

Микола Пірогов

*Керівник напрямку розробки навчально-методичних матеріалів для
вчителів компанії EdPro*

3D-МОДЕЛЮВАННЯ ТА 3D-ДРУК У ШКОЛІ

Короткий нарис



Версія від 05.11.2025

ЗМІСТ

	2
Вступ	3
Яку програму для 3D-моделювання обрати?	6
Знайомство з програмами через модифікацію моделей	23
ШІ як помічник у створенні моделей	31
Картини HueForge	36
Воксельна графіка	39
Згадка про 3D-сканування	46
Авторське післяслово	47

Художній редактор: Оксана Ничипорук

© М. Пірогов, 2025
© EdPro, 2025

Усе частіше на різних зустрічах учителі чи викладачі запитують про 3D-моделювання та його впровадження у шкільний навчальний процес. Як фанат 3D-моделювання з понад десятирічним стажем, завжди дуже радію таким запитанням, адже я ставлюся до впровадження курсу з 3D-моделювання у закладах освіти дуже позитивно! Особливо добре це поєднувати з навчанням 3D-друку. Як на мене, важко знайти щось більш надихаюче до творчості, ніж створити реальний предмет, який спершу існував лише у твоїй уяві. Уміння застосовувати спеціальні програми для 3D-моделювання, а потім і друк за допомогою 3D-принтера відкривають можливість для втілення у реальність практично будь-якої фантазії!



Алгоритм тут дуже простий:

- спершу ви щось уявляєте;
- потім ви це моделюєте за допомогою будь-якої зручної для вас програми з 3D-моделювання;
- далі готуєте файл до друку за допомогою вже інших програм для «нарізки»;
- і нарешті друкуєте на доступному 3D-принтері й після цього продукт вашої творчості – у ваших руках.

Але разом з тим, якщо врахувати мій особистий досвід у 3D-моделюванні та 3D-друці, я розумію, що для початківця втілити в реальному житті описаний вище алгоритм може виявитися суперскладною задачею. Те, що для досвідченого 3D-модельєра та друкаря видається простим завданням, для початківця буде просто нереальним завданням. Чому? Тому що описаний вище простий алгоритм з чотирьох кроків містить кілька десятків, а іноді й кілька сотень кроків, якщо задача складніша, ніж здавалось на перший погляд. І кожний крок потрібно зробити у свій час. Деякі кроки можна пропустити, а деякі переставити місцями. А от інші в жодному разі ні пропускати, ні навіть переставляти місцями не можна! Одна помилка – і після годин праці вас може очікувати не сатисфакція від добре виконаної роботи,

а лише розчарування від намарно витраченого часу, а можливо й матеріальних ресурсів.

Все це я говорю не для того, щоб відбити у початківців будь-яке бажання вивчати 3D-моделювання та 3D-друк, а для того, щоб застерегти від завищених очікувань.

Скажімо, ви новачок у 3D-моделюванні та побачили відео зі створення моделі спінозавра.

У цьому відео автор у програмі Blender створює дивовижну за своєю якістю модель динозавра. Й автору для цього знадобилось лише 58 хв (тривалість відео)! Тож можливий висновок – створювати дивовижні моделі дуже просто. До слова, саме це часто обіцяють творці платних курсів, у яких вони, нібито, чогось вчать лише за кілька простих кроків.

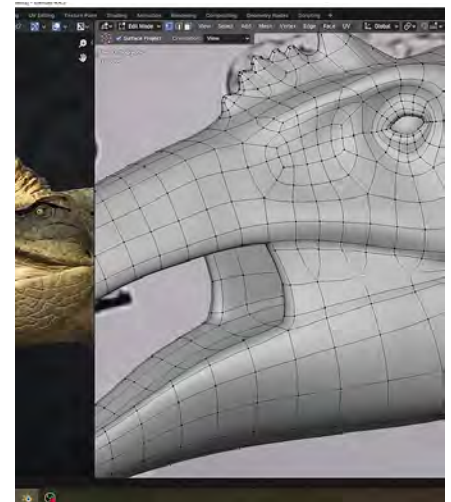
Але уважний глядач цього відео зразу зрозуміє, що автору знадобилось значно більше часу для створення моделі, адже відео явно пришвидшене і деякі важливі етапи створення моделі, наприклад, підбір

зображень за якими власне і створювалася модель, взагалі не були показані. Тож автору знадобилось кілька чи навіть кілька десятків годин для створення цієї моделі. Очевидно, що автор відео є майстром у 3D-моделюванні, але аж ніяк не початківцем. А от новачку для хоча б приблизного повторення цієї моделі знадобиться набагато більше часу, швидше за все – сотні годин кропіткої праці.

У цьому контексті я одразу уявляю учнів середньої школи, яких узялися б навчати моделювати на рівні цього відео у програмі Blender. Думаю, що 99% учнів загубляться у програмі Blender десь на третьому уроці й подальше навчання просто втратить будь-який сенс.

Тож головна порада: варто починати навчання з чогось простого й очевидного, що легко реалізувати та що дає можливість одразу побачити результат.

Це ніби очевидно. Але дуже важливо це пам'ятати, коли ви починаєте вивчати 3D-моделювання, тим більше коли починаєте навчати цього учнів середньої школи. 3D-моделювання – це дуже велика, різноманітна та складна тема. 3D-моделювання може вирішувати дуже різні задачі, і кожна з них вимагає унікальних шляхів для вирішення, знань та особливих навичок. І далеко не кожна задача



[Creating a Spinosaurus in Blender 3D | Full Workflow Timelapse](#)

з моделювання обов'язково завершується продуктом, до якого можна, так би мовити «доторкнутися». Як на мене, у школі для учнів дуже важливо отримати результат своєї праці й навіть, можливо, забрати його додому.

Тож мій висновок щодо впровадження 3D-моделювання у середню школу: це однозначно необхідно. Але також дуже важливо поєднати це з 3D-друком. Тоді курс 3D-моделювання можна будувати як виконання серії проєктів, кожний з яких є трохи складнішим від попереднього, й має завершуватися друком цієї створеної моделі на 3D-принтері. Ця надрукована модель може бути й формою звітності, яка оцінюється вчителем, і власністю учня, яку він може забрати додому, щоб потім похвалитися нею перед рідними та друзями. А якщо ця річ ще й має практичне застосування, то нею зможуть користуватися у повсякденному житті. Такий підхід гарантує, що курс 3D-моделювання буде цілком практичним і напряду пов'язаним з реальним життям, а не лише великим обсягом теоретичних знань, які не відомо коли застосують і чи застосують взагалі.

У подальших розділах я запропоную кілька можливих шляхів впровадження курсу 3D-моделювання у середню школу. Одразу зазначу, що я як педагог працював лише зі студентами, тобто колишніми старшокласниками. Тож залишаю питання адаптації зібраних матеріалів на розсуд вчителів, які думають над впровадженням курсу з 3D-моделювання. Упевнений, що серед запропонованих мною проєктів щось корисне для себе та своєї педагогічної діяльності знайдуть вчителі усіх класів молодшої, середньої та старшої школи.

P.S. Сподіваюсь, що ця праця започаткує дискусію в інформаційному просторі України щодо впровадження 3D-моделювання у шкільну програму як обов'язковий чи щонайменше факультативний предмет. Тож закликаю вчителів, які вже мають досвід із впровадження цього курсу, поділитись ним з нами, а ми зі свого боку залюбки опишемо ваш досвід у статтях на нашому блозі:

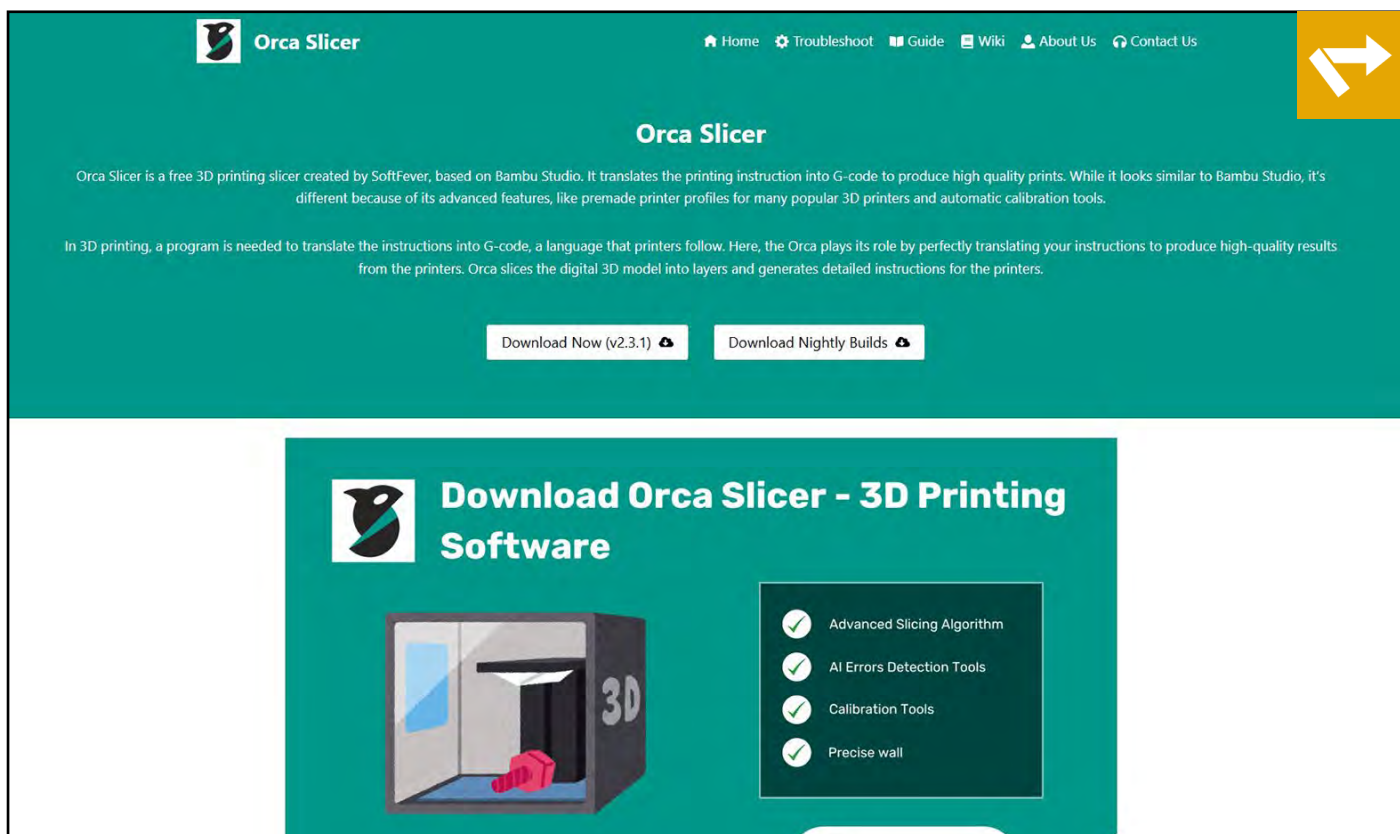
<https://edpro.ua/blog>

Пишіть нам: info@edpro.ua

На жаль, простої відповіді на це питання немає. Усі програми з 3D-моделювання заточені для вирішення тих чи інших задач, тож намагатися вирішувати увесь можливий спектр дизайнерських задач в одній і тій самій програмі буде однозначно поганим рішенням. Варто починати з постановки задачі, яку ви хочете вирішити у вашому курсі. А точніше, який спектр задач мають навчитися вирішувати ваші учні після успішного завершення вашого курсу?

Припустимо ви хочете, щоб учні у межах вашого курсу навчилися створювати ручки для шухляд, кріплення для полицок, вішаки для одягу і тому подібні практичні речі. У цьому випадку варто обрати одну з інженерних програм, скажімо Fusion чи FreeCAD. Подібні речі можна створити й у програмі Blender, але у програмі Fusion це зробити буде значно простіше, а точність моделей буде значно вищою. І що також дуже важливо, програма Fusion має багато спеціальних інструментів, які роблять моделювання інженерних деталей дійсно простою задачею. Натомість програма Blender дозволяє легко створювати органічні моделі, наприклад, різноманітні декоративні речі – прикраси, фігурки тварин чи рослин, абстрактне мистецтво і т.п. Іншими словами, Blender краще використовувати у тих випадках, коли вам потрібно створювати речі зі складною формою, але які, разом з тим, не передбачають високої точності, як скажімо різьби для вкручування зовнішніх болтів чи гайок. І не забуваємо про програми для «нарізки» готових моделей для 3D-друку, такі як Orca Slicer. Ці програми не підходять для 3D-моделювання, хоч вони й дозволяють здійснювати прості модифікації моделей, але разом з тим, вони вміють готувати будь-які моделі для друку на вашому конкретному 3D-принтері, чого не вміють програми для 3D-моделювання.

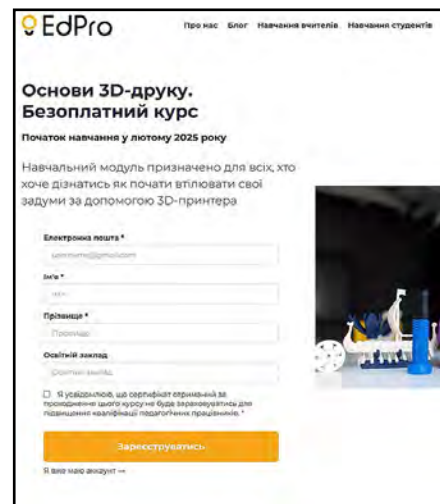
А тепер пройдімось по цих та деяких інших програмах детальніше.



Ця програма призначена для підготовки наявної 3D-моделі для друку на конкретному 3D-принтері. Orca є лише однією з великого переліку доступних для використання програм. Вона є безоплатною і підходить для величезної кількості найрізноманітніших принтерів.

Варто зазначити, що підготовка моделі до друку, тобто її «нарізка», а також сам друк моделі на 3D-принтері є самодостатньою і досить великою темою для вивчення. Тож у школі обов'язково варто розглянути можливість створити окремий курс саме з 3D-друку.

До слова, ми в компанії EdPro створити такий навчальний курс з основ 3D-друку для вчителів.



[Основи 3D-друку. Безоплатний курс](#)

Метою створення нашого курсу і було якраз допомогти початківцям, які ще жодного разу нічого не друкували на 3D-принтері, зробити це. Ми навчаємо як працювати із програмою Orca Slicer на базовому рівні, тобто як підготувати до друку дуже просту модель та розбираємо найважливіші налаштування, необхідні для друку складніших моделей. На щастя, готових безоплатних моделей, які можна надрукувати на вашому 3D-принтері, доступна величезна кількість. Сотні 3D-моделей, які мають навчальне значення, зібрані у бібліотеці 3D-моделей EdPro.



