

УДК 7.012:72]-004.4

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/43-2-9>

**Олександра МОРСЬКА,**

*orcid.org/0000-0002-4537-3965*

*асистент кафедри дизайну та 3D моделювання*

*Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова*

*(Харків, Україна) smorskayaaa@gmail.com*

**Катерина ЖМУРКО,**

*orcid.org/0000-0002-0182-7515*

*студентка III курсу факультету дизайну*

*Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова*

*(Харків, Україна) zhmurko.k@gmail.com*

**Ігор КОЛЯДА,**

*orcid.org/0000-0003-0516-4154*

*асистент кафедри дизайну та 3D моделювання*

*Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова*

*(Харків, Україна) i.i.kolyda@gmail.com*

## **ЗНАЧЕННЯ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ТА САД ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ З ДИЗАЙНУ**

У сучасному світі 3D-моделювання в САД програмах є актуальною та невід'ємною частиною сфери промислового дизайну. Застосування 3D-моделювання сприяє створенню виразних, лаконічних форм об'єктів дизайну з метою подальшого застосування їх на виробництві. Тому вже на перших етапах формування дизайнерських умінь і навичок необхідне вивчення основ 3D-моделювання. У статті розглядається важливість ознайомлення з моделюванням у 3D-середовищах у вищих навчальних закладах при підготовці фахівців-дизайнерів. Передусім акцентується, що 3D-моделювання генерує творчі здібності, розвиток фантазії, креативність, розвиває тривимірне мислення, яке стимулює та формує креативно-образний підхід до формотворення. Підкреслюється актуальність основ 3D-моделювання на всіх етапах проектування – від стадії зародження проєктної ідеї до остаточної презентації готових рішень. Комп'ютерні технології дають змогу змоделювати будь-яку природну, органічну, техноорганічну форму, відразу маючи інформацію про її геометричні характеристики. Також у сучасному виробництві активно застосовується попереднє моделювання та прототипування за використанням 3D-друку, що є одним із найважливіших етапів створення промислового дизайну. При цьому важливо, що в параметричному моделюванні при побудові моделі працюються не з окремими поверхнями, а одразу з усім предметом, що є цілісною формою.

Для 3D-моделювання й автоматизованого проектування (САПР) найбільш поширеним інструментом є програмний продукт SolidWorks, який застосовується в інженерно-конструкторському проектуванні у сфері промисловості й освіти в усьому світі. SolidWorks пропонує повноцінний інструментарій для параметричного моделювання, які в поєднанні з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для користувача роблять процес створення об'єктів максимально зручним та ефективним. У статті наголошується, що вивчення 3D-моделювання, зокрема програми SolidWorks, дає змогу застосувати в процесі створення дизайну продукту найбільш ефективні методи формотворення, поєднувати їх між собою, генерувати креативні ідеї та демонструвати їх.

**Ключові слова:** дизайн, промисловий дизайн, 3D-модель, 3D-моделювання, САД-системи, освіта, підготовка фахівців, SolidWorks.

**Oleksandra MORSKA,***orcid.org/0000-0002-4537-3965**Assistant at the Design and 3D Modeling Department  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv  
(Kharkiv, Ukraine) smorskayaaa@gmail.com***Kateryna ZHMURKO,***orcid.org/0000-0002-0182-7515**Third-year Student at the Faculty of Design  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv  
(Kharkiv, Ukraine) zhmurko.k@gmail.com***Igor KOLIADA,***orcid.org/0000-0003-0516-4154**Assistant at the Design and 3D Modeling Department  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv  
(Kharkiv, Ukraine) i.i.kolyda@gmail.com*

## THE IMPORTANCE OF 3D MODELLING AND CAD TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL DESIGN EDUCATION

*In the modern world 3D modelling in CAD programs is relevant and integral part of the sphere of industrial design. The use of 3D-simulation promotes the creation of expressive, concise forms of design objects for further application in production. Therefore, in the first stages of developing design skills it is necessary to learn basic 3D modeling. The article discusses the importance of exposure to 3D modelling software in higher education institutions when training designers. First of all, it is emphasized that 3D modeling generates creativity, fantasy development, creativity, develops three-dimensional thinking, stimulates and forms creative approach to shaping. The relevance of 3D modeling fundamentals at all stages of design from the stage of conception of a project idea to the final presentation of ready-made solutions is emphasized. Computer technology makes it possible to simulate any natural, organic, techno-organic form, immediately having information about its geometric characteristics. In addition, in modern production is actively applied preliminary modeling and prototyping for use of 3D printing, is one of the most important stages of creation of industrial design. It is important, however, that in parametric modeling the model is constructed not from individual surfaces, but from the very beginning of the whole object, is integral.*

*For 3D modelling and computer-aided design (CAD), the most common tool is the SolidWorks software product, which is widely used in engineering design in industry and education worldwide. SolidWorks offers a full-fledged parametric simulation tool that, when combined with an intuitive user interface, makes the creation process as convenient and efficient as possible. The article notes that the study of 3D modeling, in particular SolidWorks, allows to apply the most effective methods of shaping, to combine them, to generate creative ideas and to demonstrate them.*

**Key words:** *design, industrial design, 3D model, 3D modeling, CAD systems, education, SolidWorks.*

**Постановка проблеми.** Для дизайну як сфери передусім формотворення вельми важливо представлення ідеї в тривимірній формі. Тому при проектуванні все більше уваги приділяється новим методам формотворення, зокрема з'являються та розвиваються нові програми для 3D-моделювання. Будь-яка форма свідомо та несвідомо – криволінійна, органічна, техноорганічна – легко створюється й модифікується в сучасних комп'ютерних програмах. Виникнення нових засобів проектування не може не вплинути на якість і різноманітність формотворення й на нову естетику в дизайні в цілому. Такий підхід, у свою чергу, висуває вищі вимоги до особистості дизайнера та його технічної грамотності. Ринкові відносини також ставлять нові завдання перед дизайнером. Необхідно не лише створити, а й уже

на перших етапах проектування презентувати, демонструвати об'єкт у всіх вигідних аспектах. Якісна модель об'єкта дизайну зробить більш ефективним процес виробництва на всіх його етапах, що забезпечується інформативністю віртуальної, комп'ютерної 3D-моделі.

