

УДК 004.94

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ

Т. С. Голубник, Л. Я. Маїк, Н. С. Снігур

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Розкрито перелік застосування 3D-технологій у різних галузях. Перераховано переваги та недоліки технологій 3D-друку. Описано популярні технології виготовлення 3D-моделей, а саме: моделювання методом наплавлення (Fused Deposition Modeling, FDM), лазерна стереолітографія (Laser Stereolithography, SLA), селективне лазерне спікання (Selective Laser Sintering, SLS), електронно-променева плавка (Electron Beam Melting, EBM), технологія багатоструменевого моделювання (Multi Jet Modeling, MJM). Детально висвітлено типи пластику та різних варіантів матеріалів для 3D-друку. Виокремлено властивості окремих пластмас, які використовуються 3D-принтерами. Проаналізовано умови якісного формування 3D-моделей та доведено, що процес створення 3D складається з трьох етапів: моделювання, друкування та обробки.

Ключові слова: 3D-технології, моделювання, матеріали, властивості, процес.

Постановка проблеми. Необхідною умовою сьогодення є прогрес зростаючих можливостей із застосуванням 3D-технологій. Ця тематика актуальна не тільки у кінематографі та мультиплікації, а й у технічній сфері виробництва продукції.

3D-друк для багатьох людей став невід'ємною частиною життя. Із вузькоспеціалізованої та дорогої послуги він переростає у незамінного помічника для різних сфер діяльності. Завдяки 3D-друку можливі інновації та експерименти у сферах архітектури, медицини, поліграфії, а також у ювелірній справі, сувенірній продукції, функціональному тестуванню та ін. [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Тривимірне моделювання, яке вперше розробив у 1960-х роках творець Sketchpad Іван Сазерленд, можна просто визначити як процес створення тривимірного цифрового візуального представлення реального об'єкта за допомогою спеціального комп'ютерного програмного забезпечення [2].

3D-моделювання міцно увійшло в сучасний світ та розкривається у всіх напрямках застосування. Завдяки появі та популяризації 3D-друку 3D-моделювання перейшло на новий рівень і стало затребуваним як ніколи. Звичайно, не всі знаються на 3D-програмах і можуть моделювати об'ємні об'єкти. Звідси й затребуваність професії у сфері 3D-моделювання зросла у рази за останнє десятиліття. Багато праць фахівців з 3D-моделювання наведено у статтях, які підтверджують актуальність теми [3–5].

Мета статті — описати сфери застосування 3D-технологій та коротко перерахувати деякі з них. Враховуючи технології, виокремити застосування спеціальних матеріалів та властивості окремих пластмас. Зробити висновки процесу створення 3D-моделі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Майбутнє цифрових медіа — це 3D, що на крок попереду традиційних методів, таких як відео та фотографії. Завдяки 3D можна зацікавити свою аудиторію та подарувати їй справді захоплюючий досвід. На відміну від відео та фотографій, які обмежені з погляду перспективи та взаємодії, 3D дає змогу обраній аудиторії взаємодіяти з вашими ідеями та бачити їх під різними кутами.

Зрозуміло, що 3D-друк знаходить своє застосування у різних галузях:

1. У поліграфії та суміжних сферах — виготовлення макетів пакування, підготовка прототипів кліше для конгревного тиснення.

2. В архітектурі — виготовлення макетів будівель, селищ найдрібнішими деталями.

3. У геоінформаційних системах — виготовлення об'ємних карт, що точно повторюють ландшафт місцевості.

4. У машинобудуванні — створення прототипів виробів, оцінка їх споживчих властивостей, використання моделей для експериментальних досліджень.

5. У медицині — виготовлення протезів, створення макетів органів.

6. В освіті — створення наочних макетів для школярів та студентів.

7. У військовій промисловості — виготовлення елементів спорядження з індивідуальних лекал, запасних деталей для різних механізмів.

8. У художніх і театральних сферах — виготовлення точних копій предметів, що слугують як декорації, муляжів рідкісних експонатів.

9. У швидкому дрібносерійному виробництві — виготовлення штучних товарів у комерційних цілях.

