

# 3D-друк — інновація чи буденність?

## Вступ

Зовсім недавно важко було уявити, що вдома на принтері можна буде роздрукувати будь-що бажане, тим більше об'ємне. Проте сьогодні мрії фантастів набувають споживчої реальності. Ще декілька років тому 3D-принтер був технологічною новинкою, а вже зараз це широко застосовуваний засіб для покращення людського життя, своєрідний «домашній міні-завод», який може придбати чи не кожен бажаючий.



3D-друк — це процес читання 3D-принтером спеціально створеної цифрової 3D-моделі, з подальшою побудовою за допомогою 3D-принтера фізичного об'єкта.

Експерти проносять створення інноваційних фабрик нового формату, що не будуть спеціалізуватися тільки на декількох видах схожої продукції, а зможуть виробляти майже все що завгодно. Все це буде можливим завдяки універсальності тривимірної технології друку. А як вважаєте Ви, 3D-друк — це реальність чи далеке майбутнє?

## Історія

Знайоме усім слово «принтер» запозичене з англійської мови, перекладається воно як «друк». Напевно, кожен бачив та й використовував звичні двовимірні принтери, за допомогою яких можна вивести на папір будь-який текстовий чи графічний матеріал.



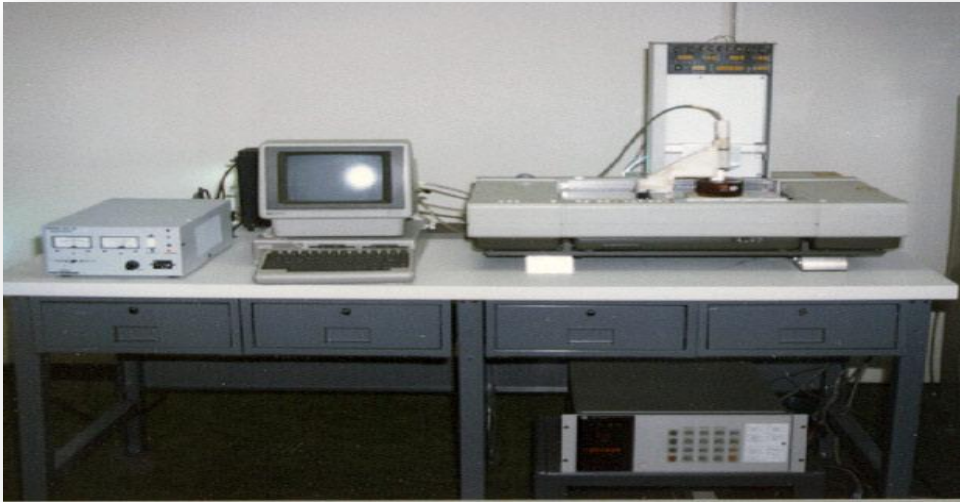
Перший у світі принтер під назвою «різницева машина» розробив у 1822 році Чарльз Беббідж. Він виконував найпростіші обчислення та роздруковував на папері отримані результати. [2]

### Розвиток звичайного друку

1822 р.	Чарльз Беббідж розробив «різницеву машину».
1834 р.	«Різницева машина» набула вигляду сучасного принтера.
1981 р.	На виставці Canon Grand Fair було представлено технологію струменевого друку.
1984 р.	На виставці досягнень телекомунікаційної галузі COMDEX компанією HP було представлено перший лазерний принтер серії LaserJet.
1985 р.	Винайдено першу комерційну модель монохромного принтера Canon BJ-80.
1988 р.	Винайдено кольоровий друк.

Сьогодні великі і малі принтери можна знайти в школах, офісах, практично у кожному будинку, адже ці апарати необхідні для навчання та роботи.

## Розвиток 3D-друку



1987 р.	Скотт Крамп створив технологію пошарового наплавлення, яка зараз є найбільш простою і популярною.
1988р.	Чарльз Халл створив технологію стереолітографії.
2005 р.	Компанія Z Corp створила 3D-принтер, здатний друкувати в кольорі та з достатньою якістю.
2013р.	Компанією WobbleWorks створено 3D-ручку.

Ідею 3D-друку було висунуто ще у 80 роках ХХ століття. Та, попри подальший розвиток його технологій, 3D-принтер достатньої якості з'явився тільки у 2005 році.

Зараз 3D-пристрій здатен створити тривимірний (об'ємний) об'єкт будь-якої форми з широкого набору матеріалів, що мають різні властивості. А застосувати його можна майже у всіх сферах людської діяльності.