Тому велике значення для формування особистості дизайнера та його вмінь має отримання теоретичних знань і закріплення їх на практиці при вивченні основ і різних методів моделювання. Отже, одним із основних питань навчального процесу при підготовці дизайнерів є визначення місця в структурі освітньої програми дисциплін із вивчення комп'ютерного 3D-моделювання.

**Аналіз досліджень.** Нові технічні можливості, які пов'язані з розвитком комп'ютерних технологій XXI століття, охопили всі аспекти життє-

діяльності людини, у тому числі й нові підходи до зображення, передачі ідей і концепцій.

З появою нових можливостей і нових принципів у проектуванні та подальшому виробництві змінилися й методи викладання матеріалу та закріплення отриманих знань на практиці для підготовки спеціалістів у сфері дизайну.

Комп'ютерне моделювання займає впевнену позицію на рівні з традиційними методами проектування: ескізування від руки, макетування та робота в матеріалі. Постають питання у визначенні пріоритетності цих методів і послідовності залучення їх в освітній процес. Оскільки процес проектування в навчанні в певному сенсі відтворює послідовність етапів створення об'єкта у професійній діяльності, важливо звернутися до досвіджень створення виробів на основі 3D-моделі.

Так С. В. Вергунов у працях, визначаючи етапи створення продукту дизайну, підкреслює, що вже на етапі варіативного формотворення, який іде після підготовчого (аналіз ринку продукції) та концептуального (отримання технічного завдання та формування концепції), є ефективним застосування САД систем. При цьому виділяє 3 важливі моменти: дизайнер відразу працює «в об'ємі», легко вносить зміни в об'єкт, пропрацьовує нюанси, редагує кольорові й фактурні рішення, найголовніше, при цьому об'єкт виглядає максимально наближено до кінцевого продукту (Вергунов, 2011: 6–9).

Наочність та інформативність моделі визначають у працях Н. А. Евдокимова, М. А. Шевляков, Р. А. Хворов, К. Ю. Маслов та інші (Шевляков, Хворов; Толубаєва; Маслов, Похорукова, 2016; Евдокимова, 2019).

Але недостатньо розглянуте питання значення 3D моделювання в контексті вивчення промислового дизайну.

**Мета статті** полягає в розгляді та визначенні важливості ознайомлення з основами комп'ютерного 3D-моделювання на прикладі САД-систем у підготовці майбутніх спеціалістів за освітньою програмою 022 Дизайн.

**Виклад основного матеріалу.** У сучасних умовах найактуальнішим у сфері дизайну є створення креативних ідей, тому все більше зростає попит на креативно-творчу конкурентоспроможну особистість. Не викликає сумніву значимість орієнтації професійної освіти на стимулювання творчого саморозвитку студентів-дизайнерів. Так, одним із основних завдань освіти дизайнерів є виховання спеціалістів, що креативно, образно і тривимірно мислять, пропонують нові підходи до виконання поставлених завдань, мають високий творчий потенціал.

Тому важливо відразу ж на перших етапах освоєння професії дизайнера включення дисциплін, що розвивають тривимірне мислення, яке стимулює та формує креативно-образний підхід до формотворення. 3D-моделювання регенерує творчі здібності, розвиток фантазії, креативність. Важливо зазначити, що ефективно розвиває просторове мислення в студентів 3D-моделювання, а, у свою чергу, тривимірне мислення допомагає моделювати об'єкти швидко та якісно (Кемпенс, 2020: 63–65).

Виконання навчальних вправ, творчих завдань для ознайомлення з функціоналом програм для 3D-моделювання водночас дає можливості отримання досвіду та практичних навичок для подальшої роботи й розвитку креативності та формування об'ємного мислення в цілому. Студенти набувають розуміння масштабності й пропорцій, формують чітке уявлення про об'єкт, що проєктується, про його безпосереднє розташування в середовищі, що також розвиває просторове мислення. Формування та розвиток просторового мислення необхідні також для того, щоб мати можливість бачити не один конкретний об'єкт окремо, а усвідомлювати його місце в просторі та розуміти, як він буде розташований у взаємодії з іншими елементами й об'єктами, адже одним із основних завдань дизайнера є формування гармонійної взаємодії предметів, що знаходяться в тривимірному просторі (Жуйкова, Ахмедзянов, 2019).

3D-моделювання охоплює широкий спектр завдань і застосовується при розробці дизайн-проектів на всіх стадіях: від ескізного пошуку до остаточного рішення й утілення в життя. Його широке використання в багатьох сферах, таких як дизайн візуальних комунікацій, транспортний дизайн, дизайн одягу й текстилю, дизайн дрібних промислових об'єктів, дизайн мультимедійних персонажів у рамках геймдизайну, дизайн інтер'єру, зумовлено необхідністю створення об'ємного тривимірного образу, що буде найбільш повно розкривати ідею створеного об'єкта чи рішення.