Тих знань, які ми викладаємо у нашому курсі, буде достатньо для того, щоб успішно надрукувати більшість звичайних моделей (95% моделей, які друкуються на побутових принтерах, не потребують складніших налаштувань, ніж ті, про які ми розповідаємо у нашому курсі). Тож цих знань буде цілком достатньо для звичайних користувачів, принаймні на початковому етапі.

Учителям, які ще жодного разу нічого не друкували на 3D-принтері, і які мають у своїй школі 3D-принтер або планують придбати найближчим часом, я можу порадити обов'язково пройти наш курс. Далі отримані знання обов'язково варто застосувати на практиці, тобто надрукувати свій перший десяток моделей різного рівня складності на доступному 3D-принтері. Це допоможе закріпити отримані знання та розвинути відповідні навички.

Що стосується курсу з 3D-моделювання та 3D-друку для учнів, то я б порадив

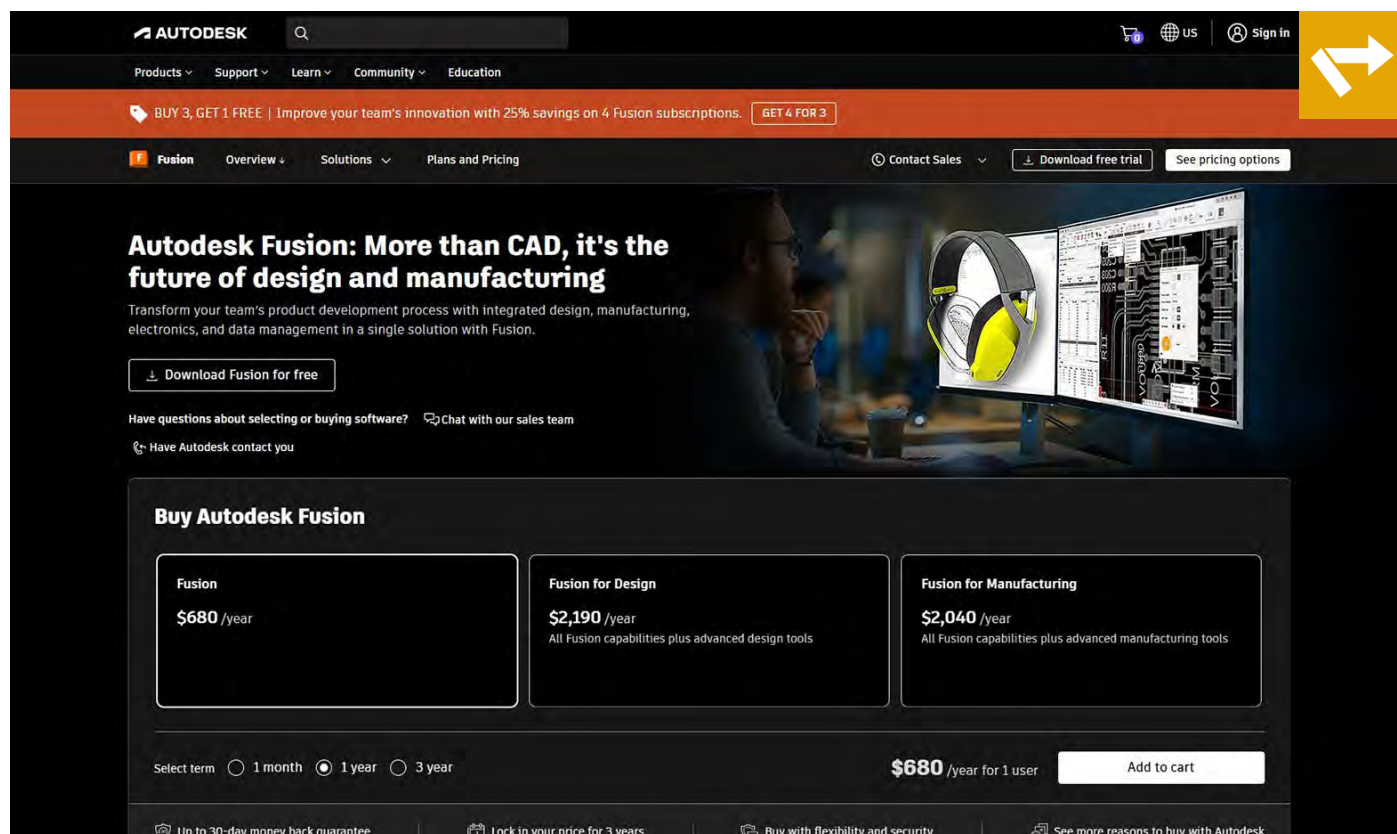
приділити першу чверть чи перший семестр саме вивченню 3D-друку. Щоб учні також навчилися експортувати моделі у слайсер, потім «нарізати» їх з різними налаштуваннями й потім готовий проєкт друкувати на шкільному 3D-принтері. І після того, як ваші учні успішно справляться з цією задачею, можна рухатись далі, а саме в океан 3D-моделювання.

P.S. Іноді новачки у 3D-друці та 3D-моделюванні уявляють, що це одне і те саме. Щось на кшталт: відкрив програму Orca Slicer, експортував у неї готову модель і за кілька простих кроків «нарізав» її для 3D-друку. Або натиснув кілька кнопок і створив з нуля будь-яку модель. Скажу коротко, що це не так. 3D-друк та 3D-моделювання – це дві зовсім різні, хоча й взаємопов’язані, теми.

ЯКУ ПРОГРАМУ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ОБРАТИ?

Autodesk Fusion та FreeCAD

10



The image shows the Autodesk Fusion website. The header includes the Autodesk logo, a search bar, and navigation links for Products, Support, Learn, Community, and Education. A promotional banner offers a 25% discount on 4 Fusion subscriptions. Below this, there are links for Fusion, Overview, Solutions, and Plans and Pricing. The main section features a large image of a person working on a computer with a 3D model of a mechanical part. Text reads: "Autodesk Fusion: More than CAD, it's the future of design and manufacturing. Transform your team's product development process with integrated design, manufacturing, electronics, and data management in a single solution with Fusion." A "Download Fusion for free" button is present. Below this, there's a "Buy Autodesk Fusion" section with three pricing options: Fusion (\$680/year), Fusion for Design (\$2,190/year), and Fusion for Manufacturing (\$2,040/year). A "Select term" section shows options for 1 month, 1 year (selected), and 3 years. A "Add to cart" button is also visible.

Autodesk Fusion: More than CAD, it's the future of design and manufacturing

Transform your team's product development process with integrated design, manufacturing, electronics, and data management in a single solution with Fusion.

[Download Fusion for free](#)

Have questions about selecting or buying software? [Chat with our sales team](#)

[Have Autodesk contact you](#)

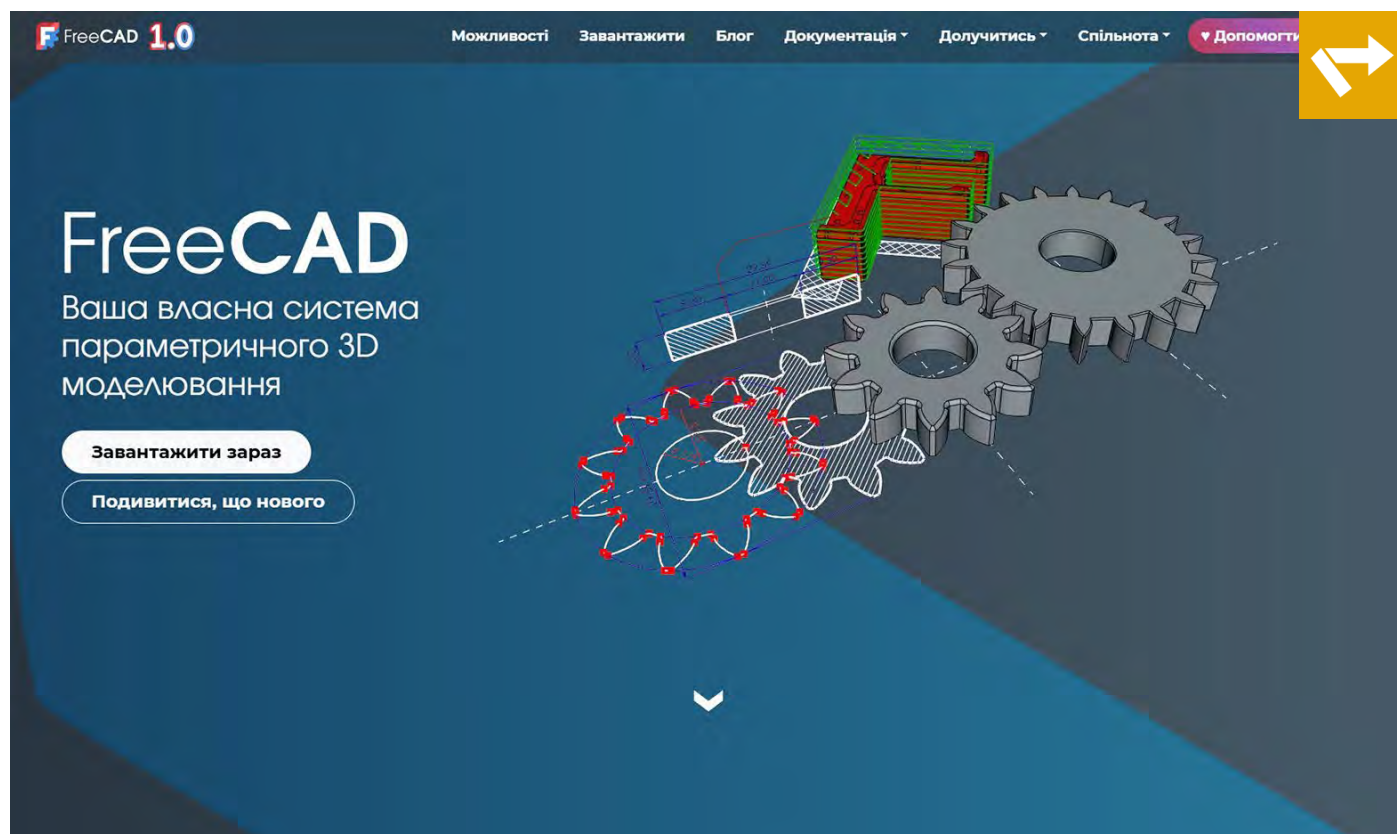
Buy Autodesk Fusion

Product	Price /year	Features
Fusion	\$680	
Fusion for Design	\$2,190	All Fusion capabilities plus advanced design tools
Fusion for Manufacturing	\$2,040	All Fusion capabilities plus advanced manufacturing tools

Select term: ☐ 1 month ☒ 1 year ☐ 3 year

\$680 /year for 1 user [Add to cart](#)

[Up to 30-day money back guarantee](#) | [Lock in your price for 3 years](#) | [Buy with flexibility and security](#) | [See more reasons to buy with Autodesk](#)



The image shows the FreeCAD 1.0 website. The header includes the FreeCAD 1.0 logo and navigation links for Можливості, Завантажити, Блог, Документація, Долучитися, Спільнота, and Допомогти. The main section features a large image of a 3D model of a mechanical part with gears and a red wireframe. Text reads: "FreeCAD. Ваша власна система параметричного 3D моделювання." Below this, there are two buttons: "Завантажити зараз" and "Подивитися, що нового".

FreeCAD 1.0

Можливості | Завантажити | Блог | Документація | Долучитися | Спільнота | [Допомогти](#)

FreeCAD

Ваша власна система параметричного 3D моделювання

[Завантажити зараз](#)

[Подивитися, що нового](#)

Це дві інженерні програми для параметричного моделювання. По суті, ці дві програми є подібними за своїми можливостями, хоча їхні інтерфейси та підходи до моделювання досить сильно відрізняються. Просто перегляньте на наведених вище сторінках приклади різноманітних механізмів, які були створені у цих програмах, щоб зрозуміти їхні можливості. Як я вже зазначав, ці програми чудово підходять для проєктування точних інженерних моделей: болтів, гайок, гачків, вішаків, ручок для шухляд, різноманітних баночок чи коробочок, у тому числі таких, що закриваються щільними кришками й т.п. Це якщо говорити про прості речі для рівня школярів-початківців.

Ось декілька моделей, які ми створили у програмі Autodesk Fusion. Це розбірні моделі гранат РГД-5, РГО та РКГ-3.



[Граната РГД-5 \(ціла\)](#)



[Граната РГО \(розріз\)](#)



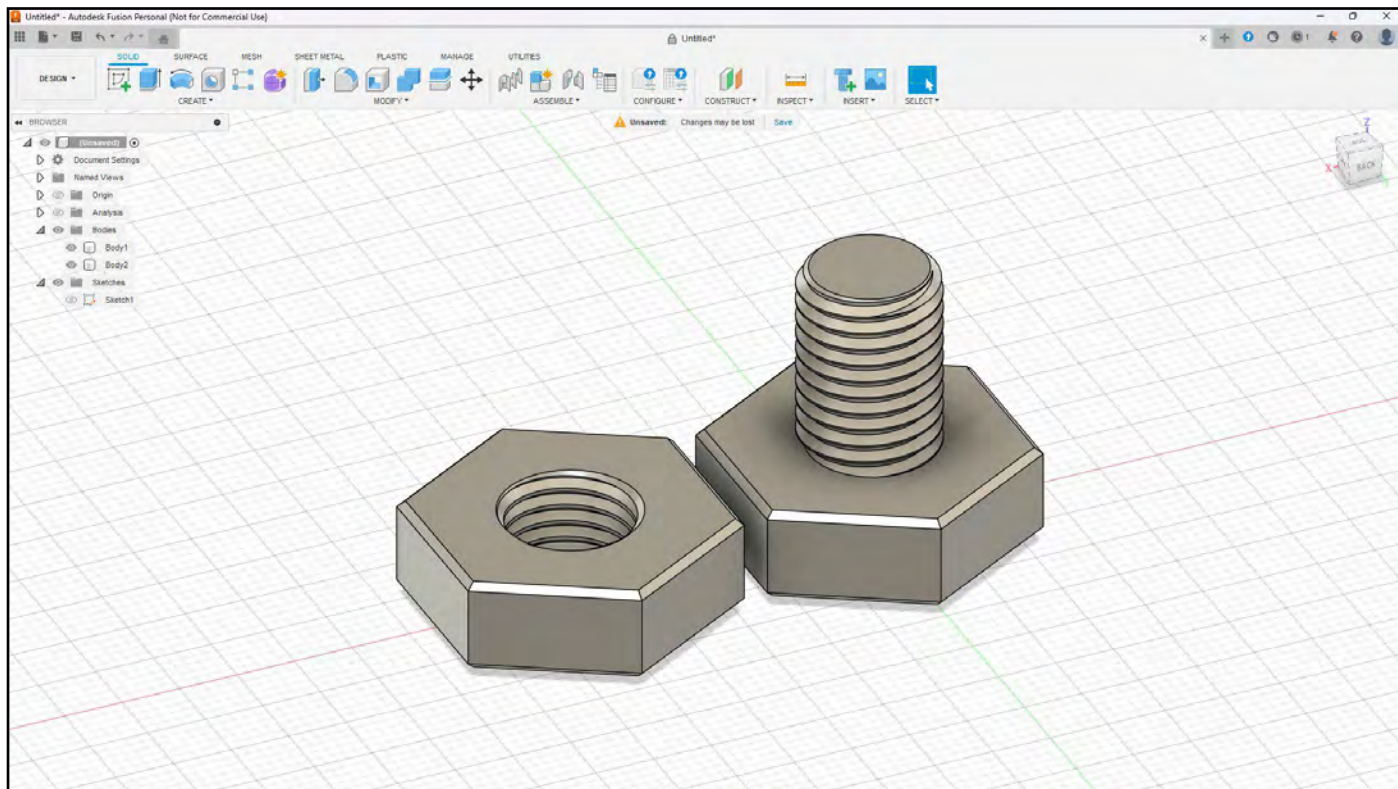
[Граната РКГ-3](#)

ЯКУ ПРОГРАМУ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ОБРАТИ?