Основними перевагами технологій 3D-друку є:

- скорочення тривалості технічної підготовки нової продукції в 2–4 рази;
- зниження собівартості продукції, особливо у дрібносерійному чи одиничному виробництві у 2–3 рази;
- значне підвищення гнучкості виробництва;
- підвищення конкурентоспроможності виробництва;
- можливості наскрізного використання комп'ютерних технологій, інтеграції із системами САПР.

Однак існують недоліки, негативний вплив яких у процесі розвитку технологій 3D-друку знижується:

- відносно висока ціна установок і витратних матеріалів;
- невисока точність;
- відносно низька міцність моделей.

Для виготовлення 3D-моделей у промисловості використовуються такі технології:

- Моделювання методом наплавлення (Fused Deposition Modeling, FDM) — об'єкт формується шляхом пошарового укладання розплавленої нитки з плавкого

робочого матеріалу (пластик, метал, віск). Робочий матеріал подається в екструзійну головку, яка видавлює на охолоджувану платформу тонку нитку розплавленого матеріалу, формуючи таким чином поточний шар об'єкта, що розробляється. Далі платформа опускається на товщину одного шару, щоб можна було нанести наступний шар.

- Лазерна стереолітографія (Laser Stereolithography, SLA) — об'єкт формується із спеціального рідкого фотополімеру, що твердіє під дією лазерного випромінювання (або випромінювання ртутних ламп). При цьому лазерне випромінювання формує на поверхні поточний шар об'єкта, що розробляється, після чого об'єкт занурюється або піднімається з фотополімеру на товщину одного шару, щоб лазер міг розпочати формування наступного шару.
- Селективне лазерне спікання (Selective Laser Sintering, SLS) — об'єкт формується з плавкого порошкового матеріалу (пластик, метал) шляхом його плавлення під дією лазерного випромінювання. Порошкоподібний матеріал наноситься на платформу тонким рівномірним шаром (зазвичай спеціальним валиком), після чого лазерне випромінювання формує на поверхні поточний шар об'єкта, що розробляється. Потім платформа опускається на товщину одного шару та на неї знову наноситься порошкоподібний матеріал. Для зменшення необхідної для спікання енергії температура робочої камери зазвичай підтримується на рівні трохи нижче точки плавлення робочого матеріалу, а для запобігання окисленню процес проходить в безкисневому середовищі.
- Електронно-променева плавка (Electron Beam Melting, EBM) аналогічна технології SLS, тільки тут об'єкт формується шляхом плавлення металевого порошку електронним променем у вакуумі.
- Технологія багатоструменевого моделювання (Multi Jet Modeling, MJM).
- Виготовлення об'єктів з використанням ламінування (Laminated Object Manufacturing, LOM) — об'єкт формується пошаровим склеюванням (нагріванням, тиском) тонких плівок робочого матеріалу з вирізуванням (за допомогою лазерного променя або інструментом, що ріже) відповідних контурів на кожному шарі.
- Технологія PolyJet — пошарове розпилення фотополімеру з подальшою полімеризацією кожного шару за допомогою освітлення ультрафіолетовою лампою.

При 3D-друкуванні використовуються спеціальні матеріали, які дають змогу створювати наступні шари готового продукту. Вони бувають різних варіантів, і використання конкретного залежить від цільового ефекту та техніки друку, яка використовується.

3D-принтери можуть працювати за кількома технологіями. Від них залежить матеріал, що використовується і спосіб його нанесення у вигляді послідовних шарів. У кожному з них використовується певний тип матеріалу. В аматорському застосуванні це зазвичай пластикові нитки. Однак є можливість використовувати багато інших матеріалів, наприклад смолу або навіть шоколад. Тоді 3D-принтер повинен мати спеціальну конструкцію, яка дає змогу працювати з використанням

специфічних матеріалів. Безумовно, найпопулярнішими матеріалами, що використовуються в промисловості, є пластмаси, смоли та спеціальні порошки.

