

Лекція 2

Тема 1 Системи автоматизованого проектування технологічних процесів Загальні відомості про САПР

Одним із важливих компонентів сучасного виробництва є системи автоматизованого проектування (САПР).

САПР – організаційно-технічна (людино-машинна) система, що складається з комплексу засобів автоматизації проектування, взаємозв'язаних із необхідними відділами проектної організації чи колективом фахівців (користувачем системи), і виконує автоматизоване проектування.

Комп'ютерне моделювання, будучи підсистемою САПР, розв'язує найбільш трудомістку і важливу задачу САПР: автоматизацію розробки технологічних процесів і виконання конструкторської документації. Вона забезпечує створення, зберігання і обробку моделей геометричних об'єктів і їх графічне зображення за допомогою комп'ютера.

Використання комп'ютера в конструкторській діяльності значно полегшує підготовку конструкторських та інших графічних документів, звільняючи конструктора від виконання рутинних і трудомістких графічних операцій, скорочує термін виготовлення документів і покращує їх якість. При автоматизованому виконанні креслення створюється «електронний» еквівалент креслення, а замість паперу і креслярських інструментів використовується екран дисплея, клавіатура і маніпулятор «миша».

В автоматизованому проектуванні загальноприйнятими є скорочені терміни:

- CAD – система конструювання (Computer Aided Design);
- CAM – виробництво за допомогою комп'ютерів (Computer Aided Manufacturing);
- CAE – аналітично-розрахункова підсистема (Computer Aided Engineering);
- АЕС – скорочене позначення для архітектурно-будівельних комп'ютерних систем (Architectural Engineering Computing).

Переваги застосування інженерних САПР та їх роль у галузі матеріального виробництва

До появи ЕОМ випуск конкурентоспроможної продукції здійснювався завдяки науковій організації процесу проектування та першокласним фахівцям. Застосування САПР дало безперечні переваги: дозволило впровадити стратегію

накопичування та передавання знань і досвіду конструкторів, що забезпечує високу живучість, сприяє розв'язуванню тих практичних задач виробника, що дозволяють проводити прогресивну політику на ринку (знизити виробничі витрати та собівартість, скоротити час розробки та підвищити споживчі якості продукції).

Головною перевагою використання САПР є висока швидкість виходу продукції на ринок. Тут спрацьовує відома в економіці залежність між обсягом продажу товару та часом: виробник, який отримав через пізній вихід продукції на ринок менший прибуток, направить на розробку нового покоління продукції менше коштів, і так – до повної зупинки виробництва. Це підтверджують дослідження компанії Хьюлет-Паккард можливих втрат прибутку виробниками у конкурентній боротьбі: 33% втрат – через піврічне спізнання виходу продукції на ринок; 22% втрат – через підвищення матеріалоємності продукції на 9%; лише 3,5% втрат – через підвищення витрат на проектування на 50%.

САПР є індустріальними технологіями, що націлені на найважливіші галузі виробництва, визначаючи рівень розвитку та стратегічний потенціал нації. Без САПР неможливо виробляти сучасну техніку, що є дуже складною та вимагає надзвичайної точності виготовлення. Рівень розвитку САПР, кількість робочих місць та кількість інженерів, які професійно володіють САМ-технологіями, впливають на статок кожного члена суспільства.

Стан ринку інженерних САПР

Цей ринок пропонує великий асортимент програмних засобів (ПЗ) для автоматизації інженерної діяльності у проектних організаціях та на виробництві. Він має неабиякий попит серед вітчизняних промислових підприємств (машинобудівних, приладо-, верстатобудівних), які розглядають САПР як ефективний засіб виходу на внутрішній та зовнішній ринок із конкурентоспроможною продукцією світових стандартів.

