

УДК 629.7.01

**Л. А. Одноволик, Г. А. Вірченко, А. Й. Незенко**

## **ПІДХІД ДО КЕРУВАННЯ БАЗОВИМИ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ФЮЗЕЛЯЖУ ЛІТАКА В КОНТЕКСТІ PLM-ТЕХНОЛОГІЙ**

### **Вступ**

Характерною особливістю наукоємного виробництва є необхідність обробки даних на всіх етапах життєвого циклу виробу. По мірі ускладнення виробів відбувається стрімкий ріст обсягів технічної інформації, що потребує розробки комплексних методів і засобів її зберігання, систематизації та оперативного обміну. Для вирішення цих задач знадобилися нові концепції та ідеї. Серед них базовою стала ідея інформаційної інтеграції стадій життєвого циклу продукції (виробу), яка лягла в основу технологій Product Lifecycle Management (PLM) – «управління життєвим циклом виробу (ЖЦВ)».

За останні двадцять років одним із головних факторів економічного зростання промисловості є розвиток інтегрованих інформаційних систем управління наукоємним виробництвом. Технології, стандарти і програмно-технічні засоби цих систем реалізують ефективний обмін електронними документами, що забезпечує наступні переваги:

- можливість паралельної роботи в складних проектах різних груп спеціалістів (паралельний інжиніринг), що суттєво скорочує час розробок;
- різке зменшення кількості помилок за рахунок використання спільних баз даних та оперативного обміну інформацією між фахівцями, що суттєво зменшує терміни виконання проектів і підвищує якість продукції.

Впровадження PLM-технологій забезпечує можливість комплексного вирішення задач проектування, розробки, виготовлення та супроводу продукції на всіх етапах її життєвого циклу.

### **Постановка проблеми**

Сучасний рівень прогресу в авіаційній галузі характеризується створенням та функціонуванням складних технічних систем (СТС) [3], керування станом яких на всьому інтервалі життєвого циклу є важливим наукоємним процесом.

Використання PLM-технологій в авіаційній галузі потребує постійного вдосконалення методів створення літаків на усіх напрямках проектування та виробництва.

Однією з проблем, що постала перед розробниками літальних апаратів є задача забезпечення процесів проектування та виготовлення літаків базовою геометричною інформацією. Виникла необхідність у створенні базового теоретичного геометричного еталону літака. Цей еталон повинен забезпечувати ефективне проектування та виготовлення літака, а також бути актуальним на всіх етапах життєвого циклу виробу. Він повинен структурно інтегруватись в сучасні PLM-технології та відображати множинність поточного стану проекту і фіксувати попередні етапи робіт.

Мета роботи полягає у висвітленні власної концепції забезпечення процесу проектування фюзеляжу літака базовою геометричною теоретичною інформацією в контексті PLM-технологій.

### **Керування базовими геометричними параметрами фюзеляжу**

Визначення базових геометричних параметрів є одним із найважливіших етапів процесу створення літака.

При комп'ютерному проектуванні базовий геометричний еталон реалізується за допомогою розробки майстер-геометрії, що представляє собою електронну модель зовнішньої поверхні та розміщення конструктивно-силового набору розроблюваного літака. Визначені в майстер-геометрії зовнішній контур та геометричні бази є основою для всіх побудов і дають можливість огляду теоретичних баз всього літака. Майстер-геометрія постає основним сполучним елементом для всіх інших моделей літака (аеродинамічних, вагових, міцності, компоновання, конструктивних, технологічних тощо). Моделі майстер-геометрії є першоджерелом геометричної теоретичної інформації та діють спільно з відповідними теоретичними кресленнями.

Майстер-геометрія є одним з основних факторів, що дозволяють запустити паралельне комп'ютерне проектування літака. Вона починає створюватись на ранніх етапах проекту, потім удосконалюється та модифікується впродовж усього життєвого циклу літака. Як об'єкт проектування майстер-геометрія представляє собою розвинену ієрархічну структуру з великою кількістю елементів та внутрішніх зв'язків.

Для забезпечення якомога більш раннього підключення спеціалістів різних напрямків до процесу паралельного проектування цикл створення майстер-геометрії розділений на стадії. Блок-схема інформаційних потоків у процесі розробки майстер-геометрії представлена на рис. 1.

Наведена блок-схема відображає підхід до забезпечення процесу проектування літака базовою геометричною теоретичною інформацією. Цей підхід полягає у розділенні циклу створення майстер-геометрії на чотири стадії та паралельне підключення спеціалістів різних напрямів на ранніх етапах проектування.

