

УДК 004:378

Яковенко О.Є., к.т.н., доцент,

Носов П.С., к.т.н.,

кафедра природничо-наукової підготовки ОНПУ

ПРИНЦИПИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В КУРСОВОМУ ТА ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУВАННІ

А.Е. Яковенко, П.С. Носов. Принципы применения систем автоматизированного проектирования в курсовом и дипломном проектировании. Рассматриваются принципы применения САПР в курсовом и дипломном проектировании. Аргументируется выбор инструментальных средств 3D моделирования в рамках системного подхода в ходе выполнения проектных работ.

Ключевые слова: обучение, САПР, моделирование, программные приложения.

О.Є. Яковенко, П.С. Носов. Принципи застосування систем автоматизованого проектування в курсовому та дипломному проектуванні. Розглядаються принципи застосування САПР у курсовому та дипломному проектуванні. Аргументується вибір інструментальних засобів 3D моделювання в рамках системного підходу в ході виконання проектних робіт.

Ключові слова: навчання, САПР, моделювання, програмні додатки.

A.E. Yakovenko, P.S. Nosov. Principles of CAD systems in the course and diploma design. Discusses the principles of application of CAD in the course and diploma design. Argued the choice instrumentalnyh 3D modeling tools within the system approach in the implementation of project activities.

Keywords: training, CAD, simulation, software applications.

Вступ. Одним із основних завдань автоматизованого проектування є розвиток навичок самостійної роботи, оволодіння методикою досліджень, використання сучасних інформаційних технологій у процесі розв'язання практичних задач.

Застосування комп'ютерних технологій в автоматизованому проектуванні дає повніше уявлення про закони, яким підкорюються робочі процеси в пристроях, про методи проектування і виробництва деталей і вузлів.

Одним з напрямів діяльності майбутніх фахівців-виробничників є так званий *Mechanical Engineering* (ME), що включає технології розвитку в *CAD/CAM/CAE/PLM* областях автомобілебудування і допоміжного устаткування, транспорту і загального машинобудування.

При цьому найгострішою проблемою сучасної промисловості є використання ліцензійних програмних продуктів.

В той же час з вирішенням цієї проблеми постають інші - підготовка фахівців, які володіють сучасними комп'ютерними технологіями, яким способом і який матеріал запропонувати для вивчення студентам. Це особливо актуально у зв'язку із загальною тенденцією збільшення частки годин на самостійне вивчення матеріалу дисциплін: «Інженерна графіка», «Креслення» «Використання ЕОМ в інженерній практиці».

Виклад основного матеріалу. Щоб зрозуміти значення автоматизованих систем, необхідно вивчити різні завдання і операції, які доводиться вирішувати і виконувати в процесі розробки і виробництва будь-якого продукту, у тому числі автомобіля. Всі ці завдання, взяті разом, називаються *життєвим циклом виробу (продукту) (product cycle)* (рис. 1.1).

Життєвий цикл промислових виробів включає ряд етапів, починаючи від зародження ідеї нового продукту до його утилізації після закінчення терміну використання. Основні етапи життєвого циклу промислової продукції продемонстровано на рис.1.1. До них відносяться етапи проектування, технологічної підготовки виробництва (ТПВ), власне виробництва, реалізації продукції, експлуатації і, нарешті, утилізації.

