

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки,
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
 (повне найменування інституту, факультету)

Кафедра інформаційних технологій електронних засобів
 (повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

на тему «Створення віртуального середовища навчальної лабораторії для демонстрації в окулярах VR»

«Virtualization of learning laboratory for demonstration in VR glasses»

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи РТ-518сп
 Спеціальності 172 Радіотехніка та
телекомунікації

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Інтелектуальні технології мікросистемної
радіоелектронної техніки

Булатов В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Фурманова Н.І.

(прізвище та ініціали)

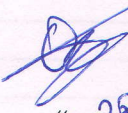
Рецензент Неласа Г.В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інститут інформатики та радіоелектроніки,
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
 Кафедра інформаційних технологій електронних засобів
 Ступінь вищої освіти бакалавр
 Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Інтелектуальні технології мікросистемної
радіоелектронної техніки
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

 В.о. зав. каф. ІТЕЗ Огренич Є.В.,
 Канд. техн. наук

« 28 » 05 2021 року

З А В Д А Н Н Я
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Булатова Владислава Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Створення віртуального середовища навчальної
лабораторії для демонстрації в окулярах VR

керівник проєкту (роботи) Фурманова Наталія Іванівна, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій електронних засобів

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» квітня 2021 року №325

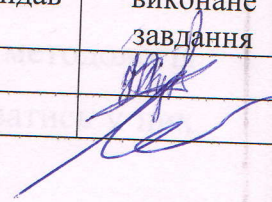
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 03 червня 2021 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) мобільна платформа Android, технологія
віртуальної реальності, система створення 3D-моделей, система створення
текстур.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
 розробити) 1 VR і її використання в освітніх цілях; 2 Моделювання 3D об'єктів в
системах 3D моделювання; 3 Створення середовища в Unity

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
12 рисунків; таблиць; 14 слайдів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
Розділи 1-3	Фурманова Н.І., доц.	05.04	
Нормоконтроль	Поспеева І.Є., ст. викладач	02.06	

7. Дата видачі завдання «26» квітня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Визначення тематики роботи	1 тиждень	Виконано
2	Аналіз платформ для моделювання	2 тиждень	Виконано
3	Аналіз ігрових рушіїв	3 тиждень	Виконано
4	Постановка задачі дослідження	4 тиждень	Виконано
5	Створення 3Д-моделі об'єкта	5 тиждень	Виконано
6	Розробка додатка VR	6 тиждень	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	7 тиждень	Виконано
8	Нормоконтроль та рецензування	8 тиждень	Виконано
9	Захист роботи	9 тиждень	Виконано

Студент

Керівник проекту (роботи)


(підпис)
(підпис)Булатова В.В.
(прізвище та ініціали)Фурманова Н.І.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 61с., 12 рис., 19 джерел.

Об'єктом дослідження в даному дипломному проєкті є методологія створення додатків віртуальної реальності з можливістю пересуватись у них та бачити чітку копію лабораторії кіберфізичних знань.

Мета роботи – методика побудова тривимірної моделі із застосуванням фізично коректних матеріалів та створення додатку віртуальної реальності для відображення моделі у просторі.

Основними задачами дипломного проєктування є аналіз існуючих платформ та інструментів для створення 3D моделей об'єктів, огляд ігрових рушіїв для створення додатку віртуальної реальності.

Актуальність проведення дослідження обумовлена широким інтересом навколо віртуальної реальності та наглядним зображенням можливостей створення 3D моделей об'єктів, та додатків віртуальної реальності, з подальшим використанням для демонстрації абітурієнтам та усім бажаючим її можливостей.

ІГРОВИЙ РУШІЙ, ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ, ТЕКСТУРУВАННЯ, ПОЛІГОН, 3D-МОДЕЛЬ, МОДЕЛЮВАННЯ, ДОДАТОК, 3DS MAX,.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1 VR І ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ОСВІТНІХ ЦІЛЯХ	9
1.1 Основи віртуальної реальності	9
1.2 Типи віртуальної реальності	10
1.3 Принцип роботи VR.....	11
1.4 Пристрої і компоненти VR.....	12
1.5 Проблеми уніфікації	15
1.6 Віртуальна реальність в освітніх цілях.....	17
1.7 Приклади застосування в освіті.....	21
1.8 Віртуальна реальність. Її проблеми та перспективи	24
2 МОДЕЛЮВАННЯ 3D ОБ'ЄКТІВ В СИСТЕМАХ 3D МОДЕЛЮВАННЯ..	26
2.1 Огляд систем 3D моделювання	26
2.2 Створення 3D-моделі.....	43
2.3 Огляд середовища створення віртуальної реальності.....	47
3 СТВОРЕННЯ СЕРЕДОВИЩА ЛАБОРАТОРІЇ В UNITY.....	51
3.1 Створення 3d моделі в середовищі 3Ds Max.....	51
3.2 Перенесення моделі в середовище Unity.....	55

3.3 Налаштування ігрового рушія Unity	56
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	61

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

2D, 2Д	двовимірний
3D, 3Д	тривимірний
AR (Augmented reality)	доповнена реальність
VR (Virtual reality)	віртуальна реальність
САПР	система автоматизації проєктувальних робіт
ПК	персональний комп'ютер
ВР	віртуальна реальність
ДР	доповнена реальність
API (Application Programming Interface)	інтерфейс програмування застосунків, інтерфейс прикладного програмування
API (Application Programming Interface)	інтерфейс програмування застосунків, інтерфейс прикладного програмування

ВСТУП

Тривимірна графіка або частина тривимірної комп'ютерної графіки, набір прийомів і інструментів, призначених для подання об'ємних об'єктів.

Різниця між тривимірним зображенням на площині і двовірним зображенням полягає в тому, що воно включає використання спеціальної програми для побудови геометричної проекції тривимірної моделі на площину (наприклад, екран комп'ютера). У цьому випадку модель може відповідати об'єктам реального світу або бути повністю абстрактною.

У сучасних реаліях неможливо уявити свій світогляд без втручання тривимірної графіки.

З кожним роком вона охоплює все більше і більше сфер діяльності людини. Під час перегляду кінематографії, комп'ютерних ігор, промисловості, міському плануванні, медицині.

Кожній людині потрібен відпочинок, і якщо порівняти рівень розваг і їх реальність 20 років тому і зараз, ми побачимо суттєві зміни в якості реалізації кінематографії та комп'ютерних ігор. Хоч це і не головна перевага тривимірної графіки, але це допомагає людині у повній мірі перенестись і відчувати весь спектр емоцій.

Тривимірна графіка незамінна у презентації майбутнього виробу. Для того, щоб розпочати виробництво необхідно намалювати, а потім створити 3D-модель об'єкту. А вже на основі 3D-моделі, за допомогою технологій швидкого прототипування, складається реалістичний прототип майбутнього виробу.

Після візуалізації, отримане зображення можна використовувати у розробці дизайну упаковки або для створення зовнішньої реклами, POS-матеріалів і дизайну виставкових стендів.

1 VR I ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ОСВІТНІХ ЦІЛЯХ

1.1 Основи віртуальної реальності

Віртуальна реальність (VR, virtual reality, VR, штучна реальність) - створений технічними засобами світ, який передається людині через її відчуття: зір, слух, дотик. Віртуальна реальність імітує як вплив, так і реакції на вплив. Для створення переконливого комплексу відчуттів реальності комп'ютерний синтез властивостей і реакцій віртуальної реальності проводиться у реальному часі.

Не слід плутати віртуальну реальність із доповненою. Їх принципова відмінність у тому, що віртуальна конструює новий штучний світ, а доповнена реальність лише вносить окремі штучні елементи в сприйняття реального світу.

Системами віртуальної реальності називаються пристрої, які більш повно, в порівнянні зі звичайними комп'ютерними системами, імітують взаємодію з віртуальним середовищем шляхом впливу на усі наявні у людини органи чуття.

Таких систем у повному обсязі поки що не існує, але при створенні віртуальної реальності розробники намагаються домогтися, щоб вона була:

1.1.1 Правдоподібною - підтримувала у користувача відчуття реальності того, що відбувається.

1.1.2 Інтерактивною - забезпечувала взаємодію із середовищем

1.1.3 Доступною для вивчення - надавала можливість досліджувати великий, деталізований світ.

1.1.4 Що створює ефект присутності - залучала у процес як мозок, так і тіло користувача, впливаючи на максимально можливе число органів чуттів

Очевидно, досягнення цих цілей можливо лише за використання високопродуктивного апаратно-програмного забезпечення.

1.2 Типи віртуальної реальності

На даному етапі розвитку технологій VR серед них можна виділити наступні типи.

Технології VR з ефектом повного занурення, що забезпечують правдоподібну симуляцію віртуального світу з високим ступенем деталізації.

Для їх реалізації необхідний високопродуктивний комп'ютер, здатний розпізнавати дії користувача і реагувати на них в режимі реального часу, і спеціальне обладнання, що забезпечує ефект занурення.

Технології VR без занурення. До них відносяться симуляції із зображенням, звуком і контролерами, що транслюються на екран, бажано широкоформатний. Такі системи зараховують до віртуальної реальності, оскільки за ступенем впливу на глядача вони набагато перевершують інші засоби мультимедії, хоча і не реалізують повною мірою вимоги, що пред'являються до VR.

Технології VR зі спільною інфраструктурою. До них можна віднести Second Life - тривимірний віртуальний світ з елементами соціальної мережі, який налічує понад мільйон активних користувачів, прикладом можна назвати гру Minecraft. Такі світи не забезпечують повного занурення (втім, у Minecraft вже існує версія для віртуальної реальності, що підтримує шоломи Oculus Rift і Gear VR). Але у віртуальних світах добре організована взаємодія з іншими користувачами, чого часто не вистачає у продуктах віртуальної реальності.

Віртуальні світи використовуються не тільки в ігровій індустрії: завдяки таким платформам, як 3D Immersive Collaboration можна організовувати робочі та навчальні процеси опановування 3D-простору - це називається «спільна робота з ефектом присутності».

Забезпечення повного занурення і, одночасно, взаємодії користувачів в віртуальності є одним з важливих напрямків розвитку VR.

VR на базі інтернет-технологій. До них відноситься перш за все мова Virtual Reality Markup Language, аналогічний HTML. Зараз ця технологія вважається застарілою, але, не виключено, в майбутньому віртуальна реальність буде створюватися, в тому числі - з використанням інтернет-технологій.

1.3 Принцип роботи VR

Найпоширенішим засобом занурення у віртуальну реальність є спеціальні шоломи/окуляри. На розташований перед очима користувача дисплей виводиться відео в форматі 3D. Прикріплені до корпусу гіроскоп і акселерометр відстежують повороти голови і передають дані в обчислювальну систему, яка змінює зображення на дисплеї в залежності від показань датчиків. У результаті користувач має можливість «озирнутися» всередині віртуальної реальності і відчувати себе в ній, як у реальному світі.

Для більш реалістичного занурення у світ віртуальної реальності крім датчиків, які відстежують положення голови, в пристроях VR можуть застосовуватися трекінгові системи, які відстежують рух зіниць очей і дозволяють визначити, куди людина дивиться в кожен момент часу, а також відстежують рухи тіла людини з метою повторення їх у віртуальному світі. Таке відстеження може здійснюватися за допомогою спеціальних датчиків або відеокамери.

Для взаємодії з віртуальною реальністю традиційних 2D-контролерів (миша, джойстик і ін.) вже недостатньо, тому їх замінюють 3D-контролерами (маніпуляторами, що дозволяють працювати в тривимірному просторі).

Пристрої зі зворотним зв'язком призначені для того, щоб користувач міг ще повніше відчувати все те, що відбувається у віртуальному світі. В якості

таких пристроїв можуть використовуватися віброючі джойстики, крісла, що обертаються і т.д.

1.4 Пристрої і компоненти VR

Вважається, що 80% інформації людина отримує через зір. Тому розробники систем VR приділяють величезну увагу саме пристроям, що забезпечує формування зображень. Як правило, їх доповнюють пристроями стереозображення, ведуться роботи по тактильним впливам і навіть імітації запахів. Про вплив на смакові рецептори поки не повідомляється.

1.4.1 Зображення

Шолом віртуальної реальності

Сучасні шоломи віртуальної реальності (HMD-display, head-mounted display, відеошлем) містять один або кілька дисплеїв, на які виводяться зображення для лівого і правого ока, систему лінз для коригування геометрії зображення, а також систему трекінгу, що відстежує орієнтацію пристрою в просторі. За зовнішнім виглядом вони тепер схожі на окуляри, тому їх все частіше називають VR headsets (VR-гарнітури) або просто окуляри віртуальної реальності. Їх можна розділити на три групи.

Окуляри, в яких обробку і виведення зображення забезпечує смартфон (Android, iPhone, Windows Phone). Сучасний смартфон - високопродуктивний пристрій, здатний самостійно обробляти тривимірні зображення. Дисплеї смартфонів працюють з досить високою роздільною здатністю. Практично кожен смартфон має вбудованні датчики, що дозволяють визначати положення пристрою в просторі.

Окуляри, в яких обробку зображення забезпечує зовнішній пристрій (ПК, Xbox, PlayStation і т.п.).

Зовнішній пристрій повинен бути високопродуктивним, а в окулярах розміщені датчики положення у просторі.

