звернення: 04.07.2023).

33. Про затвердження професійного стандарту за професіями «Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти», «вчитель закладу загальної середньої освіти», «вчитель з початкової освіти (з дипломом молодшого спеціаліста)»: наказ Мінекономіки України від 23.12.2020 №2736. URL: [https://register.nqa.gov.ua/profstandarts?profession\\_id=114](https://register.nqa.gov.ua/profstandarts?profession_id=114). (Дата звернення: 04.07.2023).



34. Про затвердження типової програми підвищення кваліфікації педагогічних працівників з розвитку цифрової компетенції: Наказ МОН України від 10.12.2001 №1340. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-programi-pidvishennya-kvalifikaciyi-pedagogichnih-pracivnikiv-z-rozvitku-cifrovoyi-kompetentnosti>. (Дата звернення: 18.05.2023).

35. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 № 2145–VII URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>. (Дата звернення: 18.05.2023).

36. Проектування: методичні рекомендації до виконання практичних робіт і самостійної роботи студентів I курсу освітнього рівня «Бакалавр» спеціальності 022 «Дизайн» / розроб. М. Й. Жук, Є. А. Антонович, А. Д. Жирнов; за наук. редакцією проф. Є. А. Антоновича. Київ: НАКККіМ, 2018. 96 с.

37. Рашевська Н. В. Перспективи застосування засобів доповненої реальності у процесі навчання майбутніх інженерів. *Науковий вісник Ужгородського університету. серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. Ужгород, 2018. № 2 (43). С. 226–228.

38. Сільник О. Сади на штучних основах у плануванні сучасних міст. Вісник Львівського національного аграрного університету. *Архітектура і сільськогосподарське будівництво*. Львів, 2017. Вип. 18. С. 116–119.

39. Соколюк О. М. Вплив AR/VR на технології навчання та освітянські практики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. вип. Київ, 2021. Вип. 60, С. 108–116.

40. Тарангул Л., Романюк С. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ. *Проблеми освіти*. 2022. С. 187–204.

41. Фаберський П. Малі архітектурні форми в просторовому середовищі. *Магістерський науковий вісник*. Тернопіль, 2018. Вип. 30. С. 103–05.

42. Хоруженко Т. А. Шляхи активізації процесу фахової підготовки майбутніх учителів технологій під час проведення навчальних занять. *Збірник наукових праць «Педагогічні науки»*. Херсон, 2018. LXXXI. Том 1. С. 142–146.

43. Хоруженко Т.А. Теоретико-методичні основи організації занять з методики навчання технологій в умовах дистанційного навчання. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка*. Глухів, 2022. Вип. 3 (50) Ч.1. С. 259–266.

44. Хоруженко Т.А., Бурик М.С. Складники самоосвітньої компетентності майбутніх учителів трудового навчання та технологій. *Viae Educationios: Studies of Education and Didactics*». Quarterly 2022. Vol. 1. No. 2. С. 136–145.

45. Baysan, E, Uluycol, Ç. Arttırılmış Gerçeklik Kitabının (AG-KİTAP) Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi ve Eğitim Ortamlarında Kullanımı Hakkında Öğrenci Görüşleri. *Journal of Education and Humanities: Theory and Practice*, 7(14). 2016. 55–78.

46. Blender 3.5 Reference Manual. URL: [https://docs.blender.org/manual/en/3.5/?utm\\_medium=www-footer](https://docs.blender.org/manual/en/3.5/?utm_medium=www-footer). (Дата звернення: 12.09.2023).

47. Noraffandy Yahaya, Noor Dayana Abd halim, Nor Farhah Saidin. A Review of Research on Augmented Reality in Education: Advantages and Applications. *International Education Studies*, Vol 8. № 13. 2015. 1–5.

48. Unity Editor Manual 2023.2. URL: <https://docs.unity3d.com/2023.2/Documentation/Manual/index.html>. (Дата звернення: 08.09.2023).

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Анкета з визначення інтересу учнів до використання доповненої реальності в освіті

#### *Шановний здобувачу освіти!*

Ми проводимо дослідження впровадження технологій доповненої реальності (AR) в проєктно-технологічну діяльність учнів. За результатами цього опитування буде розроблено навчально-методичне забезпечення для проведення уроків технологій для учнів 10-11 класів. Просимо Вас уважно прочитати запитання й обрати ті відповіді, які вважаєте правильними.

1. Чи маєте Ви доступ до смартфона чи комп'ютера, потужність яких можна вважати актуальною?

А) маю доступ до смартфона та комп'ютера.

Б) маю доступ лише смартфона.

В) маю доступ лише до комп'ютера.

Г) не маю доступу до смартфона чи комп'ютера.

2. Який досвід використання AR Ви отримували?

А) досвід використання у розважальних цілях.

Б) досвід використання у навчальних цілях.

В) досвід використання у практичних цілях.

Г) пасивний досвід, який базується на спостереженні.

Д) досвід відсутній.

Ж) інша відповідь: \_\_\_\_\_.

3. Розглядаючи використання AR технологій в освіті, найбільш цікавим є варіант:

А) підручників з тривимірними моделями.

Б) використання AR в якості наочного теоретичного матеріалу.

В) використання AR у практичній діяльності.

Г) залучення ігрової діяльності до навчального процесу.

4. Чи викликають труднощі конструкторський та технологічний етапи під час дистанційного навчання?

А) займатися виготовленням виробів вдома доволі зручно.

Б) процес виготовлення більшості виробів вдома викликає труднощі.

В) виготовлення виробів поза навчальним закладом супроводжується труднощами через брак теорії.

Г) займатися виготовленням виробів вдома, переважно, нема змоги.

5. До здобуття якісних результатів навчання стимулюють:

А) цікавий навчальний матеріал.

Б) колективна робота.

В) сучасні засоби навчання.

Г) взаємодія з вчителем.

6. Дистанційне навчання впливає на кількість зусиль, які докладаються на технологічному етапі проектно-технологічної діяльності?

А) кількість зусиль, необхідних для виготовлення виробу, на дистанційному навчанні докладається менше.

Б) кількість зусиль, необхідних для виготовлення виробу, на дистанційному навчанні докладається більше.

В) кількість зусиль, що докладається до виготовлення виробу, залишається незмінною незалежно від форми навчання.

7. Стимулом до здійснення проектно-технологічної діяльності виступає:

А) вивчення нових технологій у процесі створення проекту;

Б) творчість під час проектування та виготовлення виробу;

В) процес написання проекту;

Г) можливість відшукати цікаву сферу діяльності.

Д) своя відповідь: \_\_\_\_\_.

8. Використання AR технологій вбачається більш доцільним під час вивчення:

А) креслення.

Б) основ автоматичної і робототехніки.

В) технік декоративно-ужиткового мистецтва.

Г) ландшафтного дизайну.

Д) іншого.

9. Найбільше уваги під час проєктно-технологічної діяльності приділяється:

А) організаційно-підготовчому етапу.

Б) конструкторському етапу.

В) технологічному етапу.

Г) заключному етапу.

10. Вкажіть форму організації навчання, за якою працює Ваш заклад освіти:

А) очна форма навчання.

Б) дистанційна форма навчання.

*Дякуємо за надані відповіді!*

**Додаток Б**  
**Таблиця Б.1.1**

**Матриця можливих об'єктів проєктно-технологічної діяльності учнів 10-11 класів**

Кількість проєктів	Об'єкти проєктно-технологічної діяльності	Основна технологія	Додаткова технологія	Кількість годин	Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів
<b>Навчальний модуль «Комп'ютерне проєктування»</b>					
Проект 1	Кресленник книжкової шафи	Технологія комп'ютерних геометричних побудов	Технологія побудови креслень традиційним шляхом, технологія проєктування книжкової шафи	35	<p><b>Знаннєвий компонент</b> Знає галузь застосування та можливості системи автоматичного проєктування (САПР) (AutoCad, Fusion360, SolidWorks, OptiTex та ін.). Знає алгоритм виконання кресленника (налаштування, використання допоміжних елементів, створення та редагування геометричних примітивів, нанесення розмірів). Знає алгоритм побудови 3D моделі у САПР (вибір та налаштування системи координат, робота з виглядами, створення та редагування твердотілих об'єктів, основні операції з 3D об'єктами, візуалізація тривимірних моделей). Називає основні поняття, що застосовуються в процесі комп'ютерного Про'ктування (САПР, геометричний примітив, твердотіле моделювання, 3D модель або 3D об'єкт, візуалізація).</p> <p><b>Діяльнісний компонент</b> Добирає об'єкт проєктування. Визначає недоліки та переваги об'єкта проєктування. Виконує художнє та технічне</p>

					<p>конструювання виробу. Добирає систему автоматичного проектування. Аналізує будову деталей. Виконує кресленики деталей. Виконує спрощені 3D моделі деталей та (або) виробу за креслениками. Дотримується правил гігієни під час роботи з комп'ютерами.</p> <p><b>Ціннісний компонент</b> Обґрунтовує доцільність використання САПР у проектуванні. Обґрунтовує вибір конкретної САПР для виконання проєкту. Усвідомлює переваги застосування автоматизованих систем проектування над традиційним способом проектування. Робить висновки про роль систем автоматизованого проектування у процесі практичної або творчої діяльності.</p>
<b>Навчальний модуль «Ландшафтний дизайн»</b>					
Проект 2	Елементи садових меблів	Технологія побудови тривимірних моделей елементів садового дизайну	Технологія комп'ютерних геометричних побудов, технологія побудови 3D моделей, технологія художнього оформлення 3D моделей	35	<p><b>Знаннєвий компонент</b> Знає універсальні закони та прийоми дизайну. Має уявлення про сучасні конструкційні матеріали для ландшафтного дизайну. Характеризує рослини, що використовуються у ландшафтному дизайні. Розрізняє декоративні елементи ландшафтного дизайну. Називає структурні елементи власного проєкту (формування стилів, матеріалознавство, дендрологія, універсальні закони: композиція, простір, перспектива, форма, лінія, пропорційність і масштабність, ритм, симетрія і рівновага, домінанта, контраст, нюанс; та прийоми дизайну: відображення, фокус, віста, кордони; архітектоніка та колористика рослин, використання комп'ютерних програм для створення проєкту). Розуміє біологічні вимоги і особливості вирощування та догляду за рослинами.</p>

					<p><b>Діяльнісний компонент</b> Застосовує методи проектування (біоніки, комбінаторики тощо) для створення власного проекту. Читає та виконує об'ємні графічні зображення (за потреби). Дотримується основних законів колористики у процесі проектуванні. Добирає вид та технологію виготовлення декоративних елементів ландшафтного дизайну. Добирає квіти та рослини. Визначає необхідну кількість матеріалів, розраховує орієнтовну їх вартість. Створює композиції для оздоблення садової ділянки. Дотримується правил гігієни та безпеки праці.</p> <p><b>Ціннісний компонент</b> Обґрунтовує добір рослин та технологій, які забезпечують якісне виконання проекту. Усвідомлює вплив рослин на здоров'я людини. Усвідомлює важливість безпечної організації процесу виготовлення та використання елементів садового дизайну. Усвідомлює актуальність ландшафтного дизайну в сучасному житті.</p>
<b>Навчальний модуль «Техніки декоративно-ужиткового мистецтва»</b>					
Проект 3	Декоративна таріль	Технологія ручної обробки деревини	Технологія оздоблення виробів з деревини різьбленням	35	<p><b>Знаннєвий компонент</b> Знає технології і техніки створення виробів декоративно-ужиткового мистецтва. Знає історію технік та технологій декоративно-ужиткового мистецтва. Розуміє значення символів притаманних видам декоративно-ужиткового мистецтва. Знає традиції використання кольорової гами під час виготовлення виробів декоративно-ужиткового мистецтва. Знайомий з творчістю народних майстрів України та майстрів інших народів що проживають в Україні. Називає структурні елементи власного</p>



				<p>проєкту.</p> <p>Розуміє чинники, які впливають на якість виконаної роботи за технологією.</p> <p>Знає перелік інструментів та пристосувань необхідних для виготовлення виробів відповідною технологією. Розуміє іноземну термінологію в декоративно-ужитковому мистецтві.</p> <p><b>Діяльнісний компонент</b></p> <p>Застосовує методи проєктування для створення виробів декоративно-ужиткового мистецтва. Добирає матеріали, інструменти та пристосування необхідні для виготовлення виробу. Визначає необхідну кількість матеріалів. Виготовляє виріб з дотриманням народних традицій (форма, кольорове рішення, символи). Дотримується послідовності виготовлення виробу. Дотримується правил безпечної праці при виконанні технологічних операцій. Розраховує вартість виробу.</p> <p><b>Ціннісний компонент</b></p> <p>Шанує традиції свого народу. Шанобливо ставиться до творчості народних майстрів. Усвідомлює необхідність збереження народних традицій, як автентичність народу та зв'язок поколінь. Обґрунтовує обрані технології, які забезпечують якісне виконання проєкту.</p>
--	--	--	--	---

### Посилання на презентації до уроків

Отримати доступ до презентацій, розроблених з планами-конспектами занять можна за посиланнями: [https://drive.google.com/drive/folders/1TfXd\\_QArFZ50G-NA0HpnvxpDexxB08ZD?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1TfXd_QArFZ50G-NA0HpnvxpDexxB08ZD?usp=sharing), або QR-кодом (рис. В.1).



Рис. В.1. QR-код з доступом до презентацій

## Інструкція зі створення проєкту в Unity

Перш за все, для розробки необхідно підготувати усе програмне забезпечення та матеріали. Розпочати варто з відвідування головної сторінки сайту Unity (рис. Г.1).

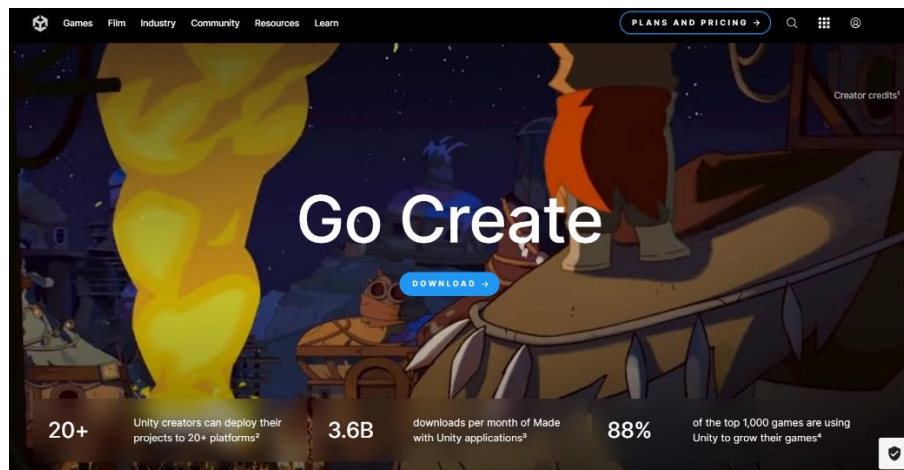


Рис. Г.1. Головна сторінка Unity

Далі необхідно створити обліковий запис UnityID (рис. Г.2). Щоб це зробити, треба натиснути на круглу кнопку, яка знаходиться у верхньому правому боці головного екрану.

Рис. Г.2. Створення облікового запису UnityID

Наступним кроком буде встановлення та завантаження Unity Hub – менеджера проєктів, які створюються за допомогою рушія. Натиснувши «Download» на головному екрані, необхідно завантажити та встановити застосунок на комп'ютер. Після встановлення необхідно відкрити Unity Hub

та авторизуватися в ньому, використавши створений UnityID. Авторизуватися можна, натиснувши кнопку «Sign In» на головному екрані (рис. Г.3).

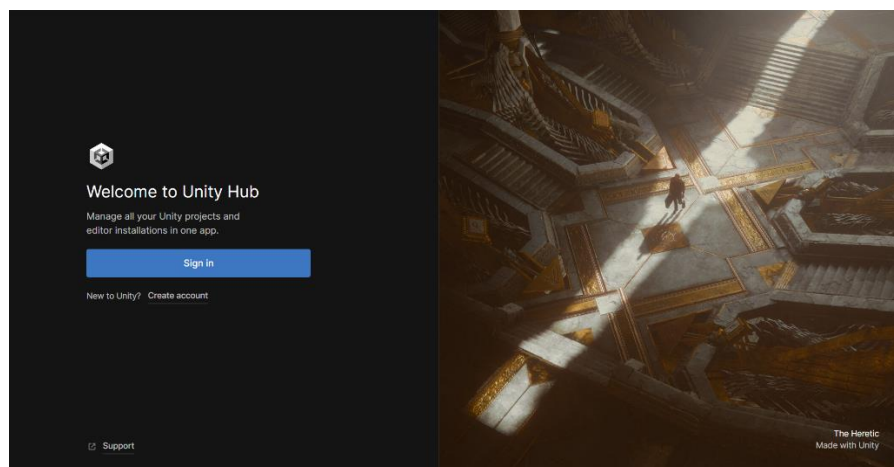


Рис. Г.3. Головний екран Unity Hub

Після авторизації відкривається вікно «Projects» менеджера, за допомогою якого можна взаємодіяти зі створеними проектами. Зараз варто обрати вкладку «Installs» (рис. Г.4), де можна налаштовувати середовище розробки Unity Editor, та натиснути кнопку «Install Editor».

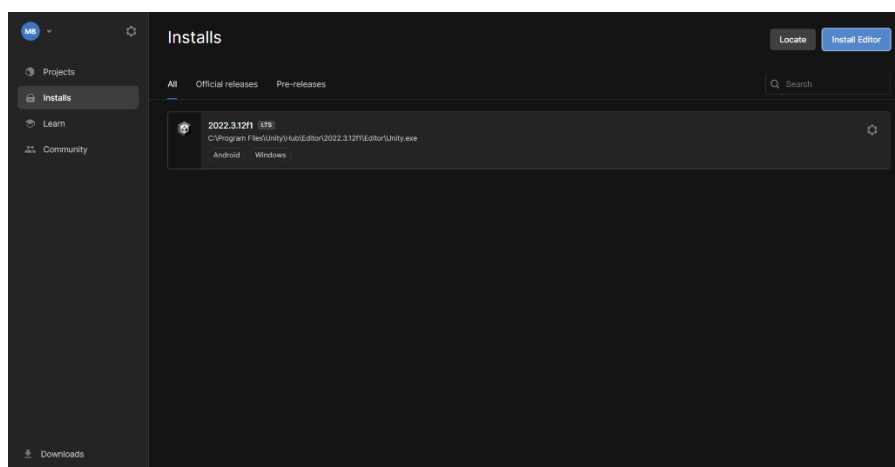


Рис. Г.4. Вікно Installs

У відкритому Install Editor-ом вікні варто обрати рекомендовану версію рушія та натиснути «Install». У параметрах встановлення (рис. Г.5) до модулів треба додати «Microsoft Visual Studio» та «Android Build Support». Натиснувши «Continue» та погодившись з угодою користувача, необхідно встановити Unity Editor після натискання «Install».

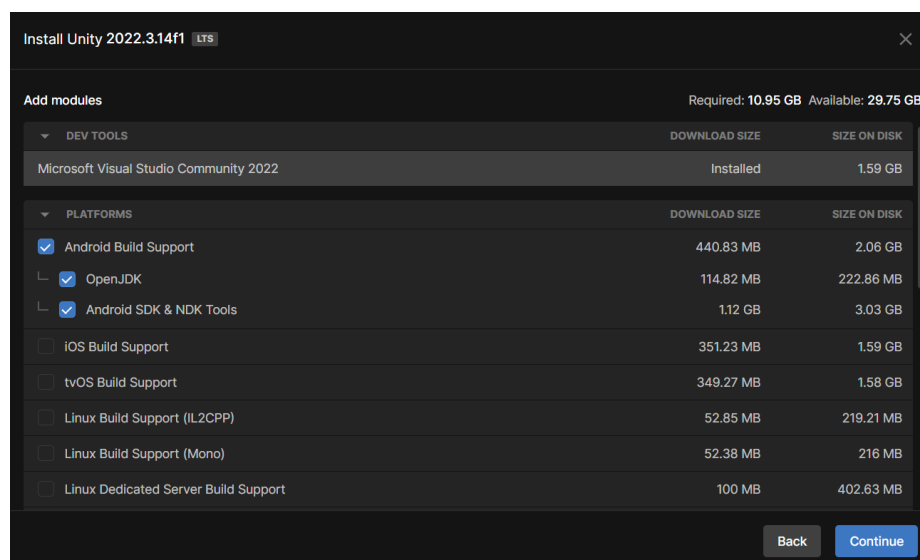


Рис. Г.5. Вікно налаштувань встановлення Unity Editor

Підготовка Unity закінчена, тепер необхідно підготувати Vuforia Engine, інструментами якого ми будемо користуватися під час розробки додатку. Варто відвідати головний сайт Vuforia (рис. Г.6).

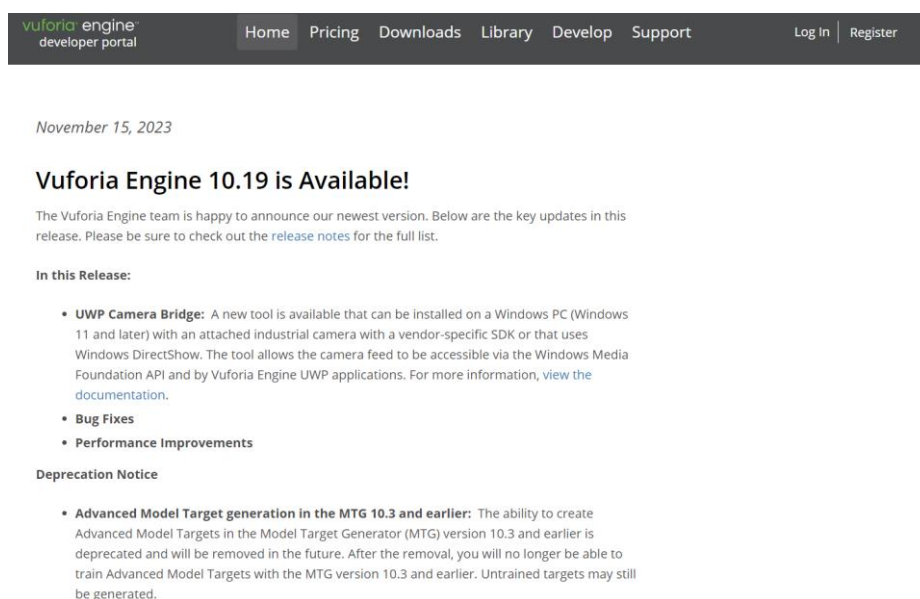


Рис. Г.6. Головна сторінка сайту Vuforia

Аналогічно до Unity, треба створити обліковий запис (рис. Г.7) на порталі розробників Vuforia, натиснувши «Register». Обліковий запис необхідний для можливості налаштувати зображення-маркери для доповненої реальності та отримувати ліцензії для розробки застосунків.

Рис. Г.7 Екран реєстрації Vuforia

Після реєстрації варто завантажити Vuforia SDK, перейшовши на сторінку завантажень «Downloads» (рис. Г.8) та обравши опцію «*Add Vuforia Engine to a Unity Project or upgrade to the latest version*».

Рис. Г.8. Сторінка завантажень Vuforia

На цьому підготовку програмного забезпечення можна вважати закінченим і можна розпочинати безпосередньо розробку додатку доповненої реальності.

Аби створити проєкт Unity, варто відкрити Unity Hub та у меню керування проєктами Projects натиснути «New Project». Після здійснення цих дій відкриється вікно налаштування нового проєкту (рис. Г.9). У ньому

необхідно обрати 3D ядро (3D Core) та дати назву проєкту в полі «Project name», яке знаходиться праворуч. Поруч можна налаштувати розташування файлів проєкту та вказати організацію автора, або його ім'я чи псевдонім.

**Важливо!** Назва проєкту та шлях розташування його файлів має складатися з літер англійського алфавіту. Наприклад, для стандартної назви проєкту «My Project», шлях розташування файлів має виглядати наступним чином: *D:/Unity Projects/My Project*.

Натискання «Create Project» ініціює створення проєкту. Зауважте, що цей процес займає деякий час.

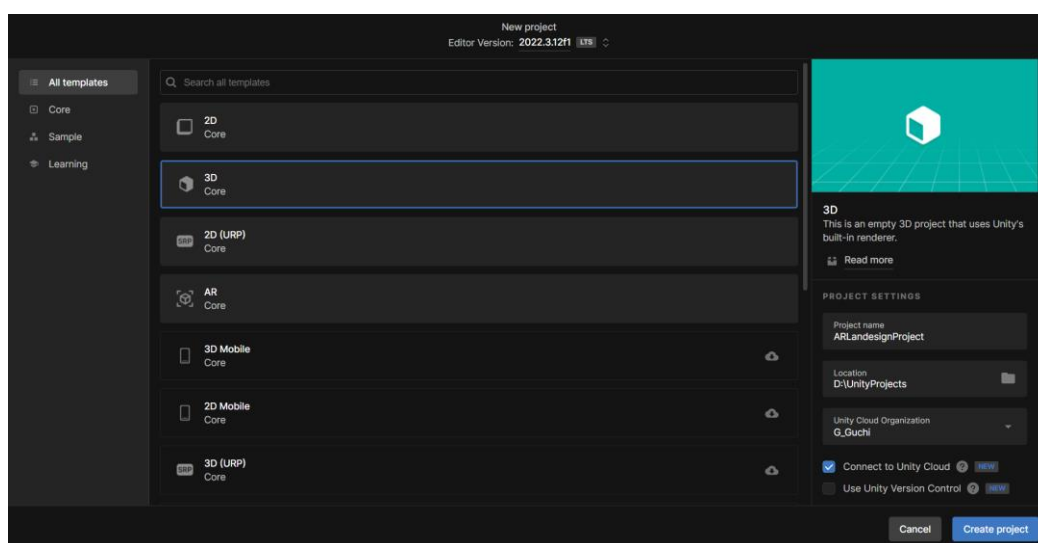


Рис. Г.9. Вікно налаштувань нового проєкту Unity

Після створення проєкт відкривається автоматично у встановленому раніше Unity Editor. На цьому етапі можна побачити вікно 3D вигляду редактору (рис. Г.10), у якому знаходиться сцена проєкту; вікно «Hierarchy» для додання об'єктів та взаємодії зі зв'язками між ними; вікно «Project», у якому можна отримати доступ до матеріалів проєкту; вікно «Inspector» для налаштування параметрів об'єктів. Навігація у вікні 3D вигляду здійснюється за допомогою натискання середньої клавіші миші (СКМ) для переміщення камери та правої клавіші миші (ПКМ) для обертання.

Розмір вікон можна змінювати, наводячи курсор на їх межі та розтягуючи їх, як у стандартних вікнах операційної системи Windows.

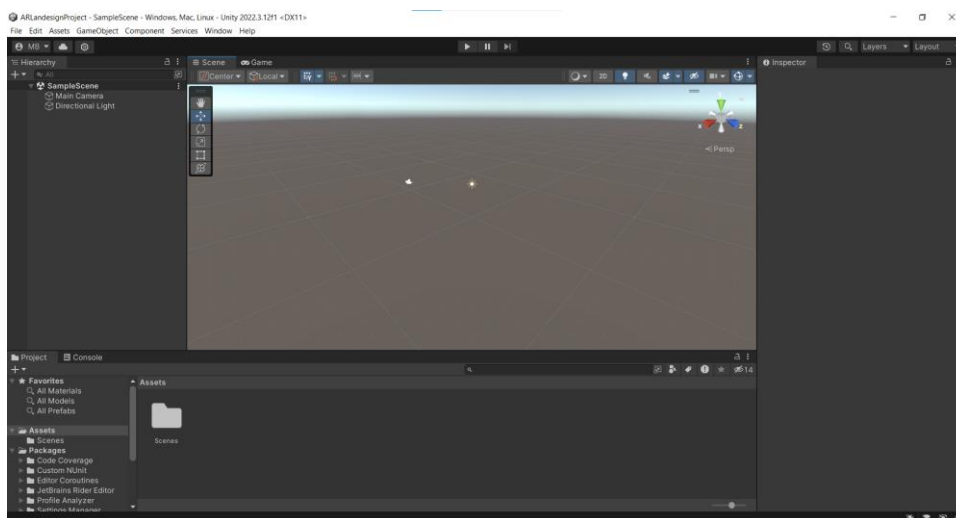


Рис. Г.10. Інтерфейс Unity Editor

Необхідно інтегрувати (імпортувати) Vuforia SDK до проекту Unity. Для цього відкриваємо файл, який був завантажений з сайту Vuforia. Після цього в Unity Editor має з'явитися підтвердження інтеграції (рис. Г.11) – треба прийняти його, натиснувши «Import».