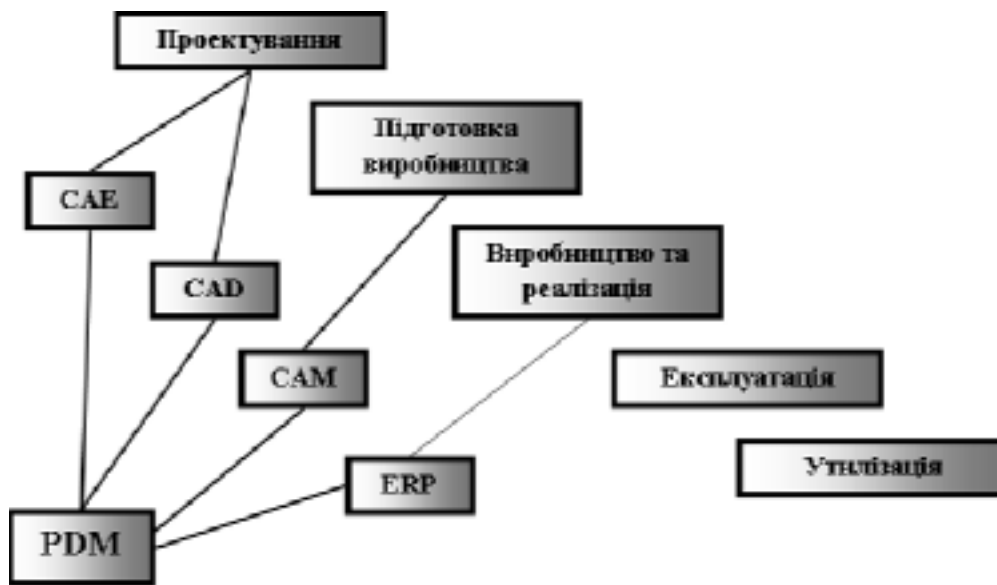


Рис. 1.1. Життєвий цикл виробу

На всіх етапах життєвого циклу є свої цільові установки. При цьому учасники життєвого циклу прагнуть досягти поставлених цілей з максимальною ефективністю. На етапах проектування, ТПВ і виробництва потрібно забезпечити виконання вимог, що пред'являються до проєктованого продукту, при заданому ступені надійності виробу і мінімізації матеріальних і тимчасових витрат, що необхідне для досягнення успіху в конкурентній боротьбі в умовах ринкової економіки. Поняття ефективності охоплює не тільки зниження собівартості продукції і скорочення термінів проектування і виробництва, але і забезпечення зручності освоєння і зниження витрат на майбутню експлуатацію виробів. Особливу важливість вимоги зручності експлуатації мають для складної техніки, наприклад, в таких галузях, як автомобілебудування.

Специфіка завдань, що вирішуються на різних етапах життєвого циклу виробів, обумовлює різноманітність вживаних програмних засобів. На рис. 1.1 вказані основні типи програмних засобів з їх прив'язкою до тих або інших етапів життєвого циклу виробів.

Етап проектування включає стадії, починаючи з вироблення концепції (зовнішнє проектування) виробу і закінчуючи випробуваннями дослідного зразка або партії виробів. Зовнішнє проектування зазвичай включає дослідження потреб в запланованих виробках (бізнес-планування), розробку технічної і комерційної пропозицій на основі вимог, пред'явлених замовником, і формування технічного завдання (ТЗ). Іноді зовнішнє проектування на підприємстві виконує відділ маркетингу, тоді цю стадію виділяють з етапу проектування і називають етапом маркетингу.

Сучасне проектування на виробництві здійснюється системами автоматизованого проектування (САПР) (*CAD System – Computer Aided Design System*). У САПР машинобудівних галузей промисловості виділяються системи функціонального, конструкторського і технологічного проектування. Перші з них називають *системами розрахунків і інженерного аналізу* або системами *CAE (Computer Aided Engineering)*. Системи конструкторського проектування називають системами *CAD (Computer Aided Design)*. Проектування технологічних процесів складає частина технологічної підготовки виробництва і виконується в системах *CAM (Computer Aided Manufacturing)*.

Інформаційна підтримка етапу виробництва продукції здійснюється *автоматизованими системами управління підприємством (АСУП)*. До АСУП відносяться системи планування і управління підприємством *ERP (Enterprise Resource Planning)*.

Для вирішення проблем сумісного функціонування компонентів САПР різного призначення, координації роботи систем CAE/CAD/CAM, управління проектними даними і проектуванням розробляються системи, що отримали назву систем управління проектними даними *PDM (Product Data Management)*. Системи PDM або входять до складу модулів конкретної САПР, або мають самостійне значення і можуть працювати спільно з різними САПР.