Автономні окуляри віртуальної реальності (Lenovo Mirage Solo, спільно з Google, Oculus Quest від Facebook, Samsung Gear VR і ін.)

Шоломи є основним компонентом VR з повним зануренням, оскільки не тільки забезпечують об'ємне зображення і стереозвук, але ще і частково ізолюють користувача від навколишньої реальності.

MotionParallax3D-дисплеї. Такі дисплеї задіюють властивий людині механізм сприйняття обсягу - паралакс (motion parallax). Для цього в кожен момент часу для глядача, виходячи з його положення щодо екрану, генерується відповідна проекція тривимірного об'єкту. Переміщаючись навколо сцени, користувач може оглянути її з усіх боків, при цьому всі об'єкти сцени будуть переміщатися одна відносно іншої. Явище паралакса багаторазово підсилює сприйняття обсягу.

На відміну від 3D-кінематографа і 3D-TV, які використовують лише біноклярний зір, технологія MotionParallax3D дозволяє користувачеві розглянути 3D-сцену з усіх боків, як якщо б всі її об'єкти були реальні. Зсув глядача щодо екрану, що порушує ефект обсягу в 3D-кіно, в системі MotionParallax 3D ефект тільки підсилює.

Система, що використовує механізм паралакса, повинна вловлювати найдрібніші рухи голови користувача і відстежувати їх з високою швидкістю і точністю, щоб мозок не фіксував спотворення геометрії об'єктів, викликані запізненням зміни зображення. Затримка повинна складати не більше 20 мс, для інтерактивних ігор - не більше 11 мс.

Ці пристрої забезпечують, як правило, неповне занурення, оскільки відтворюються на дисплеях і не ізолюють користувача від навколишнього середовища. Виняток - кімнати віртуальної реальності (CAVE, cave automatic virtual environment). У таких кімнатах на кожну стіну проектується стереоскопічне зображення, розраховане для конкретної точки, в якій і знаходиться користувач. У підсумку таке зображення оточує людину з усіх боків, занурює його в себе.

Деякі експерти вважають, що VR-кімнати набагато краще VR-шоломів: забезпечують більш високу роздільну здатність, немає необхідності надягати на голову громіздкий пристрій, в якому деяких навіть заколисують, і самоідентифікація відбувається простіше завдяки тому, що користувач має можливість постійно бачити себе.

1.4.2 Звук

Багатоканальна акустична система дозволяє виробляти локалізацію джерела звуку, завдяки чому користувач може орієнтуватися в віртуальному світі за допомогою слуху.

1.4.3 Дотик

Рукавички віртуальної реальності (інформаційні рукавички, datagloves)

Такі рукавички мають датчики, що дозволяють відслідковувати рух зап'ясть і пальців рук. Технічно це може бути реалізовано різними методами: з використанням оптоволоконних кабелів, тензометричних або п'єзоелектричних датчиків, а також електромеханічних пристроїв (таких як потенціометри). Наприклад, вчені з компаній EPFL і ETH Zurich розробили ультралегкі рукавички (вагою менше 8 грамів на кожен палець і товщиною всього лише 2 мм). Вони забезпечують «надзвичайно реалістичний тактильний зворотній зв'язок і можуть бути запитані від акумуляторів, завдяки чому забезпечується безпрецедентна свобода руху».

Костюм віртуальної реальності

Цей костюм повинен відслідковувати зміну положення всього тіла користувача і передавати тактильні, температурні і вібраційні відчуття, а в комбінації з шоломом - зорові і слухові.

1.4.4 Запахи і смакові відчуття

Роботи з синтезу запахів ведуться вже не один рік, але до широкого використання отриманих результатів ще далеко. Про будь-які значущі досягнення в області передачі смакових відчуттів говорити поки не доводиться.

1.4.5 Пристрої управління

Для взаємодії з віртуальним середовищем використовуються спеціальні джойстики (геймпади, wands), що містять вбудовані датчики положення і руху, а також кнопки і колеса прокрутки, як у миші. Зараз такі джойстики все частіше роблять беспроводними.

У якості пристроїв управління можуть також використовуватися згадані вище інформаційні рукавички і костюми віртуальної реальності.

1.5 Проблеми уніфікації

Як це зазвичай буває при впровадженні нових технологій, кожен з великих постачальників, який вийшов на багатогранний ринок, прагне просувати саме свою продукцію, поширювати свої технічні рішення. Відповідно, провідні компанії, випустивши VR-гарнітури, розробляють або замовляють контент саме для них. Рушійною силою ринку VR на даний момент є віртуальні ігри, в першу чергу, в розрахунку на геймерів, і були випущені гарнітури Oculus Rift, Samsung Gear VR, HTC Vive, PlayStation VR і др.

Ігри та інший контент, розроблені для однієї гарнітури, що не відтворюються на іншій. Ігромани чекають не дочекаються, коли буде налагоджено портирование ігор між гарнітурами різних розробників. Промисловці, рекламисти та представники багатьох інших галузей швидше впроваджували б VR, знаючи, що дороге устаткування не доведеться змінювати через те, що нове, вкрай привабливе ПЗ було розроблено для інших окулярів-рукавичок-костюмів віртуальної реальності.

Постачальники VR прекрасно розуміють, що добре налагоджену співпрацю між ними здатне вивести віртуальну реальність на якісно новий рівень. Тому ще в грудні 2016 року була створена Глобальна асоціація віртуальної реальності (GVRA) - некомерційна організація виробників шоломів віртуальної реальності (VR), покликана об'єднати зусилля компаній у розвитку цього напрямку. В її створенні взяли участь компанії Acer Starbreeze, Google, HTC VIVE, Oculus, Samsung і Sony Interactive Entertainment.

Згідно з даними сайту GVRA, головне завдання асоціації - сприяти глобальному зростанню і розвитку індустрії VR. Планується створення робочих груп для проведення досліджень і вироблення рекомендацій, що стосуються найбільш важливих для галузі тем. У кінцевому підсумку, ці групи будуть розробляти кращі практики і відкрито ділитися ними.

Однак станом на жовтень 2018 тобто через майже два роки після створення GVRA, єдиним матеріалом, що є на сайті асоціації, став звіт «Дослідження віртуальної реальності і її потенціал для Європи», що охоплює період з 2016 по 2017. Мабуть, досягнення глобальних домовленостей між великими компаніями - завдання не менш складна, ніж власне розробка технологій VR.

Втім, зусилля по уніфікації обладнання тривають. Так, 17-го липня 2017 компанії NVIDIA, Oculus, Valve, AMD і Microsoft представили специфікацію VirtualLink - відкритий галузевий стандарт, який дозволить гарнітурам VR наступного покоління підключатися до ПК і інших пристроїв з використанням лише одного високошвидкісного USB-кабелю Type-C (замість декількох шнурів і роз'ємів, що застосовуються в даний час).

Відзначається, що VirtualLink спеціально створений для VR. Він забезпечує оптимальну латентність і смугу пропускання, дозволяючи виробникам шоломів і ПК створювати віртуальну реальність нового покоління.

Звичайно ж, завдання уніфікації той чи інший спосіб все одно будуть вирішені, як це вже відбувалося з іншими технологіями, головне - щоб це відбулося в найближчі роки.

1.6 Віртуальна реальність в освітніх цілях

Використання віртуальної реальності відкриває багато нових можливостей в навчанні та освіті, які є доволі складними, витратними за часом або дорого коштують при традиційних підходах. Виокремлюють п'ять основних переваг застосування AR/VR технологій.

1.6.1 Наочність (використовуючи 3D-графіку, можна деталізовано показати хімічні процеси аж до атомного рівня.) При чому ніщо не забороняє заглибитися ще далі і показати, як всередині самого атома відбувається поділ ядра перед ядерним вибухом.

Віртуальна реальність здатна не тільки надати відомості про саме явище, а й продемонструвати його з будь-якою мірою деталізації).

1.6.2 Безпека (операція на серці, управління надшвидкісним поїздом, космічним шатлом, техніка безпеки під час пожежі, можна занурити глядача в будь-яку з цих ситуацій без найменших загроз для життя).

1.6.3 Залучення (віртуальна реальність дає змогу змінювати сценарії, впливати на хід експерименту або вирішувати завдання в ігровій і доступній для розуміння формі. Під час віртуального заняття можна побачити світ минулого очима історичного персонажа, відправитися в подорож по людському організму в мікрокапсулі або обрати правильний курс на якомусь кораблі).

1.6.4 Фокусування (віртуальний світ, який оточить глядача з усіх боків на всі 360 градусів, дасть змогу цілком зосередитися на матеріалі і не відволікатися на зовнішні подразники).

1.6.5 Віртуальні заняття (вигляд від першої особи і відчуття своєї присутності в намальованому світі, одна з головних особливостей віртуальної реальності. Це дає змогу проводити заняття цілком у віртуальній реальності).

Підвищення ефективності навчання з використанням технологій віртуальної реальності обумовлене також тим, що заняття з використанням сучасних технологій викликають великий інтерес, результатом чого стає підсилення навчальної мотивації та активності учнів. Як вказував один з відомих дослідників віртуальної реальності О. В. Юхвід, всі звіти про реалізацію різних навчальних програм на основі VR-технологій повідомляють про підвищений інтерес учнів до подібної форми занять й ентузіазм, з яким вони готуються до кожного заняття, вивчаючи теоретичний матеріал, який потім зможуть опрацювати у віртуальному середовищі.

Крім того, навчальні програми, створені на основі технологій віртуальної реальності, є універсальними (тобто при використанні таких програм для різних предметних областей необхідний практично один і той самий комплект програмно-апаратних засобів), легко «вбудовуються» в традиційний навчальний процес і дають змогу замінити реальні об'єкти їх імітаційними моделями й інтерактивними тренажерами, за допомогою яких учні можуть моделювати різні ситуації і знаходити оптимальні рішення.

Засобом активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів є й інтерактивні інтелектуальні навчальні системи, побудовані на основі технологій віртуальної реальності.

Такі технології широко використовують когнітивну комп'ютерну графіку, головним завданням якої є стимулювання пізнавальних механізмів, творчого мислення, а не однотипна інтерпретація знань.

При цьому активне використання технологій віртуальної реальності є однією із системних вимог, що дають змогу забезпечити максимальний навчальний ефект при розумних витратах на розробку навчальних систем.

Отже, можна припустити, що віртуальна реальність – ідеальне навчальне середовище.

Сприйняття віртуальної моделі з високою мірою достовірності дає змогу якісно і швидко готувати фахівців з різних спеціальностей: авіація, управління технологічними процесами, медицина, дистанційне керування технічними засобами тощо.

Освіта з використанням віртуальної реальності дає змогу наочно проводити лекції і семінари, тренінги, демонструвати тим, хто навчається, всі аспекти реального об'єкта або процесу, що в цілому дає колосальний ефект, покращує якість і швидкість освітніх процесів і зменшує їхню вартість.

Технології віртуальної реальності дають змогу повною мірою використовувати те, що людина 80% інформації отримує з навколишнього світу за допомогою зору, при цьому люди запам'ятовують 20% того, що вони бачать, 40% того, що вони бачать і чують, і 70% того, що вони бачать, чують і роблять. У результаті відбувається повне залучення студентів у навчальний процес, що підвищує їхню мотивацію й успіхи в отриманні знань.

Використання нових технологій в освіті передбачає, що навчальний процес повинен бути перебудований відповідним чином. Нині виокремлюють такі формати VR в освіті.

1.6.6 Очне навчання передання емпіричного матеріалу через VR в семантичному навчанні (віртуальні технології пропонують цікаві можливості для передання емпіричного матеріалу. У розглянутому випадку класичний формат навчання не спотворюється, оскільки кожне заняття доповнюється п-хвилинним зануренням. Може бути використаний сценарій, при якому віртуальне заняття ділиться на кілька сцен, які розпочинаються в потрібні моменти. Лекція залишається, як і раніше, структуроутворюючим елементом заняття. Такий формат дає змогу модернізувати заняття, залучити тих, хто навчається, до навчального процесу, наочно ілюструвати і закріплювати матеріал).

1.6.7 Дистанційне навчання з ефектом присутності та соціальною взаємодією (при дистанційному навчанні студент може перебувати в будь-якій точці світу, так само як і викладач. Кожен з них матиме свій аватар й особисто бути присутнім у віртуальній аудиторії: слухати лекції, взаємодіяти і навіть виконувати групові завдання. Це дасть змогу відчувати присутність, усувати кордони, які існують при навчанні через відеоконференції).

1.6.8 Змішана освіта можливість віддалено знаходитися в аудиторії, бачити те, що відбувається, і взаємодіяти з реальними студентами та викладачами (за наявності обставин, що заважають відвідувати заняття, студент може робити це віддалено. Для цього аудиторії повинні бути обладнані камерою для зйомки відео в форматі 360, з можливістю його трансляції в режимі реального часу).

1.6.9 Самоосвіта - будь-який з розроблених освітніх курсів може бути адаптований для самостійного вивчення. Самі заняття можуть розміщуватися в онлайн-магазинах (наприклад, Steam, Oculus Store, App Store, Google Play Market), щоб у всіх була можливість освоювати або повторювати матеріал самостійно.