Рис. 1 ілюструє запропонований підхід до забезпечення базовою геометричною та теоретичною інформацією процесу проектування всього літака, але наведений підхід справедливий також окремо і для фюзеляжу літака.

Для реалізації підходу до управління базовими геометричними параметрами фюзеляжу літака в контексті PLM- технологій потрібно визначити місце розробки майстер-геометрії в загальному життєвому циклі літального апарата. Але створення сучасного літака є досить складним процесом, оскільки, безліч критеріїв виготовлення літального апарату тісно пов'язані між собою та по різному впливають на конфігурацію повітряного судна. Тож для спрощення керування процесами проектування, виробництва, експлуатації та утилізації необхідно впровадити єдину схему їх взаємодії [2].

Отже, згідно з загальними принципами та етапами проектування літальних апаратів [1], запропоновано наступну схему життєвого циклу літака, яку наведено на рис. 2.

На рис. 1 добре видно місце розробки майстер-геометрії на фоні усього життєвого циклу літака, тобто відображається підхід до керування базовими геометричними параметрами фюзеляжу літака.

Наступним кроком вирішення поставленої проблеми є реалізація наведеного вище підходу в контексті PLM-технологій.

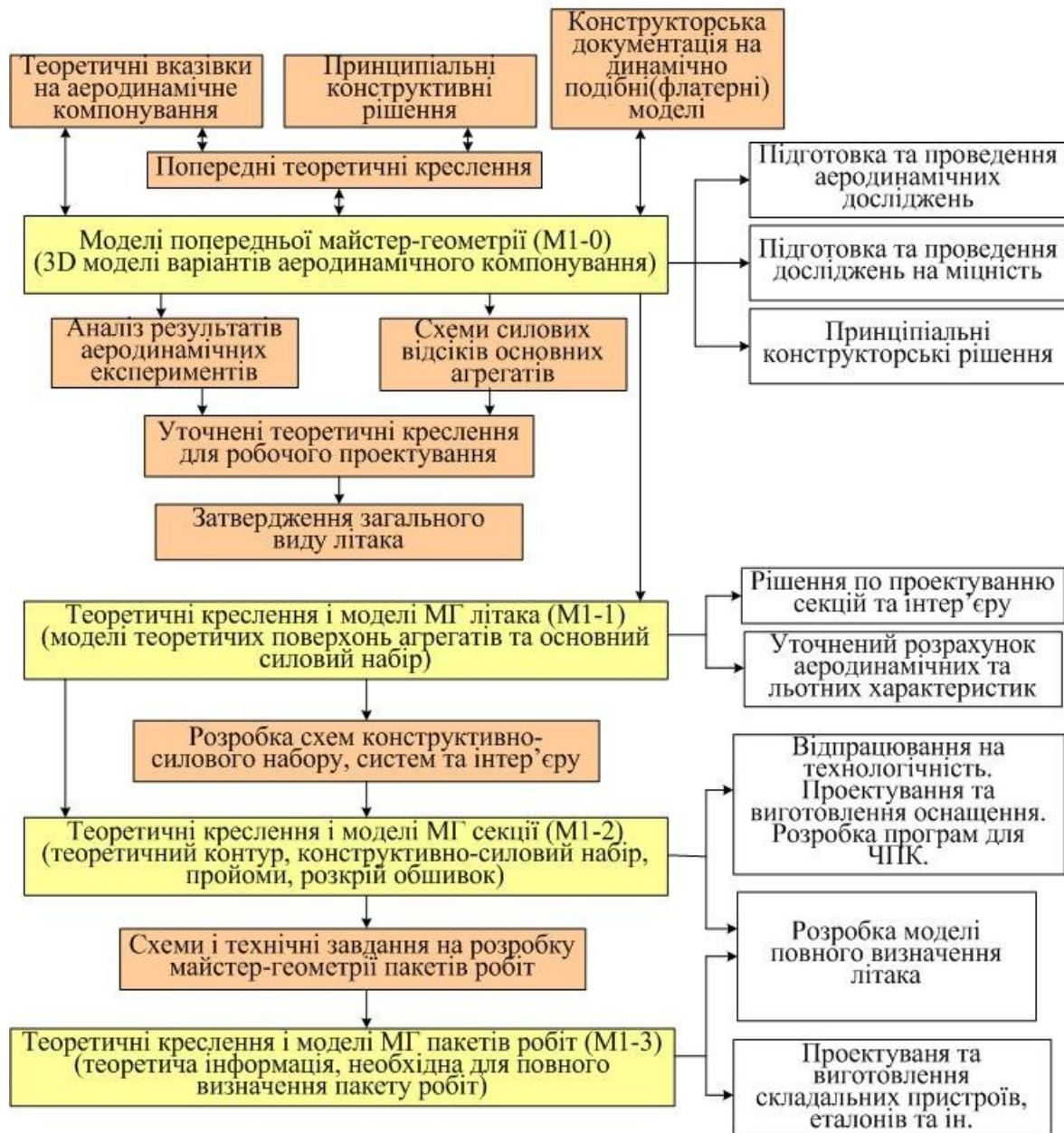


Рис. 1. Блок-схема інформаційних потоків у процесі розробки майстер-геометрії літака

Для кращого керування життєвим циклом складних технічних систем компанії намагаються автоматизувати та інтегрувати між собою задачі проектування та виробництва, користуючись при цьому САМ/CAD/CAE технологіями. Задачі, які розв'язуються у процесі проектування та виготовлення технічної продукції, окреслено на рис. 3.

Ефективне керування ЖЦВ буде мати місце при дотриманні наступних принципів:

- наявність інформаційного порталу, що описує стандарти діяльності підприємства;
- відповідне обладнання та програмне забезпечення;
- підтримка інформаційного простору;

- використання технологій керування знаннями;
- наявність кваліфікованих кадрових спеціалістів.