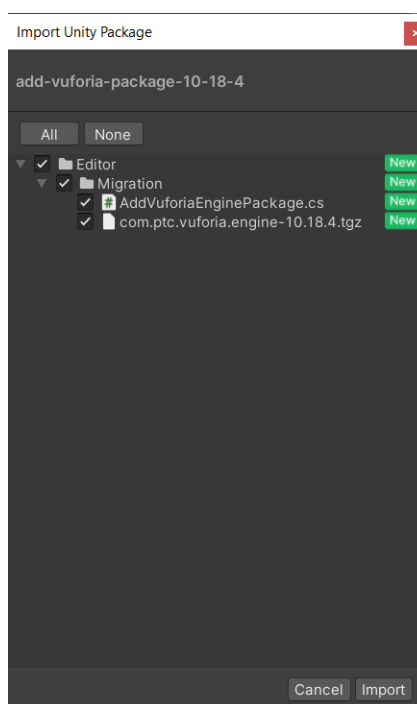


Рис. Г.11. Вікно підтвердження імпорту

Тепер варто видалити об'єкт «Main Camera» через вікно Hierarchy та замінити його об'єктом «AR Camera». Для цього треба відкрити контекстне меню, натиснувши ПКМ у вікні Hierarchy, та обрати «AR Camera» зі списку об'єктів Vuforia Engine (рис. Г.12).



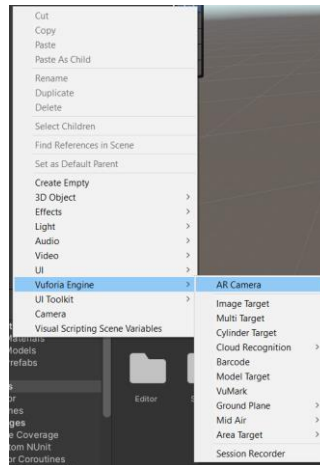


Рис. Г.12. Додання об'єкту AR Camera до сцени

Необхідно налаштувати розташування камери. Треба обернути її по осі X на 90 градусів. Для цього у вікні Hierarchy варто обрати об'єкт «AR Camera» та у вікні Inspector змінити значення «Rotation» у полі X з 0 на 90 (рис. Г.13).

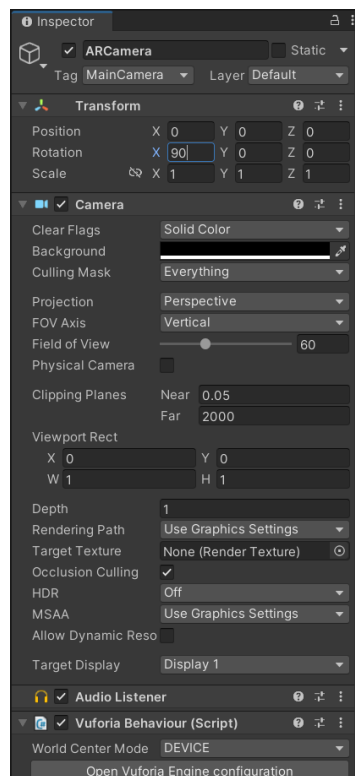


Рис. Г.13. Зміна оберту камери у вікні Inspector

Треба додати до сцени об'єкт «Canvas», який буде містити в собі вікно інтерфейсу додатку. Додається аналогічно до того, як до сцени додавався об'єкт «AR Camera». «Canvas» знаходиться у списку UI контекстного меню.

У вікні «Inspector» необхідно налаштувати розміри інтерфейсу. Задаючи параметри, треба керуватися тим, що більшість смартфонів мають роздільну

здатність Full HD, тобто 1920 на 1080 пікселів. Отже, продовжується налаштування об'єкта «Canvas» у вікні Inspector. Варто змінити режим масштабування інтерфейсу UI Scale Mode з Constant Pixel Size на Scale with Screen Size та зазначити роздільну здатність на 1920 по осі Y та 1080 по осі X. Наступним встановлюємо значення Match на 0.5 (рис. Г.14).

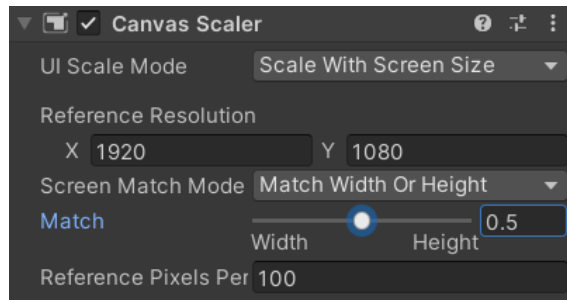


Рис. Г.14. Налаштування масштабування інтерфейсу

Задля надання користувачам можливості зручно закривати додаток, доречно зробити кнопку виходу. Для цього у вікні «Project» треба знайти папку «Assets» та, натиснувши на неї ПКМ, викликати контекстне меню, обрати опцію «Show in Explorer». Далі варто відкрити папку «Assets» та створити в ній папку «Exit Button». У цю папку треба додати невелике зображення (рис. Г.15), яке буде відображатися в інтерфейсі у якості кнопки виходу.

**Зауважте!** Якщо ви бажаєте, аби у вашій кнопці були прозорі елементи, зображення має бути формату PNG.

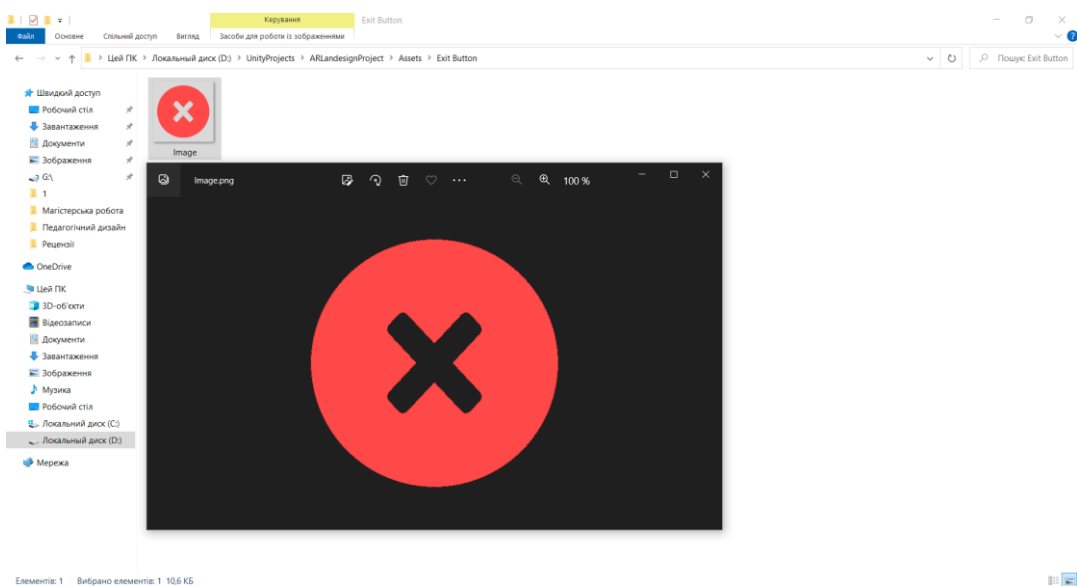


Рис. Г.15. Розташування асету зображення кнопки виходу

У вікні «Project» у папці «Assets» має з'явитися відповідна папка з зображенням. Наразі треба змінити тип його відображення. Для цього необхідно обрати зображення та у вікні Inspector змінити параметр Texture Type з «Default» на «Sprite (2D and UI)» (рис. Г.16), підтвердити зміни.

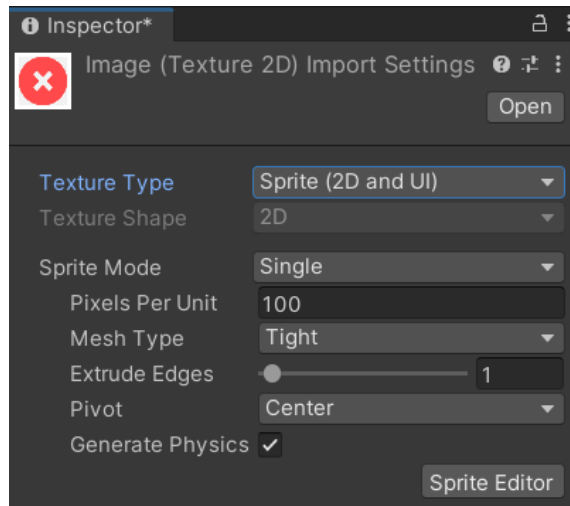


Рис. Г.16. Зміна типу відображення картинки

Треба додати кнопку до інтерфейсу. Для цього у вікні Inspector через контекстне меню обирається об'єкт «Canvas» та у списку UI обирається «Button – Text Mesh Pro». Після цього з'являється вікно з проханням імпортувати до проєкту інструменти TMP для роботи з текстом. Оскільки у нашому випадку кнопка буде без тексту, його варто закрити.

Розгорнувши об'єкти «Canvas» та «Button» у вікні Hierarchy, треба видалити «Text TMP» (рис. Г.17).

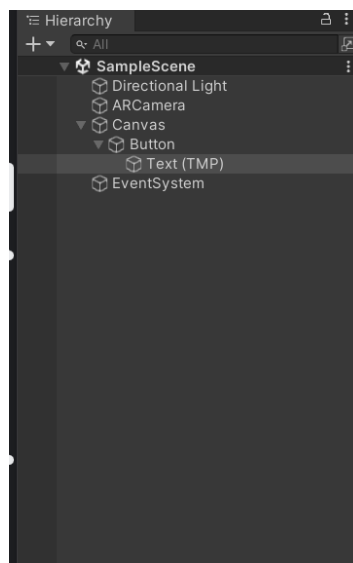


Рис. Г.17. Видалення тексту з кнопки

Обравши «Button» у вікні Hierarchy, можна додати підготоване зображення кнопки. Для цього в поле Source Image, яке знаходиться у вікні Inspector треба перетягнути зображення (рис. Г.18), яке знаходиться у створеній раніше папці «Exit Button».

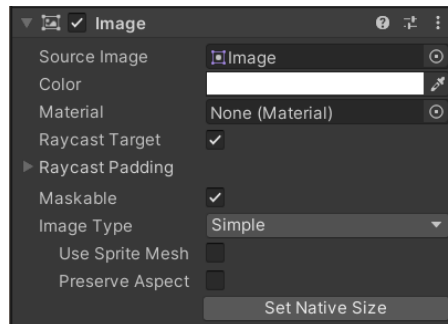


Рис. Г.18. Додання зображення кнопки

Якщо потрібно налаштувати розміри кнопки (рис. Г.19), то це можна зробити, обравши інструмент «Scale Tool» на панелі, яка знаходиться у верхньому лівому боці вікна 3D вигляду. Обрати потрібний вигляд можна, натиснувши на відповідну вісь, зображення яких знаходиться у правому верхньому боці вікна 3D вигляду.

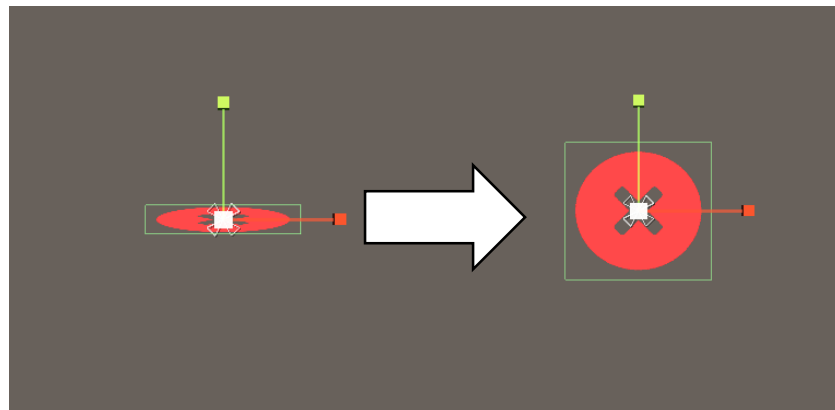


Рис. Г.19 Зміна розмірів кнопки

Аналогічним чином можна змінити розташування кнопки (рис. Г.20).

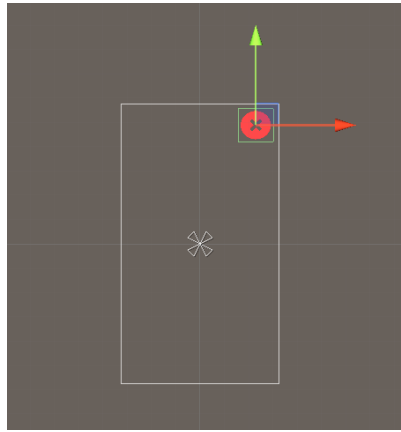


Рис. Г.20. Зміна положення кнопки

Аби задати інтерфейсу вертикального відображення треба відкрити вкладку «Game» у вікні 3D вигляду та додати нове значення роздільної здатності «1080x1920» (рис. Г.21). У цьому вікні також можна перевірити працездатність додатку.

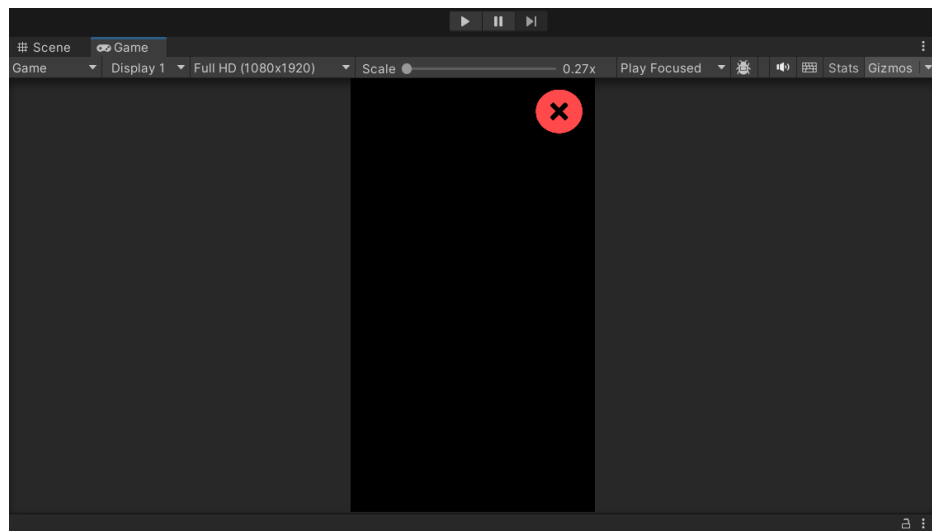


Рис. Г.21. Задання відображення інтерфейсу

Настав час задати функцію закриття додатку при натисканні кнопки. Для цього варто додати порожній об'єкт, обравши `Create Empty` у контекстному меню вікна `Hierarchy`, задля зручності в прикладі йому дана назва «Exit Event» (рис. Г.22). Цей об'єкт буде використовуватися у якості носія скрипту для закриття додатку.

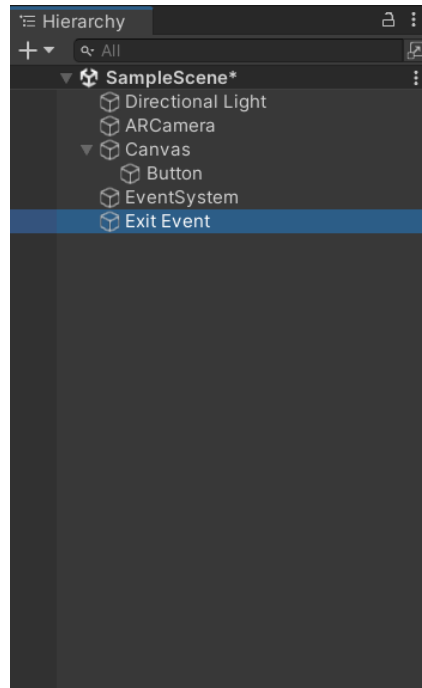


Рис. Г.22. Додання порожнього об'єкту

У вікні Inspector об'єкта «Exit Event» через натискання «Add Component» додається скриптовий компонент, та дається йому назва «SceneLoader» (рис. Г.23), – доречна саме така назва, оскільки вихід з додатку – елемент контролю сцени та інтерфейсу.

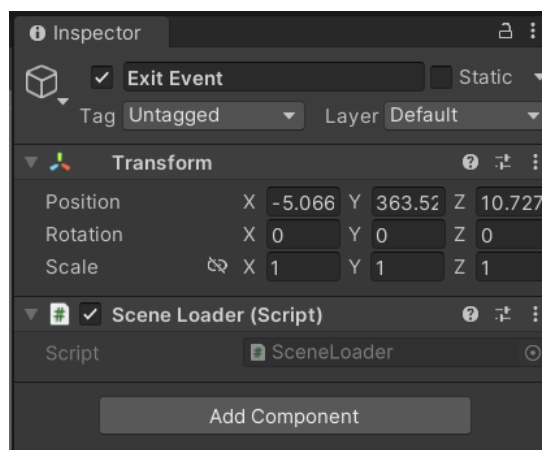


Рис. Г.23. Додання скрипту

У папці «Assets» має з'явитися доданий скрипт, для зручності можна перенести його у папку «Exit Button». Необхідно відкрити скрипт та ввести наступний код:

```

{

    public void QuitGame()

    {

        Application.Quit();

        Debug.Log("Quit");

    }

}

```

Після введення коду (рис. Г.24) можна зберегти зміни та закрити середовище програмування.

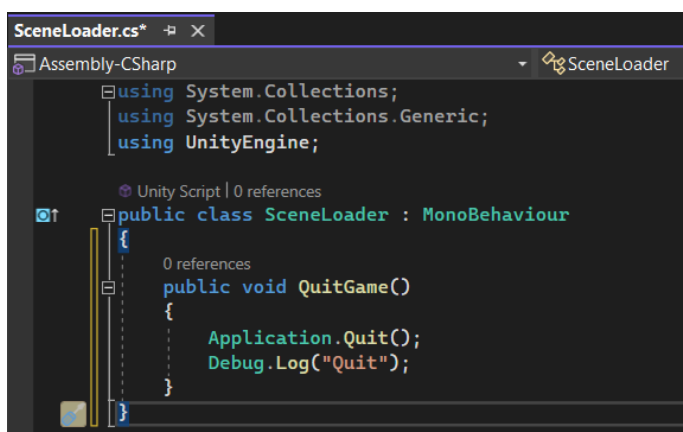


Рис. Г.24. Скрипт закриття додатку

Варто додати скрипт до кнопки виходу. Аби це зробити, треба обирати об'єкт «Exit Button» та у вікні Inspector відшукати функції, які виконує кнопка при натисканні – поле під назвою «On Click». Натиснувши «+», треба додати функцію, та перетягнути об'єкт «Exit Event» в поле, яке знаходиться під «Runtime Only». У полі праворуч необхідно обрати «SceneLoader» та «QuitGame ()» (рис. Г.25). Таким чином користувач буде мати змогу вийти з додатку, натиснувши кнопку.

Останнім кроком створення нашого застосунку стане додання ліцензії Vuforia, без якої він не буде працювати належним чином. Аби це зробити,

треба перейти до сайту Vuforia, перейти до сторінки «Develop» та обрати вкладку «License Manager». (рис. Г.26).

License Manager

Learn more about licensing.  
Create a license key for your application.

Search

Name	Primary UUID <sup>①</sup>	Type	Status <sup>▼</sup>	Date Modified
BasicLicense	N/A	Basic	Active	Nov 16, 2023
LicForExMag	N/A	Basic	Active	Nov 04, 2023
Competitive work	N/A	Basic	Active	Jan 20, 2022

Showing 1-3 of 3

25 per page

Рис. Г.26. Менеджер ліцензій Vuforia

Для цього додатку вистачить базової безкоштовної ліцензії. Після натискання кнопки «Get Basic» необхідно задати назву ліцензії у полі License Name та, прийнявши угоду, натиснути «Confirm», отримати ліцензію. У менеджері треба натиснути на відповідну ліцензію, скопіювати наданий ліцензійний ключ (код) (рис. Г.27).

License Manager > BasicLicense

BasicLicense [Edit Name](#) [Delete License Key](#)

License Key Usage

Please copy the license key below into your app

Plan Type: Basic  
Status: Active  
Created: Nov 16, 2023 14:45  
License UUID: 10cc29a9d81f4b76b393e87fedd07201  
History:  
License Created - Nov 16, 2023 14:45

Рис. Г.27. Інформація про ліцензію (ключ прихований)



Варто повернутися до Unity Editor. У вікні Project у папці «Assets» треба знайти папку «Resources», в якій знаходиться файл «Vuforia Configuration» (рис. Г.28)

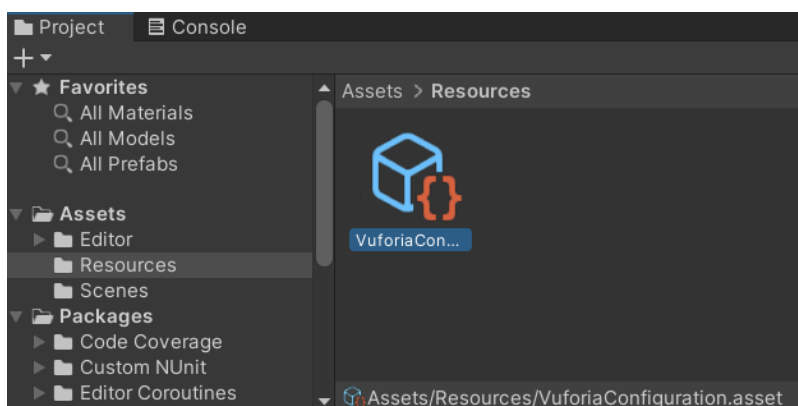


Рис. Г.28. Знаходження файлу «Vuforia Configuration»

У вікні Inspector необхідно обрати файл та в полі App License Key вставити скопійований ліцензійний ключ (рис. Г.29).

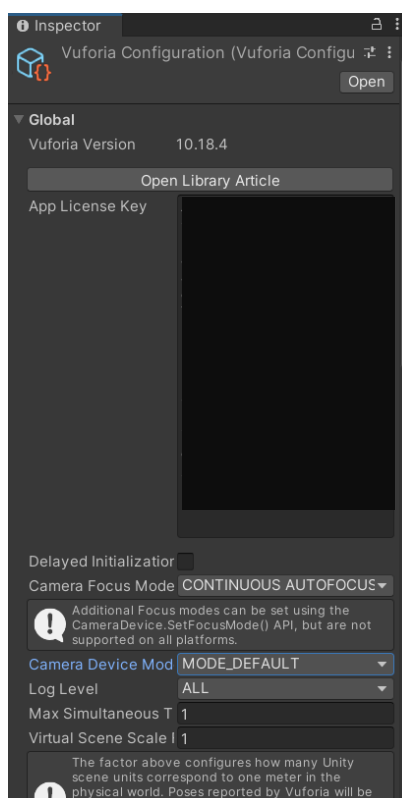


Рис. Г.29. Додання ліцензії додатку (ключ прихований)

Необхідно налаштувати додаток до роботи на платформі Android. Для цього здійснюється перехід до налаштувань Build Setting, які знаходяться у вкладці «File» (рис. Г.30).

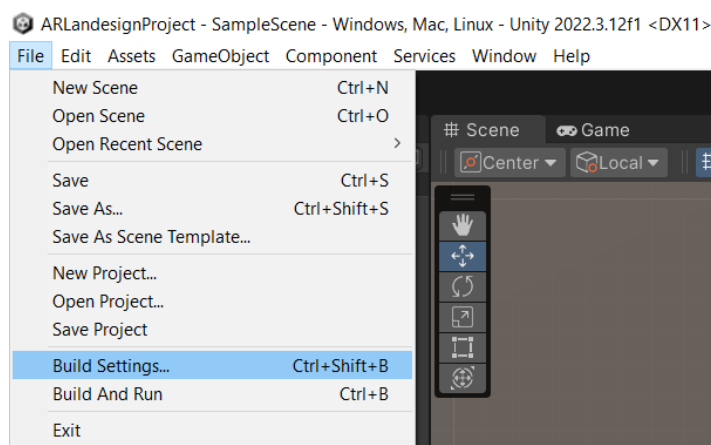


Рис. Г.30. Розташування технічних налаштувань проєкту

У вікні Build Setting необхідно змінити платформу додатку з Windows на Android та підтвердити зміну, натиснувши «Switch Platform» (рис. Г.31).

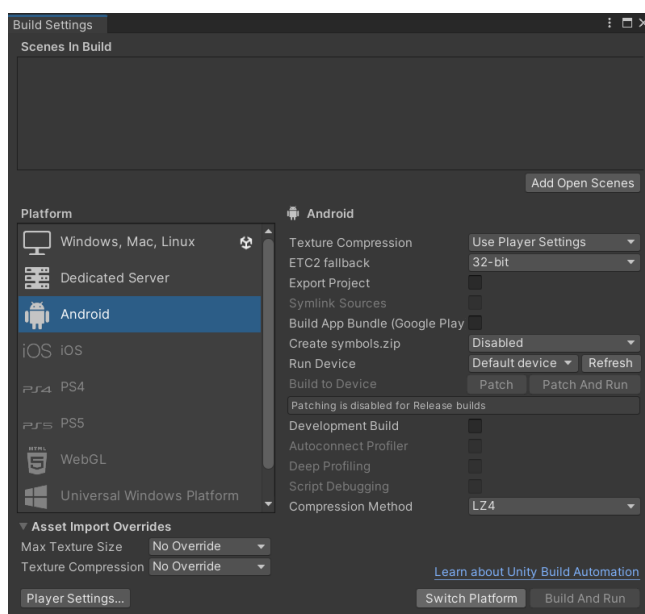


Рис. Г.31. Зміна платформи

Тепер треба перейти до налаштувань користувача, натиснувши на «Build Settings» (знаходиться у лівому нижньому боці вікна). У відкритому вікні можна вказати назву додатку, назву організації розробника або його ім'я чи псевдонім, версію додатку. У цьому ж вікні до застосунку додається іконка, якою він буде запускатися на телефоні. Для цього необхідно додати зображення до асетів способом, аналогічним до додавання зображення кнопки виходу. Після додання зазначеної інформації (рис. Г.32) варто спуститися до меню «Other Setting».

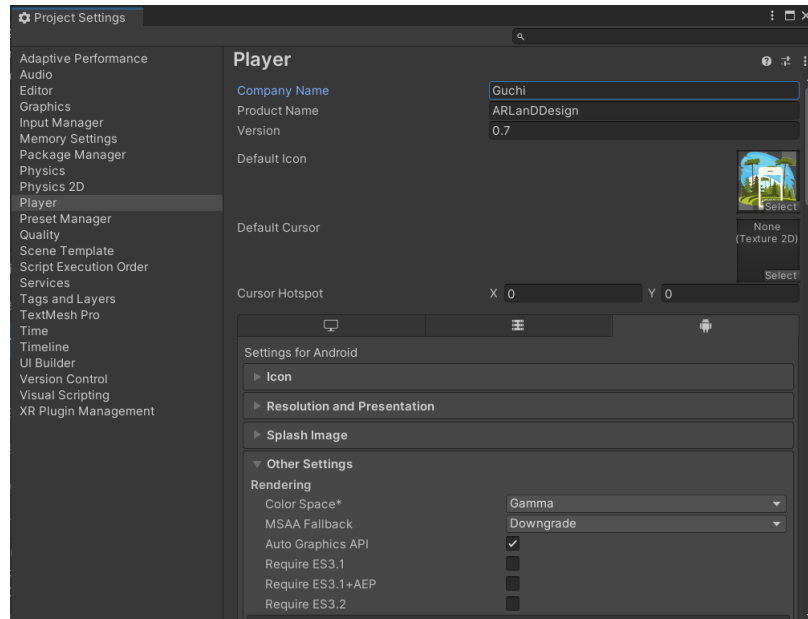


Рис. Г.32. Додання інформації про розробника

Треба знайти у меню налаштування ідентифікації «Identification» пункт «Minimum API Level» та обрати «Android 6.0 ‘Marshmallow’ (API level 23)» (рис. Г.33).