### Обговорення



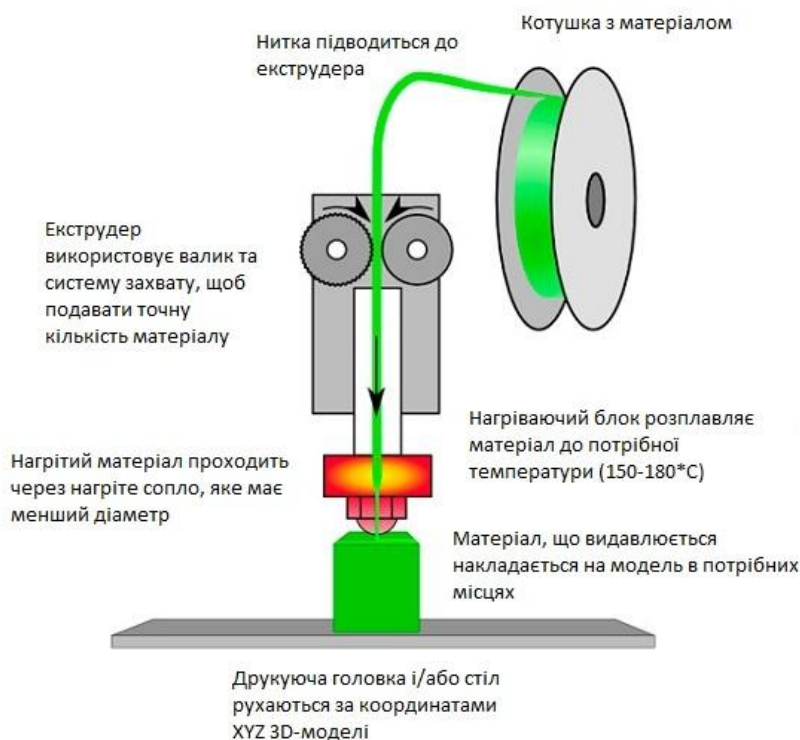
1. Принтер якого виду у Вас вдома? З якою швидкістю він друкує? Це достатня швидкість?
2. Чи зустрічались Ви з 3D-друком? А що чули про нього?

## Технології

Як і двигуни автомобілів багато в чому схожі між собою, але деякі працюють на дизельному паливі, бензині, або й зовсім на сонячній енергії, так і 3D-принтери працюють за різними технологіями, та в підсумку виконують ті ж функції.

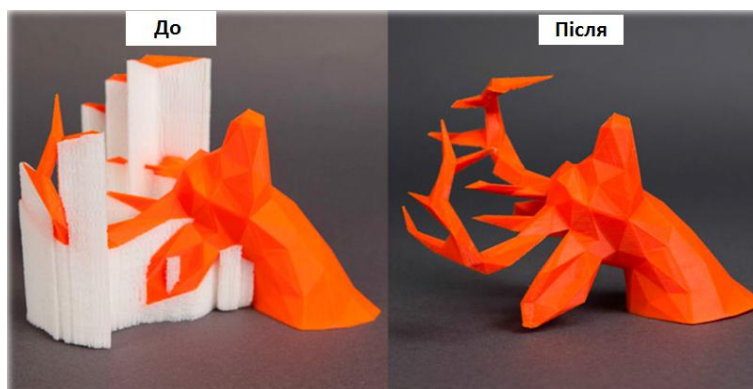
Всі сучасні технології 3D-друку засновані на пошаровому утворенні об'єктів: пошарове наплавлення (FDM), вибіркоче лазерне спікання (SLS), стереолітографія (SLA) та інші.

Технологія **пошарового наплавлення (FDM)** (струменевий 3D-друк), винайдена ученим на ім'я Скотт Крамп. Ця технологія працює за досить простим принципом, що нагадує роботу машинки для шиття. Саме тому 95% усіх сучасних 3D-принтерів використовують саме цю технологію.

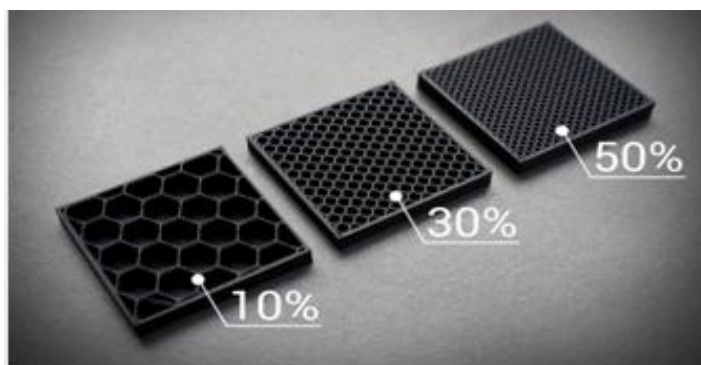


До речі, такий друк дозволяє використовувати не тільки пластик, а й будь-який матеріал, що здатен плавитися та застигати: сир, шоколад, латексну гуму, силікон, керамічні та цементні маси, навіть срібло і золото у складі глин.