Основи 3D-моделювання можуть використовуватися як на стадії зародження проектної ідеї, ескізних пошуків, так і на подальших етапах безпосереднього виконання проектних завдань, розробки концепцій, остаточної презентації готових виконаних рішень.

Процес формотворення в режимі тривимірного моделювання відрізняється від процесу проектування у двовимірному просторі. У двовимірному просторі дизайнер має можливість створювати та презентувати об'єкт лише частково, під певним кутом зору, не даючи повного уявлення про його естетичну й прагматичну функцію. Працюючи

відразу «в об'ємі», дизайнер легко вносить зміни в об'єкт і його деталі, має можливість створити об'єкт у різних кольорах і фактурах, тим самим демонструючи об'єкт максимально наближено до кінцевого продукту.

Знання окремих функцій чи можливості конкретних програм можуть бути підосною для виникнення нових ідей, що розширює можливості проектної діяльності. Спираючись на широкі знання функціоналу програмного забезпечення, фахівець має змогу запропонувати більш якісний продукт і повноцінну його інформативність. Після ознайомлення з базовим набором функцій будь-якої програми для 3D-моделювання майбутні фахівці продовжують навчання, поглиблюючи знання про окремі групи опцій і закріплюючи їх на практиці, для використання в подальшій проектній діяльності. Поступове відкриття для себе нових прийомів може допомогти у створенні об'єкта чи додаванні нових конкретних елементів, що значно покращать модель, використовуючи різні методи формотворення. Здійснюючи тривимірне моделювання об'єкта, дизайнер дає уявлення як про його окремі деталі, так і про їх функціонування в об'єкті в цілому. Засобами 3D-моделювання відбувається конструювання й тестування деталей різноманітних пристроїв, механізмів, у тому числі високотехнологічних.

Застосовуючи отримані знання про функціонал програм для 3D-моделювання та персональні творчі здібності й розвинуте просторове мислення, студент створює унікальний і цікавий продукт.

У процесі постійних оновлень програм для моделювання розробляються нові плагіни та модулі (Power Surfacing, Geomagic, SolidWorks Flow Simulation), які допомагають утілити нові технології в дизайні будь-яких об'єктів. Зокрема, Power Surfacing дає змогу легко створювати складні вільні форми, високоякісні вигнуті поверхні. На вивчення принципу моделювання в середовищі SolidWorks за допомогою плагіна в навчальній програмі 022 Дизайн відведено завдання з розробки комп'ютерної миші. Метою є ознайомити студентів з використанням технологій моделювання в проектній діяльності й виробити вміння працювати з плагіном Power Surfacing.

3D-моделювання, зокрема плагіни та модулі для розробки криволінійних обтікаючих поверхонь, актуалізує концепцію створення органічної форми в дизайні. Завдяки комп'ютерним технологіям можна змодельовати будь-яку природну, органічну, техноорганічну форму, відразу маючи інформацію про її геометричні характеристики. Важливою основою для цього є знання, які сту-

денти отримують на біонічній практиці на першому курсі. Під час практики відтворюється кожен крок реалізації етапів створення об'єкта дизайну. Досліджуються природні елементи (тварини, рослини), візуально вивчаються їх тектонічні, структурні й естетичні особливості. Цей безпосередній контакт з природними об'єктами є важливим етапом і базою, що формує та розширює набір форм-архетипів, які стають відправною точкою формотворення. Відтворення форм від руки на папері фіксує та закріплює отримані знання у свідомості студента-дизайнера. Наступний етап – перехід до комп'ютерного моделювання форм предметів дизайну – дає можливість створення нових форм на основі отриманих знань. Такий підхід містить синергетичний ефект і вносить нові креативні ідеї в пошук форми.

Також завдяки розвитку комп'ютерних технологій і 3D-моделюванню виникла нова парадигма у формотворенні, пов'язана з концепцією нелінійної системи. Поняття нелінійної системи містить усвідомлення непередбачуваного розвитку системи, раптові стрибки, що переводять систему в інший стан. «Нелінійність» у дизайні визначається передусім особливою технікою моделювання дизайнерської форми; нелінійне комп'ютерне моделювання звертається не скільки до звичної для дизайнера геометрії, стільки до обчислювального мислення, що орієнтується на нелінійні процеси (Рижова, 2006). Так можна говорити про створення нової мови й естетики дизайну.

Сьогодні 3D моделювання знаходить застосування в багатьох сферах: у медичній промисловості використовуються 3D-моделі органів, в архітектурі та будівництві – для демонстрації проектів будівель, ландшафтів, пристроїв, конструкцій, учені почали використовувати в діяльності, наприклад, для дослідження сейсмологічних змін і прогнозування подій усередині земної кори.

Сьогодні 3D-моделювання – один із найефективніших засобів демонстрації матеріалу, готових рішень і виконаних проектних завдань. Створення якісного конкурентоспроможного продукту та правильна його презентація в подальшому дадуть змогу співпрацювати з передовими перспективними компаніями й фахівцями, тим самим підвищити дохід та авторитет підприємства на ринку праці. Презентація з використанням віртуально змодельованих деталей виробу останнім часом стає найбільш популярним способом представити нову продукцію. Такий запит можна пояснити ефективністю демонстрації та можливістю наглядно продемонструвати всі переваги продукту (Промышленный 3D дизайн, 2013).