**Важливо!** *Unity Editor не зможе зібрати матеріали додатку в один файл, якщо зазначити версію Android, нижче 6.0, оскільки актуальна версія Vuforia не підтримує застарілі системи.*

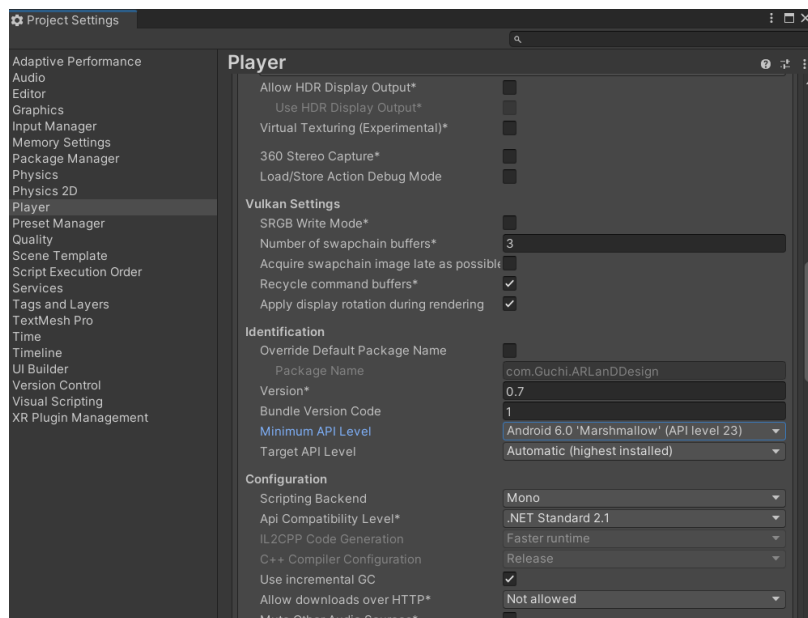


Рис. Г.33. Зазначення мінімальної версії Android для роботи додатку

На цьому етапі можна закрити налаштування та зберегти проєкт, оскільки додаток готовий до інтеграції в нього творчого проєкту (3D моделі).

## Додаток Д

## Інструкція з побудови тривимірної моделі орієнтовного виробу

Задля зручності, ми об'єднали списки необхідних інструментів Object Mode та Edit Mode в одну таблицю (таблиця Д.1.1) та додали нових операцій, які не були згадані у роботі.

Таблиця Д.1.1

## Перелік необхідних інструментів та гарячих клавіш

№ з/п	Назва дії, інструменту	Гарячі клавіші	Примітка
<b>Системні</b>			
1.	Зберегти файл як	Ctrl + Shift + S	
2.	Зберегти файл (Save)	Ctrl + S	
3.	Закрити програму	Ctrl + Q	
4.	Викликати контекстне меню	ПКМ	
5.	Зміна режимів Object Mode та Edit Mode		Застосовується у вікні 3D вигляду (3D Viewport)
6.	Рендер зображення (Render Image)	F12	
<b>Навігація</b>			
7.	Переміщення камери	Shift + СКМ	
8.	Обертання камери	СКМ	
9.	Зум камери	СКМ↕	Альтернатива – Ctrl + СКМ
10.	Вигляд спереду	Num1	
11.	Вигляд збоку	Num3	
12.	Вигляд зверху	Num7	

13.	Центрувати камеру на виділеному об'єкті (Focus on Object)	NumDel	
14.	Ізолювати виділений об'єкт (Isolate View)	/	Центрує камеру на виділеному об'єкті та приховує інші об'єкти
15.	Увімкнути режим прозорого відображення мешів (Toggle X-Ray)	Alt + Z	Дозволяє обирати одні об'єкти через інші
<b>Редагування об'єктів (Edit Mode)</b>			
16.	Робота з вершинами (Vertex Mode)	1	
17.	Робота з гранями (Edge Mode)	2	
18.	Робота з полігонами (Face Mode)	3	
19.	Показати панель властивостей (Side Panel Toggle)	N	Працює в усіх режимах
20.	Управління центром сцени (3D Cursor) (3D Cursor Menu)	Shift + S	Працює в обох режимах, не працює в Shader Editor
21.	Перемістити 3D Cursor (Move 3D Cursor)	Shift + ПКМ	Працює в обох режимах, не працює в Shader Editor; не скасовується
22.	Додати об'єкт (Add)	Shift + A	Працює в усіх режимах
23.	Виділення елемента (Select)	ЛКМ	Працює в усіх режимах

24.	Виділити все (Select All)	A	Працює в усіх режимах
25.	Від'єднати елементи (Separate)	P	Від'єднує елементи за заданими параметрами і робить з них окремі об'єкти
26.	Інвертувати виділення (Invert)	Ctrl + I	Працює в усіх режимах
27.	Виділення декількох елементів (Multiple Selection)	Shift + ЛКМ	Працює в обох режимах
28.	Виділення зв'язаної структури (Select Linked)	L	
29.	Виділення лінії ребр (Loop Select)	Alt + ЛКМ	
30.	Дублювати елемент (Duplicate)	Shift + D	Працює в усіх режимах
31.	Видалити елемент (Delete)	Del або X	Працює в усіх режимах
32.	Приховати елемент (Hide)	H	Працює в усіх режимах
	Показати приховані елементи (Reveal Hidden)	Alt + H	Працює в обох режимах, не працює в Shader Editor
33.	Зв'язати/заповнити виділені елементи	F	Працює в обох режимах, не працює в Object Mode
34.	Об'єднати виділені елементи	M	
35.	Переміщення елемента (Move)	G	Працює в усіх режимах. Під час виконання клавіатурою можна

			задавати позитивні та негативні числові значення
36.	Переміщення за структурою (Slide)	Подвійне натискання G	Дозволяє переміщувати вершини за гранями, не порушуючи структуру моделі
37.	Обертання елемента (Rotate)	R	Працює в обох режимах, не працює в Shader Editor. Під час виконання клавіатурою можна задавати позитивні та негативні числові значення
38.	Масштабування елемента (Scale)	S	Працює в обох режимах, не працює в Shader Editor. Під час виконання клавіатурою можна задавати позитивні та негативні числові значення
39.	Прив'язка (Snap)	Ctrl	Працює під час проведення однієї з операцій трансформацій в обох режимах, не працює в Shader Editor
40.	Пом'якшення ходу операції (Smooth Action)	Shift	Застосовується під час використання

			інструментів, сповільнює хід їх виконання, збільшуючи контроль над дією. Працює у всіх режимах
41.	Операція за віссю X	X	Застосовується під час здійснення операції з метою її виконання за однією вказаною віссю
42.	Операція за віссю Y	Y	Застосовується під час здійснення операції з метою її виконання за однією вказаною віссю
43.	Операція за віссю Z	Z	Застосовується під час здійснення операції з метою її виконання за однією вказаною віссю
44.	Прийняти зміни (Apply)	Ctrl + A	
45.	Скасувати зміни (Redo)	Ctrl + Z	Працює в усіх режимах
46.	Повторити дію (Repeat)	Shift + R	Працює в усіх режимах
47.	Скасувати дію (Cancel)	ПКМ	Працює під час виконання будь-якої дії в усіх режимах
48.	Розрізання (Loop Cut)	Ctrl + R	Під час виконання обертанням колеса миші можна регулювати кількість перерізів
49.	Ніж (Knife)	Ctrl + K	



50.	Вдавлювання (Inset)	I	
51.	Видавлювання (Extrude)	E	Скасування дії через ПКМ не запобігає створенню геометрії! Після скасування видавлювання потрібно додатково скасувати зміни
52.	Фаска (Bevel)	B	Під час виконання обертанням колеса миші можна регулювати кількість сегментів
53.	Викликати меню UV-розгортки (Unwrap)	U	
54.	Перерахувати нормалі (Recalculate Normals)	Alt + N	
<b>Текстурування та робота з матеріалами (Shader Editor)</b>			
55.	Швидке додання текстури (Quick Set Texture)	Ctrl + Shift + T	Застосовується на виділеному головному шейдері, потребує встановлення аддону Node Wrangler

На відміну від Unity, налаштувати Blender на нашу роботу значно простіше. Достатньо відвідати офіційну сторінку (рис. Д.1), та, натиснувши «Download», завантажити програму.

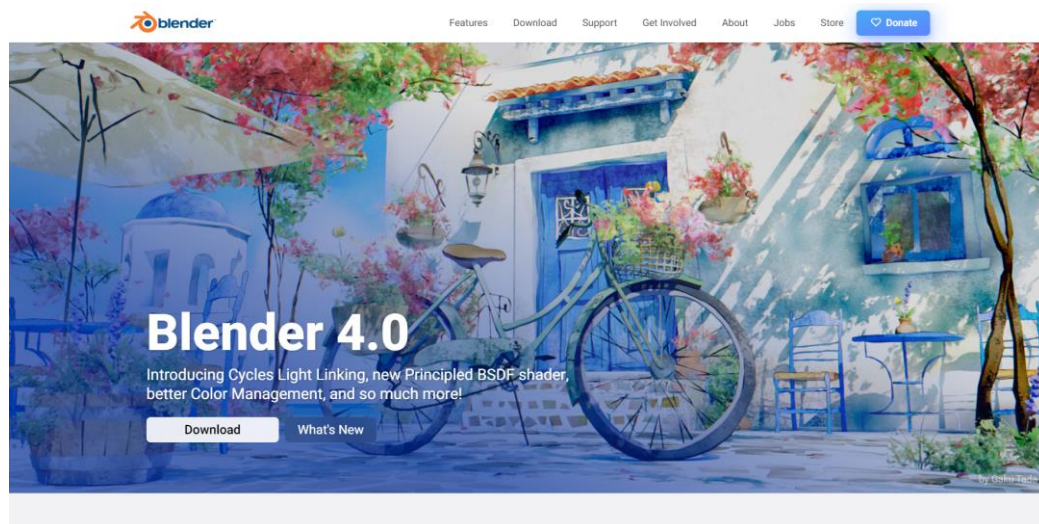


Рис. Д.1. Головна сторінка сайту Blender

Після встановлення та запуску Blender треба закрити стартове вікно з банером (рис. Д.2), натиснувши на будь-яке вільне місце поза ним.

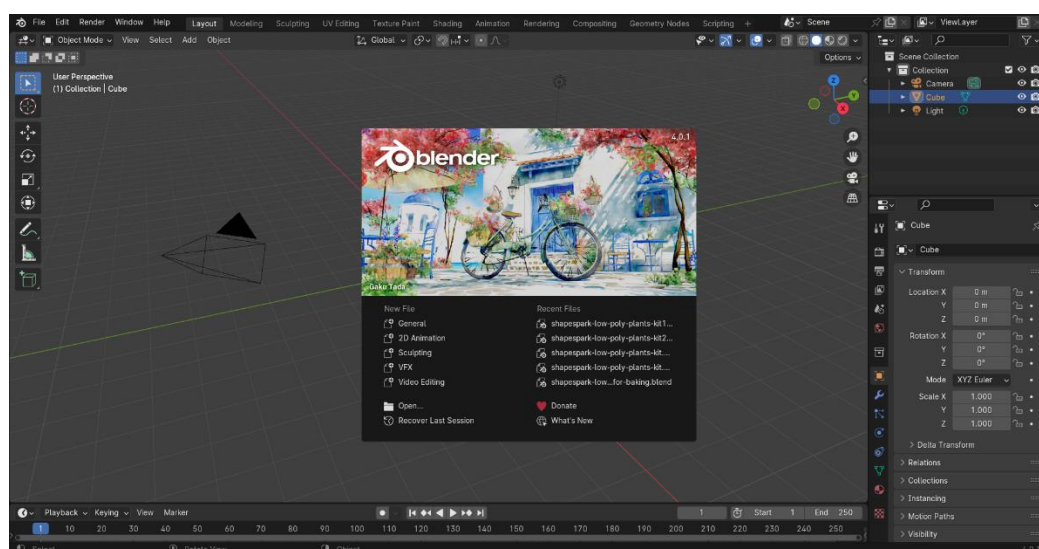


Рис. Д.2. Стартове вікно Blender

Для того, аби налаштувати програму на роботу треба перейти до меню «Edit», яке знаходиться у лівому верхньому боці, та в ньому відшукати налаштування програми «References» (рис. Д.3).

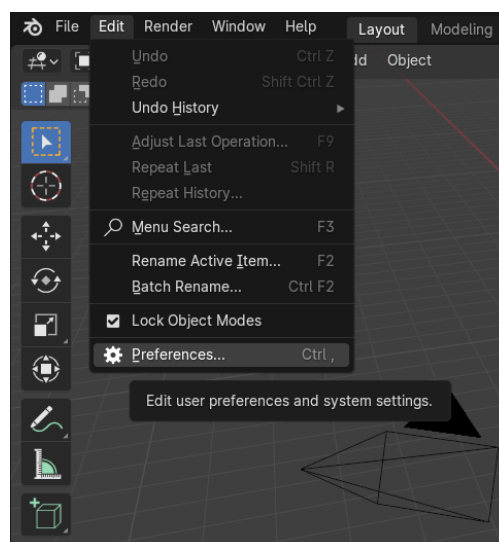


Рис. Д.3. Розташування налаштувань програми

У вкладці «Add-ons» вікна налаштувань у полі пошуку треба ввести «Node Wrangler» та встановити відповідний аддон, поставивши галочку напроти (рис. Д.4). Node Wrangler потрібен, аби поліпшити подальшу роботу з текстурами та матеріалами.

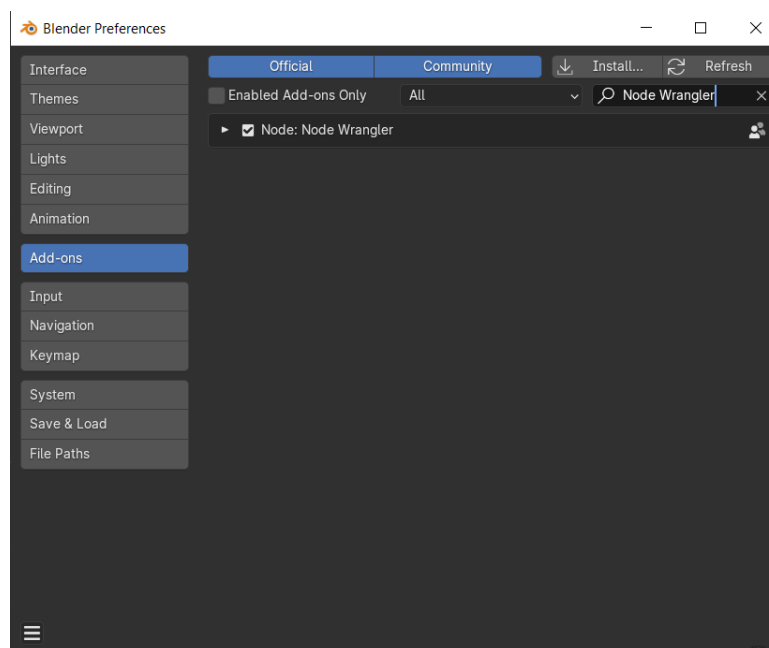


Рис. Д.4. Встановлення аддону Node Wrangler

На цьому налаштування програми закінчується, можна розпочинати роботу над побудовою моделі. Оскільки виготовлення проєкту не є метою нашої магістерської роботи, у якості зразка для моделі ми обрали стілець зі вже готового набору садових меблів (рис. Д.5). Таке зображення можна вважати референсом нашої роботи зі створення моделі.



Рис. Д.5. Зображення-референс

Орієнтуючись на зображення цього стільця, використовуючи будь-яку систему автоматичного проєктування (САПР), треба побудувати креслення виробу за трьома виглядами з урахуванням розмірів, але без їх позначень (рис. Д.6). Ці зображення будуть використовуватися у якості технічних референсів, відповідно до яких буде будуватися модель.

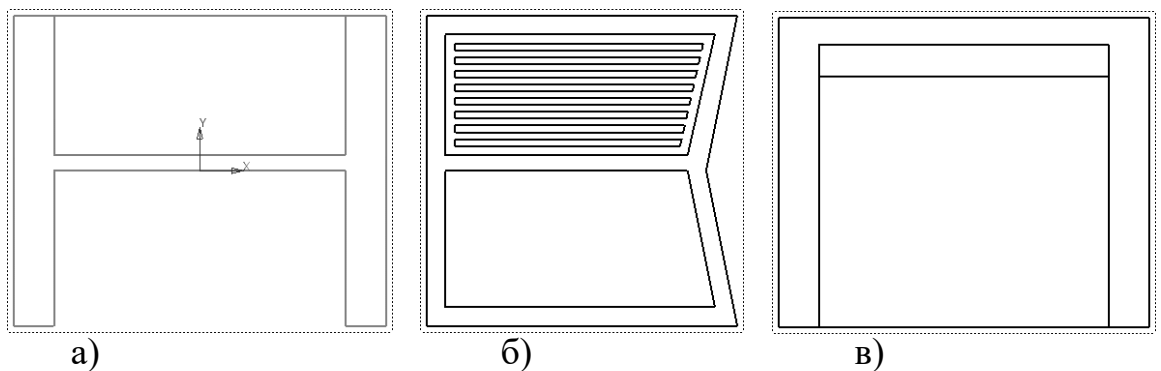


Рис. Д.6. Технічні референси: а – вигляд спереду; б – вигляд збоку; в – вигляд зверху

Повертаючись до Blender важливо зазначити, що за замовчуванням, після відкриття програми, вона зустрічає нас чотирма вікнами: вікно 3D вигляду (3D Viewport); список об'єктів сцени (Outliner); вікно параметрів проєкту (Properties), стрічка часу (Timeline). Ці вікна було розглянуто за змістом основної частини роботи. Доречним буде прибрати вікно Timeline, аби

забезпечити собі більше робочого простору. Для цього потрібно на межі вікон 3D вигляду та стрічки часу натиснути ПКМ та викликати контекстне меню, обрати варіант «Join Areas» (рис. Д.7) та натиснути на вікно Timeline.

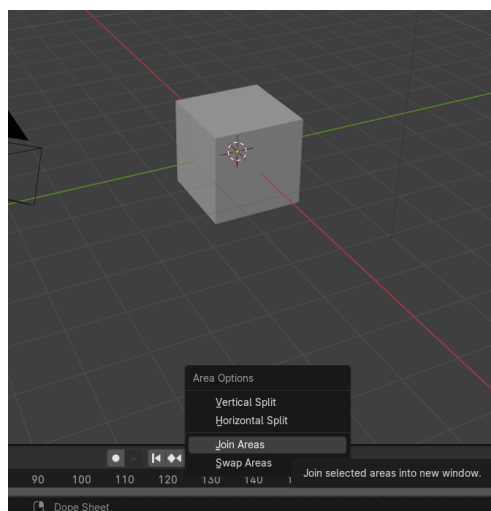


Рис. Д.7. Об'єднання вікон

Після цього вікно 3D вигляду об'єднується з вікном стрічки часу, витиснувши непотрібний нам функціонал останнього. В Blender такі дії можна здійснювати з усіма вікнами, налаштовуючи таким чином зручний для себе інтерфейс.

Необхідно налаштувати сцену. Аби це зробити, варто видалити об'єкти «Camera» та «Light», робиться це шляхом виділення їх за допомогою ЛКМ з затиснутою клавішею Shift, та натискання Delete, або X на клавіатурі.

Тепер необхідно додати технічні референси. Для цього доречно перемикнути на вигляд спереду, за допомогою гарячої клавіші Num1 та натиснути клавіші Shift + A, у меню обирати Image та Reference (рис. Д.8). Треба відшукати необхідне зображення на комп'ютері та додати його до сцени.

**Зауважте!** Blender додає референси відповідно до вигляду, який спостерігає користувач. Таким чином, для вигляду спереду необхідно обирати характерне зображення.

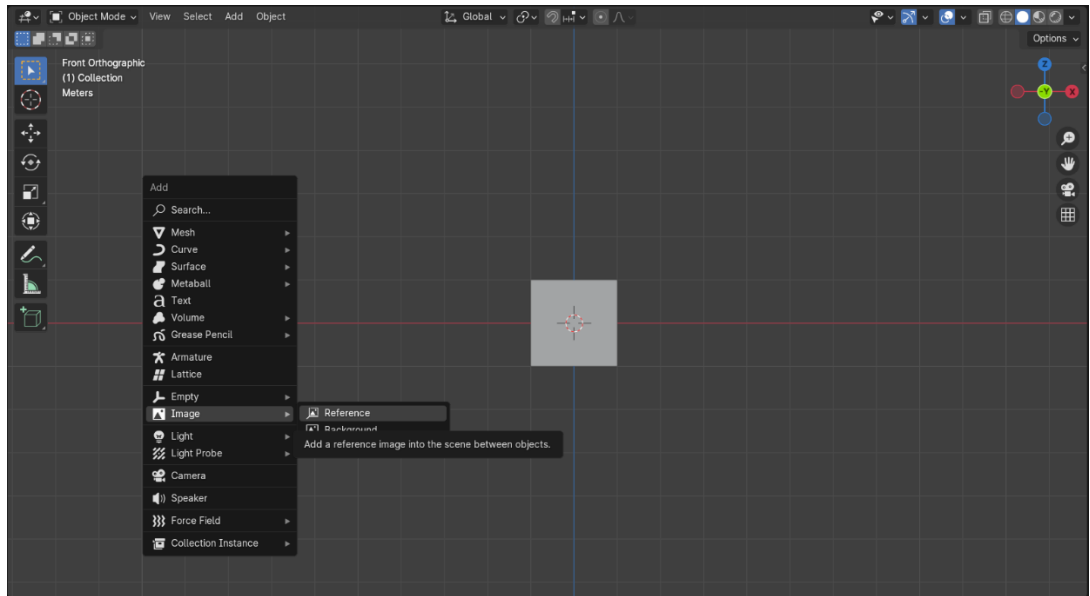


Рис. Д.8. Додання референсу до сцени

Аналогічно до попереднього зображення додаються два інших (рис. Д.9). Щоб перейти до вигляду збоку, треба натиснути клавішу Num3, до вигляду зверху – Num7.

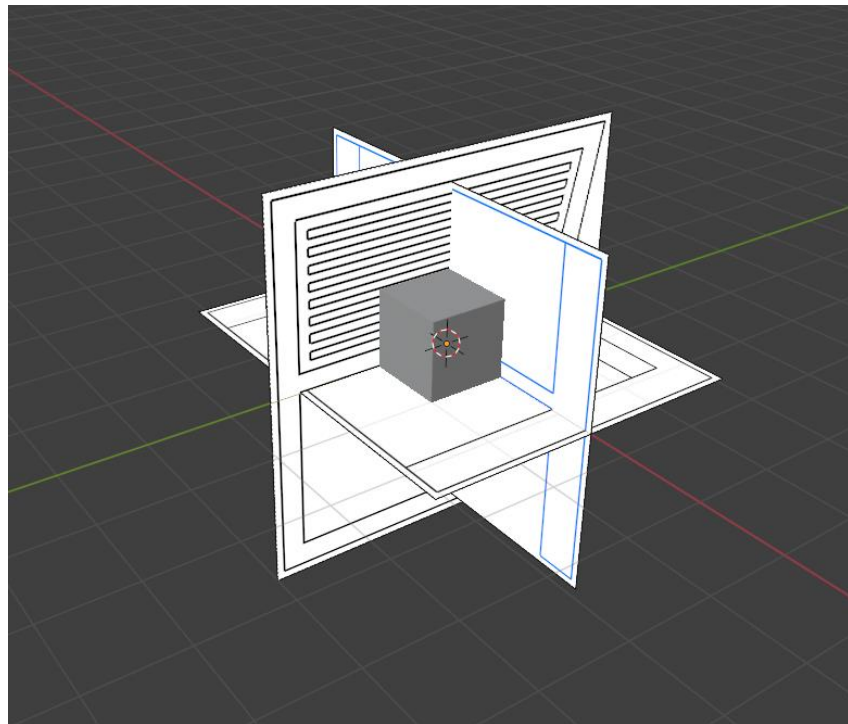


Рис. Д.9. Додані до сцени технічні референси

Необхідно налаштувати розміри та положення зображень, аби їх контури збігалися між собою та (рис. Д.10).

Здійснюється це за допомогою клавіш: S для зміни розмірів, G для зміни положення та R – обертання. Задати виконання операції за однією віссю можна

натисканням відповідної клавіші на клавіатурі. Таким чином можна обмежувати роботу багатьох інструментів, які передбачають задання напрямку.

***Порада!** Під час виконання багатьох операцій, що передбачають трансформацію об'єкта, можна використовувати клавіатуру, щоб задавати негативні та позитивні числові значення для контролю. Одиниця вимірювання значень залежить від операції. Так, для переміщення вводяться метри, для обертання градуси, а у випадку масштабування задаються значення, на які буде помножено дійсні розміри.*

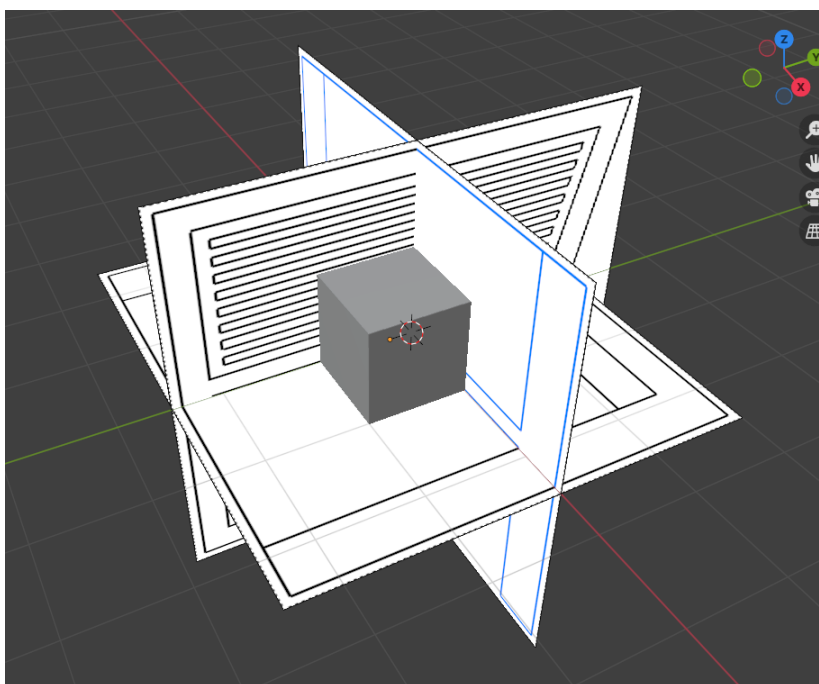


Рис. Д.10. Налаштовані референси

Після здійснення масштабування (Scale), зміни положення (Location), обертання (Rotation) варто приймати відповідні зміни, натиснувши Ctrl + A, аби програмне забезпечення сприймало їх за дійсне.

Задля зручної навігації, у вікні Outliner можна створити колекцію для референсів. Для цього викликається контекстне меню, обрається «Scene Collection» та через натискання ПКМ, створюється колекція, доречно дати їй назву «References». Варто перемістити у створену колекцію наші референси, за потреби, їм також можна дати назву (рис. Д.11).

