

*Жлалі Ж. Т., бакалавр, Рубанка М. М., к.т.н., доцент, Дворжак В. М., к.т.н., доцент
Київський національний університет технологій та дизайну*

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ САПР FUSION 360 В МАШИНОБУДІВНІЙ ГАЛУЗІ

***Анотація.** В статті проведено аналіз особливостей використання сучасного CAD/CAM програмного продукту Fusion 360 з позиції доцільності впровадження в технологічний процес виготовлення продукції конкурентоспроможного високотехнологічного підприємства машинобудівної галузі. При проведенні досліджень використано комплекс загальнонаукових підходів: системно-інформаційний, сучасні методи досліджень механічних систем та метод класифікації.*

***Ключові слова:** CAD/CAM технології, програмний продукт, Fusion 360, 3D моделювання, машинобудівні підприємства.*

Zhlali Zh., Rubanka M., Dvorzhak V.

Kyiv National University of Technologies and Design

FEATURES OF USING FUSION 360 CAD IN MECHANICAL ENGINEERING INDUSTRY

***Abstract.** This article intent is to analyze the particular features of using contemporary CAD/CAM software, which is Fusion 360, from the perspective of the relevance of its implementation in technological process of manufacturing by a highly developed mechanical engineering company in an environment of competitiveness. During the research the general scientific approaches were used: systematization of information, modern ways of examining mechanical systems and the method of classification.*

***Keywords:** CAD/CAM technologies, software, Fusion 360, 3D-modeling, mechanical engineering companies.*

Вступ. Запорукою розвитку сучасного машинобудівного підприємства є використання сучасного автоматизованого та роботизованого обладнання, впровадження інноваційних технологій в технологічний процес виготовлення деталей, мінімізація, раціональне використання та утилізація відходів виробництв тощо. В умовах четвертої промислової революції Industry 4.0 неможливо уявити конкурентоспроможне підприємство галузі, що у своїх технологічних процесах виготовлення продукції не використовує сучасні системи автоматизованого проєктування (САПР), зокрема CAD/CAM технології [1].

САМ-технології (Computer-Aided Manufacturing) – це системи та процеси, які використовують комп'ютери та спеціалізоване програмне забезпечення для автоматизації виробництва та обробки матеріалів. САМ-технології дозволяють створювати чисельні програми та інструкції для машин і обладнання, які виробляють деталі, вироби, інструменти та інші вироби.

Сфери застосування САМ-технологій: автоматизування процесів оброблення матеріалів, таких як фрезерування, токарні операції, лазерне різання, оброблення металів, деревини та інших матеріалів в машинобудуванні, авіації, автомобільній промисловості та інших галузях; у промисловому дизайні САМ-технології дозволяють створювати складні форми та моделі для виробів, включаючи прототипи та вироби зі складними геометричними формами; у сфері електроніки, електротехніки та електромеханіки САМ-технології використовуються для створення друкованих плат, оброблення корпусів електронних пристроїв та інших компонентів електроніки; у медицині САМ-технології застосовують під час виготовлення медичних імплантатів,

протезів та інших виробів для медичного використання з високою точністю та з урахуванням індивідуальних особливостей пацієнтів [2–4].

САМ-технології мають широке застосування в легкій промисловості, включаючи текстильну, взуттєву та інші галузі. Під час виробництва одягу САМ-технології допомагають автоматизувати процеси крою, шиття та оздоблення одягу. Комп'ютерно-контрольовані машини можуть точно кроїти тканину, вшивати декоративні вставки та створювати складний дизайн на одязі. Під час виробництва взуття САМ-технології використовуються для викроювання та оброблення матеріалів для виготовлення деталей верху взуття, включаючи шкіру, синтетичні матеріали та гуму, виробляти колодки. Це допомагає підвищити ефективність та точність процесів виробництва взуття [5–7].

САМ-технології дозволяють підвищити продуктивність та якість виробництва в легкій промисловості, спрощуючи процеси оброблення та зменшуючи витрати на працю. Вони також дозволяють створювати складний та інноваційний дизайн, що підвищує конкурентоспроможність продукції в цих галузях.

CAD (комп'ютерне проектування) – це технологія, яка використовує комп'ютерне програмне забезпечення для створення, моделювання, аналізу і оптимізації різноманітних об'єктів і систем. CAD дозволяє інженерам та дизайнерам створювати та редагувати проекти та малюнки в електронному форматі, що значно спрощує і поліпшує процеси проектування, виробництва та управління.