Autodesk Fusion та FreeCAD

12

Класичні прості проекти, які можна виконувати у цих програмах з метою вивчення їхнього інтерфейсу та принципів роботи, це створення гайки, болта чи дармови-са для ключів з іменем учня.

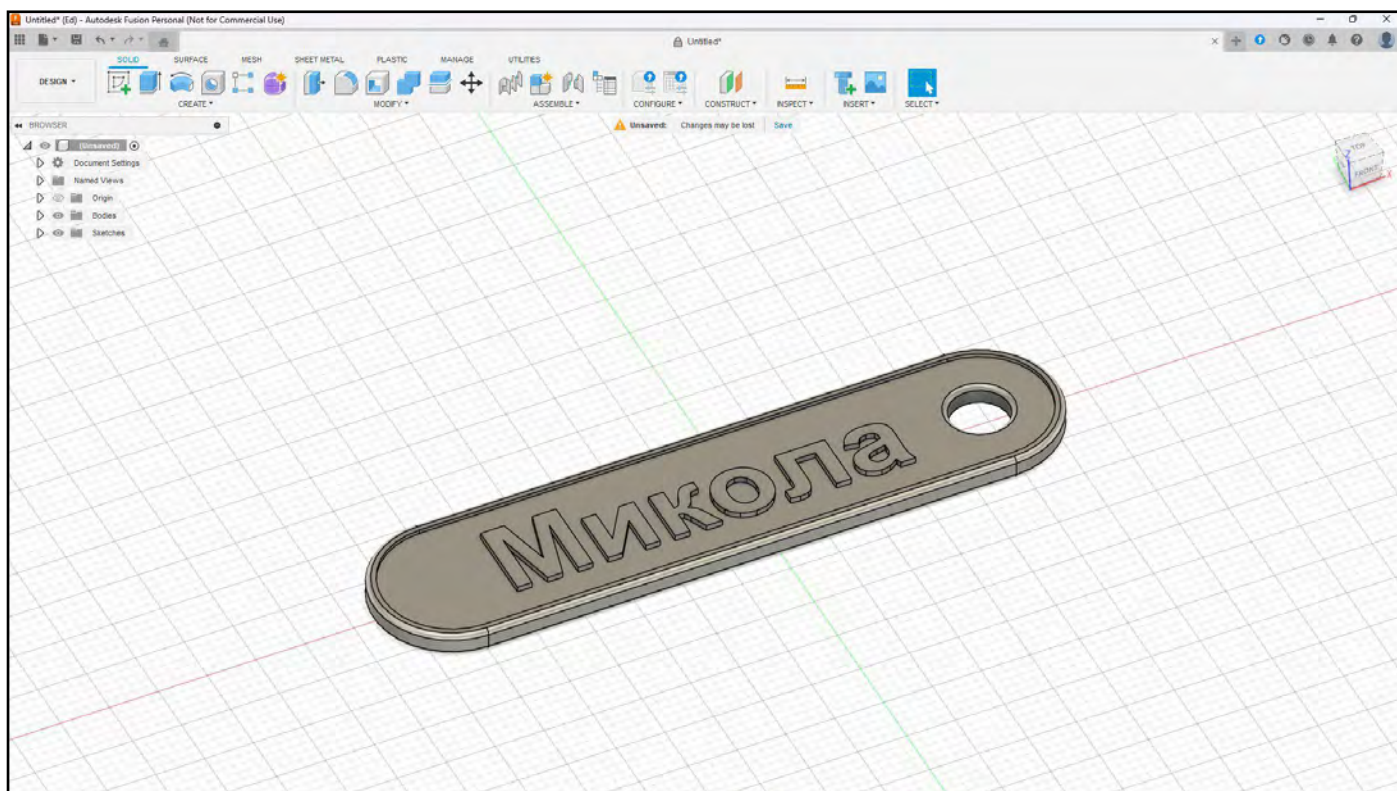


Таку гайку й болта після завершення їхнього моделювання можна видрукувати на шкільному 3D-принтері. Якщо учень правильно виконав навчальний проєкт, тоді надрукована гайка має легко накручуватись на надрукований болт. Або навіть сталевий болт відповідного діаметра має легко накручуватись на надруковану гайку, а сталеві гайка – на надрукований болт.

ЯКУ ПРОГРАМУ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ОБРАТИ?

Autodesk Fusion та FreeCAD

13



Дармовис для ключів такого плану також легко створювати у цих програмах.

Що стосується складніших речей, які можна створювати у програмі FreeCAD, то радимо дослідити проєкт «Цифрова вежа-головоломка».

Автор моделі на своїй сторінці також ділиться і самими FreeCAD-проєктами, тож у всіх охочих є можливість їх дослідити.

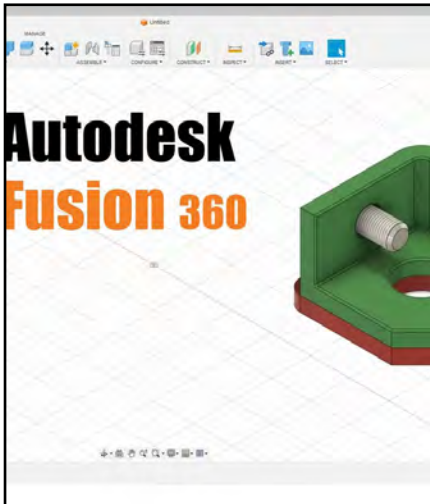


[Цифрова вежа-головоломка](#)

ЯКУ ПРОГРАМУ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ОБРАТИ?

Autodesk Fusion та FreeCAD

14



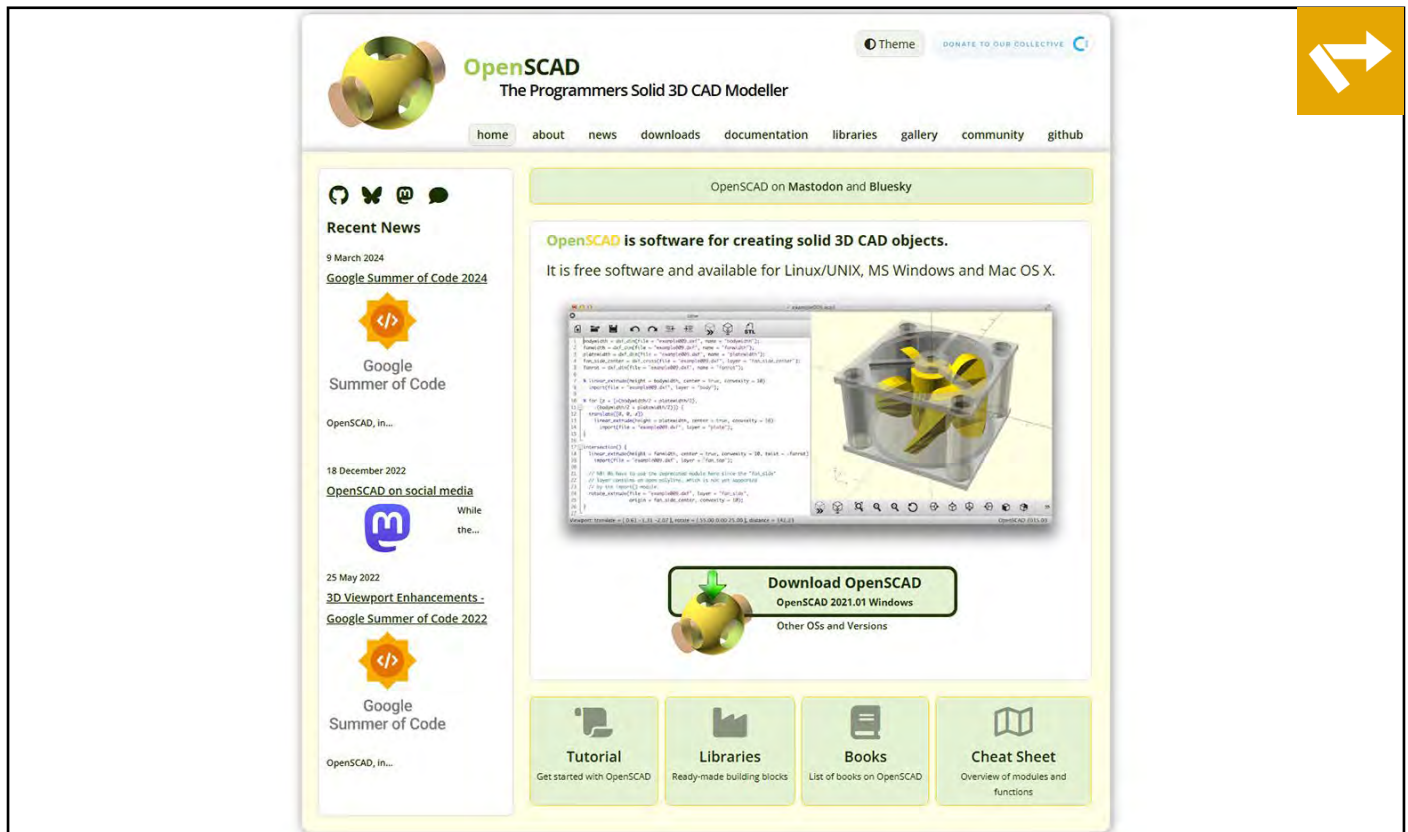
[Fusion 360 Рік 2025 | Посібник для початківців | 30-хвилинний посібник з 3D-дизайну | Покрокова інструкція](#)

Яку з цих програм обрати – вирішувати вам. Програма Autodesk Fusion платна і досить дорога, але вона має обмежену безплатну ліцензію. Що стосується програми FreeCAD, то вона цілком безоплатна. Але разом з тим, в інтернеті є величезна кількість уроків з програми Autodesk Fusion, що робить її вивчення зовсім нескладною задачею, принаймні на базовому рівні. Ось гарне навчальне відео щодо роботи з цією програмою.



[FreeCAD 1.0 Release - Ultimate Complete Beginner Tutorial](#)

Що стосується FreeCAD, то ця програма є менш популярною і відповідно уроків по роботі з нею суттєво менше. Але, проте, вони також є. Ось приклад навчального відео для початківців.



Оригінальним варіантом інженерної програми з 3D-моделювання є OpenSCAD.

Ця програма також цілком безплатна, але її особливістю є те, що моделювання здійснюється шляхом написання програмного коду. Можливості цієї програми чудово демонструє ось цей генератор замків.

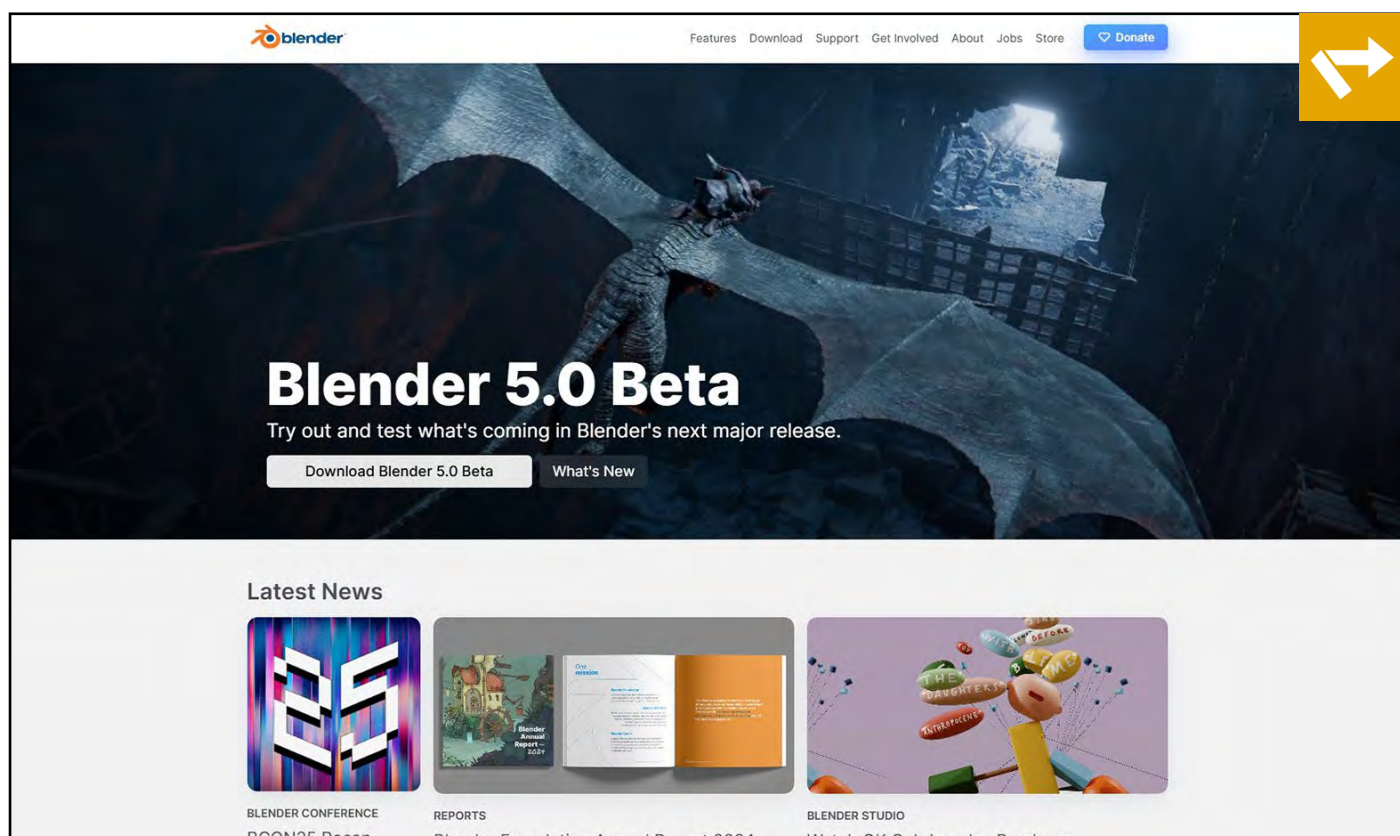


[Генератор замків](#)

Цей генератор моделей замків написано безпосередньо у програмі OpenSCAD. Вам потрібно лише вказати деякі параметри, такі як кількість башт, висоту стін, форму даху і т.п., а далі вже сама програма згенерує модель замку вашої мрії. Цю модель ви можете зберегти, а потім видрукувати її на вашому 3D-принтері.