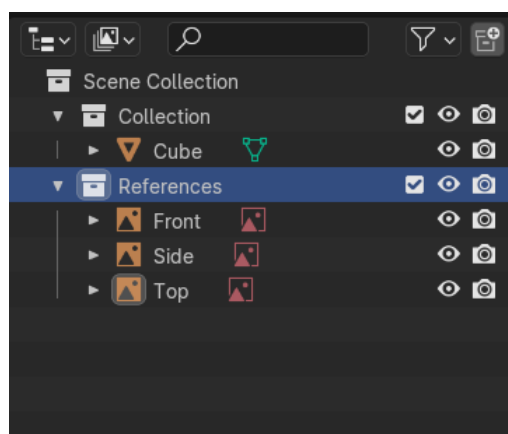


Рис. Д.11. Колекції в Blender

У вікні 3D вигляду треба обрати референс та перейти до його налаштувань у вікні «Properties» (рис. Д.12) Доречним буде прибрати його відображення у перспективі, залишивши лише в ортографічному вигляді, який вмикається під час роботи в одному з виглядів. Вимкнути відображення можна, прибравши галочку напроти «Perspective». Корисним буде зробити зображення прозорим, щоб воно не привертало зайвої уваги під час побудови моделі. Для цього можна виставити позначку напроти «Opacity» та задати потрібне значення.

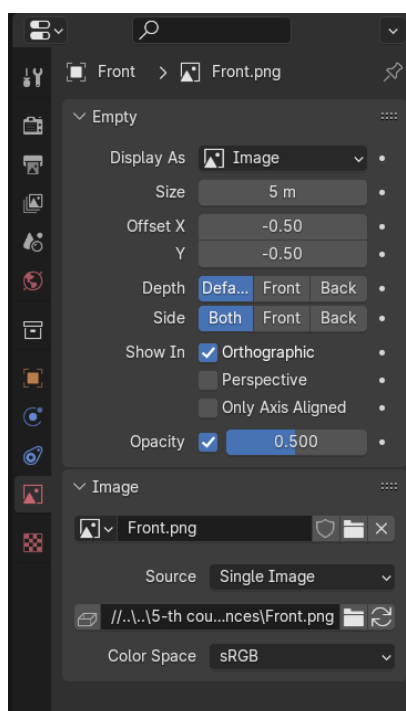


Рис. Д.12. Налаштування референсу

У списку об'єктів можна прибрати можливість виділення її об'єктів, додавши відповідну опцію (іконка стрілочки) у вікні та знявши її для колекції



(рис. Д.13). Доречно це зробити, аби випадково не виділяти референс у вікні 3D вигляду під час побудови моделі.

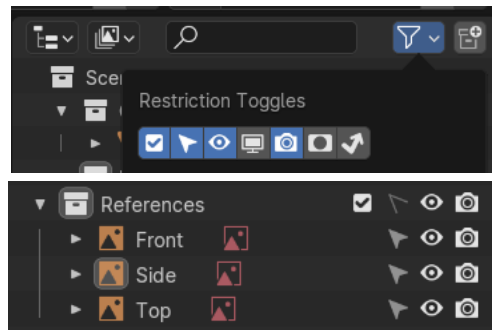


Рис. Д.13. Налаштування можливості виділення об'єктів у вікні 3D вигляду

Для початку моделювання необхідно обрати стартовий куб, натиснувши на нього ЛКМ, та перейти до режиму редагування (Edit Mode) натисканням клавіші Tab, або ручною зміною у полі, що знаходиться у лівому верхньому боці вікна 3D вигляду. Користуючись виглядами, треба відмасштабувати куб таким чином, щоб його габаритні розміри збігалися з референсами (рис. Д.14). Задля зручності можна вмикати режим прозорого відображення об'єктів (Toggle X-Ray) за допомогою натискання клавіш Alt + Z.

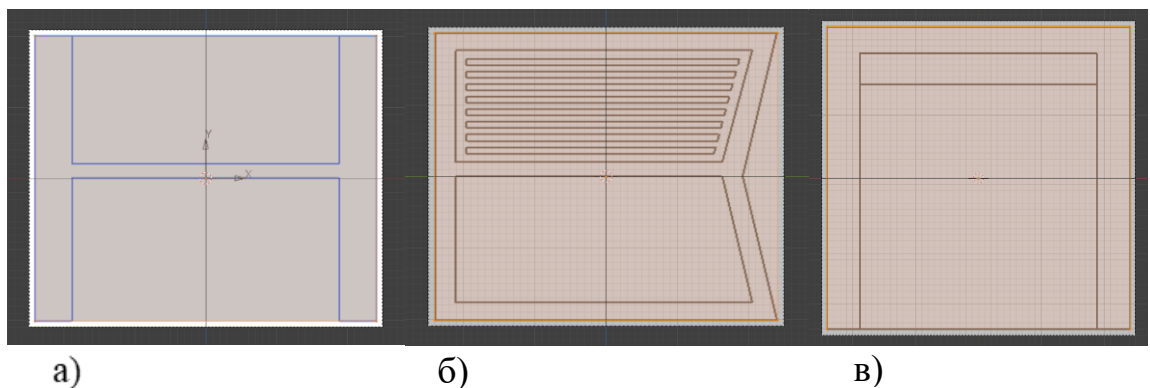


Рис. Д.14. Налаштування розмірів мещу: а – вигляд спереду; б – вигляд збоку; в – вигляд зверху

Потрібно розрізати модель навпіл, оскільки необхідно задати основну форму, характерну для вигляду збоку. Робиться переріз за допомогою операції Loop Cut, яка викликається натисканням клавіш Ctrl + R. Треба обрати грань, яка знаходиться на задньому боці моделі, та перемістити її за віссю Y (рис. Д.15).

За замовчуванням, Edit Mode вмикається з режимом роботи з вершинами, аби працювати з гранями, потрібно натиснути клавішу 3 на клавіатурі. Повернутися до роботи з вершинами можна, натиснувши 1, перейти до роботи з поверхнями (полігонами) можна натисканням клавіші 3. Таким чином можна швидко змінювати елементи структури моделі під час її побудови.

**Важливо!** Якщо перед внесенням змін у будову моделі відчувається невпевненість, то можна зберігати файл перед цим, індексуючи його в назві числовими значеннями, які будуть характеризувати зміни в проєкті. Зберігати файл таким чином можна за допомогою опції «Save As» у меню «File», або за допомогою клавіш *Ctrl + Shift + S*. Намагайтеся постійно зберігатися під час роботи, аби мати можливість поновити роботу у разі несподіваних ситуацій. Зробити це можна за допомогою опції «Save», яка знаходиться у тому ж меню, або за допомогою *Ctrl + S*. Зауважте, що, на відміну від попереднього збереження, це перезаписує файл.

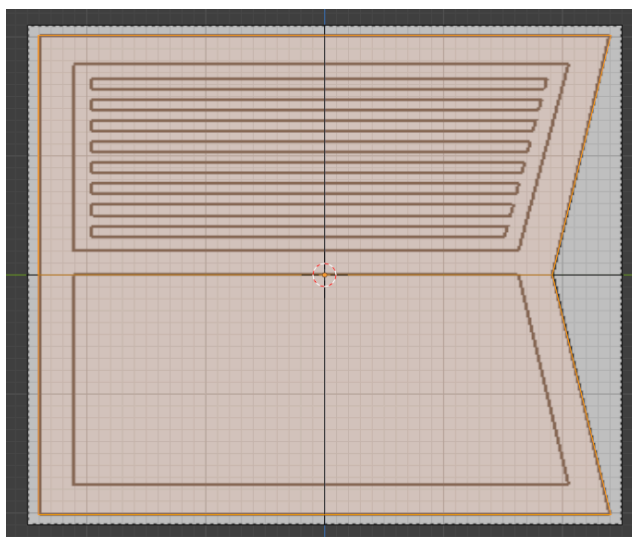


Рис. Д. 15. Зміна загальної форми моделі

Потрібно зробити перерізи на моделі у місцях, де необхідно змінити форму. Під час виконання операції Loop Cut обертанням колеса миші можна задавати кількість перерізів. Створені перерізи необхідно розмістити у відповідних місцях на моделі (рис. Д.16). Виділити їх можна натиснувши *Alt + ЛКМ*, здійснивши Loop Select. Здійснити переміщення можна по

структурі моделі подвійним натисканням  $G$ , або виконуючи переміщення за потрібною віссю. Вирівнювати грані та поверхні можна за допомогою їх масштабування за потрібною віссю, задаючи значення 0.

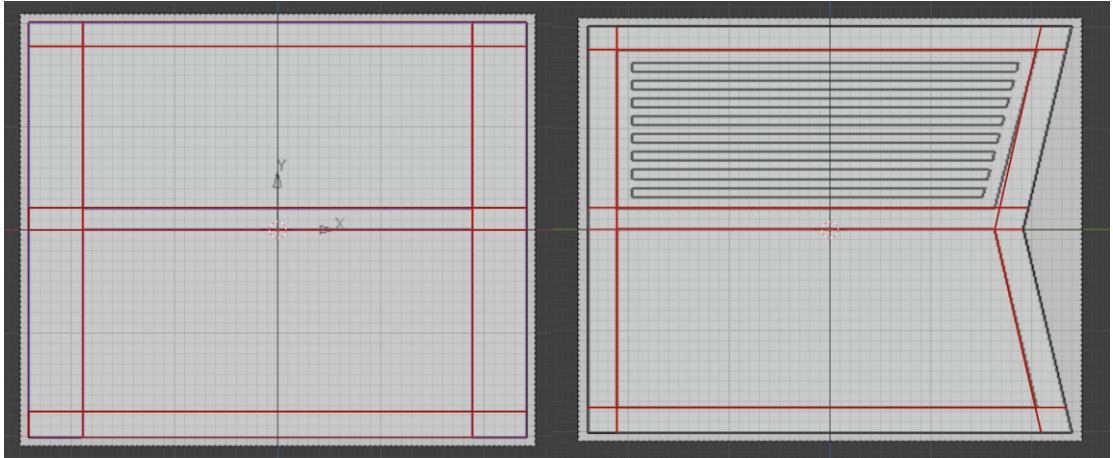


Рис. Д. 16. Необхідні перерізи на вигляді спереду та вигляді збоку

Орієнтуючись на зразок, треба зробити отвори для ніжок та підлокітників, в яких знаходиться решітковий елемент з дерева. Потрібно обрати поверхні (Faces), замість яких мають бути отвори, та видалити їх (рис. Д.17), здійснювати вибір декількох елементів можна, затискаючи Shift на клавіатурі.

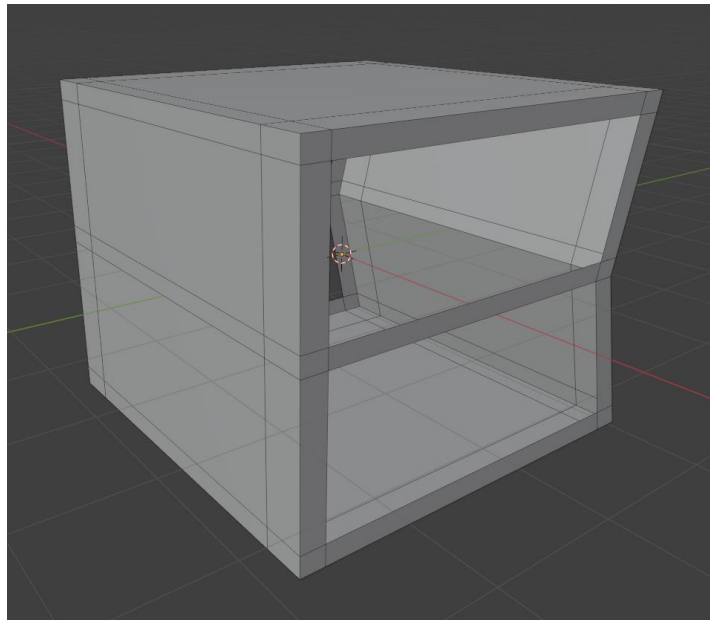


Рис. Д.17. Видалення поверхонь

Необхідно з'єднати між собою елементи, аби задати моделі правильної структури (топології). Для цього треба обрати протилежні вершини за

горизонтальним напрямком з переднього і заднього боку та зв'язати їх, натиснувши F (рис. Д.18).

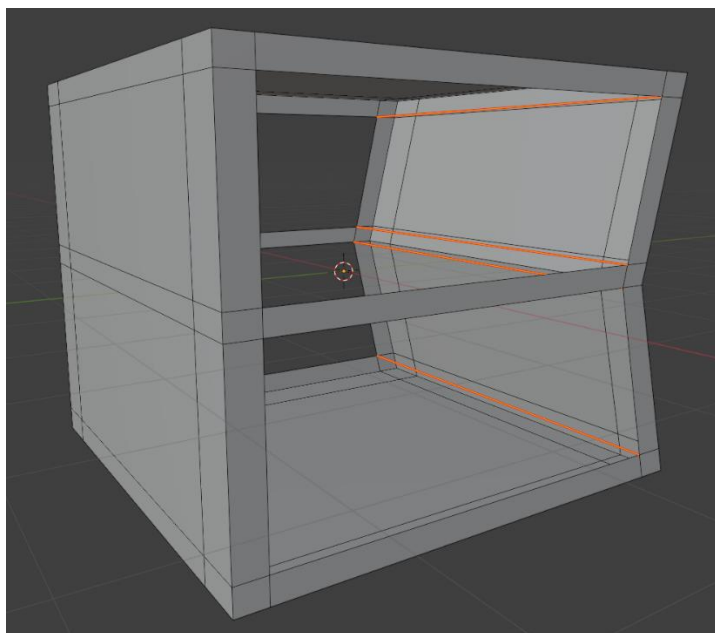


Рис. Д.18. Грані, утворені з'єднанням двох вершин

Утворені грані треба підрозділити два рази, для цього треба обрати грань та викликати контекстне меню, в ньому обрати опцію «Subdivide». Грань розділить вершина, але, оскільки нам потрібно дві вершини на кожній грані, то необхідно звернутись до меню параметрів останньої операції, яке з'являється після застосування будь-якого інструменту у лівому нижньому боці вікна 3D вигляду (рис. Д.19). У полі «Number of Cuts» треба задати значення 2.

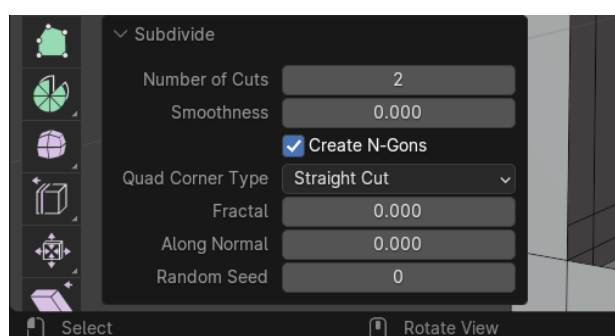


Рис. Д.19. Меню налаштування останньої операції

Такі дії проводяться з усіма створеними гранями (рис. Д.20).

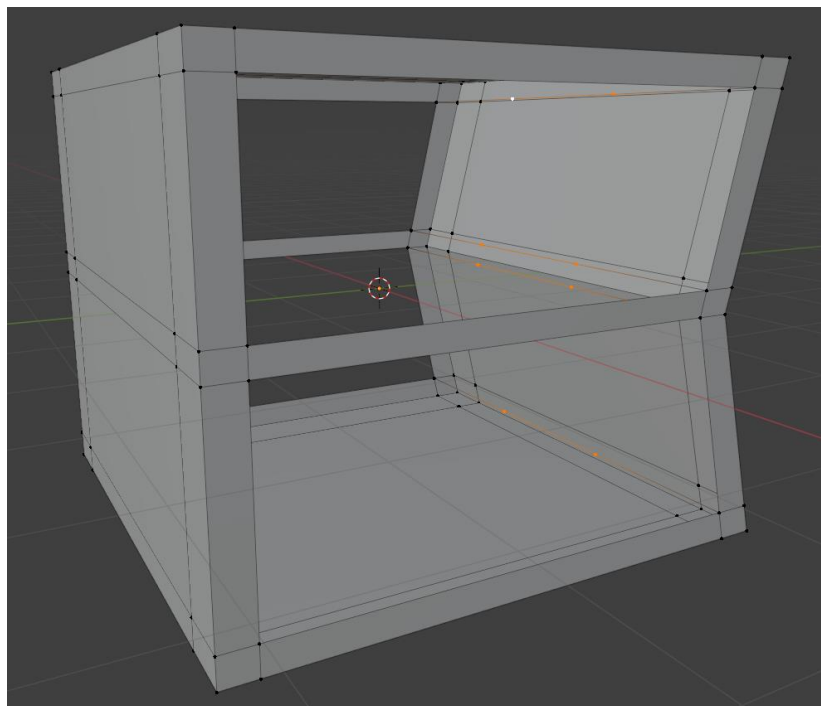


Рис. Д.20. Створені вершини

Необхідно обрати усі утворені вершини та на вигляді спереду сумістити їх з іншими, масштабуючи елементи за віссю X (рис. Д.21).

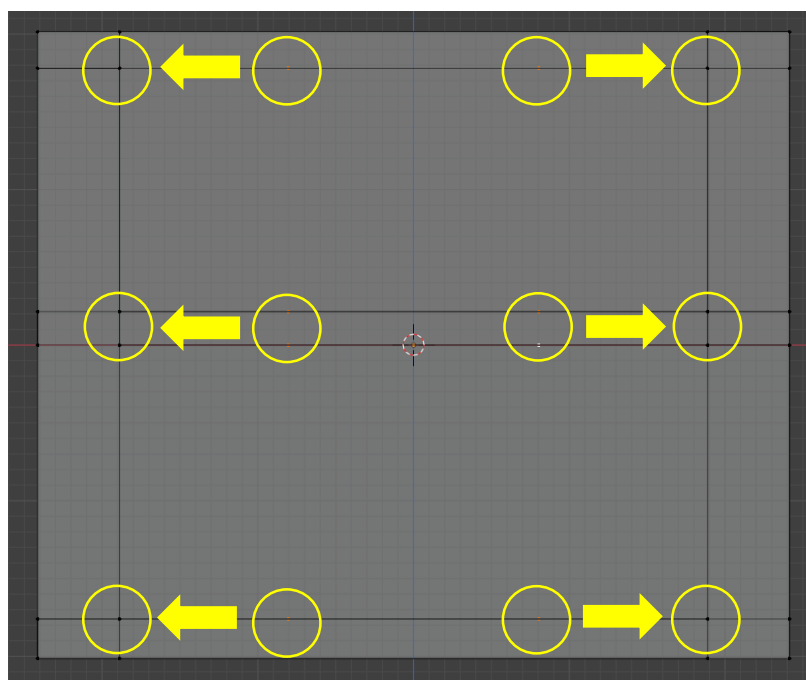


Рис. Д.21. Схема переміщення вершин

Треба обирати та видалити наступні поверхні (рис. Д.22).

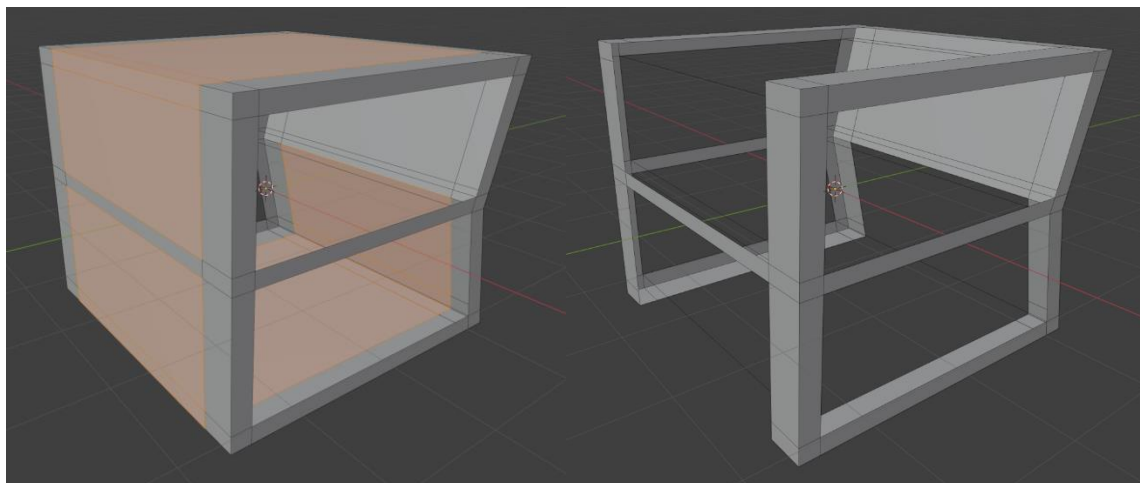


Рис. Д.22. Вибір та видалення поверхонь

При з'єднанні двох вершин утворюються грані, при з'єднанні трьох або більше – поверхні. Керуючись цим, необхідно з'єднати вершини таким чином, аби при створенні поверхонь утворилася кінцева форма стільця (рис. Д.23).

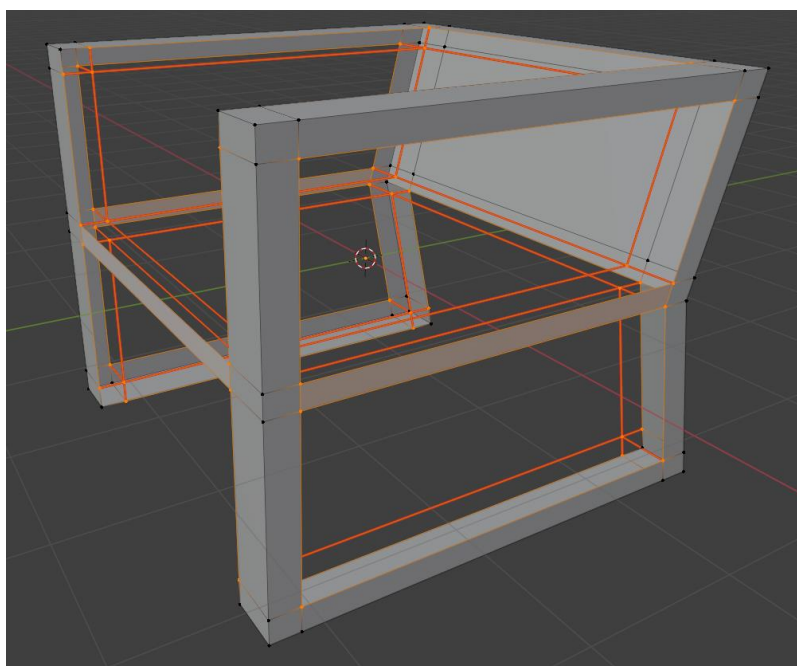


Рис. Д.23. Утворена топологія

Потрібно послідовно з'єднати утворені вершини/грані, обираючи їх та натискаючи F. Таким чином отримується кінцева форма стільця (рис. Д.24).

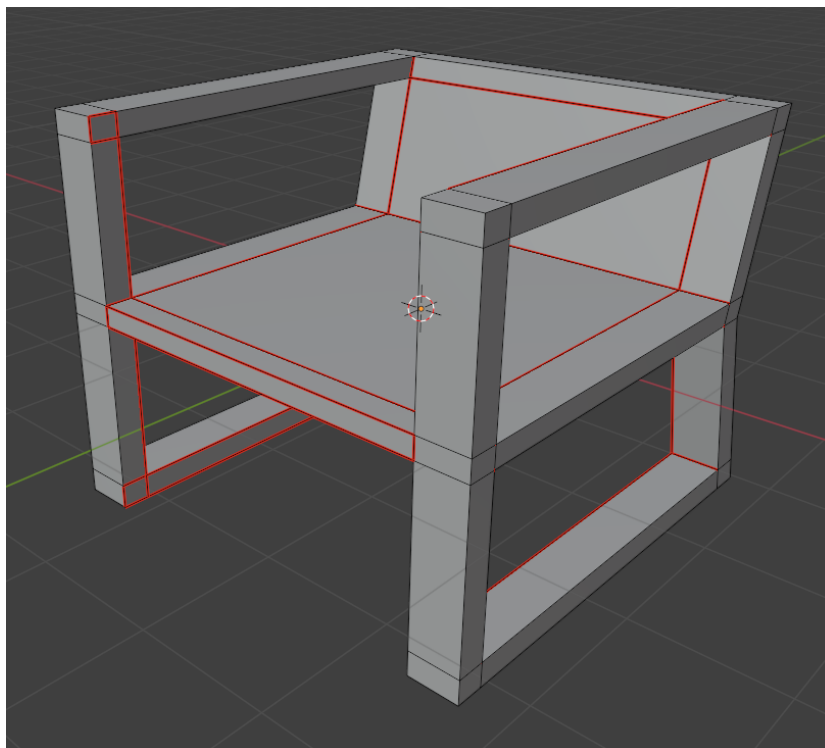


Рис. Д.24. Утворена кінцева форма стільця

Після цього необхідно перевірити напрями нормалей поверхонь, тобто визначити їх зовнішні та зворотні напрями. Коректна робота з моделлю та правильне її відображення можливо лише за умови зовнішнього напрямку нормалей всіх поверхонь, з яких складається об'єкт. Перевірити цей напрямок можна, увімкнувши опцію «Face Orientation» у меню відображення «Overlays» (рис. Д.25).

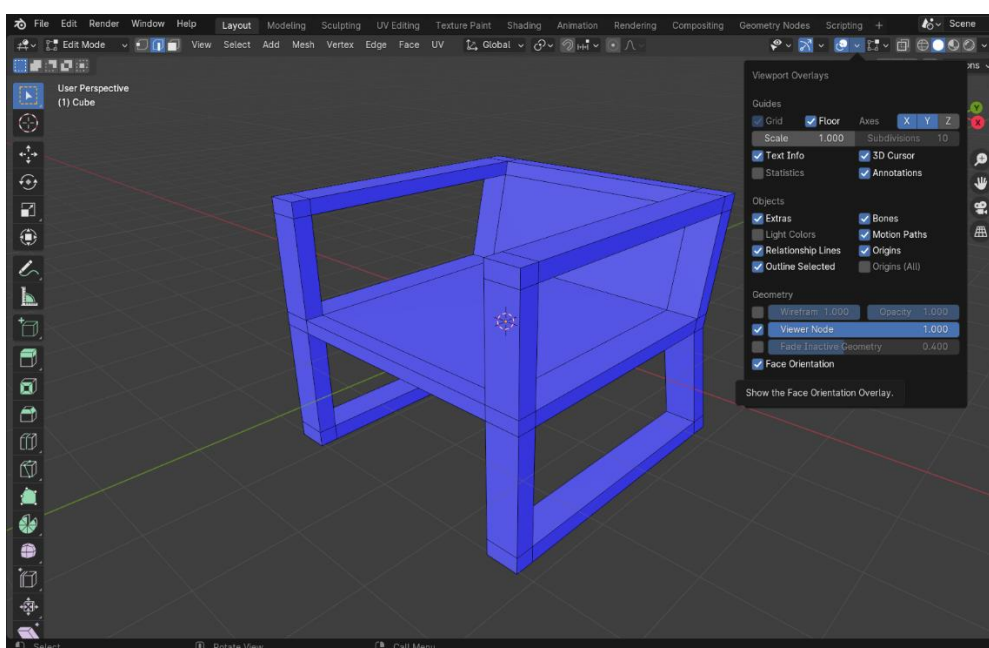


Рис. Д.25. Відображення напрямку поверхонь

Якщо модель повністю зафарбувалась у синій колір, тоді усі її поверхні направлені назовні – у цьому випадку можна продовжувати роботу. Якщо ж частина поверхонь моделі зафарбовані червоним, тоді це означає, що вони направлені всередину об'єкта. Це приводить до проблем з роботою та відображення моделі.

Аби це виправити, треба виділити проблемні поверхні та, натиснувши **Alt + N**, обрати опцію «Recalculate Outside» (рис. Д.26).

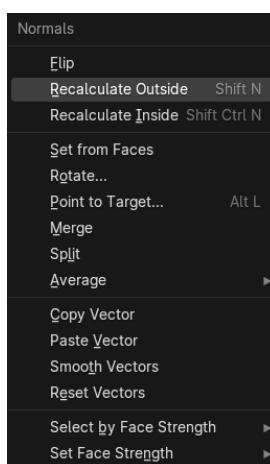


Рис. Д.26. Зміна напрямку поверхонь

Наразі необхідно перейти до вигляду збоку, створити перерізи, пересунути їх (рис. Д.27).