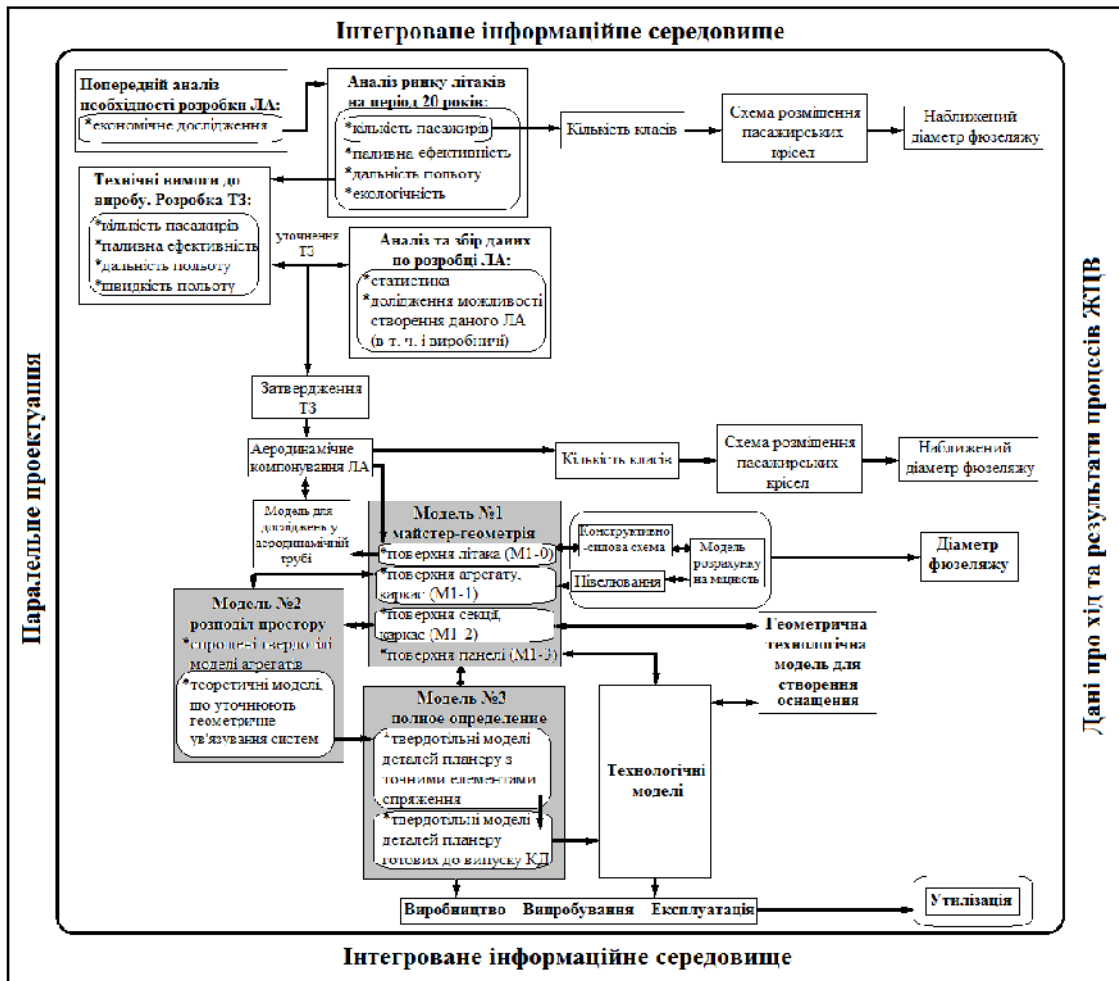


Рис. 2. Схема життєвого циклу ла та місце в ньому фюзеляжу літака: тз – технічне завдання; кд – конструкторська документація

Розглянемо реалізацію підходу до керування базовими геометричними параметрами фюзеляжу літака в системі ENOVIA V5. Один із основних принципів, покладених в основу ENOVIA V5 – це єдине середовище взаємодії, в якому відбувається сумісна робота всіх департаментів компанії, а при необхідності, і представників зовнішніх організацій.

