

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ ДУБЕНСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
ДУБЕНСЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА І-ІІІ СТ. №3  
ДУБЕНСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ

Юрій Сось

# ОСНОВИ 3-D моделювання в середовищі Blender 2.90

навчально-методичний посібник





**Основи моделювання в середовищі Blender 2.90** / Автор-упорядник: Сось Юрій Юрійович, вчитель інформатики Дубенської загальноосвітньої школи І-ІІІ ст. № 3. – Дубно, 2021 (серія “Ярмарка педагогічних ідей”, номінація “Інформатика”)

 **Blender** – це безкоштовний додаток для створення тривимірної графіки, анімації, інтерактивних програм та ін. Середовище Blender має тривалу історію розвитку, професійну команду розробників та досить велику популярність, що в сукупності дозволило йому зайняти своє місце серед професійних програм для побудови 3D графіки, таких як 3DS Max, Autodesk Maya та Cinema 4D.

Навчально-методичний посібник “Основи 3D-моделювання в середовищі Blender 2.90” знайомить з основними принципами роботи в Blender та створення тривимірної графіки і анімації. Посібник містить 15 навчальних інструкцій з практичними завданнями для опанування середовища Blender + 8 авторських проєктів для виконання здобувачами освіти на практичних роботах предмету “Інформатика” (9 клас), розділу “Тривимірна графіка”. Завдання для практичних робіт комплектуються покроковими інструктивними картками з ілюстраціями та QR-кодами, а також готовими результатами їх виконання, які можна використовувати як візуалізацію кінцевої мети успішного завершення проєкту.

Навчально-методичний посібник укладено відповідно до вимог нової навчальної програми і реалізує засади компетентнісно-орієнтованого навчання. При розробці посібника, практичних робіт та проєктів використовувалася версія Blender 2.90.

Рекомендований попередній мінімум знань для успішного проходження курсу – впевнений користувач ПК. Бажаний невеликий досвід роботи в середовищах двовимірної графіки.

Посібник призначено для вчителів інформатики, керівників різноманітних інформатичних гуртків та секцій, батьків та учнів, а також усіх, хто цікавиться 3D моделюванням та STEM-напрямком у науці.

*Рекомендовано методичною радою Дубенської загальноосвітньої школи  
І-ІІІ ступенів №3 Дубенської міської ради Рівненської обл.  
( протокол № 3 від 13.01.2021 р.)*

Рецензенти:

І.О. Лішанов – консультант КУ “Центр професійного розвитку педагогічних працівників” Дубенської міської ради.

М.М. Черепок – директор Дубенської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №3 Дубенської міської ради Рівненської обл.

А.В. Савич – заступник директора з навчально-виховної роботи Дубенської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №3 Дубенської міської ради Рівненської обл.



## ЗМІСТ

|                                                                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ВСТУПНЕ СЛОВО .....</b>                                                                                                      | <b>4</b>   |
| <b>15 КРОКІВ ДО ОПАНУВАННЯ BLENDER .....</b>                                                                                    | <b>8</b>   |
| <b>КРОК 1. РОБОТА З ІНТЕРФЕЙСОМ BLENDER 2.90.....</b>                                                                           | <b>8</b>   |
| <b>КРОК 2. НАЛАШТУВАННЯ BLENDER 2.90 .....</b>                                                                                  | <b>13</b>  |
| <b>КРОК 3. УПРАВЛІННЯ СЦЕНОЮ В СЕРЕДОВИЩІ BLENDER 2.90 .....</b>                                                                | <b>19</b>  |
| <b>КРОК 4. БАЗОВІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОБ’ЄКТІВ .....</b>                                                                              | <b>23</b>  |
| <b>КРОК 5. ОБ’ЄКТНИЙ РЕЖИМ ТА РЕЖИМ РЕДАГУВАННЯ .....</b>                                                                       | <b>27</b>  |
| <b>КРОК 6. MESH-ОБ’ЄКТИ .....</b>                                                                                               | <b>32</b>  |
| <b>КРОК 7. ТРАНСФОРМАЦІЯ EXTRUDE (ВИТІСНЕННЯ) .....</b>                                                                         | <b>38</b>  |
| <b>КРОК 8. SUBDIVIDING – ПІДПОДІЛ ОБ’ЄКТІВ .....</b>                                                                            | <b>43</b>  |
| <b>КРОК 9. МОДИФІКАТОР BOOLEAN .....</b>                                                                                        | <b>48</b>  |
| <b>КРОК 10. МОДИФІКАТОР MIRROR (ДЗЕРКАЛО) .....</b>                                                                             | <b>53</b>  |
| <b>КРОК 11. ЗГЛАДЖУВАННЯ – SMOOTH .....</b>                                                                                     | <b>59</b>  |
| <b>КРОК 12. РОБОТА З МАТЕРІАЛАМИ.....</b>                                                                                       | <b>63</b>  |
| <b>КРОК 13. ТЕКСТУРА.....</b>                                                                                                   | <b>68</b>  |
| <b>КРОК 14. ОСНОВИ АНІМАЦІЇ В BLENDER.....</b>                                                                                  | <b>73</b>  |
| <b>КРОК 15. ОСНОВИ ФІЗИКИ В BLENDER.....</b>                                                                                    | <b>79</b>  |
| <b>ІНСТРУКТИВНІ КАРТКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРОЄКТІВ (У МЕЖАХ<br/>КУРСУ “ІНФОРМАТИКА” (9 КЛАС), РОЗДІЛ “ТРИВИМІРНА ГРАФІКА”) .....</b> | <b>86</b>  |
| <b>ПРОЄКТ №1 “Модель краплини води” .....</b>                                                                                   | <b>86</b>  |
| <b>ПРОЄКТ №2 “Модель молекули води” .....</b>                                                                                   | <b>89</b>  |
| <b>ПРОЄКТ №3 “Модель літака” .....</b>                                                                                          | <b>93</b>  |
| <b>ПРОЄКТ №4 “Замкова вежа” .....</b>                                                                                           | <b>96</b>  |
| <b>ПРОЄКТ №5 “Фортечні мури” (продовження проєкту №4).....</b>                                                                  | <b>99</b>  |
| <b>ПРОЄКТ №6 “Дитяча іграшка – “пірамідка” .....</b>                                                                            | <b>102</b> |
| <b>ПРОЄКТ №7 “Модель будівлі” .....</b>                                                                                         | <b>105</b> |
| <b>ПРОЄКТ №8 “Створення моделі сніговика” .....</b>                                                                             | <b>108</b> |
| <b>ПІСЛЯМОВА.....</b>                                                                                                           | <b>112</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ.....</b>                                                                            | <b>114</b> |



## ВСТУПНЕ СЛОВО

### Віртуальність, як спосіб моделювання реального світу

Об'єкти реального світу складаються з матерії або речовини, а їх рухом зміною та взаємодією керують фізичні, хімічні, біологічні та соціальні закони. У віртуальності об'єкти представляють собою цифровий опис, який зберігається в пам'яті комп'ютера. В основі поведінки цифрових об'єктів лежать алгоритми, закладені розробником, який є головним і єдиним деміургом свого маленького світу, створеного в межах програмної оболонки.

Людина пізнає навколишній світ через органи чуття, яким не важливо, що породило об'єкт, – матерія чи цифри. Уявіть, що перед Вами пробігає тварина. Як Ви зрозумієте, що вона реальна? Орієнтиром для Вашого мозку буде аналіз комплексу сприйнятої через органи чуття інформації. Якщо перед Вами немає комп'ютерного дисплею, спостерігається об'єм і перспектива зображення, тварину можна наздогнати і доторкнутися до неї, то вона – реальна.

Давайте уявимо, що розвиток науки і техніки зробить крок так далеко, що віртуальна реальність буде здатна в повному обсязі впливати на всі органи чуття, а не тільки переважно на зір і слух. В такому випадку вашій підсвідомості буде важче зрозуміти, в якому з світів Ви перебуваєте. Навіть зараз буває достатньо якісного 3D для глибокого занурення в процес комп'ютерної гри чи фільму. Також все більшої популярності набирають VR-технології.

Таким чином, людина може не акцентувати увагу на відмінностях між цифровим і матеріальним світами. А раз так, то моделювання реальності може використовуватися як спосіб її пізнання, вивчення, і, що важливо, прогнозування зміни реальних систем в часі. З іншого боку, віртуальна реальність – це спосіб занурення свідомості людини в новий світ, в те, чого немає в реальності. Тут можна відключити гравітацію, дати гравцеві безліч життів, оживити монстра з найстрашніших фантазій, здійснити найзаповітнішу подорож чи подарувати казку своїм близьким.

Незважаючи на те, що віртуальні світи можуть бути якими завгодно і в них можуть діяти будь-які, навіть найнеймовірніші “закони”, найбільш повноцінними



треба визнати ті, які схожі на реальність, тобто моделюють її та подібні їй. Адже розвитком Всесвіту, еволюцією живої природи на Землі, а також соціумом в людини були закладені певні “інтерфейси” її взаємодії з навколишнім світом. Якщо ці стандарти відтворити у віртуальному просторі, то людина, яка потрапляє у нього, буде почувати себе, як в реальному світі. Вона легше адаптується, будуть повніше задіяні її органи чуття, а, значить, мозок буде функціонувати в повну силу. Крім того, в моделюванні реальності може бути інший сенс. Можливо наш світ був також запрограмований. І створюючи власні реальності людство в один момент зрозуміє, як же насправді була створена та, у якій ми перебуваємо з вами щодня.

Моделювання – це багатогранна наука, так як моделювання буває різним. Якщо узагальнити, то в процесі моделювання створюються об’єкти-моделі, мета яких – замінити собою об’єкт-оригінал при вивченні. При цьому модель повинна володіти значущими для даного дослідження властивостями оригіналу, а незначні властивості, для даного дослідження, можна проігнорувати. На сьогодні широко застосовується комп’ютерне моделювання, коли опис об’єкта або явища зберігається у пам’яті комп’ютера, а при цьому використовуються спеціальні програми. У свою чергу, комп’ютерне моделювання також буває різним. Наприклад, математичним, коли будь-яке явище або процес описується за допомогою математичних формул, обчислення за якими виконує комп’ютер. При графічному моделюванні вирішується завдання візуалізації явища або процесу. Таке буває необхідно, якщо існує потреба в наочному поданні явища через його складність. Важливу роль тут відіграє 3D-моделювання, тобто розробка моделі об’єкта в тривимірному просторі. Наприклад, при демонстрації цунамі чи виверження вулкану. Окремо слід виділити моделювання в реальному часі, при якому створювана система реагує на вплив із зовні, іншими словами – взаємодіє з об’єктами реального світу. Прикладом системи реального часу є комп’ютерна гра. Однак область застосування моделювання в реальному часі набагато глобальніша, ніж звичайний геймінг, і має важливе практичне та наукове значення.

Ми звикли до подання простору як трьох взаємно перпендикулярних осей-вимірювань: X, Y і Z. Це відповідає сприйняттю людиною довжини, ширини і



висоти об'єктів. Крім цього об'єкти можуть змінювати свої властивості, в тому числі положення в тривимірному просторі. Зміна властивостей відбувається уздовж четвертого виміру – часу. Таким чином, ми отримуємо чотиривимірний простір. Щоб відтворити чотиривимірний простір, до 3D-моделі потрібно додати анімацію, інакше кажучи – запрограмувати її, змусити рухатися та змінювати свої властивості, “оживити”.

В 2020-2021 навчальному році розділ “3D-графіка” вперше було включено в основний курс “Інформатика” для закладів загальної середньої освіти. Це пояснюється стрімким розвитком технологій, де тривимірна графіка застосовується, насамперед, для тривимірного друку. Загальною метою вивчення цієї теми є як розвиток в учнів просторової уяви (необхідної, зокрема, для успішного вивчення стереометрії у 10-11 класах), так і формування в них розуміння структури та базових принципів маніпулювання тривимірними графічними об'єктами, достатнього для подальшого самостійного вивчення більш складних технік. Рекомендованим базовим програмним забезпеченням є вільнопоширювана програма Blender з відкритим вихідним кодом. Графічні редактори для операційних систем з візуальним інтерфейсом дають змогу виконати більшість, але не всі вимоги навчальної програми (зокрема, не мають можливості оперувати окремими вершинами, ребрами та гранями об'єктів). Якщо заклад освіти обладнано відповідним апаратним забезпеченням, рекомендується виконувати тривимірний друк моделей, створених учнями під час вивчення цього розділу.

Blender відноситься до групи додатків для створення тривимірної графіки і анімації. Його перевагами є невеликий розмір займаного місця на носіїві пам'яті, поширення як вільного програмного забезпечення, також він має специфічний інтерфейс, включає власний ігровий інтерфейс – **Blender Game Engine (BGE)**. Використовуючи можливість цього середовища можна створити інтерактивну модель або гру для різного виду гаджетів. Крім того, існує фреймворк **Blend4Web**, який при підключенні до Blender дозволяє створювати інтерактивну 3D графіку, що відтворюється в програмах-браузерах.



Офіційний сайт проекту Blender – <https://www.blender.org/>. З нього можна завантажити найновіші версії цього програмного забезпечення, а також знайти багато корисної інформації, яка допоможе краще опанувати можливості цього середовища.





## 15 КРОКІВ ДО ОПАНУВАННЯ BLENDER



### КРОК 1. РОБОТА З ІНТЕРФЕЙСОМ BLENDER 2.90

**Мета:** навчитися взаємодіяти з інтерфейсом Blender, вносити зміни у нього, персоналізувати його під потреби користувача

Якщо Ви вперше запускаєте Blender, а тим більше – якщо до цього ніколи не працювали з професійними програмами для графіки, то його інтерфейс може Вас налякати. Впадати у відчай не варто, в Blender все піддається налаштуванню, а весь хаос, який Ви бачите на екрані, на перших порах роботи з програмою Вам не знадобиться.

Інтерфейс Blender особливий, як мінімум, з двох причин. По-перше, в ньому не підтримується використання перекриваючих вікон. Це означає, що навіть якщо щось відкривається в окремому вікні, це вікно не блокує роботу інших вікон. По-друге, акцент зроблено на використанні комбінацій клавіш. Якщо в інших програмних середовищах не всяка команда має гарячу клавішу, то в Blender скоріше навпаки – не у кожної клавішної комбінації є відповідний їй елемент в інтерфейсі.

Крім того, в Blender, поряд зі звичайними клавішами, активно використовується **NumLock**, т.з. “бічна” цифрова клавіатура. Тому бажано мати звичайну клавіатуру, а не урізану (як на більшості ноутбуків, де функціоналом пожертвували заради компактності). Хоча на таких клавіатурах можна перемикатися в режим правої цифрової клавіатури, але при цьому блокується частина звичайних клавіш, що створює додаткові незручності при роботі у середовищі Blender.

Варто запам’ятати принцип організації головного вікна Blender:

- 1) Головне вікно поділено на **області (areas)**. Кількість областей і їх розмір можна змінювати.
- 2) Кожна область містить один **редактор (editor)**. Редактори в області можна змінювати.
- 3) Редактор складається з **регіонів (regions)**. Більшість з них можна приховувати. Розмір і місце розташування регіонів можна міняти.



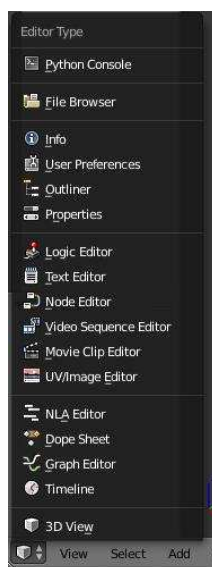
4) Регіони можуть включати **вкладки (tabs)**. Одночасно відображається вміст тільки однієї вкладки регіону.

5) На вкладках регіону знаходяться **панелі (panels)**. Їх можна згорнути, розгорнути, міняти місцями.

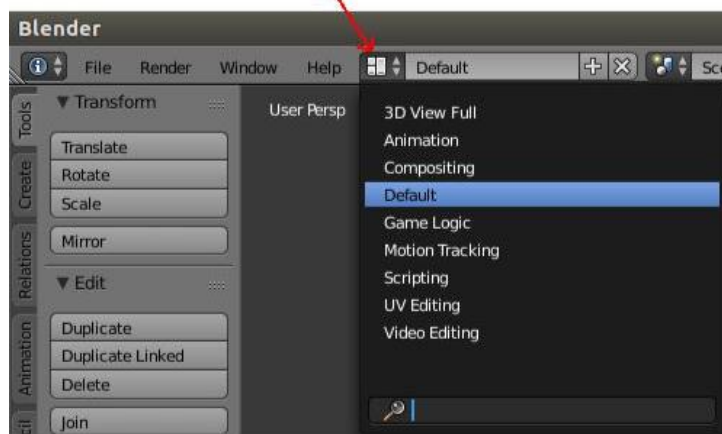
6) На панелях або самих регіонах знаходяться різні елементи управління (кнопки, поля, середовища, списки та ін.)

По замовчуванню, вікно Blender поділено на п'ять областей. Відповідно, при запуску програми відкривається п'ять редакторів. Це **Info**, **3D View**, **Timeline**, **Outliner**, **Properties** – Інформація, Тривимірний вид, Шкала часу, Менеджер об'єктів, Властивості.

У заголовку кожного з них з лівого боку є випадаючий список з іконками, що дозволяє перемикатися на інші редактори. **Заголовок (header)** редактора – це один з його регіонів. Він знаходиться внизу або вгорі свого редактора. На зображенні нижче активовано перемикач редакторів в заголовку редактора **3D View**. У списку можна вибрати інший редактор. Після чого він займе відповідну область (**area**).



Blender містить ряд вже підготовлених **екранів (screens)** – поділів головного вікна на області зі своїм комплектом редакторів. Кожен такий екран пристосований для виконання певних завдань, наприклад, створення анімації. По замовчуванню вибраний екран під ім'ям **Default**. Перемикач екранів знаходиться в заголовку редактора **Info**.



За необхідністю можна зберігати свої варіанти екранів і видаляти існуючі (кнопки “+” та “X”).

Головним редактором Blender є **3D View**. На його прикладі розглянемо, як організований редактор. Хоча редактори не схожі між собою, однак загальні принципи роботи з ними збігаються.

У **3D View** є чотири регіони:

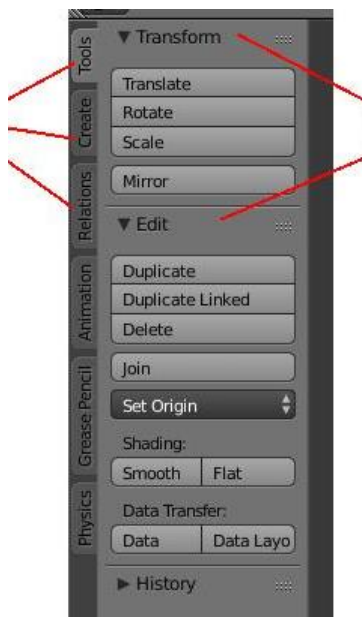
- Головний регіон (**Main region**). У ньому знаходяться тривимірні моделі, камери, лампи та ін.
- Головна панель (**Header**), на якій знаходяться меню, ряд кнопок і випадаючих списків. За замовчуванням розташовується внизу редактора. Ховається і відображається натисканням **Alt + F9**.
- Область інструментів (**Tool shelf**). За замовчуванням знаходиться зліва. Приховування/відображення клавішею **T**.
- Регіон властивостей (**Properties region**). Знаходиться праворуч. За замовчуванням прихований. Гаряча клавіша **N**.

Коли регіон прихований, то замість нього на межі редактора відображається маленький знак плюса. Клік по ньому також розкриває регіон, як і гаряча клавіша. При натисканні гарячих клавіш необхідно, щоб курсор миші перебував у межах відповідного редактора. Інакше, команди будуть належати до іншого редактора.

*Примітка: в ОС Ubuntu при включеній українській розкладці можуть не працювати літерні клавіші.*



Область інструментів містить вкладки з панелями, регіон властивостей – тільки панелі. Нижче подано скріншот області інструментів (зліва – вкладки, справа – панелі).



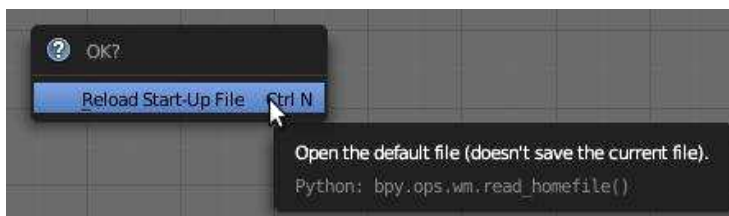
В інших редакторах вкладки можуть виглядати по-іншому (у вигляді іконок або кнопок, розташовуватися горизонтально тощо).



## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріплення знань інтерфейсу Blender та взаємодії між його елементами

Для початку поміняйте місцям редактори в областях, щоб навчитися розпізнавати межі кожного і розуміти, до якого з них відносяться різні частини інтерфейсу Blender. Якщо заплутаєтеся, натисніть **Ctrl + N**. Потім відразу Enter або клацніть на кнопці, яка у Вас з'явиться під курсором.



При цьому завантажиться стартовий файл.

У Blender існують різні способи для розгортання редактора на все або майже все вікно. Один з таких варіантів – натискання **Ctrl + стрілка вгору**. При цьому курсор миші повинен знаходитися в межах редактора, який Ви плануєте розгорнути. Ця комбінація розгорне його не на весь екран. Просто сховаються інші



редактори, крім нього та **Info**. Повернення до вихідного стану – **Ctrl** + **стрілка вниз**. Спробуйте таким способом розширювати межі вікон різних редакторів.

В **3D View** знайдіть усі регіони, спробуйте їх приховувати і відкривати.

**Примітка.** Як і в багатьох інших додатках, в Blender кожна команда може виконуватися декількома способами. Наприклад, додати об'єкт в редакторі 3D виду можна за допомогою впливаючого меню, області інструментів або через меню заголовка. У цьому посібнику я пропоную лише один спосіб, який, на мою думку, є найбільш зручним, а отже – оптимальним для вивчення.





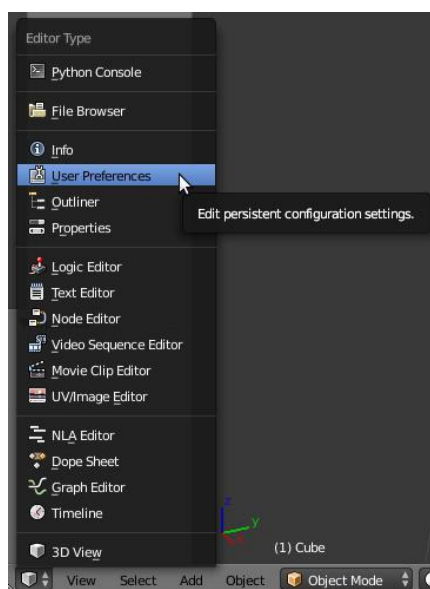
## КРОК 2. НАЛАШТУВАННЯ BLENDER 2.90

**Мета:** здобути вміння та сформувати навички налаштування та персоналізації середовища Blender 2.90 під потреби користувача

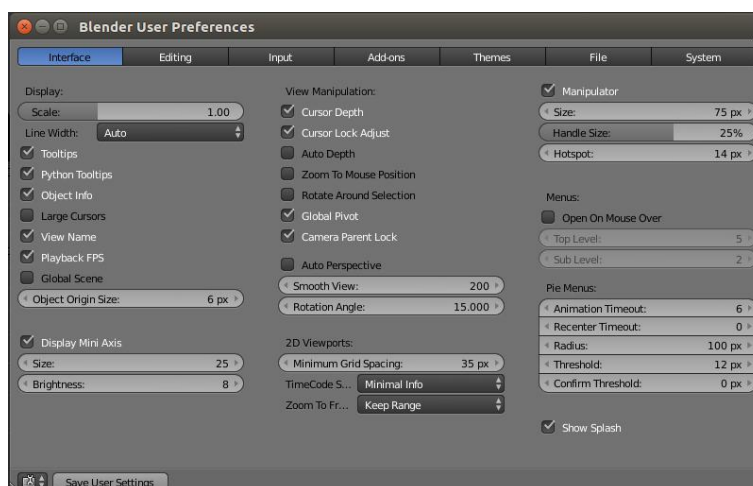
Середовище Blender має можливість гнучкого налаштування свого інтерфейсу. Для початку варто розглянути найбільш важливі можливості, які допоможуть персоналізувати середовище 3D-редактора під індивідуальні потреби кожного.

### Налаштування зовнішнього вигляду і стартового файлу

Коли Ви вперше запустили Blender, Вам могли не сподобатися його колірна схема і розмір шрифту. Їх можна змінити через редактор **User Preferences** (Призначені для користувача налаштування, або Параметри).



Цей редактор зазвичай відкривають в окремому вікні через меню редактора **Info** (File → User Preferences).

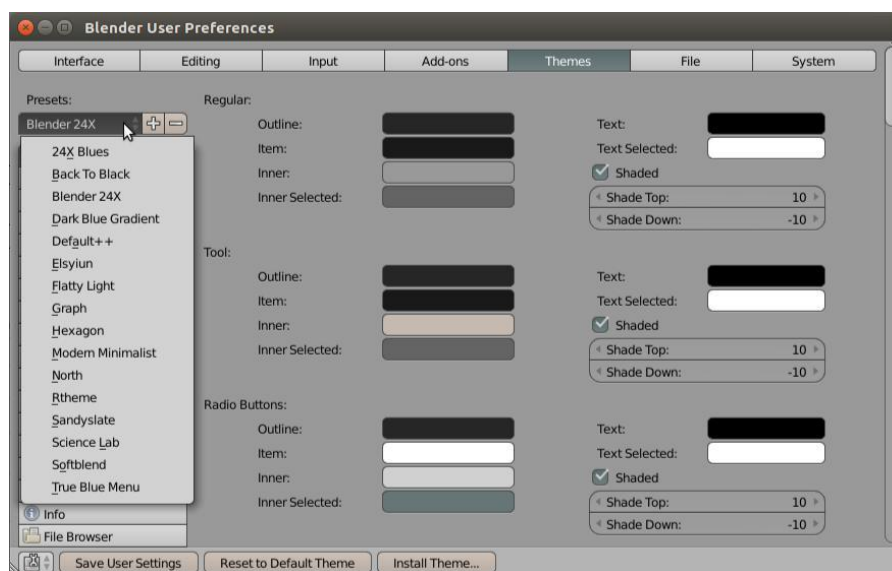




Слід зазначити, що будь-який редактор можна відкрити в окремому вікні. Для цього треба навести покажчик миші на роздільник області (**area**), затиснути **Shift** і ліву кнопку миші, потім злегка потягнути курсор миші в сторону. Роздільники областей виглядають як невеликі трикутники з діагональних ліній, вони розташовані у верхньому правому і нижньому лівому кутах області. Область продублюйте в нове вікно. Також це дуже зручно, якщо Ви працюєте на двох моніторах – один перед Вами, а на інший проектується Ваші дії у програмі для аудиторії (здобувачів освіти, колег-викладачів тощо).

Редактор **User Preferences** складається з двох регіонів: головного і панелі управління, розташованої знизу. У головному регіоні знаходяться **вкладки Interface, Editing, Input, Add-ons, Themes, File, System**.

Налаштувань насправді дуже багато. На перших порах можна обмежитися зміною розміру шрифту (**Interface** → **поле Scale**) і вибором однієї з вже існуючих тем.



Після змін треба не забути натиснути кнопку **Save User Setting**, розташовану на панелі управління редактора. Тепер, коли Ви знову відкриєте Blender, зовнішній вигляд його інтерфейсу буде іншим.

Не слід плутати налаштування **User Preferences**, які стосуються інтерфейсу самого Blender, з налаштуваннями стартового файлу. Цей файл завантажується, коли Ви створюєте новий проект, тому варто знати, що стартовий файл також можна змінити.



В файлах проектів (мають розширення **.blend**), крім об'єктів, їх властивостей і всього іншого, Blender зберігає розташування областей з певними редакторами і ряд інших параметрів інтерфейсу, які стосуються цього конкретного проекту. Коли створюється новий проект, то завжди завантажуватиметься стартовий файл зі своїми налаштуваннями – відображенням п'яти редакторів і об'єкта “куб”.

Якщо Вам не потрібен куб, а також редактор **Timeline**, то можна їх прибрати. Після чого в редакторі **Info** вибрати **File** → **Save Startup File**. Тепер нові проекти будуть відкриватися без куба і шкали часу.