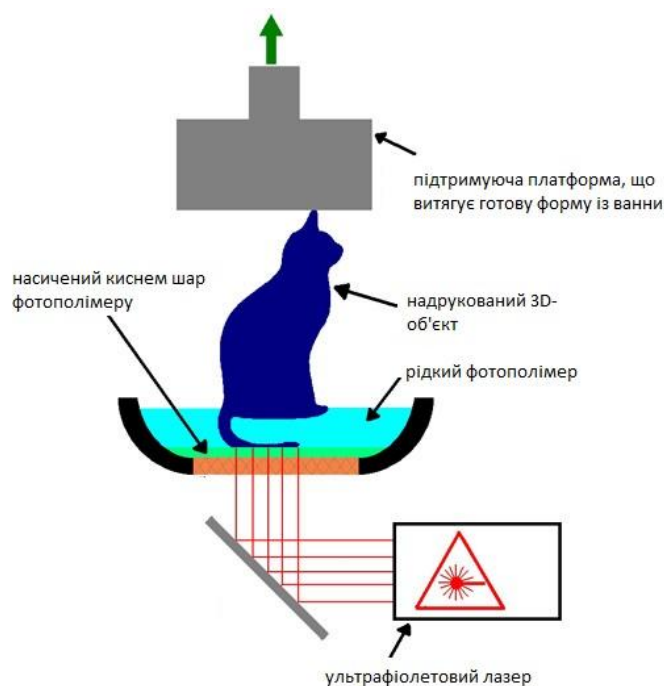
Інколи форма моделей така, що її нависаючі частини не мають достатньої опори, тоді спеціальна програма принтера автоматично додає підтримуючу конструкцію з матеріалу, що здатен розчинятись в певній рідині.



Залежно від потрібної міцності виробу може встановлюватись різний ступінь наповнення внутрішнього простору моделей. Починаючи від наповнення 0%, коли принтер друкує лише оболонки моделі, та закінчуючи наповненням 100%. Для макетів раціонально використовувати наповнення 20%, адже із збільшенням наповнення зростає вага виробу, а, отже, й вартість 3D-друку.



Технологія **стереолітографії (SLA)** дорога та використовується значно рідше, хоч і дає дуже високу точність друку. В основі SLA-друку лежить вплив лазера або спеціального проектора на рідкий фотополімер. Лазерний промінь освічує ту зону, де будуть розташуватись стінки моделі. Під його впливом рідина твердне, а всі готові шари моделі піднімають вгору. Такий процес повторюється доти, поки всі шари не будуть надруковані.

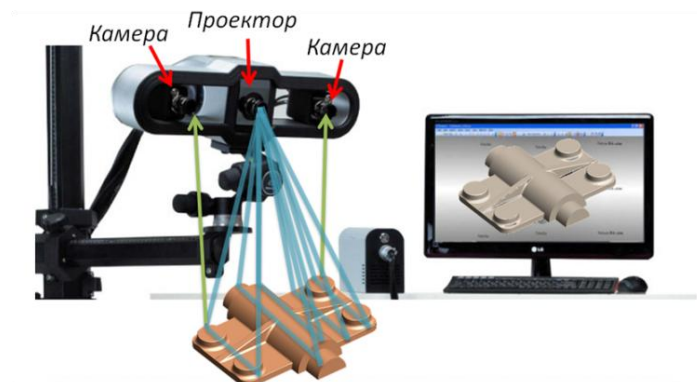


Технологія **вибіркового лазерного спікання (SLS)** запікає спеціальні матеріали з допомогою потужного лазера. Лазерний промінь малює на поверхні спеціального порошку плавкого пластику шар за шаром проєкцію моделі в розрізі. Під його впливом окремі частки матеріалу спікаються, утворюючи цільну модель. Така технологія дозволяє працювати з керамікою, пластмасою, склом тощо. Лазер може спікати навіть суміш металевого порошку і спеціального клею.