Це призводить до підвищення рівня надійності, помітного прискорення взаємодії спеціалістів різних внутрішніх напрямків та партнерських підприємств, якісного підвищення рівня виконуваних робіт.

Завдяки відкритій архітектурі ENOVIA V5, будь-які параметри можуть бути отримані з іншої інформаційної системи підприємства та відображені на тривимірних геометричних моделях. Крім того, ENOVIA V5 дозволяє візуалізувати складові збірки з використанням деталей, що створені в інших CAD-системах.

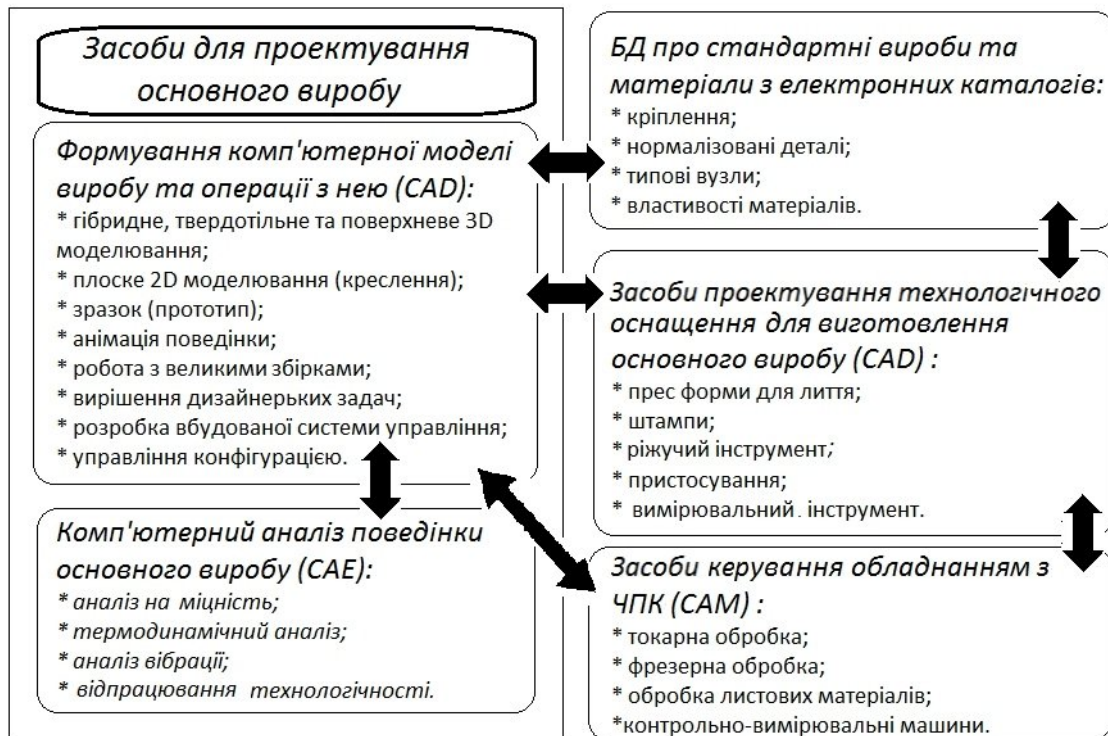


Рис. 3. Задачі, що вирішуються комп'ютерними компонентами, які приймають участь у проектуванні та виготовленні виробів машинобудування

