



КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ

Конспект лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
освітньої програми «**Професійна освіта (комп'ютерні технології)**»

галузь знань – **А Освіта**

спеціальності – **А5 Професійна освіта**

спеціалізація – **А5.39 Цифрові технології**

денної та заочної форм навчання

УДК 512.2

3-12

Голова вченої ради факультету архітектури, будівництва та дизайну
_____ О. АНДРІЙЧУК

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій
ЛНТУ

Директор бібліотеки _____ Н. ПОЛІЩУК

Рекомендовано до видання вченою радою факультету архітектури,
будівництва та дизайну ЛНТУ,
протокол № _____ від « _____ » _____ 2026 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри архітектури та дизайну ЛНТУ,
протокол № _____ від « _____ » грудня 2026 року.

Завідувач кафедри АД _____ О. ПАСІЧНИК

Укладачі: _____ І. ГОЛОВАЧУК, кандидат технічних наук, доцент кафедри
архітектури та дизайну ЛНТУ.

Рецензент: _____ І. БУРЧАК, кандидат технічних наук, доцент
кафедри архітектури та дизайну ЛНТУ.

Відповідальний за випуск: _____ О. ПАСІЧНИК завідувач кафедри
архітектури та дизайну ЛНТУ.

І62 Комп'ютерна графіка та візуалізація [Текст]: конспект лекцій для
здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми –
«Професійна освіта (комп'ютерні технології)» галузі знань – А Освіта
спеціальність – А5 Професійна освіта, спеціалізація – А5.39 Цифрові
технології денної та заочної форм навчання / уклад. І.П. Головачук. І.П. –
Луцьк: ЛНТУ, 2026 – 36 с.

Видання складено згідно з робочою програмою навчальної дисципліни,
містить перелік умовних позначень, основні вимоги до оформлення
графічних робіт, перелік завдань самостійної роботи та рекомендації для їх
виконання.

Призначене для студентів спеціальності А5 Професійна освіта, спеціалізація
– А5.39 Цифрові технології.

© І.П.Головачук

Зміст

Всуп.....	4
Лекція №1.....	5
Лекція №2.....	8
Лекція №3.....	11
Лекція №4.....	14
Лекція №5.....	18
Лекція №6.....	21
Лекція №7.....	25
Лекція №8.....	29
Список літератури.....	35

Вступ

Конспект лекцій містить відомості про створення тривимірних об'єктів та сцен, обробку зображень, способи анімування й може бути використаний студентами спеціальності А5 Професійна освіта денної та заочної форм навчання для опанування курсу «Комп'ютерна графіка та візуалізація».

Лекція 1

Загальні положення

CINEMA 4D може використовуватись у рекламі, дизайні, візуалізації або кінематографії. У цій програмі присутній розширений спектр робочого інструменту, який дозволяє втілювати в життя багато різних ідей.

Розглянемо спочатку графічний інтерфейс програми (рис. 1).

CINEMA 4D надає значний список нових функцій, які значно полегшать і дозволять прискорити створення 3D світу. Ми почнемо наше ознайомлення з основного кроку, який дозволяє перш за все працювати з *CINEMA 4D* – це старт програми. Після запуску програми ви побачите графічний інтерфейс за аналогією з розташованим нижче зображенням.

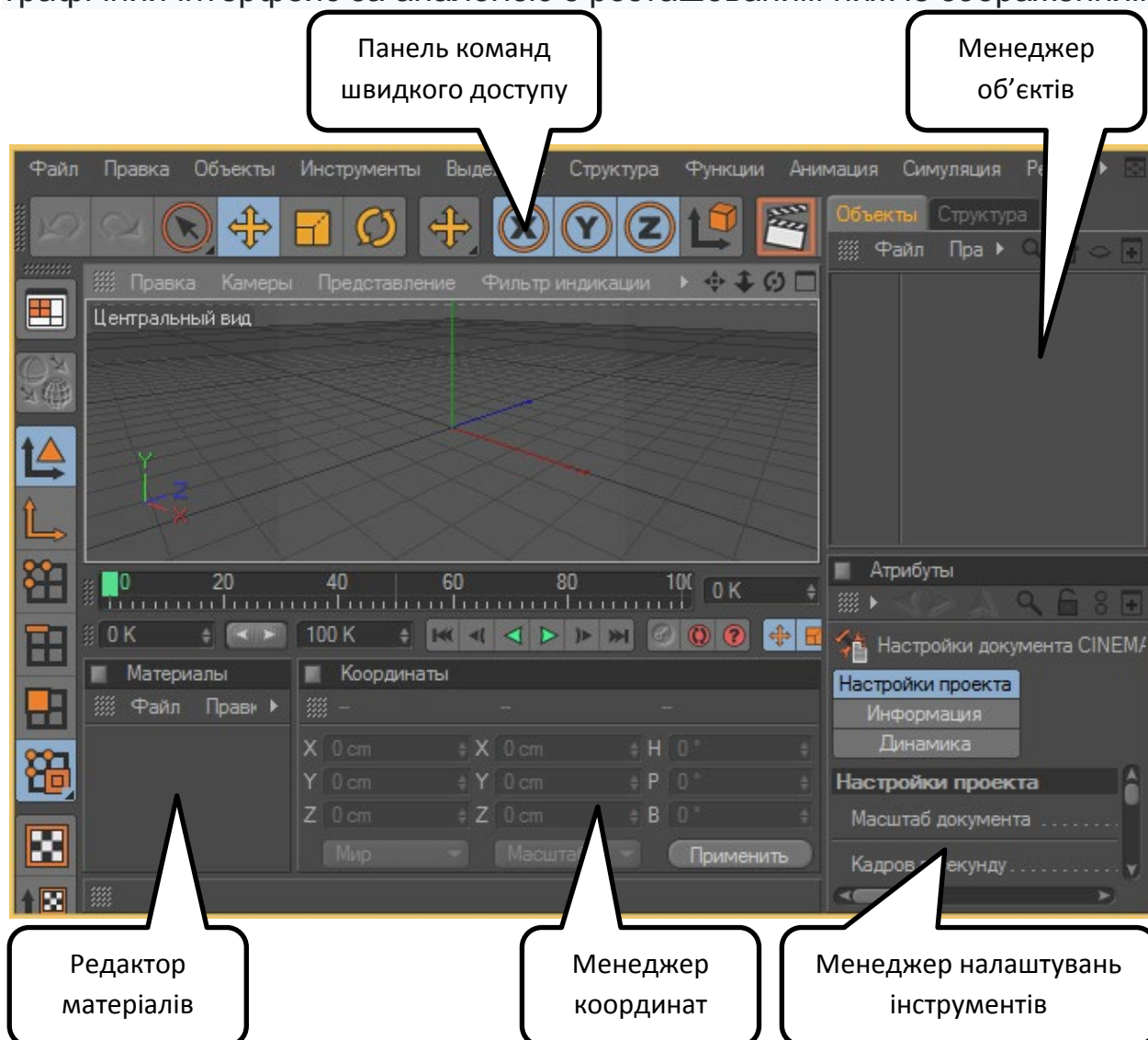



Рис. 1. Интерфейс программы

Командна група.

Кнопка зі значком  куба відповідає за групу об'єктів (рис. 1), що можна створити у програмі *CINEMA 4D*.

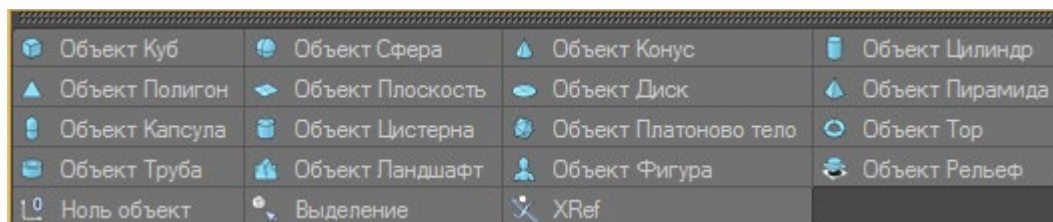



Рис. 2. Група примітивів *CINEMA 4D*

Будь-який з представлених об'єкт ви можете створити за допомогою простого кліка курсором миші на одному з них. Створений примітив буде параметричним. Об'єкт такого типу ви можете змінювати виходячи з його повної геометричної форми по ширині або ж висоті, але при цьому виключається можливість зміни його поверхонь окремо (виключення при цьому складають деякі деформатори). Якщо необхідно здійснити процес моделювання, у цьому випадку необхідно перетворити параметричний об'єкт у полігональний. Для цього виділіть необхідний об'єкт у вікні **Менеджер об'єктів** і натиснути на клавіатурі клавішу **C** або використати відповідний значок, розташований на лівій вертикальній панелі в програмі (за  стандартом програми цей значок

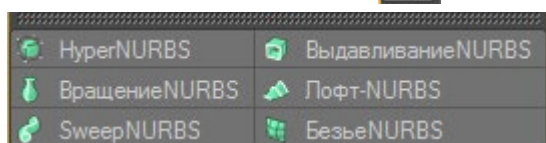



Рис. 3. Група кнопок для конвертації полігональних об'єктів

розташований на верхній позиції вертикальної панелі). Після перетворення об'єкта у полігональний можна змінювати або переміщувати його окремі точки і поверхні для конвертації. Значок на панелі швидкого доступу приховує за собою серію об'єктів з групи **NURBS**.

Найчастіше в цій групі  використовується об'єкт **HyperNURBS**. Якщо ви створили полігональний об'єкт, як підоб'єкт **HyperNURBS**, в цьому випадку його поверхня буде піддана віртуальній розбивці. На основі цього об'єкт отримує плавні форми зовнішньої геометрії без зміни дійсної розбивки (рис. 4).

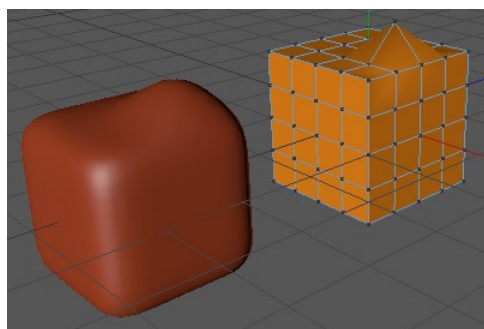


Рис. 4. Полігональна розбивка об'єкта куба

Перевага такого перетворення буде очевидним у процесі моделювання. Появляється можливість використання точок (ліній/полігонів), за допомогою яких можна здійснювати різноманітні модифікації форми для об'єкта оригіналу. Тобто можна зробити переміщення тільки однієї точки розташованої на каркасі об'єкта оригіналу і каркас об'єкта **HyperNURBS** буде при цьому автоматично модифікуватися, паралельно згладжуючи нову (модифіковану) форму об'єкта оригіналу.

Продовжимо ознайомлення з навігацією програми *CINEMA 4D*. У



Рис. 5. Кнопки керування видами

правому верхньому куткові вікна редактора програми знаходяться чотири маленьких значки, що відповідають за зміну виду у вікні редактора програми (рис. 5).

Перший значок відповідає за переміщення виду у вікні редактора. Другий значок (обопільна стрілка вгору/вниз) забезпечує масштабування у вікні редактора програми. Третій значок (дві дуги зі стрілками) відповідає за обертання у вікні редактора. За допомогою четвертого значка і самого крайнього праворуч, можна автоматично перемикнути на 4 складових виду, що дозволяє покращити візуальне сприйняття сцени, а також полегшує роботу з нею.



Рис. 6. Кнопки, що відповідають за роботу з об'єктами

Для масштабування, обертання та переміщення об'єктів використовують наступний набір кнопок (рис. 6). Коли створений будь-який об'єкт на сцені, він прив'язується до початку координат.

У програмі *Cinema 4D* присутня опція блокування однієї з осей та переміщення об'єктів уздовж цієї осі, або ж обертання навколо цієї осі.

За прямолінійне переміщення об'єктів відповідає крайня права кнопка, а за обертання – середня кнопка (рис. 6).

Масштабування об'єктів сцени здійснюється за допомогою крайньої зліва кнопки (рис. 6). Збільшення розмірів тіла може відбуватися як вздовж однієї осі, так і пропорційно у всіх напрямках.

Лекція 2

Створення матеріалів

Створена модель об'єкта – це лише тіло у якого відсутня текстура. Вона імітує матеріал з якого створений об'єкт, покриття його поверхні (колір, глянець), а також може використовуватися для створення структури поверхні об'єкта або інших властивостей. Текстура використовувана для створення рельєфу може надати поверхні об'єкта структуру видимих поглиблень/підвищень, без зміни геометрії об'єкта.

Це може використовуватися, наприклад, для імітації складок шкіри або при створенні кори дерева.

Текстура має аналогічні параметри, як і зовнішня форма об'єкта, так як при використанні даних параметрів ми можемо надавати певні властивості об'єктам сцени.