Надалі можна повернутися до вихідних налаштувань стартового файлу вибравши **File** → **Load Factory Settings**. Завантажаться “заводські” налаштування, в тому числі й тема. Тому потрібно знову виконати команду **Save Startup File** (тема при цьому залишається та, яку Ви встановили через **User Preference**). Щоб повернутися до вихідної теми, треба в **User Preference** → **Themes** в заголовку редактора натиснути **Reset to Default Theme**, після чого не забути натиснути **Save User Settings**.

### Налаштування областей

Розмір областей, в яких розташовані редактори, змінюються перетягуванням їх границь. Вікно Blender'а можна розділити на більшу кількість областей, а також зменшити їх кількість шляхом об'єднання. Один із способів – натиснути правою кнопкою миші по межі між областями. З'явиться контекстне меню **Area Options**, що містить лише два пункти: **Split Area** (розділити область) і **Join Area** (об'єднати область).

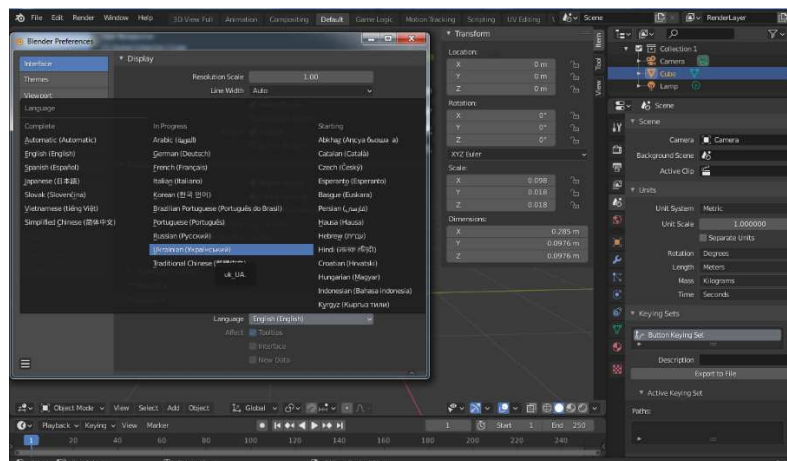
Якщо вибрати **Split Area**, то в редакторі з'явиться сіра смужка. Вона може бути вертикальна або горизонтальна (в залежності від версії програми). Орієнтація перемикається клавішею **Tab** клавіатури. Клік лівою кнопкою миші призведе до поділу області по цій лінії. При цьому області будуть містити однакові редактори. Розділяється тільки та область, в якій знаходиться курсор миші.

При об'єднанні областей з'являється затемнення зі стрілкою, що вказує, яка область буде поглинена. Об'єднати можна усі області, однак, в залежності від напрямку об'єднання, у областей повинна бути однакова або висота, або ширина.



## Blender – українською?

Чи можна зробити так, щоб інтерфейс Blender був українською мовою? Так, можна. Локалізація включається на вкладці **System** редактора **User Preferences**. Слід встановити прапорець **International Fonts** (Інтернаціональні шрифти). У випадаючому списку **Language** вибрати **Ukrainian** (Українська). Залежно від того, що Ви хочете перекласти, активувати кнопки **Interface**, **Tooltips**, **New Data**.



Інше питання – чи варто це робити? Blender – складне середовище з безліччю команд, що споріднює роботу в ньому з програмуванням, адже ключові слова та службові терміни співпадають. Переклад же є доволі вільним. Слово або фразу з однієї мови на іншу можна перекласти кількома різними способами. Та й сам переклад може змінюватися від версії до версії. Крім того, не вся галузева англomовна термінологія має українські відповідники. У таких випадках переклад фактично є транслітом.

Крім цього, українізація інтерфейсу Blender, як і його документації (<https://docs.blender.org>) не виконані до кінця, а будь-які нововведення відразу не перекладаються. Якщо Ви плануєте професійно працювати в цьому середовищі, то без читання документації Вам не обійтися. Навіть використовуючи перекладач, Вам буде простіше розуміти, про що йде мова, якщо Ви вже звикли до англійських команд і термінів.

Однак, якщо з англійською мовою у Вас зовсім погано, то краще буде активувати український інтерфейс Blender. Бажано зробити це після опрацювання матеріалу цього посібника, так як в ньому надається перевага англійським назвам.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріплення вмінь та навичок налаштування та персоналізації середовища Blender 2.90 під потреби користувача

### Завдання:

- I. Налаштуйте тему та розмір шрифту Blender під себе. Збережіть зміни.
- II. Залиште у вікні тільки редактори **3D View** і **Info**. Решту видаліть.
- III. Збережіть таку конфігурацію як стартову.

## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

1) Натисніть **Ctrl + Alt + U**. Відкриється вікно **User Preferences** (Параметри користувача).

2) На вкладці **Interface** (Інтерфейс) в розділі **Display** (Відображення) змініть значення в полі **Scale** (Масштаб), наприклад, **на 1.2**.

3) Перейдіть на вкладку **Themes** (Теми). У розділі **Presets** (Заготовки) зі списку виберіть відповідну тему. Наприклад, **Blender 24x**.

4) Натисніть кнопку **Save User Settings** (Зберегти налаштування) в панелі управління вікна (знаходиться внизу вікна). Закрийте редактор **User Preferences**.

5) Наведіть курсор миші на межу між областями, в яких знаходяться редактори **3D View** (3D-вид) і **Timeline** (шкала часу).

**Увага!** Не переплутайте цю межу з границею між заголовком і рештою регіонів самого **3D View**.

6) Коли покажчик прийме вигляд двонаправленої стрілки, натисніть **правою кнопкою миші**.

7) В меню оберіть **Join Area** (об'єднати область).

8) Після чого натисніть лівою кнопкою миші в районі редактора **Timeline**.

9) Наведіть курсор миші на границю між редакторами **Outliner** (Структура проекту) і **Properties** (Властивості). Повторіть пункти 6 та 7. Який редактор прибрати, не принципово. Для прикладу, можемо залишити **Outliner**.

10) Наведіть курсор миші на межу між редакторами **Outliner** і **3D View**. Повторіть пункти 6 та 7. Клацніть лівою кнопкою в області **Outliner**.



11) Натисніть **Ctrl + U** і, не переміщаючи курсор миші, **Enter**.





### КРОК 3. УПРАВЛІННЯ СЦЕНОЮ В СЕРЕДОВИЩІ BLENDER 2.90

**Мета:** здобути вміння та сформувати навички керування головним регіоном редактора 3d View в середовищі Blender 2.90

Головний регіон редактора **3D View** для зручності будемо називати просто **сценою** або **3D**. Це – емуляція тривимірного світу, в якій розміщуються і зрештовуються різні об'єкти.

За замовчуванням на сцені знаходяться три об'єкти: **куб, камера і лампа**. Зрозуміти, де який об'єкт, можна шляхом натискання правою кнопкою миші по кожному. Так відбувається виділення об'єктів. При цьому внизу зліва Ви побачите їх назву.

**Лампа** служить джерелом світла, без неї кінцеве зображення було б чорним. За допомогою камери налаштовується те, що буде видно на зображенні, під яким кутом і з якої відстані. У разі анімації можуть переміщатися не тільки об'єкти, але і камера.

Щоб побачити, як виглядає готове зображення, треба натиснути **F12**. Відбудеться **рендеринг** (візуалізація) частини сцени, видимої з камери, в зображення. При цьому в області 3D-вигляду відкриється редактор **UV/Image**. Щоб повернутися знову в **3D View**, треба натиснути **Esc**. Щоб оцінити ступінь впливу камери і лампи на кінцеве зображення, можна їх злегка перетягнути за кольорові стрілки, коли об'єкти виділені. Після цього знову натиснути **F12**. Вигляд з камери також можна отримати натисканням **0** на **NumLock**.

Крім перерахованих “матеріальних” об'єктів, на сцені є **3D-курсор** у вигляді прицілу та сітка з червоною (x) і зеленою (y) осями. Сітка служить орієнтиром і свого роду лінійкою. Вона не дозволяє загубитися в просторі і дає можливість приблизно уявити розмір об'єктів. Курсор вказує на місце появи нового об'єкта. Позиція курсора змінюється шляхом натискання **лівою кнопкою миші**.

У Blender управління 3D простором, тобто навігація в ньому, виконується за допомогою миші і цифрового блоку клавіатури (мається на увазі **NumLock**). Якщо у клавіатури немає такого блоку, то зазвичай вона підтримує перемикання в цей режим. Інший варіант – в **User Preferences** на вкладці **Input** встановити прапорця



**Emulate Numpad.** В такому випадку будуть задіяні цифрові клавіші основної частини клавіатури.

#### Управління цифровим блоком клавіатури:

- **0** – вид з камери
- **1, 3, 7** – види спереду, праворуч, зверху
- **9** – зворотний вид: якщо був зверху, то буде знизу, якщо був праворуч, то буде зліва
- **2, 4, 6, 8** – повороти вниз, наліво, направо, вгору
- **5** – перемикання між режимами **Ortho** і **Persp**
- **мінус** і **плюс** – зменшення масштабу (віддалення предметів) і збільшення (наближення)
- **крапка** – центрування сцени на виділеному об'єкті
- **знак ділення (скісна риска)** – центрування на виділеному об'єкті, при цьому інші об'єкти не відображаються; повторне натискання повертає сцену до попереднього стану

В режимі **Persp** сцена виглядає тривимірною. Так, як нам би здавалося в реальності. При цьому справжні розміри і пропорції спотворюються. Якщо увімкнути вид з камери (**0**), а потім перемикатися в режими **Ortho** і **Persp**, то видно, що в **Persp** “ближні” до нас квадрати сітки більші за розмірами, ніж “дальні”. У режимі **Ortho** простір проектується на площину шляхом проведення перпендикулярів з його точок на відповідну проекцію (верх, правий бік та ін.). Розміри при цьому не спотворюються.

Інформація про те, який вид і проекція використовуються, вказана у верхньому лівому кутку 3D-сцени. Часто там фігурує слово “**User**” (користувач), тобто сцена повернута так, як її повернув користувач програми.

#### Управління в Blender мишею:

- **Прокрутка коліщатка** миші виконує ту ж дію, що знаки плюс і мінус, – відбувається зміна масштабу сцени.
- **Рух миші при натиснутому колесі** повертає сцену. Куди і як сильно, залежить від напрямку і амплітуди руху миші.



- Рух миші при натиснутому колесі з затиснутим **Shift** пересуває сцену.
- Клік лівою кнопкою розміщує в місці кліка 3D курсор.
- Клік правою кнопкою використовується для виділення об'єктів.

Щоб виділити кілька об'єктів, треба клацнути по ним правою кнопкою при затиснутому **Shift**. Клавіша **A** виділяє всі об'єкти або знімає виділення, якщо до цього щось було виділено.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА

### МЕТА: отримання вмінь та набуття навичок збереження файлів проектів у середовищі Blender 2.90

Якщо Ви створили новий проект, але не завдали собі клопоту відразу зберегти файл, то перед закриттям Blender не запитає Вас зберігати файл чи ні. Всі напрацювання будуть втрачені. Однак Blender автоматично зберігає останню сесію. При запуску з'являється так званий **Splash** (заставка). На ньому є посилання **Recover Last Session** (відновити останню сесію). Також ця команда доступна через меню **Info**. Зрозуміло, що краще все-таки зберігати свої проекти, якщо в подальшому планується продовження роботи над ними.

У Blender всі операції з файлами (відкриття, збереження, імпортування та ін.) виконуються в редакторі **File Browser** (перегляд файлів). Зазвичай його не відкривають в області (**area**) самотійно, так як в цьому випадку в ньому відсутні кнопки відкриття-збереження (а вони повинні з'являтися вгорі, праворуч головного регіону).

Можна сказати, що **File Browser** контекстно-залежний. Які кнопки збереження-відкриття з'являються залежить від того, з якого попереднього редактора був викликаний **Browser** і якою командою. Так **F2** з **3D View** відкриє браузер в режимі “Зберегти як”. **Ctrl + S** відкриє редактор в режимі “Зберегти”, якщо файл не був збережений до цього, або просто буде запропоновано перезаписати файл. **F3** з редактора **UV/Image** дозволить зберегти зображення.

Багато команд для роботи з файлами можна знайти в меню заголовків редакторів.



Вашим **практичним завданням** буде навчитися керувати сценою в Blender, а також зберігати файл-проект і зображення, спираючись на отримані раніше знання.





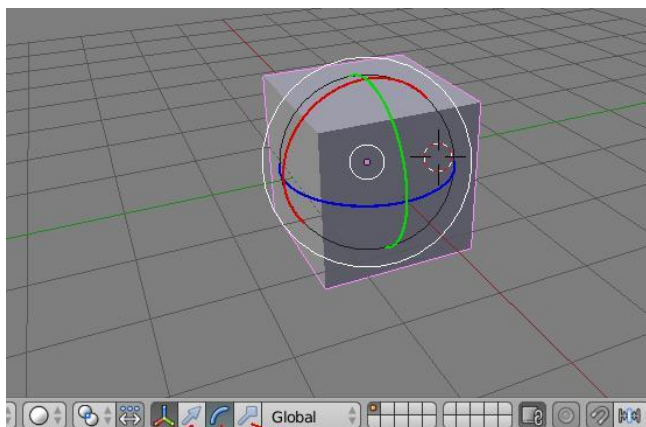
## КРОК 4. БАЗОВІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

**Мета:** навчитися перетворювати (трансформувати) прості (базові) об'єкти в середовищі Blender 2.90

У середовищі Blender до базових трансформацій, або перетворень, відносять **переміщення, обертання і масштабування** об'єкта. Ці операції можна виконувати за допомогою гарячих клавіш, спеціальних маніпуляторів трансформації, регіону властивостей і/або області інструментів.

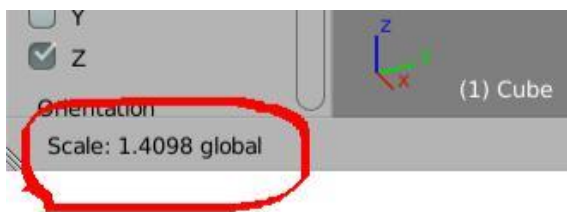
За замовчуванням включений маніпулятор переміщення. На це вказують три кольорові стрілки-осі, що виходять з центру об'єкта при його виділенні. Затиснувши будь-яку зі стрілок лівою кнопкою миші, об'єкт можна переміщати уздовж відповідної осі.

Кнопки включення маніпуляторів базових трансформацій знаходяться в заголовку **3D View**.



На зображенні увімкнено режим обертання. Перетягування за кольорові маркери на кубі буде його обертати навколо відповідної осі. Якщо курсор миші затиснути близько білих кіл, то обертання буде довільним.

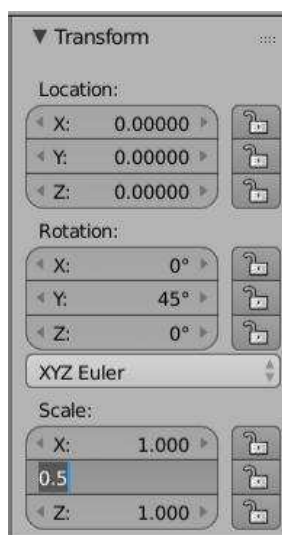
В процесі трансформації головна панель (інша її назва – заголовок) 3D View ховається, а замість нього з'являється інформація про те, що відбувається у цифрових значеннях:





Якщо при виконанні операції затиснути **Ctrl**, то зміна буде відбуватися з відносно великим кроком. Наприклад, на одну блендер-одиночку при переміщенні або 5 градусів при повороті. Блендер-одиночка дорівнює ширині одного квадрату сітки. Якщо затиснути і **Ctrl** і **Shift**, то в більшості випадків зміни також будуть дискретні, але вже на більш дрібне значення.

В окремих випадках, коли Вам треба повернути, пересунути, змінити розмір на точне значення, буває зручніше змінювати об'єкти за допомогою **регіону властивостей (N)** редактора **3D View**. Тут є відповідні групи полів на панелі **Transform**.



Однак частіше користуються гарячими клавішами.

**Натискання** (не тримати, а просто натиснути і відпустити – авт.) клавіш **G**, **R**, **S** виконують операції:

- **G** – **grab / move** – переміщення
- **R** – **rotate** – обертання
- **S** – **scale** – зміна розміру

Після підтвердження операції, трансформація відбувається при рухові миші. Щоб підтвердити зміну, треба клікнути лівою кнопкою миші, для скасування – правою. В даному випадку, так же, як і з маніпуляторами, можна затискати **Ctrl** і **Ctrl + Shift**.

Якщо потрібна трансформація тільки по одній осі, то відразу після натискання літери **G**, **R** або **S**, треба натиснути **X**, **Y** або **Z**, які обмежать зміни



тільки в межах однієї осі. При цьому на сцені з'явиться кольорова лінія-вісь, що проходить через центр об'єкта.

При масштабуванні слід враховувати, що чим ближче був курсор миші до центру об'єкта перед натисканням **S**, тим сильніше об'єкт буде змінюватися при рухові миші. Інша особливість – рух курсору в протилежну сторону перевертає об'єкт до його початкового вигляду.

В Blender переміщати об'єкти можна також правою кнопкою миші. Її треба затиснути і трохи пересунути курсор миші, після чого кнопку вже можна відпустити. Об'єкт має “приєднатися” до курсора. Щоб підтвердити зміну, треба клікнути лівою кнопкою. Щоб скасувати – правою. При даному способі переміщення також є обмеження по осях клавішами **X Y Z**.

Якщо два рази поспіль натиснути клавішу **R**, то об'єкт буде обертатися як трекбол.

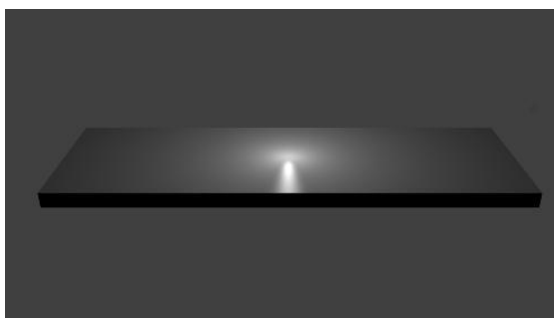


## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити вміння та навички трансформації простих об'єктів у середовищі Blender 2.90

### ЗАВДАННЯ:

При запуску програми сцена середовища Blender має лише три об'єкти: куб, камера та лампа. Змініть їх властивості так, щоб вийшла приблизно така картина:



## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

- 1) Виділіть куб. Відкрийте регіон властивостей (**N**). У групі **Scale** в поле **X** впишіть значення **3**, в поле **Z** – значення **0.1**.
- 2) Перейдіть на ортогональний вигляд спереду. Для цього на **NumLock** треба натиснути **1** і, якщо Ви не бачите сітку, **5**.



- 3) Виділіть лампу. За допомогою червоної стрілки-маніпулятора помістіть її на вісь **Z**.
- 4) Перейдіть на вигляд справа (**3**). За допомогою зеленої стрілки розмістіть лампу на осі **Z**.
- 5) За допомогою синьої стрілки опустіть лампу до рівня трохи вище куба, який тепер є прямокутним паралелепіпедом.
- 6) Покрутіть колесо миші, щоб збільшити масштаб. Це дозволить точніше вирівняти лампу.
- 7) Перейдіть на вигляд з камери (**0**). Виділіть камеру, клікнувши по її кордоні правою кнопкою миші.
- 8) В регіоні властивостей в групі **Rotation** в поле **Z** впишіть значення **0**.
- 9) Встановіть курсор миші в межах камери, затисніть праву кнопку миші і злегка потягніть. Після прив'язки камери до курсора кнопку миші можна відпустити.
- 10) Наведіть камеру так, щоб брусок був повністю видимим у ній.
- 11) Натисніть **F12** для отримання зображення. Натисніть **F3** для його збереження.



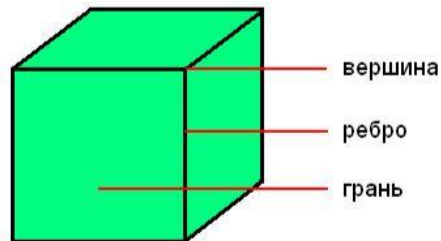


## КРОК 5. ОБ'ЄКТНИЙ РЕЖИМ ТА РЕЖИМ РЕДАГУВАННЯ

**Мета:** здобути вміння та навички трансформації об'єктів у різних режимах середовища Blender 2.90

В Blender змінювати об'єкти можна в різних режимах (**object interaction modes**). Набір режимів взаємодії об'єкта залежить від його типу.

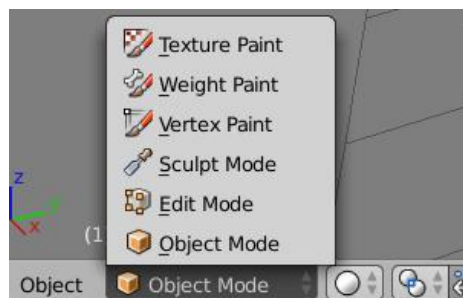
**Куб** відноситься до типу так званих **меш-об'єктів**, які складаються з окремих груп елементів: **вершин** (vertex), **ребер** (edge) і **граней** (face).



Ми не можемо їх виділити і працюємо з кубом як єдиним цілим до тих пір, поки знаходимося в об'єктному режимі. Саме він увімкнений в Blender за замовчуванням і є основним.

Трансформації в об'єктному режимі стосуються всього об'єкта. Наприклад, операція переміщення перемістить його в нове місце повністю, а не якусь частину цього об'єкта. В режимі редагування зміни торкаються окремих елементів. Наприклад, можна перемістити конкретну вершину або змінити розмір кількох граней, в результаті чого форма об'єкта зміниться. Окремі елементи також можна видаляти повністю, формуючи з одного об'єкта зовсім інший.

В Blender в редакторі **3D View** перемикання між об'єктним режимом і режимом редагування виконується клавішею **Tab**. Також це можна зробити за допомогою списку в заголовку редактора.





На зображенні показаний набір режимів для меш-об'єктів, таких як виділений куб. На даний момент нас цікавлять тільки **Object Mode** і **Edit Mode**. Камера і лампа не відносяться до мешів. У них є тільки один об'єктний режим.

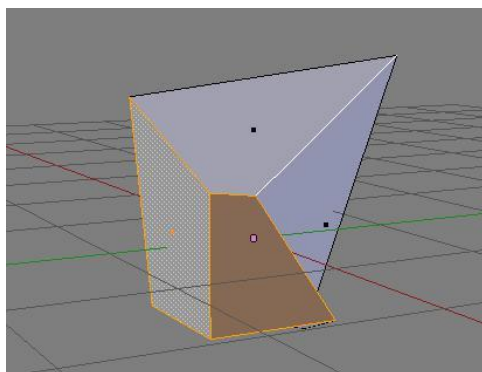
Базові трансформації (переміщення, обертання, масштабування) в режимі редагування працюють аналогічно об'єктному. Однак, тут операції застосовуються по відношенню до вершин, ребер і граней.

Початково, при перемиканні на режим редагування, всі елементи об'єкта виділені. Щоб скинути виділення, треба натиснути **A**. Повторне натискання знову виділить всі елементи. Що конкретно буде виділятися, визначається включенням-відключенням спеціальних кнопок на панелі **3D View**.

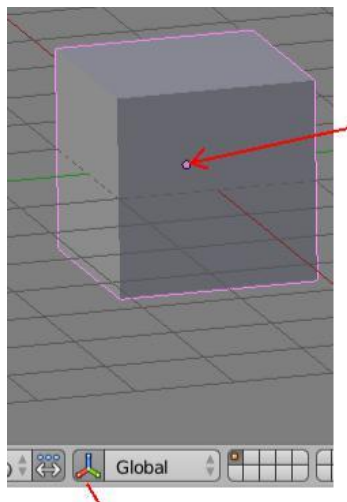


На малюнку активні всі три кнопки, тому можна виділяти що-завгодно. Однак частіше буває, що активна тільки одна з них. Для групового увімкнення треба натискати по кнопках, затиснувши **Shift**.

Виділення окремих елементів виконується так же, як і об'єктів – кліком **правої кнопки миші**. Якщо треба виділити кілька елементів, то затискають **Shift**. На малюнку нижче виділено дві грані і одне ребро. Виділене ребро позначено білим кольором.

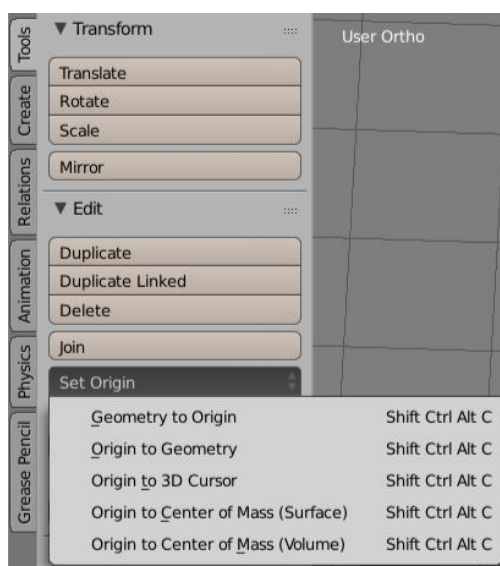


У кожного об'єкта є центральна точка, яка відіграє роль центру мас. Вона видима як в об'єктному режимі, так і режимі редагування. В об'єктному режимі саме з неї виходять маніпулятори трансформації, якщо вони активовані.



Центральна точка (**median point**) відіграє важливу роль. Координати об'єкта визначаються саме по її розташуванню. Всі маніпуляції в об'єктному режимі відбуваються відносно неї. Наприклад, при натисканні **R**, якщо центр мас знаходиться в центрі куба, куб буде обертатися на місці. Якщо ж центр знаходиться на одній з його вершин, то куб буде обертатися навколо неї. Отже, коли Ви керуєте об'єктом, то слід звертати увагу на те, де розташована ця центральна точка. Якщо буде потрібно змістити її в інше місце, то можна виділити всі елементи (**A**) і перемістити їх на точку.

Інший спосіб змінити положення центру мас – в об'єктному режимі на області інструментів зі списку **Set origin** (встановити початкове положення, задати опорну точку) вибрати **Origin to 3D Cursor** (прив'язати опорну точку до 3D-курсору). Перед цим треба встановити 3D курсор в те місце, де Ви хочете, щоб перебувала точка.



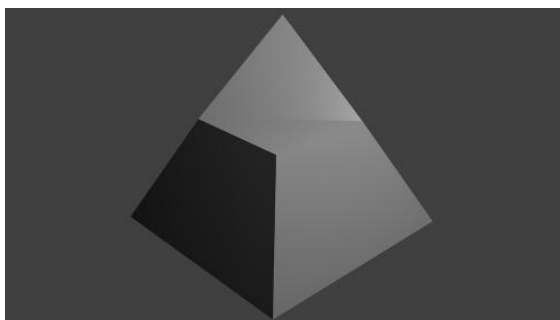


## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити вміння та навички трансформації об'єкта шляхом створення нового об'єкту за запропонованим зразком

### ЗАВДАННЯ

Створіть зображення подібне до цього:



### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

- 1) Виділіть куб і перейдіть в режим редагування клавішею **Tab**.
- 2) Зніміть виділення (**A**).
- 3) Перейдіть на вигляд знизу. Для цього натисніть **7**, а потім **9** на **NumLock**.
- 4) Перейдіть на виділення граней (**faces**) за допомогою кнопки в заголовку **3D View**.
- 5) Виділіть нижню грань куба. Саме її Ви зараз можете побачити в головному регіоні.
- 6) Збільшіть її в 2 рази. Для цього натисніть **S**, потім цифру 2 на основній частині клавіатури, потім **Enter**.
- 7) Перейдіть на вид з камери (**0**).
- 8) Увімкніть виділення вершин.
- 9) Виділіть дальню вершину на верхній межі меша.
- 10) Підніміть її вгору на **1.5 блендер-одиниці**. Для цього натисніть **G**, потім **Z**, потім при затиснутих **Ctrl + Shift** перемістіть курсор миші так, щоб в заголовку редактора з'явилося значення **1.5** (внизу зліва). Підтвердіть зміни, клікнувши **лівою кнопкою миші**.
- 11) Вийдіть з режиму редагування (**Tab**).



12) Виділіть камеру, клікнувши по її границі. Натисніть **G** і змістіть її так, щоб меш був повністю видимим в ній.