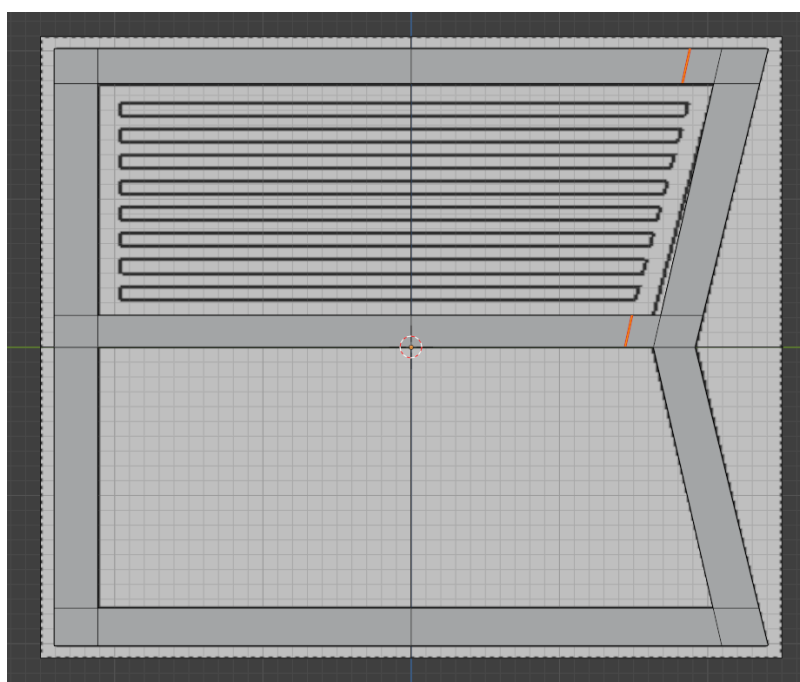


Рис. Д.27. Створення та пересування перерізів



Стілець зроблений таким чином, аби зсередини спинка перекривала дерев'яний решітковий елемент з її боку. Аби дотриматися цієї особливості конструкції, варто обрати та видалити поверхні (рис. Д.28).

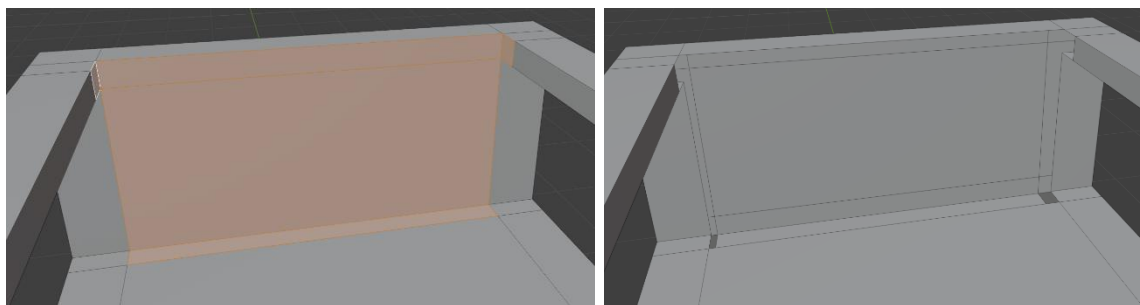


Рис. Д.28. Видалення поверхонь спинки

Варто обрати вершини, зв'язати їх та створити грані (рис. Д.29).

*Пам'ятка!* Червоним кольором у Blender позначаються грані, за допомогою яких робиться UV-розгортка. Наразі цей колір нами використовується з метою надання контрасту вартим уваги граням.

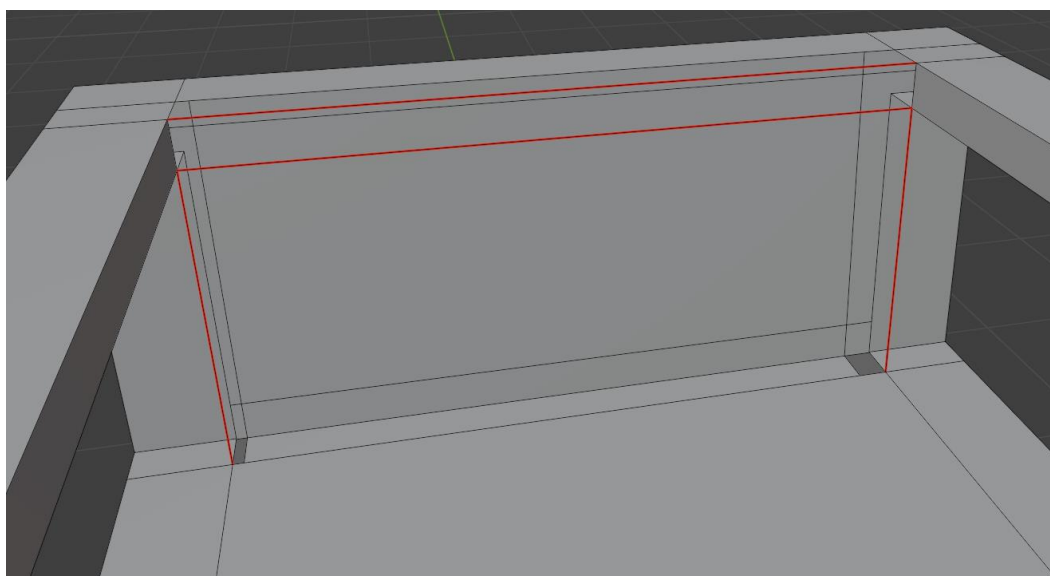


Рис. Д.29. Створення граней шляхом зв'язування вершин

Утворені грані потрібно зв'язати, у результаті чого отримуються необхідні для створення спинки поверхні (рис. Д.30).

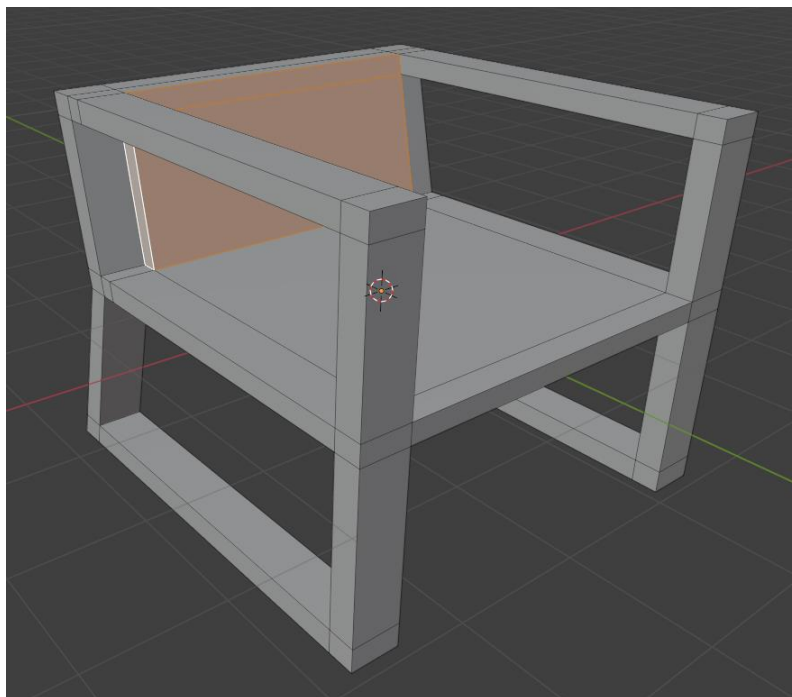


Рис. Д.30. Створення поверхонь спинки

Тепер можна створити решітковий елемент, якому потім буде призначено дерев'яний матеріал. Щоб створити елемент, потрібно видалити внутрішні грані отвору підлокітників (рис. Д.31).

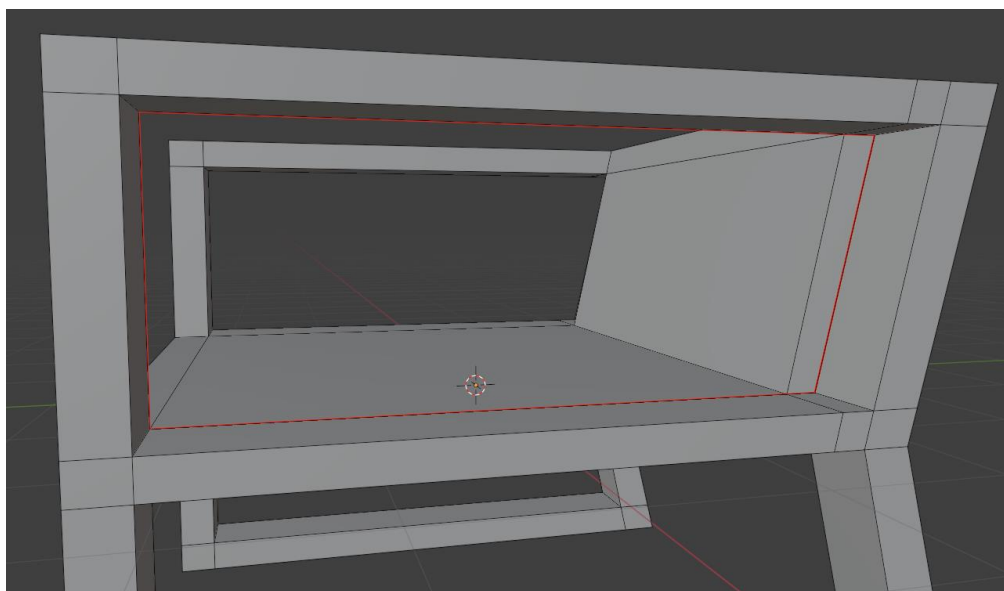


Рис. Д.31. Необхідні для створення решітки грані

Ці грані необхідно дублювати без переміщення, натиснувши Shift + D та скасувавши переміщення за допомогою ПКМ. Наразі дубльовані грані належать мешу каркасу стільця. Їх треба від'єднати, натиснувши P та обравши «Selection». Після цього у списку об'єктів з'явиться новий окремий меш з

індексом «001» у назві (рис. Д.32). Треба перейти до його редагування. Для цього варто перейти в Object Mode, натиснувши Tab, обрати необхідний об'єкт та знову перейти до Edit Mode.

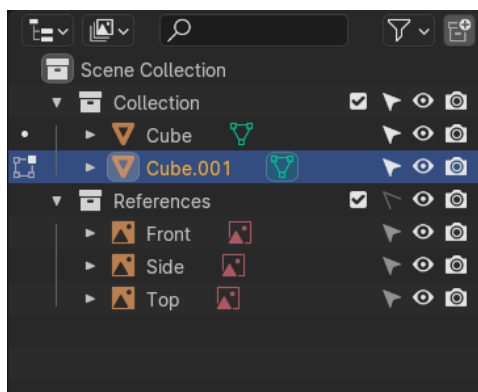


Рис. Д.32. Утворений роз'єднанням новий об'єкт

Зайві вершини потрібно видалити, натиснувши X та обравши функцію «Dissolve Vertices», – вона видаляє елементи без порушення структури там, де це можливо.

Вершини, що залишилися, треба з'єднати, утворивши чотирикутник (рис. Д.33). Задля зручності активний (виділений) об'єкт можна ізолювати за допомогою клавіші / на клавіатурі. Таким чином камера центрується на активному об'єкті, а усі неактивні об'єкти приховуються.

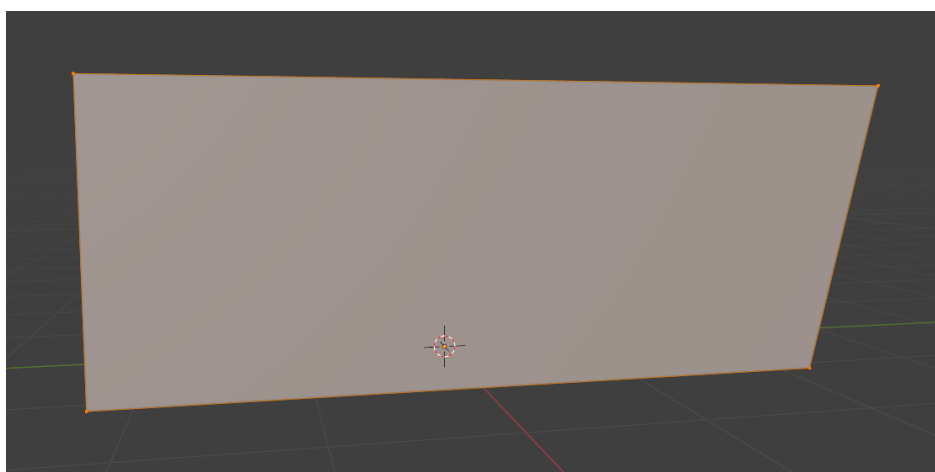


Рис. Д.33. Створений чотирикутник

Варто перейти до вигляду збоку та вдавнити зовнішні грані всередину чотирикутника відповідною операцією, натиснувши I (рис. Д.34).



Рис. Д.34. Вдавлювання граней всередину операцією Inset

Необхідно створити 14 горизонтальних перерізів на нашому чотирикутнику (рис. Д.35).

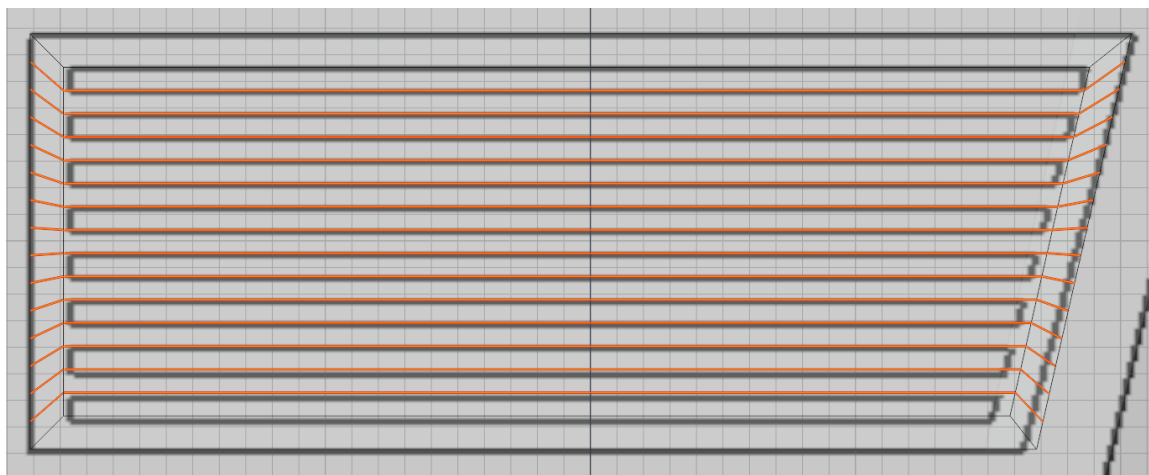


Рис. Д.35. Створення перерізів

Треба видалити поверхні, аби отримати решітку (рис. Д.36).

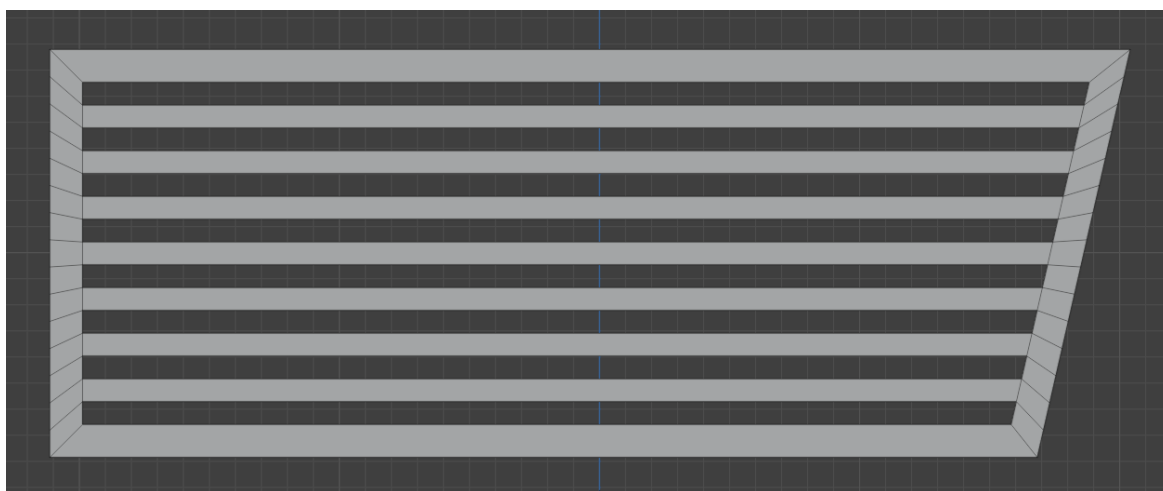


Рис. Д.36. Створення решітки

Наразі це плоский об'єкт, якому необхідно надати об'єму. Для цього за допомогою натискання **A** повністю виділяється меш та використовується операція видавлювання (Extrude) натисканням **E** на клавіатурі. Треба виконати цю дію за віссю **X** (рис. Д.37). За потреби можна перевірити та виправити напрямок поверхонь.

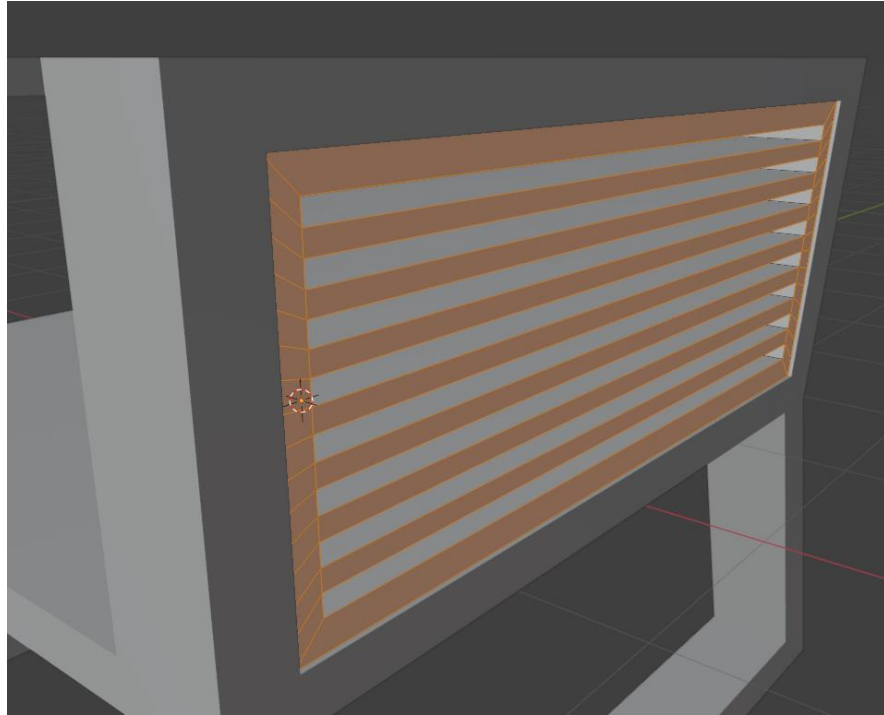


Рис. Д.37. Надання решітки об'єму видавлюванням

Для того, щоб створити другий такий об'єкт, варто задати йому симетрію за віссю **X** відносно каркасу стільця. У вікні налаштувань потрібно перейти до модифікаторів та, натиснувши «Add Modifier», за допомогою поля пошуку знайти модифікатор «Mirror». У полі «Axis» треба зазначити вісь **X** та у полі «Mirror Object» вказати каркас стільця (рис. Д.38).

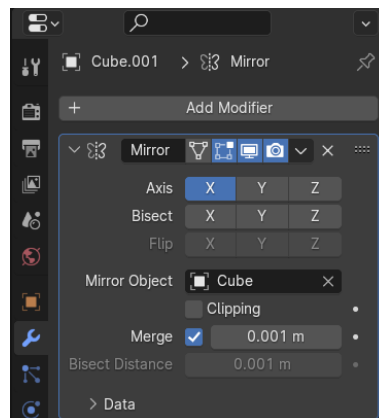


Рис. Д.38. Накладання модифікатору симетрії «Mirror»

На зображенні-референсі помітно, що кути каркасу стільця не ідеально гострі, оскільки вони відбивають світло. Аби досягти такого ж результату необхідно накласти на відповідні кути фаску «Bevel». Це можна зробити вручну, обираючи грані та використовуючи відповідну операцію за допомогою клавіш Ctrl + B.

Але доречним буде використання накладання фасок за допомогою модифікатора «Bevel». Для цього потрібно перейти на вигляд спереду та розрізати модель навпіл, видалити половину моделі, прибравши її вершини (рис. Д.39).

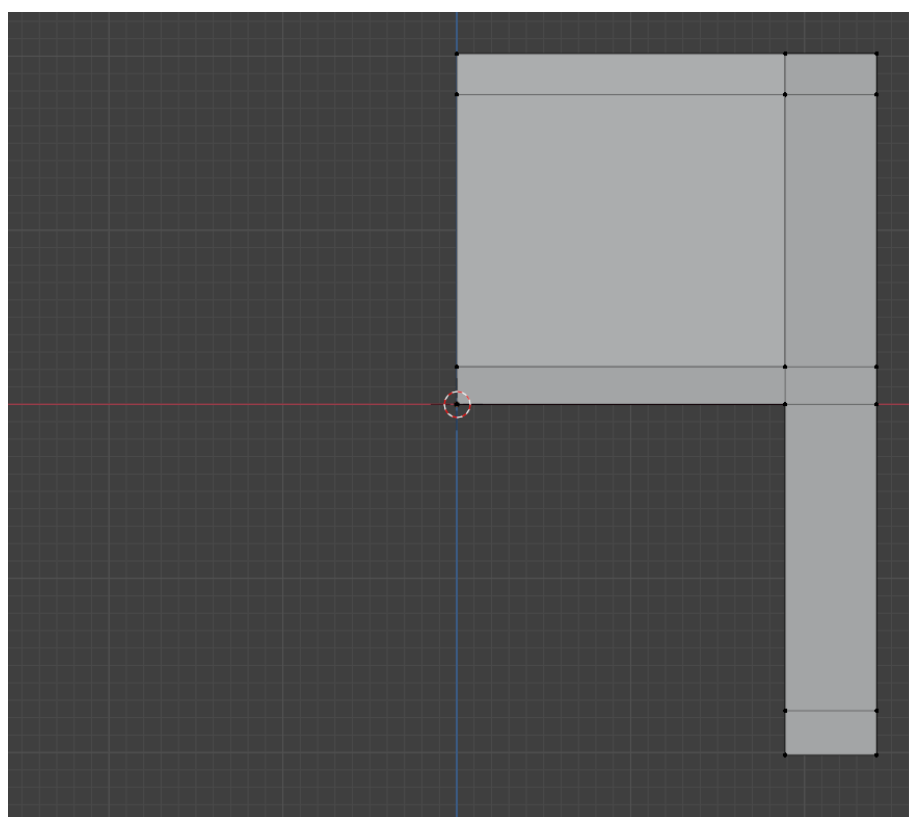


Рис. Д.39. Видалення половини моделі

Варто додати вже знайомий модифікатор «Mirror», відзначивши галочкою опцію «Clipping» оскільки вона з'єднує половини моделей.

Тепер необхідно обрати усі грані, які утворюють зовнішні кути (рис. Д.40).

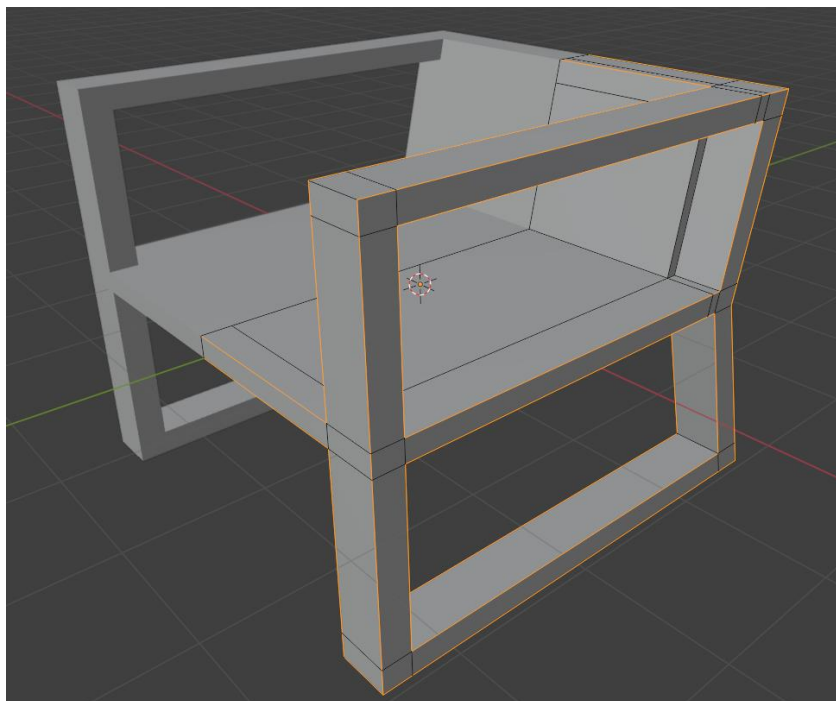


Рис. Д. 40. Грані, що утворюють зовнішні кути

Через натискання клавіші N можна викликати панель властивостей з правого боку вікна 3D вигляду. Треба знайти дані граней (Edges Data) та у полі «Mean Bevel Weight» задати значення 1 (рис. Д.41). Після цього усі виділені грані зафарбуються у блакитний колір.

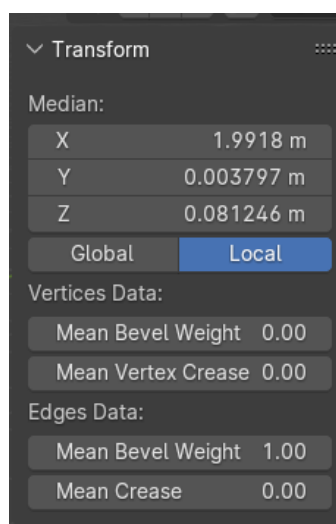


Рис. Д.41. Вікно властивостей об'єкту

Потрібно перейти до модифікаторів каркасу стільця, відшукати та додати модифікатор «Bevel». У полі «Limit Method» варто вказати «Weight», аби модифікатор накладався лише на позначені нами раніше грані. У полі

«Amount» можна задати розміри фасок, а у полі «Segments» кількість сегментів (рис. Д.42).

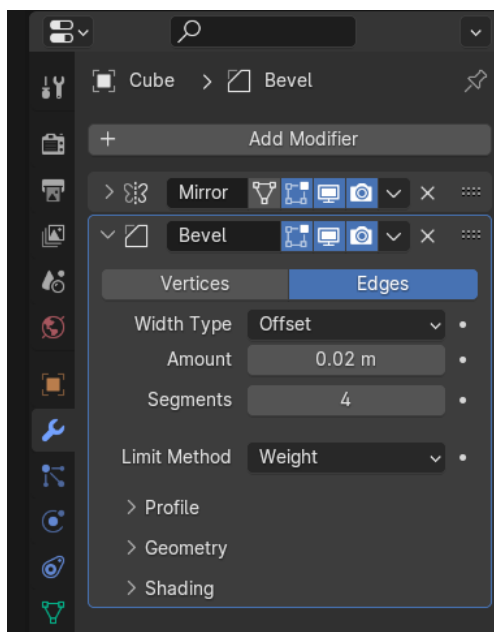


Рис. Д.42. Налаштування модифікатора «Bevel»

Аналогічно до каркасу стільця, позначаються грані решітки (рис. Д.43).