3D-моделювання має низку переваг над аналоговими способами проектування. Тривимірна модель набагато наочніша, дає більше інформації щодо опрацювання найменших деталей, ніж ескіз чи креслення. Вона дає змогу оцінити концепцію та якість моделі, розглянувши її з різних сторін, включаючи ергономічність, функціональність, естетичність. За допомогою моделювання, без виготовлення прототипу чи робочого прикладу, можна провести низку експериментів і випробувань, таких як розрахунок міцності, розрахунок аеродинаміки, розрахунки для ливарних машин (Челпанов та ін., 2010).

За допомогою візуалізації об'єкта можна в короткий термін презентувати велику кількість варіантів кольорово-фактурного рішення з використанням різних матеріалів, зробити висновки, обрати кращий варіант. У результаті пошуків ми отримуємо оптимальний продукт дизайну.

Сучасне виробництво неможливо уявити без попереднього моделювання та креслення майбутніх предметів. З технічним прогресом і появою нових технологій в галузі 3D з'явилася можливість значної економії матеріалів і зменшення фінансових затрат на інженерне проектування. За допомогою 3D-моделювання дизайнери-графіки створюють тривимірні зображення деталей та об'єктів, які в подальшому можна використовувати для створення прототипів і створення прес-форм для відлиття пластикових чи металевих елементів. За наявності готової прес-форми можна не тільки створити першу модель-прототип, а й запустити пробну партію продукції чи налаштувати дрібносерійне виробництво (Александрова, Зайцева, 2013).

Процес створення прототипу може відрізнятися за технологією виробництва 3D-моделі: 3D-фрезерування (у технології швидкого прототипування використовуються фрезерувальні верстати з числовим програмним керуванням, які обробляють заготовки на основі заданої 3D-моделі) та формовка. З її допомогою створюються прес-форми на основі графічної 3D-моделі. Завдяки сучасним технологіям ми маємо можливість виготовлення форм високої точності. Прототипування за використанням 3D-друку є також поширеним і доступним способом виготовлення попередніх моделей (Тигнибидин, Такаюк, 2018).

Виготовлення прототипу об'єкта є одним із найважливіших етапів створення промислового дизайну. Він полягає у створенні реальної працюючої моделі-зразка деталі чи предмета для перевірки працездатності й тестування концепції в цілому. Створення прототипу вигідніше, ніж виготовлення одразу основної існуючої моделі:

це швидше й економніше, деякі матеріали можуть бути замінені на більш дешевші.

Висока затребуваність 3D-моделювання на виробництві вимагає глибоких теоретичних знань і практичних навичок дизайнерів. Дизайнери, що приходять на виробництво відразу після вишу, відразу включаються у виробничий процес і мають бути підготовлені до нього. Важливими для студентів-дизайнерів є вільне володіння навичками з 3D-моделювання. Вивчення його з перших курсів навчання дає змогу застосувати в процесі створення дизайну продукту найбільш ефективні методи формотворення, поєднувати їх між собою, генерувати креативні ідеї та демонструвати їх, використовувати найновіші технології у виробництві. Тобто студент-дизайнер, вивчаючи особливості виробничого процесу на практиці та використовуючи 3D-моделювання на всіх етапах проектування, буде достатньо підготовленим спеціалістом.

Промисловий дизайн поєднує в собі мистецтво й науковий, технічний складник для покращення та оптимізації виробництва побутових товарів широкого вжитку, утілення в них естетики й ергономіки. Крім цього, промисловий чи індустріальний дизайн визначає якість та особливості об'єктів дизайну, є відображенням новітніх технологій і засобів виробництва. Саме тому 3D-моделювання як процес створення тривимірної моделі є основою для забезпечення виробництва якісними, інформативним продуктом. Інструментом для його створення є база професійного програмного забезпечення.

Існують різноманітні види 3D-моделювання, такі як, наприклад, параметричне моделювання, скульптинг, полігональне моделювання, NURBS-моделювання.

Полігональний метод формотворення 3D-об'єктів має низку нюансів і складностей, але користується популярністю сьогодні у сфері 3D технологій, промислового дизайну та геймдизайну. Полігональне моделювання дає можливість працювати із сіткою 3D-об'єкта на рівні підоб'єктів: вершин, граней, ребер. Змінюючи їх масштаб і форму, об'єднуючи, ділячи, використовуючи інші доступні функції, ми отримуємо потрібні нам контури, з яких формується майбутній об'єкт. Це найперший та основний вид моделювання, адже за його допомогою можливо створювати об'єкти різної складності шляхом об'єднання груп полігонів. Зазвичай спочатку моделюються базові форми, формується спрощена форма майбутнього об'єкта. Наступним кроком є уточнення деталей і самої форми, змінення масштабу, додавання фасок тощо, на останньому рівні завершальним етапом є

чітка деталізація предмета. Методом полігонального моделювання можна працювати в програмах Autodesk 3ds Max, Blender.

NURBS-моделювання базується на кривих, які допомагають створювати й модифікувати поверхні, що не мають гострих країв. При візуалізації NURBS-модель перетвориться на полігони, але всередині системи вона буде залишатися в кривих. Ця технологія широко використовується при створенні плавних органічних форм і поверхонь, при моделюванні високодеталізованих об'єктів, таких як людське тіло, тварини, автомобілі тощо. Rhinoceros 3D є найбільш поширеною програмою, розробленою саме для NURBS-моделювання.