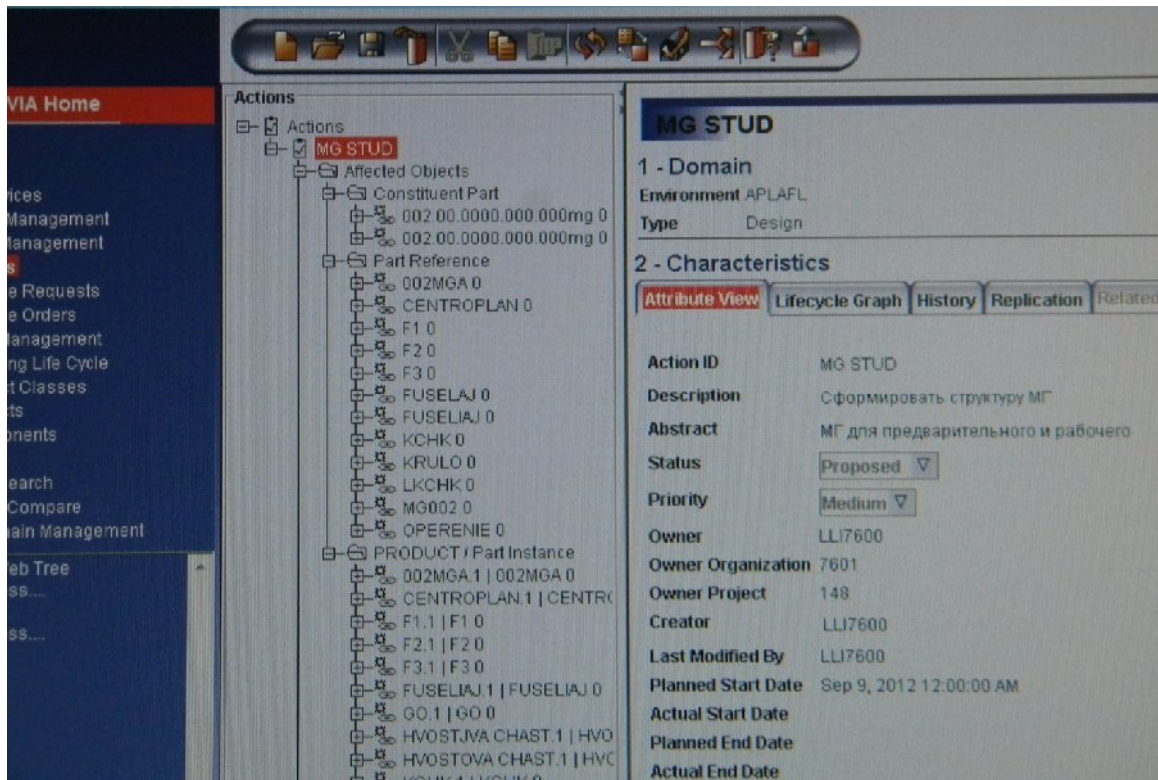


Рис. 4. Команда “action” в ENOVIA V5

Таким чином, ENOVIA V5 постає як центральне інформаційне середовище підприємства, що має можливості об’єднання всіх потоків даних з їх постійним використанням в автоматизованих бізнес-процесах.

Відтворення схеми життєвого циклу ЛА у вибраній PLM-системі реалізується завдяки тому, що кожна потрібна операція здійснюється за допомогою відповідної команди “action” (рис. 4).

Таким чином, команда “action” є свого роду наказом чи приводом до виконання відповідного етапу ЖЦВ. В результаті виконання завдань в “action” розробляються різнотипні електронні документи (моделі, службові записки, завдання на узгодження та затвердження документів тощо).

Інформація про проект зберігається у вигляді бази даних, що дає можливість у будь-який момент часу активізувати та використати потрібні дані по виробу (рис. 5).