Ознайомимося з окремими (рис. 7) каналами матеріалів:

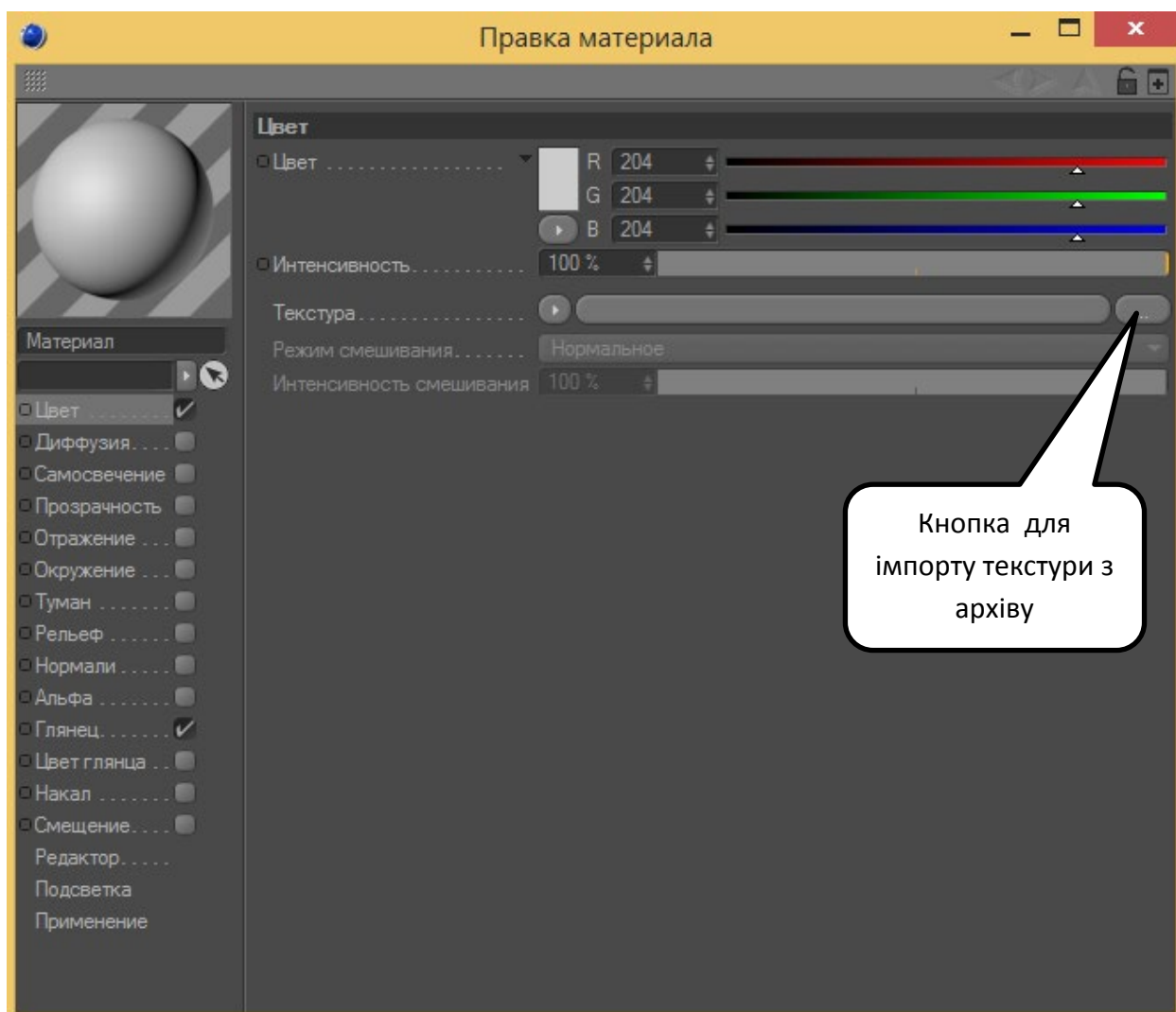


Рис. 7. Вікно налаштувань текстури

Колір: в цьому каналі можна вибрати основний колір або текстуру.

Дифузія: канал дозволяє створювати "неоднорідність" текстури. Матеріал у даному випадку на основі використання текстури або одного з шейдерів шуму, може мати окремі ділянки забруднення, пилу тощо. Це може мати додатковий вплив на глянець, відображення та світіння матеріалу у відповідних його каналах.

Самопідсвічування: матеріал на основі цього каналу отримує властивості, які будуть враховуватися при прорахунку глобального освітлення.

Прозорість: ця опція дає можливість надати властивості матеріалу, які визначають ступінь його прозорості.

Відображення: надає матеріалу можливість створення відображення на його поверхні.

Оточення: за допомогою текстури можна зробити симуляцію відображення для наявного оточення.

Туман: на основі цього каналу для матеріалу проводиться призначення властивостей туману і газоподібного стану.

Рельєф: при використанні значень білого і чорного кольору текстури або задіяних для цього шейдерів, у цьому каналі виконується формування структури поверхні, що у реальності відображається як симуляція незначних заглиблень або підвищень поверхні.

Нормалі: цей канал призначений для використання нормалей текстури. Текстура такого типу може створювати симуляцію наявності високого рівня розбивки для поверхні об'єктів, що насправді мають мінімальну деталізацію.

Альфа: білі та чорні ділянки текстури у даному каналі відповідають за налаштування прозорості поверхні матеріалу. Чорний колір при цьому сприяє створенню 100% прозорості і білий колір 0%.

Глянець: тут встановлюється властивості глянцю для поверхні матеріалу.

Колір глянцю: у даному каналі задають колір глянцю, який може додатково змінюватися при використанні текстури.

Розжарення: ця опція призначена для створення ефекту світіння (розжарення поверхні), що виходить з об'єкта свічення.

Зміщення: виробляє дійсну деформацію поверхні об'єкта, використовуючи для цього значення чорного і білого кольору.

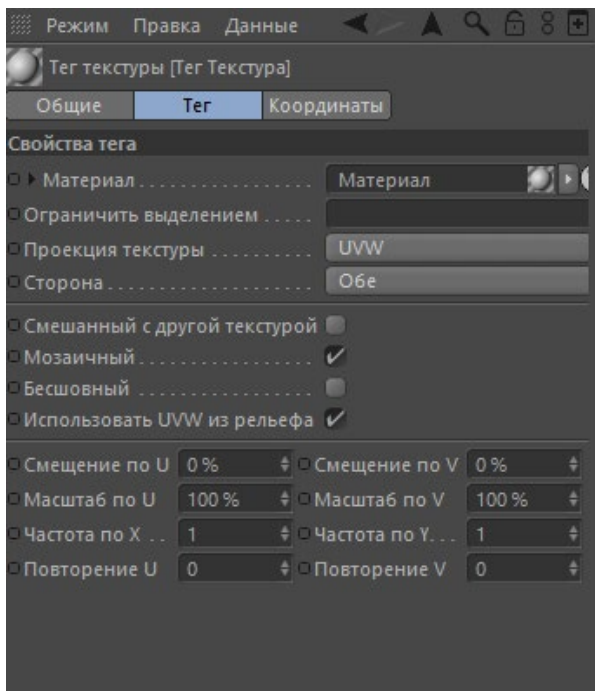


Рис. 8. Тег матеріалу

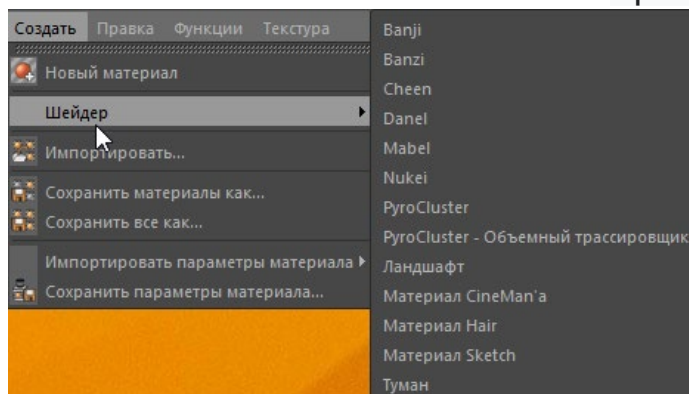


Рис. 9. Шейдеры программы

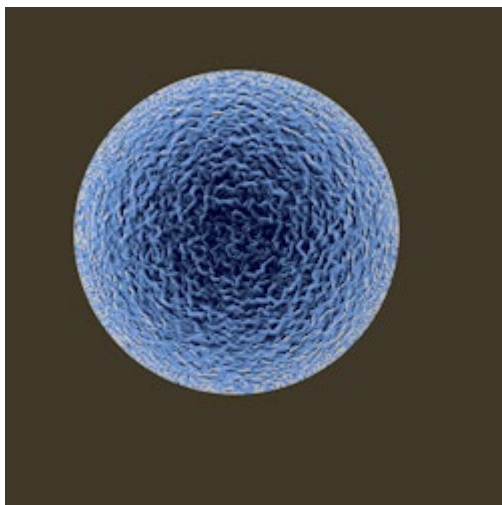


Рис. 10. Пример использования шейдера

У вікні **Менеджер матеріалів** після імпорту текстури, її показ на поверхні матеріалу відбувається в режимі реального часу – тобто вона буде без зволікання відображена. Перед цим потрібно призначити певному об'єкту відповідний матеріал. Одночасно справа від матеріалу програмою автоматично створюється відповідний тег матеріалу (рис. 8). Таким чином, ви маєте постійний контроль над матеріалами, що використовуються для об'єктів сцени.

Для отримання фотореалістичного зображення необхідно використовувати шейдери програми (рис. 9). Для цього у вікні

Менеджер матеріалів замість вибору команди **Новий матеріал**, необхідно обирати надпис **Шейдер**, тоді будуть показані всі 3D шейдери програми. Перевага 3D шейдерів полягає у відсутності видимих швів (рис. 10) при проєцюванні його на поверхні об'єктів, так як 3D шейдер буде завжди прорахований для 3-х мірного простору (по ширині, висоті і глибині – на відміну від 2D шейдерів, які прораховуються тільки по висоті та ширині поверхні).

Лекція 3

Штучні джерела освітлення

У програмі *CINEMA 4D* можна створити для сцени належне освітлення, що максимально відповідає реальному. Наведемо приклад стандартного 3-х точкового освітлення, яке найбільш реалістично та рівномірно освітлює об'єкти сцени.

Створення 3-х точкового освітлення починається з розташування на сцені його основного джерела, яке призначене для створення домінуючого освітлення від якого утворюються тіні. Нове джерело світла створюється наступним чином: *Створити/Джерело світла/Світло* (рис. 11). У вікні **Менеджер об'єктів** можна змінити назву цього джерела на **Основне джерело** (для зміни назви клікніть двічі курсором миші на необхідній назві у вікні **Менеджер об'єктів**).

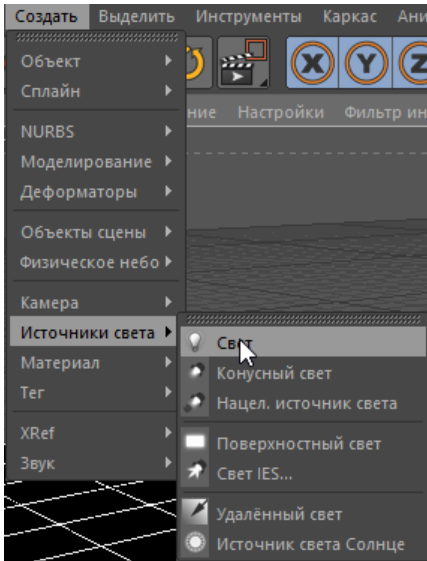


Рис. 11. Створення джерела світла

Програма *CINEMA 4D* має в своєму наборі кілька типів різних джерел світла. Як початковий тип буде завжди створений джерело світла з типом **Точковий**. Джерело світла такого типу випромінює освітлення, що виходить з центра джерела у всіх напрямках. Для створення, наприклад, джерела світла конусного типу необхідно у вікні **Менеджер**

атрибутів на закладці **Основні** для параметра **Тип** змінити стандартний тип джерела з **Точковий** на **Конусний** (рис. 12). Джерело конусного освітлення функціонує за аналогією з прожектором. У програмі *CINEMA 4D* є джерела конусного типу з круглим і квадратним світловим конусом. Цей світловий конус також буде показаний у вікні редактора програми і при необхідності може змінюватися в ньому. Нам необхідно тепер направити джерело конусного освітлення на нашого об'єкта на сцені.