Однак, попри очевидні переваги застосування технологій віртуальної реальності в освіті, на сьогодні є чимало потенційних проблем з технологічної точки зору.

По-перше, будь-яка дисципліна є досить об'ємною, що вимагає значних ресурсів для створення контенту на кожну тему заняття – у вигляді повного курсу або десятків і сотень невеликих додатків. Компанії, які створюватимуть такі матеріали, повинні бути готові займатися розробкою досить тривалий час без можливості отримання прибутку до виходу повноцінних наборів занять.

По-друге, у разі дистанційного навчання навантаження з покупки пристрою віртуальної реальності лягає на користувача, або цим пристроєм може бути його телефон. Але освітнім установам необхідно буде купувати

комплекти обладнання для аудиторій, в яких проходитимуть заняття, що також вимагає істотних інвестицій.

По-третє, віртуальна реальність, як і будь-яка технологія, вимагає використання своєї, специфічної мови. Важливо знайти правильні інструменти для того, щоб зробити контент наочним.

Крім того, складно буде оновити вже наявні освітні програми. Незважаючи на труднощі, технології віртуальної і доповненої реальності слід застосовувати в сфері освіти в першу чергу тому, що освітня система повинна пристосовуватися до процесів, моделей і теорій, які постійно ускладнюються, а студентам необхідно оперувати великою кількістю інформації і новими варіаціями її подання.

Більше того, за прогнозами експертів, дохід від продажу програмного забезпечення для шкіл і вищих навчальних закладів був оцінений в \$ 300 млн. у 2020 р. і в \$ 700 млн. у 2025 р. За найскромнішими підрахунками, система освіти витратить близько п'яти років для закупівлі та введення в експлуатацію 8 млн. пристроїв віртуальної і доповненої реальності.

1.7 Приклади застосування в освіті

Варто згадати програму компанії Apple. Від початку проекту у березні 2013 року компанія надала освітнім установам по всьому світу 8 млн. планшетних комп'ютерів, 4,5 млн. з них – в школи США. За три роки компанія пожертвувала майже 7% всіх вироблених iPad. Компанія Google безкоштовно просуває в школах свій проект Cardboard (основою експерименту є шолом, який, за задумом розробників, можна зібрати з підручних матеріалів), до початку 2016 року було готово понад 100 навчальних програм.

Серед кращих проектів слід також відзначити такі, як:

1.7.1 LABSTER - інтерактивний 3D-проект, розроблений у партнерстві з провідними університетами – MIT (Massachusetts Institute of Technology, Массачусетський технологічний інститут), Гарвардом і Стенфордом.

Студенти можуть дистанційно здійснювати експерименти в наукових лабораторіях з повним комплексом обладнання.

1.7.2 EXPEDITIONS PIONEER PROGRAM - програма дає змогу учням побувати там, «куди шкільним автобусам не дістатися». Віртуальна платформа задумана як освітня програма для шкільних класів, у межах якої група співробітників проводить віртуальні екскурсії екзотичними і дивними місцями нашої планети (платформа налічує понад 100 таких екскурсій).

1.7.3 ER VR (VIRTUAL REALITY MEDICAL TRAINING SIMULATION) - проект, розроблений спільно з Королівським коледжем хірургів в Единбурзі, поміщає студентів у простір реалізму-кімнати, де їм належить вжити заходів, які врятовують або вб'ють пацієнта. Проект відтворює ситуацію, типову для молодих лікарів, які лікують пацієнтів зі смертельними травмами.

1.7.4 THE APOLLO 11 VIRTUAL REALITY EXPERIENCE - гучна гра, яка пропонує відправитися на Місяць на космічному кораблі «Аполлон-11». Спільно з екіпажем історичного корабля автори з високою точністю відтворили всі деталі запуску, польоту і посадки, додавши документальну хроніку, фантастичні космічні пейзажі і фантастичну музику.

1.7.5 LECTURE VR - проект пропонує серію знакових лекцій з наочною візуалізацією, які можна відвідати як індивідуально, так і в складі групи - наприклад, в якості доповнення до шкільного уроку.

Серед інших проектів

1.7.6 Colosseum VR (творці цього додатка пропонують усім бажаючим перенестися в Стародавній Рим, щоб на власні очі побачити Колізей, побувати в центрі гладіаторських боїв, відвідати Палатинський пагорб або храм Венери, дослідити арку Костянтина або Колос Нерона, та багато іншого. Графіка у цьому проекті поки ще далека від ідеалу, проте таке занурення в історію не залишить байдужим будь-яку дитину).

1.7.7 Mezo VR (з додатком Mezo VR можна не лише побачити археологічні розкопки, які реально ведуться, а й простежити за етапами в історії цієї цивілізації. Як і попередній, цей додаток створений віртуальною графікою, однак графіка досить гарна, щоб зацікавити орнаментами на стінах стародавніх будівель).

1.7.8 Titans of Space (додаток дає можливість здійснити подорож до космосу, в якому кожне з космічних тіл зменшене в мільйон разів).

1.7.9 zSpace (розробники цього проекту розробили для школярів окуляри, які функціонують за прикладом 3D: зображення бачать всі, хто в цей момент в окулярах. За допомогою інтерактивної ручки учні можуть управляти моделлю молекулярної решітки або крок за кроком розглядати людське тіло. Система була протестована в Lee High School і викликала великий інтерес з боку школярів. Подібні технології доступні лише в тих освітніх закладах США, чиє керівництво погодилося взяти участь в експерименті).

1.7.10 EligoVision (це варіант використання доповненої реальності в школі. Проект зроблений за типом конструктора, в який вчитель може завантажити будь-які матеріали, необхідні йому для роботи. Перевага цього рішення в тому, що він підходить як дорослим, так і дітям. Учні, наприклад, можуть модернізувати і змінювати вже існуючі проекти: будувати моделі міст, візуалізувати формули і розібратися з рівняннями.

Від вищенаведених проектів даний конструктор відрізняється тим, що допомагає саме вчитися, а не перетворює пізнавальний процес на захоплюючу гру, як це роблять більшість VR-додатків).

Таким чином, VR-системи – це комплекс технічних засобів, що занурюють людину у віртуальну 3D-сцену, модель якої створюється за допомогою комп'ютера. Така система дає змогу відчувати себе присутнім в іншому світі або реалістично побачити перед собою прототип чогось, що існують поки лише в кресленнях. Сам комплекс пристроїв, що впливають на людину, може бути різним.

1.7.11 3D-кімната, тривимірний екран, шолом віртуальної реальності або будь-яка інша конфігурація VR-системи. Крім цього, система віртуальної реальності може оснащуватися різною периферією в залежності від бажаних функцій і бюджету замовника.

Це можуть бути рукавички віртуальної реальності, різні джойстики, костюми motion-capture або пристрої тактильного зворотного зв'язку. Всі ці технології віртуальної реальності дають змогу взаємодіяти з віртуальною сценою з високою мірою інтерактивності. Безперечно, VR-технології є перспективним напрямом, розвиток якого сприятиме подальшому прогресу у сфері освіти, самоосвіти та підвищення кваліфікації.

Підтвердженням цього є концепція використання технологій віртуальної реальності для навчання і науки, повною мірою реалізована в програмно-апаратному комплексі віртуальної реальності для освіти – VE 3D ieCenter. Однією з основних функцій VE 3D ieCenter є створення інтерактивних освітніх курсів та їхня подальша демонстрація для студентів і викладачів в системах віртуальної реальності, звичайних PC, 3D Intranet і 3D Internet.

1.8 Віртуальна реальність. Її проблеми та перспективи

Одним з найважливіших плюсів доповненої реальності є відсутність необхідності в покупці додаткового обладнання або гарнітур. Програми встановлюються на практично будь-які сучасні планшети, смартфони і стаціонарні комп'ютери.

Дана технологія знаходить широке застосування в бізнесі і організації робочих процесів. Найчастіше доповнена реальність використовується для запису і відтворення зроблених кроків при виконанні завдання. Вона прекрасно ілюструє процес від старту і до завершення, що дає можливість швидко і ефективно проаналізувати всі етапи роботи.

Фасіліті менеджери також використовують таке програмне забезпечення для демонстрації робіт внутрішніх і зовнішніх систем будівлі. Створені моделі

допомагають визначити і спрогнозувати необхідні ремонтні роботи, і проаналізувати ефективність майбутніх поліпшень.

Крім того, це потужний інструмент комунікацій, що дозволяє користувачам з різних місць бачити одне 3D зображення і спілкуватися в режимі реального часу.

Основною перевагою віртуальної реальності є повне занурення в створену реальність, з можливістю відчувати і проаналізувати всі переваги та недоліки планованих дій, змодельовати варіанти розвитку подій.

Існує також один вагомий недолік – це можлива дезорієнтація, так як технологія безпосередньо впливає на сприйняття мозком того, що відбувається навколо. Віртуальна реальність може активізувати морську хворобу, фобії, властиві людині.

2 МОДЕЛЮВАННЯ 3D ОБ'ЄКТІВ В СИСТЕМАХ 3D МОДЕЛЮВАННЯ

2.1 Огляд систем 3D моделювання

Використовувані в анімації, іграх, архітектурі, виробництві, а також у виробництві та промисловому дизайні, 3D-моделі відіграють вирішальну роль у цифровому виробництві. Вибір правильного програмного забезпечення для 3D-моделювання важливий етап, якщо ви хочете реалізувати свої ідеї, не витрачаючи час на неправильний інструмент.

Мною було створено перелік програмних засобів та їх короткі відомості, задля чіткого розподілу і розуміння їх функціоналу.

2.1.1 3D Slash дозволяє створювати моделі за допомогою будівельних блоків в системі, подібній до Minecraft.

Програмне забезпечення використовує унікальний підхід до 3D-моделювання. Ви не знайдете звичайних функцій САПР, таких як екструзія, обертання або розгортки. Натомість усі моделюючі центри навколо кубоїда: суцільний блок, який можна розділити на менші шматки однакового розміру. Користувачі створюють свої конструкції, обробляючи кубовідний інструмент із власними коріннями в реальному житті: молотком, кельмою, стамескою та свердлом. Наприклад, ви використовуєте інструмент долото для видалення окремих кубиків, тоді як кельма додає кубики. Ви отримуєте більш докладні результати, збільшуючи масштаб, використовуючи той самий набір інструментів.

3D Slash простий у використанні, особливо для початківців. Трохи навчившись, можна досягти вражаючих результатів. Ви також можете імпортувати та змінювати існуючі 3D-дизайни.

Примітивний, практичний підхід буде особливо приємним для любителів, які час від часу хочуть створювати тривимірні дизайни, не маючи необхідності опановувати таємниче мистецтво звичайного програмного

забезпечення для 3D-моделювання. Якщо ви новачок, який прагне стати професіоналом, вам буде краще використовувати інструмент, який познайомить вас із традиційними основами моделювання, такими як Fusion 360.

2.1.2 Clara.io - це безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання на основі браузера. На перший погляд, це виглядає так, ніби застосовується класичний підхід до тривимірного моделювання за допомогою багатокутників. Але Clara.io виходить за рамки обмежених функціональних можливостей, яких ви очікуєте від програмного забезпечення для 3D-моделювання у браузері. Наприклад, його якість візуалізації порівнянна з деякими дорогими настільними програмами. Він включає візуалізацію хмари VRay, що дозволяє вам освітлювати сітки за допомогою зображення HDR та багатьох інших чудових прийомів. Якщо ви хочете створити комп'ютерні анімаційні фільми, Clara.io також підтримує базову анімацію ключових кадрів.

Окрім того, що вона є мультиплатформною, ще одним сильним аспектом є її можливість співпраці. Подібно до Google Docs, ви можете додати до сцени інших користувачів Clara.io, які потім можуть змінити файл. Кожна внесена зміна автоматично синхронізується та встановлює версії між обліковими записами.

Безкоштовна версія Clara.io надає вам 2 ГБ хмарного сховища. Комерційні варіанти включають більше місця для зберігання, необмежену кількість публічних сцен та - залежно від рівня - кілька годин особистого відтворення. Якщо ви шукаєте програмне забезпечення для 3D-моделювання на основі браузера, спробуйте це.

2.1.3 MoI (скорочення від "Moment of Inspiration") - це програмне забезпечення для 3D-моделювання, орієнтоване на художників та дизайнерів. Розробник створив програму, яка пропонує повну функціональність програмного забезпечення 3D CAD, але усуває технічні

складності, що супроводжуються цим. Натомість будь-які математичні аспекти обробляються без будь якого супроводу на екрані, що надає користувачам свободу зосередитися на своїх 3D-проектах.

У той час як звичайне програмне забезпечення 3D CAD, як правило, досить важке для освоєння і потребує багато зусиль, програма MoI має простий користувальницький інтерфейс. Він сумісний з таблетками для пера; насправді цим програмним забезпеченням для 3D-моделювання можна керувати, не використовуючи клавіатури взагалі.

Праворуч ви можете вибрати між нанесенням ліній або твердих тіл. 3D-конструкції можна обробляти за допомогою таких важливих інструментів, як екструзія, shell, офсетний лофт тощо. Трансформації дадуть вам такі функції, як обертання, масштабування, масив, вирівнювання чи деформація. Для точної роботи ви можете точно бачити точні вимірювання, коли їх змінюєте. Крім того, MoI пропонує мову сценаріїв, яка активно використовується та документується спільнотою MoI.

