

Яремчук О. М.

здобувач, Київський національний
університет культури і мистецтв

ЕВОЛЮЦІЯ ОБ'ЄМНО- ПРОСТОРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ДИЗАЙНІ

Анотація: У статті досліджується еволюція об'ємно-просторового моделювання, розглянута технологія швидкого прототипування, розглянуті перспективи та проблеми застосування технології в сферах прикладного дизайну.

Ключові слова: об'ємно-просторове моделювання, макет, макетування, прототип, швидке прототипування, 3D друк, 3D принтер.

Анотация. Яремчук О.М. Эволюция объемно-пространственного моделирования в дизайне. В статье исследуется эволюция объемно-пространственного моделирования, рассмотрена технология быстрого прототипирования, рассмотрены перспективы и проблемы применения технологии в сферах прикладного дизайна.

Ключевые слова: объемно-пространственное моделирование, макет, макетирование, прототип, быстрое прототипирование, 3D печать, 3D принтер.

Annotation. Yaremchuk O.M. An evolution of by volume of-spatial design is in a design. The evolution of by volume of-spatial design is investigated in the article, technology of rapid prototyping, considered prospects and problems of application of technology, is considered in the spheres of the applied design.

Keywords: by volume of-spatial design, model, modelling, prototype, rapid prototyping, 3D printing, 3D printer.

Постановка проблеми. Пластичне опрацювання поверхні, трансформація її в об'ємні елементи та композиційна взаємодія з оточуючим середовищем - композиційне моделювання, є однією з найважливіших задач, які доводиться вирішувати дизайнерам-проектувальникам. Основою композиційного моделювання являється макет об'єкту проектування.

Стара приказка "Краще один раз побачити, ніж сто разів почути" дуже точно описує, що дизайнерам може дати створення макету: візуального представлення, яке наглядно відтворює дизайнерське рішення проекту. В процесі роботи над якимсь серйозним архітектурним або технічним проектом часто буває важко виявити різні помилки і недоліки, використовуючи не тільки екран монітора, до того ж не усі здатні легко орієнтуватися в тривимірних проекціях. Маючи ж реальну фізичну модель майбутнього виробу, можна виявити і усунути різні помилки, скоректувати процес проектування.

Результати дослідження. Макет відомий з давніх часів. Велика частина фахівців стверджує, що за часів Стародавнього Єгипту, Ассирії і античної Греції архітектори користувалися не кресленнями, а саме макетом. Саме слово "макет" походить від французького - "maquette" і від італійського - "macchietta" - і означає нарис або просторове зображення чого-небудь, зазвичай в зменшених розмірах.

Нині використовуються різні методики макетування, в основному продовжуючи традиції БАУХАУЗА і ВХУТЕМАСА. Саме ці методики покладенні в основу навчальних дисциплін у ряді творчих ВНЗ, проте вони жорстко орієнтовані на спеціальності, що випускаються цим учбовим закладом. Та й враховуючи вік існуючих методик, виникає необхідність корегування потреб сучасного прикладного дизайну до даної теми.

Для повноти картини проаналізуємо стадію макетування, коли створюється макет кінцевого продукту в зменшеному варіанті або ж в реальну величину, і потім на основі макету досліджуються його властивості, вносяться корективи і знову втілюється в матеріал. Основні проблеми, які доводиться вирішувати під час макетування:

- з кожним роком об'єкти проектування стають все більш складніші за формою та конструкцією, тому використання традиційних методик макетування та матеріалів, які при цьому використовуються, призводить до неможливості відтворення композиційної моделі дизайнерського рішення або ж значному збільшенні часу реалізації та вартості макету;
- враховуючи складність проектів час реалізації макету може значно розтягнутися, а сам створений макет дуже швидко "застаріває" не встигаючи вносити зміни за проектувальниками - це знову ж таки призводить до значного збільшення вартості та терміну реалізації макету;
- вартість виконання професійного макету враховуючи попередні пункти буде крім того виникає ще одна проблема пов'язана з обмеженістю бюджету - це

Надійшла до редакції 07.04.2011

не відповідність макету та кінцевим кресленням дизайнерського рішення, оскільки внесення змін закінчується при закінченні виділеного бюджету.

Більше того передові дизайнерські бюро практикують ітеративний підхід до дизайну, коли на кожному етапі створюється макет, аналізується та затверджується представниками замовника, дизайнерами, інженерами та конструкторами. Цей процес може повторюватися декілька разів для кожного дизайнерського рішення, а якщо таких рішень декілька то й для кожного з них необхідно створювати свій оригінальний макет, але на кожному етапі відбувається покращення якості дизайну кінцевого продукту. Звичайно кошторис таких послуг просто дуже великий, але й кінцевий результат буде максимально задовольняти всіх. І якщо з високою вартістю доводиться миритися, то з великим часом розробки макету, а тим паче неточність передання форми дизайнерського рішення взагалі не допустиме в професійній роботі.