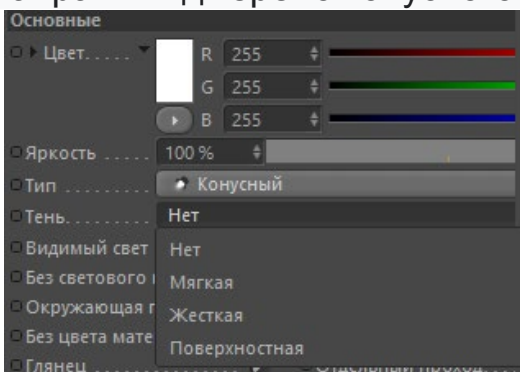


Рис. 12. Панель для вибору типу тіні

У вікні **Менеджер атрибутів** на закладці **Координати** можна виставляти точну позицію джерела світла:

$$X = 410.$$

$$Y = 500.$$

$$Z = -45.$$

Кути обертання:

$$H = 85.$$

$$P = -45.$$

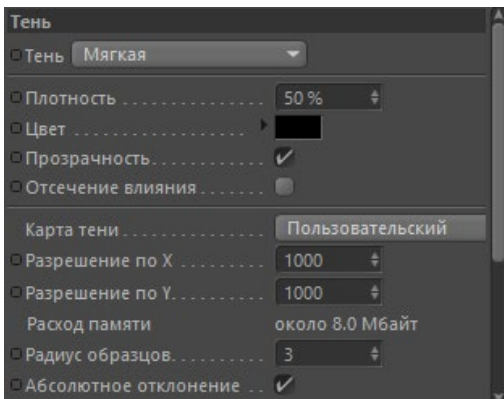


Рис. 13. Вікно налаштувань параметрів тіні

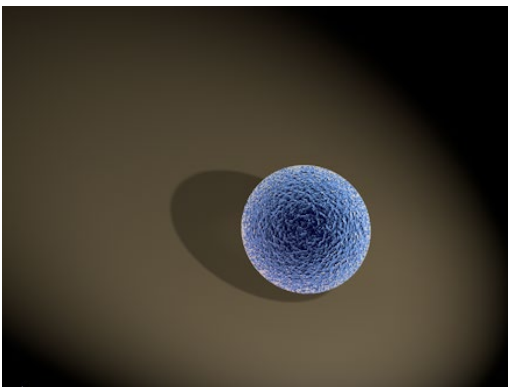


Рис. 14. Рендеринг сцени

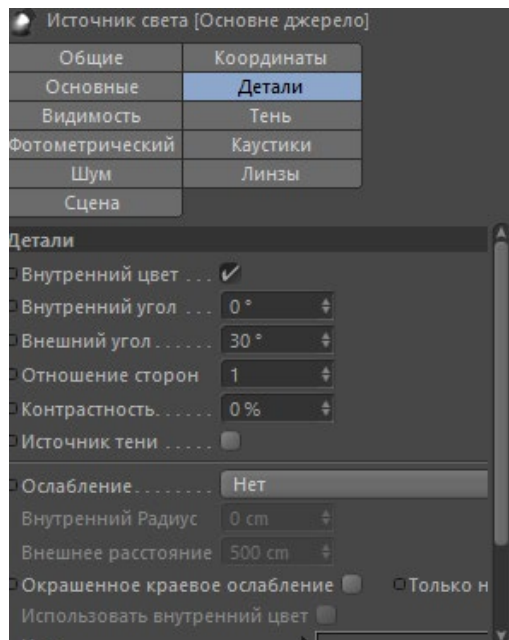


Рис. 15. Вкладка «Деталі» з налаштуванням джерела освітлення

Точна позиція джерела світла також залежить від місця розміщення камери. Створене джерело світла на цьому етапі не призводить до утворення тіні для нашого об'єкта, що значно знижує реалістичність створюваної сцени. Програма *CINEMA 4D* має джерела світла, які на відміну від реального світла ви можете призначати за вибором і типом створюваної при цьому тіні. Наприклад, на закладці **Основні** для параметра **Тінь** можна встановити різні типи тіні.

Для того, щоб створювана тінь не була ідеально чорною, додають прозорості.

На вкладці **Тінь** для джерела світла налаштовувати значення параметрів **Щільність**, **Карта тіні** тощо (рис. 13). Провівши рендеринг сцени, отримаємо результат налаштувань (рис. 14).

Значення параметра **Карта тіні** при його збільшенні призводить до більш точного прорахунку. Світловий конус вибраного джерела на даному етапі є мінімальним.

Вікно **Менеджер атрибутів** містить закладку **Деталі** на якій для джерела світла (рис. 15) можна встановлювати такі параметри як: внутрішній і зовнішній кути конусів освітлення тощо.

Для отримання рівномірного освітлення об'єкта, створюють декілька джерел для підсвічування з різних сторін.

Так як яскравість всіх джерел на сцені сумується, тому для різних джерел освітлення можна вибирати цей параметр індивідуально, який встановлюють на закладці **Основні** для параметра **Яскравість**.

Різні джерела світла освітлюють об'єкт з різних кутів, що забезпечує в підсумку зниження рівня контрастності для створюваної тіні. При наявності основного джерела світла та відкинутої тіні нам

необхідно враховувати, що додаткові джерела освітлення не повинні

сприяти створенню додаткової тіні, так як результатом цього буде перетин створюваних на сцені тіней. Тому для параметра **Тінь** додаткових джерел освітлення доцільно режим тіні, що створюється встановлювати, як **Немає**.

Якщо встановити на вкладці **Основні** тип **Віддалений**, тоді позиція додаткового джерела не має значення, так як освітлення встановлюється для всієї сцени у напрямку осі **Z**. Якщо ще й задати колір освітлення, тоді можна створити для об'єкта сцени колірний кордон (рис. 14), що виділяє його на загальному фоні. За допомогою різної кольорової гами у окремих джерел світла ми можемо створювати додатковий настрій на сцені.

Якщо для освітлення сцени ви використовуєте кілька джерел світла і не впевнені, яке з них здійснює освітлення тих чи інших об'єктів сцени, тоді можна робити відключення необхідних джерел, використовуючи для цього вікно **Менеджер об'єктів**. У вікні редактора при цьому буде показано створюване освітлення тільки для активного джерела світла.

Лекція 4

Робота зі зображеннями

BodyPaint 3D є складовою частиною програми *CINEMA 4D* і для його використання вам необхідно активувати відповідну компоновку в програмі (рис. 16). Для цього в правому верхньому кутку програми можна змінити компоновку програми зі **Стартова** на **BP 3D Paint** або **BP UV Edit**.

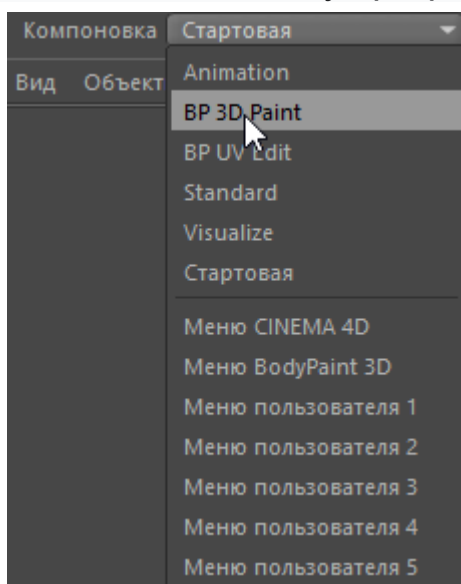


Рис. 16. Меню вибору компоновки програми

Художню розмальовку можна пов'язати з реальністю наступним чином, коли взяти об'єкт в руки і пофарбувати його з усіх боків потрібним кольором. Саме ця ідея й міститься в інструментах, які є в *BodyPaint 3D*. Крім цього користувач може розфарбовувати поверхню з використанням для цього кількох каналів і завдяки наявності **Мультипензля**, здійснювати безпосередню розмальовку зображення. За допомогою функції **Проекційне розфарбовування** можна проводити розмальовку поверхонь складних об'єктів без спотворення.

Використовуючи інструмент **UV**, можна здійснювати послаблення ефекту текстури для окремих ділянок і одночасно усувати їх спотворення, незалежно від складності

загальної геометрії об'єкта. Загальний каркас **UV** іншими словами є вторинне відображення загальної полігональної поверхні, який виробляє проекцію текстури на полігональний об'єкт.

Подивіться на наступне зображення.

Одна зі стандартних компоновок модуля *BP UV Edit* виглядає наступним чином (рис. 17). Друге компонування *BP 3D Paint* оформлення практично схоже, за винятком, що вікно обробки каркаса **UV** тут відсутня і вам надається більше робочого простору для замальовок у вікні редактора. Видимі пункти показаних на зображенні номерів в їх послідовності:

Вікно розмальовки редактора. Тут ви бачите об'єкт розмальовки. Ви можете обертати вікно звичайним способом, масштабувати і переміщати. Режим **Мультикість** дозволяє користувачу робити розмальовку об'єкта в цьому вікні відразу після процесу рендеринга. При цьому ви можете відразу проводити контроль нанесення кольору та при розфарбовуванні визначати, як виглядає поверхня об'єкта в процесі рендерингу (прорахунку зображення).

Вікно текстури **Обробка осередків UV**. У цьому вікні ви можете обробляти каркас **UV**. У вас при цьому є можливість ручного ослаблення і коригування каркаса. Якщо ви застосовуєте, менеджер **UV** з його інструментарієм, ви можете в цьому випадку спостерігати за процесом розгортки і ослаблення сітки каркаса. Нанесення кольору безпосередньо на текстуру в цьому вікні також є можливим і при цьому без зволікання видимим у вікні редактора.

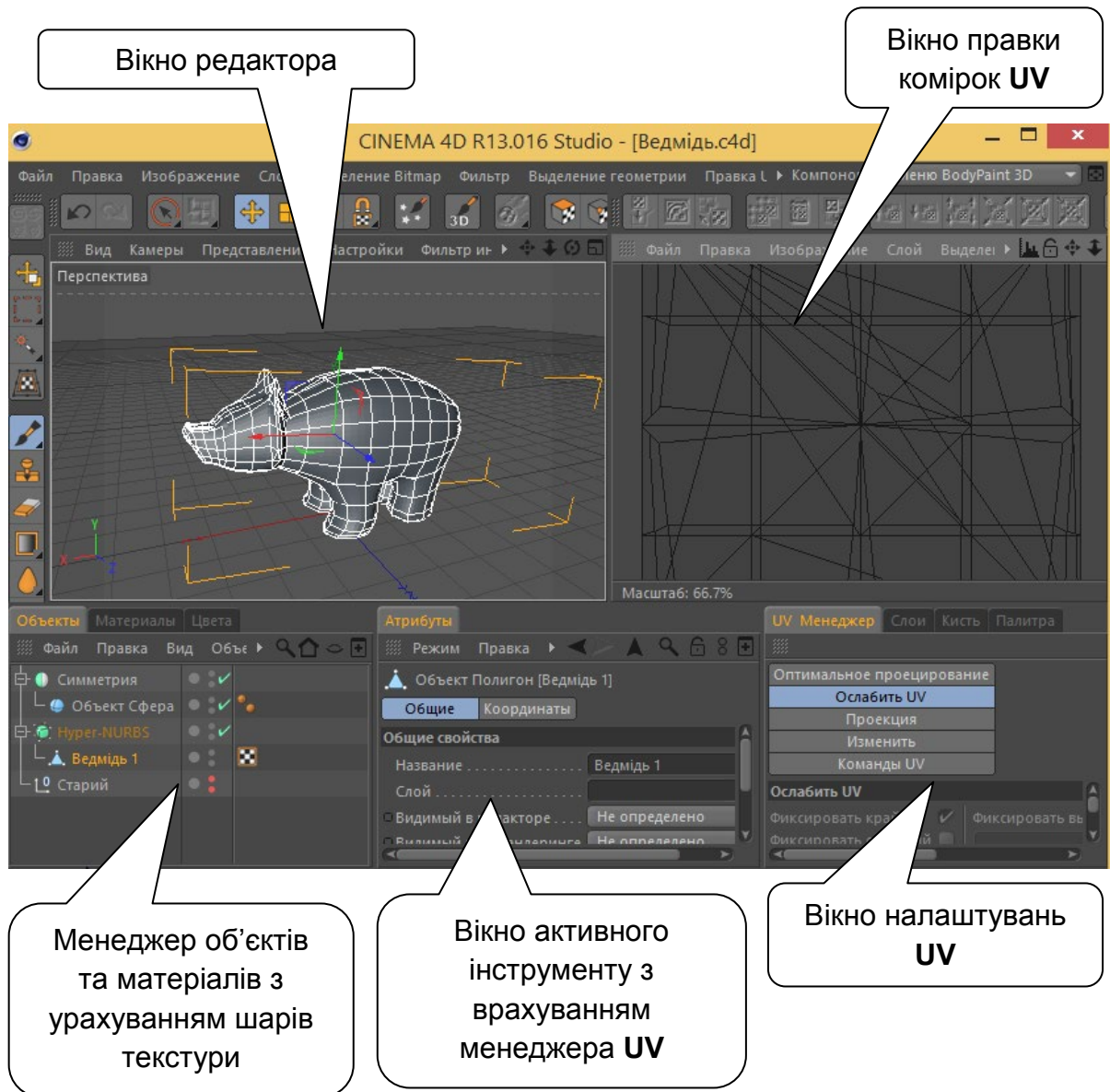


Рис. 17. Інтерфейс *Cinema 4D* з компоновкою *BP UV Edit*


Менеджер **UV** надає вам можливість коригування осередків **UV** за допомогою певного алгоритму. Він може дізнаватися розташовані в штапелі полігони і адекватно реагувати на це, за допомогою оптимального розташування текстури або її нового розподілу на поверхні об'єкту. Усі наступні коректування ви можете робити вручну.

4. Менеджер об'єктів і матеріалів з урахуванням шарів текстури

Це менеджер основної програми *CINEMA 4D* з розширеним видом і набором функцій. Тут ви можете знайти ваші текстури з відповідними шарами. При необхідності ви можете наносити колір відразу для декількох шарів (наприклад, для каналу кольору і рельєфу).

Виділіть для цього тут необхідну текстуру для розмальовки з урахуванням наявних шарів. Після цього ви можете без зволікання приступати до розфарбовування.

Панель команд містить поряд з різним інструментом (які користувачеві, швидше за все, знайомі з програм 2D) асистента розмальовки та проекційної розмальовки. Асистент розмальовки значно полегшує вашу роботу зі створення текстури (включно каркаса **UV**) вручну. Навіть необхідний розмір текстури і необхідні канали будуть їм прораховані і створені. Таким чином, підготовча робота буде зроблена асистентом і вам буде надано почесне право продовжити процес виконання розмальовки поверхні вашої моделі.

Попередньо нами була вибрана компоновка *BP UV Edit*. У вікні якої для того, щоб провести необхідну підготовку текстури об'єкта необхідно натиснути на значок Майстер установки *BodyPaint 3D*. 