Крім 3D-принтерів є й **3D-сканери**, вони займаються детальним дослідженням фізичних об'єктів, після чого відтворюють їхні точні моделі у цифровому форматі. Сучасні тривимірні сканери можуть бути стаціонарними

або мобільними. Як підсвічування для них використовується лазер або особлива лампа.



За допомогою підсвічування та вбудованих камер апарат вимірює свою відстань до об'єкта з різних ракурсів. Після того зображення, що передаються камерами, зіставляються. Відбувається ретельний аналіз усіх отриманих даних, після якого на екрані відображається готова цифрова 3D-модель.

**3D-ручка** — це інструмент, здатний малювати в повітрі, принцип роботи нагадує FDM-принтер. З його допомогою ви зможете практикуватися в малюванні, експериментувати у створенні художніх шедеврів, а також вирішити безліч проблем побутового характеру.



### Обговорення

1. Що б Ви запропонували створити за допомогою 3D-принтера/3D-ручки?



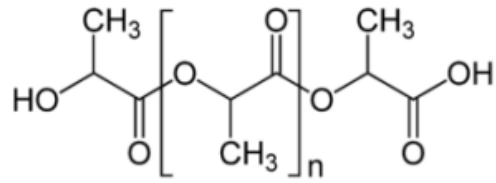
### Завдання

1. Вирахуйте вартість друку повністю заповненого матеріалом об'єкту вагою 600 грам (вартість друку 1 граму приблизно 8грн). Як зміниться вага та вартість при заповненні 70%, 50%, 20%? Як це позначиться на якості?

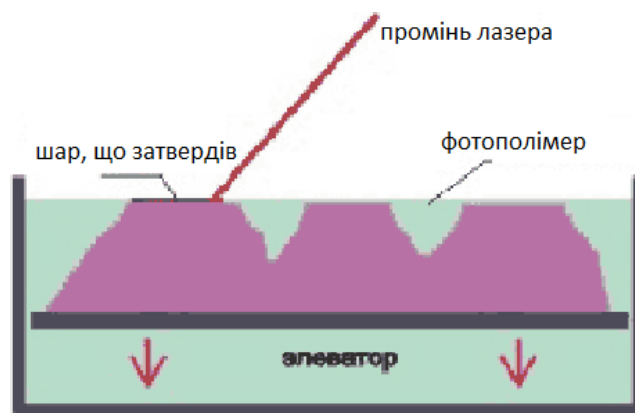
## Фізика/Хімія

В основі стереолітографії лежить вплив лазера на фотополімерні матеріали.

**Фотополімери** — це високомолекулярні органічні речовини, їхні молекули під дією ультрафіолетового лазера «зшиваються» між собою та втрачають здатність розчинятися. Цей процес називають фотополімеризацією.



До речі, фотополімери зараз широко використовуються у стоматології для протезування.



В якості порошку для виготовлення виробів селективним лазерним спіканням можуть використовуватися як однокомпонентні матеріали, так і порошкові суміші. У порівнянні з іншими методами адитивного виробництва, селективним лазерним спіканням можна виготовляти деталі з відносно широкого діапазону комерційно доступних порошкоподібних матеріалів. До них відносяться полімери, такі як нейлон (чистий, склонаповнений, чи з іншими наповнювачами) або полістирол, кераміка, скло, метали, включаючи сталь, титан, суміші сплавів, композиційних матеріалів.

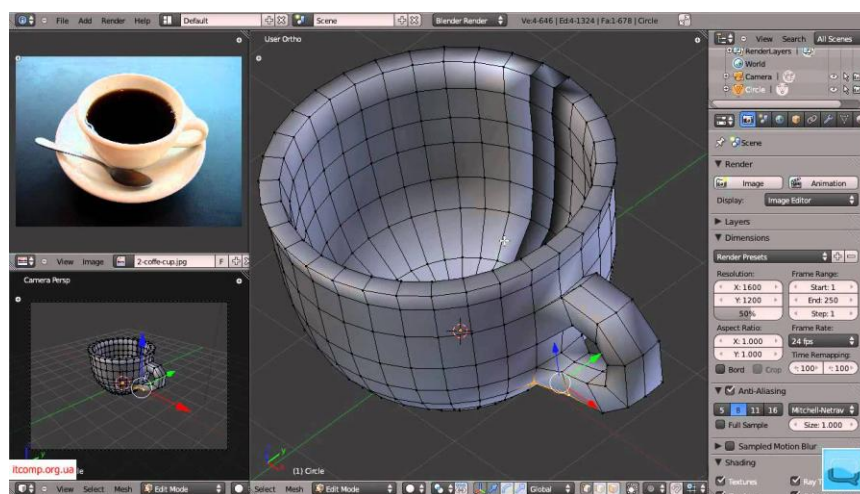




## Інформатика

Для друку 3D-принтеру необхідна спеціальна тривимірна модель, 3D-моделі потрібної форми створюють за допомогою спеціального програмного забезпечення для моделювання та проектування.