Скульптинг як один зі способів тривимірного моделювання об'єктів широко застосовується в мультимедійному та гейм-дизайні, є одним із етапів створення 3D-персонажів. Він дає змогу інтуїтивно надавати потрібну форму та додавати деталі. Сам процес подібний до ліпки з глини, коли створюються спочатку грубі основні форми моделі з примітивного каркасу, а далі покращується форма та пропрацьовуються окремі елементи. Процес заснований на роботі з пензлями, функціонал яких має можливості згладжувати, витягувати, збільшувати деталі, додавати текстури й імітувати матеріали досить реалістично. Існує багато програм, що орієнтовані виключно на скульптинг: ZBrush, Mudbox, Autodesk Maya.

У параметричному моделюванні при побудові моделі працюються не з окремими поверхнями, а одразу з усім предметом, що є цілісною формою. Математична модель створюється з конкретними параметрами, при редагуванні яких змінюється конфігурація деталі, взаємопереміщення деталей у збірці тощо. Для параметричного моделювання існують програми SolidWorks, CATIA, що належать до типу САПР.

Системи автоматизованого проектування (САПР), або англійською CAD (Computer-Aided Design), використовують для створення 3D моделей передусім промислового призначення. Вони призначені для створення точних копій реальних об'єктів. Різниця між полігональним методом і моделюванням у САПР програмах полягає в тому, що, крім відсутності полігонів, усі форми є цільними та створюються за принципом екструзії профілю за напрямом (Обуховец, 2014).

Також у цьому виді моделювання враховуються властивості матеріалу об'єкта, що моделюється, найменші деталі й зазори, тому він активно використовується в інженерній справі та будівництві. Звичайно, використовуючи полігональне моделювання, можна побудувати всі ці відновлювальні й

підсилювальні елементи, але неможливо контролювати необхідні зазори та перетини, неможливо врахувати фізичні властивості матеріалу й технологію виготовлення. Для таких виробів застосовуються методи промислового проектування.

Мета цього методу – отримати не тільки візуальний образ, зображення, а реальну робочу модель, яку можна виміряти та мати інформацію щодо майбутнього виробу. CAD – точний інструмент і при роботі важливо чітко уявляти послідовність дій, що будуть утворювати форму моделі (Малюх, 2010: 34–35).

У CAD ми отримуємо електронно-геометричну модель виробу, з якої в подальшому ми можемо вивести креслення, задати програму для станків з числовим програмним керуванням для автоматизованого виробництва, зробити рендер, параметризувати (змінюючи один параметр, змінити всю модель без переробки), надрукувати в 3D.

Програмний продукт SolidWorks є найбільш поширеним інструментом для автоматизованого проектування (САПР) і 3D-моделювання, широко застосовується в інженерно-конструкторському проектуванні у сфері промисловості й освіти в усьому світі.

Саме із цієї програми краще починати ознайомлення з 3D-моделюванням промислового дизайну, тому що SolidWorks пропонує повноцінний інструментарій для параметричного моделювання, які в поєднанні з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для користувача роблять процес створення об'єктів творчим заняттям. Також, крім того, що SolidWorks є базовим інструментарієм для майбутнього промислового дизайнера, програма може бути корисною в інших сферах дизайну, таких як дизайн мультимедійних об'єктів, дизайн інтер'єру.

SolidWorks відноситься до програм САПР середнього рівня та розроблена для виконання більш простих інженерних завдань, ніж, наприклад, комплексна система автоматизованого проектування CATIA, яка використовується здебільшого в машинобудівельній, аерокосмічній, суднобудівельній та інших галузях.

Для студентів, що навчаються в ХНУМГ ім. О. М. Бекетова на кафедрі «Дизайну і 3D-моделювання» за спеціальністю 022 Дизайн, одними з основних профільюючих предметів на перших курсах є дисципліна «Комп'ютерні технології в дизайні» та «3D моделювання та CAD технології в дизайні». Це, безсумнівно, важливо, адже саме в цей період відбувається формування мислення майбутніх дизайнерів. У рамках цих дисциплін студенти працюють із базовим інструментарієм програм SolidWorks, Keyshot, Blender.

Ознайомлення з програмним комплексом SolidWorks і 3D-моделюванням у цілому розпочинається з другого семестру першого курсу в рамках дисципліни «Комп'ютерні технології в дизайні». Саме цей етап навчання є оптимальним для освоєння тривимірної графіки, тому що студенти вже мають базові знання та розуміння форми. Майбутні фахівці, вивчаючи основні функції програми, створюють набір простих геометричних тіл та адаптивні переходи для loft-об'єктів. Завдання ретельно розроблені таким чином, щоб сформувати у студентів розуміння базових принципів моделювання й ознайомити з використанням комп'ютерних технологій у проєктній діяльності дизайнера. У подальшому студенти виконують завдання з розробки 3D-панелей для інтер'єру, моделюють настінний годинник, ознайомлюються з виконанням креслень і такими функціями, як збірка, 3D-ескіз, поверхневе моделювання, згинання металу. Окрім цього, курсові проєкти з дисципліни «Проєктування» починаючи з другого семестру другого курсу виконуються виключно за допомогою САПР SolidWorks.

SolidWorks має потужні інструменти твердотілого моделювання, проєктування електро- і трубопроводів, перевірки креслення, анімації, зворотного проєктування тощо. Освоєння програм SolidWorks допомагає підвищувати професійний рівень і розвивати навички проєктування та розробки, необхідні для подальшого навчання або професійного росту.

У SolidWorks вдало реалізовані інструменти як конструктора, так і дизайнера. Об'ємні побудови можна виконувати різними засобами, поєднуючи твердотіле та поверхневе моделювання, указуючи точні розміри або змінюючи форму об'єктів приблизно.