На наведеній нижче панелі (рис. 18) ми можемо налаштувати текстуру для одного (наприклад, очей) або декількох елементів персонажа одночасно. Таким чином, використовуючи *BodyPaint 3D*, можна зекономити на процесі розфарбовування будь-

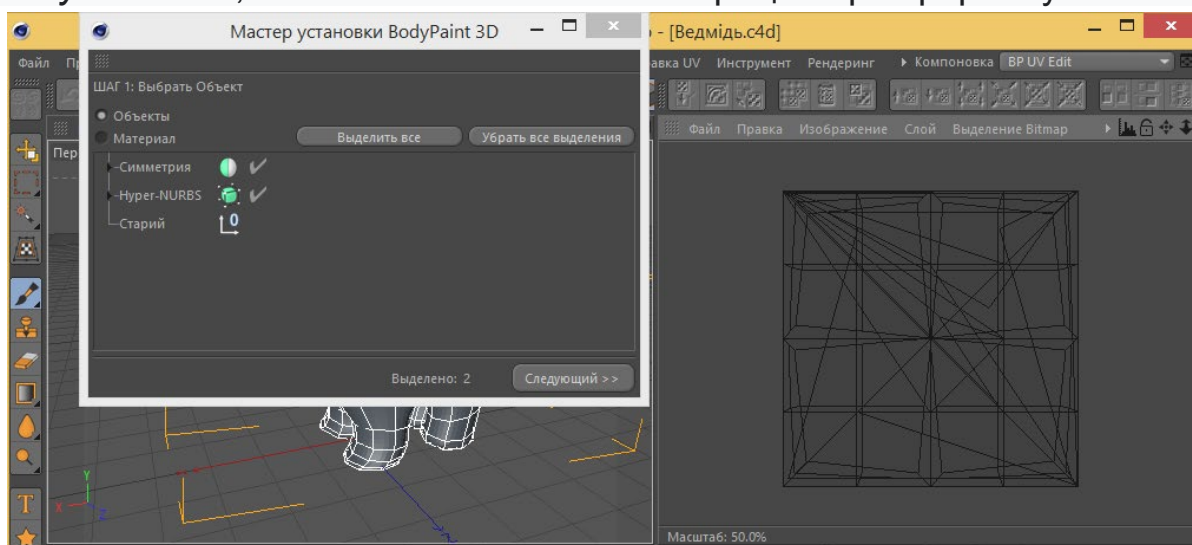


Рис. 18. Вікно установки *BodyPaint 3D*

якого об'єкта, що проектується. Зліва знизу у вікні **Менеджер матеріалів**, активувавши закладку Матеріали можна побачити всі створені текстури проекту, поруч із надписом Матеріал (рис. 19). Для того, щоб у вікні *BodyPaint 3D* відображалась сітка, необхідно на вкладці **Сітка UV** активувати надпис **UV-сітку**. Виділені елементи на **UV-сітці** виділяються помаранчевим кольором.

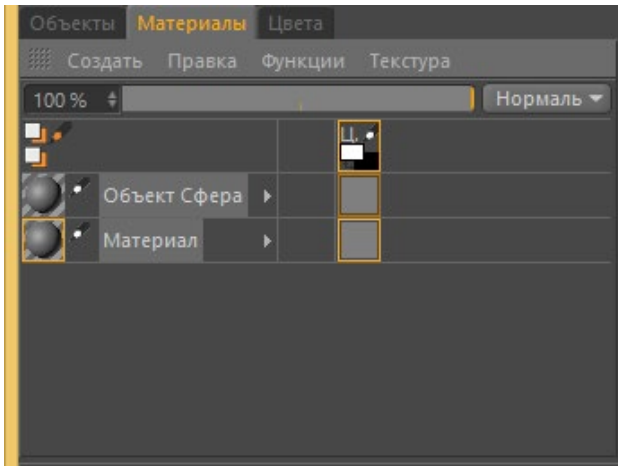


Рис.19. Закладка Материалы

Лекція 5

Рендеринг

Рендеринг в *CINEMA 4D*. На цьому занятті розглянемо області застосування, а також основні напрямки та технічні обґрунтування теорії, що стосується ефекту рендерингу. На рис. 20 представлені основні кнопки для роботи з рендерингом.

1. Загальні положення. Графічний інтерфейс.



Рис. 20. Кнопки для роботи з рендерингом

В основному вікні представлені налаштування рендерингу. Активувати вікно з налаштуваннями рендерингу можна за допомогою відповідної кнопки (рис. 20) або ж через *Основне меню/Рендеринг/Налаштування рендерингу*. Кнопка **Ефекти**, відповідає за перехід у контекстне меню, в якому при

необхідності можна вибрати необхідну функцію, наприклад, Глобальне освітлення **GI** (рис. 21).

При активному запису, назва функції в лівій частині вікна налаштувань рендерингу матиме помаранчевий колір і в правій частині вікна будуть показані відповідні налаштування цієї опції. Вони дозволяють вам вибрати необхідні властивості для функції глобального освітлення. З цією ділянкою тісно пов'язаний канал матеріалу **Підсвітка**. У ньому ви можете для кожного матеріалу налаштувати його опції для процесу рендерингу, що відтворюється на сцені.

Додаткові налаштування та індивідуальні властивості можна призначити для об'єктів (на окремому рівні поза об'єктом незалежно від інших) при використанні для цього тега **Композітинг**.

Аналогічно ситуація виглядає з темою Каустика (присутня на версіях програми *CINEMA 4D Visualize* і *Studio*). Глобальні налаштування для цього ефекту ви можете знайти в налаштуваннях рендеринг. Тут ви можете окремо визначити необхідні налаштування для обох видів каустики (поверхнева та об'ємна). У каналі Підсвітка ви можете призначити налаштування, які залежать від матеріалу. При цьому для каустики з'являється можливість змінити додаткові налаштування. Вона є в налаштуваннях джерела світла. Для прорахунку каустики на сцені необхідна наявність як мінімум одного джерела освітлення. На закладці **Каустика** джерела світла, можна також незалежно визначити тип створюваного виду каустики – поверхневі або об'ємні (рис. 22). Таким чином, ви можете виключати джерела світла з проведеного прорахунку каустики автоматично.

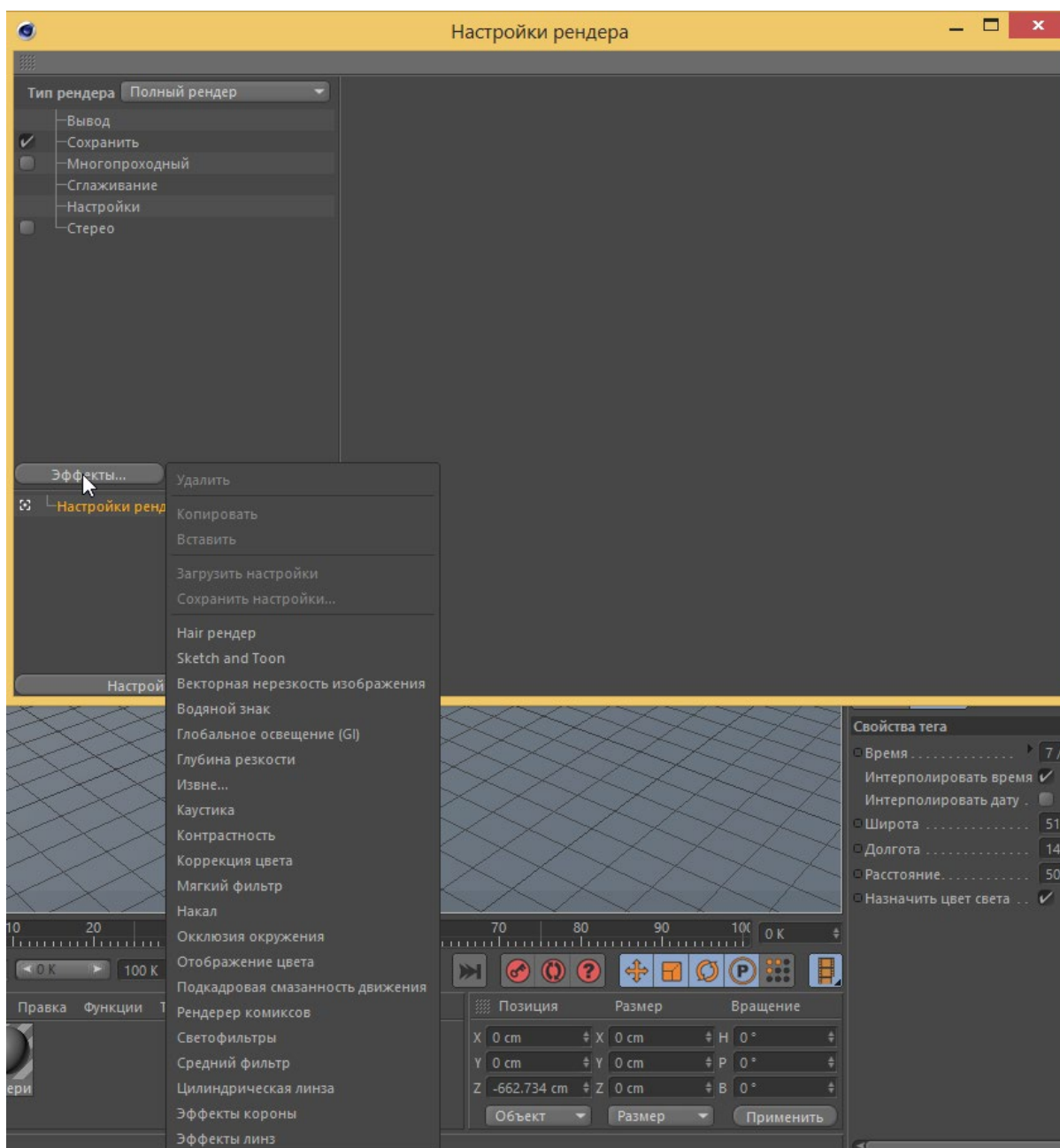


Рис. 21. Панель налаштування рендерингу

Глибина різкості, Світлофільтри, Загострення є так званими пост ефектами (вони присутні у версіях програми *CINEMA 4D Visualize і Studio*). Всі ці ефекти можна знайти всі ці в налаштуваннях рендерингу *Основне меню /Рендеринг/ Налаштування рендерингу*. Активувати пост ефекти можна клікнувши курсором миші в показаному при цьому вікні на кнопці **Ефекти** (рис. 21). У випадку, коли ефект розташований в лівій частині вікна налаштувань рендеринга, що використовується знаходиться у активному стані, в правій частині вікна будуть показані відповідні для нього налаштування. Прорахунок активного пост ефекту проводиться завжди після повного і остаточного прорахунку зображень сцени.

Такий пост ефект ви можете собі уявити як додаткову площину (або шар), яка буде розташована над зображенням, що рендеритиметься.

У випадку, коли створено сцену, зроблено її освітлення та анімацію об'єктів і призначено матеріали, необхідно отримати кінцевий результат. Для цього 3-х демензійна сцена повинні бути перетворена в 2-х демензійне зображення (в залежності від необхідності зображення або секвенції зображень для анімації). У програмі цей процес називається – процесом рендерингу (прорахунку).

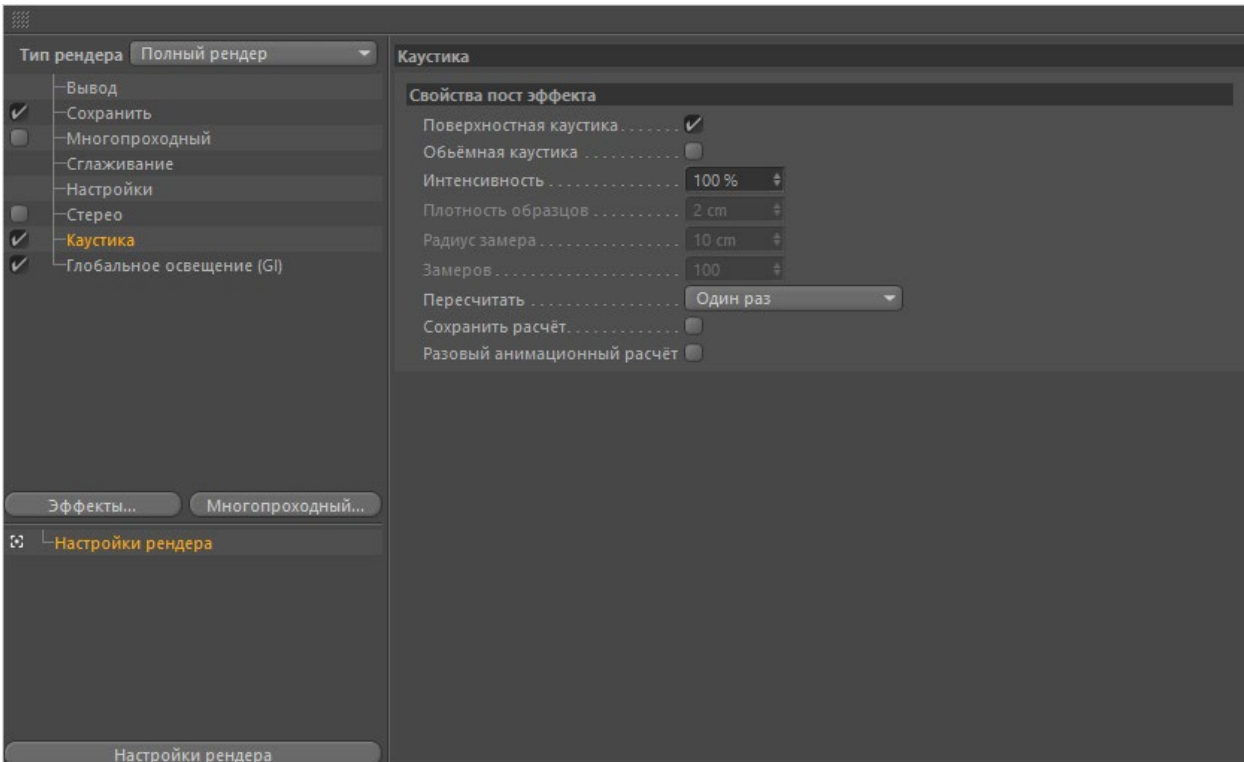


Рис. 22. Вікно налаштування параметрів **Каустика**

Лекція 6

Створення глобального освітлення GI

Світло, поширюючись, відбивається від об'єктів, на поверхню яких воно потрапляє в більшій чи меншій мірі, в залежності від властивостей даної поверхні. Світло від штучного джерела, потрапляючи на предмети відбивається від їх поверхні на інші об'єкти, від яких воно у свою чергу буде відображене далі. Загальне ж освітлення є розсіяним – дифузним.