Повна автоматизація виробництва пов'язана з великими капіталовкладеннями. Велика вартість багатфункціональних САПР високого рівня та обмежені можливості розробки складних виробів засобами 2D-САПР легкого рівня призвели до розквіту САПР середнього рівня, розвиток яких підтримують усі розробники CAD/CAM-систем та до популярності серед користувачів CAD/CAM/CAE-систем пірамідальної схеми автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Вона значно економить ресурси завдяки використанню на робочих місцях ПЗ виключно з необхідним набором функціональних можливостей:

- для концептуальної конструкторсько-технологічної проробки нового виробу – декілька робочих місць із САПР високого рівня;
- для детальної проробки виробу – декілька десятків чи сотень місць із САПР середнього рівня;
- для підготовки конструкторсько-технологічної документації та робочих креслень – до тисячі робочих місць із САПР легкого рівня.

Характерні особливості розробки інженерних САПР

Прийнято ділити об'єкти автоматизації (підприємства та організації) на підрозділи, в кожному з яких розв'язують блок однотипних задач, а отримані результати є вхідними даними для іншого підрозділу (конструкторський, технологічний відділи), це дає змогу використати накопичений роками досвід та специфіку конкретного підприємства в цілому та кожного відділу окремо.

Ефективним є застосування систем віртуального макетування, програмне забезпечення яких базується на технологіях віртуальної реальності.

Віртуальний макет-прототип – це інтегроване цифрове подання виробу та його властивостей, що формується за даними головної моделі, відбиває просторову взаємодію компонентів та дозволяє оцінити працездатність конструкції в цілому.

Переваги САПР, що підтримують можливості віртуального макетування: вони дозволяють замінити фізичний прототип виробу його віртуальним аналогом та в процесі комп'ютерного аналізу електронного зразка розв'язувати ті задачі, що раніше вимагали натурних випробувань.

Віртуальним макетуванням можна супроводити весь процес проектування виробів, що дозволяє проводити тестування паралельно з розробкою, тобто своєчасно знаходити та виправляти помилки та недоліки.

Віртуальне макетування дозволяє використовувати майстер-моделі виробів у галузях маркетингу, продажу, навчання.

Класифікація САПР і їхніх користувачів

САПР залежно від їхнього функціонального призначення поділяються на:

- машинобудівні;
- архітектурно-будівельні;
- дизайнерсько-анімаційні;

- універсальні.

До машинобудівних можна віднести такі прикладні пакети (ПП), як Mechanical Desktop, Solid Works, Atodesk Inventor, Тхтпан, КОМПАС;

До архітектурно-будівельних – ArchiCAD, Autodesk Architectural Desktop R2, Allplan;

До дизайнерсько-анімаційних – CorelDraw, Adobe Illustrator, 3D Studio;

До універсальних (популярних продуктів без чіткого проблемного спрямування, які частково поєднують усі попередні) можна віднести AutoCAD, DenebaCAD, Actrix Technical та інші.

САПР поділяються на:

- унікальні (створюються один раз для проектування особливо важливих і складних об'єктів);

- універсальні (використовуються у рамках галузі),

- спеціалізовані (використовуються у рамках підприємства);

- індивідуальні (наприклад, AutoCAD).

Користувачі САПР поділяються на:

- користувачів-розробників (основна вимога – володіння інформаційними технологіями та знання галузі);

- користувачів-супровідників (мають знати методологію побудови САПР у загальних рисах, вміти працювати з підсистемами;

- користувачів-проектувальників (потрібні знання у предметній області та вміння підготувати вхідну інформацію).

Програмні продукти для конструкторської підготовки виробництва в машинобудуванні й металообробці

1 Інтегрована система моделювання тіл обертання КОМПАС-Shaft 3D

КОМПАС-Shaft 3D є розвитком бібліотеки КОМПАС-Shaft 2D і функціонує в середовищі пакету тривимірного твердотільного моделювання КОМПАС-3D. Система призначена для проектування та побудови тривимірних твердотільних моделей валів, втулок і циліндрових прямозубих шестерень внутрішнього і зовнішнього зачеплення. Вона забезпечує побудову циліндрового і конічного ступенів валу, а також ступенів типу «шестигранник» і «квадрат». Додатковими елементами ступенів можуть бути канавки різної форми (їх

формування забезпечує спеціальна «Бібліотека канавок» для КОМПАС-3D, що входить у комплект постачання КОМПАС-Shaft 3D). Система КОМПАС-Shaft 3D інтегрована з корпоративним довідником «Материалы и сортаменты» – з нього можна вибрати матеріал проектованої деталі.