У файлі з моделлю записані координати кожної точки потрібної фігури, таким чином комп'ютер «розуміє», на якій відстані одна від одної знаходяться точки тіла. 3D-модель представляється у вигляді програмного коду, який потім за допомогою спеціальної програми-сплайнера перетворюється в зрозумілі 3D-принтеру команди.

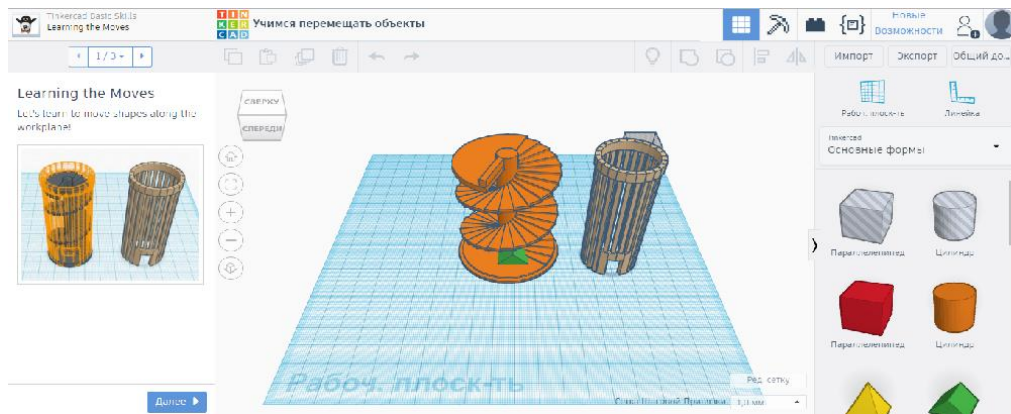


3D-моделі можуть створюватись людиною вручну або автоматично за допомогою спеціальних програм. Виготовлення моделей вручну подібне до створення скульптури.

### Найпоширеніші безкоштовні програми для 3D-моделювання:



Є й сервіси для онлайн моделювання 3D-об'єктів — це [tinkercad.com](http://tinkercad.com) і [3dtin.com](http://3dtin.com). Обидва неважкі, здебільшого зорієнтовані на роботу з геометричними фігурами, які називаються примітивами. [2]



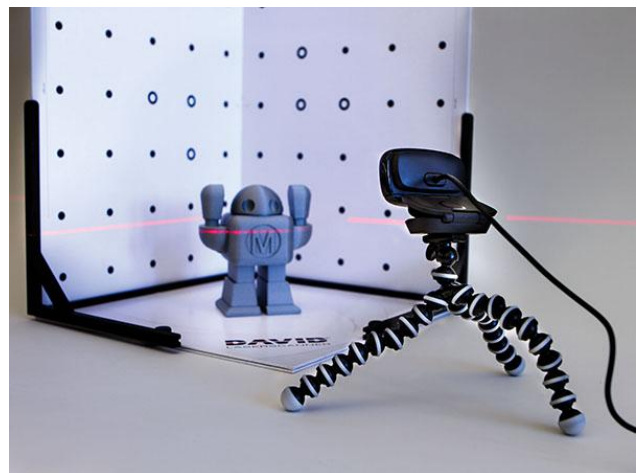
Для створення тривимірних текстових написів краще користуватися сервісом [sculpteo.com](http://sculpteo.com), в якому реалізовано зручний ввід тексту, можна вказати його товщину та колір, а також досить швидко отримати готову 3D-модель.

### **Цікаве програмне забезпечення для тривимірного сканування та отримання 3D-моделей:**

[Autodesk 123D Catch](#). 3D-сканування для мобільних пристроїв на Android.

[Photomodeler Scanner](#). Дозволяє створювати точні тривимірні моделі на основі знімків, зроблених звичайною камерою смартфона.

[3DAround](#). Перетворює двовимірні фото в реалістичні 3D-моделі.



### **Завдання**

1. Попрацюйте з онлайнвою програмою [tinkercad.com](http://tinkercad.com), створіть власну 3D-модель.
2. Завантажте програму [Autodesk 123D Catch](#) на свій смартфон, отримайте 3D-моделі речей, що Вас оточують.
3. Попрацюйте зі складнішою програмою [3ds Max](#).