Слід зазначити, що сучасне виробництво автомобілів передбачає спільну роботу багатьох підприємств. А оскільки процеси проектування і управління виробництвом на підприємствах виконуються за допомогою автоматизованих систем, то необхідна інформаційна взаємодія цих систем. Крім того, така ж взаємодія необхідна між виробниками і споживачами продукції.

Класифікують САПР по ряду ознак, наприклад, по додатку, цільовому призначенню, функціональній повноті, характеру базової підсистеми – ядра САПР.

По додатках найбільш представницькими і широко використовуваними є наступні групи САПР:

- для застосування в галузях загального машинобудування. Їх часто називають машинобудівними САПР або *MCAD (Mechanical CAD)* системами;
- для радіоелектроніки: системи *ECAD (Electronic CAD)* або *EDA (Electronic Design Automation)*;
- в області архітектури і будівництва.

Крім того, відоме велике число спеціалізованих САПР, або що виділяються у вказаних групах, або що представляють самостійну гілку в класифікації. При-

кладами таких систем є САПР великих інтегральних схем (ВІС); САПР апаратів що літають; САПР електричних машин і тому подібне.

По функціональній повноті умовно розрізняють САПР трьох рівнів:

- до нижнього рівня відносяться програми, що реалізують 2d моделі у вигляді креслень і ескізів, наприклад: пакети російських розробників БАЗИС-Конструктор 4.5 (Базис), Графіка-81 (Інститут проблем управління), SPRUTCAD (СПРУТ-ТЕХНОЛОГІЇ), креслярсько-графічний редактор АРМ Graph (НІЦ АПМ), CADMECH і CADMECH LT на базі AUTOCAD, T-flex CAD LT (Топ Системи) та ін..

- на середньому рівні розташовуються програмні комплекси, які дозволяють створювати тривимірну геометричну модель порівняно нескладного виробу в основному методом твердотільного моделювання. До цих програмних комплексів можна віднести: AUTOCAD і AUTOCAD Mechanical Desktop (Autodesk), КОМПАС-ГРАФІК (Аскон), Solid Works (Dassault Systemes), Solid Edge (Unigraphics Solutions), POWERSHAPE (Delcam pic) та ін..;

- найбільш потужні програмні системи крізного проектування і виробництва розташовані на верхньому рівні. Серед них можна виділити: Delcam, Catia (Dassault Systemes, Франція), Euclid3 (EADS Matra Datavision, Франція), UNIGRAPHICS (Unigraphics Solutions, США), Pro/ENGINEER [1].

Отже САПР сімейства Delcam є середовищем розробки деталей і конструкцій з різноманітного матеріалу, що відповідає вимогам поточного проекту. У програмних продуктах Delcam проектується конструкція, яка буде відповідати багатьом вимогам. Конструкція змінюється з появою поточних корегувальних дій чи змін умов. У результаті проекту отримуємо трьохвимірну модель, яка фізично відтворюється на верстатах з ЧПК [2].