Моделі, створені за допомогою бібліотеки КОМПАС-Shaft 3D, можна потім відредагувати засобами КОМПАС-3D. Система КОМПАС-Shaft 3D є корисною для конструювання тіл обертання та розрахунків елементів механічних передач, дає можливість наочно представити спроектовану деталь і в десятки разів збільшує швидкість проектування і випуску конструкторської документації.

2 Бібліотека анімації

Бібліотека анімації є стандартним застосуванням для КОМПАС-3D (рис. 1). Вона працює з версіями КОМПАС-3D і вище. Додаткових модулів (окрім самого КОМПАС-3D) для роботи додатку не потрібно.

Бібліотека анімації для імітації руху (анімації) виробів, розроблених у системі тривимірного твердотілого моделювання КОМПАС-3D.

Бібліотека анімації дозволяє:

- імітувати рухи складників частин виробу в процесі реальної роботи (можна використовувати сполучення деталей, що накладаються користувачем у процесі проектування 3D-збірки). Для цих цілей бібліотека дає змогу задавати як переміщення компонентів, так і їх обертальний рух;

- автоматично перевіряти можливі колізії (зіткнення деталей) у процесі руху для виявлення помилок у проектуванні;

- наочно імітувати процес «розбирання – складання» виробу для застосування в інтерактивному електронному технічному керівництві;

- створювати діаграму послідовних положень механізму – «кінограму» (набір послідовних кадрів у форматі <*.frw> – фрагмент КОМПАС-ГРАФІК);

- записувати відеоролик руху у форматі <*.avi>. Відтворення можливе як на поточному кроці анімації, так і загалом.

Анімація складається з послідовних кроків (рис. 20.1). На кожному кроці можна задавати різні види руху деталей і параметри руху (швидкість, частота обертання, час). Сценарій процесу анімації зберігається в текстовому файлі стандартного XML-формату.

Бібліотека анімації не тільки значно підвищує якість проектування виробів загалом, його наочність і зручність, але також підсилює конкурентоспроможність підприємства на етапах виконання конкурсних проектів.