Звісно, ця програма зовсім не підходить для курсу з 3D-моделювання для школярів, але вона може бути корисною для учнів, що вивчають робототехніку чи працюють з Arduino у межах якогось шкільного гуртка. Тобто людям, які добре орієнтуються у програмуванні та вміють писати код, може виявитись простішим створювати їхні інженерні моделі саме у цій програмі, ніж у будь-якій іншій.

Цікавим варіантом поєднання Arduino, OpenSCAD та 3D-друку може бути створення оригінального робота, чию роботу контролює Arduino, а тіло змодельоване в OpenSCAD і потім видруковане на 3D-принтері.



Програма Blender є безумовно найпотужнішою програмою для 3D-моделювання серед усіх безплатних аналогів. У ній можна створювати як дуже прості, так і надзвичайно складні проекти.

Прикладом короткометражного фільму, створеного з використанням Blender, є «Sintel».



[CGI](#) [3D](#) [Animated](#) [Short:](#)
[«Sintel» - by Blender Animation Studio | TheCGBros](#)

Програма Blender чудово підходить для створення складних органічних форм, до прикладу, живих істот, як у наведених вище відео динозавра чи людей і драконів. У цій програмі достатньо застосувати лише декілька інструментів та модифікаторів і ви зможете перетворити будь-яку модель на витвір мистецтва.



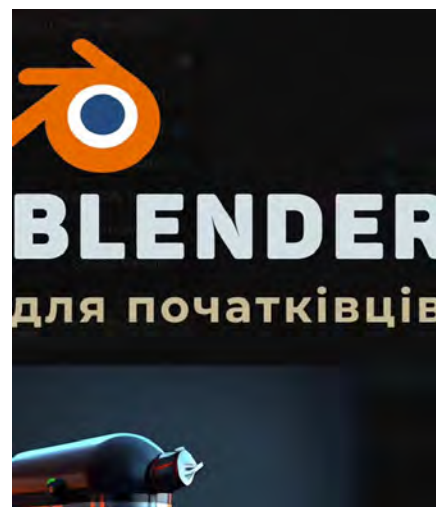
Ще однією суттєвою перевагою програми Blender є те, що вона дуже популярна – в інтернеті можна знайти тисячі уроків з роботи в цій програмі. На YouTube можна знайти канали, які присвячені лише цій програмі.

Програма Blender надзвичайно потужна, і це є її суттєвою перевагою, а також і головний недолік – засвоєння лише базових знань про цю програму потребує багато годин навчання: інтерфейс, основні інструменти та модифікатори, гарячі клавіші та багато іншого.

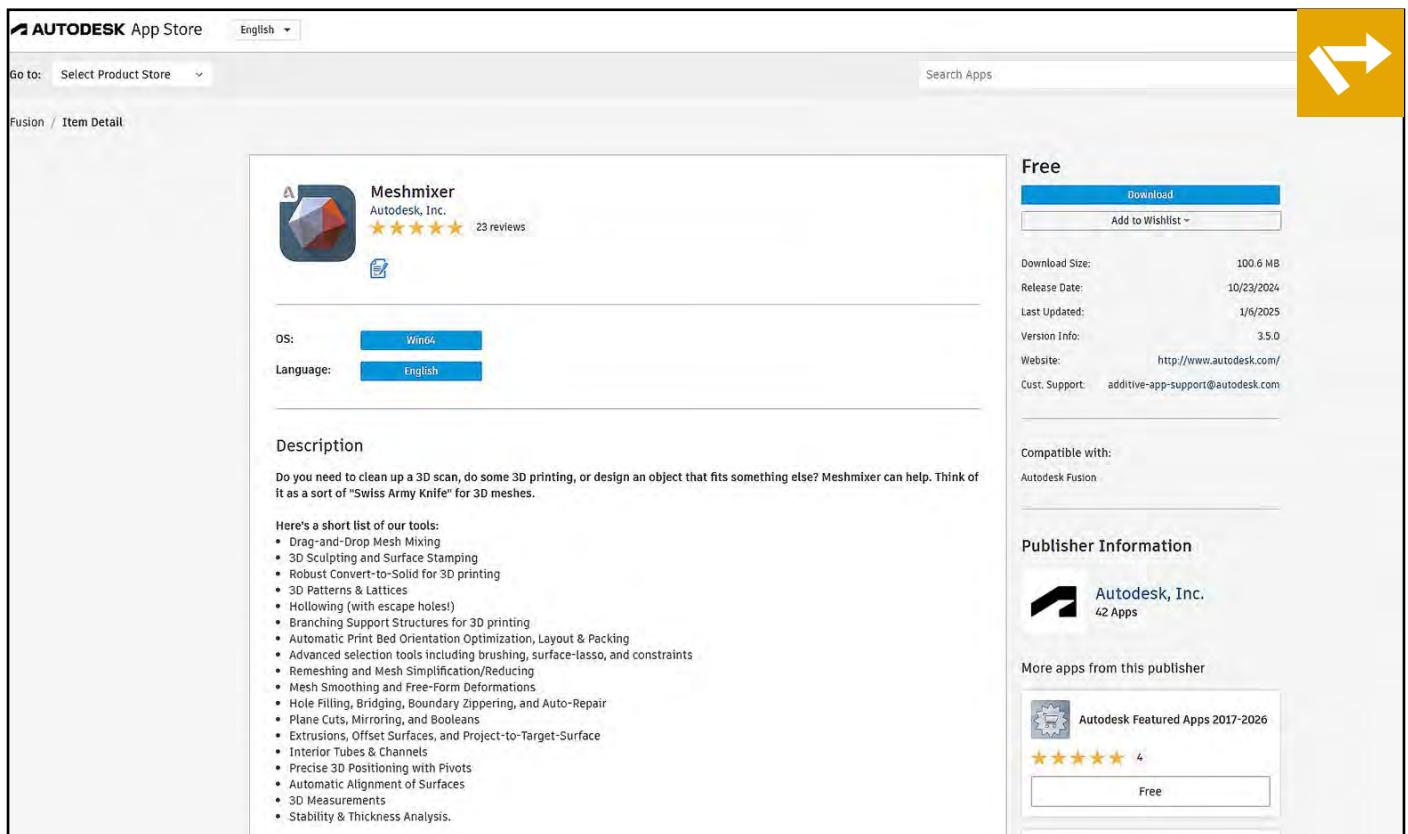
Мені програма Blender дуже подобається, оскільки я працюю у ній багато років і добре її знаю. Але люблю я її не через складність, а через величезні можливості щодо роботи з сітками. Припустимо, у вас є певна модель і вам потрібно її трохи модифікувати: додати чи забрати певні елементи, змінити деякі пропорції, згладити поверхню шляхом ускладнення моделі або ж навпаки суттєво спростити модель. Усі ці модифікації у програмі Blender виконуються буквально у кілька кроків. Тож я б рекомендував у школі у межах курсу з 3D-моделювання обов'язково вивчати цю програму. Але розпочинати її вивчення не зі створення моделей з нуля, а саме із модифікацій вже наявних моделей. У цьому випадку починати знайомство з про-

грамою можна з найпростіших модифікацій і поступово їх ускладнювати, при цьому залучаючи та вивчаючи все нові й нові можливості програми.

Ось серія уроків про роботу з програмою Blender українською мовою.



[Уроки Blender з нуля / #1 –
Основи програми Blender
для початківців](#)



AUTODESK App Store English

Go to: Select Product Store Search Apps

Fusion / Item Detail

**Meshmixer**
Autodesk, Inc. 23 reviews
4.5 stars

OS: Windows 64-bit
Language: English

Description

Do you need to clean up a 3D scan, do some 3D printing, or design an object that fits something else? Meshmixer can help. Think of it as a sort of "Swiss Army Knife" for 3D meshes.

Here's a short list of our tools:

- Drag-and-Drop Mesh Mixing
- 3D Sculpting and Surface Stamping
- Robust Convert-to-Solid for 3D printing
- 3D Patterns & Lattices
- Hollowing (with escape holes)
- Branching Support Structures for 3D printing
- Automatic Print Bed Orientation Optimization, Layout & Packing
- Advanced selection tools including brushing, surface-lasso, and constraints
- Remeshing and Mesh Simplification/Reducing
- Mesh Smoothing and Free-Form Deformations
- Hole Filling, Bridging, Boundary Zippering, and Auto-Repair
- Plane Cuts, Mirroring, and Booleans
- Extrusions, Offset Surfaces, and Project-to-Target-Surface
- Interior Tubes & Channels
- Precise 3D Positioning with Pivots
- Automatic Alignment of Surfaces
- 3D Measurements
- Stability & Thickness Analysis.

Free

Download
Add to Wishlist

Download Size: 100.6 MB
Release Date: 10/23/2024
Last Updated: 1/6/2025
Version Info: 3.5.0
Website: <http://www.autodesk.com/>
Cust. Support: additive-app-support@autodesk.com

Compatible with:
Autodesk Fusion

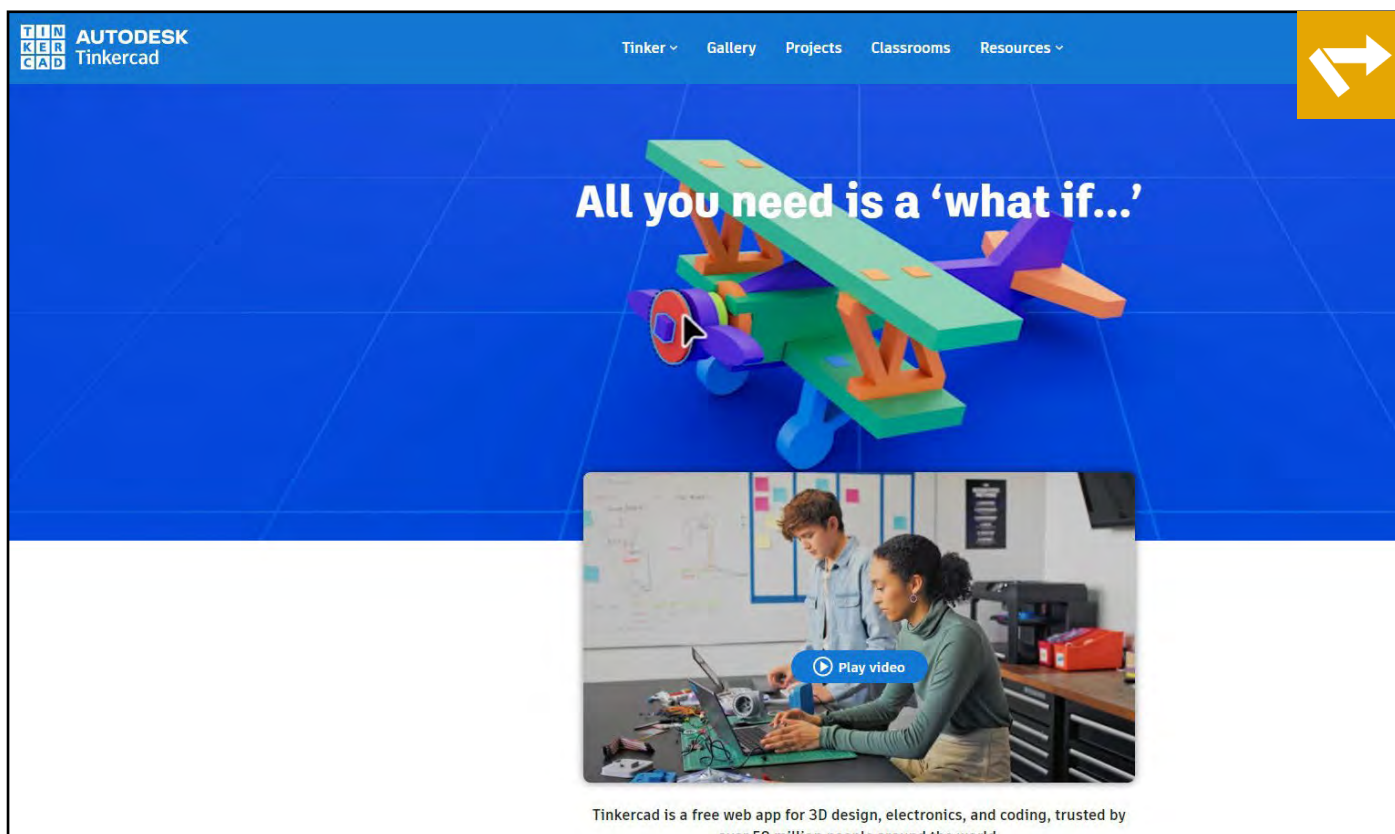
Publisher Information

 **Autodesk, Inc.**
42 Apps

More apps from this publisher

 **Autodesk Featured Apps 2017-2026**
4.5 stars
Free

Іншою дуже хорошою програмою для роботи із сітками є Meshmixer. Ця програма найкраще підходить для роботи з модифікації вже наявних сіток. Вона не настільки потужна, як програма Blender, але якщо ви лише модифікуєте чи доробляєте моделі, створені іншими людьми або ШІ, чи створені у результаті 3D-сканування, цілком може бути, що можливостей цієї програми вам буде більше ніж достатньо. І вона також є безоплатною.



Іншим безоплатним і дуже простим інструментом з 3D-моделювання є Tinkercad. Можливості цього онлайн-інструмента досить обмежені у порівнянні з професійними програмами, про які ми писали вище. Але він має коротку та дуже легку криву навчання, що є суттєвою перевагою для школярів. Тож буквально за один чи два уроки діти зможуть у Tinkercad як створювати свої прості моделі, так і модифікувати вже наявні моделі під певні задачі. Tinkercad дуже любляють педагоги з усього світу, тож на сайті цього інструмента можна знайти безліч різноманітних навчальних проєктів.

Імовірно, починати вивчення 3D-моделювання у молодшій чи середній школі з цього інструмента є хорошою ідеєю, але моє особисте переконання, що надалі у середній і особливо в старшій школі продовжувати вивчати 3D-моделювання потрібно вже з використанням професійних програм, таких як Blender чи FreeCAD.

У цьому короткому огляді програм для 3D-моделювання я намагався показати їхнє різноманіття. Звісно, цей перелік не є вичерпним, існують й інші програми, як простіші, так і значно складніші. Але вони або нагадують програму Blender, або заточені під певні інженерні задачі, по аналогії з Autodesk Fusion. Тож для базового вивчення 3D-моделювання у школі цього переліку буде більше ніж достатньо.