Застосування CAD-технологій включають: архітектурне проектування під час створення 2D та 3D моделі будівель і споруд, а також аналізування освітлення, енергоефективності та інших параметрів; машинобудування під час проектування та розроблення механізмів, машин, автомобілів та іншого обладнання; електроніку під час розроблення схем електронних пристроїв, друкованих плати та інші компоненти електронної апаратури; літакобудування, що вимагає високої точності і безпеки – CAD допомагає розробляти та аналізувати аеродинамічні моделі, конструкції та системи літаків; автоматизацію виробництва для створення CNC-програм для оброблення матеріалів, виготовлення деталей та складання продукції в автоматичному режимі та багато інших сфер застосування [2–4].

Особливо важливе застосування CAD-технологій для легкої промисловості, де виробляють товари, які зазвичай мають складні форми та деталі. Наприклад, в текстильній промисловості CAD допомагає створювати дизайн одягу, оптимізувати виробництво та виробляти моделі одягу на основі комп'ютерних рисунків. У виробництві взуття CAD використовується для розроблення та виробництва підшав, верху взуття та аксесуарів.

Для створення обладнання для легкої промисловості CAD допомагає проектувати та оптимізувати конструкції машин та різноманітного обладнання, наприклад, конвеєри, робочі столи, розподільні системи та інші пристрої, що полегшують та прискорюють процес виробництва в легкій промисловості [8, 9].

На сьогоднішній день на ринку існує достатня кількість досить потужних САПР, що можуть бути впроваджені в технологічний процес виготовлення продукції сучасних машинобудівних виробництв. Звичайно конкуренти-розробники намагаються періодично розширювати функціональні можливості свого програмного продукту, впроваджують інноваційні підходи, створюють нові (унікальні) модулі адаптовані під конкретну галузь, збільшують наявні бібліотеки стандартних та типових деталей, розробляють нові дизайни оформлення тощо. Всі ці обов'язкові кроки потрібно робити, щоб зацікавити потенційних замовників САПР та впровадження на машинобудівних підприємствах. Слід відмітити, що окрім функціональних можливостей, важливу роль у виборі програмного продукту для пересічного користувача можуть слугувати вартість

ліцензії на користування даним САПР, термін ліцензії, кількість робочих місць, вимоги до персонального комп'ютера тощо. Тому вибір раціонального програмного продукту, що в повній мірі буде відповідати встановленим вимогам, що регламентуються конкретним технологічним процесом виготовлення високоякісної продукції це досить складна задача і потребує всебічного вивчення.

Найбільш популярними САПР, що можна зустріти на сучасних потужних машинобудівних підприємствах, й надалі лишаються SolidWorks, CATIA, Creo, TopSolid та Fusion 360 [10]. Кожен із перелічених САПР вирізняється серед конкурентів як своїми незаперечними перевагами, так і притаманними недоліками на суб'єктивну думку авторів статті. Практично кожен із перелічених програмних продуктів має саме ту «родзинку на торті» на думку розробників, що має переконати потенційного покупця у правильності досить нелегкого вибору.

Постановка завдання. Виходячи з вище наведеного, метою дослідження є аналіз найпопулярніших сучасних систем автоматизованого проектування та вибір найбільш адаптованої для проектування технологічного обладнання галузі, зокрема технологічного обладнання легкої промисловості; розвиток теорії проектування механізмів і машин легкої промисловості, включно швейних, трикотажних та взуттєвих машин.

Результати досліджень. Перш ніж обрати САПР для своїх потреб потрібно враховувати, в першу чергу, специфіку використання, адаптивність та потужності для вирішення конструкторсько-технологічних завдань [11].

Fusion 360 - 3D CAD/CAM програма створена компанією AutoDesk, назва якої доволі яскраво виражає філософію компанії при створенні програмного продукту, оскільки "Fusion" (з англійської злиття, або об'єднання) має на меті об'єднати у собі варіації різноманітних інструментів та, одночасно, CAD та CAM складові для забезпечення потенційному користувачеві найбільш зручного робочого середовища.

Популярність Fusion 360, в першу чергу, викликана досить привабливою ціною в порівнянні з найближчими конкурентами та доволі гнучкими функціональними можливостями. Також варто зазначити, що програмний продукт використовує хмарні технології для роботи з 3D моделей: створення, зберігання, редагування тощо. З точки зору потужності комп'ютера, вимоги у Fusion 360 порівняно досить демократичні, що дозволяє використовувати ПК бюджетного сегменту. Це стало можливим завдяки тому, що всі потужності Fusion 360 розміщені на серверах, доступ до яких користувач має 24/7. Потрібно лише мати на персональному комп'ютері стабільне Інтернет з'єднання.