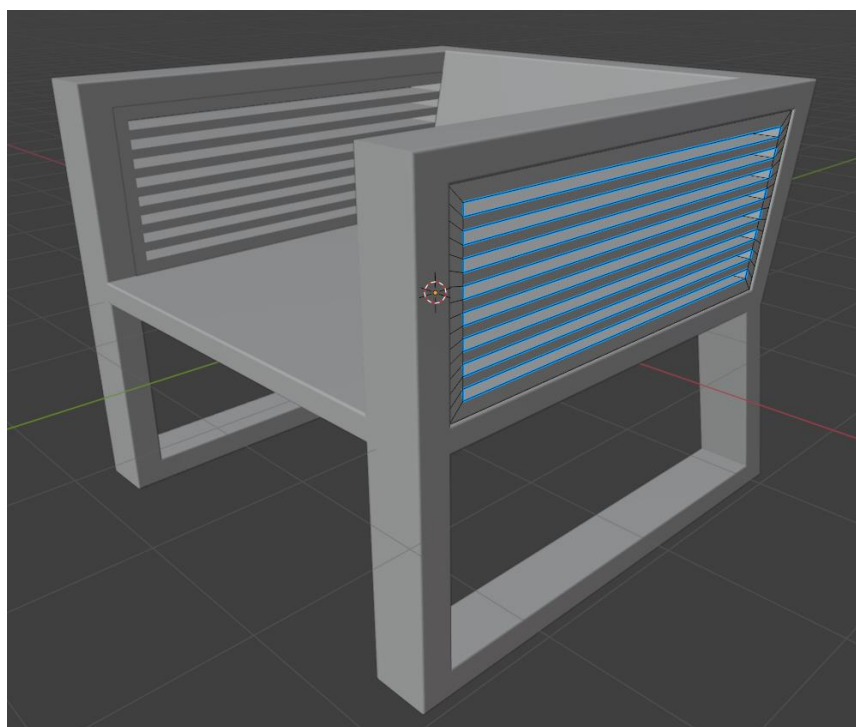


Рис. Д.43. Позначення кутів решітки підлокітників

Треба задати решітці модифікатор «Bevel» з аналогічними каркасу параметрами.



На референсі підлокітники стільця мають закруглену спереду форму. Цей кут для модифікатора раніше не позначався, оскільки задати йому закругленої форми необхідно вручну. Для цього варто обрати грань та, натиснувши **Ctrl + B**, заокруглити кут, встановивши обертанням колеса миші 4 сегменти (рис. Д.44).

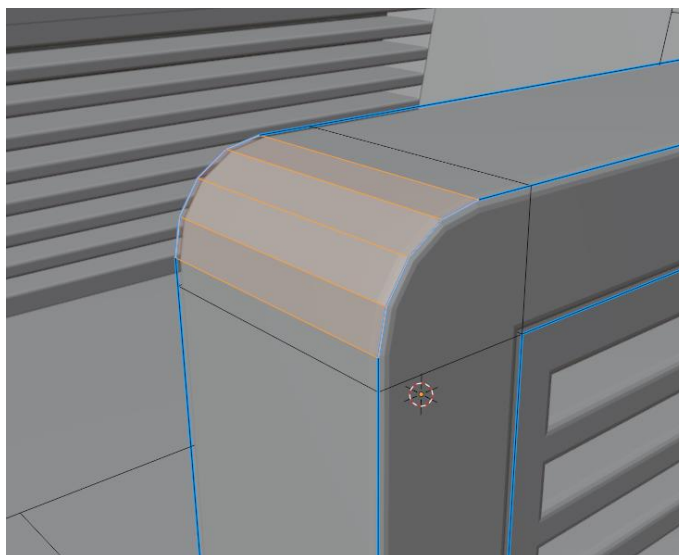


Рис. Д.44. Надання округлої форми підлокітникам стільця

Модифікатор «Mirror» вже можна застосувати, натиснувши галочку біля нього у відповідному вікні та обравши «Apply» (рис. Д.45).

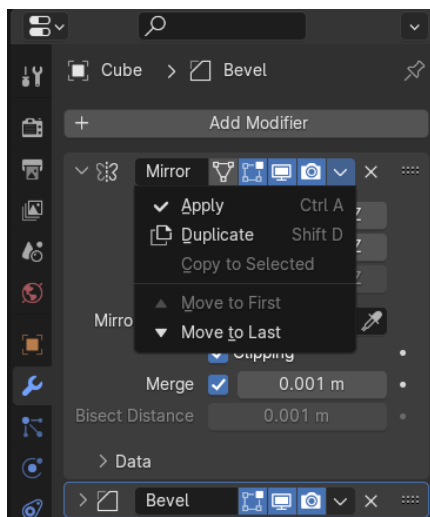


Рис. Д.45. Застосування модифікатора «Mirror»

Тепер потрібно видалити через **Dissolve** грані симетрії, які утворилися внаслідок створеного раніше розрізу (рис. Д.46).

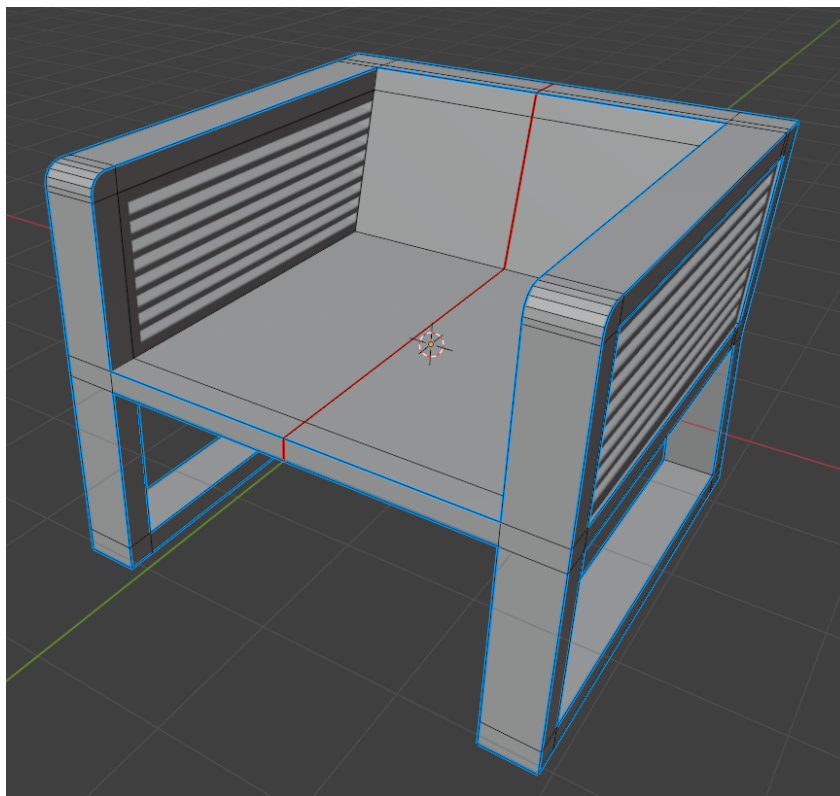


Рис. Д.46. Грані симетрії (позначені червоним)

Наразі необхідно натиснути Tab та перейти до режиму взаємодії з об'єктами. Потрібно обрати обидва, викликати контекстне меню та натиснути «Shade Auto Smooth». Тепер об'єкти моделі відображаються зі згладженими тупими кутами, що надає стільцю більш природнього вигляду (рис. Д.47).

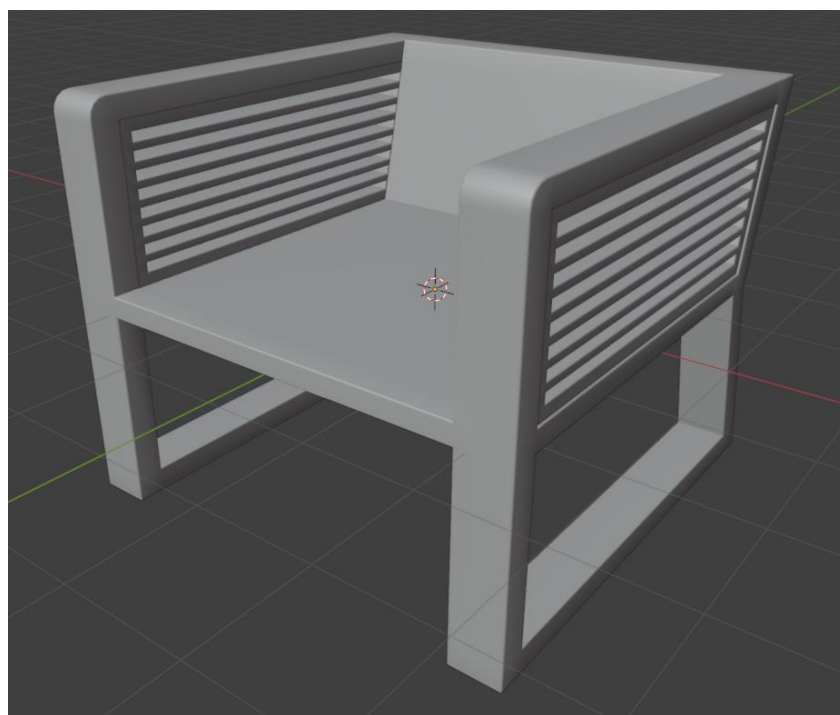


Рис. Д.47. Відображення моделі зі згладженими тупими кутами

Треба додати подушки згідно з референсом. Для цього варто обрати поверхню, на якій буде лежати подушка, натиснути Shift + S та зазначити «Cursor to Selected». Це перемістить 3D курсор (3D Cursor) до центру вибраної поверхні або поверхонь (рис. Д.48).

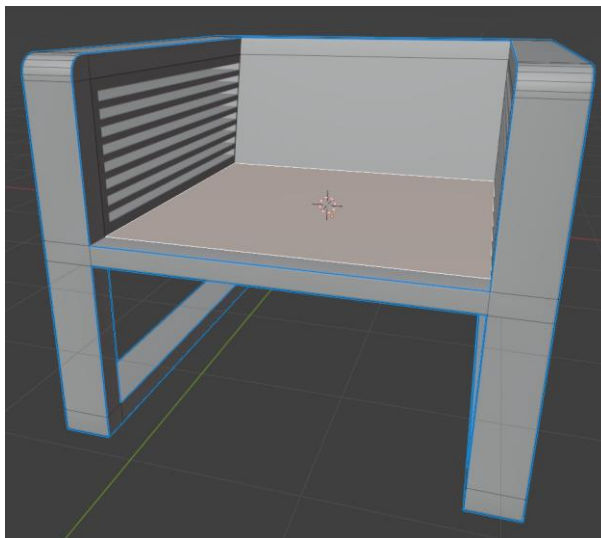


Рис. Д.48. Переміщення 3D курсору до виділеної поверхні

3D Cursor – точка, яка допомагає працювати з трансформацією об'єктів, оскільки до неї можна швидко перенести їх центри. Саме у 3D курсорі знаходяться центри нових об'єктів, що нам зараз і потрібно.

Необхідно перейти до Object Mode, натиснути Shift + A, у вкладці «Mesh» потрібно обрати «Cube» та додати його до сцени (рис. Д.49). Можна перемістити його до колекції з іншими мешами.

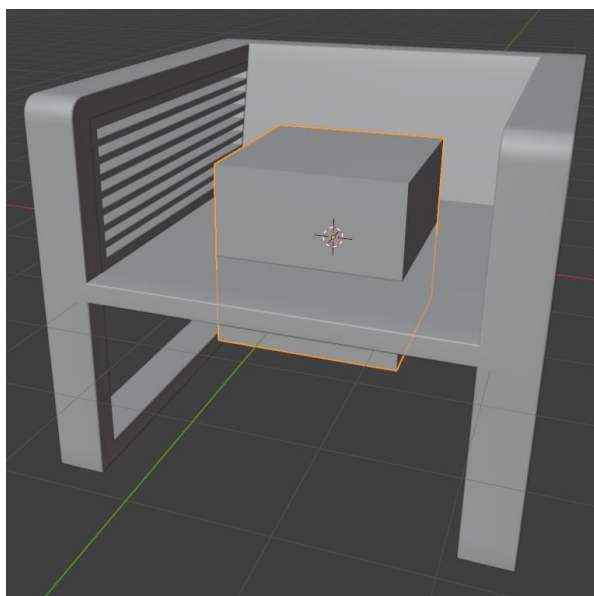


Рис. Д.49. Додання куба до сцени

Треба налаштувати параметри прив'язки об'єктів за поверхнями (рис. Д.50). Таким чином, при виконанні переміщенні, або інших трансформацій, за допомогою натискання клавіші Ctrl, активний об'єкт буде прив'язуватися своєю поверхнею до поверхні іншого.

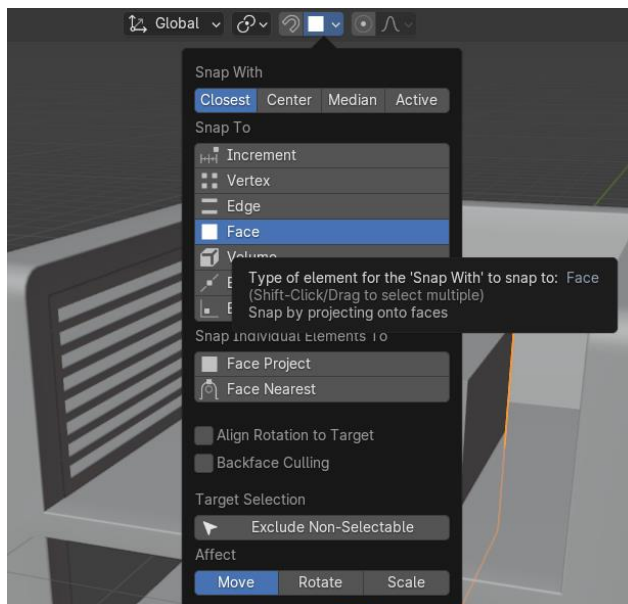


Рис. Д.50. Налаштування прив'язки об'єктів

Куб потрібно перемістити по осі Z, натиснувши клавішу G для виконання операції та клавіші Z у процесі. Для прив'язки, під час переміщення, треба затиснути клавішу Ctrl та навести курсор на необхідну поверхню (рис. Д.51).

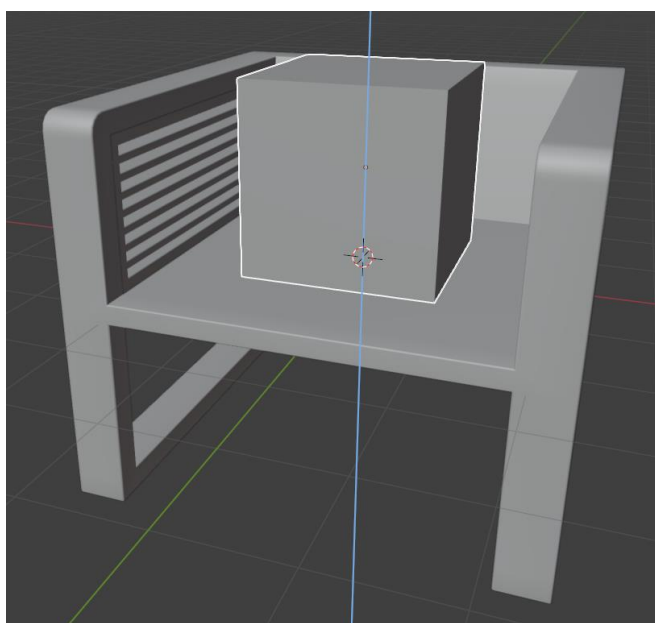


Рис. Д.51. Переміщення куба за допомогою прив'язки

Потрібно здійснити перехід до Edit Mode та налаштувати куб наступним чином (рис. Д.52), задавши йому геометричної форми подушки. Перемістити центр об'єкта до його поточної геометрії можна шляхом виділення об'єкта, викликання контекстного меню та обрання у вкладці «Set Origin» опції «Origin to Geometry».

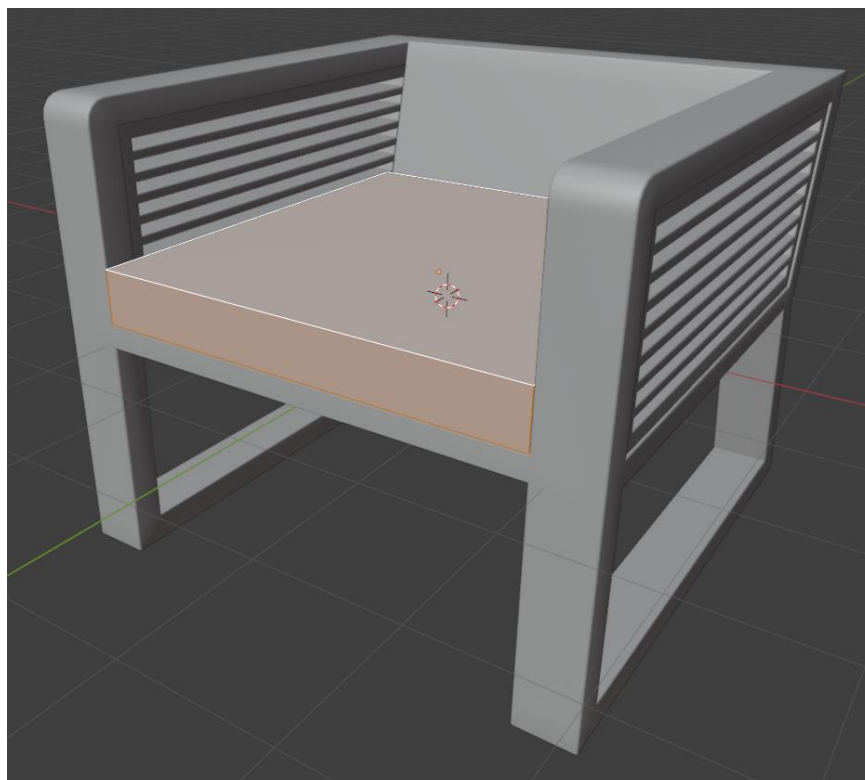


Рис. Д.52. Геометрична форма подушки

В Object Mode у вікні «Properties» потрібно відшукати та призначити об'єкту модифікатор «Subdivision Surface». У полях «Levels Viewport» та «Render» можна налаштувати силу модифікатора для вікна 3D вигляду та рендеру. Доречно не перевищувати значення 2.

Утворена після додання модифікатора форма є попередньою і стане дійсною лише після застосування модифікатора. До його застосування дійсна форма об'єкта відображається в Edit Mode (рис. Д.53), де її можна змінювати, впливаючи на попередню. Аналогічним чином у Blender працюють усі модифікатори, які впливають на форму.

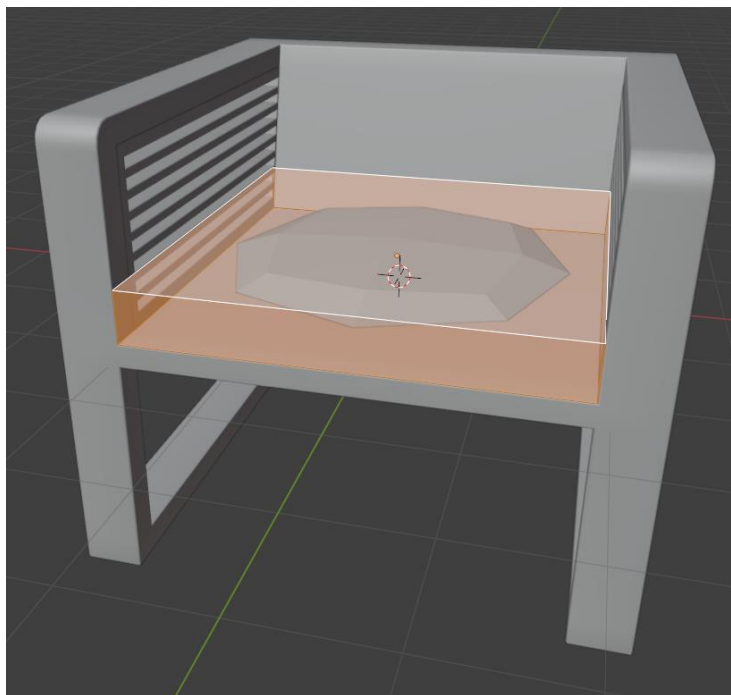


Рис. Д.53. Попередня та дійсна форма об'єкта з модифікатором «Subdivision Surface»

Модифікатор «Subdivision Surface» працює таким чином, що підрозділяє усю геометрію об'єкта (враховуючи кути) та змінює його форму, пом'якшуючи її. Аби уникнути пом'якшення там, де воно не потрібно, необхідно додати грані жорсткості та розмістити їх таким чином, щоб отримати потрібну форму (рис. Д.54), якою є подушка у нашому випадку.

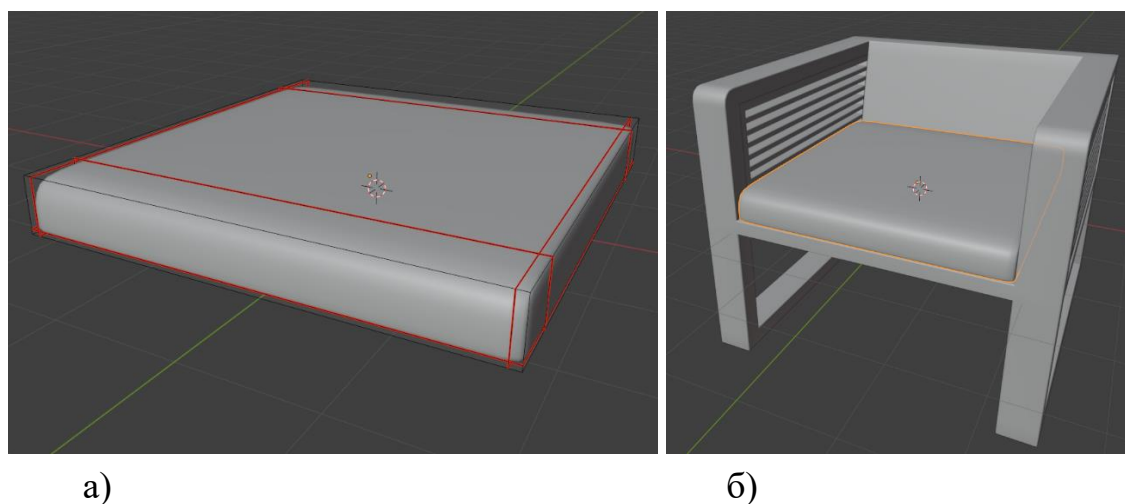


Рис. Д.54. Модель подушки з модифікатором «Subdivision Surface»: а – розташування граней; б – форма моделі

Створену подушку потрібно продублювати та розташувати її перпендикулярно першій (рис. Д.55).

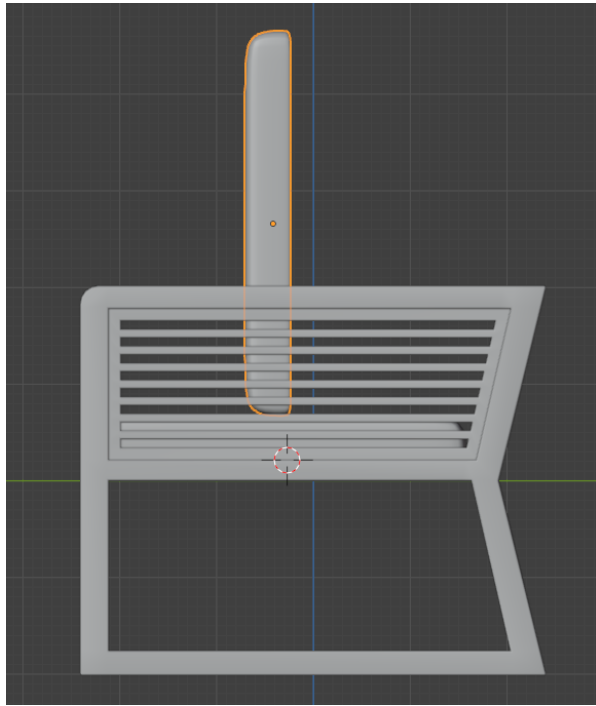


Рис. Д.55. Дубльована подушка на вигляді збоку

Варто обрати верхні поверхні з гранями та змінити висоту подушки, пересуваючи обрані елементи за віссю Z вниз на 1,3 м (рис. Д.56).

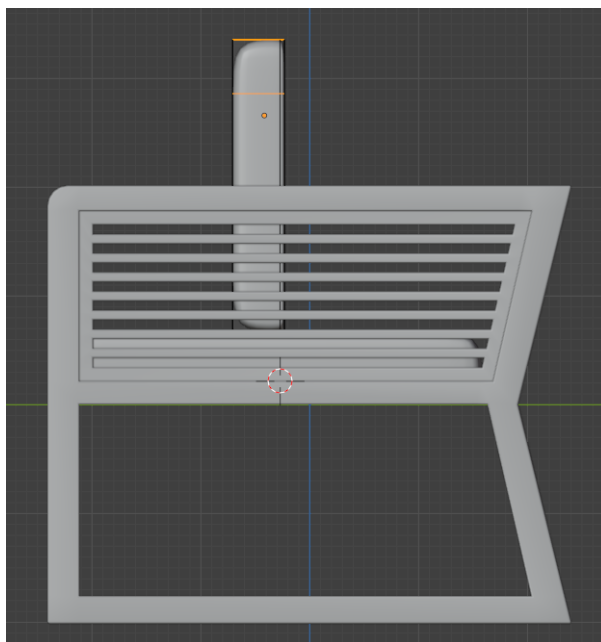


Рис. Д.56. Зміна висоти подушки

Друга подушка призначена для спинки, тому необхідно розташувати її належним чином (рис. Д.58), використовуючи вигляд збоку та операції переміщення за віссю Y та обертання з віссю X.

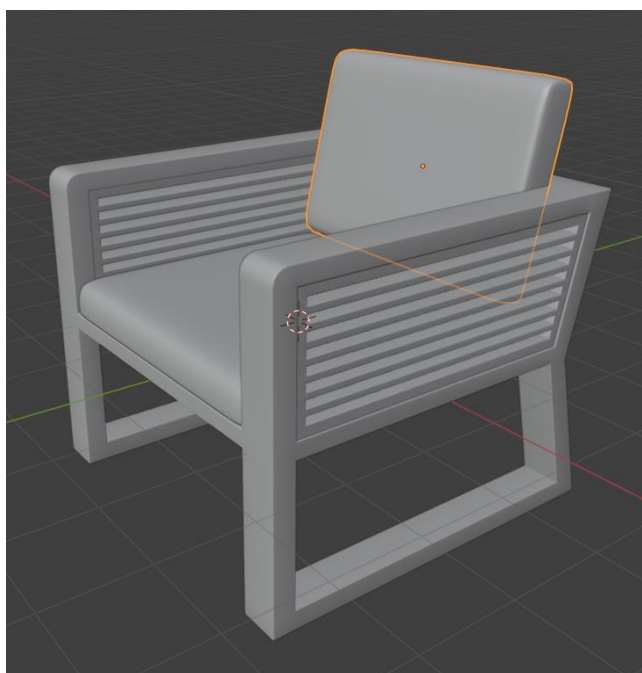


Рис. Д.58. Розташування другої подушки

Тепер можна дати назву об'єктам, що складають модель стільця в колекції (рис. Д.59). Технічні референси більше не потрібні, їх можна видалити.

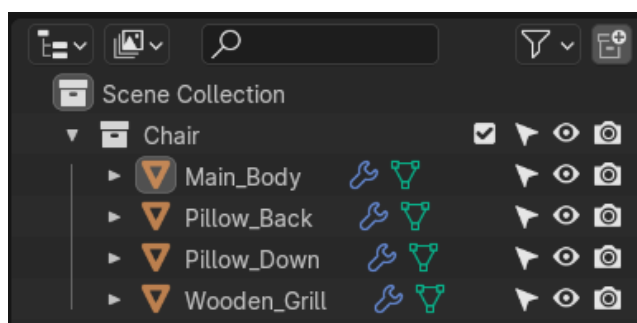


Рис. Д.59. Список об'єктів моделі стільця

Таким чином, об'єктам надані наступні назви:

1. Каркасу стільця – «Main\_Body».
2. Дерев'яній решітці – «Wooden\_Grill».
3. Подушці для сидіння – «Pillow\_Down».
4. Подушці для спинки – «Pillow\_Back».