Використовуючи для моделювання SolidWorks, завжди є змога мати ефективну систему документації. Завдяки необхідним документам робота з двовимірними проєктами стає зручною та ефективною. Програма оснащена зручним і зрозумілим інтерфейсом таким чином, що користувач також може дещо змінити та налаштувати під себе для подальшої роботи. Програма має інструменти для тривимірного проєктування, дає можливість переглядати моделі під різними кутами, експортувати їх з метою створення анімації, перевіряти інтерференцію, витягувати дані для проведення технічного аналізу. Це функціональне й водночас просте програмне забезпечення, за допомогою якого реалізується велика кількість дизайнерських проєктів. Саме тому студенти вивчають цю програму на початку навчання.

Використовуючи САПР SolidWorks, конструктор і дизайнер не витрачають час на пошук системних команд, а мають можливість концентрувати увагу на поставленому творчому завданні, тому працюють максимально ефективно. Важливо також, що конструктор може використовувати модель дизайнера для проєктування виробу зі збереженням асоціативного зв'язку, що забезпечує оновлення кожної моделі при внесенні змін у конструкцію. У САПР SolidWorks забезпечується спільна робота дизайнера та конструктора в одній моделі (Бочков та ін., 2018: 118).

Звичайно, кожен дизайнер використовує в проєктуванні свої правила та прийоми. Це або втілення задуму відразу в тривимірних електронних моделях, або побудова моделі за попередніми ескізами або скульптурними моделями із пластиліну чи інших матеріалів. Але, щоб створити інформативну модель для опрацювання її конструктором, потрібна деталізація моделі, створення проєкту. У цьому процесі є досить ефективним SolidWorks.

У SolidWorks є можливість застосування таких 3D-операцій: деформування, заокруглення, згладжування тощо. Розчленувавши заготовку на окремі деталі, можна приступати до конструктивного опрацювання кожної деталі або вузла в контексті збірки. У результаті буде отримано кінцевий продукт дизайну, асоціативно пов'язаний із дизайнерською 3D-заготівкою, яка, у свою чергу, створювалася по намальованих вручну ескізами. Так ми бачимо, що традиційні та комп'ютерні методи вдало поєднуються в процесі проєктування.

Пропрацьовуючи далі об'єкт, можна присвоїти кожній із деталей свій матеріал (текстуру), вибравши його з убудованою в SolidWorks бібліотеки матеріалів і скористатися вбудованим 3D-рендерингом, отримати фотореалістичне зображення продукту дизайну. Крім візуалізації, є можливість створювати прості анімації шляхом переміщення маркера часу вздовж часової шкали, а потім переміщення компонента в потрібне місце розташування. Це дає змогу студенту отримувати різноманітні базові знання.

У SolidWorks є можливість застосування різних видів моделювання в одному об'єкті: створити каркас за допомогою поверхонь і допрацювати окремі деталі твердотілим способом. Крім того, редагувати модель можна на будь-якому етапі (Подробний обзор).

Доступно створення складних збірок, які будуть складатися з великої кількості компонентів, що можуть бути окремими деталями чи іншими збірками, так званих вузлами збірок. Додавання компонента в збірку утворює зв'язок між збіркою

та компонентом, а отже, усі зміни в окремому елементі будуть автоматично відображатися в збірці.

Програмний пакет SolidWorks дає змогу створити креслення, маючи низку різноманітних інструментів, за допомогою яких можна наносити розміри, додавати штриховку, створювати виноски тощо. Важливою частиною є вкладка з таблицями та специфікаціями, які в подальшому використовуються для технологічних описів алгоритмів обробки чи складу збірок. При створенні креслення можна обрати необхідну кількість проєкцій, шаблон будь-якого формату зі стандартних рамок, що відповідають ГОСТу. При роботі з кресленнями SolidWorks зберігає проєкційні зв'язки, тобто з перетягування одного виду креслення перетягується інші (Мюррей, 2016: 339–342).

Розділ «Бібліотека проєктування» на панелі задач є місцем розташування для таких елементів, як деталі, збірки й ескізи, що часто використовуються. Вона не розпізнає елементи, які не використовуються багато разів, наприклад, креслення SolidWorks, текстові файли або інші файли, створені не в SolidWorks.

Ці та інші елементи функціоналу SolidWorks роблять процес 3D-моделювання в дизайні максимально зручним та ефективним.