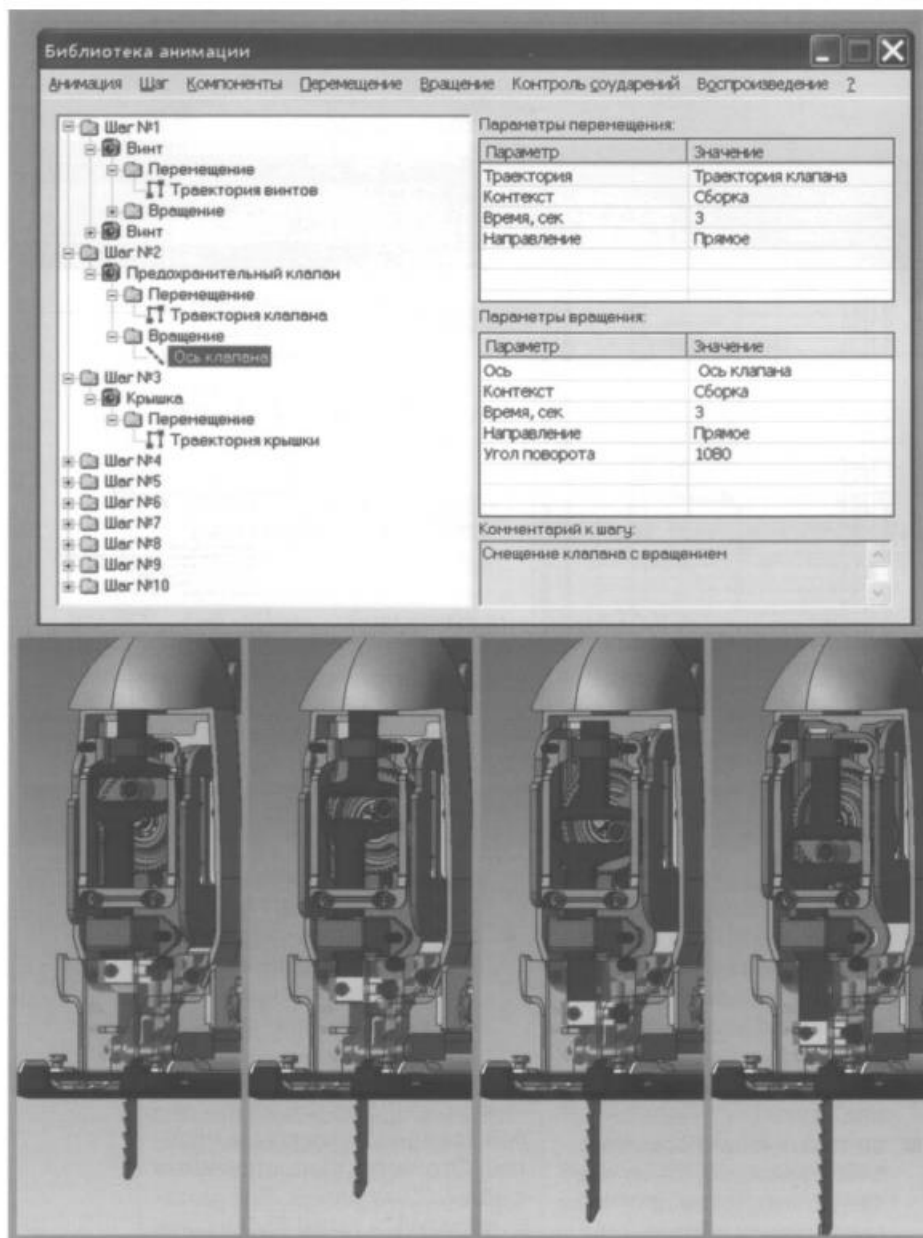


Рисунок 1 – Використання бібліотеки анімацій

Бібліотека фотореалістики

Бібліотека призначена для створення фотореалістичного зображення тривимірної моделі деталі або збірки, спроектованої в КОМПАС-3D (рис. 2). Бібліотека фотореалістики дає можливості для створення ефектних зображень виробу та використання їх у презентаціях і рекламній документації. Для зручності роботи в бібліотеці реалізований режим інтерактивного рендерінга, що дає змогу здійснювати попереднє відображення моделі з текстурами, призначеними в сцені.



Рисунок 2 – Модель транспортного засобу у фотореалістичному зображенні

Матеріали:

- вибір матеріалів з широкого списку вбудованої бібліотеки (різні види металів, дерева, каменя, пластика та багато інших);
- налаштування властивостей матеріалу, таких як колір поверхні, що відображає здатність, дзеркальність, прозорість, шорсткість і текстура;
- можливе призначення матеріалів збіркам, деталям, операціям і поверхням;
- реалізований попередній перегляд матеріалів, сцени і джерел світла для зменшення часу отримання фотореалістичного зображення.

Спільна робота КОМПАС-3D з іншими системами

КОМПАС-3D містить різні конвертери для обміну даними з іншими системами проектування, інженерних розрахунків, підготовки керувальних програм тощо. Функції імпорту та експорту даних більшості форматів надаються користувачам КОМПАС-3D безкоштовно. До них відносяться такі:

- читання і запис графічних файлів форматів DXF, DWG і IGES;
- читання файлів тривимірних моделей форматів IGES, SAT, XT, STEP;
- запис файлів тривимірних моделей форматів IGES, SAT, XT, STEP, VRML і STL;
- запис даних специфікації у формати DBF і Microsoft Excel;
- запис документів КОМПАС у різні растрові формати (TIFF, GIF, JPEG, BMP, PNG, TGA);
- читання і запис текстових файлів форматів ASCII (DOS), ANSI (Windows); читання текстових файлів формату RTF;
- запис 3D-моделей, креслень і специфікацій у формат e-Drawings.

Інтеграція з САПР SolidWorks, Unigraphics, SolidEdge забезпечується шляхом підтримки в КОМПАС-3D читання і запису даних Parasolid.