Слід зауважити, що в більшості випадків дизайнерів цікавить не лише зовнішня форма, а внутрішній зміст, функціональна взаємодія елементів складної системи, тому в професійному дизайні ми вже говоримо не про макет, який передає об'ємно-просторове рішення, а іншу більш змістовну форму "прототип".

Зрозуміло, що з такою кількістю недоліків виготовлення макету більш менш складного проекту, а тим паче прототипу, старими методиками є досить не раціональним як з точки зору витраченого часу так і вартості.

Враховуючи високу технологічність сучасного дизайну (використання комп'ютерних технологій проектування) логічно було б перекласти таку трудоміку задачу на комп'ютер. І така технологія існує - "Rapid Prototyping" або "швидке прототипування".

Історія розвитку

У середині 90-х років ХХ століття конкуренція у світовій економіці досягла такого високого рівня, що споживачі почали буквально вказувати свої умови виробникам. Однакові речі - наприклад, машини чи годинник - перестали продаватися мільйонами штук. Оптимальною стала партія «ширпотребівських» виробів в сто тисяч або навіть кілька десятків тисяч.

Настала пора дрібносерійного виробництва. Однак підприємства зіткнулися з тим, що виготовлення прототипів, лекал, різних форм, необхідних для виробництва готової продукції, стає занадто дорогим задоволенням. При мільйонній партії ціна лекала розкладається на всю продукцію і становить незначну частину загальної вартості. Якщо ж виробів лише кілька тисяч, то традиційний спосіб розробки та створення форми не дозволяв зберігати конкурентоспроможну ціну, а також швидкий темп виробництва.

Слід також зауважити, що високий рівень конкуренції у світовій економіці, виник завдяки впровадженню нових робототизованих технологій в виробництво та нових комп'ютерних технологій проектування, що значно скорочувало час від ідеї до

виготовлення готової продукції. Звичайно, що такими технологіями могли скористатися не всі, адже їхня вартість була просто дуже великою, тому такий підхід в виробництві зародився спочатку в машинобудуванні (авто-, літако- та суднобудування), а потім поступово розповсюдився й на інші сфери виробництва.

В той же час з використанням комп'ютерних технологій в промисловому дизайні, стали використовуватися й нові форми (плавні поверхні, які охоплювали всю поверхню об'єкту) на основі тривимірного В-сплайнового моделювання, а це в свою чергу унеможливило виготовлення складної поверхні прототипу (макету) традиційними способами.

Тоді-то і почався бум пристроїв, для виготовлення прототипів. Частина з цих верстатів так і залишилася у виробничому секторі, але від них простягнулася еволюційна гілка, яка призвела до появи офісних принтерів твердотільних об'єктів. Як і у промислових систем прототипування, призначення цих пристроїв полягає в швидкому виготовленні зразків, що дозволяють побачити, як річ буде виглядати в матеріалі.

Шлях від образу, що з'явився в голові інженера, до створення прототипу скоротився у декілька разів. В умовах конкурентної боротьби між промисловими гігантами виграш часу на кілька тижнів, означає випереджаюче вихід новинки і можливість зняти вершки з ринку. Крім виготовлення прототипів принтери твердотільних об'єктів використовуються для швидкого малосерійного виробництва.

За свою майже 30-літню історію RP-систем набули широкого використання в багатьох галузях, навіть дуже далеких від промислового дизайну, таких як архітектура, медицина, дизайн одягу та ін. За цей період значно удосконалилися технології та якість виробів, а головне значно зменшилася вартість як самого обладнання так і витратних матеріалів, що знову ж таки дає потенційну можливість використання даних систем в малих компаніях та підприємствах.

Технології RP-систем

Стереолітографія (Stereolithography - SLA)

У середині 80-х років Чарльз Халл (Charles Hull) угледів ідею своєї RP-системи у властивості фотополімерів тверднути під впливом ультрафіолетового випромінювання. STL-установка оснащена контейнером з рідким полімером, в який занурюється плоска полицка так, щоб вона ледь виглядала. Під дією керованого комп'ютером випромінювання відбувається затвердіння шару завтовшки в декілька сотих міліметра, при цьому полицка опускається вниз і знову покривається рідиною. Далі все повторюється - в результаті ультрафіолетовий промінь «малює» об'ємну фігуру. Саме такий процес набув найбільшого поширення серед інших систем. Найсуттєвіше його незручність - необхідність створення підтримуючих елементів, якщо площа поперечного перерізу верхнього деталі більше нижнього. Отримавши патент на стереолітографія, Халл заснував комерційну компанію 3D Systems, яка

в 1987 р. представила громадськості перший STL-принтер. Частина продукції цієї компанії трохи менше половини всього ринку 3d систем.