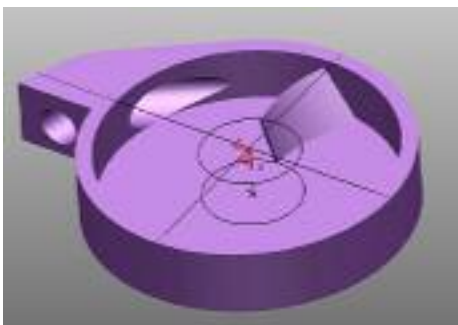
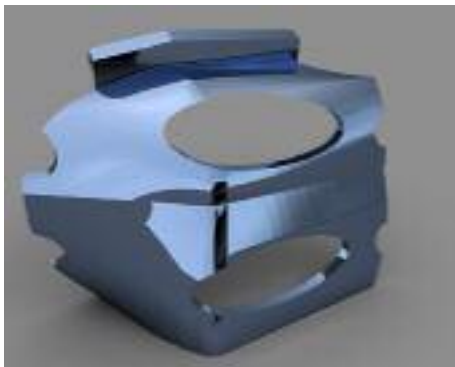
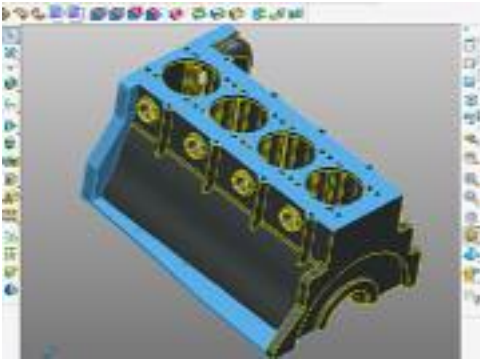
Кожен проект при цьому передбачає розбиття його на два етапи, які будуть реалізовані в різних програмах середовищах:

Перший етап передбачає проектування тривимірної моделі майбутньої деталі (конструкції) та проектування інших компонентів. Створення деталей відбувається за допомогою Delcam Powershape. Тривимірна модель дозволяє виконати імітацію розміщення внутрішніх елементів, правку і зміну геометрії [3].

Другий етап передбачає створення програми для верстата з ЧПК з метою створення сегменту і компонентів за допомогою фрезерування. Створення коду програми відбувається в програмі Delcam Featurescam. Для реалізації другого етапу необхідно виконати імпорт готової тривимірної деталі з першого етапу, після чого на основі геометрії деталі вибирається тип обробки, обираються необхідні інструменти та ін. Таким чином з'являється можливість отримати готовий виріб, тим самим замкнувши виробничий цикл від проектування до виготовлення кінцевого продукту.

Delcam PowerSHAPE представляє собою сучасний гібридний продукт з суцільним поверхневим моделюванням.

Суцільне моделювання – це легкі і швидкі операції об'єднання, віднімання та перетину. Поверхнєве моделювання – це необмежена складність просторових елементів і унікальні можливості їх редагування.



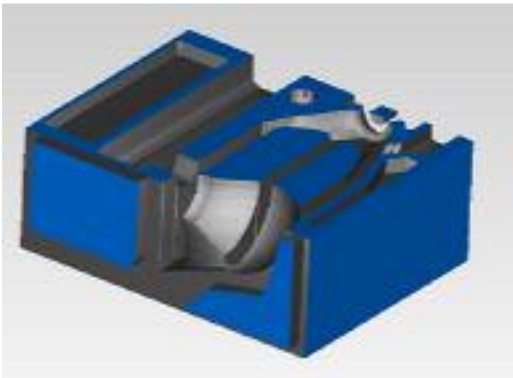
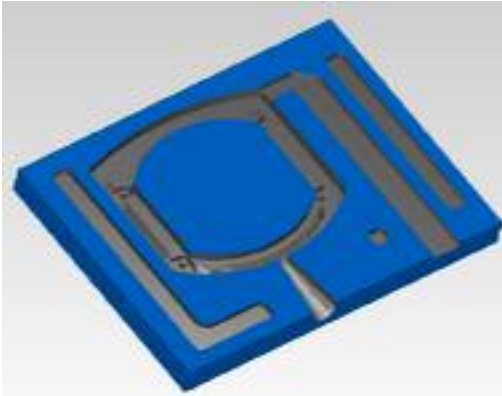
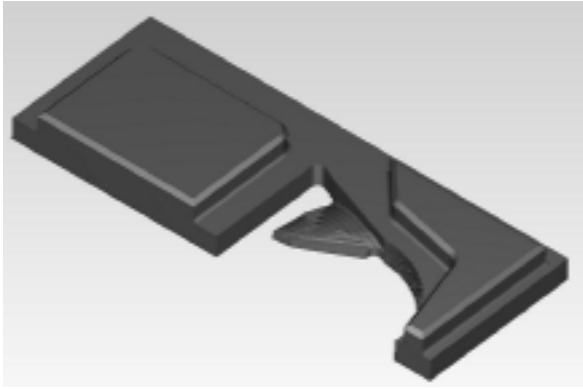
В системі PowerSHAPE реалізована концепція Total Modeling, яка дозволяє в єдиному середовищі моделювання комбінувати різні елементи моделювання: каркасне, суцільне, поверхневе, фасетне і рельєфне. Це дає проектувальнику свободу дій. Де треба швидко і легко побудувати прості форми, він використовує прийоми суцільного моделювання, в цьому випадку використовуються всі можливості ядра Parasolid. Якщо потрібно створити художню форму, він використовує всі переваги управління формою в поверхневому моделюванні. Це особливо важливий момент під час створення корпусу автомобіля. Використовуючи можливості реверсивного інжинірингу, в дизайн модель можна включити фасетні елементи, отримані після сканування макету або зразка, крім того в системі є унікальна можливість наносити на модель об'ємні рельєфи та текстури. Можна наносити не тільки об'ємні написи, знаки і фігури, але і різні текстури і тиснення, які надалі можна передати на верстат з ЧПК для обробки.