13) Натисніть **F12**



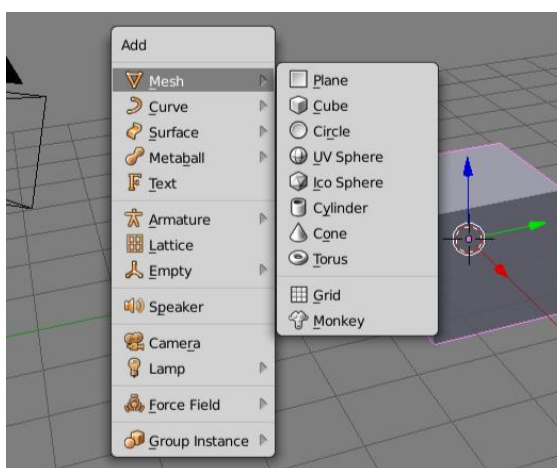


## КРОК 6. MESH-ОБ'ЄКТИ

**Мета:** здобути вміння та сформуванати навички роботи з різними видами mesh-об'єктів у середовищі Blender 2.90

**Меші** є різновидом об'єктів Blender. Їх також називають сітками або полісітками. Вони виконують функцію тривимірних геометричних примітивів, змінюючи які, за допомогою базових трансформацій та інших модифікаторів, створюють інші форми.

Blender містить десять встановлених **mesh-об'єктів**:



Хоча **площина (plane)**, **коло (circle)** і **сітка (grid)** – двовимірні, в режимі редагування їх можна зробити тривимірними. Площина відрізняється від сітки тим, що перша складається з однієї грані, а друга – з безлічі. Різниця між **UV-сферою** і **Ісо-сферою** полягає у формі їх складових граней. У першому випадку це чотирикутники, дедалі менші від екватора до полюсів, у другому – однакові трикутники. “Мавпочку” теж можна назвати геометричним примітивом. Нерідко її використовують для перевірки матеріалів, текстур і іншого, коли ваші власні об'єкти ще не готові або їх не хочеться псувати.

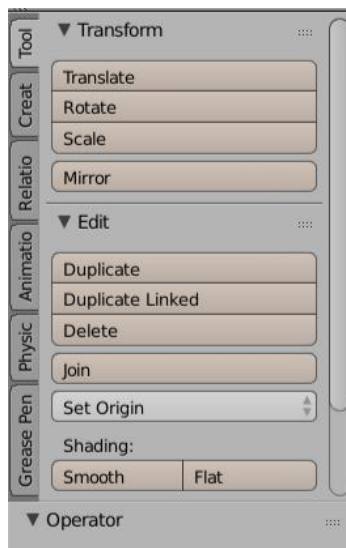
Один із способів додати mesh-об'єкт на сцену – натиснути комбінацію **Shift + A** в її межах. Відкриється спливаюче меню додавання об'єктів. Таке меню показано на зображенні вище.

Інші шляхи додавання об'єктів – через область інструментів і заголовок 3D View. В меню заголовка треба вибрати пункт **Add** (Додати). В області інструментів (**T**) кнопки додавання об'єктів знаходяться у вкладці **Create** (Створити).

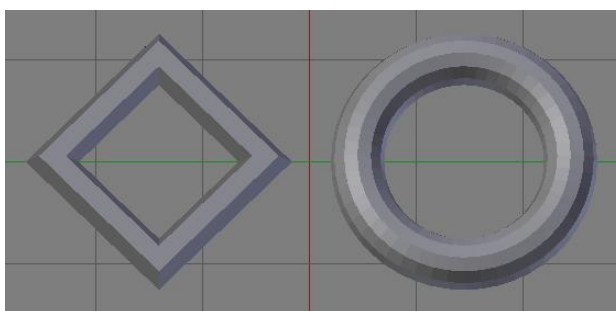


Об'єкти додаються в позицію 3D-курсора. Інколи буває зручно, щоб меш з'являвся в центрі сцени. Для точної установки туди курсору, натисніть **Shift + S** і в меню прив'язки (**snap**) оберіть **Cursor to Center**.

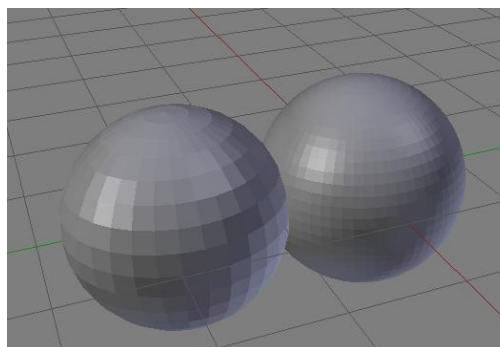
Коли Ви тільки додали об'єкт, в панелі оператора області інструментів з'являються його налаштування. Панель оператора знаходиться нижче вкладок, її компоненти залежать від останньої використаної дії.



У деяких мешів налаштування можна зробити такими, щоб вихідна форма об'єкта змінювалася до невпізнання. Нижче показані два об'єкта **Torus**. У одного з них істотно зменшено кількість сегментів.



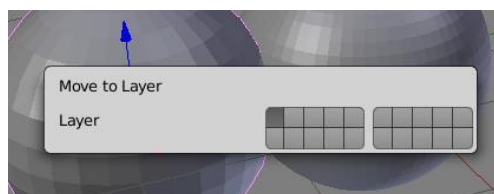
Чим більше у об'єкта сегментів, тим більш заокругленим він виглядає. Найкраще це видно на кулях.





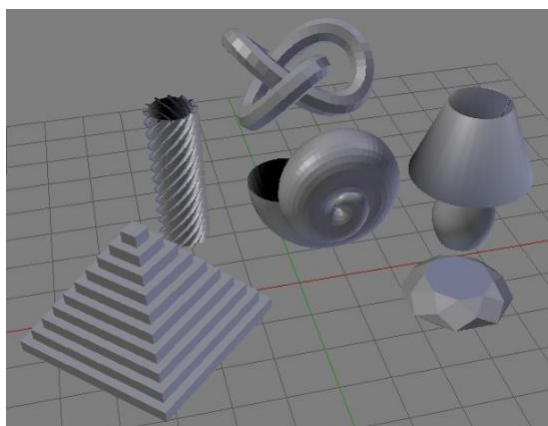
Однак, збільшення кількості сегментів призводить до збільшення витрат ресурсів ПК. Як наслідок – комп'ютер починає “гальмувати”. Тому в Blender існують інші способи згладжування мешів. Наприклад, кнопка **Smooth**, розташована на полиці інструментів на панелі **Edit**.

В процесі моделювання часто вдаються до такого прийому, як розподіл об'єктів по шарам. Це дозволяє малювати на екрані тільки один об'єкт і тільки з ним вести роботу. Пізніше, коли формується кінцева картина, вмикають видимість всіх шарів. Активатори шарів знаходяться в заголовку **3D View** і виглядають, як сітка. Щоб включити видимість кілька шарів, треба клацнути мишкою по квадратику з затиснутим **Shift**. Щоб перемістити об'єкт на інший шар, треба виділити об'єкт, натиснути **M** і в випливаючому вікні вибрати бажаний шар.



Слід зазначити, в Blender шари – не єдиний спосіб організації об'єктів. Ви можете додати новий mesh, перебуваючи в режимі редагування іншого. Тоді при перемиканні на об'єктний режим обидва простих об'єкти утворюють один складніший. Інший спосіб об'єднання мешів – це виділити їх в об'єктному режимі і натиснути **Ctrl + J**. Таким чином, комбінуючи і трансформуючи різні полісітки, можна отримати що-завгодно.

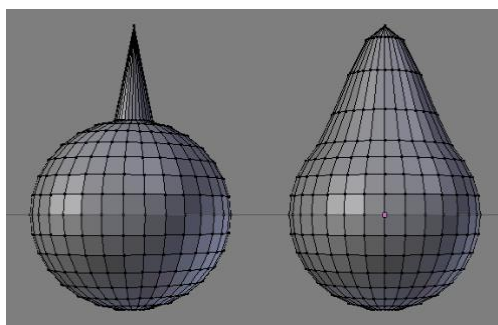
Крім того, можна активувати додаткові mesh-об'єкти через редактор **User Preferences** (параметри): вкладка **Add-ons** (доповнення) категорія **Add Mesh** (додавання полісіток).



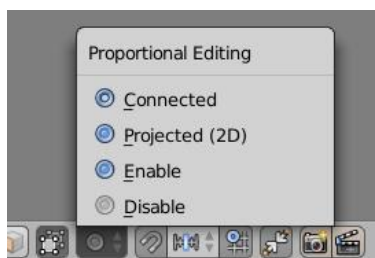


В попередніх кроках до опанування Blender, розглядаючи базові трансформації, я свідомо не акцентував увагу на пропорційному редагуванні, так як по відношенню до кубу в ньому немає великого сенсу. Однак у випадку мешів з великою кількістю вершин і граней пропорційне редагування може відіграти ключову роль.

Суть його в тому, що коли Ви змінюєте один елемент, слідом за ним змінюються оточуючі. Як змінюються – залежить від налаштувань. На малюнку нижче вершина лівої кулі піднята вгору при відключеному режимі пропорційного редагування, а праворуч – з включеним режимом.

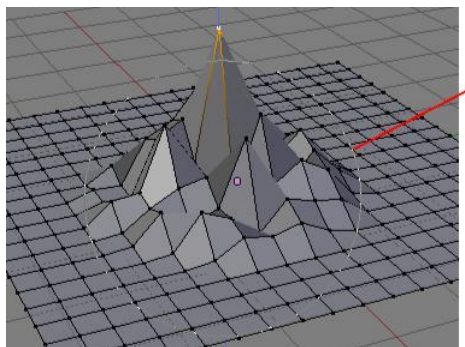


Увімкнення виконується спеціальною кнопкою в заголовку **3D View** або натисканням літери **O**.



Хоча пропорційне редагування є також і в об'єктному режимі, частіше його використовують в режимі редагування. У більшості випадків вмикають звичайний варіант (**Enable** – включено). Тепер при трансформації елемента буде видно білу окружність. Її розмір змінюється за допомогою колеса миші. Всі елементи мешей, які потрапляють в межі цього кола будуть пропорційно змінюватися услід за виділеним елементом.

Якщо в заголовку **3D View** кнопка **Proportional Editing** активована, то поруч з нею з'являється кнопки налаштування спадання. На зображенні показаний результат застосування варіанту **Random**.

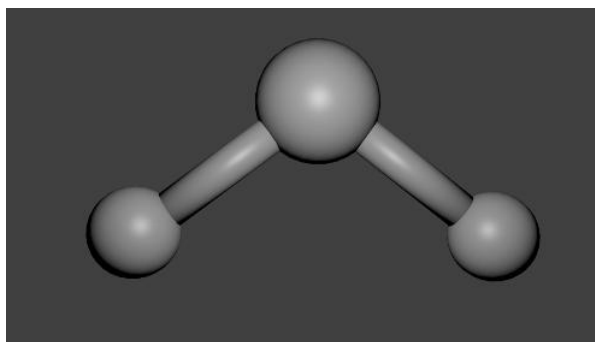


## ПРАКТИЧНА РОБОТА

Мета: закріпити на практиці вміння та навички роботи з полісітками, створивши модель за зразком

### ЗАВДАННЯ

Створіть модель молекули води.



**Примітки.** Кут між зв'язками дорівнює 104.5 градусів. Комбінація клавіш **Shift + D** виконує дублювання об'єктів.

### Інструкційна карта

- 1) Видаліть зі сцени куб (**X** або **Del**).
- 2) Натисніть **Shift + A** і додайте меш (полісітку) **Cylinder** (циліндр).
- 3) Відразу в панелі оператора, яка знаходиться в нижній частині області інструментів (**T**), встановіть значення радіусу **0.3**, а глибину – **3**.
- 4) Перейдіть на ортогональний вигляд справа (**3, 5** на **NumLock**).
- 5) Натисніть **Shift + D**, потім **Enter**. Буде створена копія циліндра. Вона буде знаходитися в тому ж місці, що і перший циліндр.
- 6) Відкрийте панель властивостей (**N**). Змініть значення повороту (**rotation**) по осі **X** на **104.5**.



7) Збільшіть масштаб (+). Натисніть **G** і змістіть вгору виділений циліндр так, щоб його лівий край злегка торкався верхнього краю першого циліндра. Має вийти об'єкт, схожий на літеру "Г".

8) Встановіть 3D-курсор в місці зіткнення циліндрів. Для точного позиціонування використовуйте види спереду, праворуч і зверху (**1, 3, 7**). Знову поверніться на вигляд **3**.

9) Натисніть **Shift + A** і додайте **UV Sphera**.

10) Продублюйте її (**Shift + D**, потім **Enter**).

11) Натисніть **G** і змістіть її на інший кінець одного з циліндрів.

12) Трохи зменшіть другу сферу (**S**).

13) Продублюйте цю сферу, копію перемістіть на кінець іншого циліндра.

14) Виділіть всі елементи моделі так, щоб велика центральна сфера була виділена останньою. Виділення виконується **правою кнопкою миші при затиснутому Shift**.

15) Натисніть **Ctrl + J**. Відбудеться об'єднання об'єктів в єдиний меш. Його точка центру мас буде перебувати в тому об'єкті, який був виділений останнім.

16) Перейдіть на вид з камери. На області інструментів (**T**) у вкладці **Tools** (інструменти) натисніть кнопку **Smooth** (гладко).

17) Використовуючи **R, RR, G** і повертаючи сцену, розташуйте молекулу так, як Вам хочеться. Для кращої освітленості можна помістити лампу між камерою і моделлю.

18) Подивіться результат (**F12**).



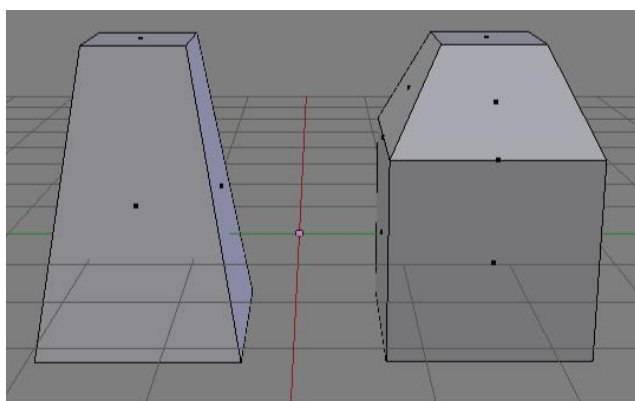


## КРОК 7. ТРАНСФОРМАЦІЯ EXTRUDE – ЕКСТРУДУВАННЯ (ВИТІСНЕННЯ)

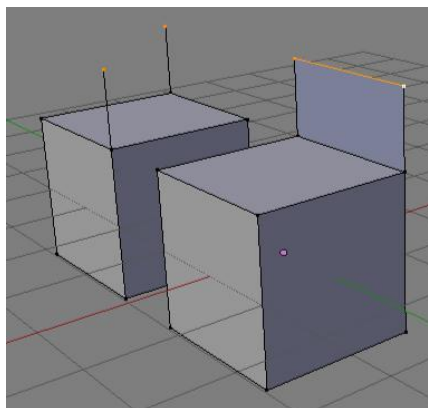
**Мета:** вивчити алгоритм роботи з трансформацією витіснення елементів об'єктів у середовищі Blender 2.90

У середовищі Blender трансформація **Extrude** дозволяє створювати нові грані, вершини і ребра мешів шляхом свого роду витіснення; найчастіше цю функцію використовують для витіснення граней. Грань, до якої застосовується ця трансформація, при цьому не дублюється, а переноситься. Назва трансформації **Extrude** перекладається з англійської як “витіснення/витіснити”.

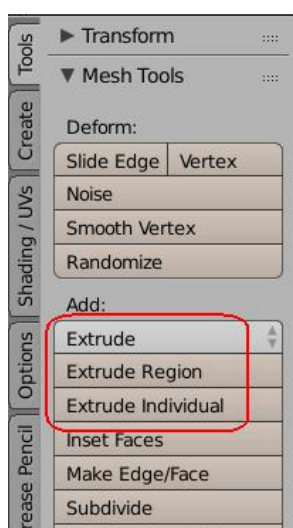
На малюнку нижче ліва фігура була отримана з куба простим переміщенням верхньої межі з подальшим її зменшенням. Для верхньої межі правого куба було застосовано екструдювання, після цього грань зменшили. Як можна побачити на малюнку, в другому випадку були створені додаткові вершини, ребра і грані. Сама верхня межа була переміщена, а не продубльована, адже всередині куба немає “перегородки”.



Хоча витіснялася тільки верхня грань, при цьому ще й були автоматично створені сполучні бічні грані. При витісненні ребер і вершин існують певні закономірності формування додаткових елементів. Наприклад, якщо витіснити не зв'язані загальним ребром вершини, то будуть створені тільки вершини і ребра. Якщо вершини лежать на одному ребрі, то також з'явиться нова грань.



За необхідністю подібну “дію по замовчуванню” можна змінити. Інструмент трансформації **Extrude** знаходиться на області інструментів (T) у вкладці **Tools** на панелі **Mesh Tools** в розділі **Add**.



Однак зручніше користуватися гарячими клавішами:

- **E** – **Extrude Region** – витіснити регіон
- **Alt + E**, потім в меню вибрати **Individual Faces** – витіснити індивідуальний елемент

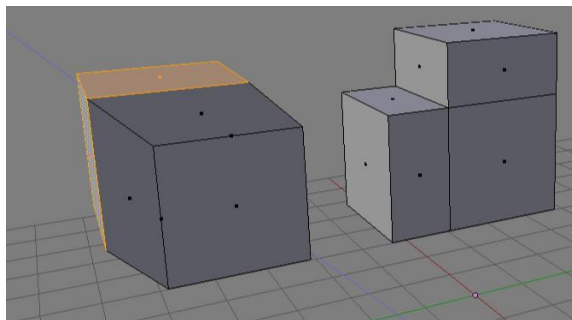
Різниця між індивідуальним витісненням і регіональним є лише для граней і в тому випадку, коли екструдуються відразу кілька граней, розташованих під різними кутами. Справа в тому, що коли виділена одна грань і натиснута клавіша **E**, витіснення відбувається по нормалі – прямій, перпендикулярної площині грані.

**Примітка.** Щоб відключити таку функцію і мати можливість вільно позиціонувати нову грань, треба натиснути **Z**.

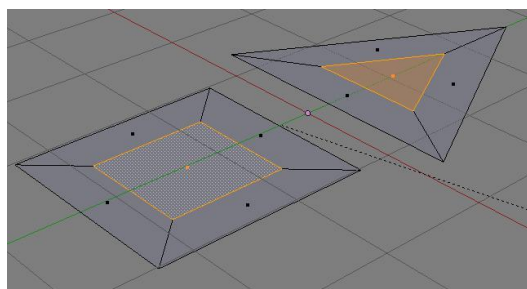
В тому випадку, коли витискається кілька граней, обчислюється уявна середня нормаль і уздовж неї рухаються всі нові грані. Якщо ж користуватися



**Extrude Individual**, то кожна грань витискатиметься уздовж своєї нормалі (**Z** в цьому випадку не працює). На зображенні нижче для верхньої і бічної граней лівої фігури було використано **Extrude Region**, для правої фігури – **Extrude Individual (Individual Faces)**. Середня нормаль позначена фіолетовою лінією.



При виділенні окремих вершин і натисканні **Alt + E** у спливаючому меню **Extrude** з'являються такі варіанти як **Edges Only** (тільки ребра) і **Vertices Only** (тільки вершини). З їх допомогою можна поміняти дію за замовчуванням, коли витискання двох вершин, що лежать на одному ребрі, призводить до появи нової грані. Якщо вибрати **Vertices Only**, то з'являться тільки дві нові вершини і два ребра, що зв'язують їх з вихідними вершинами.



Крім оригінального **Extrude** в Blender є такий трансформатор як **Inset Faces** (вставка, витіснення всередину). Його можна описати як щось середнє між екструдюванням і поділом грані інструментом **Subdivide**, який ми розглянемо пізніше. З одного боку, **Inset Faces** призводить до поділу вихідних граней на більш дрібні частини, а це та ж операція, яку здійснює **Subdivide**. Однак те, як відбувається “нарізка”, нагадує дію з **Extrude**. На малюнку нижче до трикутної і квадратної площин застосовано втиснення всередину. У першому випадку утворюється внутрішня трикутна грань, у другому – квадратна. Теж саме відбувається при **Extrude**, за винятком того, що в разі **Extrude** грань створюється такого ж розміру як вихідна і витискається назовні, а не всередину.

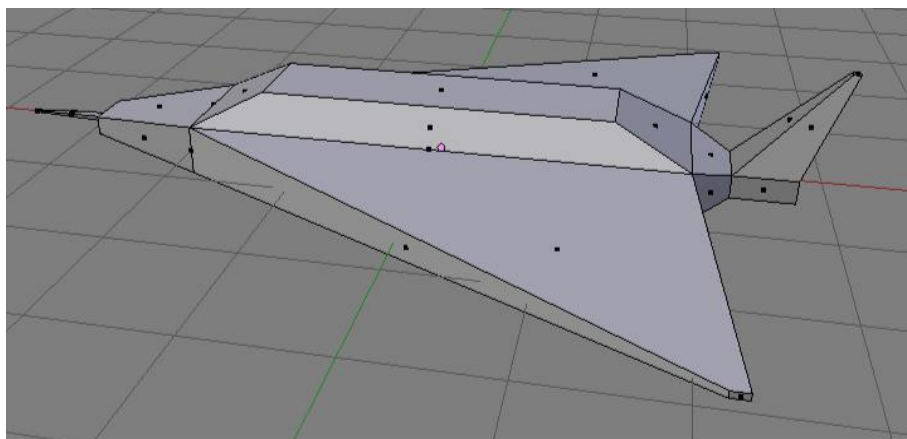


## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити вміння та навички роботи з трансформацією витіснення, створивши модель за зразком

### ЗАВДАННЯ

Створіть модель літака.



### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

Відкрийте регіон властивостей редактора **3D View (N)** і встановіть для куба наступні розміри: **X = 2, Y = 0.5, Z = 0.2**. Повинен вийти тонкий брусок.

- 1) Перейдіть на вигляд зліва (**3**, потім **9**).
- 2) Перейдіть в режим редагування (**Tab**), скиньте виділення (**A**), увімкніть виділення граней і виділіть грань об'єкта, яка знаходиться перед Вами.
- 3) Перейдіть на вид спереду (**1**). Натисніть **E**, потім **1**. Грань потрібно витиснути на одну одиницю.
- 4) Поверніть 3D-сцену так, щоб виділена грань була видимою. Зменшіть її (**S**).
- 5) Збільшіть масштаб, поверніть сцену, щоб добре бачити зменшену грань.
- 6) Виконайте втиснення всередину (**I**). Після цього екструдіуйте (**E**) виділену грань, перетворивши її в шпиль на носі літака. Після цього її можна також зменшити, щоб зробити шпиль гострим.
- 7) Виділіть грань з іншого боку бруска, там де буде хвіст літака. Витісніть її приблизно на 0.3 одиниці, зменшіть по всіх осях приблизно в два рази.
- 8) Витісніть ще раз десь на половину блендер-одиниці.



- 9) Виділіть верхню межу хвоста літака, ту, з якої хвіст буде “рости” вгору.
- 10) Довільно витісніть її, зменшіть в розмірах і перемістіть назад.
- 11) Виділіть грані, з яких виходитимуть крила літака. Для цього виділіть одну, поверніть сцену, і при затиснутому **Shift** виділіть іншу.
- 12) Натисніть **Alt + E** і виберіть індивідуальне витиснення (**Individual Faces**).
- 13) Довільно витісніть межі, зменшіть їх по осях X і Z, потім перемістіть назад.
- 14) Витісніть і зменшіть верхню межу бруска, щоб отримати кабінку літака.

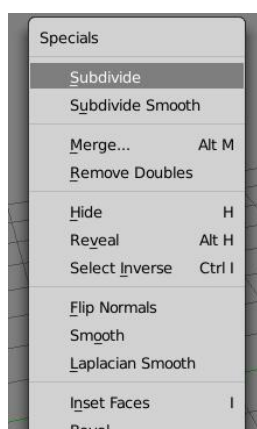




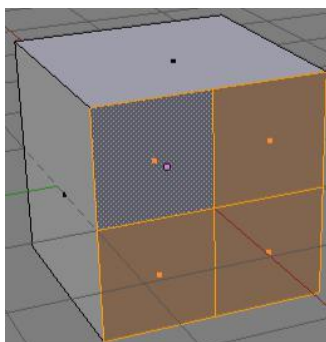
## КРОК 8. SUBDIVIDING – ПІДПОДІЛ ОБ'ЄКТІВ

**Мета:** здобути вміння та навички роботи з функцією детального поділу (підподілу) об'єктів в середовищі Blender 2.90

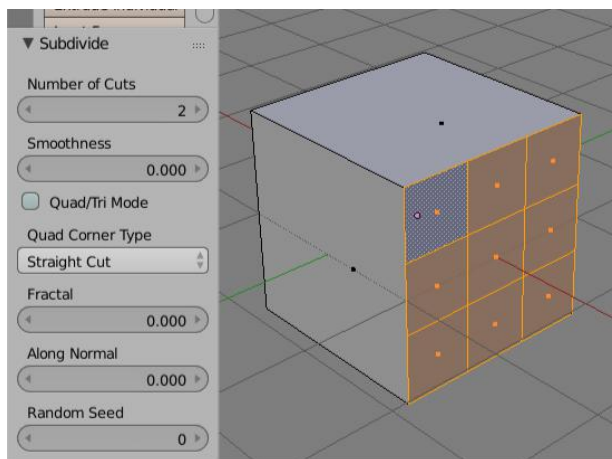
У Blender є безліч інструментів для поділу ребер і граней mesh-об'єктів на частини. Часто для цього використовується функція **Subdivide**. У простих випадках ця команда розділяє прямокутні і трикутні грані на такі ж за формою, але більш дрібні. Доступ до трансформатора **Subdivide** можна отримати різними способами. Найчастіше користуються спливаючими меню зі спеціальними (залежними від контексту виклику) пунктами, які з'являються при натисканні **W**. В режимі редагування його першим пунктом буде **Subdivide – Підподіл**.



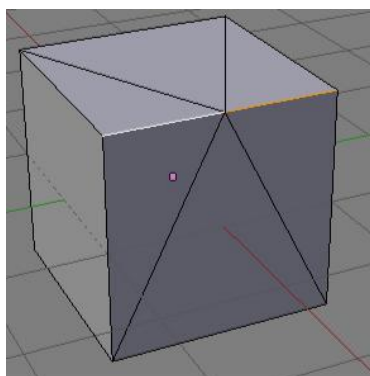
Якщо була виділена грань, то кожне її ребро буде розділено новою вершиною навпіл. Від цих вершин будуть відходити нові ребра на виділену грань. В результаті вихідна грань буде поділена на більш дрібні.



На панелі оператора з'являються налаштування підподілу. Якщо поміняти кількість розрізів з одного на два, то кожне ребро буде розділене не навпіл, а на три частини, тобто на кожному ребрі утвориться дві вершини, а не одна.

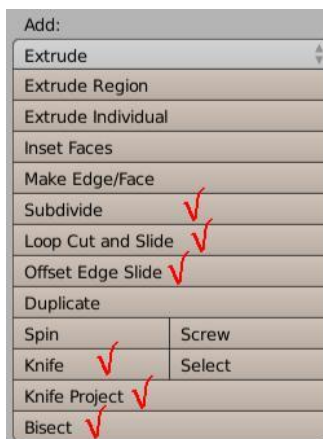


Якщо активувати прапорець **Quad / Tri Mode** (режим  $\frac{3}{4}$ -го поділу), то з нових вершин будуть виходити ребра не тільки на виділену грань, але і на суміжні. А оскільки у цих граней інші ребра, то в результаті отримаємо грані іншої форми, найчастіше – трикутники. Цей прапорець рекомендую Вам активувати при підподілі не граней, а ребер.



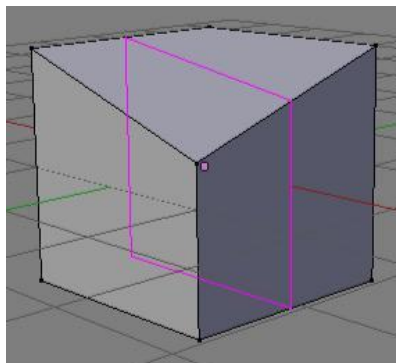
На малюнку було виділено одне ребро, до нього було застосовано **Subdivide** і активовано прапорець **Quad / Tri Mode**. Якби прапорець був вимкнений, то на ребрі просто б з'явилася одна вершина.