Селективне лазерне спікання (Selective Laser Sintering - SLS)

Метод SLS був винайдений Карлом Декартом (Carl Deckard) у 1986 р. і використовується такими компаніями, як, наприклад, DTM Corporation і EOS. Суть технології полягає в шаровому спіканні лазерним випромінюванням порошкового матеріалу. У робочій камері він попередньо підігрівається, трохи не доходячи до температури плавлення. Після розрівнювання порошку по поверхні зони обробки CO₂-лазером спікається потрібний контур, далі насипається новий шар, розрівнюється, і процес повторюється. Готова модель витягується з камери, а надлишки порошку видаляються. Використання широкого спектру недорогих і нетоксичних матеріалів (порошкові полімери, ливарний віск, нейлон, кераміка, металеві порошки), низькі деформації та напруги, можливість одночасно робити відразу кілька моделей у одній камері - все це забезпечує SLS досить високі рейтинги на ринку систем швидкого прототипування. Однак при цьому отримані вироби мають шорстку і пористу структуру, а при зміні матеріалу потрібно чистка цілої камери.

Послойна заливка екструдуючим расплавом (Fused Deposition Modeling - FDM)

Ідея створення процесу належить Скотту Крамп (Scott Crump), який незабаром після цього винаходу, в кінці 80-х, разом зі своєю дружиною заснував компанію Stratasys. Основною частиною принтера, що з'явилося на ринку в 1991 р., є екструдуюча головка. У ній матеріал (ливарний віск або пластик, що надходять на котушках) нагрівається до температури плавлення і подається в зону друку. Головка переміщується по двох координатах, синтезуючи певний шар моделі. Потім платформа опускається, створюється новий шар і т. д. Як позитивними якостями FDM можна відзначити: легкість перебудови з одного нетоксичного матеріалу на інший, низькі витрати й досить високу продуктивність, малі температури переробки, а також мінімальне втручання оператора у функціонування обладнання. У той же час дана технологія не позбавлена і недоліків: між шарами утворюються шви; головка екструдера повинна постійно рухатися, інакше матеріал застигне і засмітити її; можливо розшарування у разі температурних коливань протягом циклу обробки.

Послойне формування об'ємних моделей із листового матеріалу (Layer Object Manufacturing - LOM)

LOM-технологія була винайдена Михайлом Фейгеном (Michael Feygin) в 1985 р., а сьогодні на її основі виробляють промислові установки такі фірми, як Helisys, Paradigm і Sparx AB. Листовий матеріал (папір, пластик, кераміка, композити або поліестер) розкрояють по заданому контуру за допомогою CO₂-лазера (можна одночасно розкроявати більше одного аркуша, проте точність при цьому зменшується), а потім

нагрівається валик і здійснює склеювання шарів. При помилці в процесі синтезу об'ємного виробу частину шарів можна видалити. LOM-установки дозволяють застосовувати широкий діапазон недорогих листових матеріалів і синтезувати моделі з мінімальними деформаціями завдяки відсутності фізико-хімічних перетворень. Однак через те, що лазер не завжди повністю прорізає лист, ускладнюється видалення відходів і навіть не виключено пошкодження деталей, а властивості матеріалу можуть змінюватися. Шорсткувату поверхню виробу важко обробляти через можливість розшарування, а в приміщенні необхідна вентиляція.

Послойне ущільнення (Solid Ground Curing - SGC)

Процес був розроблений ізраїльською фірмою Cubital в 1987 р. і за своєю суттю подібний до фотокопії. За допомогою спеціального тонера на вибірково зарядженої скляній пластині створюється фотомаска (шаблон) основи моделі. Ця фотомаска розміщується над тонким шаром фотополімеру, розподіленим по поверхні робочого столу, після чого експонується ультрафіолетовою лампою. У результаті шар фотополімеру, який відповідає використовуваному в даний момент шаблоном, твердне; рідкі залишки видаляються, а порожнини заповнюються розплавленим воском, і він швидко застигає. Потім процес повторюється: створюється фотошаблон для наступного розрізу, по робочому столу розподіляється новий шар фотополімеру і т. д. SGC-технологія має ряд незаперечних переваг: моделі синтезуються без підпірок і не вимагають подальшої обробки; процес можна зупинити, щоб видалити дефектні шари, і пізніше відновити його. Цікаві перспективи відкриває також можливість створювати об'єкти з рухомими складовими частинами. Варто відзначити, що ця установка дуже важка, гучна і вимагає постійної присутності оператора. Ряд проблем пов'язаний з полімерами: їх вибір обмежений, вони дорогі, токсичні, а при перегріві повторне використання цих матеріалів стає неможливим.