3D-принтери повинні працювати зі спеціально адаптованими нитками. Це матеріали, які допускають нагрівання або вплив ультрафіолетових променів або лазерного променя таким чином, що вони утворюють ще один шар готового продукту. Все залежить від обраної техніки друку та параметрів принтера. Зазвичай наявні 3D-принтери використовують, наприклад, такі матеріали як:

- срібло;
- нержавіюча сталь;
- кобальт-хром;
- смола;
- нейлон;
- ABS;
- OLA;
- полікарбонат;
- гумоподібні матеріали;
- скло;
- дерев'яні матеріали;
- кераміка;
- шоколад;
- віск.

Сьогодні дедалі більше людей також намагаються використовувати багато іншої сировини, наприклад бетон. Існують цікаві модифікації класичних 3D-принтерів. Вони дають змогу друкувати дуже великі об'єкти, зокрема і будинки, але зазвичай це лише демонстраційні моделі. Варіантів дійсно багато, тому вибір правильної сировини стає дуже важливим.

Вибір правильного матеріалу для 3D-принтерів залежить від того, якого ефекту ви хочете досягти. Однак давайте подивимося на найпопулярніші матеріали, наприклад, ABS, PLA, PET-G, ASA або нейлон. Це пластики, які використовуються для виготовлення багатьох повсякденних предметів. Кожна з них має дещо відмінні властивості, які повинні бути узгоджені з параметрами цільового продукту.

Властивості окремих пластмас, які використовуються 3D-принтерами:

- ABS — висока стійкість до механічних пошкоджень і температури; можливість створювати рухомі частини та об'єкти для подальшої обробки; не стійкий до УФ-променів;
- PLA — підходить для створення макетів; не допускає важкої обробки; нестійкий до високих температур і УФ-випромінювання,
- ASA — стійкий до високих температур і мінливих погодних умов, зокрема до УФ-випромінювання;
- PET-G — стійкий до хімічних речовин, УФ-випромінювання та вологи; не деформується від ударів; має скляне покриття та стерилізується;
- Нейлон — витримує навантаження і стирання; є стійким до високих температур.

Існують також спеціальні антибактеріальні пластики, які використовуються для повсякденних речей або іграшок. Смоли використовуються скрізь, де потрібна механічна і термічна стійкість. Їх часто використовують при створенні предметів для використання в стоматологічних кабінетах. Біологічні смоли можуть контактувати зі шкірою. Порошки, навпаки, використовуються, коли необхідно отримати хороші механічні властивості, стійкість до хімічних речовин або матову поверхню.

Вибираючи відповідний матеріал для 3D-принтера, необхідно орієнтуватися насамперед на власні потреби та свій пристрій. З цієї причини, коли відомо, що буде використовуватись конкретний матеріал, який потрібно спочатку вибрати, а вже потім купувати обладнання, яке з ним впорається. Деякі пластики мають особливі властивості, наприклад, світяться в темряві або можливість використання при контакті зі шкірою. Існують також матеріали, які проводять електрику або змінюють колір. Варіантів багато. Вибір має залежати від пристрою та власних потреб.

Окрім вибору технології та матеріалів, необхідно обрати програмне забезпечення для моделювання і друкування об'єкта. Програмне забезпечення для 3D-моделювання дає змогу користувачам створювати та змінювати проекти з високою точністю для об'єктів реального часу. У підсумку можна стверджувати що кожен процес 3D складається з трьох етапів (рис.).



Рис. Етапи виготовлення 3D-моделей

Моделювання. Тривимірні моделі можна створювати за допомогою комп'ютерних програм, таких як CAD, завантажених з мережі «Інтернет», або за допомогою 3D-сканера, або фотографуючи, а потім використовуючи комп'ютерне програмне забезпечення для фотограмметрії. Неправильно розроблену тривимірну модель можна скоригувати.

Друкування. Перед початком друку необхідно перевірити правильність тривимірної моделі — якщо вона зроблена правильно, потрібно вибрати такі параметри — температура і висота шару. При встановленні параметрів варто враховувати матеріал, спосіб і геометрію елемента. Наступним кроком буде використання програмного забезпечення, яке розділить модель на шари.