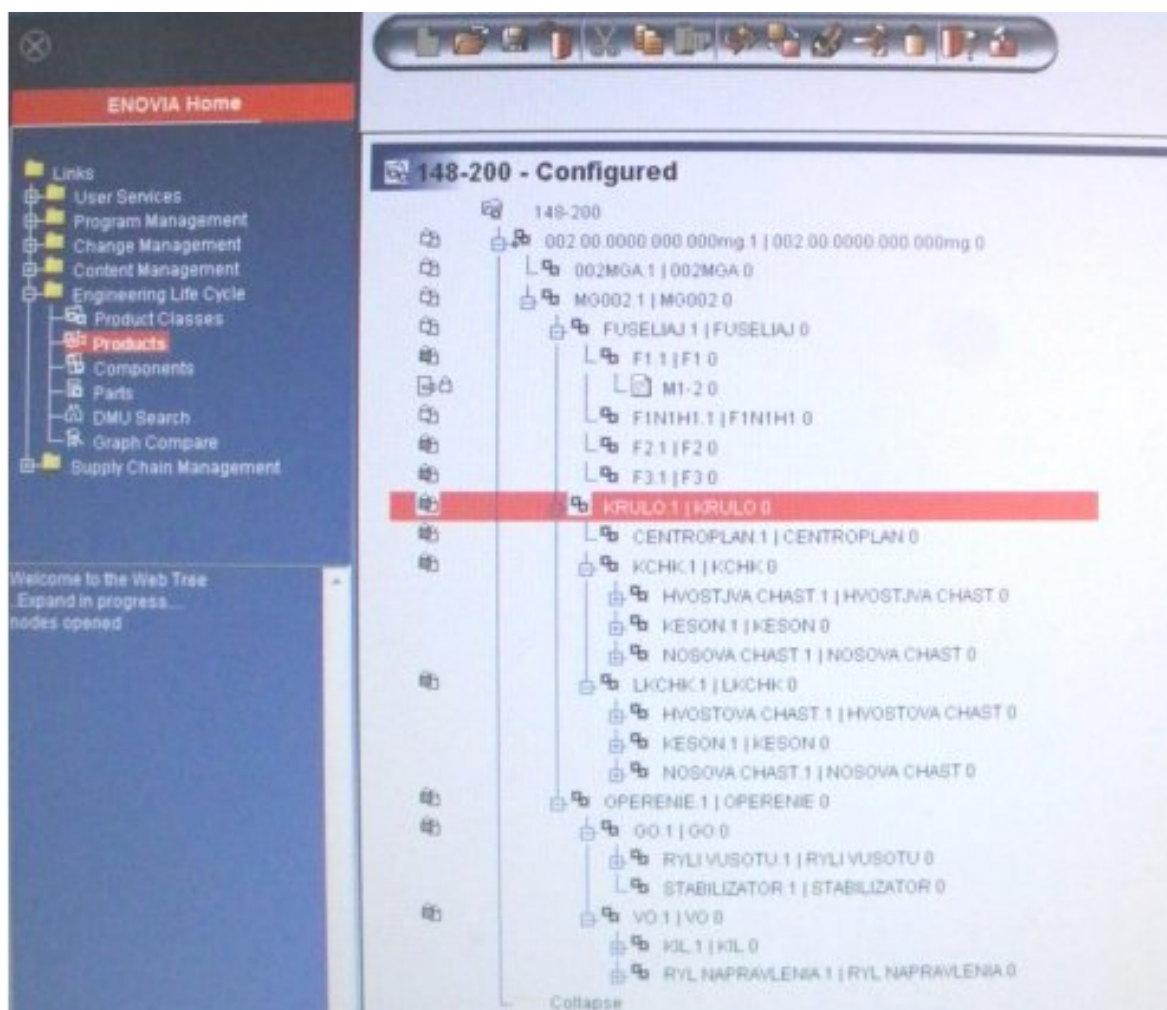


Рис.5. База даних складових життєвого циклу літального апарату

## Висновки

Запропонований підхід до управління базовими геометричними параметрами фюзеляжу літака реалізовано на практиці за допомогою системи ENOVIA V5. Розглянуті прийоми управління ЖЦВ значно спрощують розв'язання складних задач проектування технічної продукції та підвищують її якість, а також мають наступні переваги:

- прискорюється обмін інформацією між усіма учасниками проекту;
- спрощується використання типових процедур моделювання конструкції;
- прискорюється розробка майстер-геометрії приблизно в три рази у порівнянні з плазово-шаблонним методом;
- можливість організації паралельного проектування;
- спрощення використання баз даних стандартних та покупних виробів.

Окреслена у даній публікації тематика потребує проведення подальших науково-технічних досліджень.



## Список використаної літератури

1. *Егер С. М.* Проектирование самолетов: учебник для вузов // С. М. Егер, В. Ф. Мишин, Н. К. Лисейцев и др. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
2. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» //Е. В. Судов, А. И. Левин/ – М., 2002. – 131 с.
3. *Чепіженко В. І.* Підхід до управління функціональним станом складних технічних систем на експлуатаційному інтервалі їх життєвого циклу // В. І. Чепіженко / Вісник НАУ. – №2. – К.: НАУ, 2010. – 5 с.