Програмні продукти для технологічної підготовки виробництва в машинобудуванні й металообробці

Автоматизація процесів підготовки виробництва призводить до підвищення продуктивності праці, оптимізації роботи різноманітних служб підприємства, дає змогу значно підвищити швидкість і якість ухвалюваних рішень, виробити ефективну стратегію розвитку виробництва та підприємства загалом.

Комплексна автоматизація технологічної підготовки виробництва (далі – ТПВ) на базі інформаційних технологій забезпечує:

- скорочення термінів підготовки виробництва за допомогою автоматизації етапів ТПВ, паралельного виконання конструкторського і технологічного проектування;
- оптимізацію витрат праці й засобів на виготовлення виробів.

Для автоматизації процесів ТПВ компанія АСКОН запропонувала широкий спектр програмних продуктів, орієнтованих на їх використання фахівцями

машинобудівних підприємств: технологами, конструкторами технологічного оснащення, розробниками керувальних програм, для верстатів із ЧПК, інженерами з нормування праці й матеріальних витрат, фахівцями з реконструкції цехів підприємства.

У технологічній підготовці виробництва залучені практично всі служби підприємства. Рух даних в єдиному інформаційному просторі (далі – ЄІП) здійснюється між системами всіх класів: PDM (керування інженерними даними), ERP (керування підприємством), CAPP (технологічна підготовка виробництва), CAD (конструкторська підготовка виробництва) тощо.

На базі програмного забезпечення компанії АСКОН можна організувати три схеми взаємодії компонентів Комплексу ЄІП.

І Комплекс ЄІП на базі систем ЛОЦМАН-PLM, КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ для автоматизації процесів ТПВ наведений на рисунку 3.

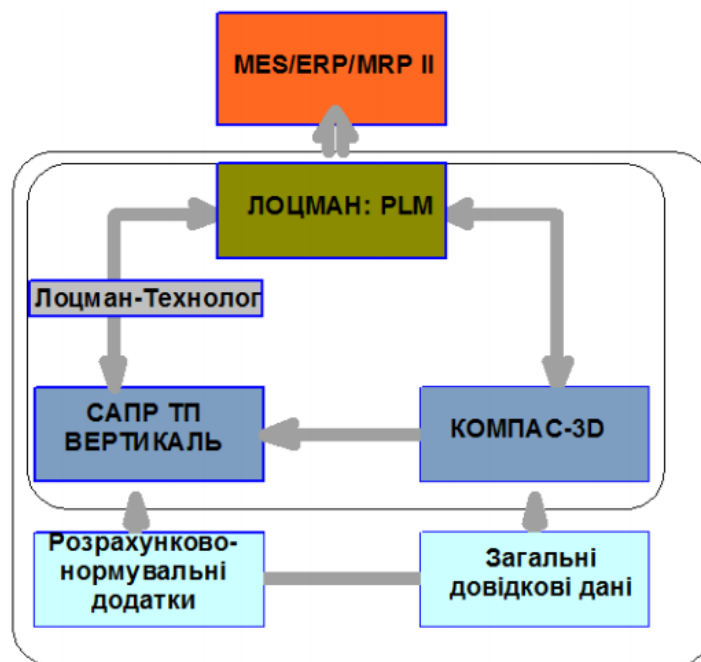


Рисунок 3 – Взаємодія компонентів комплексу систем ЛОЦМАН, КОМПАС, ВЕРТИКАЛЬ

1 САПР технологічних процесів (далі – ТП) ВЕРТИКАЛЬ виконує різні завдання автоматизації процесів технологічної підготовки виробництва, завдання розроблення техпроцесів і випуску документації, дає змогу підвищити ефективність роботи технологічних підрозділів загалом. Як компонент єдиного

інформаційного простору підприємства САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ успішно інтегрується із програмним забезпеченням, що поставляється компанією АСКОН, і з програмними продуктами інших розробників ІТ-рішень.

Інтеграція САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ з системою тривимірного моделювання КОМПАС-3D забезпечує наскрізне вирішення завдань конструкторсько-технологічної підготовки виробництва (далі – КТПВ).