Обробка. Поверхні надрукованих деталей пористі, тому предмети піддаються фінішній обробці для додання їм гладкості. Вид обробки залежить від матеріалу, що використовується. Існують способи, які дають змогу друкувати кольорові деталі, а також можна покрити лаком або пофарбувати готові елементи.

Висновки. 3D-друк — це процес виготовлення тривимірного елемента на основі комп'ютерної моделі. Для якісного створення 3D-моделі необхідно

враховувати обрану технологію, згідно з якою підібрати матеріал відповідно до вимог. Підсумовано, що кожен процес 3D складається з трьох етапів: моделювання, друкування та обробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сфери використання технологій 3D-друку. URL: <https://3dway.com.ua/blog/3d-printing-use-cases>.
2. 3D-моделювання: огляд історії та застосування в галузі. URL: <https://www.cadcrowdcom/blog/3d-modeling-overview-history-industry-applications/>.
3. Пальчевський Б. О., Валецький Б. П., Вараніцький Т. Л. Системи 3D моделювання: навч. посіб. Луцьк, 2016. 176 с.
4. 3D моделювання. URL: <https://3ddevice.com.ua/uk/3d-modeliuvannia/>.
5. Інформації технології 3D моделювання. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/06e9b660-3029-442f-b990-1534e7fb9b8f/content>.

REFERENCES

1. Sfery vykorystannia tekhnolohii 3D-druku. Retrieved from <https://3dway.com.ua/blog/3d-printing-use-cases> (in Ukrainian).
2. 3D-modeliuvannia: ohliad istorii ta zastosuvannia v haluzi. Retrieved from <https://www.cadcrowdcom/blog/3d-modeling-overview-history-industry-applications/> (in Ukrainian).
3. Palchevskiy, B. O., Valetskiy, B. P., & Varanitskiy, T. L. (2016). Systemy 3D modeliuvannia. Lutsk (in Ukrainian).
4. 3D modeliuvannia. Retrieved from <https://3ddevice.com.ua/uk/3d-modeliuvannia/> (in Ukrainian).
5. Informatsini tekhnolohii 3D modeliuvannia. Retrieved from <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/06e9b660-3029-442f-b990-1534e7fb9b8f/content> (in Ukrainian).

doi: 10.32403/2411-3611-2023-1-43-56-62

ANALYSIS OF THE PROCESS OF CREATING 3D MODELS

T. S. Holubnyk, L. Y. Mayik, N. S. Snihur

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
tanagolubnik@gmail.com,
Naftusja13@gmail.com*

The article presents the list of applications of 3D technologies in various areas. The advantages that confirm the relevance of the process and the disadvantages of 3D printing technologies that do not affect the quality of the process are listed. Popular technologies for manufacturing 3D models are described, namely: Fused Deposition Modeling (FDM), Laser Stereolithography (SLA), Selective Laser Sintering (SLS),

Electron Beam Melting , EBM), multi-jet modelling technology (Multi Jet Modeling, MJM). In 3D printing, special materials are used, which make it possible to create the next layers of the finished product. They come in many variations, and the use of a particular one depends on the intended effect and the printing technique being used. 3D printers can work with several technologies. The material used and the method of its application in the form of successive layers depend on them. Each of them uses a certain type of material. The main materials are listed and the most popular materials used in industry are listed and highlighted – they are plastics, resins and special powders. The types of plastic and different options of materials for 3D printing are presented in detail. The properties of individual plastics used by 3D printers are highlighted. Special antibacterial plastics used for everyday items or toys are also presented. Biological resins can come into contact with the skin. Powders, on the contrary, are used when it is necessary to obtain good mechanical properties, resistance to chemicals or a matte surface. The focus is on 3D modelling software that allows users to create and modify high-fidelity designs for real-time objects. The conditions of high-quality formation of 3D models are analysed and it is proved that the process of creating 3D consists of three stages: modelling, printing and processing.

Keywords: 3D technologies, modelling, materials, properties, modelling, printing and processing stages of the process.

Стаття надійшла до редакції 14.02.2023.

Received 14.02.2023.