Розробники пишаються м'якою кривою навчання свого продукту. Це дозволяє художникам без фону в 3D-моделюванні або САПР швидко створювати механічні або органічні сітки для 3D-друку.

Якщо вам потрібен інструмент, який підкреслює творчий процес, а не технічні трюки, MoI - найкраще програмне забезпечення для 3D-моделювання для вас.

2.1.4 SelfCAD включає в себе повний робочий процес від створення до 3D-друку в один акуратно представлений комплект. По суті, SelfCAD має надійний додаток для 3D-моделювання, що дозволяє проектувати складні 3D-об'єкти для друку.

Інтуїтивно зрозумілий користувальницький інтерфейс і простота на рівні Tinkercad дозволяють вам маніпулювати дизайном таким чином, що навіть новачки можуть зануритися і почати творити. Ви також можете

завантажити 2D-зображення, щоб служити шаблоном для ваших робіт, тому посилання завжди буде під рукою.

Безкоштовна версія обмежена 3D-дизайном. Одним із визначальних знань преміум-версії SelfCAD є здатність відновлювати та готувати моделі для 3D-друку, навіть виконуючи завдання, нарізаючи та передаючи G-код безпосередньо на ваш комп'ютер. Безліч принтерів доступні зі спадного меню, але ви можете ввести технічні характеристики для будь-яких не включених до цього списку.

Все це з будь-якого веб-браузера, який переходить на веб-сайт SelfCAD - це не створює зайвих зусиль для користувача.

2.1.5 Відомо, що SketchUp використовується в багатьох галузях архітектури, дизайну інтер'єру, містобудування, інжинірингу та будівництва, як чудовий інструмент для візуалізації та планування.

Що вражає користувача вперше, це його акуратний та зручний для початківців інтерфейс. Це дозволяє легко зрозуміти основний принцип і дозволяє створювати 3D-моделі всього за кілька годин. Це завдяки деяким інтуїтивним інструментам, які дозволяють точно орієнтуватися та ліпити.

Це не означає, що SketchUp здатний лише до простого 3D-моделювання. Оскільки SketchUp заохочує користувачів та сторонні компанії додати розширення - багато з них безкоштовні, - його потенційні можливості практично не обмежені.

Веб-версія Sketchup є безкоштовною для особистого користування і навіть пропонує хмарний простір для зберігання даних на 10 ГБ, який можна розширити за допомогою рівня "Магазин" за 10 доларів на місяць. Професійні та освітні рівні швидко збільшуються до \$ 1,199 на рік, але вони також включають базову версію, необмежену хмарну пам'ять та широкий спектр додаткових функцій.

SketchUp дуже сильний для розробки візуалізацій - цілком може вважатися найкращим програмним забезпеченням для 3D-моделювання для

цієї роботи. Підтримка 3D-друку вже вражає і постійно зростає. Кілька розширень підключають безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання до зовнішніх служб.

2.1.6 Нехай вас не дивує зовнішній вигляд: браузер Tinkercad - це не якийсь інструмент 3D-моделювання в дитячих садках. Tinkercad дозволяє поєднувати примітивні форми, як це роблять малюки. Використовуючи основні операції моделювання, Tinkercad дозволить вам приєднувати, віднімати або перетворювати примітиви для побудови складних об'єктів. Але в Tinkercad є ще щось - функціонал поширюється на об'єднання та віднімання фігур.

Після освоєння цих основних технік навіть новачки, що користуються безкоштовним програмним забезпеченням для 3D-моделювання, можуть дати вражаючі результати - просто подивіться на те, що створило співтовариство. Якщо ви шукаєте інструмент для знайомства з всесвітом 3d моделювання, вам сподобається інтуїтивний підхід Tinkercad до загальних концепцій та інструментів у програмі 3D-моделювання.

2.1.7 Blender - це програмне забезпечення з відкритим кодом середнього та професійного рівня для створення анімаційних фільмів, візуальних ефектів, мистецтва, інтерактивних додатків, відеоігор та 3D-моделей для друку. Blender пропонує широкий асортимент функцій, включаючи 3D-моделювання, текстурювання, моделювання матеріалів, ліплення, відстеження камери, візуалізацію, редагування відео та композицію. Крім того, це безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання має вбудований ігровий рушій.

Blender також включає можливості ліплення, подібні до Mudbox або ZBrush . Крім того, він надає ряд інструментів та модифікаторів, які полегшують створення сіток, призначених для 3D-друку, включаючи рішення для відновлення зламаних сіток.

Зрозуміло, що таке багатство функціональних можливостей має свою ціну: навіть незважаючи на те, що це програмне забезпечення для тривимірного моделювання є безкоштовним, його освоювати далеко не просто. Blender не створюється з урахуванням початківців, але якщо вас не вимикає крута крива навчання і ви шукаєте один з найкращих бітів безкоштовного програмного забезпечення для 3D-моделювання, який є розгалуженням для всіх напрямків, він для вас.

2.1.8 DesignSpark Mechanical, розроблений спеціально для бюджетних моделей, є частиною програм для тривимірного моделювання, що містить багато поширених інструментів моделювання САПР. Що стосується функціональності, програма дотримується загальноприйнятого підходу програмного забезпечення для 3D-моделювання, а користувальницький інтерфейс дуже схожий на AutoCAD. Отже, якщо ви шукаєте альтернативний безкоштовний інструмент програмного забезпечення для 3D-моделювання, варто придивитися уважніше.

Хоча основні функції цього програмного забезпечення для 3D-моделювання безкоштовні, видавець бере плату за додаткові функції, такі як розширені опції імпорту / експорту та рендеринг. Як і деякі інші програми, DesignSpark Mechanical використовує онлайн-сервіси, якщо вам потрібні розширення.

2.1.9 FreeCAD - це параметричне безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання. Він призначений для 3D-дизайну реальних об'єктів будь-якого розміру. Параметричне моделювання дозволяє легко модифікувати ваш 3D-дизайн, повертаючись до історії вашої моделі та змінюючи її параметри.

FreeCAD є відкритим вихідним кодом і дуже пристосований для подальшого налаштування, піддається скриптам та розширюється. Побудований певною мірою на Python, ви можете скористатися цією мовою програмування для реалізації нових функцій.

Будучи відкритим кодом, набір функцій FreeCAD орієнтований на спільноту САПР. Тож будьте готові до того, що програма спочатку буде виглядати надто складною і громіздкою. Постійність за допомогою цього безкоштовного програмного забезпечення для 3D-моделювання винагородить вас великим набором функцій.

FreeCAD пропонує модульну архітектуру плагіна та додаток для ескізів із засобом розв'язання обмежень, що дозволяє ескізувати 2D-фігури. Якщо ви хочете піти далі, ви можете запустити моделювальну роботу, щоб вивчити рух програми, і використовувати модуль шляху, призначений для механічної обробки, наприклад фрезерування (CAM). Він також може виводити, відображати та налаштовувати G-код для 3D-друку.

2.1.10 LibreCAD - це програмне забезпечення для 3D-моделювання з відкритим кодом. Безкоштовне програмне забезпечення містить основні інструменти, необхідні для моделювання та модифікації дизайну. Оскільки LibreCAD відображає лише 2D-види, він має невеликий розмір файлу 30 МБ. Але він також може відображати ізометричні види. Незважаючи на те, що безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання задовольняє загальні потреби у малюванні, функціональність вас не перевершить, на відміну від іншого безкоштовного програмного забезпечення САПР.

Інтерфейс LibreCAD не переповнений, і загалом безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання цілком підходить для початківців. Після того, як ви освоїте програму, можливо, ви захочете працювати швидше, скориставшись усіма перевагами командного рядка внизу екрана, щоб впорядкувати робочий процес.

2.1.11 MakeHuman розпочався як плагін для Blender і став незалежним додатком. Це єдиний безкоштовний інструмент для створення 3D-персонажів, про який ми знаємо.

Завдяки MakeHuman ми маємо можливість створювати 3D-моделі, схожі на людей. Це програмне забезпечення дозволяє маніпулювати "базовою

сіткою" - нестаріючим, нестатевим гуманоїдним 3D-файлом. Ви швидко виявляєте відмінні та переконливі риси характеру, просуваючи продумано організовані штанги (стать, обличчя, тулуб, руки та ноги). Налаштування справді всебічні, ви можете буквально маніпулювати своїм персонажем аж до кінчика волосся.

Після того, як ваша модель закінчена, ви можете застосувати одяг, на будь які випадки. Але ми зробили лише поверхносний огляд, оскільки це безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання включає в себе широкі можливості підробки для розробки ігор та комп'ютерної анімації. Навіть обличчя налаштоване на достатню кількість елементів керування для досягнення гідних виразів. Це багатство можливостей дозволяє створювати переконливі 3D-моделі на вітрі.

MakeHuman також є чудовим інструментом для створення сітки, яку ви потім вдосконалюєте в 3D-інструментах для ліплення, таких як ZBrush. Для користувачів Blender MakeHuman пропонує спеціальний інструмент, який полегшує обмін між ними. Має бути очевидним, що це одна з найкращих версій безкоштовного програмного забезпечення для 3D-моделювання у своєму роді.

2.1.12 Meshmixer від Autodesk – це універсальне програмне забезпечення для 3D-моделювання. Він чітко наголошує на механічній функціональності тривимірних конструкцій.

Meshmixer призначений для зручної підготовки сіток для 3D-друку. Наприклад, ви можете використовувати Meshmixer для моделювання твердих протезів з механічними деталями, а 3D-сканування можуть стати основою для пристроїв, що підбираються на замовлення. Більше того, це безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання пропонує деякі методи оптимізації, які зазвичай можна знайти в дорогих програмах промислового рівня. Ви можете зменшити небажану масу за допомогою 3D-дизайну і тим самим значно зменшити витрати на матеріал. Це також дозволяє

автоматично створювати з'єднання, що з'єднують різні деталі в одному пристрої.

Крім того, цей безкоштовний програмний інструмент для 3D-моделювання має такі можливості відновлення, як поглиблення, масштабування та спрощення сітки, що робить його неоціненним для використання при виробництві добавок.

2.1.13 У своїй базовій версії NanoCAD є безкоштовним. Його користувальницький інтерфейс приймає підказки від AutoCAD Autodesk. Тож перехід від одного програмного забезпечення для 3D-моделювання до іншого не складе труднощів.

NanoCAD підтримує параметричне моделювання, тобто ви можете переглядати старі конструкції та пристосовувати їх до нових потреб без зайвої суєти. Змініть розміри конструкції та кількість компонентів, і ви отримаєте унікальний дизайн, який ідеально відповідає вашим потребам.

Більше того, NanoCAD може автоматизувати рутинні завдання. Програма представляється безтурботною, що робить її доступною навіть для любителів та початківців, а професійні користувачі мають у своєму розпорядженні багатий набір функцій.

Крім того, ви можете розширити функціональність цього безкоштовного програмного забезпечення для 3D-моделювання за допомогою різних плагінів. Якщо ваші проекти є більш вимогливими, вам слід поглянути на версії NanoCAD Plus або Pro. Загалом, ця версія додає багато можливостей, яких можна очікувати від професійного програмного забезпечення для 3D-моделювання, такого як AutoCAD. Примітно, що набір інструментів включає навіть тверде моделювання та відкритий API.

2.1.14 Іншим підходом до програм 3D-моделювання є OpenSCAD, безкоштовна програма для створення твердих об'єктів САПР. Це не інтерактивний модельяр, а скоріше 3D-компілятор, заснований на мові текстового опису.

Документ OpenSCAD визначає геометричні примітиви та визначає, як вони модифікуються та маніпулюють для отримання 3D-моделі. Це дозволяє створювати тривимірні конструкції, що визначаються конфігурованими параметрами, або повторно використовувати код для інших проєктів. OpenSCAD зосереджений навколо конструктивної твердої геометрії (CSG) та екструзії 2D контурів.

Слід визнати, що OpenSCAD не для всіх. Це може бути найкращим безкоштовним програмним забезпеченням для 3D-моделювання для завзятих ентузіастів моделювання, які із задоволенням бачать, як їх код оживає на 3D-принтері.

2.1.15 ZBrushCoreMini - це найновіше доповнення до САПР. Спираючись на популярну безкоштовну програму Sculptris (яка нині припинена) та використовуючи більшість функцій Sculptris Pro, її легко навчити тим, хто мало мав попереднього досвіду 3D-моделювання.

ZBrushCoreMini унікальна як програма для ліплення, що дозволяє користувачам редагувати сітки за допомогою мазків пензля. По суті, користувач починає з грудочки глини, яку потім можна ретельно змінити, використовуючи 8 різних інструментів. Вони дозволяють додавати, згладжувати, віднімати, надувати, прищипувати або полірувати вашу «віртуальну глину». Ви також можете скласти карту та намалювати текстури після того, як закінчите формувати свою скульптуру. Якщо ви хочете навчитися цифровій ліпці (думати художньо та органічно) замість традиційного 3D-моделювання САПР, це відмінна точка входу.

2.1.16 3ds Max - це класичний набір програм для 3D-моделювання від Autodesk. Він особливо популярний серед художників візуальних ефектів, розробників відеоігор та студій архітектурної візуалізації. Складне моделювання частинок світла, механізм моделювання тканини та власна мова сценаріїв (MAXScript) - це деякі з ключових особливостей, крім можливостей 3D-моделювання.