**Висновки.** Професійна діяльність у будь-якій сфері дизайну апіорі передбачає застосування

комп'ютерного інструментарію, тому при підготовці майбутніх спеціалістів є доцільним включення відповідних дисциплін в освітню програму. Вивчення програм 3D-моделювання формує тривимірне мислення в студентів, що розвиває особистість дизайнера, його креативність, здатність до формотворення. Сьогодні програмне забезпечення досить різноманітне, може бути представлено на основі різних видів 3D-моделювання: параметричне, полігональне, скульптурне. САД-системи при підготовці майбутніх промислових дизайнерів мають пріоритетне значення, оскільки мають безпосереднє відношення до виробничих технологій. Вивчення такого метода моделювання, зокрема програми SolidWorks, дає змогу застосувати в процесі створення дизайну продукту найбільш ефективні методи формотворення, поєднувати їх між собою, генерувати креативні ідеї та демонструвати їх. Тобто студент-дизайнер, вивчаючи особливості виробничого процесу на практиці й використовуючи 3D-моделювання на всіх етапах проєктування, буде досить підготовленим спеціалістом. Універсальність програмного продукту SolidWorks також досягається за допомогою додаткових плагінів і вбудованих модулів, зручного інтерфейсу, збалансованого інструментарію й переваг, що виділяє його з низки аналогічних САД-систем.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вергунов С. В. Роль и место дизайнера в процессе создания промышленных изделий на основе 3D-модели. Часть 3. Семантика этапов. *Вісник ХДАДМ*. 2011. № 1. С. 6–9.
2. Шевляков М. А., Хворов Р. А. 3D-моделирование в образовательном процессе вуза. *Наукова електронна бібліотека «CyberLeninka»* : веб-сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/3d-modelirovanie-v-obrazovatelnom-protse-ssu-vuza> (дата звернення: 03.07.2021).
3. Толубаева К. К. Внедрение компьютерных технологий трехмерного моделирование в учебный процесс. Publishing house «Education and Science» s.r.o. *Praha* : веб-сайт. URL: [http://www.rusnauka.com/12\\_KPSN\\_2009/Matemathics/44493.doc.htm](http://www.rusnauka.com/12_KPSN_2009/Matemathics/44493.doc.htm) (дата звернення: 03.07.2021)
4. Кемпкенс. Дизайн-мышление. Все инструменты в одной книге. *Форс*. 2020. С. 63–65.
5. Маслов К. Ю., Похорукова М.Ю. 3D-моделирование в промышленной сфере. *Молодой ученый*. 2016. № 11.3 (115.3). С. 19–22. URL: <https://moluch.ru/archive/115/31349/> (дата звернення: 04.07.2021).
6. Евдокимова Н. А. Исследование особенностей 3D моделирования и печати. *Наукова електронна бібліотека «CyberLeninka»* : веб-сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-osobennostey-3d-modelirovaniya-i-pechati> (дата звернення: 04.07.2021).
7. Жуйкова О. В., Ахмедзянов Э. Р. Аддитивные технологии как средство повышение эффективности учебного процесса студентов архитектурно-строительных направлений подготовки. *Наукова електронна бібліотека «CyberLeninka»*: веб-сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/additivnye-tehnologii-kak-sredstvo-povysheniya-effektivnosti-uchebnogo-protse-ssu-studentov-arhitekturno-stroitelnyh-napravleniy> (дата звернення: 04.07.2021).
8. Рижова І. С. Нові тенденції в сучасному дизайні: деконструктивізм, нелінійний дизайн, постмодернізм. *Гуманітарний вісник ЗДА*. 2006. № 24. URL: <https://divovo.in.ua/novi-tendenciyi-v-suchasnomu-dizajni-dekonstruktivizm-nelinijn.html> (дата звернення: 05.07.2021).
9. Промышленный 3Д дизайн и прототипирование 3Д модели. *Блог про дизайн та маркетинг KOLORO* : веб-сайт. URL: <https://koloro.ua/blog/3d-tekhnologii/promyshlennyj-3d-dizajn-i-prototipirovanie-3d-modeli.html> (дата звернення: 04.07.2021).
10. Машинные дизайн-технологии быстрого прототипирования / И. Б. Челпанов, С. О. Никифоров, Т. В. Кочева, Б. С. Никифоров. *Наукова електронна бібліотека «CyberLeninka»* : веб-сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mashinnye-dizayn-tehnologii-bystrogo-prototipirovaniya> (дата звернення: 04.07.2021).



11. Александрова В. В., Зайцева А. А. 3D моделирование и 3D прототипирование сложных пространственных форм в рамках технологии когнитивного программирования. *Тр. СПИИРАН*. 2013. №. 27. URL: <http://mi.mathnet.ru/trspy612> (дата звернення: 07.07.2021).
12. Тигнибидин А. В., Такаюк С. В. Использование аддитивных технологий при прототипировании. Контроль геометрических характеристик детали из пластика abs для определения исходных размеров для печати. *Наукова електронна бібліотека «CyberLeninka»* : веб-сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-additivnyh-tehnologiy-pri-prototipirovanii-kontrol-geometricheskikh-harakteristik-detali-iz-plastika-abs-dlya> (дата звернення: 05.07.2021).
13. Обуховец В. А. САПР как инструмент освоения высокотехнологических дисциплин. *Высшее образование в России* : веб-сайт. URL: [https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/649?locale=ru\\_RU](https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/649?locale=ru_RU) (дата звернення: 02.07.2021).
14. Малюх В. Н. Введение в современные САПР : курс лекций. Москва : ДМК Пресс, 2010. С. 34–35.
15. Бочков А. П., Лебедева Е. А., Чернов А. В., Большаков В. П. Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах : учебное пособие для вузов. Питер, 2018. С. 118.
16. Подробный обзор программы SolidWorks. *Junior3d* : веб-сайт. URL: <https://junior3d.ru/article/solidworks.html> (дата звернення: 06.07.2021).
17. Девід Мюррей. Solidworks. *Лори*. 2016. С. 339–342.