Струменева полімеризація (Polyjet and Ployjet Matrix)

На площину побудови згідно програмного алгоритму наноситься рідкий фотополімер блоком друкуючих головок. Блок складається з 8 головок - це 768 сопел малого діаметра, що здатні продукувати біля 16 млн. крапель на хвилину. На друкуючій голівці розміщені дві ультрафіолетові (УФ) лампи, які замінюють лазер в SLA-установках. Після нанесення фотополімер полімеризується під дію УФ світла. Цим завершується побудова одного шару. Далі площину побудови зміщують на дуже малий рівень і головки створює наступний шар. На даний момент існують дві платформи обладнання: Іден (англ. Eden) та Коннекс (англ. Connex). Іден підтримує технологію побудови моделей PolyJet, Коннекс - технологію PolyJet Matrix.

Основними характеристиками струменевої полімеризації є мала товщина шару в 16 мікрон, яка задовольняє навіть ювелірів, що мають підвищені

вимоги до деталізації моделей, та дуже висока швидкість виготовлення моделей.

Електронно-променеві плавлення (Electron beam melting - EBM)

Електронно-променеві плавлення (EBM) є вже одним з видів адитивного виробництва для металевих деталей. Це часто класифікуються як експрес-метод виробництва. Технологія виготовлення деталей шляхом розплавлення шару металевого порошку за допомогою електронного пучка у високому вакуумі. На відміну від інших технік спікання металів, частинки спікаються повністю щільно і дуже сильно.

Титанові сплави широко використовуються з цією технологією, яка робить його підходящим вибором для ринку медичних імплантатів. Європейські та американські виробники ортопедичних імплантатів впровадили в серійне виробництво технологію EBM з 2007 року для виготовлення сертифікованих імплантантів.

Недавно були розроблені технологія для виготовлення деталей з гамма алюмінідів титану, і в даний час використовується Avio SpA для виробництва турбінних лопаток для авіаційних двигунів. Велика механічна стійкість та точність виготовлення виробів відкрили шлях до використання в аерокосмічній та інших галузях.

Висновок. Дизайн стрімко увірвався в наші сфери виробництва та на першій погляд використання інформаційних технологій в проектуванні мало б за мету зменшити відмінність та скоротити відставання в виробництві від розвинених країн, але на превеликий жаль прискорення, що відбулося не було настільки стрімким, як бажалося. Так впровадивши комп'ютерне проектування, стадія об'ємно-просторового моделювання здебільшого залишається ресурсоємкою з великою часткою ручної роботи і не задовольняє сучасним потребам дизайну. Хоча технологія швидкого прототипування існує близько трьох десятиків років (для інформаційних технологій це дуже великий період), на превеликий жаль на пострадянському просторі вона лише зараз починає використовуватися, в процесі проектування. Весь парадокс заключається в тому, що найактивніше використання набувають відносно "молоді" напрямки, такі як протезування в медицині, а не дизайн та проектування, де ця технологія зародилася та активно використовується в світі.

Більш глибокий аналіз даної ситуації показує, що питання використання технології швидкого прототипування лежить насамперед не в економічній площині, адже обладнання не дешево, а насамперед в культурі проектування. Слід зазначити, що впровадивши закордонні інструменти проектування, культура проектування у нас з Вами залишилася старою, ми навіть не зробили аналіз ідеології "їхнього" комп'ютерного дизайн-проектування для того, щоб скорегувати наше бачення та нашу академічну школу.

Для досягнення кінцевого результату недостатньо змінити лише одну із стадій технологічного процесу, впровадивши комп'ютерне проектування в дизайні ми не отримуємо максимальної віддачі, неможливість використання технології швидкого прототипування полягає в підходах проектування - закордоном використовуються тривимірне проектування, тоді як у нас воно лишається двовимірним і використовується лише для розробки та ведення технічної документації.

Література:

1. Sandeep Singh. Beginning Google SketchUp for 3D Printing. Printed and bound in the United States of America (POD).
2. Калмыкова Н.В., Максимова И.А. Макетирование из бумаги и картона: Учебное пособие.-М.: Книжный дом «Университет», 2000.-80с.:ил.
3. Калмыкова Н.В., Максимова И.А. Макетирование: Учебное пособие.-М.: Книжный дом «Университет», 2003.-94с.:ил.
4. <http://www.midgart.ru/>
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_prototyping/
6. http://uk.wikipedia.org/wiki/3D_друк