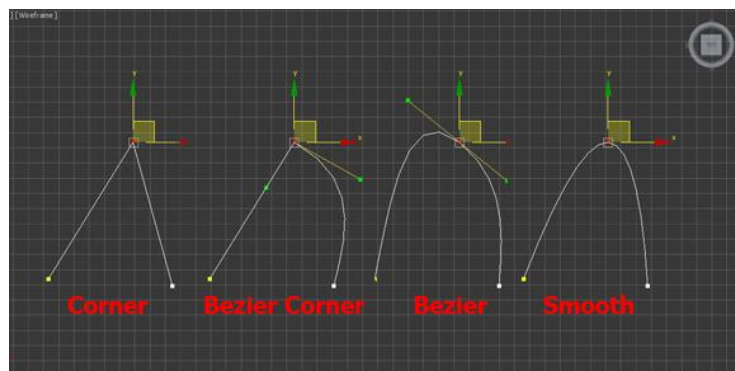


## Математика

3D-моделювання — це процес створення математичного представлення будь-якого тривимірного об'єкта. 3D-моделі представляють об'єкт набором точок у тривимірному просторі, які поєднуються між собою різними геометричними фігурами (трикутниками, лініями тощо).

Математичні алгоритми 3D-моделювання можна поділити на такі категорії:

**Сплайнове моделювання** — моделювання за допомогою кривих. Об'єкти визначаються кривими, які керуються контрольними точками.

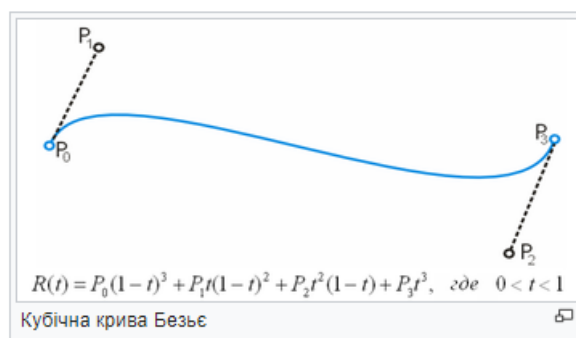


Криві Без'є — яскравий приклад сплайнів.

Крива Без'є — параметрична крива, вигляду:

$$B(t) = \sum_{i=0}^n b_{i,n}(t)P_i, \quad t \in [0,1]$$

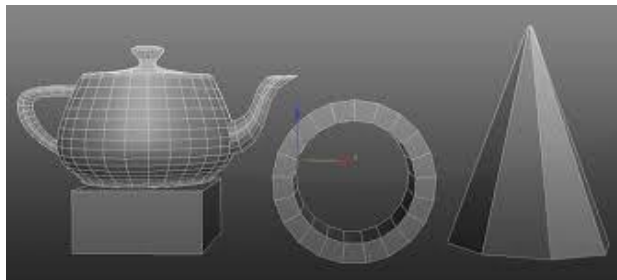
Де  $P_i$  — опорні вершини,  $b_{i,n}(t)$  — поліноми Бернштейна, вони є базисними функціями кривої Без'є. [5]



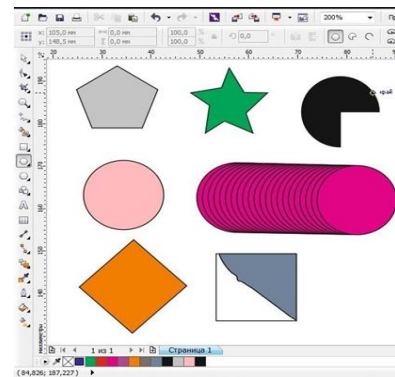
**Полігональне моделювання** — точки в 3D-просторі (вершини) з'єднуються між собою лініями (ребрами) та утворюють відповідну поверхню за законами створення геометричних площин. Набір об'єднаних площин називають полігональною сіткою.



Велика частина сучасних 3D-моделей будуються як сукупність гнучких багатокутників. Однак, вони є плоскими й можуть лише приблизно передати вигнуті поверхні. Процес перетворення таких гладких поверхонь в багатокутники називається тесселяцією.



**Моделювання за допомогою примітивів** — це моделювання на основі використання простих геометричних фігур (куль, циліндрів, конусів тощо), які слугують цеглинками при побудові складніших об'єктів.



### Обговорення

1. З якими методами моделювання працюють tinkercad.com, 3ds Max?