Якщо цього вам недостатньо, 3ds Max постачається з архітектурою плагінів, яка постійно харчується енергійною спільнотою розробників.

З точки зору самого 3D-моделювання, 3ds Max може створювати параметричні та органічні об'єкти з полігоном, поверхнею поділу та моделюванням на основі сплайну. Цікавими особливостями (зокрема для дизайнерів) є інструменти моделювання на основі NURBS у цьому програмному забезпеченні для тривимірного моделювання, що дозволяє органічно та математично точні сітки. Серед інших методів - можливість створювати моделі з даних хмарних точок.

2.1.17 Якщо ви шукаєте зручності у використанні, Cinema 4D може бути для вас правильною програмою, оскільки вона чудово інтуїтивна завдяки своїм процедурним робочим процесам.

Працюючи на OpenGL, область перегляду в реальному часі відображає глибину різкості та відображення простору екрану в режимі реального часу, що полегшує управління цими ефектами. Оскільки цей вигляд виглядає так добре, Cinema 4D дозволяє експортувати рендери попереднього перегляду, щоб ви могли подати їх клієнтам на затвердження. Для збільшення загальної швидкості візуалізації Cinema 4D оснащений інструментом рівня деталізації, який спрощує об'єкти на основі їх відстані до камери та інших факторів.

Найновіші випуски цього програмного забезпечення для 3D-моделювання значно покращують робочий процес малювання ваги, додаючи можливість віддзеркалювати роботу з одного боку персонажа на інший. Крім того, стало простіше інтегрувати прямі кадри з тривимірними анімованими об'єктами. Функція під назвою Реконструкція сцени створює кольорові хмари точок та геометрію на основі відстежуваних функцій, що дозволяє точно одружувати обидва компоненти. Найновіша версія додає кращі робочі процеси для анімації, нові інструменти для моделювання на твердій поверхні та покращені функції експорту.

2.1.18 Modo був розроблений з огляду на професіоналів у галузі VFX та дизайнерської індустрії, але порівняно з деяким іншим програмним забезпеченням для 3D-моделювання, Modo все ще порівняно простий у вивченні. Основними його перевагами є швидкість робочого процесу, моделювання полігонів та підрозділів, механізм частинок та процедурна анімація.

Інструментом, який іноді недооцінюють, але приділяють багато уваги розробників, є функція вибору. Компоненти можна вибирати фарбою, вибирати петлю, вибирати візерунок, вибирати ласо, список можна продовжувати і продовжувати. Справа в тому, що для будь-якої ситуації існує відповідний режим вибору в цьому програмному забезпеченні 3D-анімації, який дозволить вам вносити глобальні зміни у свою модель. Запишіть макроси з повторюваними операціями та застосуйте їх до об'єктів, коли це потрібно для пришвидшення моделювання.

Подібно до іншого програмного забезпечення для 3D-моделювання, Modo включає інструменти для ліплення у форматі 3D, які розширюють діапазон вашої художньої виразності природними формами, які створюються так само просто, як і формувати глину руками.

2.1.19 Перший професійний інструмент для ліплення в нашому списку, Mudbox Autodesk, є прямим конкурентом ZBrush. Як і ZBrush, Mudbox використовує метафору для ліплення з глини для 3D-моделювання.

Його основна концепція називається "прогресивна деталізація". Це означає, що ви не намагаєтеся створити сітку з високою роздільною здатністю з самого початку. Натомість ви розробляєте свої деталі поетапно. Спочатку ви завантажите базовий шаблон (наприклад, загальне людське тіло). Далі ви визначаєте силует (руки, голови, кінцівки) за допомогою широких кистей. Звідти ви можете перейти на менші пензлі та ліпити деталі, яскраво виражені м'язи, пальці тощо. Тільки тоді ви зможете підготувати рівень підрозділу та

поступово додавати складні деталі, такі як зморшки або шрами, використовуючи більш тонкі щітки.

Хоча і ZBrush, і Mudbox спираються на одну і ту ж концепцію, вони реалізують її дещо інакше. Багато хто називає Mudbox більш зручним для користувачів, оскільки він базується на усталеному користувацькому досвіді продуктів Autodesk. З іншого боку, ZBrush перемагає Mudbox своїм широким набором інструментів та щіток. Основним недоліком Mudbox є довіра до звичайного програмного забезпечення для 3D-моделювання (наприклад, Maya або 3ds Max) для створення та управління базовою геометрією, тоді як ZBrush пропонує єдине рішення. Таким чином, це переважно питання вашого власного робочого процесу, якщо ви вважаєте Mudbox вищим за ZBrush.

2.1.20 Onshape - це потужний пакет програмного забезпечення для САПР 3D-класу. Він орієнтований на професійних користувачів, які працюють у команді та потребують систем контролю версій. Onshape може похвалитися тим, що є єдиною платформою для розробки продуктів, яка об'єднує САПР, управління даними, інструменти співпраці та аналітику в режимі реального часу.

Onshape постачається у хмарі як Програмне забезпечення та як послуга. Він працює на найпоширеніших операційних системах, навіть на телефонах iOS та Android. Окрім широкої функції та набору інструментів, найцікавішою особливістю є особливості команди. На відміну від встановленого САПР та програмного забезпечення для управління продуктами, Onshape надає всім членам команди миттєвий доступ до тієї самої системи САПР та даних САПР у хмарі. Він також пропонує добре задокументований API для зовнішніх користувачів, які підключаються до системи.

2.1.21 На відміну від традиційних програм 3D-моделювання, Poser дозволяє швидко та інтуїтивно створювати 3D-моделі людей та тварин, маніпулюючи “базовою фігурою” людини або тварини котрі

ви забажаєте створити у вигляді 3D-файла. Ви виділяєте персонажа за допомогою ковзних брусків, які контролюють риси обличчя, тулуба, рук тощо. Налаштування поширюються на найдрібніші деталі людського тіла, і при достатній практиці ви можете створювати фотореалістичні 3D-моделі.

Ви можете не тільки одягнути свого персонажа, але навіть розмістити об'єкти з великої бібліотеки заздалегідь побудованих персонажів, тварин та реквізиту. Таким чином, легко обладнати і упорядкувати цілі сцени. Але крім цього, це програмне забезпечення для 3D-моделювання має кілька пристойних можливостей візуалізації, що включає кастику та об'ємні матеріали. Це робить вас незалежними від інших програм генерації символів. Експорт вашої роботи у 3ds Max або інше програмне забезпечення для тривимірного моделювання загального призначення є не обов'язковим.

Poser пропонує додаткові переваги перед конкурентом MakeHuman, інтегруючи фізичний рушій, який надає вашій роботі більшої реалістичності. Як і в MakeHuman, персонаж попередньо підготовлений і готовий до анімації у фільмах та іграх. Однак Pro-версія Poser навіть дозволяє записувати дані зйомки руху за допомогою 3D-сканера.

2.1.21 Rhino - це багатофункціональне програмне забезпечення для 3D-моделювання, що використовується для автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва (CAM), швидкого створення прототипів, виробництва добавок та зворотного проектування в різних галузях промисловості, а також для мультимедійного та графічного дизайну. У Rhino будь-яка геометрія базується на математичній моделі NURBS. Він зосереджений на створенні математично точного подання кривих та поверхонь вільної форми в комп'ютерній графіці замість додатків на основі полігональних сіток.

Ви впізнаєте багато інструментів від MVC, який базується на тих же принципах, що і Rhino3D. Однак під час процесу 3D-дизайну ви часто вводите цифри для точного розміщення та формування моделей. З одного боку, це

робить Rhino3D ідеальним інструментом для механічних конструкцій; з іншого, це може уповільнити робочий процес.

Якщо ви приділяєте увагу до моделювання NURBS, Rhino, мабуть, найкраще програмне забезпечення для 3D-моделювання для вас. Однак, якщо ви віддасте перевагу більш інтуїтивно зрозумілий підхід, спробуйте MVC .

2.1.22 ZBrush - це новий підхід до моделювання, завдяки якому віртуальне ліплення з глини стає сферою програмного забезпечення для 3D-моделювання.

Центральна концепція називається "прогресивна деталізація". Замість того, щоб створювати сітку з високою роздільною здатністю з самого початку, ви поступово створюєте рівні деталізації. Почніть з примітиву, а потім сформуєте свій 3D-дизайн з нуля. Ви також можете завантажувати шаблони (наприклад, загальне людське тіло, наприклад) як основу. Спочатку ви визначаєте силует (руки, голови, кінцівки) за допомогою широких інструментів кисті. Звідти ви переходите на менші пензлі та ліпите великі деталі, яскраво виражені м'язи, пальці тощо.

Хоча ідея ліплення в тривимірному просторі може здатися привабливою для початківців, ZBrush - це аж ніяк не програмне забезпечення для 3D-моделювання, яке можна освоїти інтуїтивно. Він має круту криву навчання та освоює багато годин. Хоча ZBrush та його конкурент Mudbox засновані на одній концепції, вони реалізують її дещо по-різному. Багато критиків називають Mudbox дещо зручнішим для початківців 3D-ліплення.

З іншого боку, не може бути сумнівів у тому, що ZBrush перемагає Mudbox у широкому спектрі його інструментів та щіток. Однак головним недоліком Mudbox є покладання на Maya або 3ds Max для створення базової геометрії, тоді як ZBrush в цьому плані цілком самодостатня. Ви можете дуже швидко заблокувати свій силует у ZBrush. Крім того, це дозволяє легко та інтуїтивно створювати додаткову геометрію. Якщо ви вважаєте Mudbox вищим за ZBrush, це, зрештою, питання вашого робочого процесу.

Ті, хто не впевнений, чи варта ця інвестиція, можуть спробувати її за допомогою ZBrushCoreMini - безкоштовної програми, яка пропонує подібні, але менше функцій, ніж ZBrush.

2.1.23 Будучи золотим стандартом професійного сектору програмного забезпечення для 3D-моделювання, AutoCAD є комерційним програмним додатком для 2D та 3D автоматизованого проектування (CAD) та складання проекту. Він доступний з 1982 року як настільний додаток, а з 2010 року - як мобільний, веб- та хмарний додаток, що продається як AutoCAD 360. Він також займає найбільшу частку ринку в секторі програмного забезпечення для 3D-моделювання.

Широкий спектр функцій AutoCAD робить його універсальним інструментом, який використовується в широкому діапазоні галузей. Спеціалізовані набори інструментів допомагають вам автоматизувати конструкції та навіть створити цілі бібліотеки деталей.

Щоб розкрити весь його потенціал, вам знадобиться велика підготовка, але Autodesk запропонував вам кілька чудових навчальних посібників.

2.1.24 CATIA - це абревіатура від Computer-Aided Three-3D Interactive Application. Багатофункціональний додаток носить три капелюхи, як програмне забезпечення 3D CAD, програмне забезпечення для автоматизованого виробництва (CAM) і, нарешті, як програмне забезпечення для автоматизованої інженерії (CAE). Програмне забезпечення для 3D-моделювання було розроблено французькою компанією Dassault Systèmes. Він широко використовується в промисловому дизайні та машинобудуванні, зокрема в автомобілебудуванні, суднобудуванні, промисловому обладнанні та архітектурі.

Подібно до свого конкурента Autodesk Inventor, CATIA вимагає великої підготовки та вдосконалених знань в галузі техніки. Тим не менш, це надзвичайно вдосконалений інженерний інструмент і один з найкращих програмних пакетів для 3D-моделювання на ринку.

2.1.25 Autodesk Fusion 360 - це програмний інструмент 3D CAD / CAM. Він пропонує професійні можливості, але залишається більш зручним для користувача, ніж більшість професійних програм для 3D-моделювання твердих тіл.

Програма охоплює весь процес планування, тестування та виконання 3D-дизайну. Він пропонує потужні параметричні інструменти та аналітичні сітчасті інструменти, які добре підходять для вирішення більшості проблем промислового дизайну. Більше того, Fusion 360 може імітувати як конструкцію розроблених компонентів, так і напруження, з якими вони зіткнуться, коли їх застосують до використання. Fusion 360 також виділяється своїми спільними можливостями. Він підтримує хмарний спільний доступ до файлів, контроль версій та імпорт / експорт загальних типів файлів САПР.

Хоча це один з найкращих програмних засобів для 3D-моделювання для спеціалістів з 3D-проектування та інжинірингу, крива навчання Fusion 360 досить крута.

2.1.26 Autodesk Inventor дозволяє створювати цифрові механічні тверді прототипи. Він використовується в 3D-механічному проектуванні, дизайнерському спілкуванні, створенні інструментів та моделюванні продукту. Це дозволяє користувачам створювати точні 3D-моделі, що допомагають розробляти, візуалізувати та моделювати продукти до їх створення.

Як і конкуренти Solidworks та CATIA, Inventor - це надзвичайно вдосконалений компонент програмного забезпечення для 3D-моделювання, який вимагає передових інженерних знань, щоб отримати максимум від цього.

Autodesk Inventor - одне з найкращих програм для 3D-моделювання для промислового сектору. Якщо ви хочете розробити функціональну машину, це правильний вибір програмного забезпечення.