## REFERENCES

1. Vergunov S.V. Rol i mesto dizaynera v protsesse sozdaniya promyshlennykh izdeliy na osnove 3D-modeli [The significance of design during the process of creating industrial products with the help of 3D-model]. *Chast 3. Semantika etapov. Visnik KHDADM*. 2011. № 1. S. 6–9 [In Russian].
2. Shevlyakov M.A, Hvorov R.A. 3D-modelirovanie v obrazovatelnom protsesse vuza [3D modeling in the educational process of the university]. Scientific electronic library «CyberLeninka». Retrieved from. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/3d-modelirovanie-v-obrazovatelnom-protsesse-vuza> [In Russian].
3. Tolubaeva K.K. Vnedrenie kompyuternykh tekhnologiy trekhmernogo modelirovanie v uchebnyy protsess [Introduction of 3D modeling computer technologies into the learning process]. Publishing house «Education and Science» s.r.o. Praha. Retrieved from. URL: [http://www.rusnauka.com/12\\_KPSN\\_2009/Matemathics/44493.doc.htm](http://www.rusnauka.com/12_KPSN_2009/Matemathics/44493.doc.htm) [In Russian].
4. Kempkens Oliver. Dizayn-myishlenie. Vse instrumenty v odnoy knige [Design thinking. All the tools in one book]. Fors, 2020, pp. 63–65 [In Russian].
5. Maslov K.Yu, Pohorukova M.Yu. 3D-modelirovanie v promyshlennoy sfere [3D modelling in industry]. *Young scientist*. 2016. № 11.3 (115.3), pp. 19–22. Retrieved from. URL: <https://moluch.ru/archive/115/31349/> [In Russian].
6. Evdokimova N.A. Issledovanie osobennostey 3D modelirovaniya i pechati [Research features of 3D modeling and printing]. Scientific electronic library «CyberLeninka». Retrieved from. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-osobennostey-3d-modelirovaniya-i-pechati> [In Russian].
7. Zhuykova O.V, Ahmedzyanov E.R. Additivnyye tekhnologii kak sredstvo povysheniya effektivnosti uchebnogo protsessa studentov arhitekturno-stroitelnykh napravleniy podgotovki [Additive technologies as a means of increasing the efficiency of the educational process of students of architectural and building directions of training]. Scientific electronic library «CyberLeninka». Retrieved from. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/additivnyye-tehnologii-kak-sredstvo-povysheniya-effektivnosti-uchebnogo-protsessa-studentov-arhitekturno-stroitelnykh-napravleniy> [In Russian].
8. Ryzhova I.S. Novi tendentsii v suchasnomu dizaini: dekonstruktyvizm, neliniyni dizain, postmodernizm [New trends in modern design: deconstructivism, nonlinear design, postmodernism]. *Humanitarian bulletin ZDIA*. № 24. 2006. Retrieved from. URL: <https://divovo.in.ua/novi-tendenciyyi-v-suchasnomu-dizaini-dekonstruktyvizm-neliniyn.html> [In Ukrainian].
9. Promyshlennyy 3D dizayn i prototipirovanie 3D modeli [Industrial 3D design and prototyping of 3D model]. *Design and Marketing Blog KOLORO*. Retrieved from. URL: <https://koloro.ua/blog/3d-tehnologii/promyshlennyj-3d-dizajn-i-prototipirovanie-3d-modeli.html> [In Russian].
10. Chelpanov I. B., Nikiforov S. O., Kocheva T. V., Nikiforov B. S. Mashinnyye dizayn-tehnologii bystrogo prototipirovaniya [Machine Design Technologies for Rapid Prototyping]. Scientific electronic library «CyberLeninka». Retrieved from. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mashinnye-dizayn-tehnologii-bystrogo-prototipirovaniya> [In Russian].
11. Aleksandrova V. V., Zaytseva A. A. 3D modelirovanie i 3D prototipirovanie slozhnykh prostranstvennykh form v ramkakh tekhnologii kognitivnogo programmirovaniya [3D modeling and 3D prototyping of complex spatial forms within cognitive programming technology]. *Тр. СПИИРАН*. 2013. № 27. Retrieved from. URL: <http://mi.mathnet.ru/trspy612> [In Russian].
12. Tignibidin A. V., Takayuk S. V. Ispolzovanie additivnykh tekhnologiy pri prototipirovanii. Kontrol geometricheskikh harakteristik detali iz plastika abs dlya opredeleniya ishodnykh razmerov dlya pechati [Use additive technologies in prototyping. Control of the geometrical characteristics of the plastic part abs to determine the reference sizes for printing]. Scientific electronic library «CyberLeninka». Retrieved from. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-additivnyh-tehnologiy-pri-prototipirovanii-kontrol-geometricheskikh-harakteristik-detali-iz-plastika-abs-dlya> [In Russian].
13. Obuhovets V. A. SAPR kak instrument osvoeniya vyisokotekhnologichnykh distsiplin [CAD as a tool for mastering high-tech disciplines]. *Higher education in Russia*. Retrieved from. URL: [https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/649?locale=ru\\_RU](https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/649?locale=ru_RU) [In Russian].
14. Malyuh V. N. Vvedenie v sovremennyye SAPR: Kurs lektsiy [Introduction to modern CAD: Course of lectures]. DMK Press, 2010, pp. 34–35 [In Russian].
15. Bochkov A. P., Lebedeva E. A., Chernov A. V., Bolshakov V. P. Tverdotelnoe modelirovanie sborochnykh edinit v SAD-sistemah. Uchebnoe posobie dlya vuzov [Solid Modelling of Assembly Units in CAD Systems. Manual for Higher Education Institutions]. Pitер, 2018, p. 118 [In Russian].
16. Podrobnyy obzor programmy SolidWorks [Detailed SolidWorks program review]. *Junior3d*. Retrieved from. URL: <https://junior3d.ru/article/solidworks.html> [In Russian].
17. Devid Miurrei. Solidworks. *Lori*, 2016, pp. 339–342 [In Ukrainian].