Також я переконаний, що протягом навчання у школі учні мали б хоча б на базовому рівні познайомитись і з такими програмами як Blender і такими програмами як FreeCAD. Я впевнений, що дітям із художніми здібностями сподобається Blender, якщо його просто пояснити та показати лише з найкращого боку. Що стосується дітей з інженерними здібностями та математичним мисленням, то їм однозначно більше сподобається робота у програмах подібних на Autodesk Fusion.

Створення дармовисів для ключів з іменем дитини у Fusion чи Tinkercad є хорошими та самодостатніми проєктами. Проєкти такого типу допоможуть дітям ознайомитися з інтерфейсами програм та основними принципами 3D-моделювання. Тож це хороша відправна точка для курсу з 3D-моделювання. Але виконати цей проєкт як початковий у програмі Blender є менш вдалим рішенням. Річ у тім, що у Blender для виконання цього завдання знадобиться виконати суттєво більше дій та вивчити суттєво більше концепцій, а це буде вимагати більшої кількості зусиль. Тож результат зовсім не буде вартувати витраченого часу.

Blender краще вивчати через модифікацію вже готових моделей:

Крок перший. Оберіть модель на свій смак. Для цього можете переглянути нашу бібліотеку навчальних моделей (<https://docs.edpro.ua/3dmodels>) або будь-яку іншу велику бібліотеку (<https://www.printables.com/>, <https://www.thingiverse.com/>, <https://makerworld.com/en>, <https://www.crealitycloud.com/>).

Крок другий. Придумайте, що ви хочете з цією моделлю зробити. Я обрав би для роботи модель цього ведмедика:

<https://www.printables.com/model/1255373-cuddly-bear>

Ось як виглядає оригінальна модель, відкрита у програмі Blender.

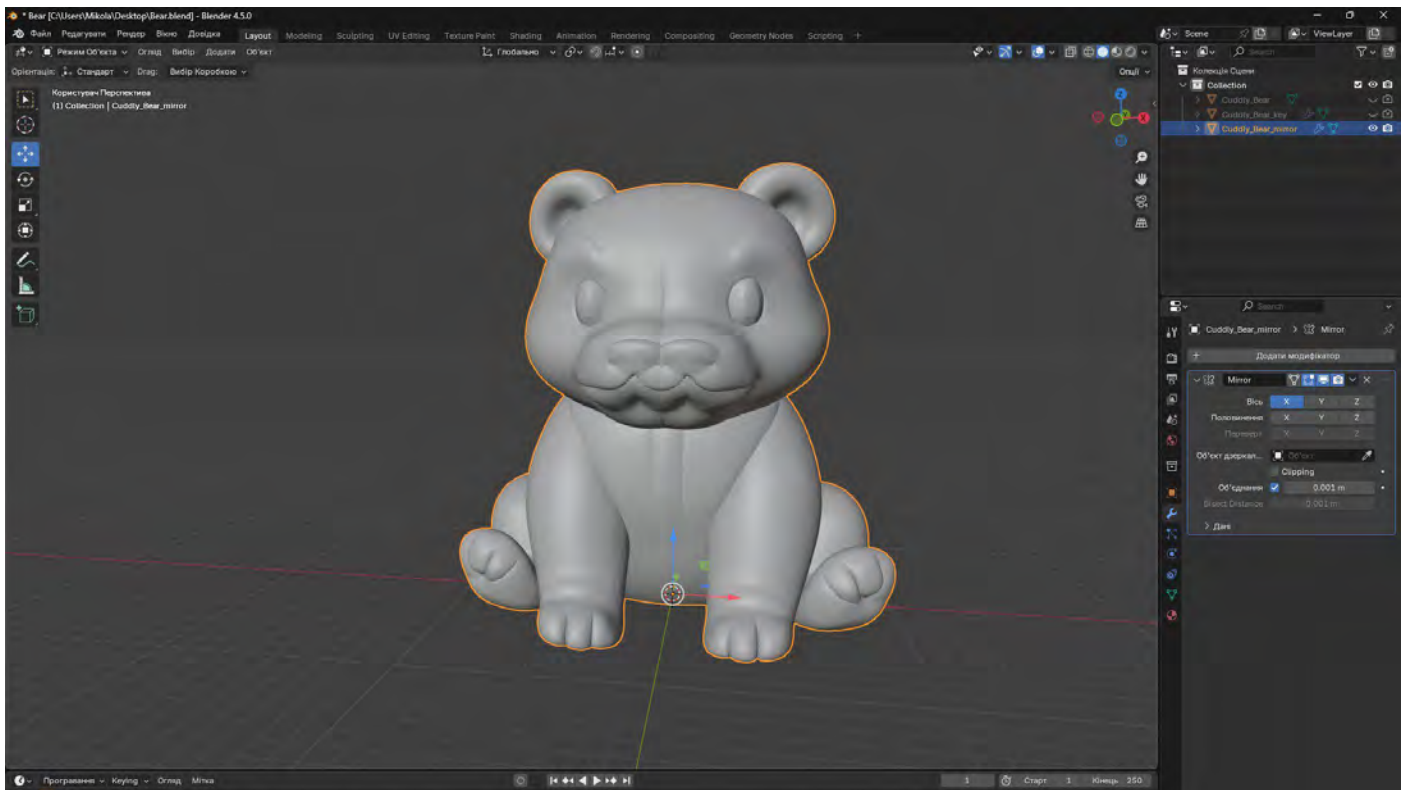


Модель можна перетворити на дармовис для ключів просто додавши петельку.



Уміння додавати до моделі різні додаткові деталі або відтинати зайві – дуже корисне, оскільки ці прості дії відкривають просто безмежні можливості з модифікацій моделей.

Модель можна по-різному змінювати, використовуючи модифікатор «Віддзеркалення» (Mirror).



Я просто трохи повернув модель і далі застосував цей модифікатор. Але попрацювавши з цим модифікатором, можна отримати дуже чудернацькі форми, що і варто дозволити зробити учням.

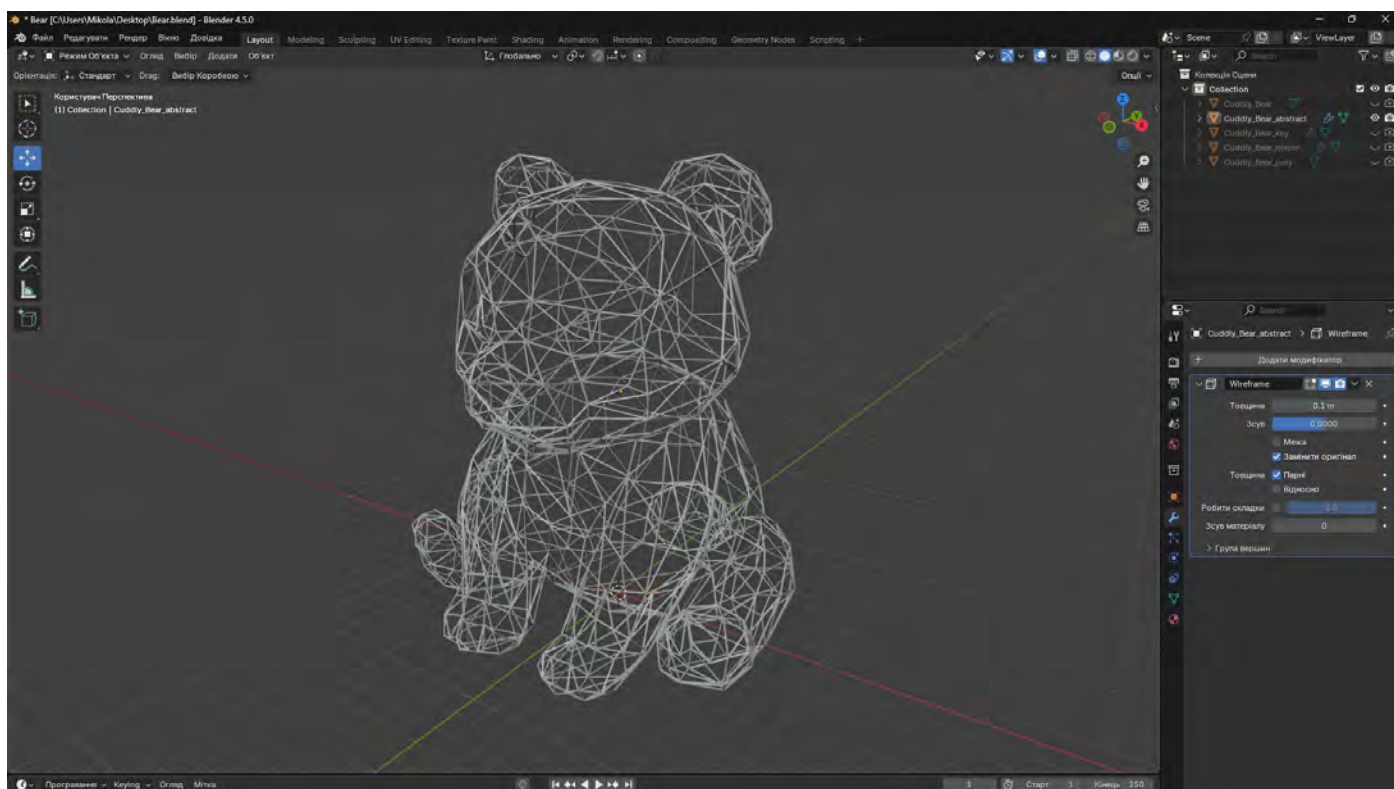
Вміння правильно використовувати цей модифікатор знову ж таки відкриває величезні можливості із перетворення одних моделей на зовсім інші, при цьому витрачаючи мінімум зусиль. Скажімо, ви можете взяти несиметричну модель, відтяти одну її частину, а другу частину віддзеркалити з використанням цього модифікатора. Це дозволить створити вже симетричну модель, по одній з осей або навіть по всіх осях одночасно.

Розмноження моделей:

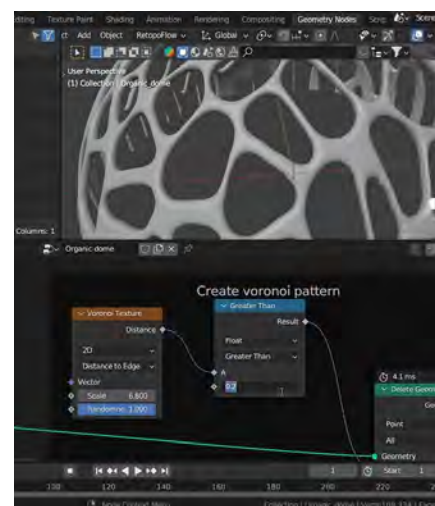


Для отримання цього варіанту я використав інструмент «Обертання (Обкрут)», хоча отримати подібний результат можна різними способами. Але перш ніж я використав цей інструмент, я застосував модифікатор «Спрощення» (Decimate). Уміння ускладнювати модель шляхом збільшення кількості трикутників на її поверхні, а також навпаки її спрощення шляхом суттєвого зменшення кількості вершин, є дуже важливим у процесі 3D-моделювання. Так, якщо модель має, скажімо, 1 млн трикутників на своїй поверхні, а ви хочете збільшити цю кількість у 10 чи навіть 100 разів, це може легко призвести до зависання комп'ютерів зі слабкими відеокартами. Натомість ви завжди можете працювати спершу зі спрощеними моделями, здійснюючи різноманітні їхні модифікації, і лише на фінальному етапі моделювання збільшити деталізацію вашої моделі.

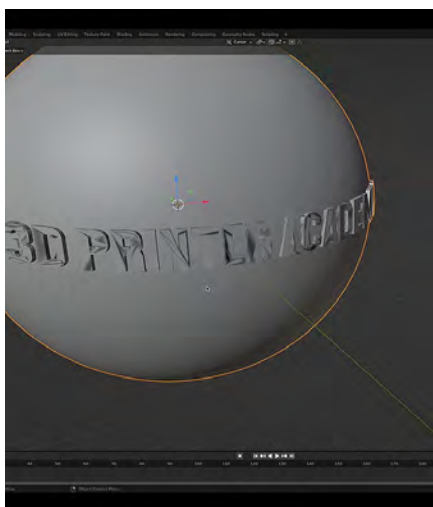
Перетворення моделі на декоративне абстрактне мистецтво.



У цьому випадку я спершу суттєво спростив модель, а потім застосував модифікатор «Каркас» (Wireframe). Використання не лише цього модифікатора, але також і ще декількох інших дозволяє перетворити будь-яку модель на щось дійсно дуже гарне. Детальніше як це зробити – можна переглянути у відео.



[Easy Organic Dome in Blender with Geometry](#)



[Emboss Text onto Curved Object Using Blender](#)

Ви побачили декілька простих варіантів модифікації вже готових моделей, але навіть цих варіантів буде достатньо, щоб почати створювати свої роботи. І застосовуючи лише ці інструменти та модифікатори, ви зможете легко з будь-якої, кимось створеної моделі, створити десяток чи два десятки своїх оригінальних варіантів. А це лише, можливо, 0,5% можливостей програми Blender!

Серед інших простих варіантів модифікацій, які я можу запропонувати, – це розміщення написів на складних поверхнях ваших моделей.



[QR-коди](#)

Також програма Blender має інструменти, які вам допоможуть перетворити векторне зображення на модель. Просто візьміть будь-яке векторне зображення у форматі SVG, яке можна знайти в інтернеті, це може бути якийсь логотип, символ, знак і т.д., імпортуйте це зображення у програму і далі з ним можна буде працювати.