### Завдання

1. Середня ціна 3D-принтера 30 000 грн, кілограмова котушка пластику для друку коштує приблизно 800 грн, середня вартість друку — 8 грн/г. Якщо друкувати по 6 годин у день зі швидкістю 6г/год, за скільки днів окупляться початкові затрати?

## Архітектура

3D-друк дозволяє візуалізувати архітектурні макети будівель, споруд, цілих мікрорайонів з усією інфраструктурою: дорогами, деревами, дорожнім освітленням тощо. Макети передають найдрібніші деталі конструкцій та елементів фасадів.



Група інженерів британського Університету Лафборо створила унікальний цементний склад, що дозволив друкувати вироби будь-яких форм. Така вдосконалена цементна формула значно спрощує будівельні роботи, так як виключає необхідність опалубки. [2]

На даний момент в патентне бюро США був спрямований проект під назвою Contour Crafting, на основі якого планується зібрати величезний принтер, який зможе друкувати будинок цілком: не тільки несучі стіни, а й проводку разом з сантехнікою.



## Медицина

У медицині завдяки технологіям тривимірного друку лікарі відтворюють копії людського скелета чи окремих тканин людського організму. 3D-принтери почали використовувати в області протезування та стоматології, і вже зараз вчені працюють на друком штучних органів.

Компанія Oxford Performance Materials (штат Коннектикут, США) успішно провела операцію по імплантуванні 3D-частини черепа, модель якої було створено за допомогою 3D-сканера. На її друк витратили 2 тижні.



На виставці «Inside 3dprinting» вчені представили багато різноманітних 3D-протезів, навіть таких, які в реальному житті витримують значні навантаження. [2]

Працівники американської компанії Organovo створюють штучні фрагменти печінки, використовуючи для цього 3D-друк. Це величезний крок до створення живої тканини на 3D-принтерах. Штучні клітини починають утворювати повноцінні зв'язки, проводити цитохроми і альбумін, а також виконувати інші важливі функції печінки. Крім того, штучна тканина може самостійно існувати п'ять днів.



Інженери Принстонського університету за допомогою тривимірних технологій розробили біонічне вухо, що містить чутливу до радіохвиль антену та живі клітини.

## Бізнес



*Приватний підприємець*



*Медик*



*Програміст*

## Професії, пов'язані з 3D-друком

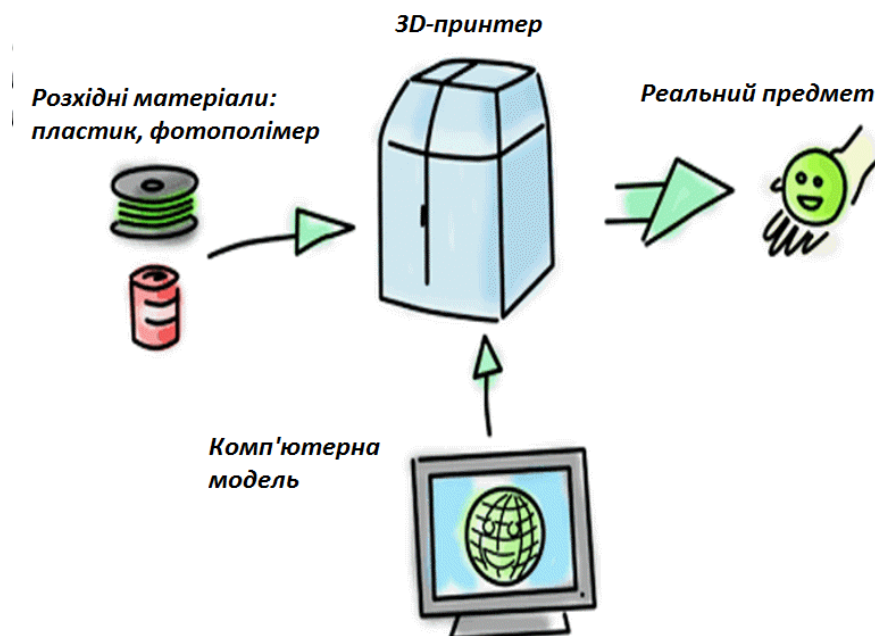


*Архітектор*



*Дизайнер*

Бізнес на основі 3D-друку — відмінний спосіб почати власну справу. Тривимірний принтер можна придбати порівняно за невелику суму (20 тисяч грн.). Необхідний матеріал для друку (найчастіше це пластик) коштує від 700 грн. до 2 тисяч за кілограм сировини. [11]



Реалізувати вироблені об'єкти можна у різних сферах. Наприклад, тривимірні фігури можуть створюватися як сувеніри для родичів і друзів, на дні народження, весілля та інші значущі події.