Використовуючи різноманітні прикладні бібліотеки сімейства КОМПАС, будь-яке підприємство може організувати за модульним принципом програмний комплекс, орієнтований на вирішення типових завдань у різних наочних сферах (наприклад проектування приводів, механічних передач, технологічного оснащення, обладнання та інструменту). Система КОМПАС-3D дає змогу організувати класичний процес тривимірного параметричного проектування – від ідеї до асоціативної об'ємної моделі, від моделі до конструкторської документації. У технологічній системі ВЕРТИКАЛЬ реалізована можливість роботи з усіма видами графічних документів: 3D-моделями, кресленнями та ескізами виробів, розроблених у КОМПАС-3D. У техпроцес автоматично передаються всі необхідні дані з конструкторської документації.

2 Система керування інженерними даними ЛОЦМАН:PLM дає змогу упорядкувати (структурувати) технологічну документацію, полегшити і прискорити запозичення типових вирішень, організувати роботу технолога зі складом виробу, а також колективну роботу над всім проектом. Убудовані в систему ЛОЦМАН:PLM «Модуль управління робочим процесом» і «Модуль просмотра и аннотирования документов» забезпечують паралельне виконання робіт. Взаємодія фахівців підприємства у процесі розроблення документації на виріб і організації виробництва дає змогу узгодити вибране вирішення з іншими службами в найкоротші терміни.

3 Додаток ЛОЦМАН-Технолог забезпечує зв'язок САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ із ЛОЦМАН-PLM. Отже, технолог отримує можливість працювати зі складом виробу всередині технологічної системи. Модуль формування звітів, що входить до складу системи ЛОЦМАН-PLM, дає змогу сформулювати відомості та зведені звіти в різних розрізах КТПВ.

У процесі розроблення техпроцесу технологу постійно потрібна різна довідкова інформація – дані про матеріали, обладнання, інструмент тощо. Її надають «Универсальный технологический справочник» і Корпоративний довідник «Материалы и Сортаменты». Їх можна використовувати у всіх

системах, що входять у Комплекс, вони є постачальниками єдиної технологічної довідкової інформації для всіх служб підприємства.

Різнноманітні розрахункові модулі виконують завдання нормування трудових і матеріальних витрат. Усі програмні додатки отримують технологічні дані з системи ВЕРТИКАЛЬ, а довідкові дані – з Універсального технологічного довідника і Корпоративних довідників АСКОН. Унаслідок цього

Комплекс ЄІП дає змогу отримати всю інформацію про виріб у реальному масштабі часу, що є найважливішою умовою для прискорення процедур узгоджень із замовником і постачальниками, швидкого розроблення модифікацій виробу, оптимізації взаємодії всіх служб підприємства, тобто для виконання завдань, що дають змогу підвищити конкурентоздатність підприємства загалом.

II Якщо як САПР ТП вибрана система КОМПАС-Автопроект, то комплекс за автоматизацією КТПВ можна побудувати інакше. Можливі два варіанти.

Система КОМПАС-Автопроект складається з двох підсистем – КОМПАС-Автопроект-Технологія та КОМПАС-Автопроект-Специфікації.

Остання дає змогу вести бази даних конструкторсько-технологічних специфікацій, архівувати розроблені технологічні процеси, формувати зведені звіти, тобто є спрощеним варіантом PDM-системи.

Тому залежно від визначених завдань на підприємстві можна використовувати Комплекс ЄІП на базі КОМПАС-Автопроект, КОМПАС-3D (рис. 4).