Напрямок **Raytracing** не враховує розсіяне світло. Тобто, при одному наявному на сцені джерелі світла, все розташоване в тіні буде невидимим. Це можна пояснити наступним чином, наприклад, створивши віртуально замкнутий простір на одній із стін якого вирізано отвір через який потрапляє світло. Воно падаючи на об'єкт освітлює його. Практично не відбувається подальше поширення світла. Ситуація виглядає інакше при використанні для цього процесу функції Глобальне освітлення **GI** в програмі. В даному випадку кожен об'єкт сцени може функціонувати як джерело світла. Тобто створивши на сцені освітлення **GI**, можна забезпечити реалістичність освітлення без залучення додаткових джерел (рис. 23).

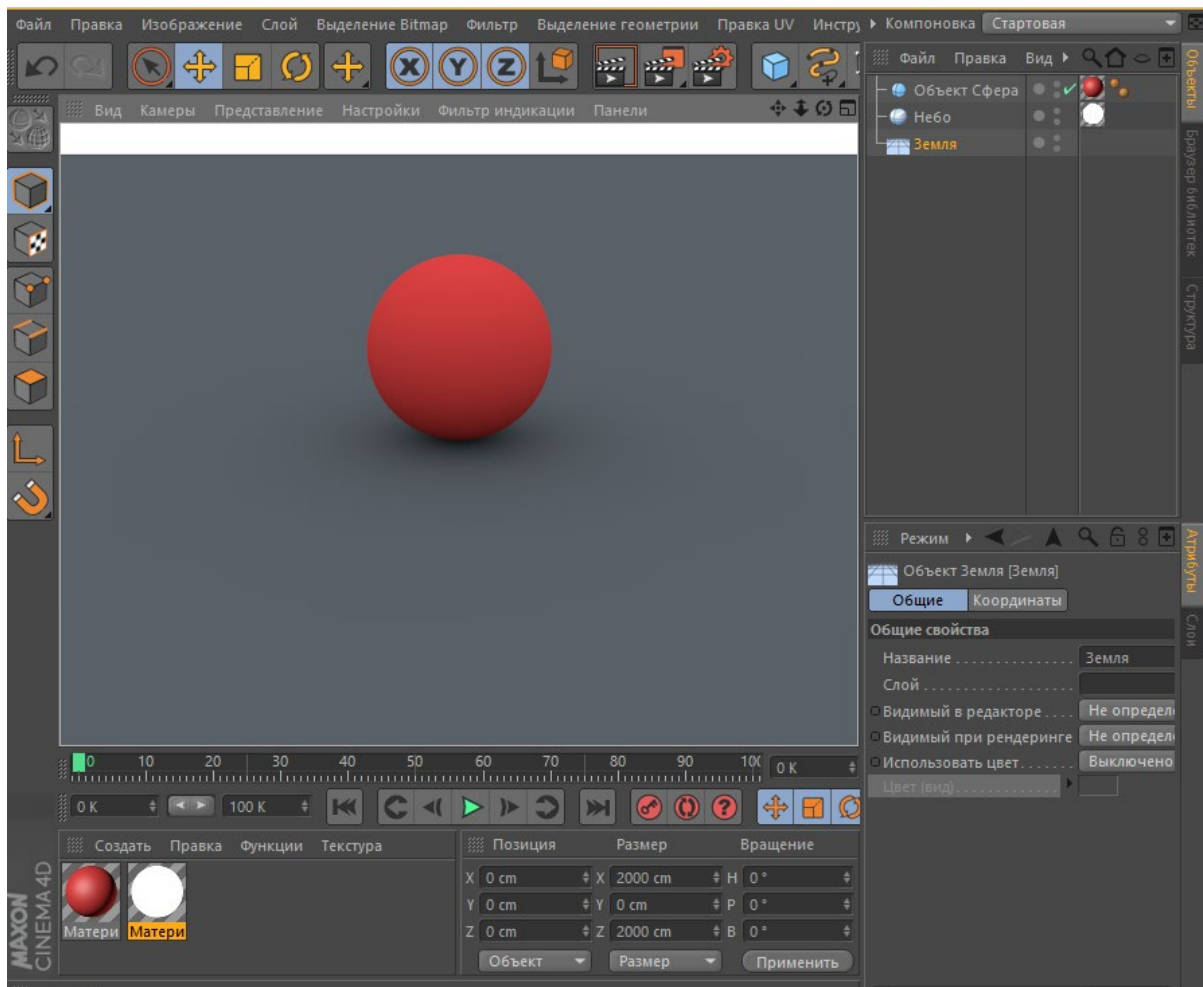


Рис. 23. Глобальне освітлення об'єкта

Наприклад, створимо три об'єкти на сцені та два нових матеріали, тоді у **Менеджері атрибутів** можна побачити всі актуальні параметри для активного матеріалу. На закладці **Загальні** відключимо активні за стандартами програми канали **Колір** та **Глянець** й встановимо активним канал **Самосвічення** (рис. 24).

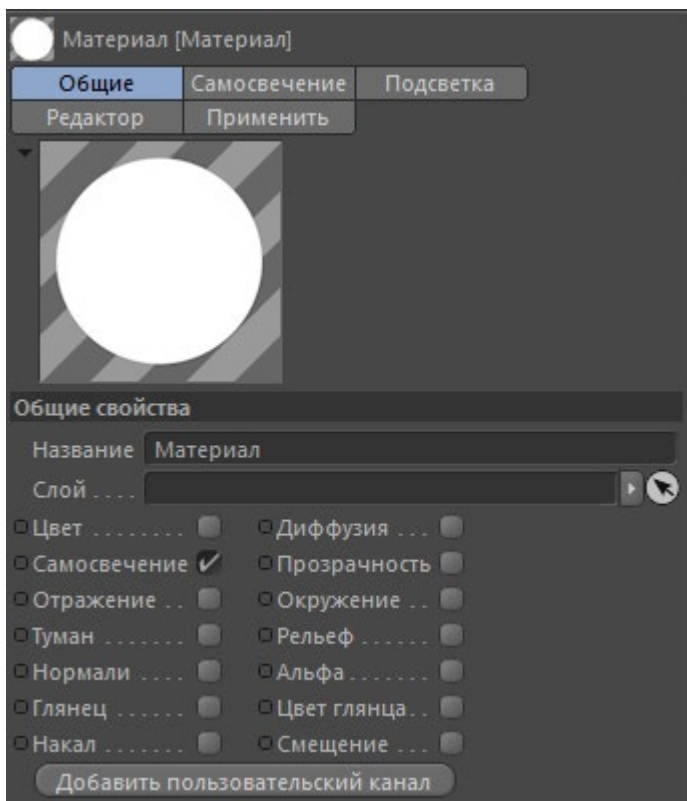


Рис. 24. Налаштування освітлення для матеріалів

Пересунемо курсором миші матеріал з вікна **Менеджер матеріалів** на об'єкти **Небо** та **Сфера** у вікні **Менеджер об'єктів**.

Так як об'єкт **Небо** оточує сцену за периметром, він представляє собою велику лампу, яка освітлює наш об'єкт з усіх боків. Цей ефект буде видно у тому випадку, якщо в налаштуваннях рендеринга ми встановимо активну функцію **Глобальне освітлення GI**.

Це можна зробити, відкривши вікно налаштувань рендеринга **Рендеринг/Налаштування рендеринга** та клацнути курсором миші на кнопці **Ефекти** (рис. 25). У меню виберемо запис **Глобальне**

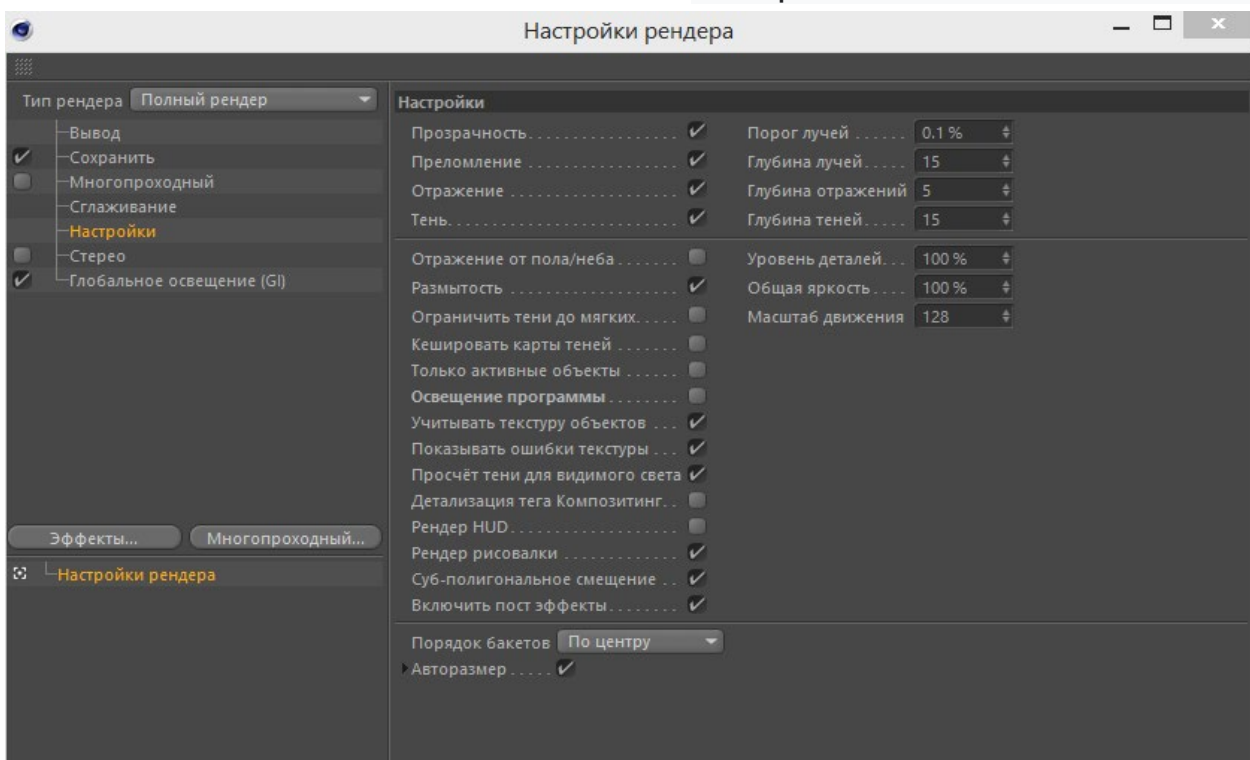


Рис. 25. Налаштування рендерингу

освітлення **GI**.

У лівій частині вікна налаштувань рендеринга клікнемо на надписові **Налаштування** та відключимо установку (якщо вона активна) **Освітлення програми**.

Якщо в сцені відсутні джерела освітлення, у цьому випадку програма *CINEMA 4D* створює їх автоматично, щоб ми могли бачити нашу сцену. При прорахунку **GI** така ситуація не є бажаною, тому що в кінцевому підсумку може відбутися засвічення сцени. Природно не виключається комбінування **GI** з нормальними джерелами світла в програмі, які використовуються для даного випадку при необхідності наявності в сцені темних тіней.

Користувач може використовувати об'єкти сцени у якості джерел освітлення. Для ілюстрації цього ефекту використаємо, наприклад, зелений циліндр. При цьому він повинен бути невидимим на сцені та використовуватися тільки для створення зеленого світла. Це можна виконати при використанні тегу **Композитінг**.

Для зеленого циліндра у вікні **Менеджер об'єктів** зробить призначення цього тега (меню менеджера об'єктів *Теги/Теги CINEMA 4/Тег Композитінг*). Встановить у вікні **Менеджер об'єктів** даний тег активним (клікніть на ньому курсором миші) і відкрийте його установки у вікні **Менеджер атрибутів** на закладці **Тег**. Вимкніть усі установки даної закладки за винятком *Бачимо для GI* (рис 26). Проведіть прорахунок сцени (рис. 27).