Використовуючи Fusion 360 в своїй інженерній практиці, користувач має можливість займатись в одному середовищі 3D моделюванням, генеративним дизайном, розрахунком навантажень конструкції, налаштуванням скриптів 3D-принтеру та створенням анімацій руху конструкції тощо. Не потрібно додатково використовувати інше програмне середовище.

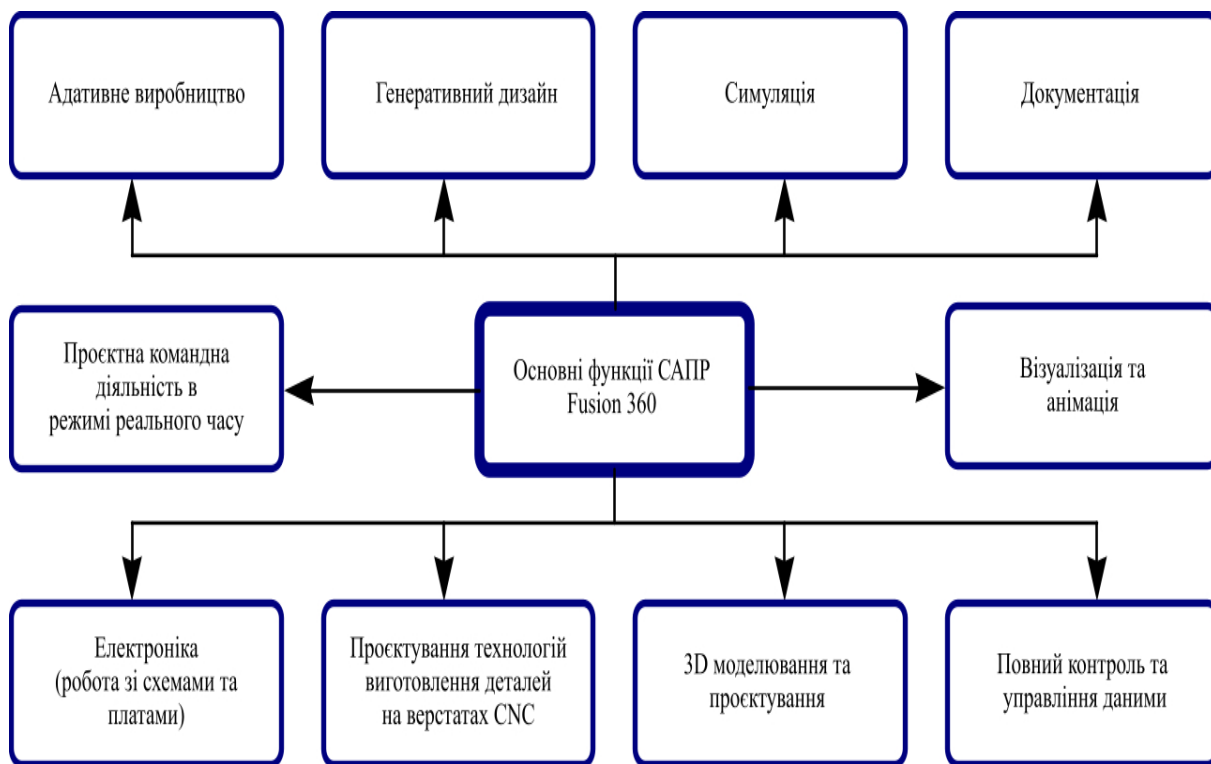
Ліцензування програми відбувається за моделлю передплати, яка надає можливість обирати різні плани оплати. Крім того наявні різні версії, що націлені на навчання або оцінку [12]:

- студентська версія: студенти мають можливість отримати доступ до повної версії. Для цього лише потрібно зареєструвати акаунт AutoDesk та надати докази зарахування до навчального закладу (наприклад студентський квиток). Навчальна ліцензія залишається дійсною рік, після чого вимагається або поновлення, за аналогічним принципом, або обрати іншу модель передплати;

- безкоштовна версія: новачки та любителі можуть отримати безкоштовну версію з метою вивчення програми або оцінки її на відповідність власним потребам. Але доступ вони отримуватимуть обмежений (виключно CAD, CAM та PCB робочі простори);

- рішення для стартапів: у разі якщо потенційний користувач має стартап-компанію якій менше трьох років та яка налічує менше 10 офіційно зареєстрованих працівників – можна надіслати запит на отримання повної безкоштовної версії на певний період.