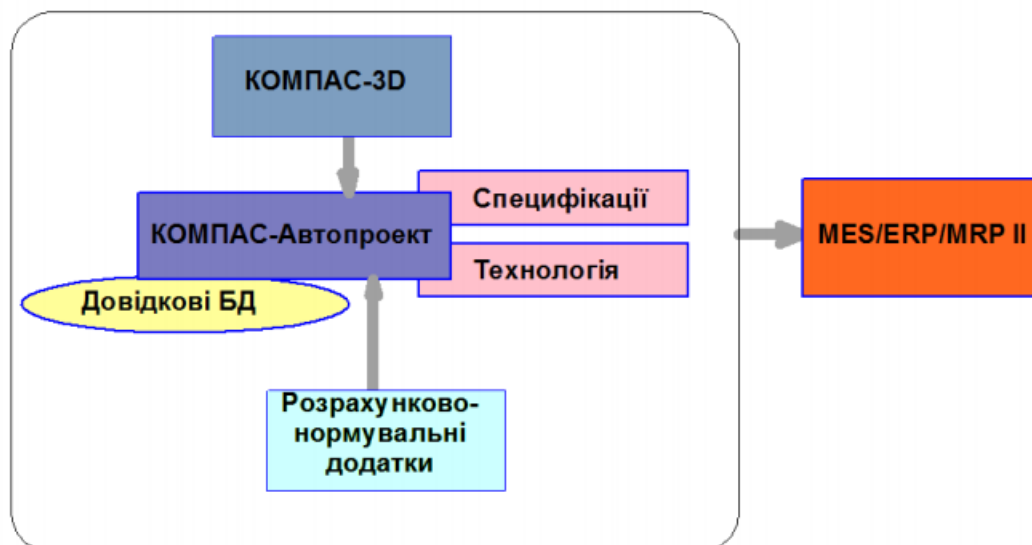


Рисунок 4 – Взаємодія компонентів комплексу систем КОМПАС-Автопроект, КОМПАС-3D

Довідкова інформація в цьому разі використовуватиметься з баз даних САПР ТП як під час проектування техпроцесів, так і у разі нормування матеріальних і трудових витрат.

КОМПАС-Автопроект комплектується за модульним принципом. Побудова комплексу з різних модулів дає змогу організувати робочі місця технологів, фахівців із розцехування, нормувальників матеріальних і трудових витрат.

Інтеграція системи САПР ТП КОМПАС-Автопроект із ЛОЦМАН-PLM дає змогу побудувати ще один варіант Комплексу (рис. 5). Додаток ЛОЦМАН-Технолог забезпечує зв'язок САПР ТП КОМПАС-Автопроект із системою керування інженерними даними ЛОЦМАН:PLM, і технолог отримує можливість працювати зі складом виробу.

Формування відомостей і зведених звітів у такому варіанті відбувається в ЛОЦМАН:PLM за допомогою спеціального модуля, а розроблення технологічних процесів ведеться в КОМПАС-Автопроект-Технологія. Уся необхідна довідкова інформація та отримані результати розрахунків передаються в ЛОЦМАН-PLM для аналізу й обробки.

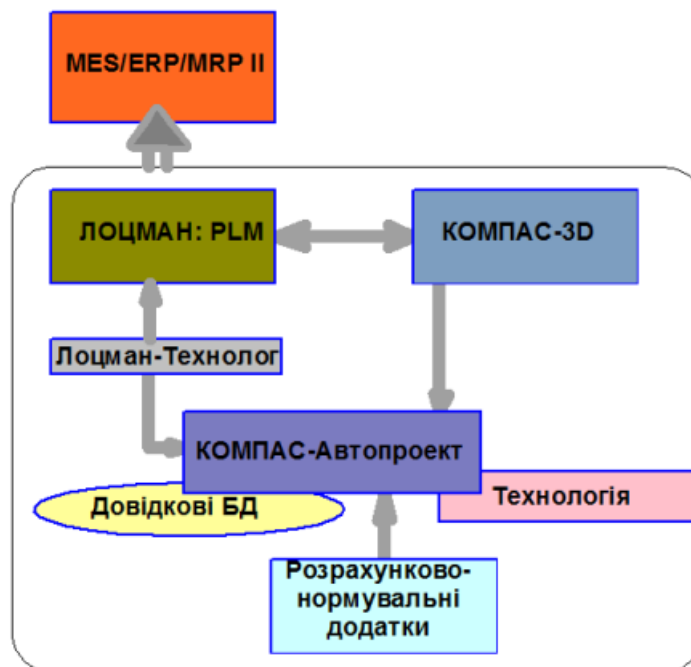


Рисунок 5 – Взаємодія компонентів комплексу систем ЛОЦМАН, КОМПАС-Автопроект, КОМПАС-3D