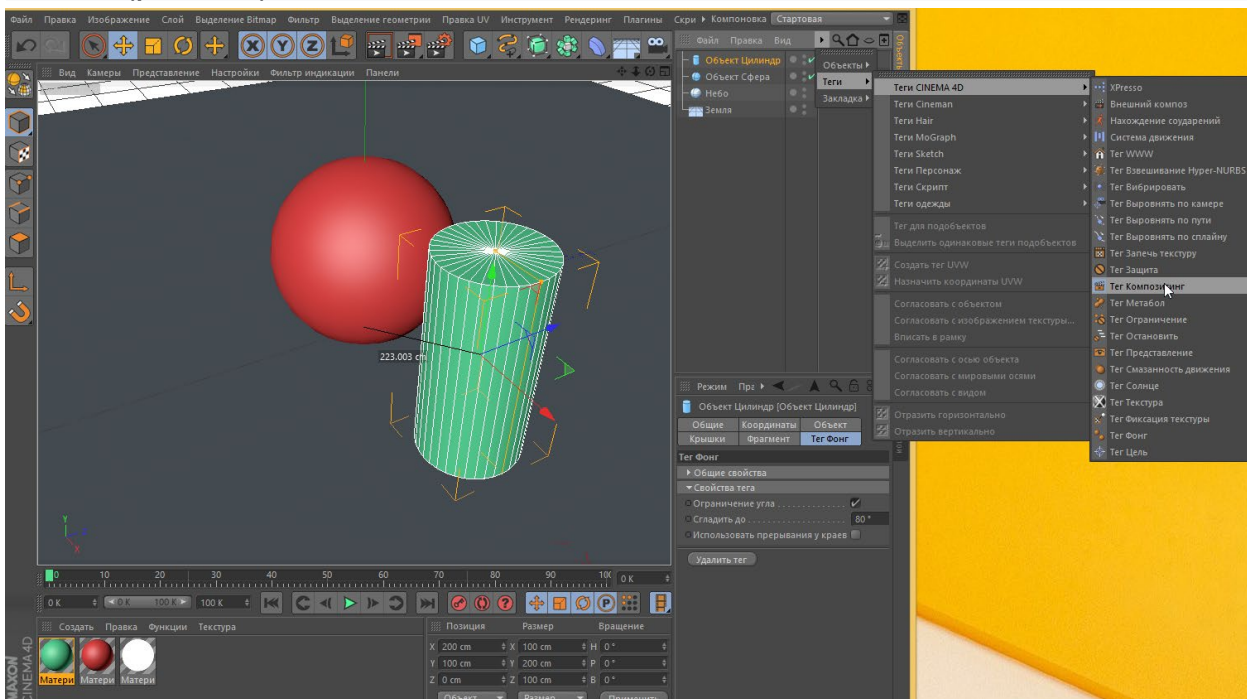


Рис. 26. Активація тегу **Композитінг**

При цьому ви напевне помітите наявність зеленого кольору на поверхні об'єктів *Сфера* і *Земля*. Прорахунок зеленого циліндра при

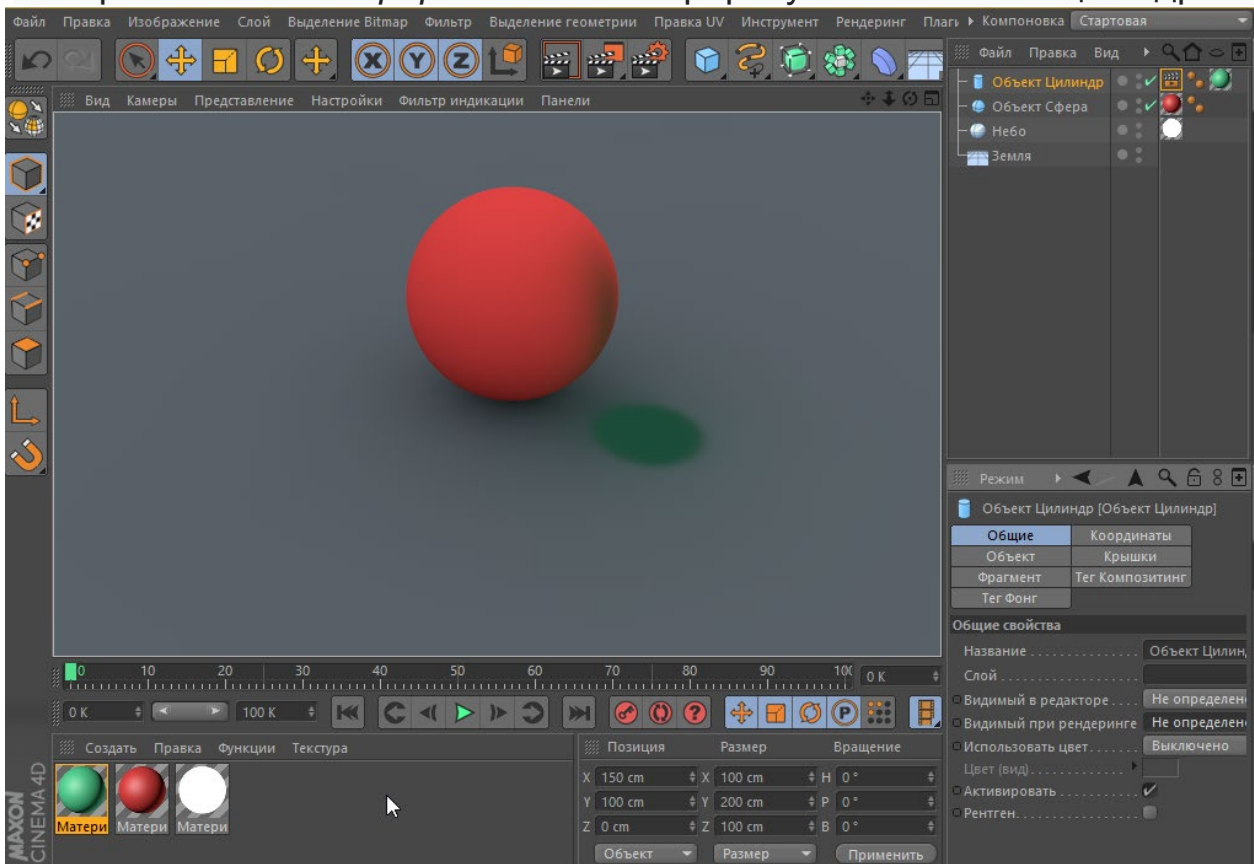


Рис. 27. Рендеринг сцени з використанням тегу **Композитінг**

цьому не проводиться, так як в тезі **Композитінг** ми встановили її невидимою для камери (установка *Видимий для камери* є відключеною).

Лекція 7

Ефекти Проеціювання

Інструмент **Проеціювальник** може значно скоротити користувачу робочий час на створення 3D сцен і текстурування різних об'єктів. Перш за все цей інструмент призначений для проєціювання розфарбування. Вищезгадані можливості використовується в основному у кіномотографії з метою створення або замальовки фонових зображень у сцені фільму. Таким чином, спостерігач, який дивиться на сцену, сприймає її як реальний фон зображення. Перевага полягає в тому, що художник просто створює фон зображення, а окремо створювати тривимірні об'єкти сцени не потрібно.

В ході розвитку та вдосконалення техніки, проєкційне розфарбування може бути застосоване з використанням 3D ефектів. Це дозволяє створювати анімацію сцени з камерою, в якій відбувається переміщення фону зображення без його спотворення, що в традиційному 2D зображенні взагалі не є можливим. Недоліком 3D техніки при цьому є значна кількість зображень, що створюються.

У випадку, коли створена сцена фону зображення й всі об'єкти сцени при цьому повинні мати відповідну текстуру, ми можемо використати функцію **Проеціювальник** у програмі. Наприклад, створимо 3D сцену, що містить декілька житлових будівель для того, щоб не призначати текстуру кожному об'єкту окремо, а створити декілька фонів з проєкційного розфарбування, які згодом можна буде спроектувати на сцену.

Призначимо позицію для камери і використаємо функцію **Проеціювальник**. Який в свою чергу після встановлення геометрії здійснює автоматичний старт програми *Photoshop* й автоматично відкриває зображення, створеного на основі функції **Проеціювальник**. У програмі *Photoshop* можна зробити розмальовку фону зображення на автоматично створену копію геометрії, яке було створено в програмі *CINEMA 4D*. Потім здійснити збереження нового зображення *Photoshop* і зробити оновлення відповідного каналу матеріалу в програмі *CINEMA 4D*. Функція **Проеціювальник** тепер здійснює проєкцію розфарбованого вами зображення на геометрію в режимі реального часу та користувач може зробити прорахунок для створюваної анімації камери.

Створимо сцену в якій використаємо дві камери. Щоб функція **Проеціювальник** могла здійснювати автоматичний старт програми *Photoshop*, нам необхідно у програмі *CINEMA 4D* вказати директорію цієї програми (при цьому файл програми, що запускатиметься буде *EXE*). Це відбувається при використанні основних налаштувань програми *CINEMA 4D* (Меню: *Правка/Налаштування програми/Проеціювальник/Шлях до Photoshop*). Тут користувачу необхідно вказати розташування файлу

Photoshop.exe (Windows) або *.app-файл* програми (Mac OS) на вашому комп'ютері.

Перша камера (*Camera 1*) є камерою перспективи, за допомогою якої функція **Проеціювальник** здійснює проектування створеного нами зображення на поверхні полігонів.

Друга камера (*Camera*) є камерою сцени, для якої ми створили попередню анімацію руху. Для функції **Проеціювальник** користувачу необхідно тепер провести призначення об'єктів, які вона повинна враховувати при створенні проекції текстури на їх поверхню.

Встановимо бігунок шкали анімації на кадр [0] й натиснемо на центральній панелі програми *Вікно/Проеціювальник*. У показаному при цьому вікні зробить виділення всіх об'єктів "*cube*" і перетягнеть їх спільно (в аналогічному вікні) на верхній об'єкт даного вікна – "*Camera projection*". При цьому для на екрані відобразиться контекстне меню, в якому необхідно вибрати запис *Проекція рендерингу* ...

Для параметра **Файл** визначте директорію для файлів PSD і внизу клікніть на кнопці **ОК**. Згодом у вікні, що з'явиться на екрані необхідно підтвердити дію, шляхом клікання курсором миші на кнопці **Так** (рис. 28).

Тепер програма *CINEMA 4D* здійснює автоматичний старт програми

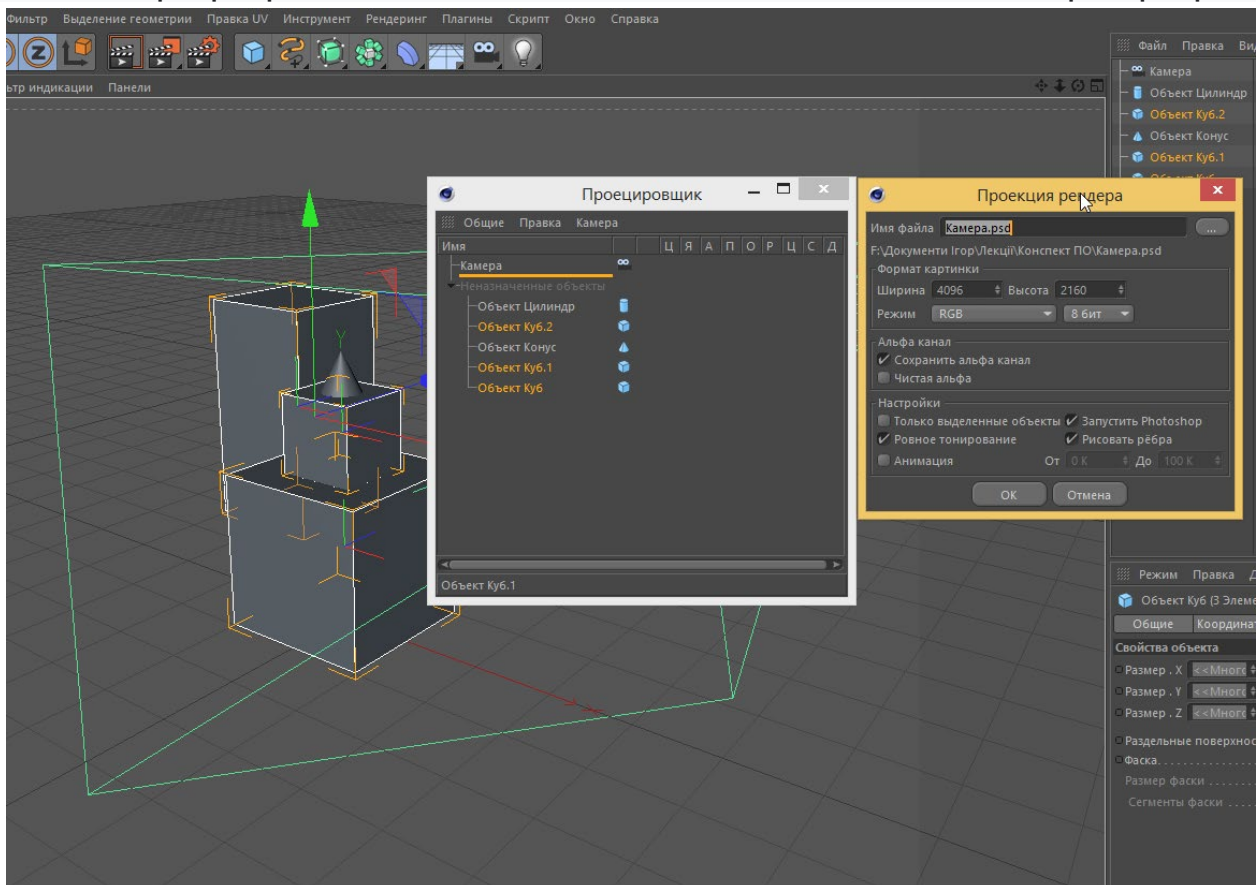


Рис. 28. Вікно налаштувань **Проеціювальника**

Photoshop і відкриває попередньо прораховану перспективу проекційної розмальовки. Таким чином користувач може у програмі *Photoshop* зробити безпосередню розмальовку або попередньо створити новий шар і потім зробити його розмальовку.

Після закінчення процесу розмальовки необхідно зберегти файл у програмі *Photoshop* (назва файлу повинна відповідати назві файлу програми *CINEMA 4D*).