Крім **Subdivide** в Blender існує ряд інших трансформацій. Багато з них є у вкладці **Tools** області інструментів:





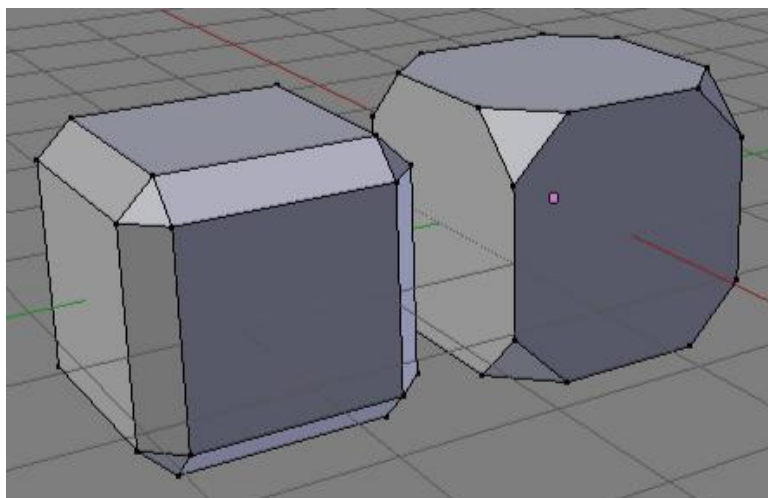
**Loop Cut and Slide** (розрізати петлею зі зрушенням) дозволяє ніби розсікти об'єкт уявною площиною або, якщо покрутити колесо миші, декількома паралельними площинами. В результаті всі його межі, через які пройде ця площина будуть поділені.



Ножем (**knife**) можна нарізати межі довільно. Після закінчення процесу треба натиснути **Enter**.

**Bisect** розрізає грань або ребро на дві частини. Попередньо елемент повинен бути виділений, після вибору **Bisect** треба **провести мишею з затиснутою лівою кнопкою** лінію, по якій буде розділена грань, або вказати точку на ребрі.

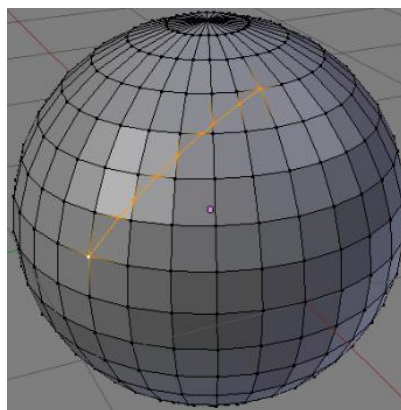
Також буває корисним використання інструменту **Bevel**. Його можна викликати через спеціальне меню (**W**) або натиснути **Ctrl + B**. Ним нахиляють ребра і кути. Якщо трансформацію потрібно виконати тільки з кутами, то варто натиснути **Ctrl + Shift + B**.



Також варто зупинитися на підподілі за допомогою **Connect Vertex Path**. Він з'єднує виділені вершини прямою лінією або найкоротшим шляхом. При цьому все,



через що пройде ця лінія, буде поділене. Щоб використовувати інструмент, треба виділити вершини і натиснути **J**.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** на практиці застосувати здобуті вміння та навички роботи з трансформатором детального поділу об'єктів.

### ЗАВДАННЯ

Створіть будиночок за поданим зразком.



### Примітки:

- Для видалення граней: натиснути **X**, потім вибрати **Faces**.
- Виділення квадратної області: натиснути **B**, потім окреслити на сцені рамку.

## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

- 1) Виділіть куб і перейдіть в режим редагування, збільшіть масштаб.
- 2) Не знімаючи виділення, натисніть **Ctrl + B** і зробіть невелику фаску.



- 3) Перейдіть на виділення граней, виділіть верхню межу і злегка опустіть (**G**) її по осі **Z**, щоб як би приховати фаску, оскільки між дахом і стінами вона не потрібна.
- 4) Злегка збільшіть (**S**) виділену грань, щоб між краями майбутнього даху і стінами будинку був невеликий відступ.
- 5) Витисніть грань вгору (**E**) і зменшіть (**Z**) по осі **Y** майже до кінця.
- 6) Виберіть одну із двох великих граней даху. Натисніть **W** і виберіть **Subdivide**.
- 7) В панелі оператора в поле кількості розрізів впишіть значення **4**.
- 8) Виділіть одну з маленьких граней і витисніть вгору (**E**, потім два рази натиснути **Z**) для отримання труби. Після цього видаліть грань (**X** → **Faces**).
- 9) Перейдіть на вигляд справа (**3**). Виділіть стіну будинку, яка знаходиться перед Вами. Екструдіуйте її з кількістю розрізів **6**.
- 10) Зніміть виділення (**A**). Натисніть **B** і окресліть рамку, в яку повинні потрапити ті межі, які будуть видалені, щоб зробити вікно будинку.
- 11) Потім натисніть: **X** → **Faces**
- 12) Вийдіть з режиму редагування. Перейдіть на вигляд з камери (**0**).
- 13) Натисніть **Shift** + **S**, виберіть **Cursor to Center**.
- 14) Натисніть **Shift** + **A** і додайте лампу, щоб з віконця лилося світло.





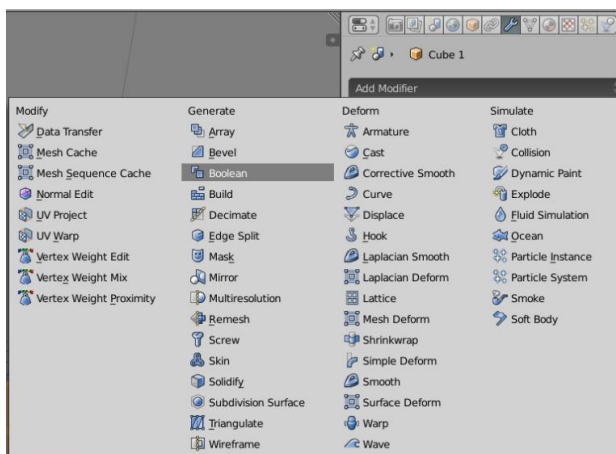
## КРОК 9. МОДИФІКАТОР BOOLEAN

**Мета: сформувати вміння та навички роботи з модифікаторами об'єктів з використанням логічних законів в середовищі Blender 2.90**

В середовищі Blender модифікатори за допомогою закладеного в них алгоритму змінюють об'єкт без необхідності його правки в режимі редагування. Результат застосування модифікаторів зазвичай складніший, ніж трансформаторів, які ми вивчали до цього. При цьому, якщо модифікатор застосований не остаточно, а лише доданий до об'єкта, то останній при правці залишається незмінним. Вам лише демонструється результат застосування модифікатора, але сам об'єкт не змінюється.

У середовищі Blender доступ до модифікаторів здійснюється через редактор властивостей (**Properties**). Якщо у Вас вікно Blender'а налаштоване так, що цей редактор прибраний, то слід створити додаткову область і встановити для неї редактор **Properties** (Див. Крок № 2).

Редактор **Properties** складається з ряду вкладок у вигляді іконок. Модифікатори знаходяться там, де зображений гайковий ключ (сьома вкладка за рахунком). При перемиканні в головному регіоні редактора вгорі буде розміщуватися назва виділеного об'єкта. Саме до нього застосовується модифікатор. Нижче знаходиться випадаючий список **Add Modifier**. У Blender модифікаторів дуже багато, у кожного з них свої особливості і налаштування. Одним з тих, на які потрібно звернути особливу увагу, є модифікатор **Boolean**.

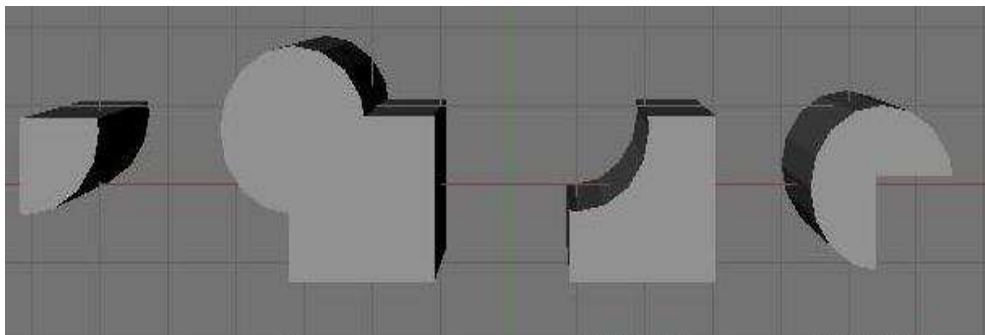


Слід зазначити, що до кожного об'єкта можна застосовувати кілька модифікаторів.



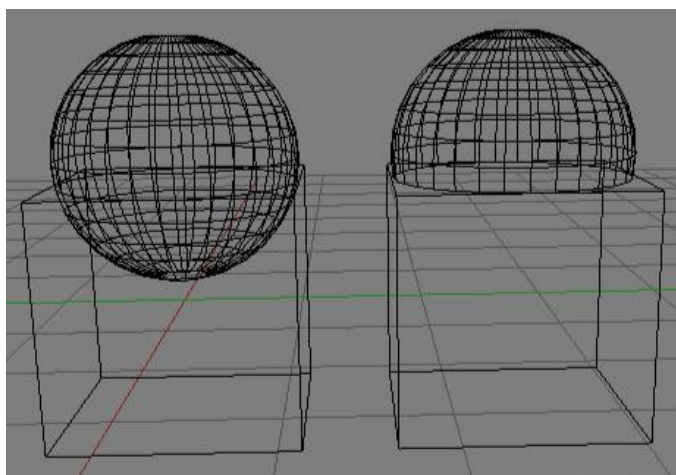
**Булеві**, або **логічні операції (boolean operations)** є предметом вивчення математичної логіки. Однак вони знайшли широке застосування в комп'ютерній графіці та програмуванні. У Blender використовуються **три операції Boolean**:

- Перетин – **Intersect**
- Об'єднання – **Union**
- Різниця – **Difference**



Результатом перетину двох mesh-об'єктів є область їх перекриття. При об'єднанні відбувається злиття об'єктів в один. У разі застосунку різниці один об'єкт вирізає з іншого ту область, яку перекрив.

Об'єднання в результаті застосування модифікатора **Boolean** і в результаті **Ctrl + J** (або додавання одного меша в режимі редагування іншого) – не одне і те ж. Якщо об'єкти перекривалися, то в разі простого об'єднання грані в області перетину зберігаються. У разі Boolean Union – ні.



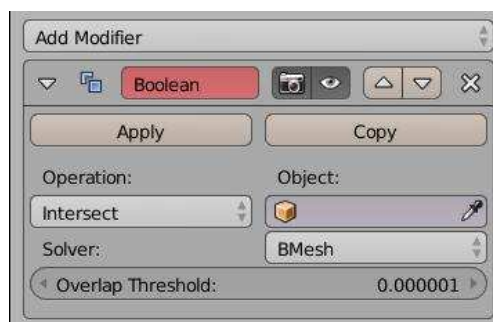
Меші зліва об'єднані за допомогою **Ctrl + J**, а праворуч використовувався модифікатор **Boolean**. При цьому був увімкнений режим відображення каркаса (**Z** або через випадаючий список типів затінення, що знаходиться в заголовку **3D View**).



### Алгоритм і особливості використання модифікатора Boolean в Blender.

Хоча в операції беруть участь два об'єкти, один з них – головний – той, про якого йдеться в модифікаторі та який внаслідок і буде змінений. Другий об'єкт грає роль свого роду інструмента модифікації, він не змінюється і по завершенні операції залишається тим самим. Якщо в ньому більше немає необхідності, то його видаляють.

Тому перед вибором модифікатора треба вибрати головний mesh-об'єкт. Після додавання **Boolean** в головному регіоні редактора **Properties** з'явиться панель з налаштуваннями:



У списку **Operation** вибирають необхідну операцію. В поле **Object** вставляється ім'я другого об'єкта. Зробити це можна або клікнувши на кубик, або на піпетку, після чого вказати потрібний об'єкт.

Далі, якщо об'єкти не розміщені зразу так, як потрібно, можна пересунути будь-який з двох для отримання бажаного результату. В кінці слід натиснути **Apply** (застосувати) і відсунути або видалити другий об'єкт.

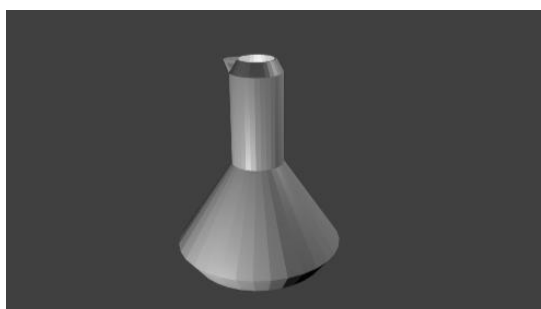


### ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити на практиці алгоритм роботи логічними модифікаторами об'єктів

### ЗАВДАННЯ

Створіть модель колби.





**Підказка.** Спочатку об'єднуються конус і циліндр. Потім створюється їх копія, яка зменшується. Порожнина всередині колби виходить шляхом вирахування з більшого об'єкту меншого.

## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

- 1) Видаліть куб, додайте конус і циліндр.
- 2) Перейдіть на вид спереду (1). Зменшіть циліндр по всіх осях, потім витягніть по осі Z і встановіть так, щоб вийшов прототип колби.
- 3) Виділіть конус і додайте для нього модифікатор **Boolean**. У налаштуваннях модифікатора зі списку **Operation** виберіть **Union**, в поле **Object** вкажіть циліндр. Натисніть кнопку **Apply**.
- 4) Виділіть циліндр і видаліть.
- 5) Перейдіть на вид каркаса (Z).
- 6) Створіть копію об'єкта на місці (**Shift + D, Enter**).
- 7) Не знімаючи виділення, відкрийте регіон властивостей (N). Встановіть розмір (**Scale**) по всіх осях в 0.9. Перейдіть в режим редагування, скиньте виділення (A).
- 8) Активуйте інструмент виділення квадратної області (B) і виділіть усі верхні вершини. Підніміть їх по осі Z так, щоб вони виходили за верхню межу більшої колби.
- 9) Поверніться в об'єктний режим. Виділіть велику колбу і знову застосуйте до неї **Boolean**.
- 10) Виберіть операцію **Difference**, об'єктом-модифікатором вкажіть маленьку колбу.
- 11) Натисніть **Apply**, після чого видаліть маленьку колбу.
- 12) Перейдіть на режим **Solid (Z)** і вигляд з камери (0). Переконайтеся, що колба тепер порожня всередині.
- 13) Виділіть колбу і перейдіть в режим редагування. Скиньте виділення.
- 14) Увімкніть вигляд знизу (7, 9). Перейдіть на виділення граней і виділіть нижню грань колби.



15) Поверніться на вигляд спереду (1). Витісніть (E) дно вниз і трохи зменшіть його.

16) Перейдіть на вид зверху (7). Збільшіть масштаб і виділіть дві грані, які формують верхню облямівку колби. Вони виглядатимуть як дуги півкола.

17) Поверніться на вигляд спереду, зменшіть масштаб. Витісніть виділені межі вгору і злегка зменшіть.

18) Знову перейдіть на вигляд зверху і збільшіть масштаб. Увімкніть виділення вершин.

19) Виділіть зліва три зовнішні вершини дуг-облямівок колби і три внутрішні. Змістіть їх по осі X назовні. У Вас повинен вийти носик колби.

20) Перейдіть на об'єктний режим і вигляд з камери.

21) Поверніть колбу на 45 градусів (R, потім Z, встановіть значення 45 і натисніть **Enter**).





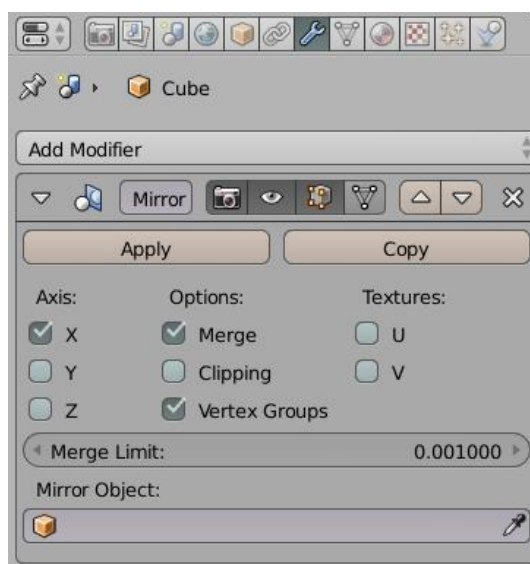
## КРОК 10. МОДИФІКАТОР MIRROR (ДЗЕРКАЛО)

**Мета:** здобути вміння та навички роботи з модифікатором відзеркалення в середовищі Blender 2.90

Більшість об'єктів реального світу мають симетрію. У них можуть бути як осі, так і площини симетрії. У людини є тільки одна симетрична площина, оскільки тільки її ліву і праву половини можна вважати симетричними. Через куб можна провести кілька осей і площин симетрії, а через кулю – безліч.

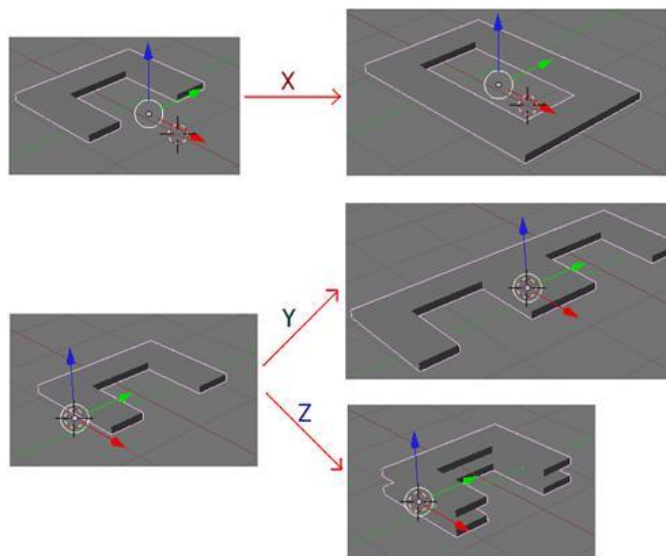
Симетричні половини не зовсім ідентичні. Вони є дзеркальними відображеннями один одного. Те, що у одної розташоване зліва, в іншої – справа. Однак це не заважає створювати поєднувані в єдиний правильний об'єкт частини іншого об'єкта, навіть якщо простим її дублюванням не можна буде отримати ціле. Здійснити це користувачу допоможуть інструменти дзеркального відображення, які передбачені в середовищах 3D-моделювання, в тому числі Blender.

У Blender є модифікатор **Mirror**. При його використанні слід враховувати ряд особливостей.



Ключовими налаштуваннями є осі (**axis**), уздовж яких відбувається відображення об'єкта.

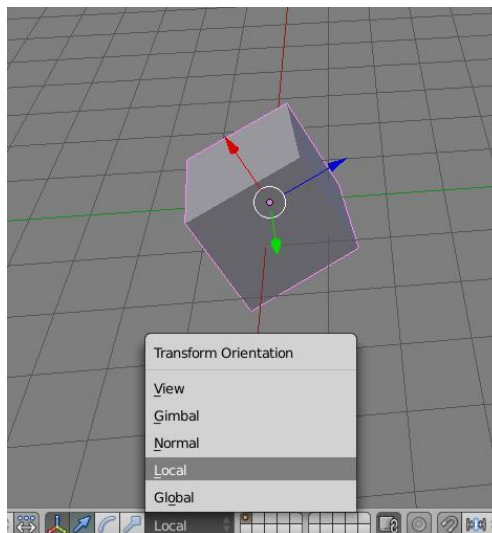
Тобто уявна площина симетрії перпендикулярна до обраної осі.



Зверніть увагу, де знаходиться центральна точка об'єкту. Відображення відбувається відносно неї. Якщо Ви спробуєте віддзеркалити куб в незмінному вигляді, то нічого не побачите, так як відображення будуть знаходитися в тому ж місці. Це наслідок того, що центральна точка об'єкту знаходиться в його центрі, а сам об'єкт симетричний щодо всіх трьох осей координат. Отже, перед тим, як застосовувати модифікатор **Mirror**, зазвичай змінюють положення центральної точки. Для цього треба встановити 3D-курсор в бажане місце, натиснути **Ctrl + Shift + Alt + C** і в меню **Set Origin** вибрати **Origin to 3D Cursor**. Те ж саме можна зробити через вкладку **Tools** області інструментів.

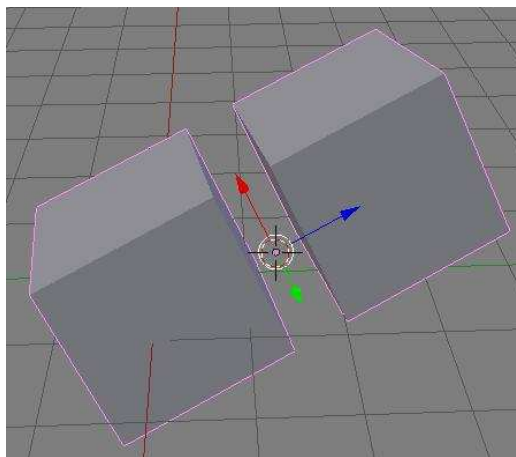
Нерідко центральну точку встановлюють в позицію однієї з вершин об'єкта. Для цього треба виділити цю вершину в режимі редагування. Натиснути **Shift + S** і вибрати **Cursor to Selected**. Після цього 3D-курсор буде встановлений на місце вершини. Далі в об'єктному режимі перемістити центральну точку до курсора, як описано в попередньому абзаці.

При використанні модифікатора **Mirror** відображення відбувається уздовж локальних, а не глобальних осей. Якщо об'єкт не повертався (**R**), то ці осі збігаються. Після повороту зазвичай це вже не так. Щоб побачити локальні осі об'єкта, треба зі списку орієнтацій, розташованого в заголовку **3D View**, вибрати **Local** (локально).



На зображенні видно, що після того, як куб був повернений, глобальні осі (зелена і червона лінія) не збігаються з напрямками його локальних осей. Так вісь Z куба тепер дивиться в сторону, а не вгору.

Якщо тепер змістити центральну точку і відзеркалити об'єкт, наприклад по осі Z, то відображення з'явиться не вгорі, як це було б, якби куб не повертається, а збоку по діагоналі.

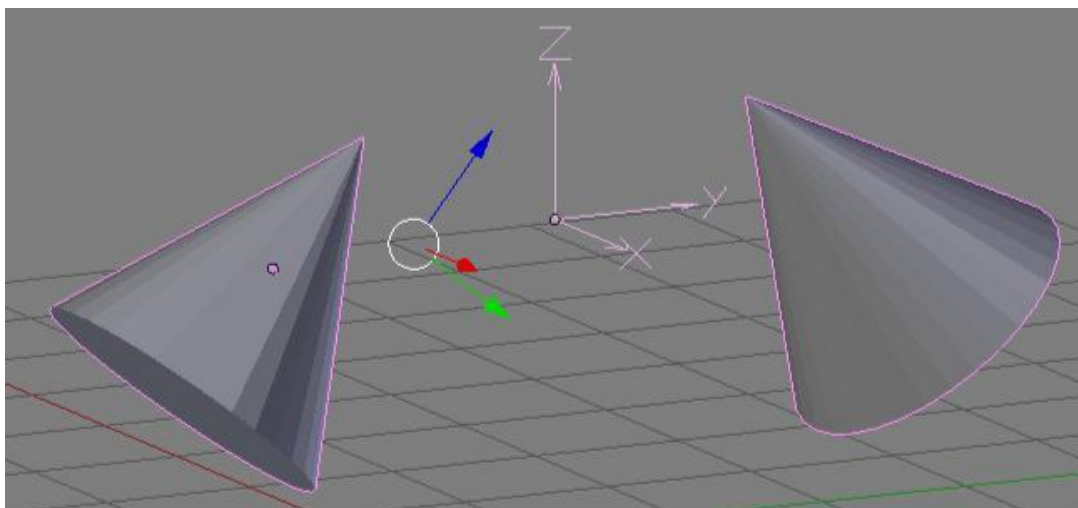


При відображенні може використовуватися не лише центральна точка, а й точка іншого об'єкта і, внаслідок, чужі осі. У налаштуваннях модифікатора **Mirror** в поле **Mirror Object** можна вказати об'єкт, відносно якого слід виконувати відображення.

Цей факт може застосовуватися не тільки як самостійне явище, але також у випадку, якщо локальні осі об'єкта не збігаються з глобальними, а відобразити треба уздовж глобальної осі. Тоді можна використовувати об'єкт, який жодного разу не повертався користувачем. У цьому випадку буває корисний “порожній об'єкт”

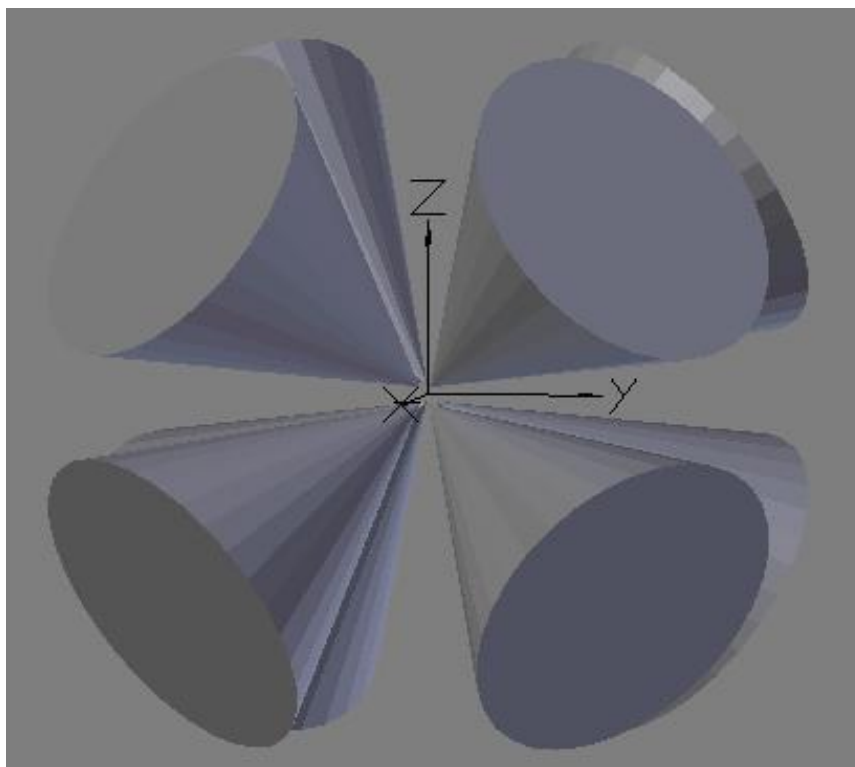


(**Shift + A** → **Empty**), який не має “фізичного” втілення і служить для допоміжних цілей.



На малюнку показано, що локальні осі конуса не збігаються з осями “порожнього об’єкта”. Однак відображення відбувається по осі Y останнього.

Модифікатор Mirror дозволяє активувати відображення відразу по декількох осях. Якщо буде увімкнено відображення по двом осям, то об’єктів стане 4; якщо за трьома – то 8.



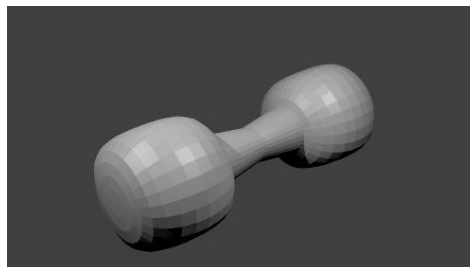


## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити на практиці вміння використовувати модифікатор відзеркалення, створивши модель за зразком

### ЗАВДАННЯ

Створіть модель гантелі, як на зображенні, та ознайомтесь з створенням груп вершин.



Гантель – відносно проста фігура, її можна зробити, об'єднавши циліндр і дві сфери. Однак, якщо в подальшому буде потрібно її змінювати, то робити це буде непросто. По-перше, доведеться змінювати кожну кулю окремо. По-друге, в режимі редагування mesh-об'єкта, щоб відокремити вершини кулі від вершин циліндра, доведеться докласти чимало зусиль.

Перша проблема вирішується модифікатором **Mirror**, друга – створенням групи вершин. В даному випадку доречно використовувати відображення тільки по одній осі, тобто спочатку виготовити половину гантелі.

### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

1) Додамо на сцену циліндр. За допомогою масштабування (**S**) надамо йому бажану форму. Наш циліндр – це половина майбутнього руків'я гантелі.