Перед початком задання матеріалів та текстур треба здійснити UV-розгортку об'єктів. Для цього застосовуємо надані модифікатори усім об'єктам, починаючи за порядком їх надання. Тобто, першим застосовується



модифікатор об'єкта, який був наданий йому вперше, або ж перший за списком.

Для задання об'єктам текстур, їм необхідно надати UV-мапу. *UV-мапа* – це двовимірне зображення з даними, яке використовується у комп'ютерній графіці для текстуровання поверхонь тривимірних моделей. Візуально UV-мапа виглядає як розгорнута та розрізана на частини модель, з чого отримав свою назву процес створення мапи – *UV-розгортка*.

Каркасу стільця та решіткам можна надати UV-мапу, застосувавши автоматичну UV-розгортку, оскільки ці об'єкти мають складну форму, а надані їм надалі матеріали візуально не постраждають від створеної автоматично UV-мапи.

Аби автоматично провести UV-розгортку об'єкта, треба обрати його в Object Mode, перейти до Edit Mode, виділити усі елементи об'єкта, натиснути U та обрати опцію «Smart UV-Project». У вікні автоматичної розгортки треба задати значення 0,01 у полі «Island Margin» та натиснути «ОК» (рис. Д.60).

Перейти до перегляду та редагування UV-розгортки можна, натиснувши вкладку «UV Editing» серед вкладок, які знаходяться зверху вікна 3D Вигляду.

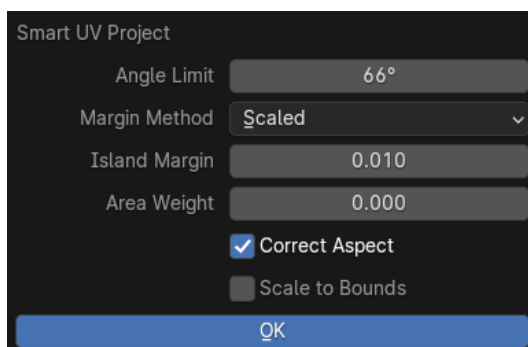


Рис. Д.60. Вікно налаштувань автоматичної UV-розгортки

Оскільки матеріалом подушок є тканина, автоматичне надання їм UV-мапи є помилкою, бо тоді накладена на ці об'єкти текстура буде виглядати рваною. Аби здійснити UV-розгортку вручну треба обрати подушку та у Edit Mode виділити грані, за якими буде здійснюватися розгортка (рис. Д.61), натиснути U та обрати опцію «Mark Seam». Після цього грані зафарбуються у

червоний колір, сигналізуючи, що при створенні UV-мапи, модель буде розрізана за ними та відповідно розгорнута.

*Зауважте! Процес UV-розгортки схожий на розрізання та розгортання фігури з паперу або іншого плоского матеріалу. Керуючись цим, можна полішити собі роботу.*

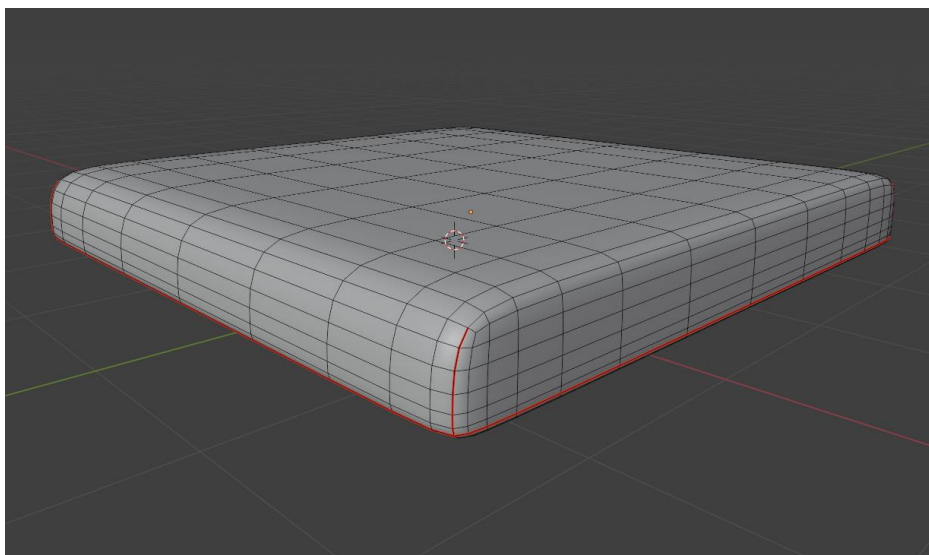


Рис. Д.61. Позначення граней для створення UV-мапи

Далі необхідно видалити стартову UV-мапу, яка надається об'єкту при його створенні і яка втрачає свою актуальність у процесі його трансформації. Для видалення UV-мапи треба, за умови виділення усіх структурних елементів об'єкта, натиснути U та в меню, що з'являється після натискання кнопки, обрати опцію «Reset». Для створення UV-мапи у цьому ж меню є опція «Unwrap».

Після цього у вкладці «UV Editing» буде створено UV-мапу активного об'єкта (рис. Д.62). Аналогічним чином варто здійснити UV-розгортку другої подушки.

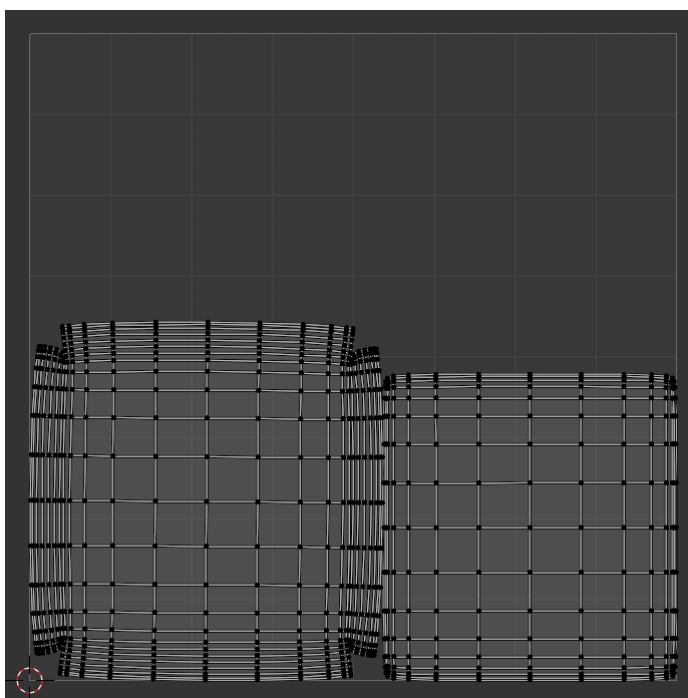


Рис. Д.62. UV-мапа подушки

На цьому етапі можна переходити до створення матеріалів для об'єктів. Цим матеріалам потім будуть призначені відповідні текстури. Для роботи з матеріалами об'єкта треба вибрати його в Object Mode та перейти до вкладки «Materials» у вікні налаштувань. Треба видалити стандартний матеріал під назвою «Material», натиснувши кнопку з позначкою «-» праворуч від нього (рис. Д.63).

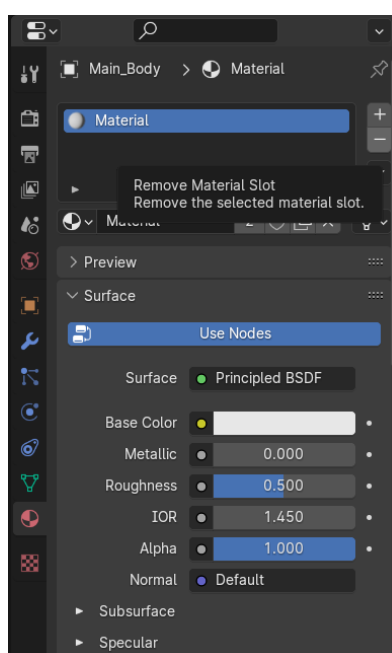


Рис. Д.63. Видалення матеріалу об'єкта

Потрібно додати новий слот для матеріалу, натиснувши кнопку з позначкою «+» та створити новий матеріал, натиснувши кнопку «New». Для зручної орієнтації у матеріалах, варто дати йому назву. Оскільки на референсі важко визначити, з чого зроблений стілець, можна дати матеріалу назву «Black\_Material» (рис. Д.64).

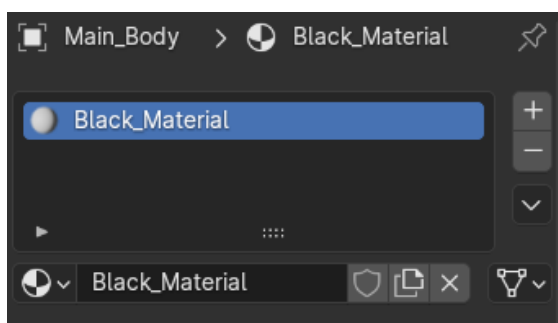


Рис. Д.64. Створений матеріал

Аналогічним чином створюються матеріали для інших об'єктів, з яких складається модель стільця.

Тепер необхідно перейти до роботи з шейдерами та текстурами, натиснувши вкладку «Shading» нагорі вікна 3D вигляду. У цьому режимі роботи знизу з'являється вікно шейдерів (рис. Д.65), у якому відображаються налаштування матеріалів обраного у вікні 3D вигляду об'єкту. У самому ж вікні модель тепер відображається з заданими їм матеріалами.

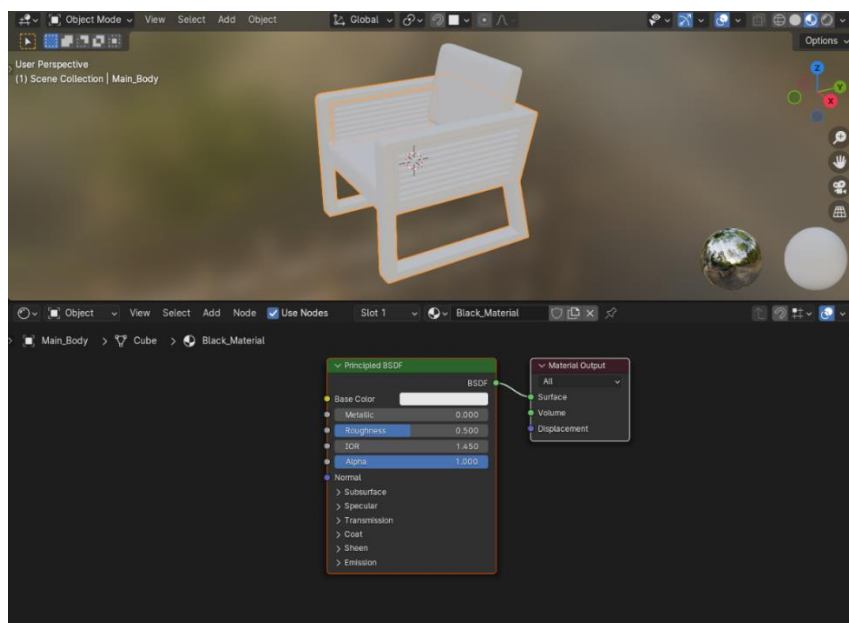


Рис. Д.65. Налаштування матеріалів у Blender

Потрібно обрати шейдер «Principled BSDF», який є головною складовою матеріалу, та натиснути Ctrl + Shift + T для того, аби швидко додати текстури. У вікні варто обрати файли формату PNG з позначками «Color», «NormalDX», «Roughness» у назвах та натиснути «Principled Texture Set» (рис. Д.66). Відповідні текстури можна завантажити з онлайн порталу AmbientCG, доступному за посиланням: <https://ambientcg.com>. Важливо не завантажувати текстури великого розміру, наприклад 4К та 8к. Значення 1К та 2К цілком достатньо у нашому випадку.

*Зауважте!* На рисунку додатково обране зображення з позначкою «Metalness», оскільки завантажена нами з порталу текстура, яка, на нашу думку, схожа на оригінальний матеріал стільця, відображає метал.

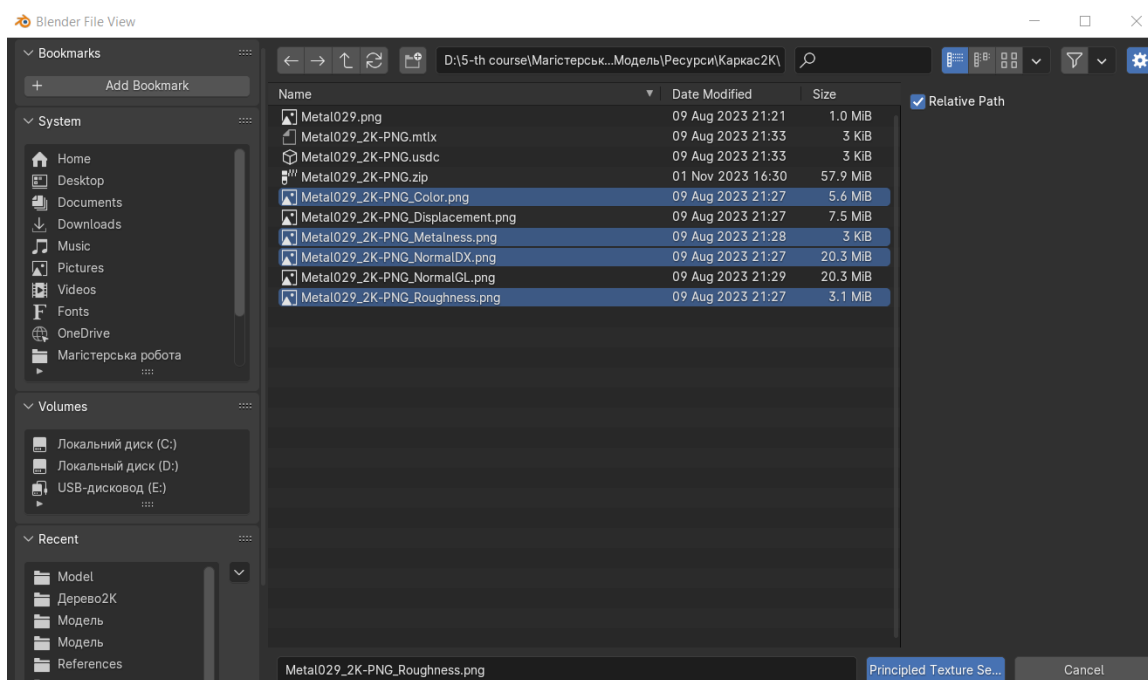


Рис. Д.66. Надання матеріалу текстур

Після цього до шейдеру доєднуються обрані текстури (рис. Д.67).

*Зауважте!* Регулюючи параметри «Strength» та «Distance» об'єкта «Wind» можна налаштовувати текстуру поверхні матеріалу.

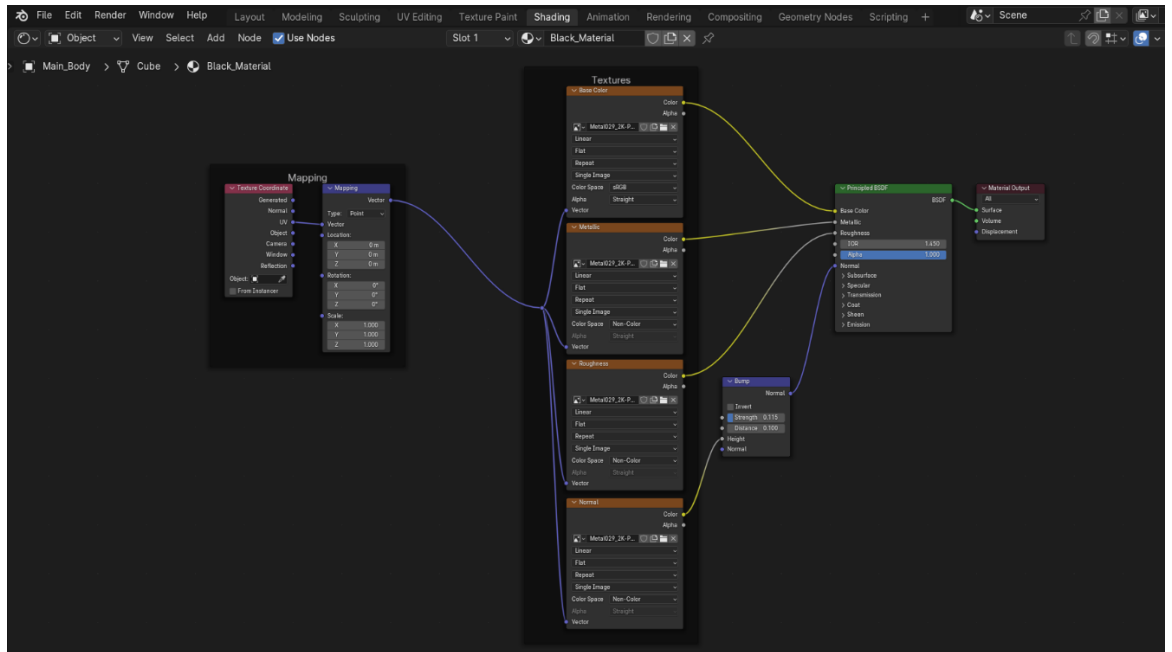


Рис. Д.67. Задані матеріалу каркаса стільця текстури  
Сам стілець після додання текстур змінить свій вигляд (рис. Д.68).

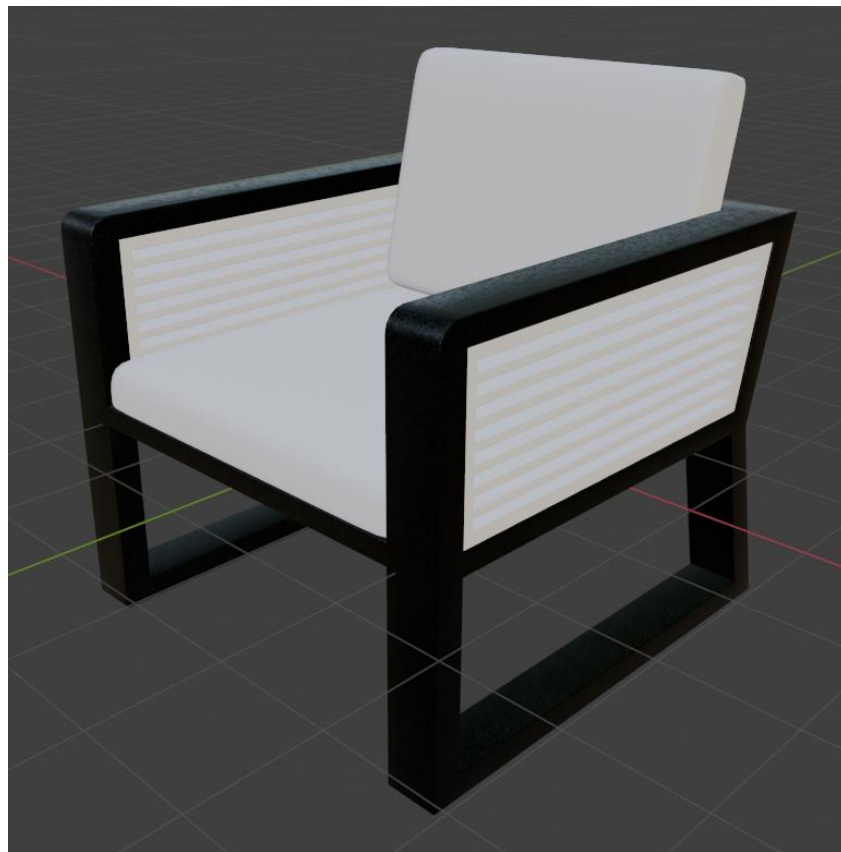


Рис. Д.68. Стілець з налаштованим матеріалом каркасу

Таким чином задаються текстури іншим створеним матеріалам та, у результаті, отримується майже готову модель виробу (рис. Д.69), яку можна експортувати до Unity, інтегрувавши її у додаток.



Рис. Д.69. Модель стільця з налаштованими матеріалами

Для подальшої інтеграції до Unity необхідно, аби центри усіх об'єктів, з яких складається стілець, збігалися в одній точці. При цьому центр каркасу стільця має належати початку осей координат і знаходитися у найнижчій центральній точці габаритів моделі (рис. Д.70). Налаштувати усе таким чином можна за допомогою прив'язки об'єктів та переміщення центрів до 3D курсора. Таке розташування об'єктів та їх центрів необхідне для коректного розміщення та масштабування моделі в Unity Editor.

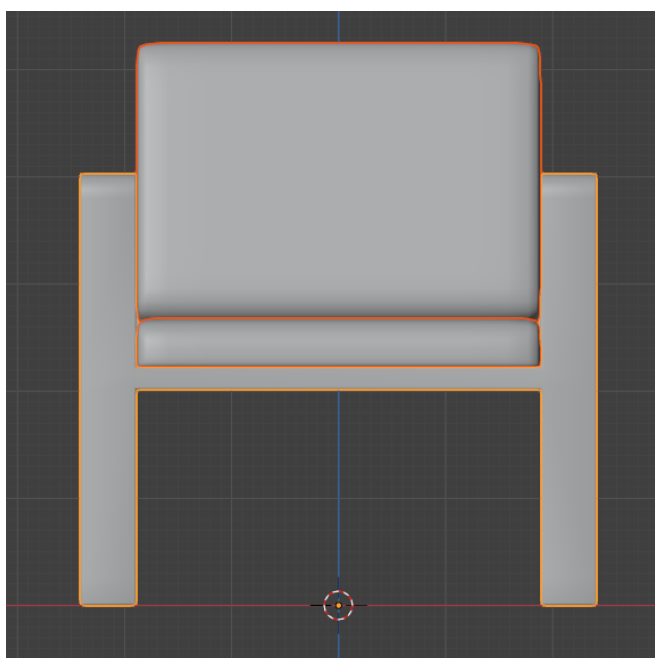


Рис. Д.70. Розташування моделі відносно початку осей координат

Далі моделі потрібно змінити розміри, масштабуючи усі її об'єкти. Орієнтуватися у розмірах можна за допомогою панелі, що викликається клавішею N. Дані про об'єкти в панелі відображаються у вкладці «Item». Після зміни розмірів, необхідно їх прийняти, натиснувши Ctrl + A та обравши «Scale».

З метою створення маркеру доповненої реальності для додатку можна зробити рендер зображення моделі. Для цього потрібно додати до сцени камеру, натиснувши Shift + A в Object Mode та обравши «Camera» у меню.

Після додання камери варто натиснути клавішу Num0 та перейти до вигляду з камери. Натиснувши N, можна викликати панель, у якій є можливість прив'язати камеру до загального вигляду, поставивши галочку напроти «Align Camera to View» у вкладці «View» (рис. Д.71). Таким чином можна зручно налаштувати ракурс камери для подальшого рендеру зображення.

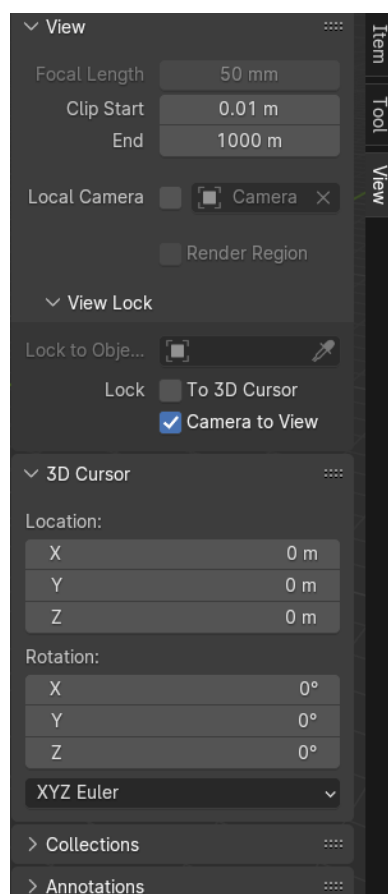


Рис. Д.71. Прив'язка камери до загального вигляду



За замовчуванням, формат камери налаштований на Full HD, тобто значення її висоти та ширини складають 1920 та 1080 відповідно. Для зображення маркеру буде достатньо значень 800 x 800. Змінити їх можна у вкладці «Output» вікна налаштувань (рис. Д.72).

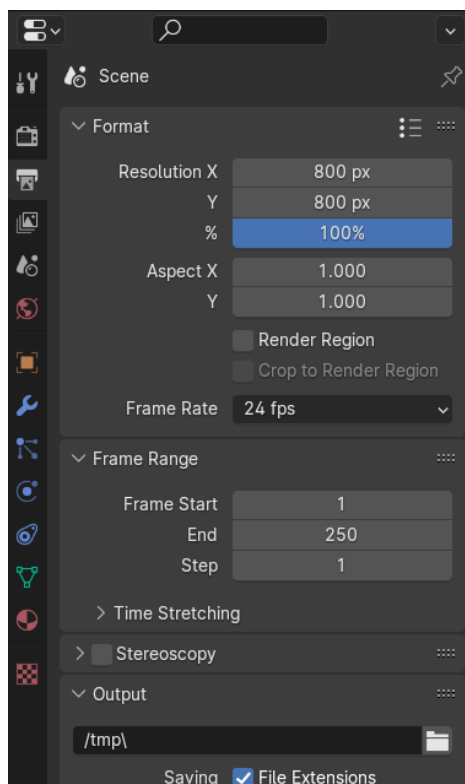


Рис. Д.72. Налаштування розмірів відображення камери

Після цього варто перейти до вікна шейдерів та у лівому верхньому боці в якості об'єкта роботи, замість моделі, обрати усю сцену (рис. Д.73).

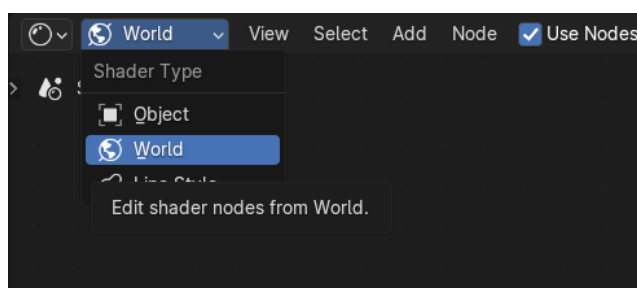


Рис. Д.73. Зміна об'єкта роботи вікна «Shader Editor»

У вікні налаштувань необхідно перейти до вкладки «World» та у полі «Color» зазначити «Environment Texture» (рис. Д.74). Таким чином, до проєкту можна додати HDRI зображення у якості оточення сцени та налаштування.

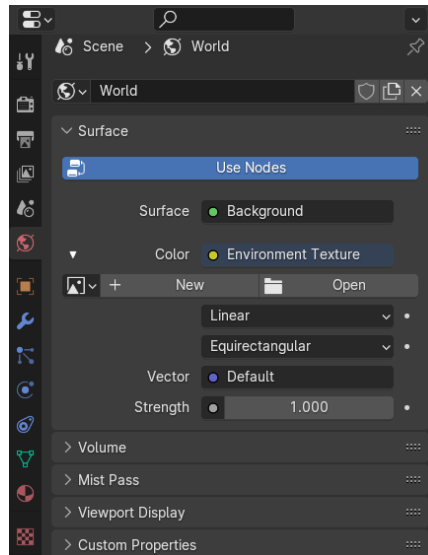


Рис. Д.74. Налаштування оточення сцени

У вікні «Shader Editor» має з'явитися місце, призначене для текстури оточення. Сюди треба помістити HDRІ зображення, які можна знайти в інтернеті. Але цього разу можна обмежитися стандартними зображеннями Blender.

Потрібно натиснути кнопку «Open», яка знаходиться в об'єкті «Environment Texture», позначеному коричневим кольором (рис. Д.75). Потрібне зображення формату EXR знаходиться у кореневій папці Blender, яка у кожного користувача програмою може відрізнятись. Наприклад, у нашому випадку шлях до зображення виглядає наступним чином: *D:\SteamLibrary\common\Blender\4.0\datafiles\studiolights\world\forest.exr*.