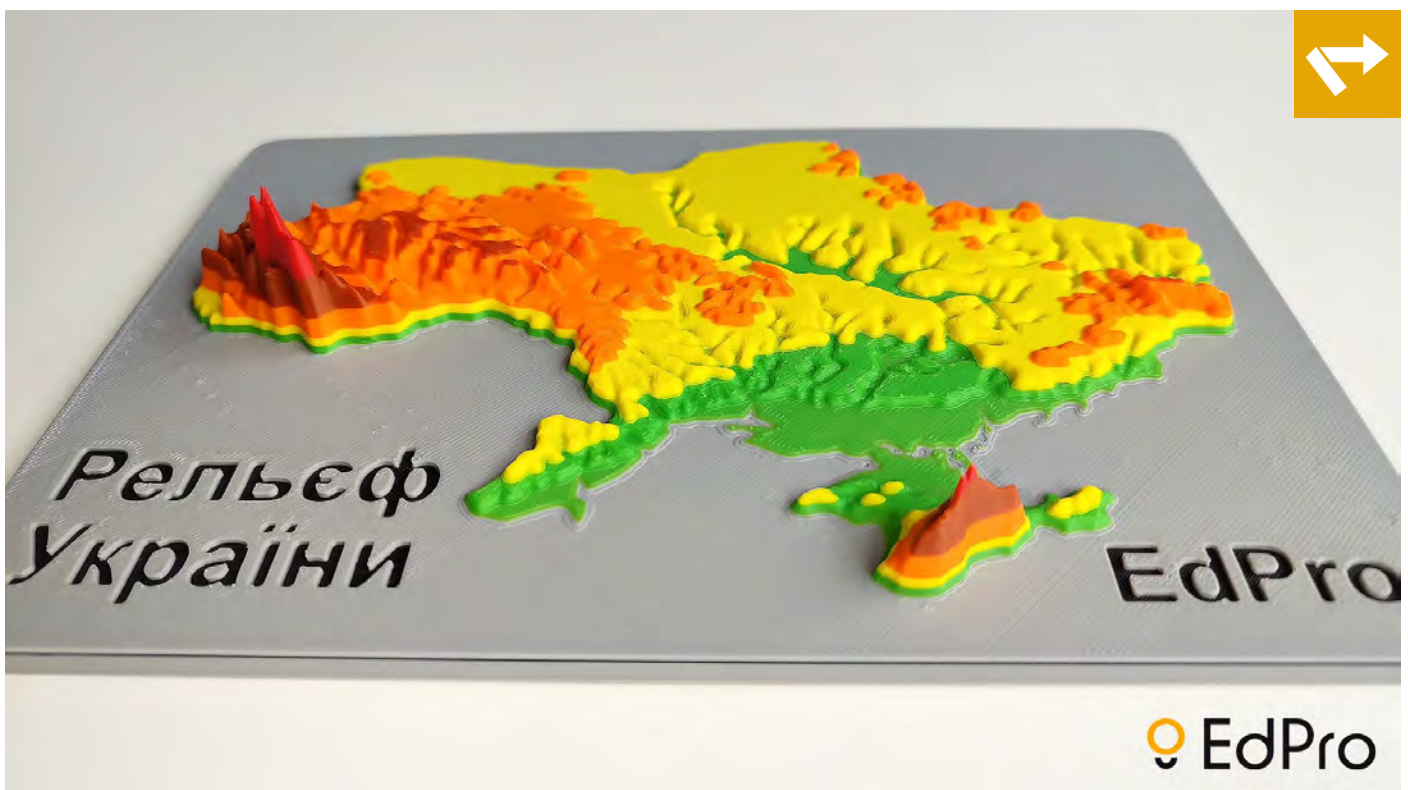
Щоб отриману модель можна було надрукувати на 3D-принтері, прямо у програмі Blender можна зробити для неї основу.

Ось приклад моделей QR-кодів, створених у програмі Blender з векторних зображень.

Щоб створити такі QR-коди, спершу потрібно їх згенерувати у будь-якому зручному онлайн-сервісі, потім зберегти його у вигляді векторного зображення SVG-формату, а потім у програмі Blender перетворити його у модель. Оскільки QR-коди складаються з непов'язаних між собою кубиків, які друкуються чорним пластиком, для того, щоб вони після видруку тримались разом, під ними варто створити спільну платформу, яку можна буде надрукувати білим пластиком.

На завершення цього розділу покажу ще декілька прикладів.

Цю карту України я створив у програмі Blender.



Створювати такі моделі дуже просто, оскільки Blender має модифікатор «Зміщення» (Displace), який дозволяє перетворити будь-яке зображення (краще у градієнті сірого) на модель. Насправді найскладнішою задачею під час створення цієї моделі рельєфної карти України було створити саме зображення карти рельєфу у градієнті сірого з коректними відтінками сірого кольору. Оскільки коли таке зображення високої роздільної здатності вже готове, перенести його у модель зовсім не складно.

Цю модель квітки я створював з використанням двох програм, а саме Blender та Fusion.



У програмі Fusion я створив вісь та підставку для квітки, оскільки у цій програмі створення таких моделей забирає від сили кілька хвилин. А от саму квітку я створював вже у програмі Blender. І у програмі Blender я здійснював фінальне поєднання елементів квітки з моделями, які були створені у Fusion.

Де можна взяти готові моделі? На це питання знайдете відповідь у попередньому розділі, де я навів декілька бібліотек з 3D-моделями. Але у наш час варіантів є значно більше. Сучасні моделі нейромереж також вміють створювати 3D-моделі дуже високої якості. Тож, на мою думку, на курсах 3D-моделювання у школі питання генеративних штучних інтелектів також варто ґрунтовно вивчати.

Є два основні шляхи отримання моделі за допомогою ШІ:

1. Зображення → генеративна модель ШІ зі створення 3D-контенту → готова 3D-модель.
2. Словесний запит (prompt) → генеративна модель ШІ зі створення 3D-контенту → готова 3D-модель.

Як правило, генеративні моделі ШІ зі створення 3D-контенту працюють із зображеннями. Ви завантажуєте зображення об'єкта, який хочете отримати. На основі вашого зображення вони створюють більш-менш схожу модель цього об'єкта. Причому деякі системи дозволяють завантажувати не одне, а декілька зображень одного і того самого об'єкта з різних ракурсів. Це суттєво покращує результат генерації. Також є нейромережі, які можуть створювати моделі лише на основі текстового опису.

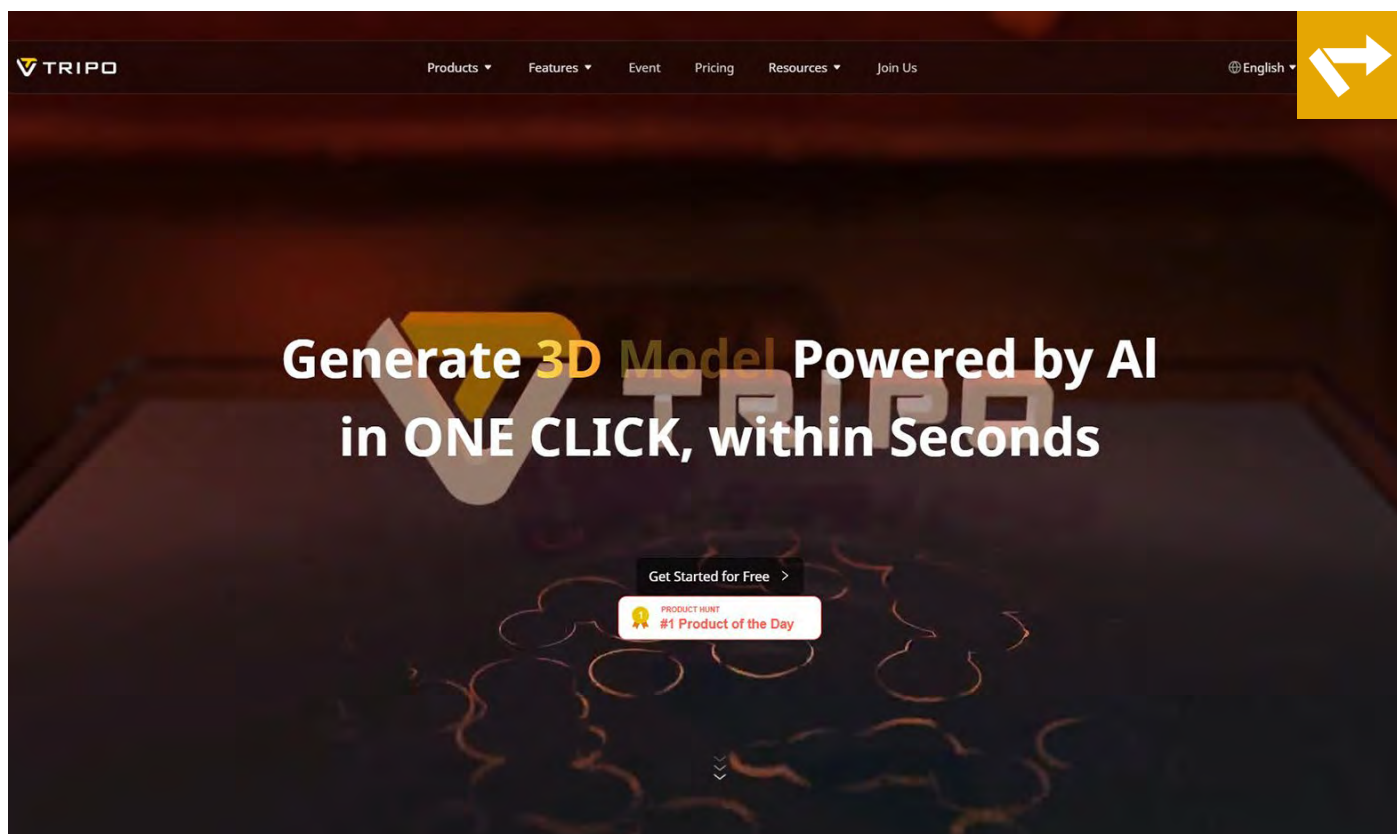
Що стосується першого шляху, то як вихідне зображення можна використовувати фотографію реального об'єкта. Це може бути фотографія якогось предмета, портрет людини або згенерований за допомогою ШІ малюнок.

У цьому розділі наведено лише одну нейромережу, яка генерує зображення на основі текстових описів. Загалом їхня кількість величезна. Серед них є платні та безплатні. Як правило, моделі, які працюють через мережу інтернет на зовнішніх серверах, є платними. З їхньою допомогою ви можете отримати більшу чи меншу, але завжди обмежену кількість безплатних зображень. Як приклад, можна навести усім добре відомий ChatGPT, який також вміє генерувати зображення на основі вашого запиту:

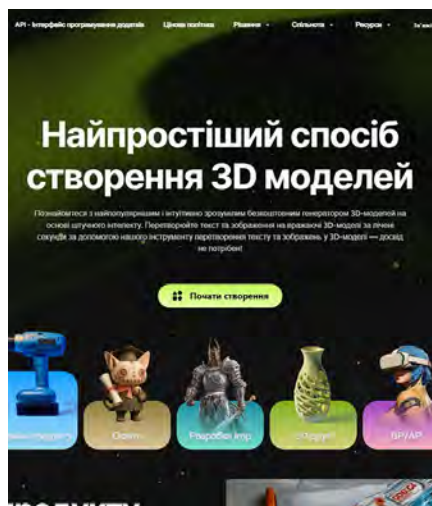
<https://chatgpt.com/>

Є моделі нейромереж, які ви можете завантажити на свій комп'ютер і запускати локально. Ці моделі, як правило, є безоплатними, але вони вимагають досить потужних комп'ютерів з потужними відеокартами.

Вибір за вами – який генеративний ШІ зі створення зображень використовувати. Рекомендую вам самостійно дослідити це питання і прийняти рішення. Адже будь-хто, хто має доступ до інтернету, може легко знайти десятки й сотні генераторів зображень на будь-який смак.



Що стосується генеративних ШІ зі створення 3D-контенту, то їх є суттєво менше, ніж генераторів зображень, однак, їх також чимало. Пропоную вам дослідити три моделі: «Tripo AI», «Meshy» та «Hunyuan 3D».



<https://www.meshy.ai/discover>



<https://hunyuan-3d.com/>

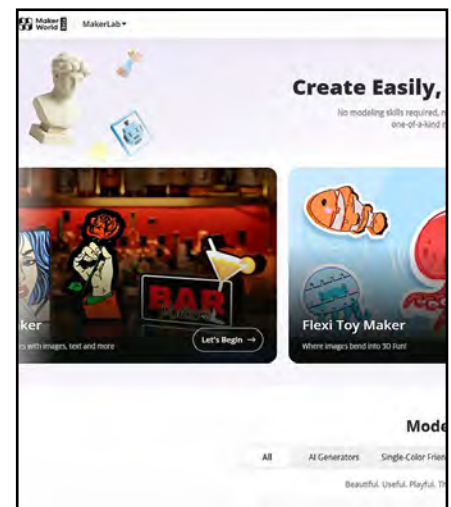
Ці моделі вміють працювати як із текстовими запитами, так і запитам у вигляді зображень.

Також цілу низку цікавих генераторів можна знайти на сайті Makerworld.

Дуже цікавим генератором є «Make My Statue»:

<https://makerworld.com/en/makerlab/makeMyStatue?from=makerlab>

Цей генератор вміє створювати досить непогані скульптури малих форм на основі фотографій реальних людей. Щоправда, при детальному вивченні створених з допомогою ШІ бюстів стає помітно дуже багато помилок, які варто виправити перед друком моделі на 3D-принтері, що можна зробити у програмах Blender чи Meshmixer.



<https://makerworld.com/en/makerlab?from=navbar>

Що стосується інших генеративних ШІ зі створення 3D-контенту, тут також варто самостійно дослідити це питання і знайти генератор, який найкраще вам підійде. Але хочемо наголосити, що генератори відрізняються як за можливостями та якістю готових моделей, а ще характером самих моделей. Одні моделі краще виходять в одного генератора, а інші – краще в іншого.

Як може виглядати робота з ШІ у курсі 3D-моделювання? На першому етапі учні під наглядом вчителя реєструються на сайті обраного генератора, скажімо Tripo3D. Далі вчитель пояснює: як писати запит. І пише з дітьми один спільний запит або допомагає з написанням унікального запиту кожному учню. Нижче наведено орієнтовний запит, який писали ми на сервері Tripo3D, щоб отримати моделі казкових лисичок, які розміщено у нашій бібліотеці у вільному доступі.



«dressed young small girl, fox, furry, bipedal body, anatomically correct, cute, orange body fur, petite short body, fox face, red eyes, short orange hair, fox ears, blue long dress, folk embroidered headscarf, short legs, forelegs and hind legs with paws, smile, looks ahead, tail, standing pose, full body»

У цьому запиті максимально детально описуємо, що саме хочемо отримати. В одних випадках краще робити максимально детальні описи, як цей чи навіть ще детальніші, а в інших випадках краще робити загальніші описи, залишаючи нейромережі більше простору для варіацій.

Після того як учні отримали свої перші моделі, їх можна завантажити у форматі STL чи GLB. І тепер учні можуть їх допрацьовувати у програмі Blender так, як описано вище.

Після освоєння цього шляху отримання моделей учні можуть також спробувати інший шлях, а саме спершу згенерувати зображення необхідного предмета чи персонажа, а вже потім на основі цього зображення спробувати згенерувати 3D-модель.

Дуже цікавим може виявитися таке дослідження: спершу спробувати у різних генераторах зображень на основі одного і того самого запиту згенерувати зображення, скажімо наших лисичок. При цьому також можна дещо змінювати сам запит і дивитись як після цього змінюється фінальне зображення. Далі на основі цього самого запиту у різних генераторах можна згенерувати 3D-моделі, а потім також згенерувати моделі й на основі отриманих раніше зображень. Коли у вас на руках буде це різноманіття зображень та моделей, стануть дуже наочними відмінності між різними генераторами, між різними формами запитів, а також вплив окремих слів у запитах на результат.