2) Відразу встановимо точку центру мас циліндра у центр його нижньої основи. Простіше не поміщати туди 3D-курсор, а залишити його в центрі сцени і підняти циліндр по осі Z. Далі натиснути **Ctrl + Shift + Alt + C** і вибрати **Origin to 3D Cursor**.

3) Тепер увімкніть режим редагування. Перед тим як додавати сферу створимо групу для її вершин. Для цього треба перейти на вкладку **Object Data** редактора властивостей і в панелі **Vertex Groups** додати нову групу. Групу можна згодом перейменувати для зручності.



4) Тепер потрібно додати сферу і, не знімаючи виділення, призначити (**Assign**) її вершини групі. Надалі, якщо буде потрібно змінювати сферу, слід вибрати групу вершин і натиснути **Select**. Будуть виділені всі вершини групи. Якщо потрібно буде змінити циліндр: виділити все (**A**), потім натиснути **Deselect** для групи **Ball**. Також можна створити окрему групу для вершин циліндра, за необхідністю.

5) Залишилося застосувати модифікатор **Mirror** з відображенням по осі Z (в об'єктному режимі). Після цього можна перейти до більш тонкої правки гантелі (змінювати кулі, руків'я, точку центру, повертати її) та при цьому спостерігати, як буде виглядати цілісний готовий об'єкт.





## КРОК 11. ЗГЛАДЖУВАННЯ – SMOOTH

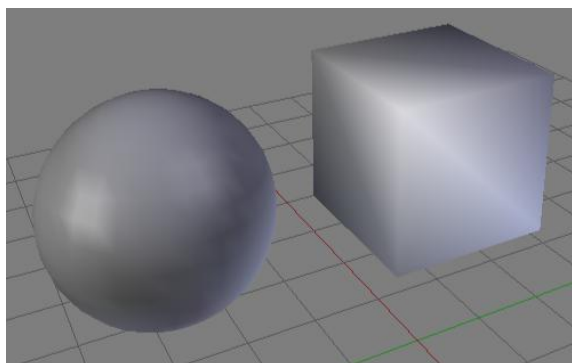
**Мета:** вивчити алгоритм застосування згладжування об'єктів в середовищі Blender 2.90

Через свою каркасну будову меш-об'єкти виглядають ребристими навіть там, де передбачаються округлені форми. Зрозуміло, що екструдювання (т.з. підподіл) вирішує цю проблему. Однак породжує іншу – потрібно зберігати більше даних і витрачати більше ресурсів комп'ютера на рендеринг.

У Blender є різні інструменти згладжування об'єктів. Для початку варто зупинитися на основних їх особливостях. Найпростіший варіант згладжування – кнопка **Smooth** (гладко) на області інструментів. Тут же знаходиться кнопка **Flat** (плоско), яка дозволяє повернутися до попереднього стану.



Структура об'єкта при цьому не змінюється, його межі, ребра і вершини ніяк не деформуються і не переміщаються. Він лише відображається згладженим в результаті так званого затінення (**Shading**). На малюнку нижче показані згладжені таким чином сфера і куб.

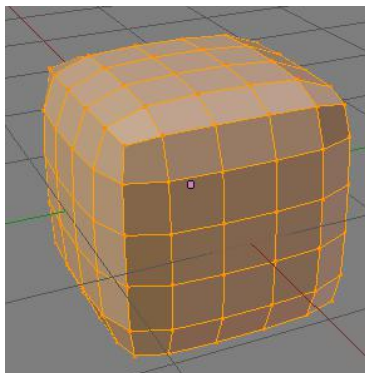


В режимі редагування об'єкта там же в області інструментів з'являється кнопка **Smooth Vertex** (згладити вершину). При використанні цього інструменту



об'єкт або його частина не стають повністю згладженими, але їх грані змінюються так, що перехід між ними стає більш плавним.

Якщо спробувати таким чином згладити сферу, то ефекту Ви можете не помітити, оскільки межі і так розташовані по поверхні кулі. При багаторазовому повторенні цієї операції сфера просто почне зменшуватися. Особливості Smooth Vertex добре видно в поєднанні з екструдюванням об'єктів з гострими вершинами.



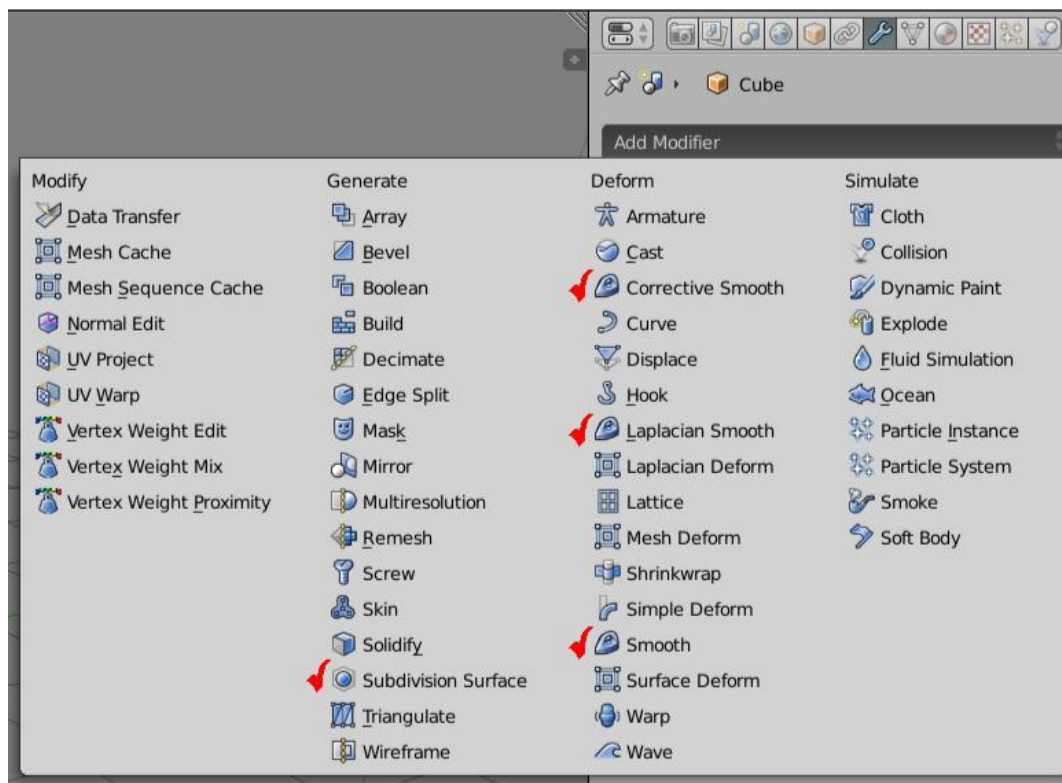
В даному випадку всі елементи підподілів куба були виділені, був застосований **Smooth Vertex**, в налаштуваннях якого на панелі оператора для кількості повторень було встановлено значення 4.

Якщо на сцену була додана, наприклад, сфера з однаковою кількістю сегментів і кілець, а після цього в режимі редагування вона була підподілена, то з'явилися нові вершини, які опиняться в площинах старих граней. Вони не будуть автоматично підняті, щоб надати об'єкту правильну округлість. У таких випадках інструмент **Smooth Vertex** дуже корисний для кулястих об'єктів і їх частин.

З іншого боку, крім звичайного підподілу **Subdivide**, в Blender є підподіл зі згладжуванням **Subdivide Smooth**. Тут відразу буде обчислене оптимальне, з точки зору згладжування, положення нових вершин.

Використання **Subdivide Smooth** не тотожне використанню **Subdivide** в поєднанні зі **Smooth Vertex** при вихідних налаштуваннях. **Smooth Vertex** в меншій мірі змінює положення вершин, ніж екструдювання зі згладжуванням.

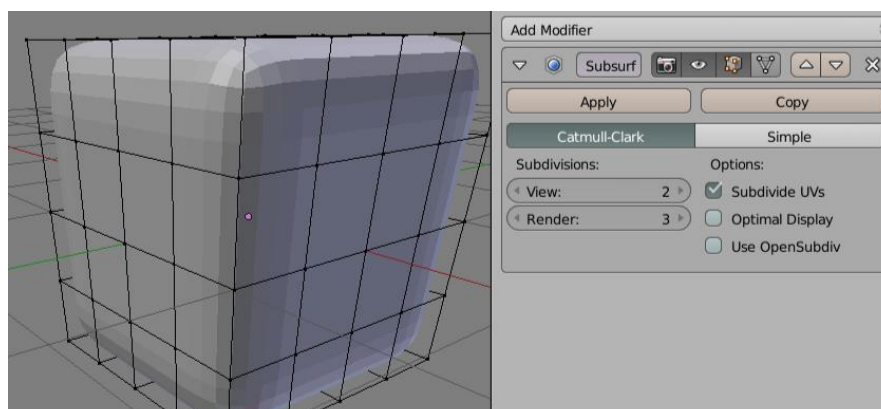
Інша група інструментів згладжування відноситься до модифікаторів.



Модифікатор **Smooth** надає приблизно такий же ефект як описаний вище трансформатор **Smooth Vertex**. Перевага використання модифікаторів полягає в тому, що якщо Ви не натиснули кнопку **Apply**, то об'єкт в режимі редагування залишається незмінним. У разі використання трансформаторів Ви змінюєте об'єкт перманентно, тобто на постійній основі, доступу до вихідної форми у Вас вже не буде. Тільки через **Ctrl + Z**.

Модифікатори **Corrective Smooth** і **Laplacian Smooth** мають більше налаштувань і зазвичай застосовуються лише в особливих випадках.

Модифікатор **Subdivision Surface** може бути найкращим вибором. Він тільки поділяє mesh-об'єкт на частини. При цьому можна вказати різну кількість підподілів для 3D-вигляду і кінцевого зображення.





На малюнку показано, що куб залишається складеним з підподілів 4x4. Однак модифікатор додає і згладжує додаткові грані, які не можна правити окремо. Якщо переключитися на **Simple**, то згладжування не буде, тільки підподіл. Такий варіант використовується в особливих випадках або як аналог **Subdivide**, якщо натиснути кнопку **Apply**.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити вміння користуватися алгоритмом згладжування тривимірних об'єктів

### ЗАВДАННЯ

Створіть три схожих зображення, в центрі яких знаходиться згладжена сфера. У кожному разі застосуєте інший варіант згладжування:

- затінення **Smooth**
- трансформатор **Subdivide Smooth**
- модифікатор **Subdivision Surface**

Порівняйте результати та визначте для себе оптимальний варіант для подальшого використання.





## КРОК 12. РОБОТА З МАТЕРІАЛАМИ

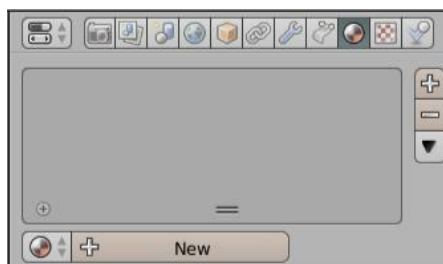
**Мета:** здобути практичні вміння та навички роботи з матеріалами в середовищі Blender 2.90

В середовищах тривимірного моделювання зміна колірних властивостей об'єкта – це не те ж саме, що зміна кольору в більшості середовищ 2D-графіки. У 3D Ви додаєте і налаштовуєте об'єкту не колір, а матеріал, тобто те, з чого він ніби виготовлений. Матеріал може імітувати зелений пластик, жовтий пісок, скло, червонуватий метал, воду та ін.

Хоча колір об'єкта при цьому все одно відіграє важливу роль, однак з'являється безліч інших візуальних властивостей: відображається відображення, прозорість, світлозаломлення і ін. Налаштування матеріалів в Blender – окрема велика тема для розмови та вивчення. Для початку, варто розглянути базові принципи роботи з матеріалами.

В Blender один і той же матеріал може бути застосований до безлічі об'єктів. З іншого боку, до одного об'єкту можуть бути застосовані кілька матеріалів. Наприклад, з кожною гранню куба можна пов'язати свій матеріал. Однак, коли Ви створюєте матеріал, він автоматично прив'язується до виділеного об'єкту.

Для налаштування матеріалів призначена вкладка **Material** редактора властивостей. Її немає у камери і лампи, але у меш-об'єктів вона є. У щойно доданих мешів немає матеріалів. Однак у куба стартового файлу він є. Якщо видалити цей куб і додати новий об'єкт “Куб”, то вміст вкладки **Material** буде виглядати так:



У великому полі будуть міститися так звані слоти для матеріалів. Зазвичай об'єкти мають по одному слоту і, отже, по одному матеріалу. Однак, якщо до одного об'єкту застосовується кілька матеріалів, то і слотів буде кілька. Щоб додати матеріал до об'єкта, треба натиснути на кнопку **New**, і тоді буде створено новий



матеріал, або вибрати вже існуючий зі списку, який розгортається при клікові на іконку кульки перед кнопкою **New**.

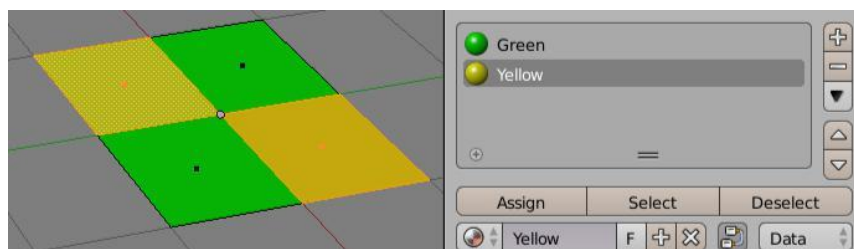
Як тільки Ви зробите те або інше, у об'єкта автоматично з'явиться перший слот, в який буде завантажений новий або обраний Вами матеріал.



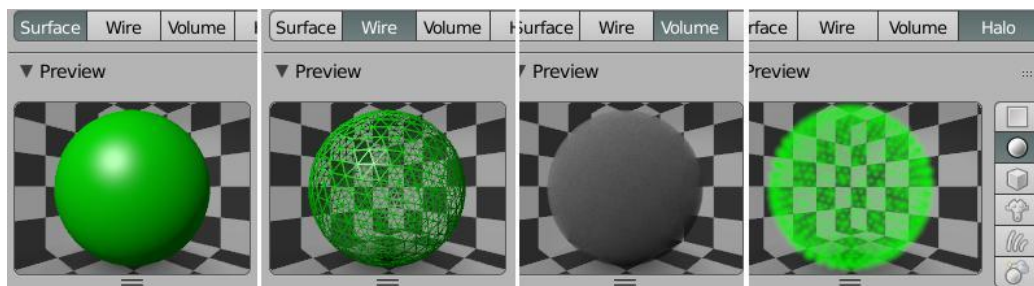
Матеріали можна перейменовувати як через слот, так і через блок вибору/створення матеріалу. Виконавши вищеописані дії можна простежити, що цей блок змінився. Тепер, якщо буде потрібно створити новий матеріал, треба натиснути знак “плюс”; “хрестик” видаляє матеріал, а активована кнопка **F** дозволяє зберігати матеріал, навіть якщо він не використовується жодним об'єктом. Слід зазначити, що поки Ви не закрили файл, всі невикористовувані матеріали зберігаються.

Якщо тепер вибрати інший матеріал або створити новий, то він замінить попередній в існуючому слоті. Якщо об'єкту потрібні кілька матеріалів, то додаткові слоти створюються кнопкою “плюс” праворуч від поля слотів. Після додавання новий слот порожній, його треба виділити і призначити йому матеріал.

В режимі редагування з'являються кнопки **Assign**, **Select** і **Deselect**. За допомогою **Assign** матеріал виділеного слота призначається окремим граням і групам граней меш-об'єктів.



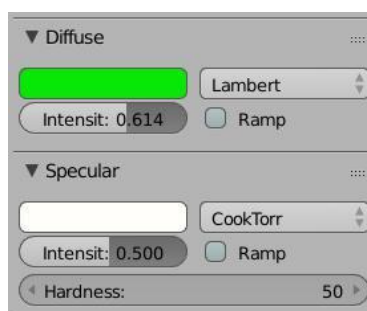
Кнопки **Surface**, **Wire**, **Volume**, **Halo** визначають, що буде промальовано на кінцевому зображенні – поверхня, каркас, негатив або гало-частинки.



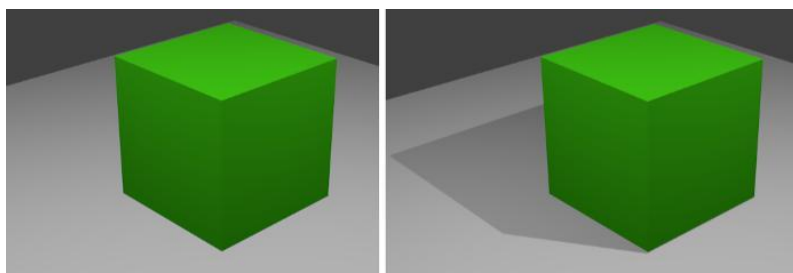
Трохи нижче в панелі попереднього огляду можна спостерігати, як це буде виглядати. Іконки справа (площина, куля, куб, мавпа і ін.) ніякого впливу на об'єкт не здійснюють, вони лише служать для того, щоб подивитися, як виглядає матеріал на тому чи іншому потенційному об'єкті.

Вкладка **Diffuse** (дифузія, розсіювання) визначає основний колір, **Specular** – це колір відблиску, який зазвичай залишають білим. Подивіться на прев'ю **Surface** на малюнку вище. Біла розмита пляма на кулі – це і є відблиск. Частина налаштувань **Diffuse** і **Specular** визначаються обраною моделлю зі списку праворуч від поля вибору кольору.

На панелі **Shadow** (тінь) якщо вимкнути прапорець **Receive** (отримати), то при рендері на об'єкті з цим матеріалом не буде тіней, що створюються іншими об'єктами. Це дозволяє швидше малювати картинку.



На зображеннях нижче зліва у площині відключено отримання тіней, праворуч – включено.



Також тут використовується друга лампа, щоб не було повністю затемнених областей. У цій другій лампі відключена можливість створення тіней у об'єктів.



Інакше куб справа відкидав би дві тіні під різними кутами. Налаштування ламп виконується на вкладці **Object Data** редактора властивостей.



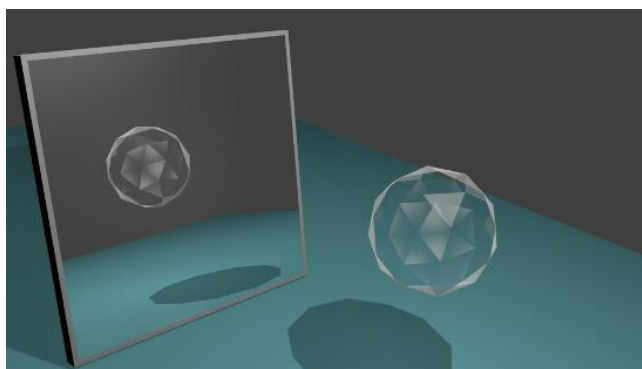
## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити практичні вміння роботи з матеріалами та їх налаштуванням для різних частин об'єктів

### ЗАВДАННЯ

Дослідіть налаштування властивостей прозорості та відбивної здатності матеріалу (панелі **Transparency** і **Mirror**). Не переплутайте дзеркальність матеріалу з раніше вивченим модифікатором **Mirror**, який створює дзеркальний дубль об'єкта.

Створіть картинку, на якій в дзеркалі відбивається скляний предмет.



### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

- 1) Значно зменшіть куб по осі X. Потім розтягніть його по всіх осях. Це буде Ваше майбутнє дзеркало.
- 2) Додайте на сцену меш-об'єкт, наприклад, екосфери. При бажанні додайте площину, яка буде служити підлогою, щоб було видно, що відкидаються тіні.
- 3) Перейдіть на вид з камери, відкоригуйте розмір і положення об'єктів
- 4) Виділіть екосфери. Перейдіть на вкладку матеріалів в редакторі властивостей. Створіть новий матеріал.
- 5) Встановіть білий колір дифузії. Увімкніть прапорець **Transparency** (прозорість). Встановіть властивостям **Fresnel** (дрібнення) і **Blend** (змішування) значення 2.



- 6) В панелі **Shading** (затінення) задайте для властивості **Emit** (світіння) значення **0.2**.
- 7) При бажанні помістіть в центр сфери лампу. На вкладці **Data Object** (дані об'єкта) редактора властивостей вимкніть для неї можливість створювати тінь (**No Shadow**), а відстань розсіювання часток (**Distance**) зменшіть до **1** або **2**.
- 8) Виділіть “дзеркало”. Так як воно було виготовлено з куба стартового файлу, то у нього вже є матеріал. Він стане матеріалом оболонки.
- 9) Перейдіть в режим редагування.
- 10) Виділіть передню грань, яка буде дзеркальною площиною. Натисніть **I** і трохи втисніть її всередину.
- 11) Не знімаючи виділення з грані, створіть слот для ще одного матеріалу, потім додайте в цей слот новий матеріал. Призначте цей слот для грані (кнопка **Assign**).
- 12) Встановіть білий колір та увімкніть прапорець **Mirror** (відображення). Збільшіть властивість **Reflectivity** (дзеркальність) до значення **1**.
- 13) Подивіться результат виконання роботи (**F12**). Здійсніть корекцію розміру і положення об'єктів.





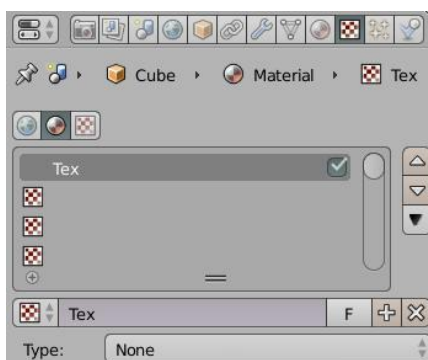
## КРОК 13. ТЕКСТУРА

**Мета:** здобути вміння та навички роботи з текстурингом об'єктів у середовищі Blender 2.90

Текстури в Blender дозволяють робити матеріали більш реалістичними, більш схожими на речовини, з яких складаються об'єкти реального світу. Крім того, з їх допомогою можна накладати готові зображення на поверхні, створювати рельєфні карти та ін.

У випадку mesh-об'єктів текстура застосовується ніби поверх матеріалу. Тут не можна використовувати текстуру, що не прив'язавши до об'єкта матеріал. З іншого боку, з матеріалом може бути пов'язано кілька текстур. Кожна з них матиме свій ефект на сукупний результат. Налаштування текстур в Blender ще різноманітніше, ніж матеріалів. Для більш повного висвітлення цієї теми потрібно створити окремий курс, тому я пропоную розглянути основні принципи роботи з текстурами, щоб отримати базові знання та вміння.

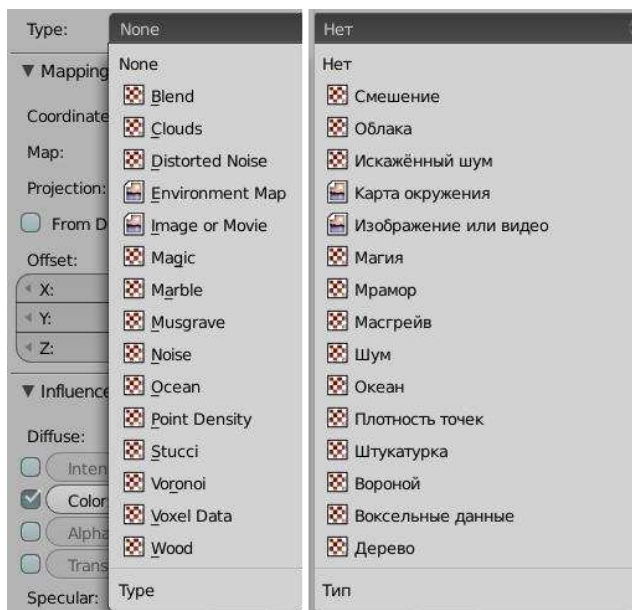
Вкладка текстур знаходиться поруч з вкладкою матеріалів редактора властивостей. Якщо виділений куб зі стартового файлу, то у нього вже є пов'язаний матеріал, з яким вже додана одна текстура.



Однак коли Ви створюєте новий матеріал, то у нього немає текстур. Нові текстури додаються кнопкою **New** або кнопкою зі знаком плюса або вибором з уже існуючих. Якщо на матеріал накладається декілька текстур, то перед додаванням ще однієї треба виділити порожній слот. Принцип той же, що при додаванні до об'єкта декількох матеріалів за винятком того, що тут вже кожному матеріалу додається кілька текстур.



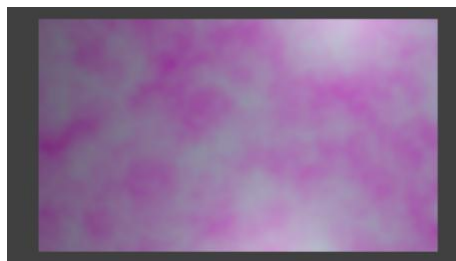
Тип (**Type**) більшості текстур визначає те, як вона виглядає і що імітує. У Blender не так багато текстурних типів, однак кожен з допомогою налаштувань можна змінювати в широких діапазонах.



При виборі того чи іншого типу з'являється панель прев'ю, а також панелі загальних, для більшості, текстур та їх специфічних налаштувань.

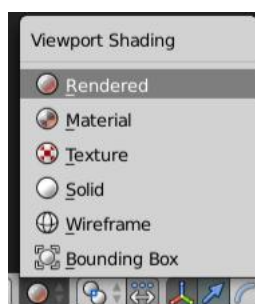


На малюнку вище обрана текстура “Хмари” і розкрита панель її специфічних властивостей, яка в даному випадку називається **Clouds**. Якщо збільшити параметр **Size**, то хмари стануть більш розмитими. Однак при рендерингу зображення Ви побачите не сірі хмари, а рожеві.

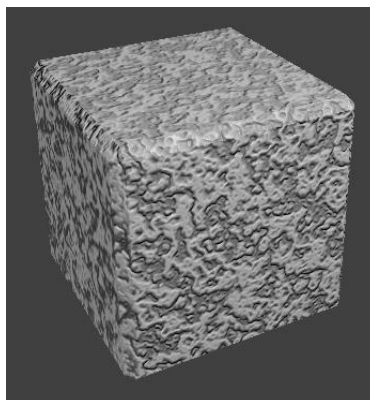


Цей колір можна поміняти на панелі **Influence** (Вплив) вкладки текстур. За “хмарами” буде проступати колір матеріалу. Відповідно, він змінюється на вкладці матеріалів. При роботі з текстурами має сенс переключитися на рендерний тип затінення **3D View**.

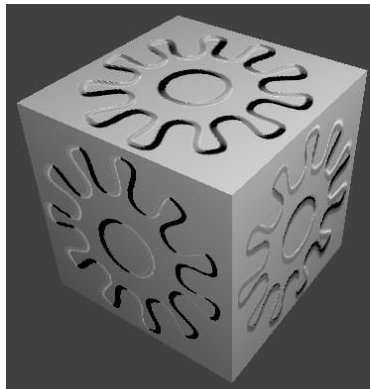
Це дозволяє відразу спостерігати результат.



На панелі **Influence** при включенні прапорця **Normal**, який змінює положення нормалей, текстурі можна додати видимість нерівної поверхні.



Цей же прапорець включають для створення так званих рельєфних карт. Подібний алгоритм використовується, щоб не робити “руками” складні полігональні об’єкти, що містять невеликі вм’ятини та нерівності. Замість цього вибирається тип текстури **Image or Movie**, завантажується заздалегідь підготовлене зображення. Залежно від різниці кольорів і значення **Normal** області будуть здаватися опуклими або увігнутими.



На зображенні вище шестерня на завантаженій картинці чорна, а фон картинки – білий. Також в налаштуваннях текстури відключений **Color** на панелі **Influence** в розділі **Diffuse**.

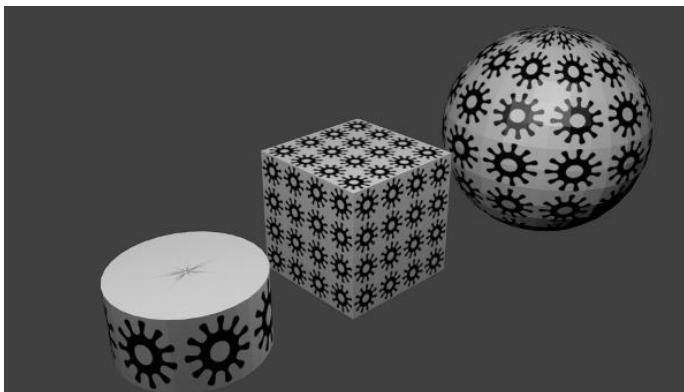


## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити на практиці вміння надавати текстури об'єктам та змінювати їх налаштування

### ЗАВДАННЯ

Дослідіть налаштування панелі **Mapping** (Відображення). Використовуючи текстуру **Image or Movie**, накладіть будь-яку картинку на куб, сферу і циліндр на зразок того, як показано нижче.