Поверхневе моделювання є найбільш сильною стороною пакета PowerSHAPE. Побудова поверхонь за допомогою набору простих інструментів PowerSHAPE містить величезний потенціал для редагування форми. Студентові досить обрати вихідний набір даних і PowerSHAPE автоматично пропонує найбільш зручний спосіб побудови поверхні.

При додаванні або вибіркового видаленні вихідних елементів PowerSHAPE одразу ж аналізує метод створення поверхні і пропонує оптимальний варіант. Під час проектування у студента на будь-якому етапі зберігається можливість самостійно задавати необхідний спосіб і параметри побудови складної форми. Унікальні інструменти, такі як, *морфінг*, дозволяють змінювати дизайн виробу однією операцією, замінюючи дуже тривалий і трудомісткий процес почергової модифікації потрібних елементів виробу. Він ідеально підходить для опрацювання нового дизайну і дозволяє швидко переглянути ймовірні варіанти проектування автомобіля.



FeatureCAM у свою чергу, система для швидкої автоматизованої підготовки керуючих програм, заснована на розпізнаванні типових елементів (під



визначення «типові елементи», «Features», потрапляють такі геометричні об'єкти деталі, як: отвори, лиски, канавки, стінки ребра жорсткості та ін.).

Дана система призначена для складання керуючих програм для широкого спектру верстатів: токарних, фрезерних, токарно-фрезерних, свердильних верстатів.

Перевага FeatureCAM перед іншими САМ-системами - це високий ступінь автоматизації прийняття рішень. У базі знань системи закладені типові технології обробки різних елементів з рекомендованим інструментом і режимами різання (типові технології та режими можна налаштовувати під власне виробництво).

Це дозволяє звести до мінімуму можливі помилки при програмуванні, викликані людським фактором, і скоротити час підготовки керуючих програм для ЧПК.

Висновок. Майбутньому фахівцеві, що проектує складну систему, важливо вміти сформулювати її цілі і організувати розгляд системи з позиції поставлених цілей. Тоді можна відкинути зайві і малозначні частини при проектуванні і моделюванні, перейти до постановки завдань оптимізації.

Отже під час планування навчального курсу щодо застосування САПР необхідно дотримуватись вказаних вище вимог та умов [4 ... 14].