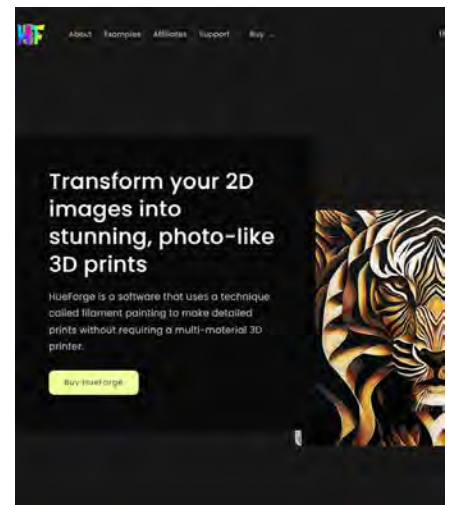
Окремим дуже цікавим варіантом створення 3D-моделей специфічного характеру є об'ємні картини, які можна друкувати на звичайних 3D-принтерах. І фінальні відбитки будуть багатоколірними!

На цій сторінці зібрані деякі приклади таких картин.

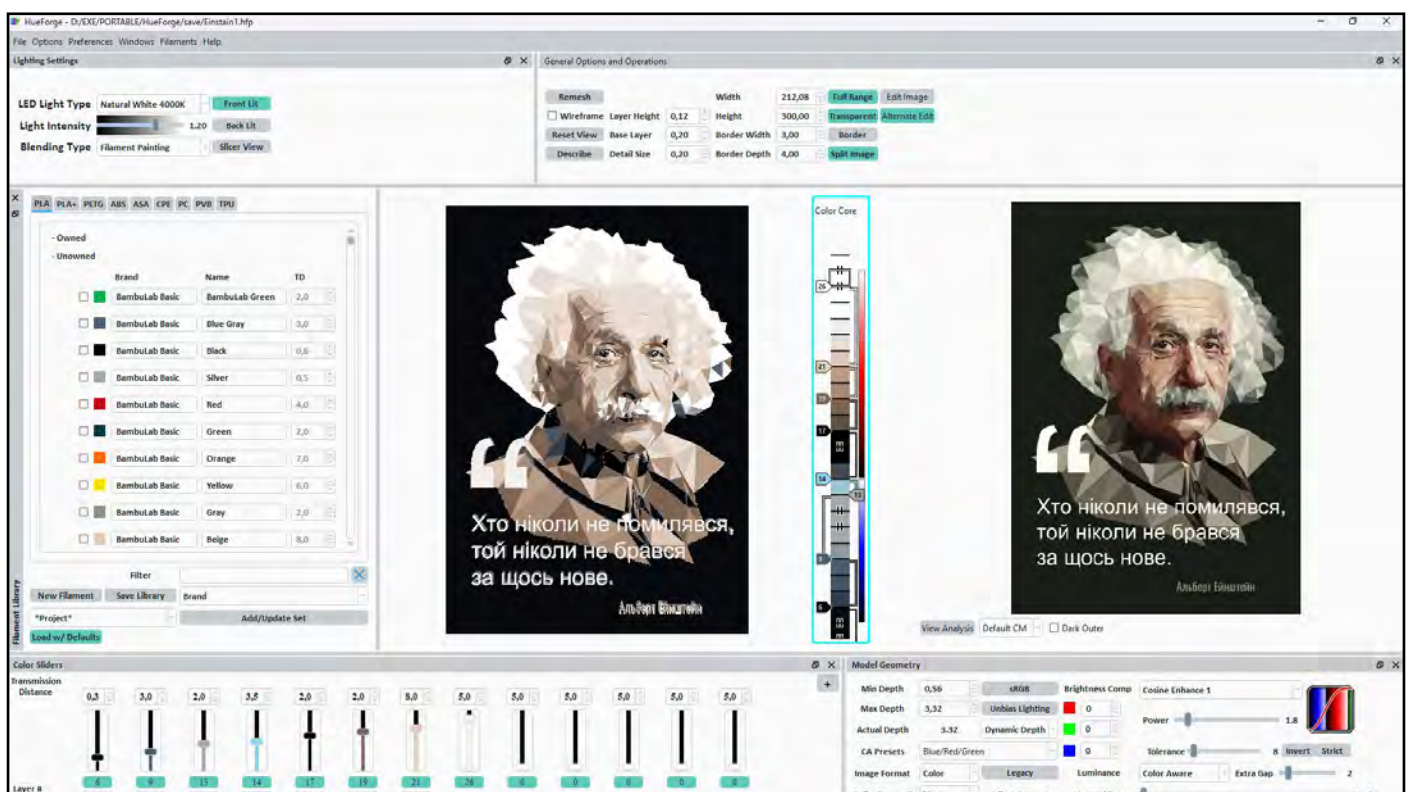


Моделі цього плану створюються у програмі, яка називається HueForge.

Ця програма платна, але порівняно не дорога.



[Transform your 2D images into stunning, photo-like 3D prints](#)



Програма має простий інтерфейс, який легко вивчити буквально за 5 хв. Але от навчитись створювати гарні картини – вже суттєво складніше.



Як працювати з програмою допоможе зрозуміти це навчальне відео.

[How to Use HueForge! Step by Step Tutorial for Beginners](#)

Принцип роботи такий: ви берете зображення, яке хочете видрукувати як HueForge-картину та імпортуєте його у програму. До слова, це зображення може бути фотографією, скажімо, людини або картинкою, згенерованою ШІ. А далі, вже у середині цієї програми, обираєте режим перетворення кольору у висоту моделі, а також вказуєте пластики, які плануєте використати під час друку фінального результату.

Після завершення роботи над проектом його потрібно зберегти. Під час збереження 3D-моделі програма також створює короткий текстовий файл, у якому містяться інструкції щодо друку вашої моделі. Тож під час «нарізки» отриманої моделі у програмі Orca Slicer треба строго слідувати цим інструкціям, інакше результат буде зовсім несхожим на те, на що ви розраховували. На жаль, не всі зображення вдається перетворити у гарні HueForge-картини, але картини, які вийшли, будуть мати просто дивовижний вигляд.

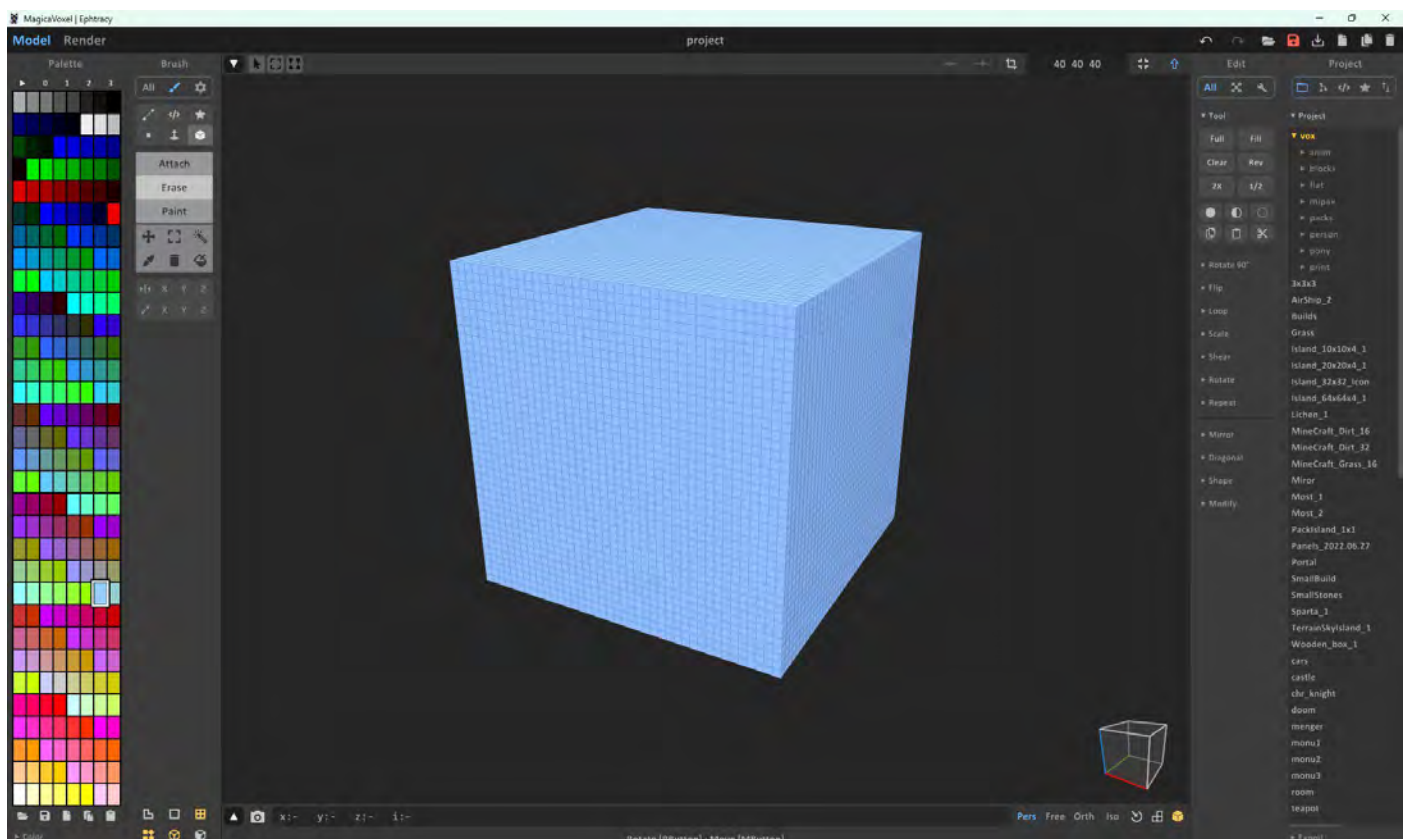
Незважаючи на доступність інтерфейсу програми та просту логіку створення HueForge-картин, навчитися створювати гарні відбитки не є тривіальною задачею. Може знадобитись багато годин практики та вміння відчувати кольори, щоб стати справжнім майстром. Але я впевнений, що учням з художніми здібностями ця програма дуже сподобається.

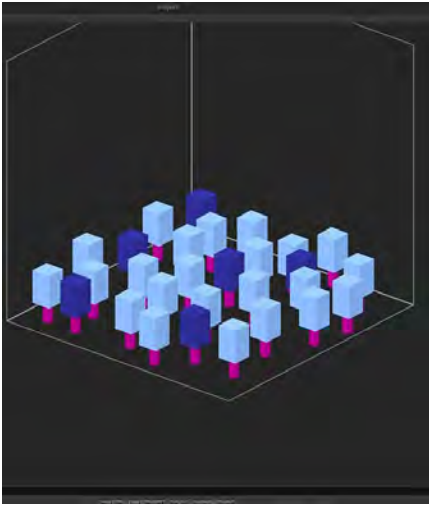
Останній варіант, яким мені хотілось би поділитися, – це створення 3D-моделей у стилі воксельної графіки. Цей варіант стоїть зовсім осторонь від стандартних методів 3D-моделювання за допомогою Blender чи Fusion. Я вирішив про нього розповісти тому, що воксельні моделі мають свій унікальний вигляд, а їхнє створення може швидше нагадувати гру, ніж реальний процес 3D-моделювання.

Воксельні моделі створюються за допомогою спеціальних програм, яких на ринку є декілька. Серед безплатних програм я можу порекомендувати MagicaVoxel.



https://ephtracy.github.io/index.html?page=mv_main





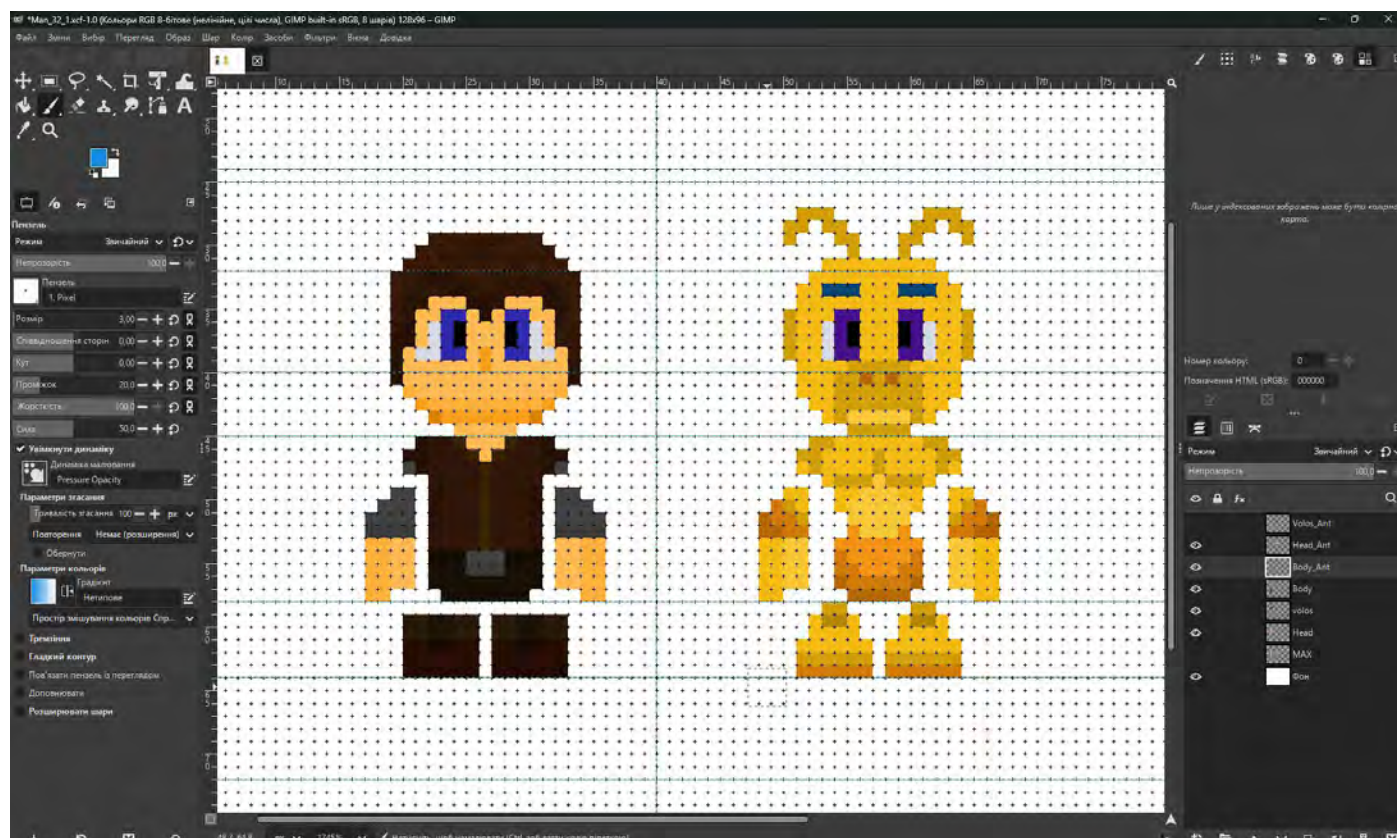
[Magicavoxel Beginners Guide: Basics](#)

Ця програма має досить простий інтерфейс, хоча його і не можна назвати інтуїтивно зрозумілим. Процес створення моделі у цій програмі є аналогічним до будівництва у такій відомій грі, як Minecraft. Тож діти, які люблять грати у цю гру, дуже швидко навчаться створювати будь-що й у програмі MagicaVoxel.