### Примітки:

- Спочатку накладається одне зображення, а його “розмноження” досягається налаштуваннями.
- Для всіх трьох об'єктів використовується одна і та ж текстура. Однак матеріал у кожного об'єкта свій.

## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

- 1) До кубу на сцені додайте сферу і циліндр. Циліндр зменшіть по осі Z.



- 2) Додайте сфері та циліндру матеріали кнопкою **New** на вкладці **Material**.
- 3) Виділіть куб. Перейдіть на вкладку текстур і, для вже існуючої текстури, виберіть тип **Image or Movie**.
- 4) За допомогою кнопки **Open** на панелі **Image** завантажте підготовлене зображення.
- 5) На панелі **Mapping** (відображення) в значеннях координат виберіть **Generated** (згенеровані), встановіть проекцію **Cube** (куб).
- 6) В полях X і Y розділу **Size** (розмір) збільшіть значення, наприклад, до 4. Якщо крайні картинки обрізаються ребром, то змініть вектор зміщення (**offset**). Так, значення **0.5** зрушить картинку на половину свого розміру.
- 7) Виділіть сферу і прив'яжіть до неї вже існуючу текстуру, розгорнувши список текстур зліва від кнопки **New**.
- 8) На панелі **Mapping** виберіть координати **Generated**, проекцію **Sphere**. Змініть значення X і Y розділу **Size**. Наприклад, **X = 11, Y = 7**.
- 9) Виділіть циліндр і прив'яжіть до нього використовувану текстуру.
- 10) Поміняйте проекцію на **Tube**, координати – на згенеровані. Збільшіть значення **X**, наприклад, до 7-ми.





## КРОК 14. ОСНОВИ АНІМАЦІЇ В BLENDER

**Мета:** сформувати вміння та навички додавання анімації до об'єктів у середовищі Blender 2.90

Blender призначений не тільки для створення тривимірної графіки. Він включає великий інструментарій сучасної комп'ютерної анімації. У Blender можна анімувати не лише просте переміщення об'єктів в просторі, а також зміну їх форми, можна використовувати систему “кісток”, створювати циклічний рух, переміщення по траєкторії тощо. Щоб здійснити наступний крок в опануванні Blender, я пропоную розглянути створення простої анімації, робота з редактором **Timeline** і отримання готового відеофайлу.

Перш ніж описувати роботу в Blender, згадаємо, як створюється комп'ютерна анімація в принципі. Головним тут є поняття ключового кадру. Якби ми створювали мультфільм “по-старому”, то обійшлися б без цього, оскільки для кожного кадру довелося б малювати окрему картинку.

Тепер же є можливість “малювати” картинку тільки для обраних, тобто ключових, кадрів. Все, що між ними, програма прораховує сама. Наприклад, в першому кадрі куб знаходиться в точці з координатами (0, 0, 0). Перемістившись за часовою шкалою в 20-й кадр, ми поміщаємо куб в точку (100, 0, 100) простору. На цьому все. Програма або буде переміщати куб по прямій, або за вказаною нами траєкторією. Нам не потрібно для кожного кадру з 2-го по 19-й вказувати проміжні положення куба.

Зверніть увагу, коли ми починаємо говорити про рух і зміну об'єктів, то в нашому тривимірному світі з'являється **четвертий вимір – час і відповідна йому вісь – шкала часу**.

У Blender є спеціальний редактор **Timeline**, який дозволяє переміщатися по кадрам, створювати ключові кадри і ін. Кадр – це момент чи короткий відрізок часу, для часу грає ту ж роль, що й точка для простору. Однак у кадрі все ж є тривалість. Вона залежить від того, скільки “прокручується” кадрів в секунду. У разі 60-ти кадрів в секунду (60 FPS) кадр буде коротшим, ніж у випадку 24 FPS. Чим більше FPS, тобто чим коротша тривалість кадрів, тим плавніше переходи, якісніше



анімація. Однак збільшення FPS збільшує розмір вихідного файлу і вимагає значно більше ресурсів комп'ютера.

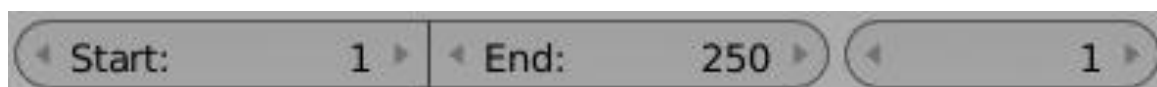
FPS не налаштовується в редакторі **Timeline**. Однак про FPS слід пам'ятати, так як якщо Ви плануєте робити 30 секундну анімацію з 24 FPS, Вам знадобиться 720 кадрів. А з 50 FPS буде вже 1500!

Якщо у Вас з стартового файлу прибрана область з **Timeline**, то додайте її або завантажте заводські налаштування. Після цього збережіть стартовий файл (докладніше див. Крок №2).

Головний регіон редактора **Timeline** займає шкала часу. Знизу у неї є розмітка з кроком в 10 кадрів. Якщо навести курсор на розмітку, затиснути ліву кнопку і переміщувати мишу, Ви побачите, що шкала може йти як далі в плюс, так і в мінус. Інший спосіб пересування шкали – затиснути середню кнопку миші на самій шкалі. Прокрутка коліщатка миші, клавіші плюс і мінус клавіатури масштабують її.

Область з 0-го по 250-й кадр забарвлена в світло-сірий колір, в той час як решта – в темно-сірий. Проміжок світлого кольору позначає ті кадри, які будуть складати анімацію.

В заголовку редактора **Timeline** в полях **Start** і **End** вказані кадри початку і кінця анімації. Їх можна змінити.



Поточний кадр можна змінювати як через це поле, так і кліком по часовій шкалі. Там його позначає зазвичай зелена (хоча це залежить від теми) вертикальна лінія. Поточний кадр також послідовно змінюється стрілками вліво і вправо клавіатури.

Щоб почати програвати анімацію, треба натиснути **Alt + A**. Вона почнеться з поточного кадру і до останнього, того, що зазначений в **End**. Потім продовжиться зі стартового (**Start**). Зупинити циклічне програвання анімації можна або клавішею **Escape**, або повторним натисканням **Alt + A**. У першому випадку поточний кадр повернеться до колишнього значення. У другому – поточним кадром стане місце зупинки анімації.



Крім того для управління програванням анімації і переходами призначена спеціальна група кнопок основної панелі:

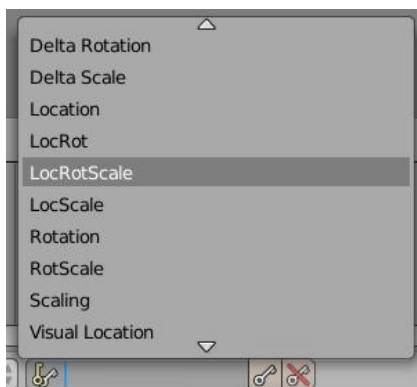


Великі кнопки в центрі програвать анімацію вперед і назад. Після їх натискання вони змінюються на кнопку-паузу, якій можна вимкнути програвання. Лівіше і правіше знаходяться кнопки переходу до наступного, зліва чи справа, ключового кадру. Крайні кнопки встановлюють поточним кадром початок або кінець анімації.

Створювати ключові кадри можна, і зазвичай зручніше, безпосередньо в головному регіоні **3D View**, натискаючи **I** та вибираючи в меню тип ключа. Однак ми скористаємося спеціальним блоком в заголовку **Timeline**, так як він дає користувачу більш повне управління:



При клікові по зв'язці ключів зліва розкривається список їх можливих типів. Нас цікавлять такі: **Location**, **Rotation**, **Scaling**, **LocRot**, **LocScale**, **LocRotScale**, **RotScale**. Список тут відображається не повністю, він прокручується вгору і вниз:



Ключ **Location** фіксує тільки місце розташування об'єкта. Якщо Ви в такому ключовому кадрі змініте розмір і положення об'єкту, то ця зміна не буде анімована. Воно просто змінить об'єкт. Якщо боїтеся заплутатися, вибирайте **LocRotScale**. Цей тип ключа фіксує все: позицію, поворот, розмір. Однак насправді він створює цілих 9 ключів в одному кадрі, так як запам'ятовує координати X, Y, Z для всіх трьох трансформацій.



Коли тип ключового кадру обраний, його назва з'являється в полі. Однак сам ключ при цьому не створюється. Для його створення треба натиснути на кнопку праворуч від поля зі знаком одного ключа. Ключовий кадр буде створено в місці поточного кадру, що на шкалі часу відзначається зазвичай жовтим (залежить від теми) вертикальним відрізком. Ця лінія, на відміну від лінії поточного кадру не доходить вгорі до кінця.

Крайня права кнопка з перекресленим ключем видаляє з поточного кадру обраний тип ключового кадру, якщо він там є. Наприклад, поточний кадр 20-й. Ми вибираємо тип **Location** та видаляємо його. Якщо в 20-му кадрі був саме такий ключ, то він зникне, але якщо там був призначений **Rotation**, то нічого не станеться. Якщо Ви не знаєте точно, який тип ключа знаходиться в поточному кадрі, а хочете очистити його від всіх ключів, то вибирайте **LocRotScale**.

Розглянемо на прикладі створення анімації. Об'єктом оберемо куб, на який камера дивиться зверху. З цієї точки зору він буде здаватися квадратом. Куб наближається, потім починає повертатися різними кольоровими гранями, після чого зникає. При поворотах буде очевидно, що це куб, а не квадрат. Призначимо будь-яким двом, але не верхній, граням куба окремі матеріали іншого кольору. Виділимо камеру, відкриємо регіон властивостей (N) редактора **3D View** і встановимо для всіх полів розташування і повороту значення 0. Потім піднінемо камеру вгору на 15 одиниць (**Z location = 15**). Лампу розташуємо над камерою.

Нехай анімація триває 100 кадрів. Введемо це значення в поле **End** редактора **Timeline**.

Рухатися буде лише куб, але не камера. Отже:

- 1) Перебуваючи в поточному першому кадрі, створимо ключовий кадр типу **Location**.
- 2) Зробимо поточним 20-й кадр. Наблизимо куб до камери і тільки після цього створимо ще один ключовий кадр **Location**.
- 3) Перейдемо в 30-й кадр і створимо ключ **Rotation**.



4) Перейдемо в 40-й кадр. Повернемо куб так, щоб перед камерою з'явилася одна з його кольорових граней. Після цього створимо ще один ключ **Rotation**.

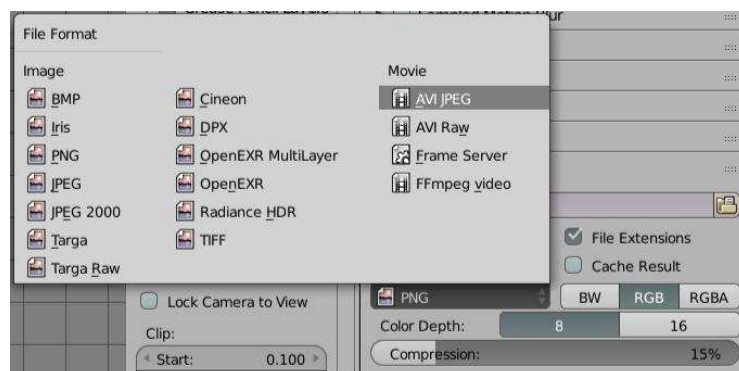
5) Перейдемо в 50-й кадр і створимо ключ **Rotation**.

6) Перейдемо в 60-й кадр. Повернемо куб так, щоб перед камерою з'явилася інша його кольорова грань. Створимо ключ **Rotation**.

7) Перейдемо в 70-й кадр і створимо ключ **Scaling**.

8) Перейдемо в 100-й кадр, зменшимо розміри куба до нуля (**X, Y, Z scale = 0**), створимо ключ **Scaling**.

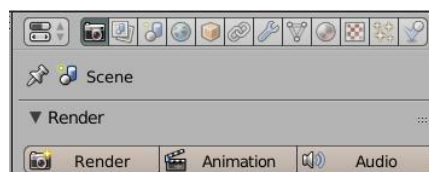
Залишилося лише отримати файл з цим фільмом. Перейдемо на вкладку **Render** (вона перша по порядку) редактора властивостей. Тут на панелі **Output** зі списку файлових форматів виберемо **AVI JPEG**.



**AVI JPEG** стискає об'єм зображення. Тому файл виходить істотно менше, ніж при **AVI Raw**. Зверніть увагу, де зберігається ваш файл. При необхідності змініть каталог.



Залишилося натиснути кнопку **Animation**.



Після цього почнеться рендеринг кадрів. Промальовується кожен кадр, всі разом вони упаковуються в відеофайл. Рендеринг займає певний час. Ви можете оцінити, який це ресурсномісткий процес, якщо навіть на створення анімації в кілька секунд потрібно близько хвилини.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** закріпити вміння та навички створення простої анімації для тривимірних об'єктів.

### ЗАВДАННЯ

Створіть анімацію двох об'єктів на одній сцені. Майте на увазі, що при виділенні об'єкта відображаються тільки його ключові кадри на шкалі часу. При створенні анімації за основу візьміть алгоритм, описаний в тексті Кроку №14:

1) Перебуваючи в поточному першому кадрі, створимо ключовий кадр типу **Location**.

2) Зробимо поточним 15-й кадр. Наблизимо куб до камери і тільки після цього створимо ще один ключовий кадр **Location**.

3) Перейдемо в 25-й кадр і створимо ключ **Rotation**.

4) Перейдемо в 35-й кадр. Повернемо куб так, щоб перед камерою з'явилася одна з його кольорових граней. Після цього створимо ще один ключ **Rotation**.

5) Перейдемо в 45-й кадр і створимо ключ **Rotation**.

6) Перейдемо в 55-й кадр. Повернемо куб так, щоб перед камерою з'явилася інша його кольорова грань. Створимо ключ **Rotation**.

7) Перейдемо в 65-й кадр і створимо ключ **Scaling**.

8) Перейдемо в 95-й кадр, зменшимо розміри куба до нуля (**X, Y, Z scale = 0**), створимо ключ **Scaling**.

Повторіть дії для другого об'єкту довільної форми та налаштуйте його анімацію так, щоб вона відбувалася одночасно з анімацією першого об'єкта





## КРОК 15. ОСНОВИ ФІЗИКИ В BLENDER

**Мета:** вивчити основні алгоритми з моделювання фізики простих об'єктів при взаємодії їх між собою

В середовищах тривимірної графіки і анімації часто моделюються фізичні явища реального світу. Це може бути дощ, вітер, вода, вогонь, туман та ін. Створювати таке вручну довго та далеко непросто. Уявіть, скільки буде потрібно ключових кадрів, щоб імітувати коливання прапорця, або скільки треба крапель-об'єктів, щоб в вашому фільмі пішов дощ. Для моделювання фізики реального світу Blender містить “фізичний” процесор і ряд інших інструментів, які суттєво спрощують життя користувачам. При їх використанні відкривається доступ до безлічі налаштувань, за допомогою яких можна отримати бажаний ефект.

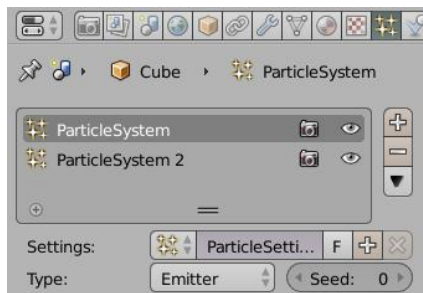
В середовищі Blender налаштування частинок та інша фізика розділені по різних вкладках редактора **Properties**. Для частинок це передостання вкладка, для решти – остання.



До частинок належить не тільки те, що має малий розмір, численність і в нормі падає зверху вниз. Також тут моделюються волосся, траву, хутро тощо. У Blender частинки породжуються випромінювачем (джерелом, емітером – **Emitter**), яким може бути будь-який mesh-об'єкт. Часто в якості емітера обирають площину.

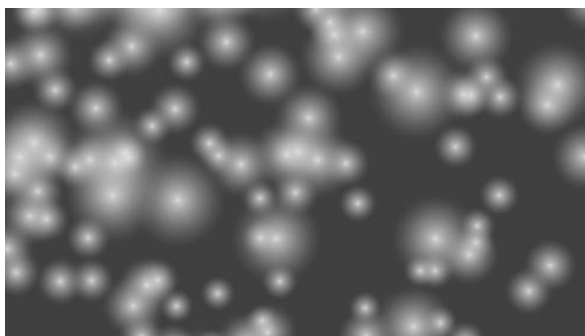
Одному мешу може бути призначено кілька систем частинок. Наприклад, якщо моделюється дощ з градом, то має сенс до одного емітера підключити дві системи частинок. Елементарні одиниці однієї системи будуть схожі на краплі, інший – на білі кулі. Також у кожній системі може бути своя поведінка, наприклад град повинен падати швидше і відскакувати від поверхні.

Системи частинок додаються в слоти подібно до того, як це робиться при додаванні до об'єкту декількох матеріалів або матеріалу кількох текстур. Хоча зазвичай буває достатньо однієї системи частинок.



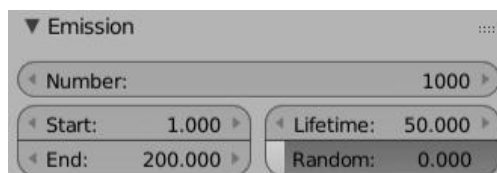
У випадяючому списку **Type** вибирають, яким буде емітер частинок або джерело, з якого буде “рости” трава. Звісно, в межах одного розділу неможливо описати всі налаштування. Частина з них інтуїтивно зрозуміла, інші можна зрозуміти, тільки непогано знаючи фізику. Тому я зупинюся на основних моментах.

Після додавання об’єкту системи частинок Ви можете не побачити їх в 3D. Частинки треба згенерувати, а для цього слід запустити анімацію (**Alt + A**). Частинки почнуть сипатися вниз з об’єкта-випромінювача. Після одного циклу анімації її можна зупинити, перейти до потрібного кадру і виконати рендер (**F12**), щоб побачити, як виглядають частинки на зображенні. Зрозуміло, що можна також створити відеофайл з анімацією.



Якщо потім Ви плануєте вносити будь-які зміни, то анімацію краще знову переграти.

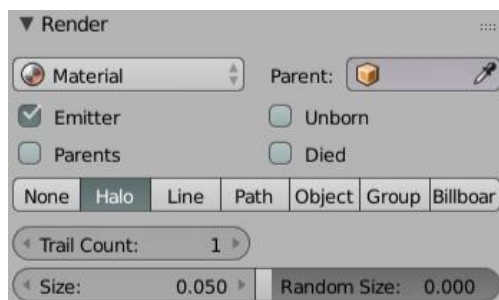
На панелі **Emission** (Випромінювання) поле **Number** визначає кількість випромінюваних частинок. Це впливає на їх щільність на одиницю простору. **Start** і **End** визначають проміжок шкали часу, коли емітер випромінює частинки. **Lifetime** — час життя однієї частинки. Так якщо конкретна частинка народилася в 60-му кадрі, а час її життя 50 кадрів, то вона зникне в 110-му кадрі.





За замовчуванням налаштування такі, що до 250-го кадру всі частинки зникають, так як останні були народжені в 200-му.

На панелі **Render** можна вибрати матеріал для частинок; одна стане “донором” для тих, які знаходяться в слотах матеріалу об’єкта-емітера.



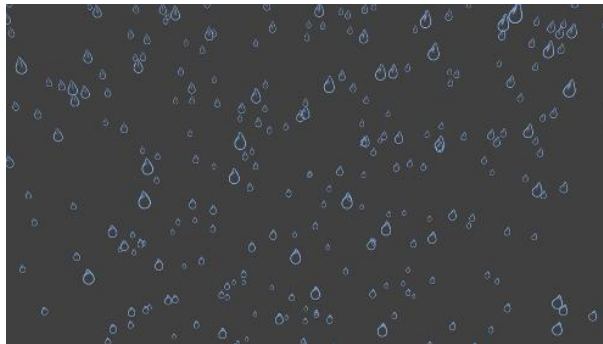
По замовчуванню вибраний тип частинок **Halo**. Його основні налаштування знаходяться не тут, а на вкладці матеріалу.



На зображенні вище на панелі **Halo** вкладки **Material** включені прапорці **Rings, Lines і Star Tips**. В результаті частинки будуть виглядати так:



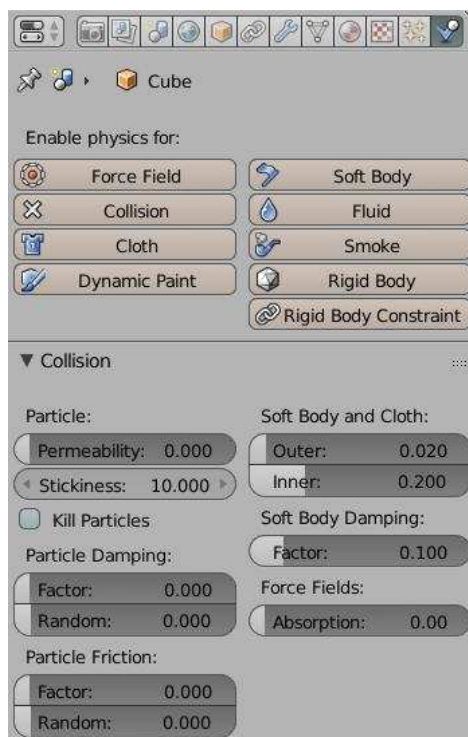
Якщо потрібно в якості частинки встановити власний об’єкт (наприклад, Ви змодельовали краплю дощу), то треба на панелі **Render** вкладки частинок переключитися з **Halo** на тип **Object**. У новому полі вказати необхідний об’єкт.



На зображенні вище була створена крапля зі сфери. До неї був застосований матеріал з налаштуванням прозорості та ін. Далі сфера була вказана в якості об'єкта, який повинен вимальовуватися на місці частинок.

Коли частинки падають, то на їх шляху можуть зустрічатися інші об'єкти. За замовчуванням ці інші об'єкти ніяк не реагують на частки. Останні проходять крізь них, наче немає ніяких перешкод. Щоб об'єкт реагував на інший об'єкт, йому додається “фізика зіткнення”.

Робиться це вже на вкладці **Physics** редактора властивостей. У об'єктів, які повинні взаємодіяти з іншими фізичними об'єктами, повинна бути включена колізія.



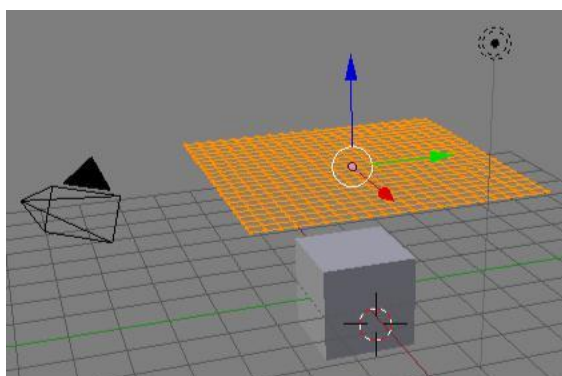
На зображенні вище колізія включена для об'єкта, який знаходиться на шляху у падаючих частинок. В налаштуваннях збільшений параметр клейкості



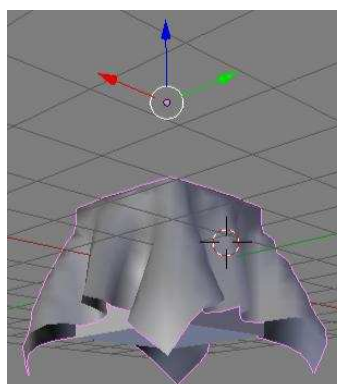
(**Stickiness**). Так частки не будуть відскакувати від об'єкта вгору, а будуть затримуватися на ньому.

Для одного об'єкта може бути включено декілька “фізик”. При включенні того чи іншого типу на відповідній кнопці з'являється хрестик.

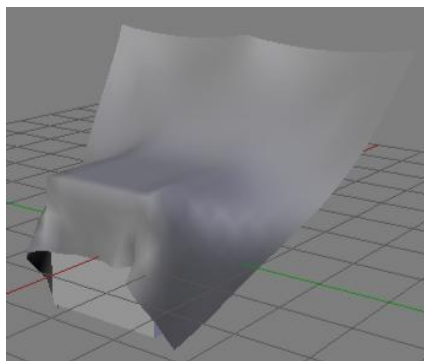
Тепер розглянемо моделювання тканини. Ми залишимо куб стартового файлу та ще додамо на сцену площину, яку збільшимо і піднімемо над кубом. Підподіляємо її безліч разів модифікатором **Extrude**. Після цього увімкнемо для площини кнопку **Cloth** на вкладці **Physics** редактора властивостей.



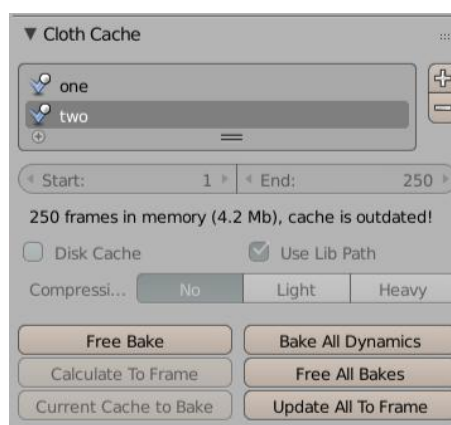
Якщо тепер запустити анімацію, то площина, ігноруючи наявність куба під нею, просто впаде вниз під дією віртуальної сили тяжіння Землі. Якщо ж для куба включити **Collision**, то площина зіткнеться з ним і оберне його подібно до тканини. На малюнку нижче у площині також було включено згладжування (на панелі інструментів **3D View**).



Тепер уявімо, що тканина до чогось прикріплена. Створимо групу вершин і призначимо їй кілька вершин площині (див. Практичну роботу Кроку № 10). На панелі **Cloth** вкладки **Physics** активуємо прапорець **Pinning** і вказуємо створену групу. Край тканини повисне на цих вершинах.



Відзначу наостанок, що при роботі з фізикою її слід налаштовувати. При цьому генеруються кадри анімації, що надалі прискорює промальовування. Можна створити безліч слотів з різними налаштуваннями, кожна з яких зберігає відмінні від інших налаштувань фізики:



## ПРАКТИЧНА РОБОТА

**Мета:** систематизувати знання про основи роботи з фізикою та перевірити їх на практиці

Одним з типів “фізик” Blender’а є силові поля (**force fields**) – вітер, вихор, магнітне поле та ін. Відповідна кнопка вмикає також подальший вибір типу силового поля. Вона знаходиться на вкладці **Physics** редактора властивостей. При цьому силове поле додається виділеному об’єкту. З іншого боку, силові поля доступні через меню **Add (Shift + A)**. Насправді тут відбувається приблизно те ж саме, але автоматично: на сцену додається порожній об’єкт і йому прописується фізика обраного силового поля. Так що для подальшого налаштування треба перейти на вкладку **Physics**.



## ЗАВДАННЯ

Додайте на сцену вітер (**Wind**) через порожній об'єкт. Стрілка буде вказувати його напрямок, яке можна змінити, повертаючи об'єкт. Дослідіть вплив вітру і його сили (**strength**) на частинки (дощ чи град) або тканину.