Функція **Проеціювальник** автоматично створює текстуру в каналі матеріалу **Самосвічення**. Перевага при цьому полягає в повній незалежності сцени від джерел світла, так як вона в даному випадку повинна використовувати колір та яскравість з намальованою для неї текстурою. За необхідності користувач має можливість внести зміни та зробити відключення каналу **Самосвічення** для матеріалу з наступним завантаженням файлу *PSD* в канал матеріалу **Колір**. Альтернативно ви можете змінити основні настройки програми *Правка/Налаштування програми/Проеціювальник/Стандартні канали* та встановити замість стандартного режиму *Колір*, *Альфа* необхідний користувачеві.

Активним на даному етапі є канал **Самосвічення**. Для внесення змін необхідно натиснути на маленькому трикутнику, розміщеному праворуч від назви параметра **Текстура**. У показаному при цьому контекстному меню вибрати запис **Завантажити зображення ...** У результаті відбувається оновлення текстури з отриманням всіх створених користувачем змін в програмі *Photoshop*. Якщо закрити тепер вікно редактора матеріалів, наша сцена у вікні редактора програми повинна виглядати наступним чином (рис.29).

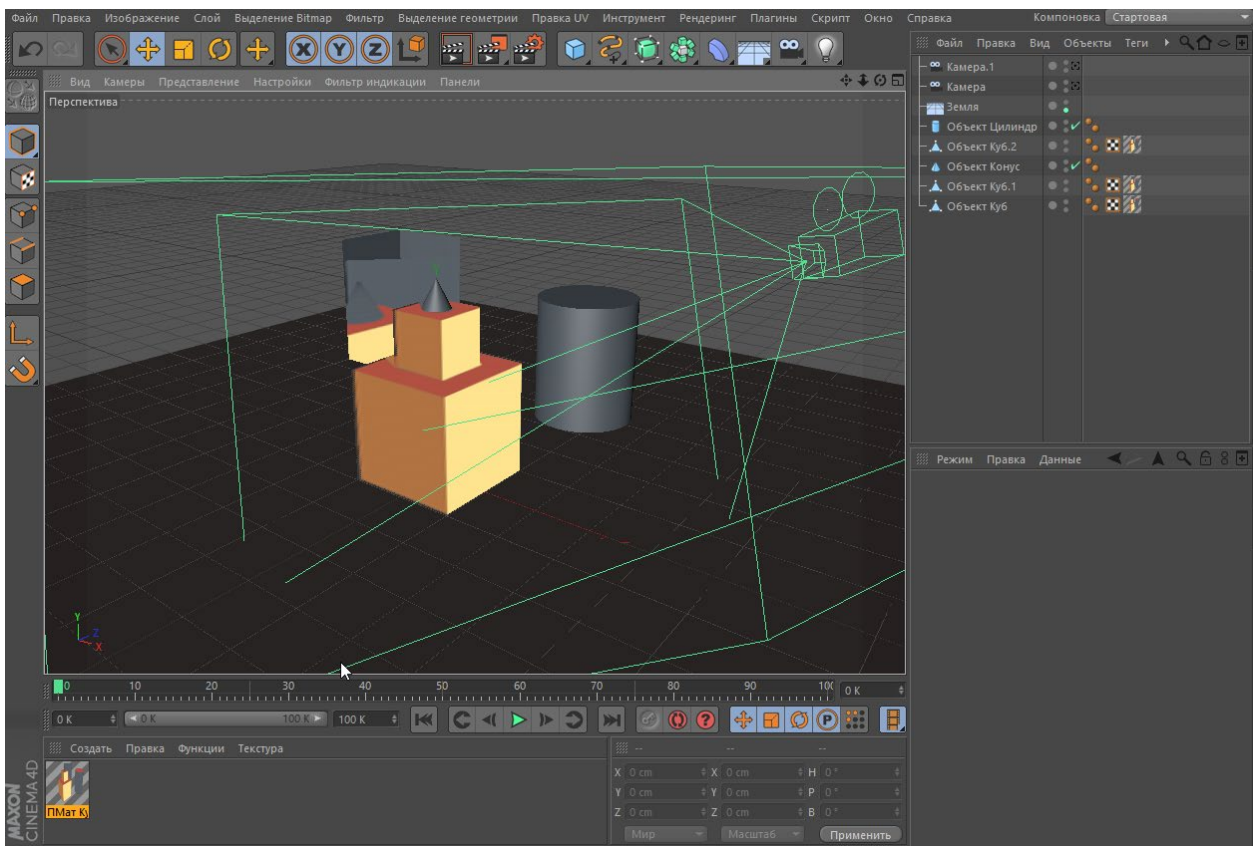


Рис. 29. Вікно з результатами роботи **Проеціювальника**

Провівши відтворення анімації, користувач побачить, як функція **Проеціювальник** при цьому здійснить коректне проектування текстури на всі об'єкти і в процесі руху камери відбувається зсув перспективи, виключаючи окреме нанесення текстури для кожного з об'єктів сцени.

Лекція 8

Інструменти анімації персонажів у CINEMA 4D

Анімація 3D персонажів є досить складною та комплексною. Вона має не тільки певні вимоги до програмного забезпечення, але до користувача програми як до аніматора. Створення анімованих персонажів, які б виглядали правдоподібно, вимагає досить багато часу. Сам аніматор при цьому повинен мати необхідний рівень теоретичних знань.

Перед розглядом робочої панелі інструментів призначеної в програмі для анімації персонажів, нам необхідно ознайомитися з 12 основними принципами, якими потрібно керуватися при створенні анімації. Ці 12 правил були створені ще у 30-х роках минулого століття аніматорами та можуть використовуватися і в наш час. Кожен, хто має намір дійсно присвятити себе темі анімації персонажів, повинен знати ці правила та постійно використовувати їх при створенні анімації. Правдоподібно створений персонаж при цьому є лише темою терпіння користувача та часу.

Squash & Stretch – кожен органічний об'єкт змінює свою форму при русі в більшій чи меншій мірі. Його обсяг при цьому не змінюється.

Staging – означає інсценування для створюваної анімації. До неї відносяться освітлення, направлення камери та ефекти, наприклад, ефект уповільненого руху.

Anticipation - підготовка руху на основі використання протилежного руху.

Pose to Pose/Straight Ahead – ці поняття позначають дві різні методики з напрямку анімації. Для "*Pose to Pose*" створюються заздалегідь основні ключові кадри для пози, а потім проводиться заповнення проміжного часу між ними за допомогою створення додаткових ключів. Для "*Straight Ahead*" створення ключів відбувається у певній послідовності, починаючи з початкового кадру анімації і до її закінчення при обліку актуального часу

Follow-through/Overlapping – тимчасове змішування рухів для окремих складових персонажа (частин корпусу).

Slow In/Slow Out – певний предмет починає повільно свій рух, досягає потім максимальної швидкості, після чого відбувається її поступове зниження до повної зупинки.

Arc - в природі практично будь-який рух здійснюється по певній кривій, будь це рух руки персонажа або обертання його голови.

Secondary motion – рухи, які виникають на основі іншого руху (наприклад, риба в воді).

Timing – під цим поняттям ховається часовий показник, що визначає швидкість виконання анімації для певної дії персонажа або іншого об'єкта сцени.

Exaggeration – може використовуватися різними способами: руки змінюють свою довжину, якщо персонаж виробляє підняття певного предмета (важкого) або зіниці збільшуються до величезних розмірів, доповнюючи тим самим і підкреслюючи вираз жаху персонажа.

Appeal – це характер персонажа, його зовнішній вигляд й особисті якості.

Personality – як хороший артист так й аніматор, повинен втілити ідею для свого персонажа, яка буде виражена на основі створеної анімації.

У програмі *CINEMA 4D* для передачі окремим частинам тіла персонажу руху, використовуються суглоби. В них містяться точки, навколо яких здійснюється обертання. Таким чином можна створити каркас (скелет) зібраний з окремих елементів. Задавши для персонажу центр тяжіння, можна забезпечити його переміщення. Каркас персонажа при цьому буде повторювати всі рухи суглобів, що забезпечує можливість створення анімації для фігури. Для коректного переміщення суглобів необхідно провести створення своєрідного рига контролерів, які для аніматора є основними точками управління та дозволяють здійснювати анімацію персонажа. Наприклад, при піднятті руки персонажа у вас немає необхідності робити переміщення кожного суглоба окремо, а просто перемістити в сторону від корпусу відповідний контролер, за якими буде проводитися автоматичне переміщення суглобів руки. У програмі є додаткові контролери та допоміжні засоби, що дозволяють значно полегшити роботу зі створення анімації персонажа. Нижче наведені деякі з таких інструментів.

За допомогою тега **Pose Morph** користувач можете задавати створення різних поз міміки персонажу й надалі на їх основі здійснювати необхідний процес морфа. Створений на початковому етапі полігональний об'єкт використовується даними тегом як посилання, для якого у відповідному тезі буде створена *Початкова поза*, що представляє собою початкову позицію для всіх наступних і створюваних модифікацій морфа. Для задання руху користувачу необхідно зробити виділення цілі морфа в тезі **Pose Morph**, після чого змінити каркас персонажу. Для кожної з наступних поз користувач повинен створити нову ціль морфа та здійснити необхідну зміну каркаса для фігури персонажа.

Інструмент **Vamp** необхідний для перенесення даних між об'єктами. До такого типу даних відноситься інформація про створені виділення, теги текстур і карти вершин, а також координати **UV**. Також створені пози міміки для персонажа на основі інструменту морфа, користувач може переносити на інші персонажі, використовуючи для цього інструмент **Vamp**.

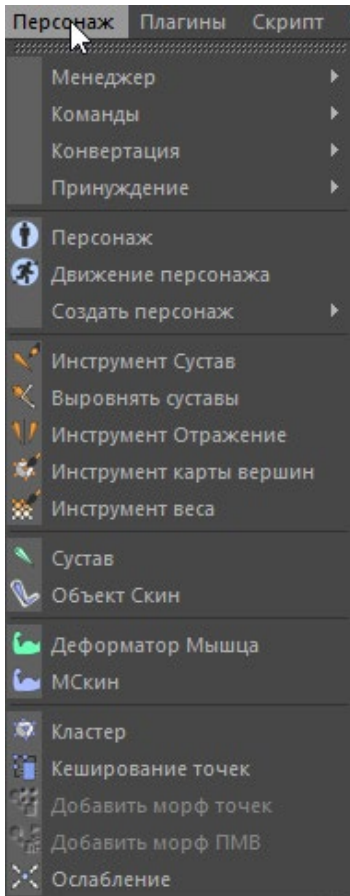


Рис. 30. Закладка
Персонаж

Інструмент **Visual Selector** є допоміжним засобом, що дозволяє значно полегшити роботу кожного аніматора. У випадку, коли користувач проводить рендеринг персонажа (або використовує фон в інструменті **Visual Selector**, який є стандартним), робить його імпорт, як фон для інструменту **Visual Selector** і розміщує на ньому створені контролери для змодельованої фігури на необхідних ділянках. У результаті чого постійний пошук контролерів в ієрархії об'єкта на основі цього зникає автоматично.

Інструменти анімації в програмі *CINEMA 4D* знаходяться на закладці **Персонаж** (рис.30).

Фігура, що моделюється за аналогією з людським скелетом повинна мати кістки (в програмі це суглоби), за допомогою яких здійснюється рух персонажа. Користувач повинен створити каркас з кісток для персонажа. Вони є пов'язаними за допомогою тега, що відповідає за задання ваги і об'єкта **Скін** з полігональним об'єктом, щоб кожен суглоб мав інформацію про ділянку на яку він повинен здійснювати вплив (передавати рух).

Так звані значення ваги можуть наноситися на полігональну поверхню при використанні **Інструменту ваги** та виборі відповідного суглоба.

На його основі кожен з суглобів розташований вами на певній позиції в каркасі персонажа, отримує певне значення, яке виражається в інтенсивності взаємодії цього суглоба з каркасом персонажа і може при необхідності змінюватися.

Після створення 3D моделі потрібно провести ініціалізацію нової системи персонажа. Для цього існує закладка **Персонаж** у випадіючому меню якої необхідно вибрати запис **Персонаж**. У вікні **Менеджер об'єктів** з'явиться новостворений значок із ім'ям персонажа. У вікні редактора програми об'єкт персонажа буде показаний тепер з сірої стрілкою, розташованої як основа для нього (рис. 31). У вікні **Менеджері атрибутів** користувач побачить всі необхідні функції, налаштування та параметри, які є актуальними для виділеного значка **Персонаж** у вікні **Менеджер об'єктів**. Після створення об'єкта персонажа, у вікні **Менеджер атрибутів** за стандартом програми, активною є закладка **Об'єкт**. Чотири закладки розташовані нижче **Створення**, **Налаштування**, **Прив'язка** та **Анімація** відповідають необхідній послідовності, яку нам необхідно зберігати при створенні рига персонажа з його наступною анімацією.

Розташований нижче параметр **Об'єкт** містить меню вибору, що випадає. У ньому ви можете вибирати один з типів рига, який є необхідним для вашого персонажа. Для цього ви можете виконати готові пресети програми, наприклад параметри "**Advanced Biped**" (розширений варіант для персонажа на двох ногах), "**Biped**" (простий варіант персонажа з двома ногами), "**Quadruped**" (персонаж, що має 4 ноги – як правило використовується при створенні рига для тварин) тощо (рис.32).