Також слід відмітити, що наразі немає україномовної версії програмного продукту Fusion 360, але це аж ніяк не ускладнює роботу користувача, що має хоч якийсь попередній досвід роботи з іншими CAD/CAM програмними продуктами та має рівень володіння іноземною мовою щонайменше A2: Pre-Intermediate (Нижчий за середній), або B1: Intermediate (Середній). Робоче середовище містить вбудований, потужний, інтуїтивно простий набір інструментів, що дозволяє створювати найрізноманітніші об'єкти; виконувати розрахунки, прототипування, конструювання, перевірка на наявність помилок тощо. Основні функції системи автоматизованого проектування Fusion 360 представлено на рис. 1.



Джерело: побудовано автором на підставі [13].

Рис. 1. Основні функції САПР Fusion 360

Висновки. Проаналізувавши спектр можливостей, можна зробити висновок, що потенційний користувач програмного продукту Fusion 360 має справу з сучасним САПР вищої категорії. Потужний функціонал, особливості використання окремих модулів та вдале поєднання з хмарними технологіями дають можливість САПР Fusion 360 впевнено конкурувати на ринку CAD/CAM сучасних програмних продуктів. Теоретично САПР Fusion 360 можна застосувати в будь-якій з галузей виробництва, в технологічних процесах яких передбачено процес створення 3D моделей (комп'ютерне 3D моделювання). Цільова аудиторія може бути різноманітна: від дизайнера рекламної продукції до проектувальника боліду «Формули 1», але все ж таки потрібно відмітити

першочерговість використання на сучасних високотехнологічних підприємствах машинобудівної галузі.

Список використаної літератури

1. Berezin L., Oliinyk O., Rubanka M. M. Innovative trends in industrial machinery engineering and education. *Actual problems of modern science: monograph*. Edited by S. Matiukh, M. Skyba, J. Musial, O. Polishchuk. Bydgoszcz, Poland: Bydgoszcz University of Science and Technology, 2021. P. 538–548.
2. CAD/CAM: Concepts and Applications by Alavala. URL: https://books.google.com.ua/books?id=HQxqwZo0QhUC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
3. CAD/CAM: Theory and Practice by Zeid. URL: <https://www.amazon.com/CAD-Theory-Practice-Ibrahim-Zeid/dp/0070728577>.
4. Grooverand M., Zimmers E. W. Computer-Aided Design and Manufacturing. URL: <https://www.abebooks.com/9788177584165/CadCam-Computer-Aided-Design-Manufacturing-GROOVER-8177584162/plp>.
5. Groover M. P., Zimmers E. W. CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing. URL: https://books.google.com.ua/books/about/CAD_CAM_Computer_Aided_Design_and_Manufa.html?id=18cy2E-o8gIC&redir_esc=y.
6. Rao P. N. CAD/CAM: Principles and Applications. URL: <https://automaterials.files.wordpress.com/2018/09/cad-cam-by-p-n-rao.pdf>.
7. Leondes C. T. (ed.). Computer-Aided Design, Engineering, and Manufacturing: Systems Techniques and Applications. URL: <https://www.routledge.com/Computer-Aided-Design-Engineering-and-Manufacturing-Systems-Techniques/Leondes/p/book/9780849309939>.
8. Chang T.-C., Wysk R. A., Wang H.-P. Computer-Aided Manufacturing. URL: <https://www.amazon.com/Computer-Aided-Manufacturing-3rd-Tien-Chien-Chang/dp/0131429191>.
9. Farinand G. E., Hoschek J. Handbook of Computer Aided Geometric Design. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/3050914>.
10. Рубанка М. М., Манойленко О. П., Ставрук С. В. Особливості проектування технологій виготовлення деталей на верстатах CNC в TopSolid CAM. *Технічна творчість: збірник наукових праць*. 2023. № 6. С. 36–38.
11. Рубанка М. М., Манойленко О. П., Ставрук С. В. Доцільність використання системи автоматизованого проектування TopSolid в інженерній практиці. *Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС–2023)*: матеріали тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 25–26 травня 2023 року): у 2-х т. Чернігів: НУ "Чернігівська політехніка", 2023. Т. 1. С. 164–165.
12. Autodesk Fusion 360: More than CAD, it's the future of design and manufacturing. URL: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=F360>.
13. One product. Unlimited possibilities. URL: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/features>.