## ІНСТРУКТИВНІ КАРТКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРОЄКТІВ У МЕЖАХ КУРСУ “ІНФОРМАТИКА” (9 КЛАС), РОЗДІЛ “ТРИВИМІРНА ГРАФІКА”

### ПРОЄКТ №1 “Модель краплини води”

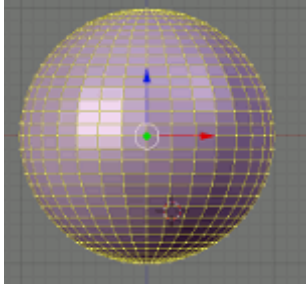
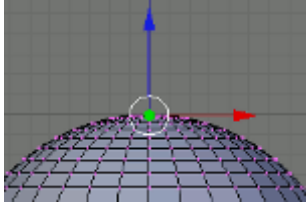
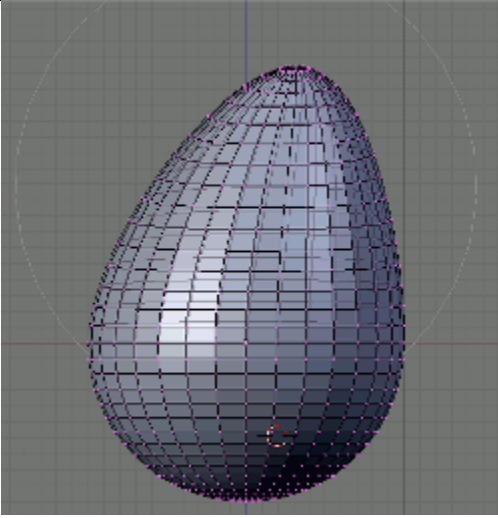
#### Очікувані результати:

- 1) Демонстрація застосування на практиці знань отриманих на уроках інформатики у рамках вивчення розділу “Тривимірна графіка”.
- 2) Закріплення вмінь виділяти головне, актуалізувати, конспектувати, порівнювати, зіставляти.
- 3) Реалізація завдань проєкту у рамках диференційованого підходу. Виконання проєкту від простішого до складнішого кроку за інструкційною картою.
- 4) Встановлення зв’язків між раніше засвоєними та новими здобутими знаннями; між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.
- 5) Формування групи компетентностей: соціально-трудової, інформаційної, загальнокультурної, уміння вчитися протягом життя та вирішувати нестандартні проблемні ситуації.

### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

| № | Завдання                                            | Спосіб виконання                                      | Скріншот |
|---|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------|
| 1 | Запустити середовище <b>Blender</b> та видалити куб | <b>Delete</b> , потім <b>Ok</b> .                     |          |
| 2 | Додати на сцену сферу                               | Вибрати: <b>Add -&gt; Mesh -&gt; UVSphere</b> .       |          |
| 3 | Переключитися на вигляд спереду                     | <b>1</b> на <b>NumLock</b> .                          |          |
| 4 | Наблизити сферу                                     | Навести курсор миші на сферу і покрутити колесо миші. |          |



|    |                                                                                                              |                                                                                                |                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Переключитися в режим редагування.                                                                           | <b>Tab</b>                                                                                     |    |
| 6  | Відмінити виділення.                                                                                         | Натиснути <b>A</b>                                                                             |                                                                                       |
| 7  | Виділити саму верхню вершину сфери.                                                                          | Клік правою кнопкою миші по найвищій точці сфери.                                              |    |
| 8  | Включити пропорційне редагування переходів.                                                                  | Натиснути <b>O</b>                                                                             |    |
| 9  | Перемістити вершину вгору і, можливо, трохи вбік, попередньо відрегулювати кількість вершин для переміщення. | <b>G</b> – увімкнення режиму переміщення.<br><b>Колесо миші</b> – регулювання охоплених вершин |  |
| 10 | Злегка перемістити вгору нижню вершину.                                                                      | Аналогічно п.7 та п.9                                                                          |                                                                                       |
| 11 | Переключитися в об'єктний режим                                                                              | <b>Tab</b>                                                                                     |                                                                                       |



|    |                                  |                                                                       |  |
|----|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--|
| 12 | Надати об'єкту згладження.       | Кнопка “ <b>Set Smooth</b> ” на панелі редагування ( <b>Editing</b> ) |  |
| 13 | Переключитися на вигляд з камери | <b>0</b> на <b>NumLock</b>                                            |  |
| 14 | Зберегти файл.                   | <b>F2</b>                                                             |  |

Переглянути інструкційну картку на мобільному пристрої можна за QR-кодом:



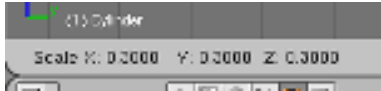


## ПРОЄКТ №2 “Модель молекули води”

## Очікувані результати:

- 1) Демонстрація застосування на практиці знань отриманих на уроках інформатики у рамках вивчення розділу “Тривимірна графіка”.
- 2) Закріплення вмінь виділяти головне, актуалізувати, конспектувати, порівнювати, зіставляти.
- 3) Реалізація завдань проєкту у рамках диференційованого підходу. Виконання проєкту від простішого до складнішого кроку за інструкційною карткою.
- 4) Встановлення зв'язків між раніше засвоєними та новими здобутими знаннями; між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.
- 5) Формування групи компетентностей: соціально-трудової, інформаційної, загальнокультурної, уміння вчитися протягом життя та вирішувати нестандартні проблемні ситуації.

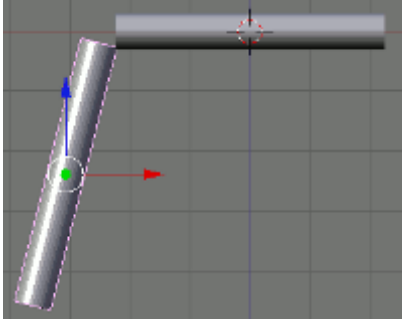
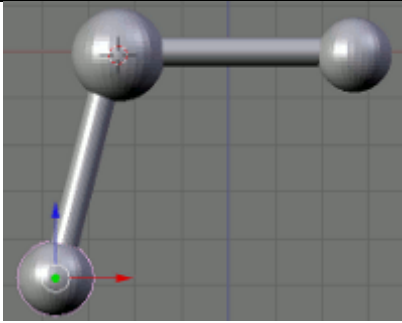
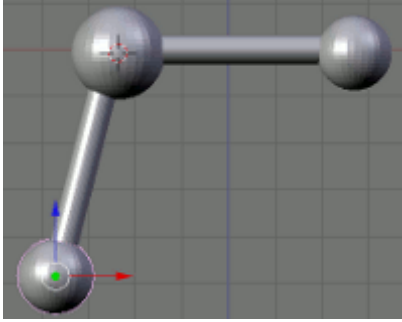
## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

| № | Завдання                                                    | Спосіб виконання                                                                                                                                                                                      | Скріншот                                                                              |
|---|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Запустити середовище Blender, видалити куб.                 | клавіша <b>Delete</b><br><b>Ok</b>                                                                                                                                                                    |                                                                                       |
| 2 | Додати на сцену циліндр.                                    | Вибрати:<br><b>Add -&gt; Mesh -&gt; Cylinder</b>                                                                                                                                                      |                                                                                       |
| 3 | Переконайтеся, що Ви перебуваєте в об'єктному режимі.       |                                                                                                                                                                                                       |  |
| 4 | Зменшити циліндр по всіх осях до 0.3 від колишніх розмірів. | Натиснути <b>S</b> , потім, затиснувши <b>Ctrl</b> , рухати мишею поки значення в лівому нижньому кутку 3D-вікна не стануть довінювати <b>0.3</b><br>Закріпити, клацнувши <b>лівою кнопкою миші</b> . |  |
| 5 | Увімкнути вид спереду                                       | <b>1</b> на <b>NumLock</b> .                                                                                                                                                                          |                                                                                       |



|   |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Збільшити циліндр по осі Z в 7.5 рази                                                                                                     | Натиснути <b>S</b> , потім <b>Z</b> , і, затиснувши <b>Ctrl</b> , рухати мишею поки значення в лівому нижньому кутку 3D-вікна не стане 7.5. Закріпити, клацнувши лівою кнопкою миші |                                                                                       |
| 7 | Повернути циліндр на 90 градусів по осі Y                                                                                                 | Натиснути <b>R</b> , потім <b>Y</b> , і, затиснувши <b>Ctrl</b> , рухати мишею поки значення в лівому нижньому кутку 3D-вікна не стане 90. Закріпити, клацнувши лівою кнопкою миші  |                                                                                       |
| 8 | Продублювати циліндр. Копію перемістити по осі X так, щоб два циліндра торкалися одне одного                                              | Дублювання: <b>Shift + D. X</b> , потім переміщення за допомогою миші                                                                                                               |  |
| 9 | Оскільки в молекулі води кут зв'язку НОН дорівнює 104.5 градусів, то слід розгорнути другий циліндр по осі Y на 75.5 градусів (180-104.5) | <b>R</b> , потім <b>Y</b>                                                                                                                                                           |                                                                                       |



|    |                                                                                |                                                                                                                                                                     |                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Поеднати кінці<br>циліндрів                                                    | Перемістити за<br>допомогою миші за<br>червону і синю<br>стрілки-осі                                                                                                |    |
| 11 | Розмістити 3D-курсор в<br>точці з'єднання двох<br>циліндрів                    | Клік <b>лівою клавішею</b><br><b>миші</b>                                                                                                                           |                                                                                       |
| 12 | Додати сферу, яка буде<br>служити моделлю атома<br>кисню                       | Вибрати:<br><b>Add -&gt; Mesh -&gt;</b><br><b>UVSphere</b>                                                                                                          |                                                                                       |
| 13 | Два рази продублювати<br>сферу, а дублікати<br>перенести на кінці<br>циліндрів | Дублювання:<br><b>Shift + D.</b><br>Переміщення за<br>допомогою миші                                                                                                |   |
| 14 | Зменшити крайні кулі до<br>значення 0.8 від<br>початкового                     | Натиснути <b>S.</b><br>Перемістити курсор<br>миші при затиснутому<br><b>Ctrl</b>                                                                                    |  |
| 15 | Об'єднати всі елементи<br>моделі                                               | Виділення групи<br>елементів:<br>послідовний клік<br><b>правою кнопкою</b><br><b>миші при затиснутій</b><br><b>клавіші Shift.</b><br>Об'єднання:<br><b>Ctrl + J</b> |                                                                                       |



|    |                                          |                                                  |                                                                                     |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | Переключитися на вигляд з камери         | 0 на NumLock                                     |                                                                                     |
| 17 | Відкоригувати розміщення моделі на сцені | За допомогою інструментів переміщення і повороту |  |
| 18 | Зберегти файл                            | Натиснути F2                                     |                                                                                     |

Переглянути інструкційну картку на мобільному пристрої можна за QR-кодом:



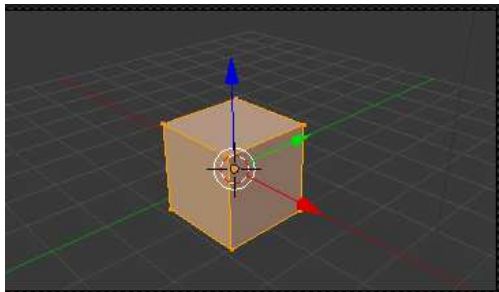
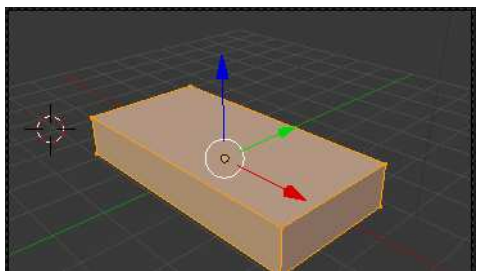
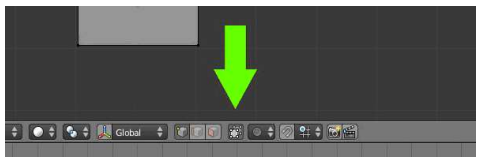


### ПРОЄКТ №3 “Модель літака”

#### Очікувані результати:

- 1) Демонстрація застосування на практиці знань отриманих на уроках інформатики у рамках вивчення розділу “Тривимірна графіка”.
- 2) Закріплення вмінь виділяти головне, актуалізувати, конспектувати, порівнювати, зіставляти.
- 3) Реалізація завдань проєкту у рамках диференційованого підходу. Виконання проєкту від простішого до складнішого кроку за інструкційною картою.
- 4) Встановлення зв'язків між раніше засвоєними та новими здобутими знаннями; між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.
- 5) Формування групи компетентностей: соціально-трудової, інформаційної, загальнокультурної, уміння вчитися протягом життя та вирішувати нестандартні проблемні ситуації.

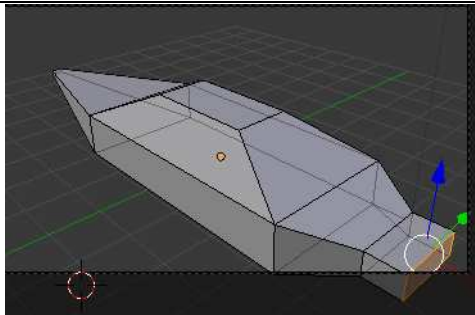
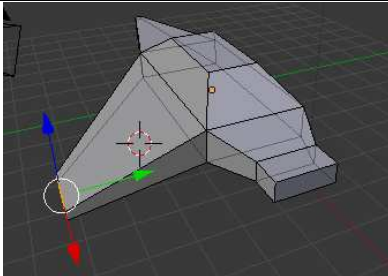
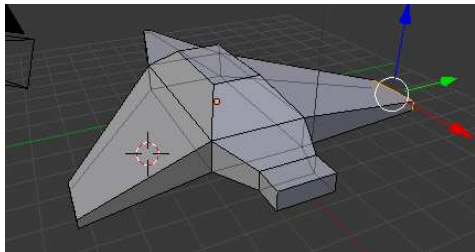
### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

| № | Завдання                                                  | Спосіб виконання                                                                                             | Скріншот                                                                              |
|---|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Запустити середовище Blender. Увімкнути режим редагування | Натиснути клавішу <b>Tab</b>                                                                                 |   |
| 2 | З куба зробити прямокутний паралелепіпед                  | Використовуємо клавішу <b>S</b> для зміни розмірів куба:<br>по осі X - 3,0;<br>по осі Y-1,5;<br>по осі Z-0,5 |  |
| 3 | Відобразити вершини, які ховаються за об'єктом            | Натисніть на кнопку <b>Visible Selection</b> не виходячи з режиму редагування                                |  |



|   |                                                                       |                                                                                                                                                                                     |  |
|---|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|   |                                                                       |                                                                                                                                                                                     |  |
| 4 | Виділити ребра                                                        | Натисніть виділення ребра і по черзі виділяйте ребра при затиснутій клавіші <b>Shift</b>                                                                                            |  |
| 5 | Включити інструмент <b>Extrude</b> і витягнути передню частину вперед | Спеціальна кнопка на панелі <b>Mesh Tools</b> вікна кнопок: <b>Extrude</b> або за допомогою гарячої клавіші <b>E</b> . Витягуємо передню частину при затиснутій клавіші <b>Ctrl</b> |  |
| 6 | Звузити вершину в конус                                               | Натиснути клавішу <b>S</b> і, утримуючи клавішу <b>Ctrl</b> , переміщати курсор миші до тих пір поки розмір верхньої частини не стане дорівнювати <b>0.1</b>                        |  |



|    |                                        |                                                                                    |                                                                                     |
|----|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | Створити верхню частину літака і хвіст | Повторити п.5,6,7                                                                  |  |
| 8  | Створити крила                         |  |  |
| 9  | Переключитися на вигляд з камери       | Натиснути <b>0</b> на <b>NumLock</b>                                               |                                                                                     |
| 10 | Зберегти файл                          | Натиснути <b>F2</b>                                                                |                                                                                     |

Переглянути інструкційну картку на мобільному пристрої можна за QR-кодом:



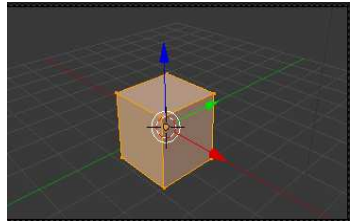
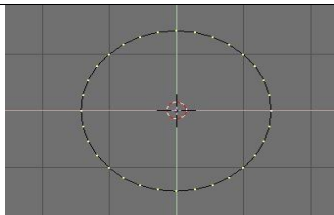
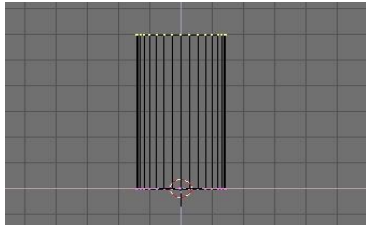


## ПРОЄКТ №4 “Замкова вежа”

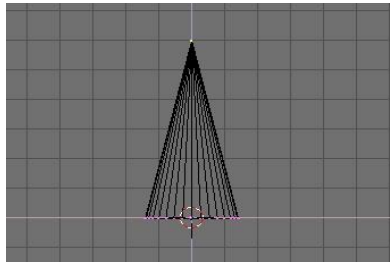
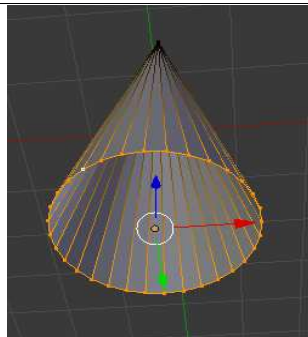
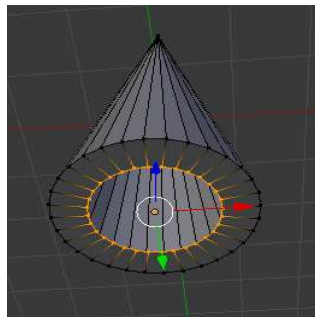
### Очікувані результати:

- 1) Демонстрація застосування на практиці знань отриманих на уроках інформатики у рамках вивчення розділу “Тривимірна графіка”.
- 2) Закріплення вмінь виділяти головне, актуалізувати, конспектувати, порівнювати, зіставляти.
- 3) Реалізація завдань проєкту у рамках диференційованого підходу. Виконання проєкту від простішого до складнішого кроку за інструкційною картою.
- 4) Встановлення зв'язків між раніше засвоєними та новими здобутими знаннями; між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.
- 5) Формування групи компетентностей: соціально-трудової, інформаційної, загальнокультурної, вміння вчитися протягом життя та вирішувати нестандартні проблемні ситуації.

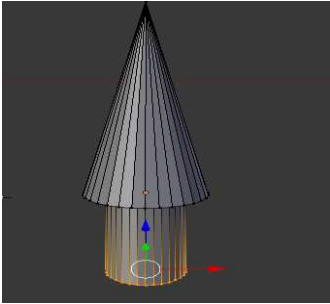
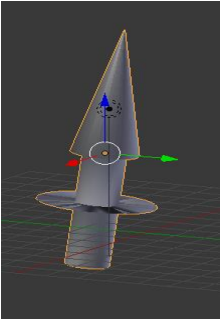
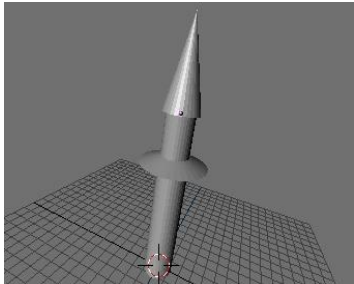
### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

| № | Завдання                                                  | Спосіб виконання                                                                                                   | Скріншот                                                                              |
|---|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Запустити середовище Blender. Увімкнути режим редагування | Натиснути <b>Tab</b>                                                                                               |   |
| 2 | Видалити куб                                              | Клавіша <b>Delete</b><br><b>Ok</b>                                                                                 |                                                                                       |
| 3 | Увімкнути вигляд зверху і додати меш-кільце               | <b>NumPad - 7</b><br><b>Add - Mesh - Circle</b>                                                                    |  |
| 4 | Увімкнути вигляд спереду і почати витіснення              | Натиснути клавішу <b>1</b> ,<br>потім клавішу <b>E</b> і<br>витіснити кільце при<br>затиснутій клавіші <b>Ctrl</b> |  |



|   |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                       |
|---|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Звузити верх кільця            | <p>Натиснути клавішу <b>S</b>, увімкнеться режим масштабування, і знову затиснути <b>Ctrl</b>.</p> <p>Перемістити вашу курсор миші горизонтально і клацнути лівою кнопкою миші, як тільки розмір верхньої частини буде дорівнювати нулю (це можна побачити в лівому нижньому кутку вашого 3D-вікна)</p> |    |
| 6 | Виділити вершини основи конуса | <p>Виберіть вершини нижньої частини конуса за допомогою клавіші виділення вершин</p>                                                                                                                                                                                                                    |   |
| 7 | Звузити основу конуса          | <p>Запустіть <b>Extrude</b> (клавіша <b>E</b>) і потім відразу ж натисніть <b>S</b>. Зменшіть внутрішню частину вежі. Коли ширина тіла вашої вежі буде достатньою (на Ваш погляд), клацніть лівою кнопкою миші, щоб зафіксувати розмір</p>                                                              |  |



|    |                           |                                                                                                                                             |                                                                                     |
|----|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | Створення тіла вежі       | Витісність вершини вниз.<br>Для цього потрібно натиснути клавішу <b>E</b> і, затиснувши клавішу <b>Ctrl</b> , протягнути курсор миші донизу |  |
| 9  | Додавання інших елементів |                                                            |  |
| 10 | Увімкнути вигляд з камери | Натиснути <b>0</b> на <b>NumLock</b>                                                                                                        |                                                                                     |
| 11 | Зберегти файл             | Натиснути <b>F2</b>                                                                                                                         |                                                                                     |

Переглянути інструкційну картку на мобільному пристрої можна за QR-кодом:



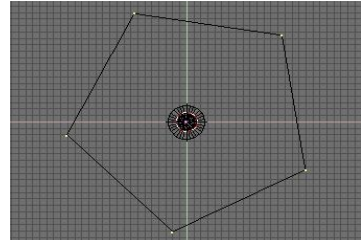


## ПРОЄКТ №5 “Фортчні мури” (продовження проєкту №4)

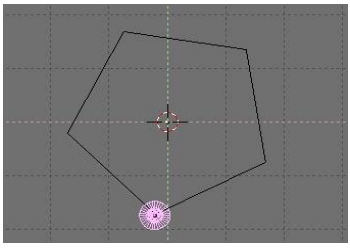
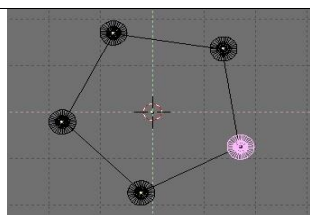
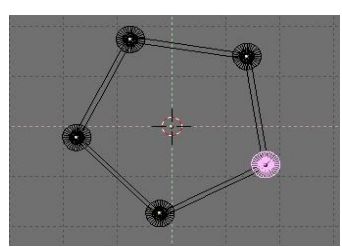
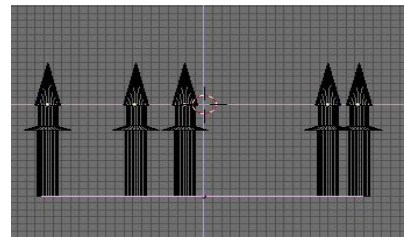
### Очікувані результати:

- 1) Демонстрація застосування на практиці знань отриманих на уроках інформатики у рамках вивчення розділу “Тривимірна графіка”.
- 2) Закріплення вмінь виділяти головне, актуалізувати, конспектувати, порівнювати, зіставляти.
- 3) Реалізація завдань проєкту у рамках диференційованого підходу. Виконання проєкту від простішого до складнішого кроку за інструкційною картою.
- 4) Встановлення зв’язків між раніше засвоєними та новими здобутими знаннями; між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.
- 5) Формування групи компетентностей: соціально-трудової, інформаційної, загальнокультурної, уміння вчитися протягом життя та вирішувати нестандартні проблемні ситуації.

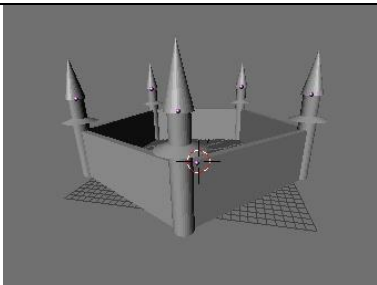
### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

| № | Завдання                                                                                           | Спосіб виконання                                                                                   | Скріншот                                                                             |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Перейдіть на вигляд зверху.<br>Додайте 5-ти стороннє меш-кільце.<br>Надайте йому правильний розмір | <b>NumPad - 7</b><br><b>Add - Mesh - Circle</b><br>Далі вибрати <b>Vertices</b> і замінити 32 на 5 |  |



|   |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |
|---|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Поедняйте вежу зі стіною | Вийдіть з режиму редагування та оберіть вежу за допомогою <b>ПКМ</b> . Візьміть вашу вежу і перемістіть її на один з кутів. Не потрібно розміщувати центр вежі точно в куті п'ятикутника, краще розмістити його злегка назовні, щоб можна було поставити більше значення товщини стін |    |
| 3 | Додайте інші вежі        | Скопіюйте вежу ( <b>Shift + D</b> ) і перемістіть по іншим кутам                                                                                                                                                                                                                      |   |
| 4 | Додати стінам об'єм      | Оберіть кільце і увійдіть в режим редагування. Запустіть <b>Extrude</b> . Змініть розмір обраної частини так, щоб надати кільцю ширину                                                                                                                                                |  |
| 5 | Додати стінам висоту     | Вийдіть з режиму редагування і переключіться на вигляд спереду, за допомогою клавіші <b>1</b> на допоміжній клавіатурі. Ймовірно, Ваша стіна зараз починається десь з середини вашої вежі, перемістіть її на рівень підлоги. Потім витісніть стіни вгору                              |  |



|   |                                        |                                      |                                                                                     |
|---|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Переключитися<br>на вигляд з<br>камери | Натиснути <b>0</b> на <b>NumLock</b> |  |
| 7 | Зберегти файл                          | Натиснути <b>F2</b>                  |                                                                                     |

Переглянути інструкційну картку на мобільному пристрої можна за QR-кодом:



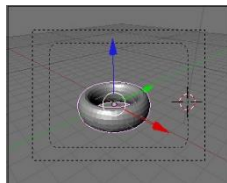


## ПРОЄКТ №6 “Дитяча іграшка – “пірамідка”

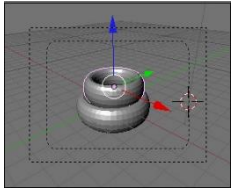
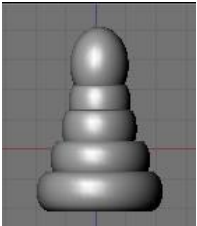
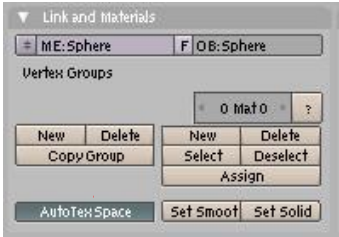
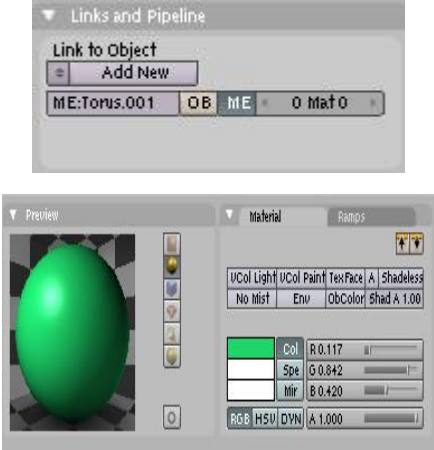
### Очікувані результати:

- 1) Демонстрація застосування на практиці знань отриманих на уроках інформатики у рамках вивчення розділу “Тривимірна графіка”.
- 2) Закріплення вмінь виділяти головне, актуалізувати, конспектувати, порівнювати, зіставляти.
- 3) Реалізація завдань проєкту у рамках диференційованого підходу. Виконання проєкту від простішого до складнішого кроку за інструкційною картою.
- 4) Встановлення зв’язків між раніше засвоєними та новими здобутими знаннями; між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.
- 5) Формування групи компетентностей: соціально-трудової, інформаційної, загальнокультурної, уміння вчитися протягом життя та вирішувати нестандартні проблемні ситуації.