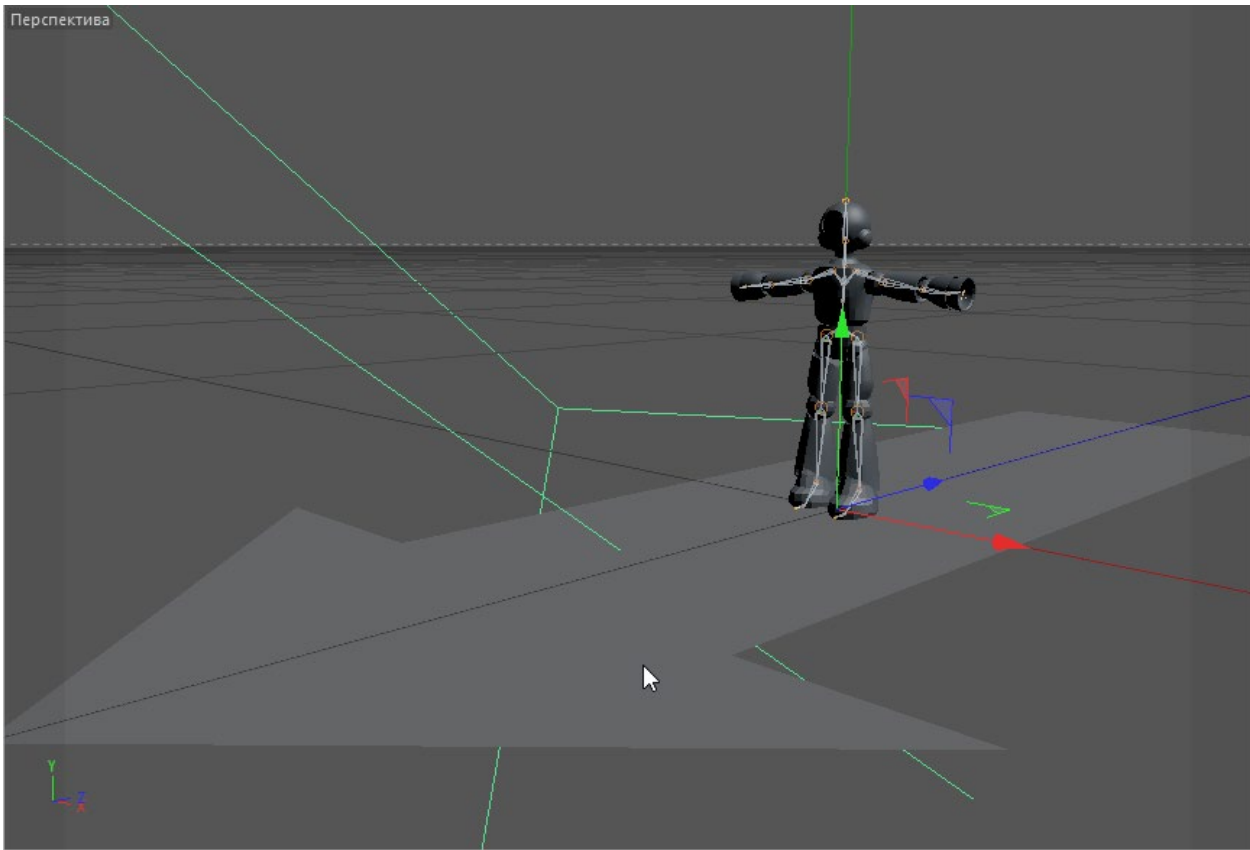


Рис. 31. Об'єкт **Персонаж** на сцені

Наприклад, у вікні **Менеджера атрибутів** при виборі функції "**Biped**" у розділі **Компоненти** розміщені інструменти, що відповідають за створення аналогів кісток та їх функції. Серед них "**Pelvis**", "**Spine**", "**Leg**", "**Foot**" тощо.

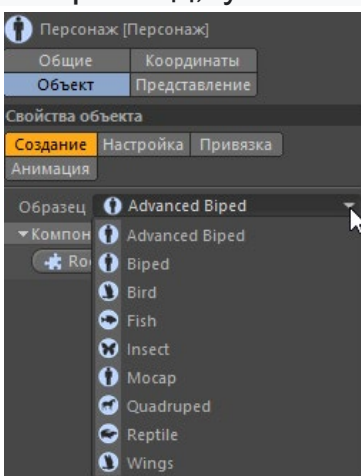


Рис. 32. Менеджер атрибутів **Персонажа**

Зміна рига по відношенню до каркасу персонажа

Розміри створеного рига можуть не співпадати з розмірами створеного 3D персонажу. При підготовці даного процесу встановіть активним об'єкт персонажа у вікні **Менеджер об'єктів**. У вікні **Менеджер атрибутів** для налаштувань персонажа клікніть курсором миші на закладці **Налаштування**. Показ рига у вікні 3D виду при

цьому змінюється і буде представлено трохи інакше, на основі суглобів, які на даному етапі мають різні кольори.

Для зміни позиції рига по відношенню до каркасу персонажа необхідно у вікні **Менеджер об'єктів** вибрати запис **"Pelvis"** і при використанні функції **Move** здійснити його зміщення таким чином, щоб він був розташований на рівні тазостегнової ділянки персонажа. При використанні функції масштабування можна збільшити риг таким чином, щоб він відповідав розмірам каркаса.

Якщо користувач підігнав розміри рига та каркасу персонажа, тоді можна тепер більш деталізовано провести додаткове налаштування окремих частин, використовуючи для цього також функцію **Move**.

Прив'язка рига до каркасу персонажа. Модель, що створюється тепер буде показана з урахуванням наявних кісток і суглобів. Рекомендується ще раз перевірити позиції всіх кісток і суглобів на предмет коректного розташування в каркасі моделі (для цього використовують різні види у вікні редактора програми). Нижче закладки **Прив'язка** розміщений параметр **Об'єкти** з розташованим праворуч від нього полем. У нього користувач повинен перетягнути полігональні об'єкти (наприклад, **"Robot"**), з яких складається модель персонажа, що

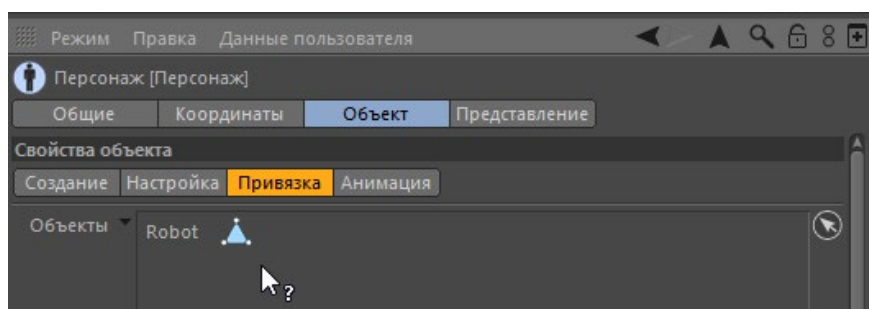


Рис. 33. Полігональні об'єкти **Персонажу**

створюється (рис. 33). Для цього необхідно клікнути курсором миші на один з цих об'єктів у вікні **Менеджер об'єктів**, натисніть ліву кнопку миші і в цьому положенні перетягніть даний об'єкт в

розташоване нижче вікно параметра **Об'єкти**.

На цьому прив'язка моделі до створеного рига є практично виконаною. Перш ніж перейти до наступної закладки **Анімація** активною, є проміжні кроки, яких користувачеві також необхідно дотримуватися і виконувати. Створений риг який ми вставили в персонаж: насправді він є значно складніше, ніж це може здатися на перший погляд – значне число кісток, нуль об'єктів і контролерів буде необхідно при створенні анімації для такого рига. Вони автоматично створюються програмою CINEMA 4D та є невидимими.

Для нього є важливими об'єкти контролю, які по суті представляють собою нитки управління для візуальних маріонеток, однією з яких і є створюваний користувачем персонаж. Попередньо користувач повинен вибрати об'єкт персонажа у вікні **Менеджер об'єктів**, а у вікні **Менеджер атрибутів** встановити активною закладку **Представлення**. На цій закладці для вас надані всі необхідні параметри, які характеризують показ об'єктів у вікні редактора програми.

Створення простого циклу ходьби. У вікні **Менеджер об'єктів** користувачу необхідно зробити виділення рига персонажа. У вікні **Менеджер Атрибутів** на закладці **Об'єкт** (розташованої поруч з закладками **Прив'язка** і **Анімація**) для вас будуть показані відповідні параметри. Вони надають для користувача нові можливості вибору й деякі з них цікавлять нас особливо. Кнопка **Створити ходу** – клікніть на ній курсором миші (рис. 34).

У налаштуваннях об'єкта для параметра **Кроки** користувач може встановити довжину кроку. У розміщеному нижче полі з об'єктами вибирають одну із ніг *Персонажа* (L_Leg чи R_Leg) з встановленою дією

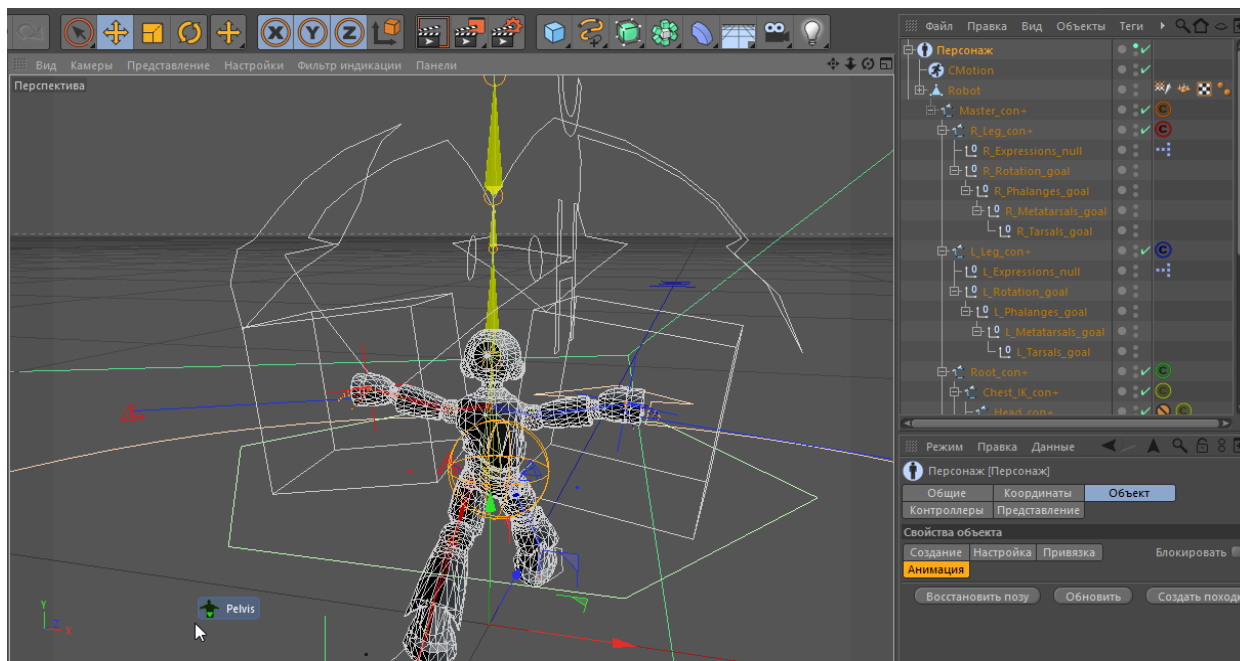


Рис. 34. Вікно з *Персонажем* та панель налаштувань процесу ходьби

Підійняти (P, Y), що відповідає за підймання вибраної ноги. Для перевірки робоздатності створеного об'єкта потрібно натиснути на зеленій стрілці, що розміщена внизу основного вікна 3D виду.

Зупинивши анімацію, необхідно встановити повзунок шкали анімації у початкове положення та вибрати запис **“Lift”**.

Вибрані параметри можна застосувати для другої ноги шляхом використання функції **Копіювання** та **Вставлення**.

Вище описаним способом налаштовують рухи руками та перевіряють чи відповідають налаштування очікуваному результату.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інженерна графіка: підручник для студентів вищих закладів освіти / В.Є.Михайленко, В.В.Ванін, С.М.Ковальов; За ред. В.Є.Михайленка. – Львів: Піча Ю.В.; К.: „Каравела”; Львів: „Новий світ – 2000”, 2002. – 336 с.
2. Зупарова Л. Б. Аналитико-синтетическая переработка информации: Учебник / Л. Б. Зупарова, Т. А. Зайцева; Под ред. Ю.Н. Столярова. — М.: ФАИР, 2007. — 400 с.
3. Інженерна та комп'ютерна графіка. Головачук І.П. Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення денної та заочної форм навчання. Луцьк 2019.
4. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка. Головачук І.П. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт для студентів напряму підготовки 6.050403 «Інженерне матеріалознавство» денної та заочної форм навчання. Луцьк 2011.
5. Засоби програмування комп'ютерної графіки. Головачук І.П. Електронний засіб навчального призначення для студентів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення денної та заочної форм навчання. Луцьк 2019.

Комп'ютерна графіка та візуалізація [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньої програми – «Професійна освіта (комп'ютерні технології)» галузі знань – **А Освіта**, спеціальності – **А5 Професійна освіта**, спеціалізація – **А5.39 Цифрові технології** денної та заочної форм навчання/уклад. І.П. Головачук. – Луцьк : Луцький НТУ, 2026. – 36 с.

Комп'ютерний набір

І.П. Головачук

Редактор

І.П. Головачук

Підп. до друку «___»_____2018 р. Формат 60×84/16. Папір офс.

Гарн. Таймс. Ум. друк . арк. 2,25.

Тираж 50 прим.

Інформаційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75.
Друк – ІВВ Луцького НТУ