Необхідно відшукати зображення, обрати його та додати, натиснувши «Open Image». Налаштувати потужність освітлення можна, змінюючи значення «Strength», об'єкта «Background», який позначений зеленим кольором.

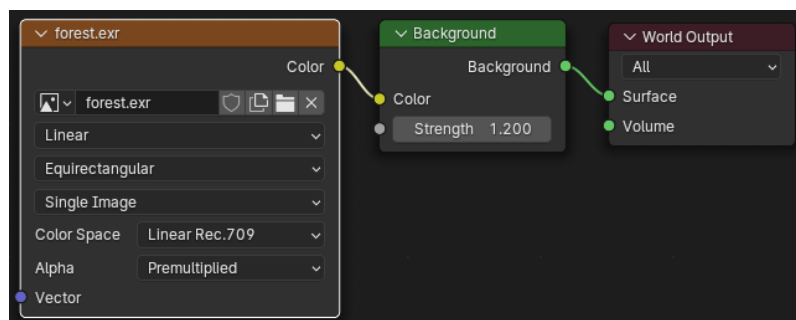


Рис. Д.75. Додання текстури оточення

Нагорі треба знайти та натиснути вкладку «Layout», повернувшись таким чином до вікна 3D вигляду. У правому верхньому боці варто змінити режим відображення на рендер (рис. Д.76).



Рис. Д.76. Режими відображення вікна 3D вигляду в Blender

Використовуючи вигляд з камери та опцію «Camera to View», потрібно налаштувати привабливий ракурс (рис. Д.77).



Рис. Д.77. Рис. Налаштування ракурсу камери

Аби покращити майбутнє зображення рендеру, необхідно перейти до його налаштувань (рис. Д.78).

Blender має два графічних рушія для рендеру: Eevee та Cycles. Перший пропонує баланс між якістю картинки та швидкодією, а другий, забезпечуючи найбільш якісне та реалістичне зображення, потребує від комп'ютера значну кількість обчислювальної потужності та займає більше часу. Обрати рушій рендеру можна у полі «Render Engine»

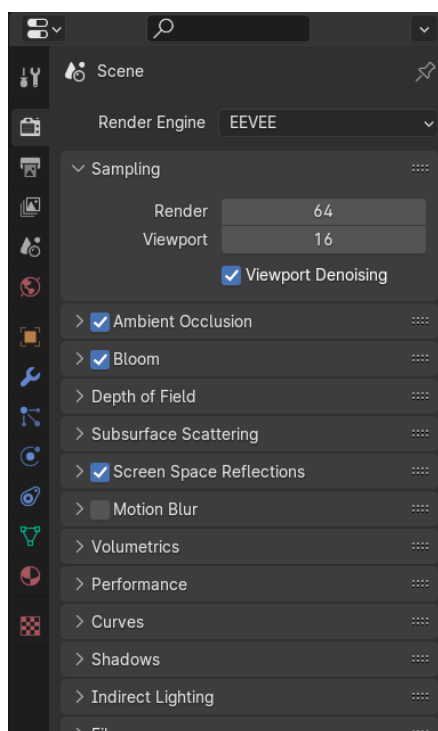


Рис. Д.78. Налаштування рендеру

Після обрання типу рендеру треба налаштувати його. Якщо був обраний Eevee, то у налаштуваннях вмикаються наступні опції: «Ambient Occlusion», «Bloom», «Screen Space Reflections». Вони надають зображенню різноманітних ефектів, збільшуючи загальну якість зображення. Далі потрібно відшукати налаштування кольору «Color Management» та у полі «Look» зазначити «Medium High Contrast» з метою насичення кольорів.

Якщо на меті мається застосування зображення після рендеру для створення AR маркеру, то бажано прибрати фон у вигляді HDRI зображення у вкладці «Film», поставивши галочку напроти «Transparent».

Деталізацію рендеру можна налаштувати, змінюючи значення поля «Render» вкладки «Sampling».

Після усіх налаштувань рендеру (рис. Д.79) варто натиснути клавішу F12 та почати процес. Створивши зображення, варто натиснути «Image» у лівому верхньому боці вікна рендеру, обрати «Save As» у списку та зберегти зображення. Створене зображення можна обробити у будь-якому графічному редакторі та створити маркер.

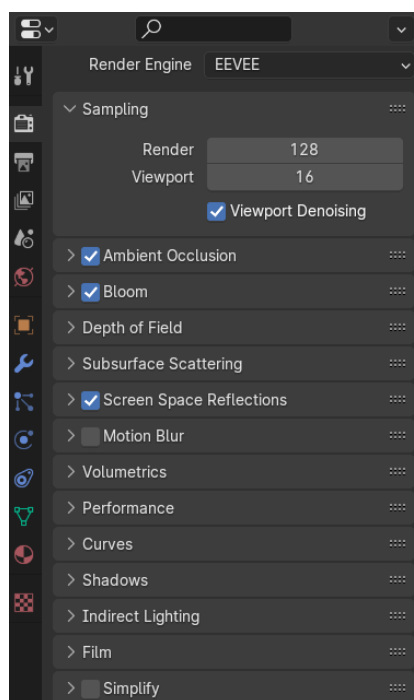


Рис. Д.79. Налаштування рендеру Eevee

Варто зазначити, що зображення рушія Eevee цілком задовольняє наші потреби. Але корисно також розглянути налаштування рушія Cycles. У випадку його обрання потрібно лише зазначити насичення кольору та прибрати фон, як це робилося у налаштуванні Eevee. Налаштувати деталізацію рендеру можна у вкладці «Render», змінюючи значення «Max Samples». Важливо уникати значень, більше, ніж 4096.

Після створення зображення (рис. Д.80) можна здійснювати експорт моделі у форматі FBX, аби потім додати її у якості ассету до Unity Editor.



Рис. Д.80. Створене у процесі рендеру зображення

Для цього треба обрати та видалити об'єкт «Camera» зі сцени. Натиснувши «File», потрібно обрати «Export» та зазначити формат FBX (рис. Д.81).

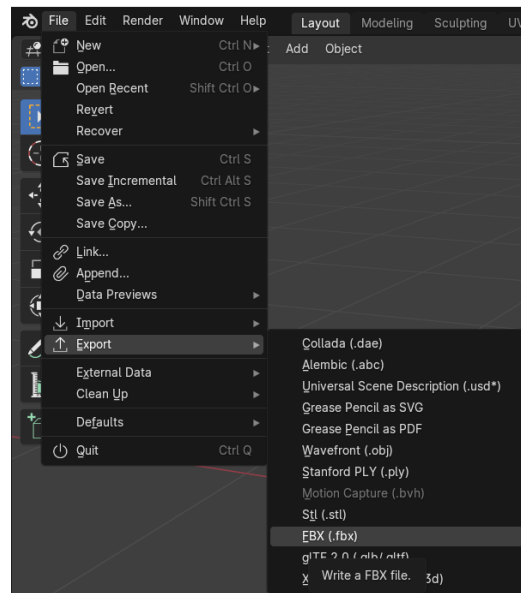


Рис. Г.81. Експорт моделі

У вікні (рис. Д.82) варто визначити, куди зберегти FBX файл, важливо дати йому назву літерами англійського алфавіту. Після цього потрібно поставити галочку напроти «Apply Transform» та зберегти файл, натиснувши «Export FBX».

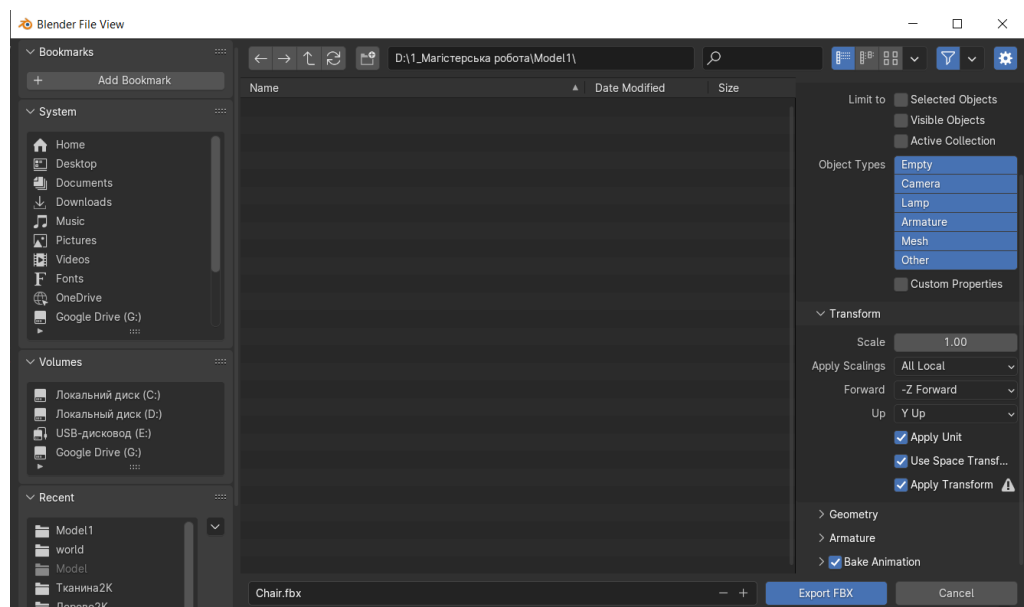


Рис. Д.82. Налаштування експорту файлу

На цьому створення моделі завершено, можна розпочинати її інтеграцію до застосунку в Unity Editor.

## Інструкція з інтеграції моделі до застосунку

Треба додати створене зображення до бази даних маркерів Vuforia. Для цього необхідно перейти на сайт, зайти до розділу «Develop» та обрати «Target Manager» (рис. Ж.1).

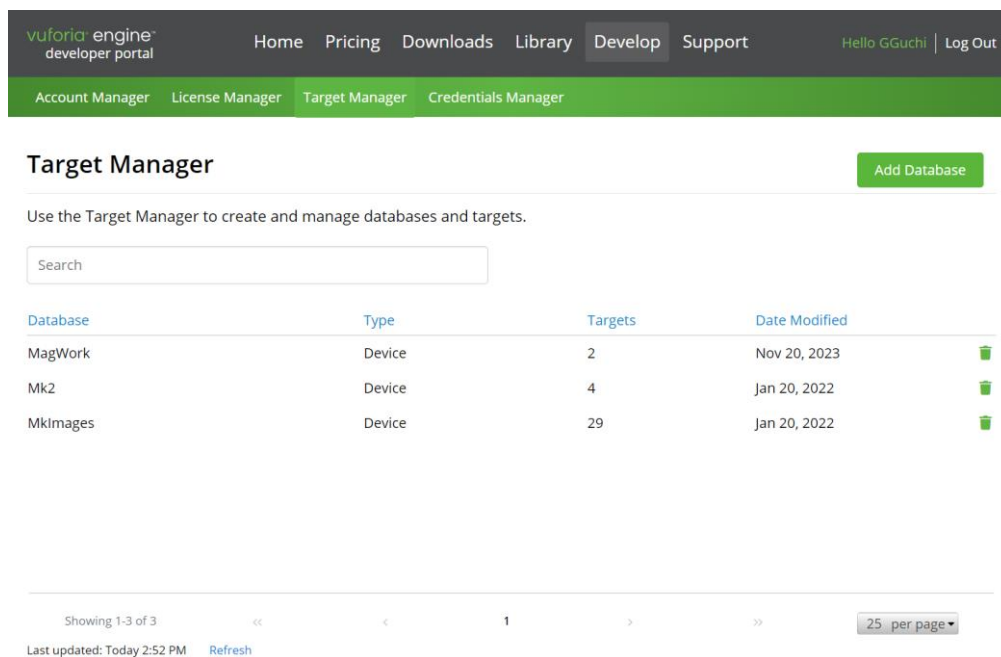


Рис. Ж.1. Бази даних маркерів Vuforia

Аби створити базу даних, варто натиснути «Add Database», задати ім'я, обрати тип бази «Device» та натиснути «Create» (рис. Ж.2).

Рис. Ж.2. Створення бази даних

Задля додання зображення треба перейти до створеної бази даних, обравши її у відповідному списку. Натиснувши «Add Target», у вікні (рис. Ж.3)

варто обрати тип маркеру «Image», у полі нижче вказати шлях до зображення на комп'ютері, значення Width вказуємо до 50, у полі «Name» зазначити ім'я маркеру, натиснути «Add».

Рис. Ж.3. Додання зображення до бази даних маркерів

Система Vuforia обробляє зображення та додає його до бази маркерів, яку можна завантажити та інтегрувати до застосунку, що і потрібно зробити, натиснувши «Download Database» та обравши Unity Editor у вікні.

**Зауважте!** Vuforia оцінює зображення у базі даних та надає ним оцінку за п'ятибальною шкалою, залежно від якості маркування. Якщо оцінка складає значення, нижче 3, то застосунку буде важко розпізнавати зображення. Доречним буде відредагувати його, зробивши виразніше, та перезавантажити до бази даних.

Тепер потрібно зайти до Unity Hub та відкрити проєкт. Після того, як буде запущено Unity Editor з проєктом, варто відкрити завантажений файл бази даних та імпортувати його до Unity, натиснувши «Import» (рис. Ж.4).



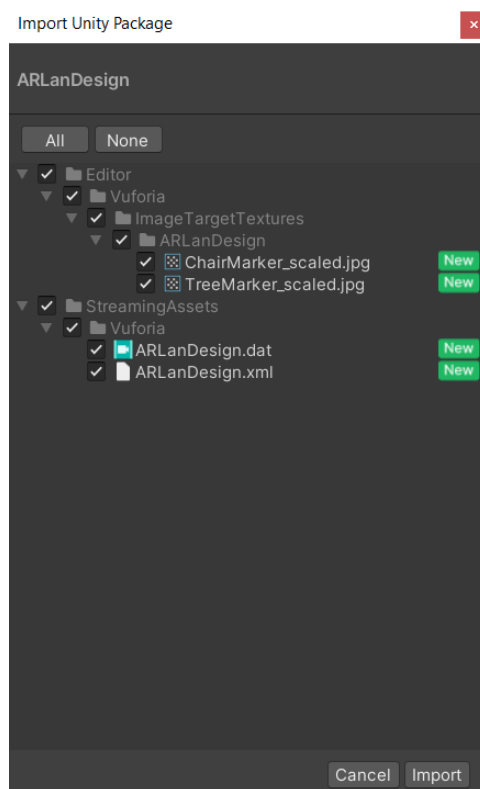


Рис. Ж.4. Імпорт бази даних до проекту в Unity Editor

У папці «Assets» потрібно створити папку «Model», до якої варто перемістити побудовану модель формату FBX та усі текстури, які вона використовує у якості матеріалів (рис. Ж.5).

Локальний диск (D:) > UnityProjects > ARLandesignProject > Assets > Model

Ім'я	Дата	Тип	Розмір	Теги
Chair	04.11.2023 14:09	3D Object	336 КБ	
Fabric039_2K-PNG_...	16.08.2023 4:01	Файл PNG	2 664 КБ	
Fabric039_2K-PNG_...	16.08.2023 3:57	Файл PNG	24 099 КБ	
Fabric039_2K-PNG_...	16.08.2023 3:58	Файл PNG	2 639 КБ	
Fabric071_2K-PNG_...	13.08.2023 18:38	Файл PNG	4 814 КБ	
Fabric071_2K-PNG_...	13.08.2023 18:38	Файл PNG	16 382 КБ	
Fabric071_2K-PNG_...	13.08.2023 18:40	Файл PNG	1 681 КБ	
Metal029_2K-PNG_...	09.08.2023 21:27	Файл PNG	5 767 КБ	
Metal029_2K-PNG_...	09.08.2023 21:28	Файл PNG	3 КБ	
Metal029_2K-PNG_...	09.08.2023 21:27	Файл PNG	20 831 КБ	
Metal029_2K-PNG_...	09.08.2023 21:27	Файл PNG	3 169 КБ	
Wood058_2K-PNG_...	14.08.2023 6:41	Файл PNG	5 789 КБ	
Wood058_2K-PNG_...	14.08.2023 6:39	Файл PNG	20 876 КБ	
Wood058_2K-PNG_...	14.08.2023 6:39	Файл PNG	2 004 КБ	

Рис. Ж.5. Файли-асети проекту

Необхідно викликати контекстне меню у вікні «Hierarchy» та у списку «Vuforia Engine» обрати «Image Target» (рис. Ж.6)

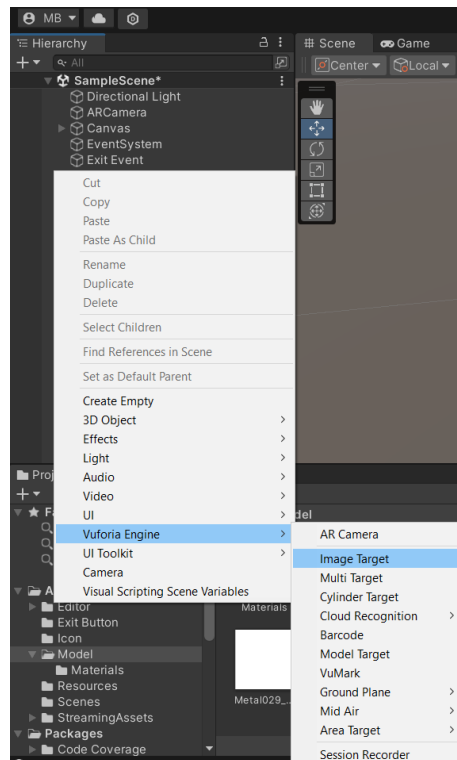


Рис. Ж.6. Додання маркеру до проекту

Обравши доданий об'єкт, у вікні «Inspector» в полі «Type» треба зазначити «From Database». У полях нижче потрібно обрати створену базу даних та необхідне зображення (рис. Ж.7). У вікні «Hierarchy» доречним буде дати ім'я маркеру відповідно до зображення та моделі, яка до нього буде прив'язана. У полі нижче необхідно виставити «Tracked» для коректного відображення моделі.

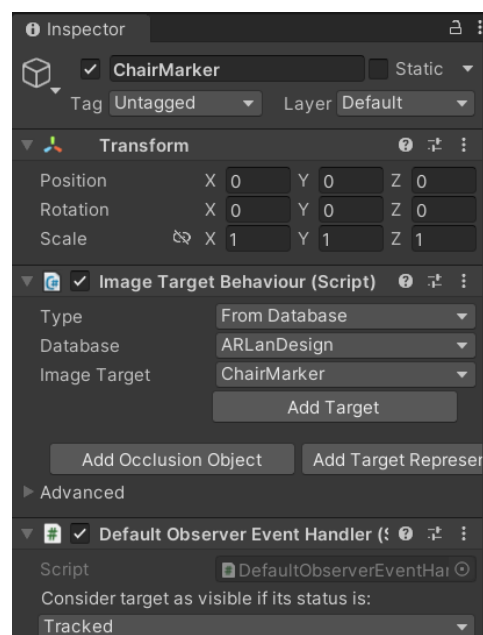


Рис. Ж.7. Налаштування маркера в Unity Editor

З папки «Assets» треба перетягнути модель до вікна «Hierarchy», прив'язуючи її до маркера (рис. Ж.8).

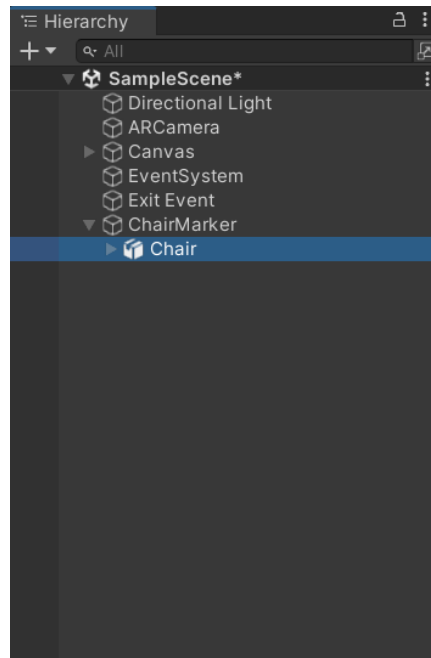


Рис. Ж.8. Прив'язка моделі до маркеру

Спостерігаючи за вікном 3D вигляду, потрібно налаштувати у вікні «Inspector» розміри та розташування моделі на маркері, змінюючи значення «Rotation» та «Scale» (рис. Ж.9).

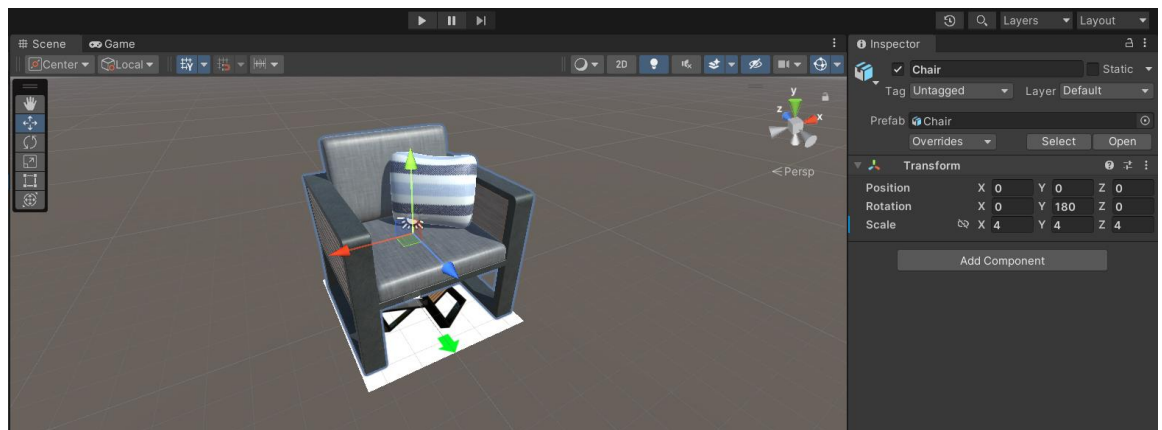


Рис. Ж.9. Налаштування розміщення моделі на маркері

Таким чином модель буде розташовуватися додатком на маркері після наведення на нього камери пристрою. У такий спосіб до проєкту додаються інші маркери та моделі, які будуть створюватися учнями під час проєктно-технологічної діяльності.

Аби інтегрувати їхні проєкти до додатку варто лише кожного разу оновлювати базу даних з доданням до неї нових зображень. У вікні 3D вигляду, аби об'єкти не накладалися один на одного, можна змінювати їх висоту, оскільки камера пристрою не враховує її при розпізнаванні маркеру.

Можна переходити до пакування створеного додатку. Для цього треба відкрити «Build Settings» та змінити платформу на Android, натиснути «Build» (рис. Ж.10) та обрати місце збереження файлу.

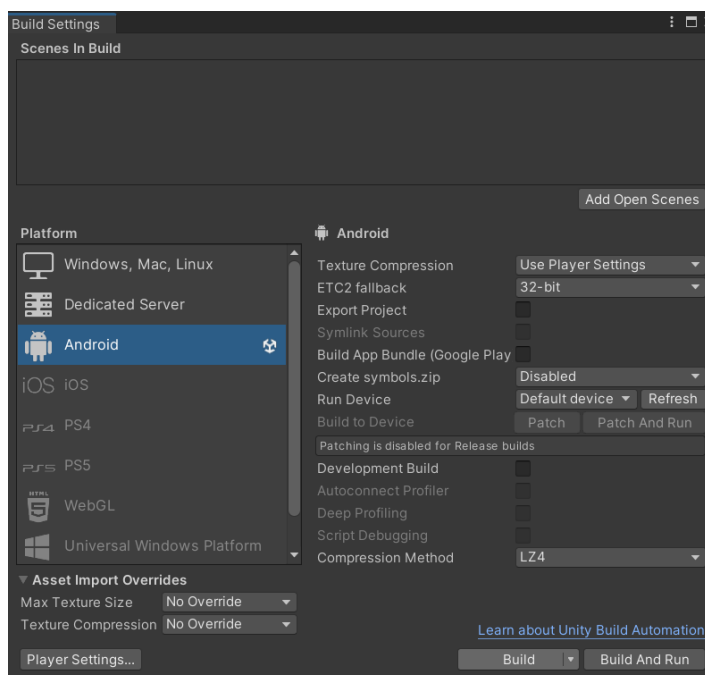


Рис. Ж.10. Вікно пакування додатку

Створений файл додатку (рис. Ж.11) варто перемістити та встановити на мобільний пристрій.

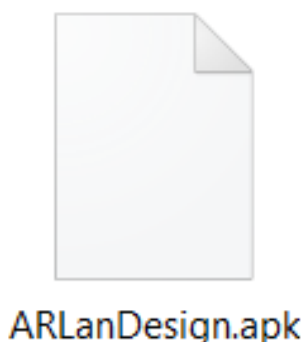


Рис. Ж.11. Готовий до встановлення додаток

Після цього застосунок з доповненою реальністю можна використовувати на уроках технологій.

**Зображення-маркер для мобільного додатку «AR Land Design»**

- Передня сторона
- Бокова сторона

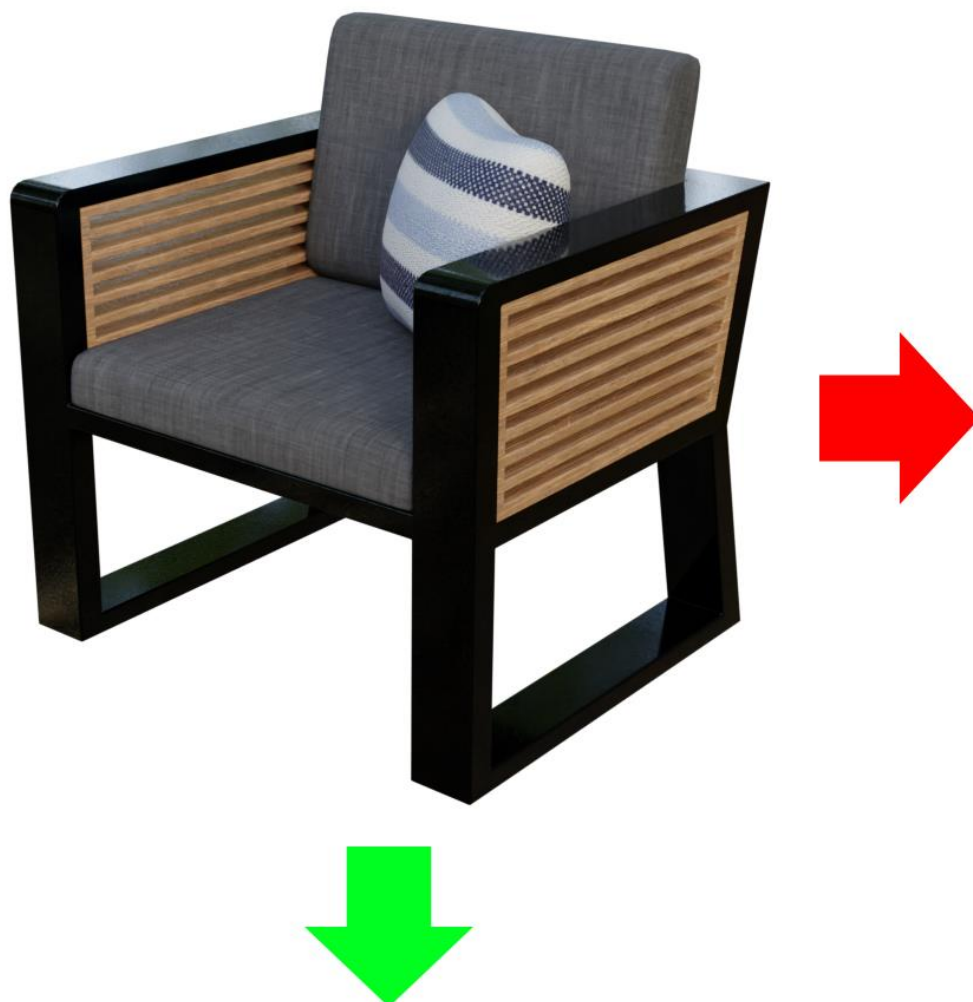


Рис. 3.1. Модель стільця з позначками