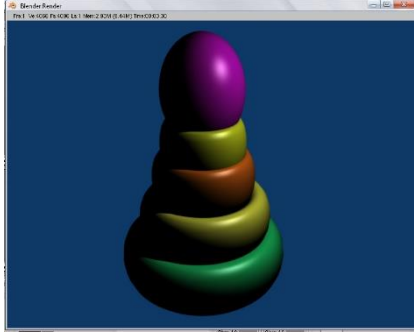
### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

| № | Завдання                                                                | Спосіб виконання                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Скріншот                                                                              |
|---|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Запустити середовище Blender, видалити куб, налаштувати вікна проекцій. | Натиснути <b>X</b> , потім <b>Enter</b> (або <b>Delete</b> , потім <b>Enter</b> );<br>розділити робоче поле на три вікна – проекції ( <b>ПКМ, Split Area</b> );<br>1 вікно: <b>View – Front</b> (вигляд спереду);<br>2 вікно: <b>View – Top</b> (вигляд зверху);<br>3 вікно: <b>View – Camera</b> (перспектива) |                                                                                       |
| 2 | Додати на сцену об’єкт “ <b>Torus</b> ”                                 | Клавіша “пробіл”;<br><b>Add-Mesh-Torus</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                       |
| 3 | Виконати масштабування об’єкта                                          | Клавіша <b>S</b> – (пропорційне збільшення);<br>Клавіша <b>S + Z</b> - (збільшення висоти кільця);                                                                                                                                                                                                              |  |



|   |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Виконати переміщення об'єкта                                                                                          | Клавіша <b>G + X</b> – по осі <b>X</b> (довжина);<br>Клавіша <b>G + Y</b> – по осі <b>Y</b> (ширина);<br>Клавіша <b>G + Z</b> – по осі <b>Z</b> (висота).                                                                      |    |
| 5 | Повторити пункти 2, 3, 4 - ще два рази                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                |    |
| 6 | Додати на сцену об'єкт                                                                                                | Клавіша “ <b>пробіл</b> ”;<br><b>Add-Mesh- UVsphere</b>                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
| 7 | Повторити пункти 3, 4                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                |   |
| 8 | Провести згладжування об'єктів<br> | Виділити об'єкт – клік <b>ПКМ</b> (кілька об'єктів – <b>Shift + ПКМ</b> );<br>Натиснути клавішу <b>F9</b> (панель згладжування) – <b>Set Smoth</b>                                                                             |  |
| 9 | Додати матеріали                                                                                                      | Виділити об'єкт – клік <b>ПКМ</b> ; натиснути клавішу <b>F5</b> (панель матеріалів) – <b>add new</b> – кнопка  – <b>col</b> (вибрати колір) |  |



|    |                                     |                     |                                                                                     |
|----|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Повторити пункт 8 для всіх об'єктів |                     |  |
| 11 | Зберегти проєкт                     | Натиснути <b>F2</b> |                                                                                     |

Переглянути інструкційну картку на мобільному пристрої можна за QR-кодом:



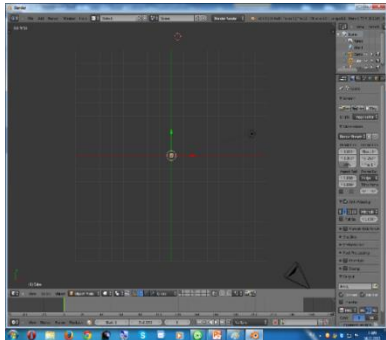
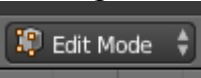
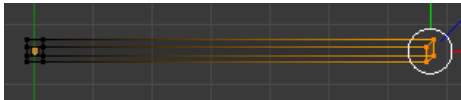


## ПРОЄКТ №7 “Модель будівлі”

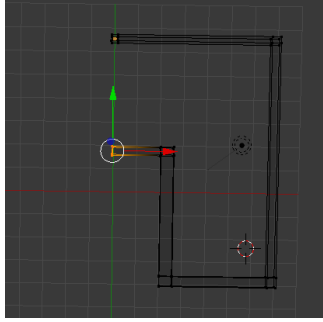
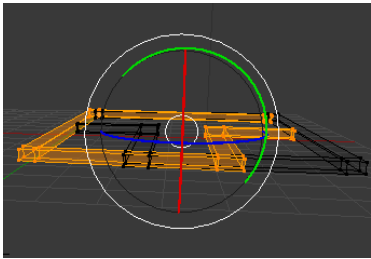
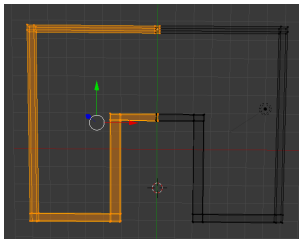
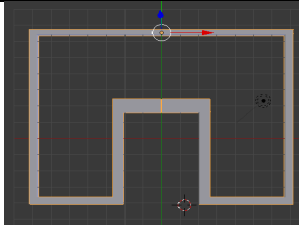
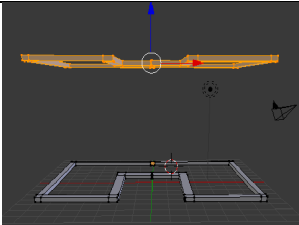
## Очікувані результати:

- 1) Демонстрація застосування на практиці знань отриманих на уроках інформатики у рамках вивчення розділу “Тривимірна графіка”.
- 2) Закріплення вмінь виділяти головне, актуалізувати, конспектувати, порівнювати, зіставляти.
- 3) Реалізація завдань проєкту у рамках диференційованого підходу. Виконання проєкту від простішого до складнішого кроку за інструкційною картою.
- 4) Встановлення зв'язків між раніше засвоєними та новими здобутими знаннями; між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.
- 5) Формування групи компетентностей: соціально-трудової, інформаційної, загальнокультурної, уміння вчитися протягом життя та вирішувати нестандартні проблемні ситуації.

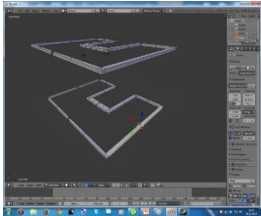
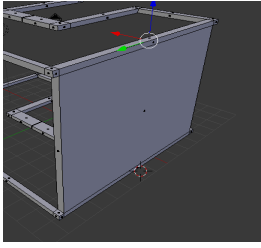
## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

| № | Завдання                                                      | Спосіб виконання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Скріншот                                                                              |
|---|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Запустити середовище Blender, зменшити куб                    | Натиснути на клавішу <b>S</b> і перемістити курсор миші                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |
| 2 | Створити на основі об'єкта “Куб” контури майбутнього об'єкта. | <p>Для початку перенесіть цей куб вгору по осі <b>Y</b> і виділіть 4 бічних грані куба.</p> <p>Для цього треба натиснути клавішу <b>Z</b> і вибрати <b>Edit Mode</b>.</p>  <p><b>Mode.</b></p> <p>Виділити 4 бічних грані куба і натиснути на клавішу <b>E</b> (клавіша екструдювання або витіснення) та витягнути їх.</p> |  |



|   |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Далі за таким же алгоритмом потрібно зробити інші сторони будівлі | Врахуйте, коли Ви будете міняти напрямок вашого контуру по осях Y і X, то потрібно буде зробити повторне витягування, а потім створені вами чотири грані виділити і витягнути тільки вже вниз, як в попередньому випадку |    |
| 4 | Зробити копію отриманої моделі                                    | Тепер потрібно виділити всю створену модель і за допомогою <b>Duplicate Object</b> зробити копію моделі                                                                                                                  |    |
| 5 | Вибрати консоль для подальшого редагування                        | Вибрати серед нижніх консолей другу за рахунком іконку і активувати її                                                                                                                                                   |    |
| 6 | Розвернути дублікат                                               | Повернути дублікат вашої моделі, взявши ЛКМ за зелену дугу і рухаючи мишкою                                                                                                                                              |   |
| 7 | Підганяємо дублікат по розмірам                                   | Далі вирівняний дублікат, за допомогою цієї іконки  і попередньої консолі, посунути по осі X, щоб досягнути зображення на скріншоті  |  |
| 8 | Вибраємо вид                                                      | Тепер вибираємо замість <b>Edit mode</b> в тій же консолі <b>Object Mode</b> .<br>Потім натисніть <b>Z</b>                                                                                                               |  |
| 9 | Переміщаємо виділену модель                                       | Далі вже виділену Вами модель, натиснувши на <b>E</b> , піднімаємо вгору.                                                                                                                                                |  |



|    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | З'єднуємо бічні сторони будівлі | <p>Вибираємо <b>Edit Mode</b> та виділяємо будь-яку зі сторін та витягуємо її.</p> <p>Для цього в даній консолі виберіть іконку.</p>  <p>Таким чином Ви з'єднали нижню сторону будівлі з верхньою.</p> <p>За таким же алгоритмом з'єднайте інші сторони.</p> |   |
| 11 | Розглянути об'єкт               | <p>Ви можете використовувати клавіші керування оглядом сцени.</p> <p><b>“1” – “8” NumLock</b></p>                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                         |
| 12 | Зберегти файл.                  | Натиснути <b>F2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                         |

Переглянути інструкційну картку на мобільному пристрої можна за QR-кодом:





## ПРОЄКТ №8 (Підсумковий, диференційований): “Створення моделі сніговика”

### Очікувані результати:

- 1) Демонстрація застосування на практиці знань отриманих на уроках інформатики у рамках вивчення розділу “Тривимірна графіка”.
- 2) Закріплення вмінь виділяти головне, актуалізувати, конспектувати, порівнювати, зіставляти.
- 3) Реалізація завдань проєкту у рамках диференційованого підходу. Виконання проєкту від простішого до складнішого кроку за інструкційною картою.
- 4) Встановлення зв'язків між раніше засвоєними та новими здобутими знаннями; між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.
- 5) Формування групи компетентностей: соціально-трудової, інформаційної, загальнокультурної, уміння вчитися протягом життя та вирішувати нестандартні проблемні ситуації.
- 6) Систематизація отриманих знань, набутих вмінь та сформованих навичок роботи з Blender 2.90.

### ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА

**Перший етап. Створення основи (для здобувачів освіти з початковим та середнім рівнем знань з теми “Тривимірна графіка”)**

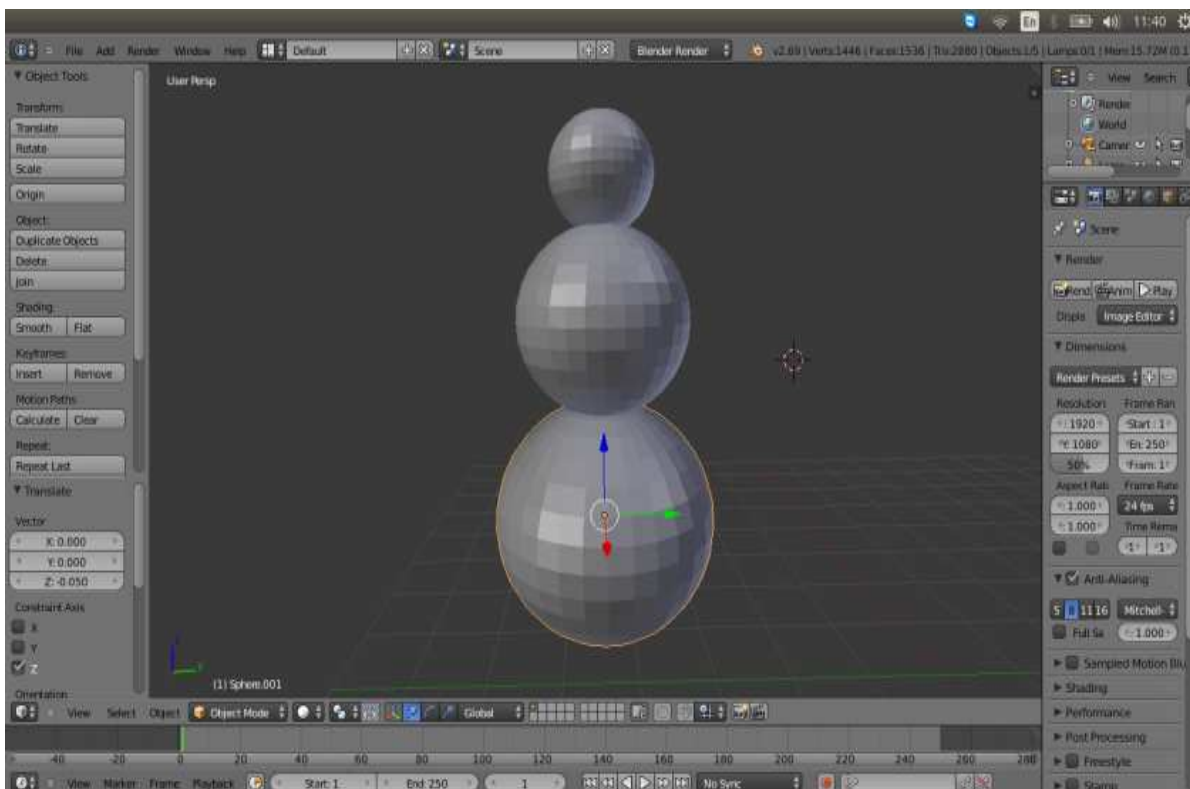
- 1) Відкриваємо Blender.
- 2) Очищаємо робочу область, видаливши базовий примітив (куб). Натискаємо на **Delete** і підтверджуємо видалення.
- 3) Сніговика можна зробити з декількох простих частин. Почнемо з його основи, трьох сфер різного розміру. Додати новий об'єкт сцени можна двома способами:
  - на верхній панелі вибрати **Add - Mesh - UV Sphere**
  - натиснути поєднання клавіш **Shift + A**, обрати сферу.

Виконати операцію три рази.

4) Після того, як три сфери готові, можна почати збирати сніговика. Натиснувши правою кнопкою миші і вибравши одну зі сфер, за допомогою клавіші **S** змінюємо розмір сфери. Таким чином, отримуємо три сфери різних розмірів.

5) Далі піднімаємо найменшу сферу наверх, а найбільшу опускаємо донизу. Зробити це можна за допомогою клавіші **G**.

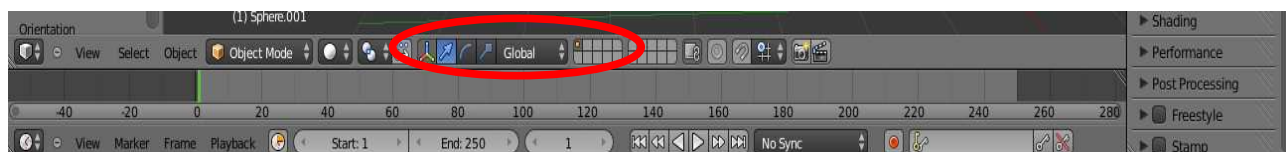
- 6) Отримуємо основу сніговика.



Другий етап. Деталізація, рендеринг та текстуриг сніговика (для здобувачів освіти з достатнім та високим рівнем знань з теми “Тривимірна графіка”)

1) На голову сніговика необхідно додати ще 3 об’єкти: морквину- носа та два ока. Зробити очі не важче, ніж кулі, з яких ми “ліпили” тіло сніговика. Додаємо дві сфери, але набагато меншого розміру, та розміщуємо їх на верхній кулі.

2) Ніс-морквину робимо з конуса. Для цього потрібно натиснути **Shift + A** і обрати конус, але, щоб з нього вийшов ніс, Вам доведеться його перевернути. У нижній частині екрана вибираємо покажчик, який знаходиться правіше стрілочки і на самому конусі, з’являться числові налаштування його положення по трьох осях координат; їх можна змінювати і конус буде обертатися. Повернувши його на дев’яносто градусів, встановлюємо його на голові сніговика.

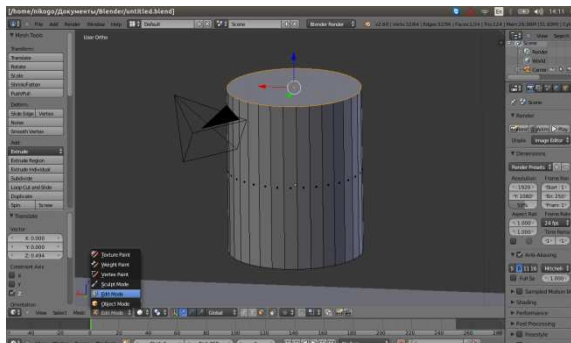


3) Переходимо до створення рук. Їх ми робимо з циліндрів. Натискаємо комбінацію клавіш **Shift + A** і там вибираємо циліндр. Перевертаємо його за таким же алгоритмом, як і конус, але довжина конуса за замовчуванням занадто мала для

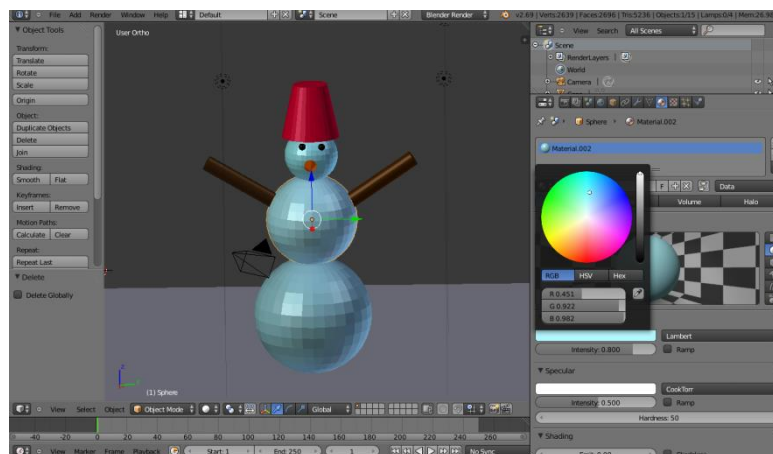


нашої моделі. Тому вибираємо **Edit Mode** і натискаємо **правою кнопкою миші** на верхню межу, тягнемо її вгору. Перевернувши встановлюємо руку на тулуб. Повторюємо дії для другої руки.

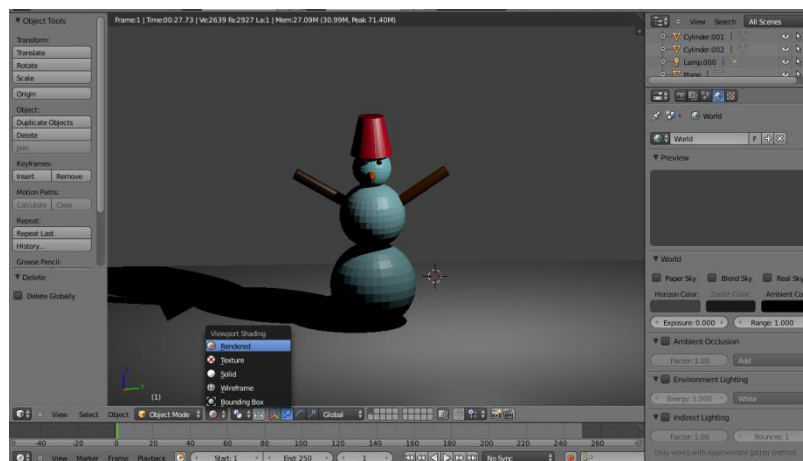
4) Сніговику також потрібно надіти на голову відро. Його ми зробимо з циліндра. Редагуємо циліндр у меню **Edit Mode**. Вибираємо верхню грань і зменшуємо її розмір.



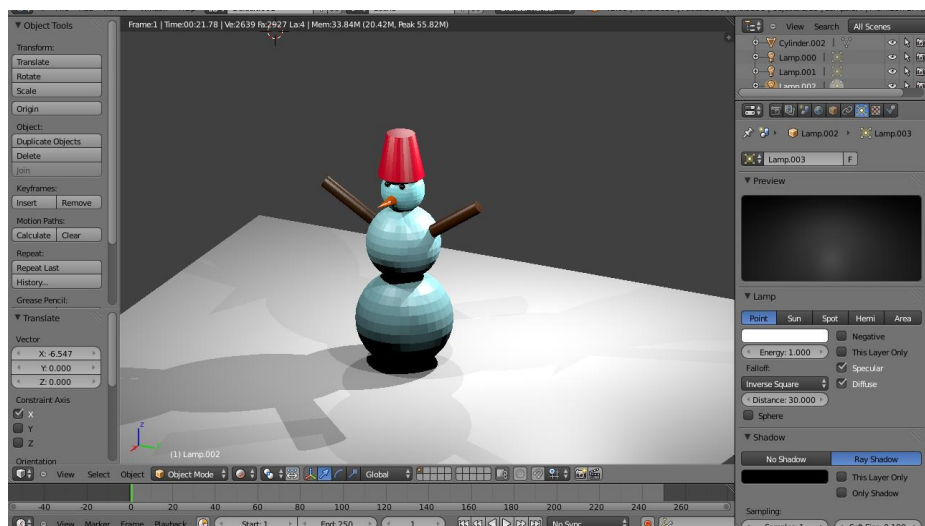
5) Тепер розмальовуємо сніговика. У правій панелі – меню матеріалів, є можливість вибрати колір і розфарбувати сніговика. В результаті у нас вийде кольорове зображення.



6) Після рендерингу наш сніговик виглядає не надто яскраво. Проблема полягає в недостатній кількості світла.



У списку об'єктів потрібно знайти джерело світла (лампу) і зробити чотири його копії. Потім лампи потрібно розмістити над сніговиком, щоб висвітлити об'єкт з чотирьох різних сторін.



Сніговик готовий! Проект успішно реалізовано на найвищому рівні!

Переглянути інструкційну картку на мобільному пристрої можна за QR-КОДОМ:





## ПІСЛЯМОВА

Розділ “Тривимірна графіка” був дуже вдалим кроком в рамках його інтеграції до шкільної програми навчальної дисципліни “Інформатика”. Робота з Blender неабияк активізувала інтерес здобувачів освіти до новітніх технологій. На мою думку це пов’язано з кількома факторами: інтересом дітей до 3D графіки в комп’ютерних іграх та фільмах, зацікавленість у візуальному відображенні виконуваних алгоритмів в рамках уроку, візуалізація власного результату з можливістю його збереження та вдосконалення. Сучасна освіта повинна іти в ногу з новітніми технологіями, інакше ми виховаємо покоління з “застарілими” та неактуальними знаннями, якому буде дуже важко знайти своє місце в сучасному світі.

Технології невпинно розвиваються. Ця тенденція з кожним роком все більше набирає обертів. Ми купуємо новий смартфон... і за рік-два розуміємо, що його ресурсів стає недостатньо, щоб забезпечити ефективну роботу додатків, які постійно оновлюються, надаючи все більше функцій, використовуючи кращу графіку та інший алгоритм вирішення поставлених перед ними завдань. Купуємо дітям ігровий персональний комп’ютер чи ноутбук – і з виходом нових ігор розуміємо, що все орієнтується на “некст-ген”, а не на те, що було потужним і найкращим учора. Єдиним правильним вектором розвитку людини в цифровому світі є постійне і безперервне вдосконалення своїх вмінь та навиків роботи з різноманітними гаджетами та програмними технологіями. Цього від нас вимагає сучасний світ. Якщо, звісно, ми хочемо бути в ньому конкурентноспроможними на ринку праці, цікавими співрозмовниками та ефективними робітниками.

На сьогодні інформаційно-цифрова компетентність увійшла, як необхідна вимога, до професійного стандарту за професіями “Вчитель початкових класів закладу загальної середньої освіти”, “Вчитель закладу загальної середньої освіти”, “Вчитель з початкової освіти (з дипломом молодшого спеціаліста)”. І це – беззаперечно позитивне явище, оскільки сучасних дітей повинні навчати “сучасні” педагоги. У всіх розуміннях цього слова.



Я, працюючи вчителем інформатики, кожен день приймаю виклики розвитку програмного забезпечення, цифрових та інформаційних технологій. З власного досвіду, можу дати лише єдину пораду – не варто боятися! Основним стримуючим фактором в опануванні цифрової галузі є якраз наш страх усвідомлення того, що, незважаючи на досвід, посади, відзнаки, категорії та звання ми: вчителі, викладачі, педагоги теж можемо чогось не знати! І немає чого тут соромитися – ми не телефонні додатки, які можна оновити, натиснувши пальцем на дисплей, знаходячись під покриттям роутера. Але ми можемо вчитися та розвиватися протягом усього життя, варто лише захотіти цього. Сучасний доступ до інформації та навчальних ресурсів дозволяє це зробити навіть з домашнього комп'ютера. Щоб опанувати офісний пакет програм, навчитися працювати з новою версією операційної системи, створити інтерактивну вправу для дітей чи звичайний QR-код інструктивної картки, відзняти відео для дистанційного уроку чи провести його в режимі онлайн не потрібно закінчувати ще один університет. Достатньо просто пошукати інформацію в мережі, переглянути навчальний відеоролик, скористатися інструкціями у вільному доступі, врешті-решт – записатися на інтерактивні курси та завершити їх, хоча б у рамках необхідного професійного зростання педагога. А потім – просто спробувати. І все у Вас вийде. Адже Ви добре знаєте, на що здатні та яких вершин при бажанні можете досягнути, правда?

Сподіваюся, що цей посібник стане лише стартом для Вас та Ваших учнів, адже можливості 3D-моделювання – безмежні.

Дякую, що пройшли кожен крок та передали знання дітям!



З повагою,  
вчитель інформатики  
Дубенської ЗОШ І-ІІІ ст. №3  
Юрій Сось



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Blender – организация рабочего места трёхмерщика с нулевыми затратами на ПО [Електронний ресурс] — Режим доступу : [http://startblender.wordpress.com/2008/09/25/blenderreview\\_part1/](http://startblender.wordpress.com/2008/09/25/blenderreview_part1/).
2. John M.Blain The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation, Fifth Edition. – 412 p.
3. Oscar Baechler, Xury Greer Blender 3D By Example: A project-based guide to learning the latest Blender 3D, EEVEE rendering engine, and Grease Pencil, 2nd Edition. – 2020 – 658 p.
4. Villar O. Learning Blender: A Hands-On Guide to Creating 3D Animated Characters – 2014. – 312 p.
5. Анотація робочої навчальної програми «Інженерна та комп'ютерна графіка» [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://uipa.edu.ua/files/pdf/OP/obshie/IKG.pdf>.
6. Анотація робочої навчальної програми «Інженерна та комп'ютерна графіка» [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://uipa.edu.ua/files/pdf/OP/KTUN/ktm/IKG.pdf>
7. Анотація робочої навчальної програми «Комп'ютерний дизайн та мультимедіа» [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://uipa.edu.ua/files/pdf/OP/KTUN/ktm/KDM.pdf>
8. Анотація робочої навчальної програми «Технологія обробки графічної інформації» [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://uipa.edu.ua/files/pdf/OP/Tehn/poligraf/TOGI.pdf>.
9. Бакалова В.М. Алгоритм моделювання тривимірних об'єктів при викладанні курсу "Комп'ютерна графіка" / В.М. Бакалова, О.О. Баскова // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво : міжвуз. зб. — Луцьк, 2011. — № 6. — С. 22—23.
10. Боднар О.А. Навчання основ комп'ютерної графіки майбутніх вчителів математики з реалізацією міжпредметних зв'язків [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://uapdf.docdat.com/text/index-7940.html>
11. Веселовська Г.В. Комп'ютерна графіка : Навчальний посібник для вузів / Веселовська Г.В. — Херсон : ОЛДІ-плюс, 2004. — 582 с.
12. Гребенніков К. А. Комп'ютерна графіка як засіб професійної підготовки фахівців-дизайнерів (на матеріалах середньої професійної освіти) : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / К. А. Гребенніков. — М. : РГБ, 2003. — 147 с.
13. Дайджест трехмерного дизайна [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://3ddd.ru/modules/phpBB2/viewforum.php?f=3>.
14. Информационный ресурс по компьютерной графике и анимации [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://www.render.ru/forum/>.
15. Комп'ютерна графіка [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://myrefs.org.ua/index.php?view=article&id=79>.
16. Комп'ютерна графіка [Електронний ресурс] — Режим доступу : [http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF\\_%D1%8E%D1%82%D](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF_%D1%8E%D1%82%D)



0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0\_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0.

17. Комп'ютерна графіка. Графічний редактор Paint. Завантаження Paint. [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://informat.in.ua/kompyuterna-grafika-grafichnij-redaktor-paint-zavantazhennya-paint.html>

18. Комп'ютерне імітаційне та статичне імітаційне моделювання [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://cybernetics.kiev.ua/content/komp%E2%80%99yuterne-%D1%96m%D1%96tats%D1%96ine-ta-statistichne-%D1%96m%D1%96tats%D1%96ine-modelyuvannya>.

19. Комп'ютерне моделювання [Електронний ресурс] — Режим доступу : [http://wiki.fizmat.tnpu.edu.ua/index.php/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5\\_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F](http://wiki.fizmat.tnpu.edu.ua/index.php/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F).

20. Прахов А. Самоучитель Blender 2.7. – СПб, 2018. – 400 с.

21. Пригодій А.В. Розвиток просторової уяви учнів основної школи в процесі технічного моделювання : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / А.В. Пригодій; Ін-т проф.-техн. освіти АПН України. — К., 2007. — 20 с.

22. Савенко І.В. Зміст і методика профільного навчання старшокласників основам графічного дизайну : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / І.В. Савенко; Черніг. держ. пед. ун-т ім. Т.Г.Шевченка. — Чернігів, 2009. — 20 с.

23. Слакв А. Инструменты моделирования в Blender. – 249 с.

24. Теплицький І.О. Розвиток творчих здібностей школярів засобами комп'ютерного моделювання : автореф. дис. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 / І.О. Теплицький; Нац. пед. ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К., 2001. — 20 с.