Сьогодні багато підприємців заробляють на продажу фігур знаменитостей, зірок спорту, героїв мультфільмів тощо.



Хорошим товаром для продажу можуть бути аксесуари для смартфонів, створені за допомогою 3D-принтерів. Для автолюбителів цікавими будуть дрібнички у вигляді фігурок автомобілів, запчастин, номерів. У цьому бізнесі обмежити зможе тільки фантазія.



Ще однією вартою уваги ідеєю є створення архітектурних 3D-макетів. Тривимірна модель будівель на столі потенційних інвесторів виглядає дуже ефектно, а такий підхід буде високо оцінений діючими архітекторами, які розробляють презентації.



Ціну 3D-принтера ще не порівняти із звичайним, але зараз є можливість зібрати таку річ власноруч. У мережі розгорнуто вільний проект [RepRap](#), учасники якого діляться способами збору тривимірного принтера з доступних матеріалів, обговорюють методи їх вдосконалення.

### Завдання

1. В якій сфері бізнесу реалізували б Ви 3D-друк? Спробуйте створити відповідну 3D-модель.
2. Запропонуйте свої бізнес-моделі розвитку 3D-друку. Як Ви б просували свій бізнес? Що саме друкували б?





## Мода

Дизайнери і модельєри активно використовують 3D-технології, експериментують і дивують публіку своїми екстраординарними і унікальними нарядами, взуттям, аксесуарами.



Не за горами майбутнє, коли кожен зможе в домашніх умовах друкувати одяг, взуття та аксесуари. Джошуа Харрісса — автор проекту, який, на думку експертів, виведе 3D-друк на абсолютно новий рівень. [2] Він розробляє принтер, за допомогою якого можна створювати індивідуалізовані предмети одягу. За задумом Джошуа повинна бути сформована онлайн-торгова площадка, де продаватимуть ідеї та ескізи одягу, а також спеціальні матеріали для її виготовлення (у вигляді картриджів).



Це означає, що в кожній квартирі стоятиме принтер, на якому буде друкуватися одяг під конкретні параметри фігури. На жаль, розробка перебуває на початковому етапі. За словами автора, пристрої надійдуть на ринок тільки до 2050-го року, якщо все вийде, звичайно.

### Завдання

1. Що б Ви друкували, якби 3D-принтер був у Вас вдома? Створіть шаблон цієї речі (можна використовувати спеціальні програми чи підручні матеріали (пластилін, папір тощо)).



1.	Назва кейс-уроку:	«3D-друк — інновація чи буденність?»
2.	Клас:	9
3.	Розгортки:	історія, технології, фізика/хімія, інформатика, математика, архітектура, медицина, бізнес, мода
4.	Локація проведення кейс-уроку:	кейс-урок проводиться у комп'ютерному класі
5.	Тривалість:	90 хв (2 уроки)
6.	Компетентності, що формуються в учнів:	<ul style="list-style-type: none"> <li>— спілкування державною мовою;</li> <li>— математична компетентність та основні компетентності у природничих науках і технологіях;</li> <li>— інформаційно-цифрова компетентність;</li> <li>— уміння вчитися впродовж життя;</li> <li>— ініціативність і підприємливість</li> </ul>
7.	Отримані результати:	<ul style="list-style-type: none"> <li>— вміння швидко шукати необхідну інформацію за темою;</li> <li>— вміння креативно використовувати отриману інформацію з практичною метою;</li> <li>— засвоєння конкретних знань з хімії, фізики, технологій та інших розділів (наведені в розгортці);</li> <li>— вміння «конструювати» отриманні знання на основі отриманих відомостей та їх сегментів;</li> <li>— вдосконалення інтелектуальних та комунікативних навичок</li> </ul>
8.	Використані джерела:	<a href="http://case.edufuture.biz">http://case.edufuture.biz</a> <a href="https://make-3d.ru">https://make-3d.ru</a> <a href="https://uk.wikipedia.org">https://uk.wikipedia.org</a>

		<a href="https://bizua.org/33/obyemnij-biznes-3d-printer-yak-sposib-zarobiti">https://bizua.org/33/obyemnij-biznes-3d-printer-yak-sposib-zarobiti</a> <a href="https://www.tinkercad.com">https://www.tinkercad.com</a>
--	--	--