2.1.27 SolidWorks - це частина як твердого моделювання автоматизованого проектування (CAD), так і програмного забезпечення для 3D-моделювання (CAE), розробленого та опублікованого Dassault Systèmes.

На відміну від CATIA, Solidworks розроблявся з урахуванням більш широкого кола галузей. Він використовується в промисловому дизайні та машинобудуванні; зокрема в аерокосмічній, автомобільній, суднобудівній, промисловому обладнанні, архітектурі, а також у медичній та енергетичній галузях.

Як і його конкурент Autodesk Inventor, це програмне забезпечення 3D CAD займає гідне місце серед кращих програм для промислового 3D-моделювання.

2.1.28 Siemens NX - це багатофункціональний пакет, призначений, зокрема, для задоволення багатьох потреб у виробництві автомобілів та аерокосмічної галузі. Звичайно, він підтримує різні форми тривимірного моделювання, такі як моделювання твердих тіл та поверхонь, а також параметричне та пряме моделювання.

Цей пакет програм охоплює майже весь виробничий процес від проектування до виготовлення. Завдяки своїм першокласним 2D та 3D інструментам проектування дизайнери можуть створювати деталі та керувати виробництвом у межах одного програмного пакету. У програмному забезпеченні NX є модулі для перевірки придатності складних аерокосмічних збірок (Syncrofit) і навіть інженерної обробки сидінь (Mastertrim).

2.2 Створення 3D-моделі

Створення 3D-моделі є однією з найпопулярніших послуг CG, що використовується в архітектурі, інтер'єрі та дизайні продуктів, а також в автомобільній та ігровій індустрії.

Що стосується виробників, професійне 3D-моделювання надає безліч можливостей для їх бізнесу. Він забезпечує швидкі та зручні прототипи, якісні

рішення руху, а також першокласні візуалізації 3D для різних цілей - каталоги, списки, онлайн та офлайн-оголошення, соціальні медіа тощо. Чесно кажучи, сьогодні жодна маркетингова кампанія не може існувати без втручання візуалізації та якісних 3D-моделей. Дійсно, сучасні проблеми вимагають сучасних рішень!

Ринок візуалізації 3D наповнений пропозиціями як фрілансерів, так і студій CG. Але всі підрядники називають різні ціни. Щоб по-справжньому зрозуміти ситуацію та зробити правильний вибір, маркетологи та виробники спочатку повинні зрозуміти, як відбувається створення 3D-моделі. Поглибившись трохи глибше в тему, вони зможуть зрозуміти, різницю у якості та нюансі які створюють загальний образ фінального результату, а потім вибрати найкращого підрядника. Отже, ми розглянемо, 5 основних етапів створення 3D-моделі.

2.2.1 Налаштування точного завдання

По-перше, маркетологи та виробники повинні точно знати, які їх цілі з точки зору створення 3D-моделі. Тип і складність тривимірного об'єкта залежить від його майбутнього використання, будь то статичні красиві візуалізації чи рішення руху - анімація, 360-річний вигляд товару, VR тощо.

Тож клієнт ставить перед студією CG чітке завдання, надсилаючи їм обширний бриф із зразками, посиланнями та кресленнями товару. Після цього разом із керівником проекту студії вони можуть обговорити та уточнити всі деталі, а також встановити кінцевий термін для створення 3D-моделі.

Професійні студії 3D знають, наскільки важливий цей етап. Оскільки вони мають великий досвід у 3D-моделюванні, вони можуть визначити, яка 3D-модель найкраща для яких цілей, а потім розбити процес на етапи та розподілити завдання між експертами в команді. Як результат, чим чіткішим є початковий опис, тим швидше йде процес і потрібно менше коригувань.

2.2.2 Нарощування базової геометрії

Існують різні способи створення 3D-моделі за допомогою примітивів, сплайнів та графічних типів 3D-моделювання. Використання примітивів покладається на створення нового об'єкта шляхом перетворення основних геометричних форм - кубів, кульок, циліндрів тощо. Поверхневий метод заснований на нанесенні напрямляючих ліній, що створюють поверхню. А полігональне моделювання означає створення 3D-моделі з багатокутників. В основному, це найпопулярніший вид 3D-моделювання для дизайну меблів.

Багатокутник складається з трьох точок - вершин, які об'єднані спільними ребрами. Його основна структура трикутна, і ці трикутники можна об'єднати в більш складні поверхні. Чим більше полігонів має створений 3D-об'єкт, тим гладша його поверхня та вища якість. Але сама така 3D-модель стає більш «важкою». „Важкий” у цьому контексті означає, що потрібно витратити багато ресурсів. Тому це не працює для VR, AR додатків та відеоігор. Однак ця 3D-модель ідеально підходить для красивих фотореалістичних 3D-візуалізацій.

2.2.3 Налаштування багатокутників і топології

Часто після створення базової геометрії тривимірної моделі необхідно скоригувати багатокутники відповідно до форми об'єкта. Це життєво важливо для тих видів тривимірних об'єктів, які можуть бути надто важкими для запуску в додатках, VR, AR або комп'ютерних іграх, створених на Unity engine. У цих випадках такі процеси, як топологія та ретопологія, можуть вирішити проблему за рахунок зменшення кількості багатокутників. Якщо менші багатокутники точно повторюють лінії форми та структури, тоді 3D-модель стає легшою, але зберігає свою хорошу якість.

Топологія та ретопологія для створення 3D-моделі також дозволяють зменшити системні помилки та інші види помилок. Після їх використання 3D-

об'єкти не потребують великих ресурсів комп'ютера чи смартфона, але передають зображення якісно та реалістично.

2.2.4 Вибір матеріалів та фактур

Існує безліч різноманітних бібліотек матеріалів для програмного забезпечення 3D, де ви можете знайти будь-які матеріали та текстури, починаючи з каменю, дерева, металів, тканин тощо.

Матеріали визначають такі характеристики об'єкта, як прозорість, твердість, відбивна здатність тощо. Однак вони не мають кольору або малюнка. А фактура - це в основному 2D-зображення поверхні, яка не має жодних раніше згаданих особливостей матеріалу. Застосовані разом, вони дають можливість створення 3D-моделі як малюнка, так і рельєфу поверхні.

Зазвичай художники 3D використовують готові текстури, але вони завжди можуть створити власні на прохання клієнта. Цей варіант ідеально підходить для ексклюзивних матеріалів для нестандартних предметів з унікальним дизайном. Спеціальна текстура - це гарантія того, що жоден інший художник 3D не використовуватиме її для створення 3D-моделі. Звичайно, створення власної текстури вимагає часу та грошей, але таким чином досвідчений фахівець з 3D може виготовити саме той матеріал, який потрібен виробнику.

2.2.5 Розгортка та застосування текстур

Розгортка - це процес створення карти текстур і накладання її на тривимірну модель. Хоча 3D-об'єкт це 3D-том, карти завжди робляться у 2D-форматі. Це означає, що вони є не більше, ніж просто кольоровим плоским зображенням без рельєфу поверхні. Тому навіть маючи в руках різні карти, художникам 3D доводиться докладати зусиль, щоб текстура виглядала реалістично.

Щоб отримати справжній матеріал, експерти 3D використовують чорно-біле зображення текстури, щоб створити конкретну чорно-білу карту. Всі білі плями та лінії на цій карті означають опуклі, незалежно від того, чи є чорні западини. Використовуючи карту підборів як основу, художники 3D можуть регулювати опуклість текстури в програмному забезпеченні 3D, щоб зробити її більш-менш рельєфною та об'ємною.

За допомогою програмного забезпечення 3D художники можуть змінювати не лише рельєф, але й прозорість та відображення матеріалу. Найкращим прикладом того, як усі ці характеристики однаково важливі для фотореалізму, є шкіра. Картографування шкіряного матеріалу є процесом, що вимагає великих витрат - він повинен мати точний рельєф, щільність і одночасно відбиття. Але не хвилюйтеся, робота з професіоналами, які мають достатню кваліфікацію та досвід, навіть найскладніші та детальніші матеріали виглядають на 100% реальними.

На перший погляд, створення 3D-моделі виглядає як проста послідовність кроків, яку легко виконати. Але через будь-яку помилку проект може застрягти на одному з етапів або навіть повернутися до попередніх. Тому далекоглядні 3D-спеціалісти завжди приділяють належну увагу всім етапам роботи. Вони правильно уточнюють завдання, ретельно будують геометрію і грамотно створюють матеріали. Усвідомлюючи всі кроки, вони можуть уникнути помилок візуалізації та надати клієнту 100% якісну модель.

2.3 Огляд середовища створення віртуальної реальності

2.3.1 Unity - це ігровий рушій 3D / 2D та потужна крос-платформна IDE для розробників.

Як ігровий рушій, Unity здатний надати багато найважливіших вбудованих функцій, які змушують гру працювати. Це означає такі речі, як фізика, 3D-рендерінг та виявлення зіткнень. З точки зору розробника, це означає, що немає необхідності винаходити колесо заново. Замість того, щоб

розпочинати новий проект, створюючи новий фізичний рушій з нуля - обчислюючи кожен останній рух кожного матеріалу, або те, як світло має відбиватися від різних поверхонь.

Окрім ігрового рушія, Unity є IDE. IDE розшифровується як «інтегроване середовище розробки», що описує інтерфейс, який дає вам доступ до всіх інструментів, необхідних для розробки, в одному місці. Програмне забезпечення Unity має візуальний редактор, який дозволяє творцям просто перетягувати елементи на сцени, а потім маніпулювати їх властивостями.

Програмне забезпечення Unity також надає безліч інших корисних функцій та інструментів: наприклад, можливість переміщатися по папках проекту або створювати анімацію за допомогою інструмента шкали часу.

Що стосується кодування, Unity перейде на альтернативний редактор на ваш вибір. Найпоширенішим варіантом є Visual Studio від Microsoft, який здебільшого легко інтегрується.

Unreal використовує C # для обробки коду та логіки, з цілим набором класів та API, що єднають Unity, які вам потрібно буде вивчити. Хороша новина полягає в тому, що в Unity можна надзвичайно багато зробити, не потребуючи обробки великої кількості коду. Тим не менш, розуміння того, як програмувати, створить набагато більше можливостей для того, чого ви зможете досягти, а Unity дає вам гнучкість, щоб змінити майже все.

2.3.2 Unreal Engine. Другий на черзі після Unity, де близько 17 відсотків ринку займає Unreal Engine. Цей інструмент використовує мову C ++, яка вважається більш складною, ніж C # або Java, і перед початком роботи вимагає певних знань програмування на C ++. Існує також альтернативний метод сценаріїв, який називається Blueprints Visual Scripting, який дозволяє дизайнерам та програмістам працювати у співпраці, використовуючи той самий набір інструментів.

Unreal використовує іншу модель ціноутворення - рушій можна використовувати безкоштовно, поки ви не заробляєте 3 тис. Доларів за квартал, а потім вам доведеться заплатити 5 відсотків доходу від вашого додатка. Це більш складний та складний інструмент у порівнянні з Unity, який скомпрометований кращою продуктивністю та, можливо, найбільш реалістичним виглядом серед інших рушіїв. Як і Unity, він підтримує всі основні пристрої VR.

2.3.3 CryEngine . Ще одним безкоштовним інструментом для високореалістичних інтерфейсів є CryEngine. Він відомий своїми унікальними погодними та водними ефектами, включаючи об'ємний туман, фізику океану та повну тривимірну візуалізацію хмар, що робить його першочерговим інструментом для багатих на природу досвіду (ознайомтесь з цим ігровим процесом гри VR Robinson: The Journey для демонстрації). CryEngine також працює з C ++ і, на відміну від своїх конкурентів, підтримує лише три платформи VR: HTC Vive, Oculus Rift та OSVR.

2.4 Обґрунтування вибору

Основним завданням моєї дипломної роботи було розробити точну копію лабораторії і перенести її модель у середовище в якому буде можливість створити віртуальне середовище.

Для цієї задачі було перебрано багато програм, кожна з яких має свої плюси та мінуси, про це було докладніше розказано у розділі 2.1.

Що стосується створення середовища у вигляді 3Д моделі було обрано програму 3Ds max, вибір зупинився саме на ній, оскільки на мою думку вона ідеально підходить для моїх задач. У ній можна створювати моделі з великою точністю, але в той же час є можливість ці моделі вдосконалювати та креативити за допомогою її широкому функціоналу.

Другою ключовою характеристикою на котру я спирався, це попередній рендер, він дає змогу ще до внесення моделі у середовище

створення VR, побачити фінальний результат приміщення з різних ракурсів, що дає змогу проробити упущені моменти.

І великою перевагою для мене був досвід роботи у цій програмі, що значно мені допоміг.

Після того як модель лабораторії вже готова до експорту стає питання вибору програми для створення віртуального середовища.

В результаті, вибір майже одразу пав на програму Unity. Ця програма не потребує значних ресурсів від техніки на якій працює її ігровий рушій, а для мене це головний фактор, оскільки я розробляю віртуальне середовище, задля демонстрації лабораторії кіберфізичних знань, абітурієнтам та гістям нашого університета.

І як мною вже було сказано, ця програма не потребує значних ресурсів від техніки, а саме від ПК, телефонів, планшетів та інших девайсах, оскільки ця програма має широкий перелік підтримуючих пристроїв, це дає змогу кожному у тій чи іншій мірі відвідати лабораторію.