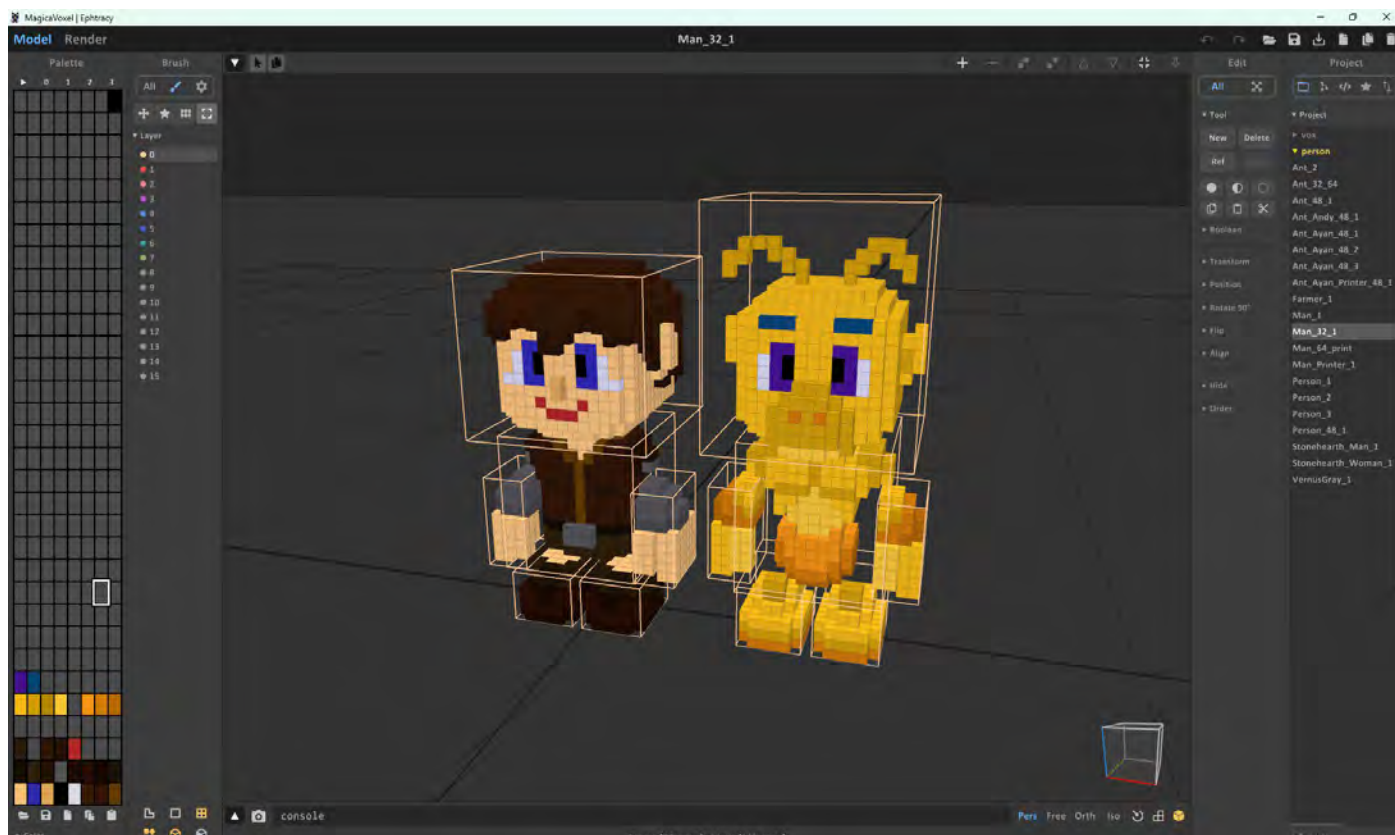
У цій серії коротких уроків показано принципи роботи у програмі MagicaVoxel.

Воксельні моделі можна розробляти й одразу створювати у цій програмі. Кращим варіантом, на мій погляд, є розробка моделей спершу у будь-якій зручній для вас програмі для створення растрової графіки, наприклад, Photoshop (<https://www.adobe.com/ua/products/photoshop/landpa.html>) чи GIMP (<https://www.gimp.org/>). У цих програмах ви спершу розробляєте дизайн вашої моделі у вигляді піксельного зображення розміром 32×32 чи 64×64 пікселі (максимально 256×256). Це зображення у форматі PNG можна імпортувати у програму MagicaVoxel і далі на його основі зробити вже об'ємну модель.

Ось приклад розробки кумедних моделей як піксельних зображень у програмі GIMP.



А це вже моделі створені за цими піксельними проєктами.

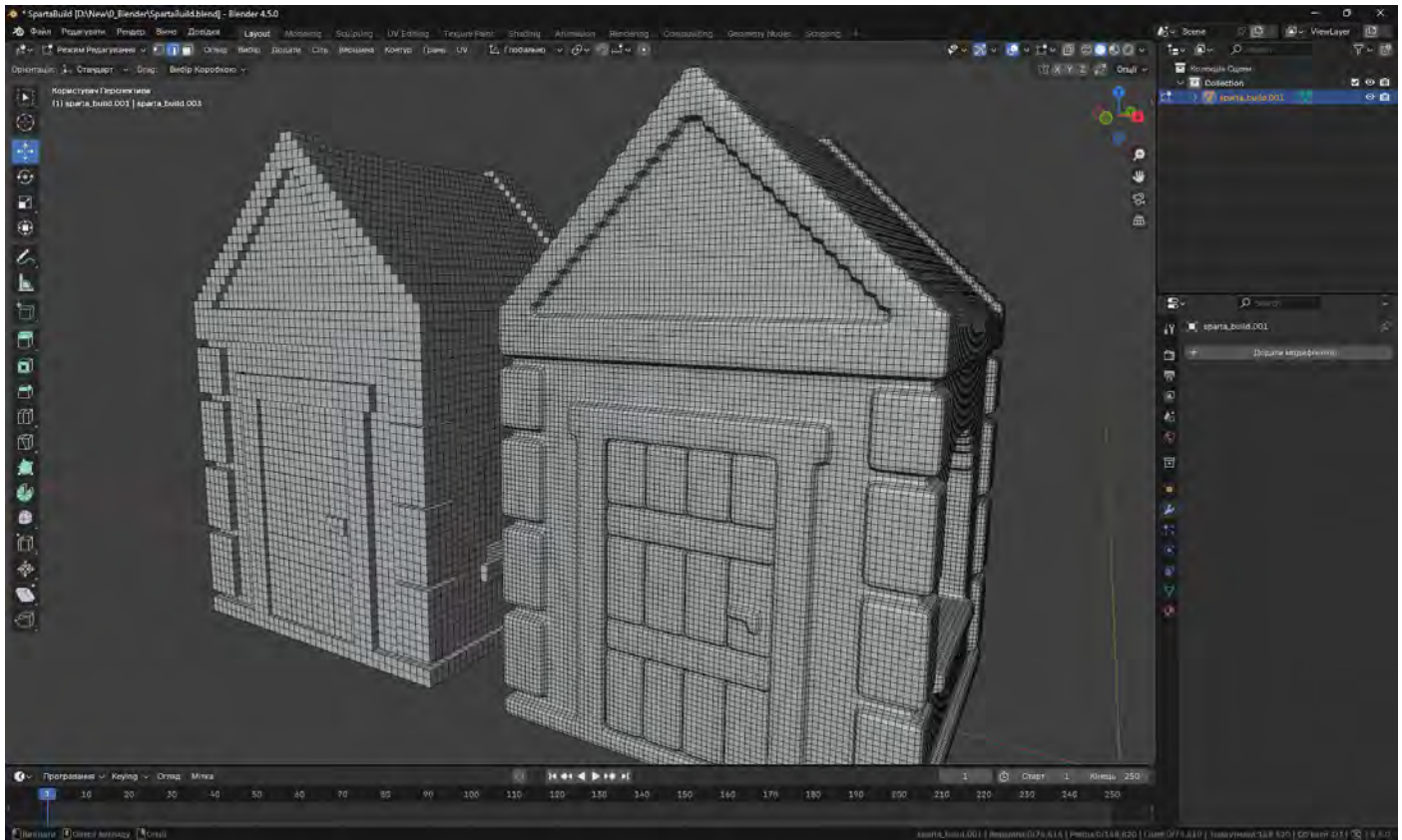


Зверніть увагу, що є безплатні онлайн-генератори піксельних зображень, які також працюють на основі ШІ. Тож їх також можна успішно використовувати на етапі розробки ваших майбутніх воксельних моделей.

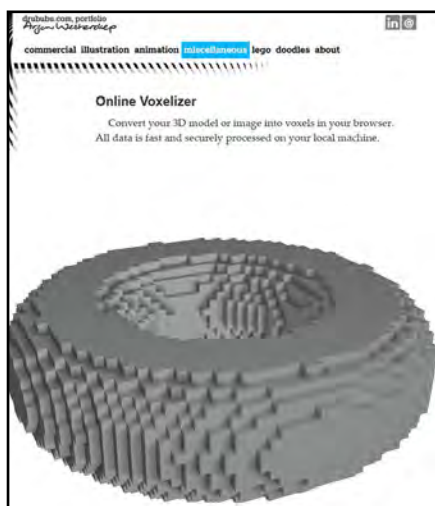
Після того як воксельна модель готова, її можна зберегти у форматі PLY. Надалі цей файл можна імпортувати у Blender, щоб продовжити з ним роботу як зі звичайною моделлю.

Перед тим як друкувати воксельну модель на 3D-принтері, у програмі Blender варто згладити усі кути моделі. Річ у тім, що прямі кути на фізичній моделі будуть виглядати не дуже гарно (хоч це, звісно, залежить від ваших уподобань), а, крім того, якість друку горизонтальних поверхонь на будь-якому 3D-принтері буде досить низькою. А от якщо усі кути заокруглити, тоді і якість відрукованої моделі стане суттєво вищою, і модель буде мати приємні округлі форми.

Дві воксельні моделі будинку відкриті у програмі Blender. Одна має початковий вигляд, а друга має заокруглені кути.



Може виникнути таке запитання: а для чого потрібно створювати воксельні моделі? Що цікавого з них можна зробити? На мій погляд, одна-дві моделі виконані у такому стилі, напевно не мають великої цінності. Але якщо створити великий проєкт з декількох десятків моделей, тоді можна зробити щось дійсно дуже цікаве.



<https://drububu.com/miscellaneous/voxelizer/?out=obj>

Уявіть собі великий проєкт, скажімо, стоянку первісних людей чи середньовічне місто, чи вашу школу з її околицями, природний ландшафт або казкове королівство, населене гномами та ельфами і т.п. Усі моделі цього проєкту виконані в одному стилі воксельної графіки (мова йде про будівлі, дерева, людей, тварин та інші об'єкти). Вони мають мати однакові розміри та надруковані різними кольорами, і, можливо, навіть частково пофарбовані акриловими фарбами. Над створенням такого проєкту може працювати команда учнів або увесь клас. Впевнений, що дітям різних вікових груп буде цікаво взяти участь у такому спільному творчому проєкті, а результат їхньої спільної роботи може мати досить дивовижний вигляд.

І на завершення цієї теми: існує онлайн-інструмент, який вміє перетворювати у воксельні моделі будь-які сітки – Voxelizer.

Ось результат перетворення моделі ведмедика, з якою я працював раніше, на воксельну модель за допомогою інструмента Voxelizer.



Цю модель я тепер можу зберегти й відкрити у програмі MagicaVoxel, щоб продовжити з нею працювати.

Крім створення моделей з нуля вручну у різних програмах чи за допомогою ШІ, існує ще один шлях, а саме 3D-сканування. Варто зазначити, що 3D-сканування – це зовсім інша, цілком окрема тема. Професійне 3D-сканування здійснюється за допомогою спеціального обладнання, яке у комплекті також має і спеціальне програмне забезпечення. Якщо вас цікавить тема 3D-сканування, але у вас немає доступу до спеціального обладнання, це не проблема. Перші кроки у 3D-скануванні можна зробити лише за допомогою звичайного смартфона. А допоможуть вам у цьому такі програми, як [Polycam](#) чи [KIRI Engine](#). Розповідь про ці програми зовсім виходить за межі цієї публікації, але ви можете їх самостійно дослідити з допомогою вашого смартфона та уроків, які можна легко знайти у мережі інтернет.

У цій публікації я ознайомчо розповів про різні теми й напрямки 3D-моделювання. *Як новачкам у всьому цьому розібратися?* Є лише один робочий шлях, а саме – пробувати на практиці. Вивчення будь-якої програми з 3D-моделювання потрібно починати з уроків, які доступні через мережу інтернет. Але мало просто переглянути уроки, треба все спробувати повторити своїми руками, лише так можна дійсно чогось навчитися.

3D-друк та 3D-моделювання найкраще викладати у курсі інформатики, оскільки саме з цим предметом вони логічно пов'язані. Але разом з тим, важко придумати інший предмет, окрім 3D-друку та 3D-моделювання, який було б настільки легко пов'язати й з будь-яким іншим предметом шкільної програми. Адже 3D-друк уже застосовують у побуті, медицині, виробництві різних речей, у тому числі з металів, у кулінарії, будівництві та в інших галузях. А що стосується 3D-моделювання, то моделювати можна взагалі будь-що: двигуни, різноманітні механізми, електронні схеми, молекули чи атоми, моделі живих організмів, клітини, тканини чи органи, будівлі, ландшафти й т.п. 3D-моделювання також використовується під час створення комп'ютерних ігор чи сучасних анімаційних фільмів.

Тож у курсі 3D-друку та 3D-моделювання учні спершу засвоюють основи, вивчають програми, вчать ставити завдання та шукати шляхи їхнього вирішення, а далі отримані знання можна застосовувати під час вивчення інших предметів чи навіть



Перед вам реальний виробничий станок, який працює на виробництві. Він поєднує звичайний електричний паяльник та декілька металевих деталей з пластиковими частинами, які були надруковані на 3D-принтері, з моделей, які були спроектовані у спеціальному інженерному програмному забезпеченні у ході звичайного 3D-моделювання.

у повсякденному житті. Потрібно надрукувати навчальну модель на урок біології? Легко! Потрібно замінити у шафі ручку чи будь-яку іншу пластикову деталь, яка зламалась? Це також можна, спершу змодельовавши потрібну деталь у Fusion чи FreeCAD, а потім видрукувавши її на шкільному 3D-принтері. Потрібно змодельувати навчальну модель, яка демонструє певні фізичні закони чи явища? І це можливо, хоча й вимагає суттєво вищого рівня знань та вмінь з 3D-моделювання.

Якщо коротко: просто поставте задачу з будь-якого предмета шкільної програми чи з реального життя зі створення певного предмета, і ваші учні зможуть її повністю чи частково вирішити, застосовуючи знання з курсу 3D-друку та 3D-моделювання.