Слід також зазначити, що високий рівень проектування можливий лише під час розвитку творчої активності студентів політехнічного профілю. Зокрема необхідно зауважити на необхідність залучення студентів до участі у різноманітних конкурсах та олімпіадах з 3D моделювання як на місцевому внутрішньовузівському рівні так і на рівні міста, області та України. Високі показники та досягнення студентської молоді у таких конкурсах стануть взірцем для студентів наступних років.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Программные продукты в машиностроении: комплексные решения для автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства: (Решения АСКОН для предприятий машиностроительного профиля) [Электрон. ресурс] / Официальный сайт АСКОН. – Режим доступа к статье: <http://machinery.ascon.ru/software>
2. Компания Delcam и Автомобильная промышленность: (Сферы применения Delcam) [Электронный ресурс] / (Делкам-Россия© 2007г.). – Режим доступа: <http://www.delcam.ru/industry/auto/auto.htm>
3. Носов, П.С. Автоматизоване проектування механізмів та агрегатів автомобілів [Текст] / Навчальний посібник / Укладачі: П.С. Носов, О.Є. Яковенко. – Херсон : ХПТК ОНПУ, 2012. – 261 с.
4. Яковенко, А. Е. Стратегия принятия решений в условиях адаптивного обучения / [Текст] // А. Е. Яковенко, А. В. Нарожный, В. Д. Гогунский // Вост.-Европейский журнал передовых технологий. – 2/2 (14). – 2005. – С.105 – 110.
5. Оборський, Г. О. Стандартизація і сертифікація процесів управління якістю освіти у вищому навчальному закладі [Текст] / Г. О. Оборський, В. Д. Гогунський, О. С. Савельєва // Труды Одес. политехн. ун-та. – Вып. 1(35). – Одеса : ОНПУ, 2011. – С. 251 – 255.
6. Колесніков, О. Є. Основні аспекти впровадження дистанційної освіти [Текст] / О. Є. Колесніков, В. Д. Гогунський // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. – Вип. 1(1). – 2012. – С. 34 – 41.
7. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти [Текст]. — К. : Ленвіт, 2006. — 36 с.
8. Тесленко, П.А. Эволюционная парадигма проектного управления / П. А. Тесленко В. Д. Гогунский // Управління проектами: стан та перспективи : Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Миколаїв: НУК, 2010. – С. 114 – 117.
9. Вайсман, В. О. Система стандартів підприємства для управління знаннями в проектно керованій організації [Текст] / В. О. Вайсман, С. О. Величко, В. Д. Гогунський // Труды Одес. политехн. ун-та. – № 1(35). – Одесса : ОНПУ, 2011. – С. 256 – 261.
10. Яковенко, Є.О. Моделювання управління організаційними знаннями [Текст] / Є.О. Яковенко, В.Д. Гогунський // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали 12 Міжнар. наук.-техн. конф. SAIT-2010, Київ, (25 – 29 травня 2010 р.). – К. : ННК «ІПСА» НТТУ «КПІ», 2010. - С. 509.
11. Яковенко, Є. О. Стандартизація хранилищ знань в системах управління качеством організаційних знань [Текст] / Є. О. Яковенко, В. Д. Гогунський, О. Є. Яковенко // Сучасні технології в машинобудуванні : зб. наук. праць. – Вип. 6. / редкол. : В.О. Федорович (голова) [та ін.]. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – С. 163 - 167.
12. Яковенко Є. О. Формалізація вимог до сховищ знань у системах управління якістю [Текст] / Є. О. Яковенко, Н. І. Карлова, В. Д. Гогунський // Інформ. технології в освіті, науці та виробництві : зб. наук. праць [Текст]. – Вип. 1. – Одеса : АО Бахва, 2012. - С. 12 – 15.
13. Яковенко, В. Д. Формалізація вимог до системи автоматизованого управління навчальним закладом [Текст] / В. Д. Яковенко, В. Д. Гогунський, О. В. Нарожний // Моделир. в прикл. науч. исследованиях. Матер. XVI семинара. — Одесса : ОНПУ, 2008. – С. 9 – 12.
14. Яковенко, В. Д. Комп'ютерна реалізація системи автоматизованого управління навчальним процесом [Текст] / В. Д. Яковенко, В. Д. Гогунський, Г. Ф. Сафонова // Моделир. в прикл. науч. исследованиях. Матер. XVI семинара. — Одесса : ОНПУ, 2008. – С. 27 – 30.