3 СТВОРЕННЯ СЕРЕДОВИЩА ЛАБОРАТОРІЇ В UNITY

3.1 Створення 3d моделі в середовищі 3Ds Max

Перед початком створення додатку віртуальної реальності нам необхідно створити фотографії середовища та зняти розміри лабораторії.

Коли ми маємо усі вступні дані, переходимо до середовища створення моделей, а саме 3Ds Max.

Для створення моделей ми маємо набір геометричних фігур. Далі за допомогою інструментів програми ми починаємо спочатку створювати кімнату, а вже потім наповнюємо її моделями комп'ютерів, столів, стендів, тощо.

Розглянемо повний цикл створення моделі на прикладі стола. В нашому випадку ми маємо звичайний робочий стіл, без додаткових шухляд та важких елементів, тому це досить легка модель у створенні.

Зазвичай столи роблять с пресованої деревини, і товщина стінок за стандартом становить 16 мм, як основної робочої поверхні, так і тримаючих стінок.

Для створення стола ми беремо звичайних box та встановлюємо необхідні розміри (рис. 3.1).

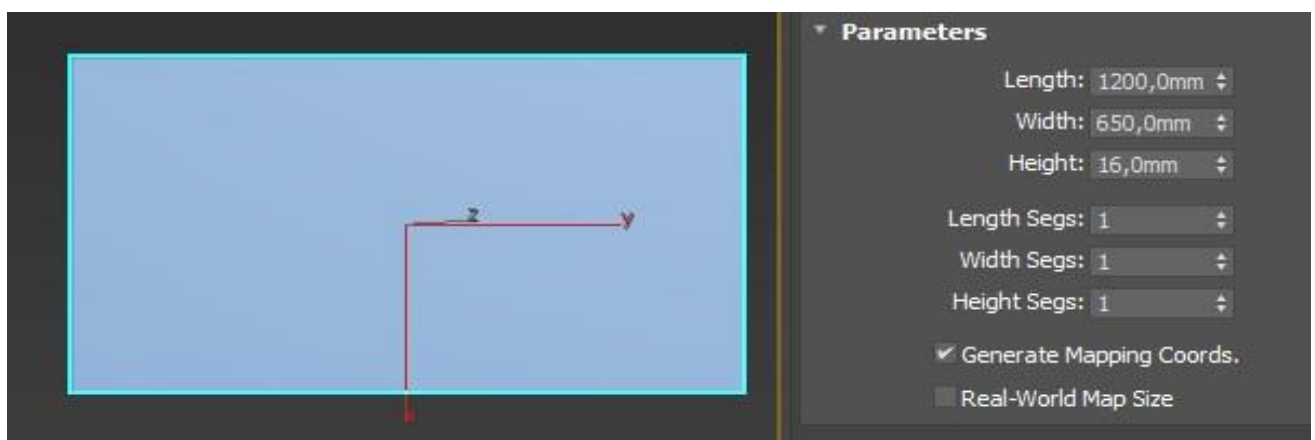


Рисунок 3.1 – Встановлення бокса

Далі нам необхідно створити тримаючі стінки з двох боків стола. Для цього ми маємо два варіанти створення:

- розділити стіл на полігони та за допомогою функції `extrude` витягнути стінки;
- створити стінки окремо.

Я віддаю перевагу розділенню на полігони, оскільки це полегшує подальшу роботу з моделлю. Вона матиме менше елементів, отже, таким чином ми позбавляємось проблеми втрати одного з них. Для створення полігонів ми переносимо нашу модель у `editable poly`, та розділяємо її у необхідних місцях за допомогою `connect` або для прискорення роботи використовуємо завчасно налаштовану гарячу клавішу `Alt+1` (рис. 3.2).

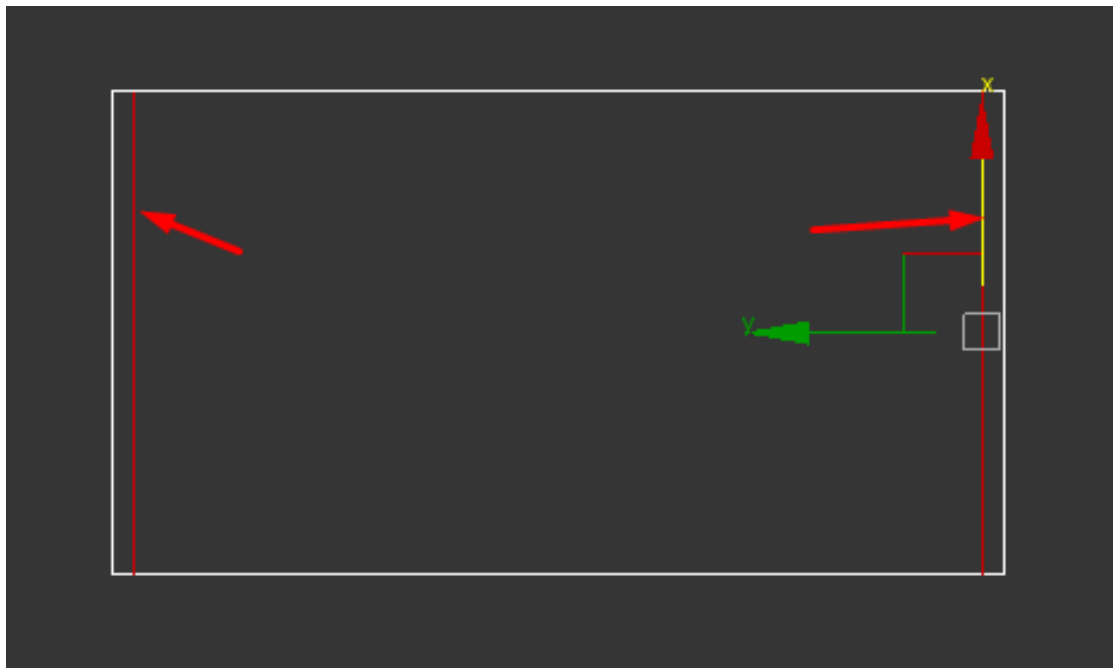


Рисунок 3.2 - Розділення на полігони

Після цього нам необхідно обрати створені полігони та витягнути їх на необхідну висоту за допомогою функції `extrude`. Таким чином, ми маємо модель вже схожу на стіл (рис. 3.3).

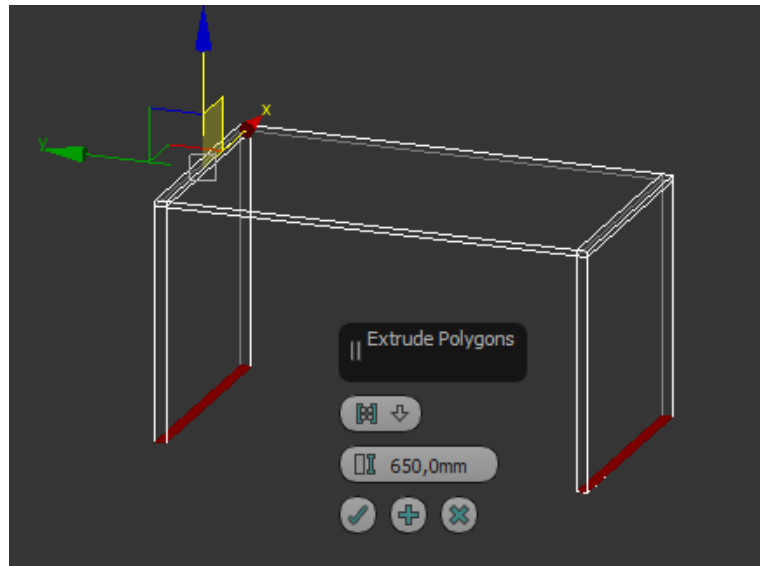


Рисунок 3.3 – Створення тримаючих стінок стола

На наступному кроці нам необхідно додати стінки позаду та спереду. Таким самим способом створюємо нові полігони та починаємо їх витягувати на необхідну висоту (рис. 3.4).

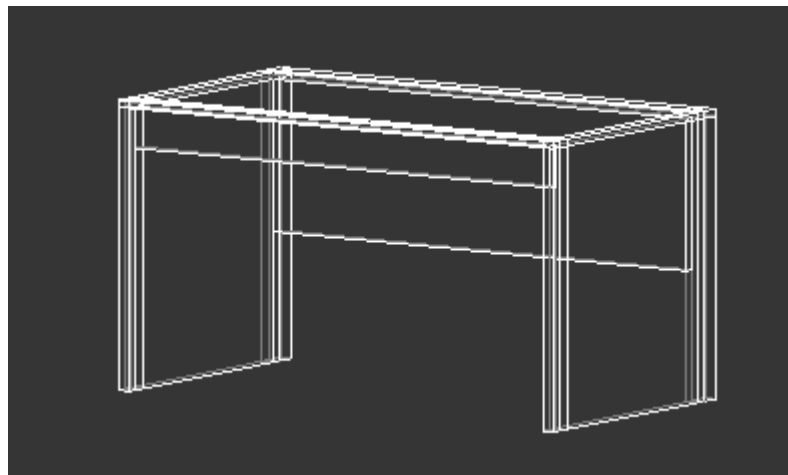


Рисунок 3.4 – Створення допоміжних стінок

Для більшої правдоподібності нашої моделі нам необхідно створити фаску, вона присутня на кожному виробі, тому ми обираємо усі ребра та накладаємо на них функцію chamfer (рис. 3.5).

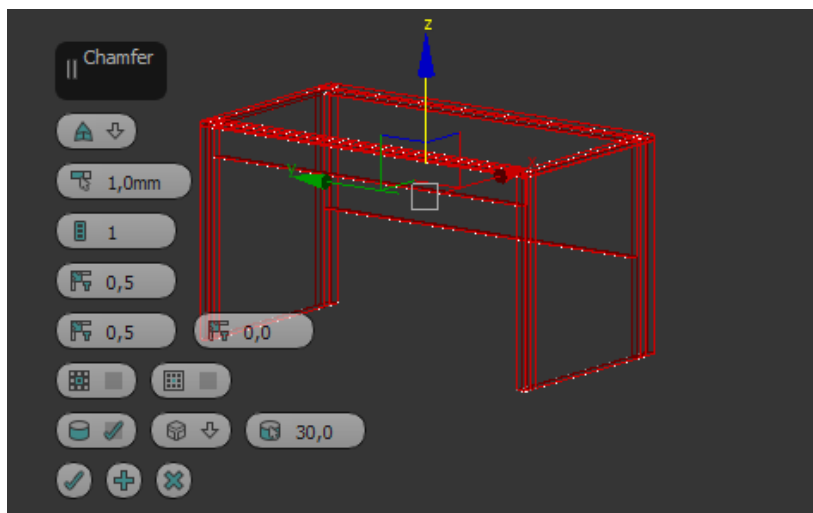


Рисунок 3.5 – Створення фаски

Параметри залишаємо за замовчуванням. Моделювання столу на цьому можна вважати закінченим, залишилось його затекстурувати. Для цього ми знаходимо безшовну текстуру деревини та накладаємо на об'єкт. Задля створення правильної текстурної сітки нам необхідно встановити правильну розгортку, існує два способи її створення. Для деталізованих та складних моделей її роблять спеціалізовано для моделі, розділяючи кожен деталь на частини, а в середовищі Photoshop встановлюють необхідні моделі текстур.

Оскільки в нас досить примітивна модель столу, в якій відсутні деталізовані об'єкти, нам достатньо використати функцію UVW Map. Для цього у стаку вибору функції знаходимо необхідну і застосовуємо її до об'єкту (рис. 3.6).

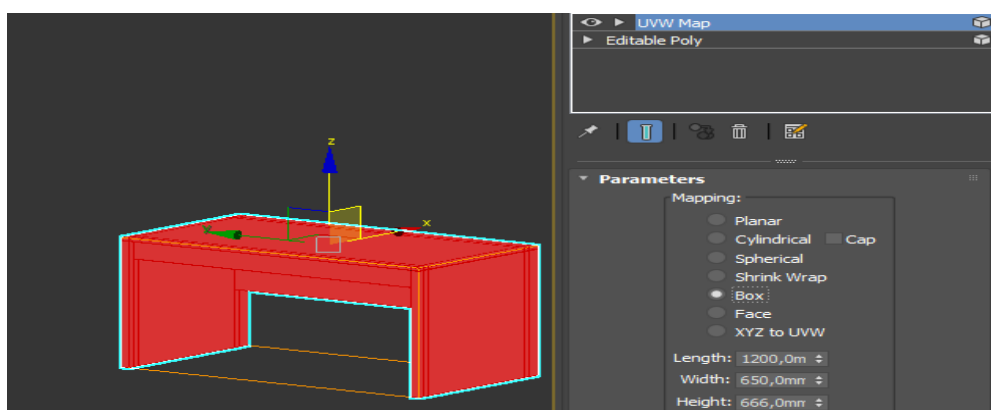


Рисунок 3.6 – Створення текстурної сітки

Текстурована сітка координат на нашій моделі встановлена. Після завантаження необхідної текстури у програму ми маємо такий результат, зображений на рис. (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Готова модель стола

3.2 Перенесення моделі в середовище Unity

Наступним етапом проекту буде перенесення лабораторії у середовище Unity.

Після завершення моделювання всієї лабораторії нам необхідно експортувати сцену. Одним із основних аспектів на котрі потрібно приділити свою увагу це використання бази для текстурування. Під час роботи у середовищі 3Ds Max, я використовую рендер плагін V-ray. Цей плагін має широкий функціонал та він допомагає бачити фінальний результат роботи моделювання. Він працює з своєю унікальною базою для текстурування V-ray Mtl, але середовище Unity його не підтримує, і для коректного відображення усіх текстур нам необхідно конвертувати усі текстури на стандартну базу середовища 3Ds Max.

Коли все конвертовано та готово до експортування, ми заходимо у вкладку File, та обираємо функцію експорту, в віконці якої обираємо формат модель .fbx.

Далі створюємо новий проект у ігровому рушії Unity. Нам необхідно відкрити Unity Hub та натиснути кнопку “NEW”, у вікні ми обираємо створення 3d простору, інші варіанти не відповідають нашим вимогам.

Після цього збережений файл та усі текстури переносимо до вже завчасно створеної сцени в Unity, а саме до папки assets.

Перевіряємо модель на цілісність та наявність всіх об’єктів. Якщо нас все влаштовує, зберігаємо проект та переходимо до створення навколишнього середовища біля лабораторії, а саме виставлення сонця.

Наступним кроком буде встановлення камери на необхідній висоті, в нашому випадку ми робимо середовище віртуальної реальності, тому беру середній зріст 170 см, та встановлюю камеру саме на ній.

Починаємо тестування та запускаємо сцену. На цьому етапі нам доступна лише камера, котра може переміщатись по лабораторії за допомогою клавіш клавіатури.

Після проведення успішного тесту сцени, ми переходимо до встановлення необхідний VR-плагінів.

Для цього нам необхідно скачати необхідні плагіни, які можна знайти та скачати через Unity Package Manager. До них відносяться VR Plugin Management, VRCORE VR Plugin, VR Interaction Toolkit та VR Foundation.

Далі починаємо налаштування плагінів для коректної роботи ігрового рушія.

3.3 Налаштування ігрового рушія Unity

Перш за все, нам необхідно створити папки для кожного типу файлів, таким чином ми матимемо чітко розташовані та відсутню ймовірність виникнення програмних помилок (рис. 3.8).

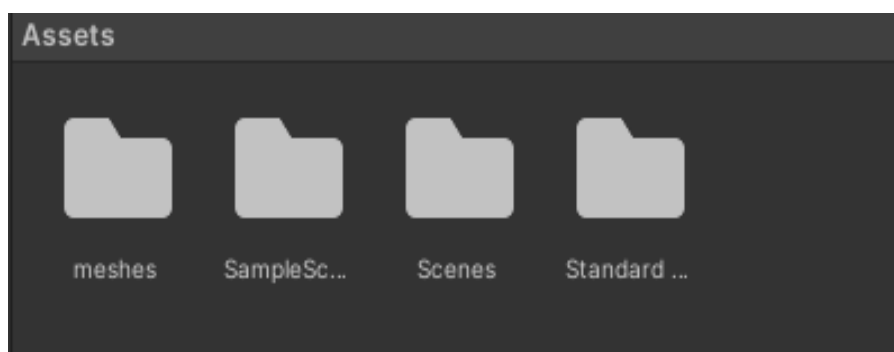


Рисунок 3.8 – Упорядкування файлів

Далі починаємо наповнювати кожну папки необхідними файлами.

Наступним кроком буде розміщення контролера, який буде виконувати функцію наших очей. Для цього ми переносимо з папки assets необхідний prefab. Далі розміщуємо його на заданих координатах. Оскільки я створюю весь об'єкт у нульовій точці координат, prefab розміщуюю поряд з нею (рис. 3.9).

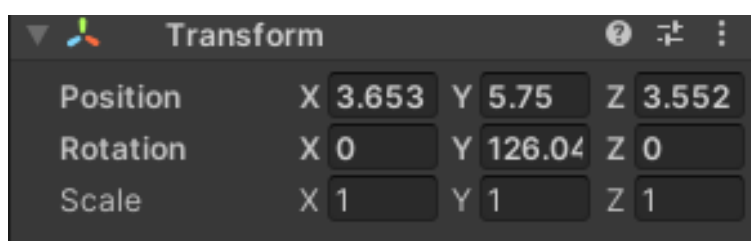


Рисунок 3.9 – Розміщення на координатній сітці

Коли ми розташували наш prefab, нам необхідно налаштувати швидкість його руху, гравітацію та швидкість стрибку. Ці налаштування ми можемо редагувати на основній робочій панелі (рис. 3.10).



Рисунок 3.10 – Налаштування prefab

Ці налаштування не є стандартними, вони встановлюються в залежності від розмірів зовнішніх об'єктів.

Для підвищення реалістичності додаємо звук пересування та стрибку з стандартних файлів ігрового рушія Unity (рис. 3.11).

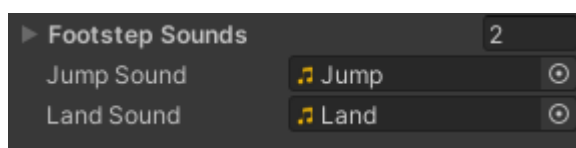


Рисунок 3.11 – Налаштування звукових ефектів

На цьому основні налаштування нашого prefab закінчені. Оскільки ми використовували вже готовий asset, він має ряд відмінностей від версії ігрового рушія, яку я використовую. Задля коректної роботи нам необхідно встановити оновлені файли цього пресета. Для цього переходимо до текстового файлу пресета та змінюємо параметри під нашу версію ігрового рушія та зберігаємо зміни.

Останнім кроком залишається активувати нашу модель та зробити її об'ємною у просторі та непрозорою. Для цієї операції нам необхідно виділити кожен об'єкт лабораторії окремо та долучити до її налаштувань компонент Box Collider (рис. 3.12).

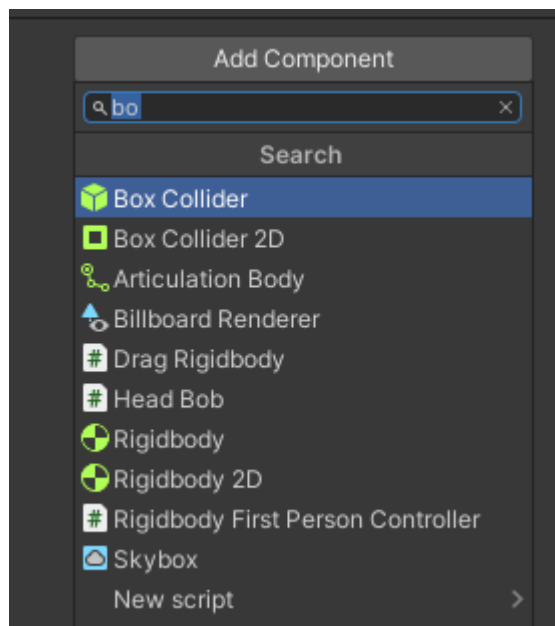


Рисунок 3.12 – Налаштування моделей

Після цього ми долучаємо до усіх моделей фізику та зберігаємо зміни у проєкті.

Далі додаємо скрипти віртуальної реальності у проєкт таким самим способом, через вбудований у програмі магазин.

В результаті визначаємося з необхідною платформою, під яку ми збираємось запустити нашу програму, і відштовхуючись від цього, активуємо необхідний скрипт та компілюємо проєкт.

Середовище лабораторії створено та доступно у різних форматах, є можливість запустити програму на комп'ютері, телефоні та системі віртуальної реальності.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі я проаналізував області використання додатків віртуальної реальності, їх актуальність, вклад у освітні та розважальні сфери. У якості завдання дипломної роботи розробив додаток віртуальної реальності, що підтримує різні платформи з використанням сучасних технологій та програмних середовищ, який буде впроваджений для ознайомлення всіх бажаючих з лабораторією Національного університету «Запорізька політехніка».

Провів аналіз серед програмних середовищ для створення 3D моделей, ігрових рушіїв та супровідних інструментів. Модель лабораторії спроектовано у середовищі 3Ds Max, з подальшим експортуванням у ігровий рушій Unity.

В ігровому рушії Unity, було на вибір створено три варіанти додатку, для комп'ютерів, телефонів, та установок віртуальної реальності.

Завдяки використанню скрипту та установки віртуальної реальності в ігровому рушії Unity, ми маємо можливість зчитувати дії користувача та відправляти необхідні дані за допомогою датчиків, розташованих по обидві сторони від нього. Цим змінюється зображення в окулярах віртуальної реальності і створюється ефект повного занурення.

Також був наведений приклад створення модель у середовищі 3Ds Max з подальшим нанесенням текстурної сітки та самої текстури.

Практична цінність дипломної роботи полягає у розробці додатку віртуальної реальності для подальшого демонстрування лабораторії усім бажаючим. За відсутності віртуальної установки наявна можливість завантаження додатку на мобільний пристрій та комп'ютер.

Результат дипломної роботи планується впровадити для абітурієнтів університету вже в цьому році.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Murru, G., Fratarcsngeli, M., Emler, T., Augmented Visualization on Handheld Devices for Cultural Heritage, Practical Augmented Visualization on Handheld Devices for Cultural heritage, in: V. Skala (Eds.), WSCG 2013 - Communication Papers Proceedings, University of West Bohemia, Plzen, Czech Republic, 2013, pp. 97-103.

1 Y. Chen, Q. Wang, H. Chen, X. Song, H. Tang, and M. Tian, "An overview of augmented reality technology", Journal of Physics: Conference Series, vol. 1237, no. 2, 2019.

1 Kaufmann, H., Schmalstieg, D.: Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Comput. Graph.* 27(3), 339–345 (2003)

1 Fuchs, H., Livingston, M.A., Raskar, R., Keller, K., Crawford, J.R., Rademacher, P., Drake, S.H., Meyer, A.A., et al.: Augmented reality visualization for laparoscopic surgery. In: International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, pp. 934–943. Springer (1998)

1 Piekarski, W., Thomas, B.: Arquake: the outdoor augmented reality gaming system. *Commun. ACM* 45(1), 36–38 (2002)

1 Montero, Alvaro, Telmo Zarraonandia, P. Díaz and I. Aedo. “Designing and implementing interactive and realistic augmented reality experiences.” *Universal Access in the Information Society* 18 (2017): 49-61.

1 Davila-Delgado, J.M.; Oyedele, L.; Demian, P.; Beach, T. A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction. *Adv. Eng. Inform.* 2020, 45, 101-122

1 F. Grudzewski, M. Awdziej, G. Mazurek, K. Piotrowska. Virtual Reality in Marketing Communication – the Impact on the Message, Technology and Offer Perception – *Empirical Study Economics and Business Review*, 4 (2018), pp. 36-50, 10.18559/ebr.2018.3.4

1 P. Pejic, M. Lakicevic, S. Krasic, S. Predrag Application of Augmented and Virtual Reality in Residential Complex Presentation, Case Study: Energoprojekt

Sunnyville Journal of Industrial Design and Engineering Graphics, 12 (2017), pp. 127-132

1 A.Y.C. Nee, S.K. Ong, G. Chryssolouris, D. Mourtzis. Augmented reality applications in design and manufacturing. *CIRP Ann.*, 61 (2012), pp. 657-679, 10.1016/J.CIRP.2012.05.010

1 C. Sandor, G. Klinker. A rapid prototyping software infrastructure for user interfaces in ubiquitous augmented reality. *Pers. Ubiquit. Comput.*, 9 (2005), pp. 169-185, 10.1007/s00779-004-0328-1

1 S. Dong, A.H. Behzadan, F. Chen, V.R. Kamat. Collaborative visualization of engineering processes using tabletop augmented reality. *Adv. Eng. Softw.*, 55 (2013), pp. 45-55, 10.1016/J.ADVENGSOFT.2012.09.001

1 G. Schubert, D. Schattel, M. Tönnis, G. Klinker, F. Petzold. *Tangible Mixed Reality On-Site: Interactive Augmented Visualisations from Architectural Working Models in Urban Design*. Springer, Berlin, Heidelberg (2015), pp. 55-74

1 Y. Zhou, H. Luo, Y. Yang. Implementation of augmented reality for segment displacement inspection during tunneling construction. *Autom. Constr.*, 82 (2017), pp. 112-121, 10.1016/J.AUTCON.2017.02.007

1 H.F. Moore, M. Gheisari. A review of virtual and mixed reality applications in construction safety literature. *Safety*, 5 (2019), p. 51, 10.3390/safety5030051

1 A. Fazel, A. Izadi. An interactive augmented reality tool for constructing free-form modular surfaces. *Autom. Constr.*, 85 (2018), pp. 135-145, 10.1016/J.AUTCON.2017.10.015

1 M. Neges, C. Koch, *Augmented reality supported work instructions for onsite facility maintenance*, 2016.

1 N. Yabuki, M. Hosokawa, T. Fukuda, T. Michikawa, *Visualization of Indoor Thermal Conditions Using Augmented Reality for Improving Thermal Environment*, in: *Computing in Civil Engineering 2015*. American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2015, pp. 339–346. Doi: 10.1061/9780784479247.042.