УДК 004.415.2

Давиденко Є. О., Биков І. Д.

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЯДРА ACIS В САПР ДЕЙМОС ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФАЙЛООБМІНУ ЗА МІЖНАРОДНИМИ ФОРМАТАМИ SAT ТА IGES

Розглянуто систему автоматизованого проектування (САПР) ДЕЙМОС – спеціалізовану суднобудівну систему деталювання і моделювання корпусу судна, запропоновано проектне рішення імплементації ядра ACIS в неї. Вирішено проблему імпорту/експорту файлів формату IGES.

Ключові слова: *САПР, ядро, ДЕЙМОС, ACIS, SAT, IGES, STEP.*

Рассмотрено систему автоматизированного проектирования (САПР) ДЕЙМОС – специализированную судостроительную систему деталировки и моделирования корпуса судна, предложено проектное решение имплементации ядра ACIS в нее. Решена проблема импорта/экспорта файлов формата IGES.

Ключевые слова: *САПР, ядро, ДЕЙМОС, ACIS, SAT, IGES, STEP.*

Considered a system of computer-aided design (CAD) DEIMOS – specialized shipbuilding system of detailing and modeling hull, proposed project solution of implementation of ACIS kernel in it. Solved the problem of import / export file format IGES.

Key words: *CAD, kernel, DEIMOS, ACIS, SAT, IGES, STEP.*

Загальна постановка проблеми та її зв'язок з науково-практичними задачами

Задача створення математичної моделі поверхні зовнішніх обведень судна завжди була однією з головних для всіх САПР у суднобудуванні тому, що від геометрії корпусу залежить багато якісних характеристик судна [1]. Основними відомими САПР в суднобудуванні є: FORAN, TRIBON, AutoSHIP, ShipModel, NAPA, K3-SHIP, а також вітчизняна система ДЕЙМОС (ДЕталювання Й МОделювання у Суднобудуванні) [2]. Задача моделювання у кожній з цих систем вирішується по-різному – в деяких системах (FORAN, TRIBON) існує топологічна параметризована модель корпусу судна, і в цих системах можна згладжувати поверхню, змінюючи один чи декілька параметрів і перебудовуючи всю поверхню. В K3-SHIP – спочатку згладжуються окремі лінії і потім моделюють поверхню, натягуючи її на вже згладжені лінії.

В ДЕЙМОС також існує можливість згладжування окремих ліній, і потім, використовуючи ці лінії, будувати складену згладжену поверхню. Але можна будувати й окремі елементи поверхні, що згладжуються автоматично (при завданні первинних даних вказуються певні допуски та напрямки, в яких можливі зміни координат опорних точок) [3]. Однак, крім побудови поверхонь, актуальною також залишається проблема файлообміну геометричних моделей за міжнародними форматами, такими як IGES, SAT, STEP та ін.

Огляд публікацій та аналіз невирішених проблем

Серцем кожної доступної системи 3D-моделювання є ядро геометричного моделювання. Ядро – це бібліотека основних математичних функцій CAD-системи, яка визначає і зберігає 3D-форми, чекаючи команди користувача. Воно обробляє команди, зберігає результати і здійснює вивід на дисплей. На даний момент існують три типи ядер геометричного моделювання: ліцензовані, приватні і доступні у вихідному коді.

Приватні ядра ядра геометричного моделювання розробляються і підтримуються розробниками CAD-систем для використання виключно в своїх додатках. Перевагою приватних ядер є більш глибока інтеграція з інтерфейсом CAD-додатку. Як результат цього – великі можливості управління системою користувачем – наприклад необмежені undo і redo. До приватних ядер відносяться: Thinkdesign kernel (think3 Inc.), VX Overdrive (Varimetrix Corp.).

Ліцензовані ядра геометричного моделювання розроблені і підтримуються однією компанією, яка ліцензує їх іншим компаніям для їх CAD-систем. Наприклад, ядро Parasolid, розроблено UGS (колишня Unigraphics Solutions). Воно використовується в Unigraphics і Solid Edge і ліцензоване іншим компаніям, включаючи CADMAX Corp. (True Solid / Master) і SolidWorks Corp. (SolidWorks). Ліцензовані ядра можуть забезпечувати більш пряму сумісність (через формати обміну, такі як SAT і X_T) між CAD-системами, які їх ліцензували. До ліцензованих ядер відносяться: ACIS 3D Geometric Modeler (Spatial/Dassault Systemes), Parasolid (UGS).

Ядра, доступні у вихідному коді подібні ліцензованим ядрам. Вони також розробляються і підтримуються однією компанією і потім ліцензуються іншим компаніям для використання в CAD-програмах. Відмінність полягає в тому, що ці розробники забезпечують вихідний код ядра. Для користувачів, які мають групи розробки і хочуть самі налаштовувати ядро системи, дуже зручно мати можливості налаштування, поскільки вихідний код доступний. До ядер, доступних у вихідному коді, відносяться: Open CASCADE (Matra Datavision), SMLib (Solid Modeling Solutions) [7].

Зупинимося датальніше на ліцензованому ядрі ACIS 3D Geometric Modeler. У листопаді 2000 року його розробника Dassault Systemes купила Spatial Corporation, цим було дано новий поштовх для поліпшення цього ядра. Підрозділ Spatial PlanetCAD утворило власну компанію, під назвою PlanetCAD Inc.

ACIS це об'єктно-орієнтована C++ геометрична бібліотека, яка складається з більш ніж 35 DLL-файлів і включає каркасні структури, поверхні і твердотільне моделювання. Вона дає розробникам програм багатий вибір геометричних операцій для конструювання і маніпулювання складними моделями, а також повний набір булевих операцій. Її математичний інтерфейс Laws Symbolic і заснована на Non-Uniform Rational B-Splines (NURBS) деформація, дозволяють інтегрувати поверхневе і твердотільне моделювання. Ядро ACIS здійснює вивод у формати файлів SAT та IGES, які будь-яка програма, що підтримує ACIS може читати безпосередньо. Саме ці формати дуже часто використовуються в суднобудуванні. Тому метою досліджень було розв'язати задачу інтеграції САПР ДЕЙМОС з ядром ACIS 3D Geometric Modeler.

Результати досліджень

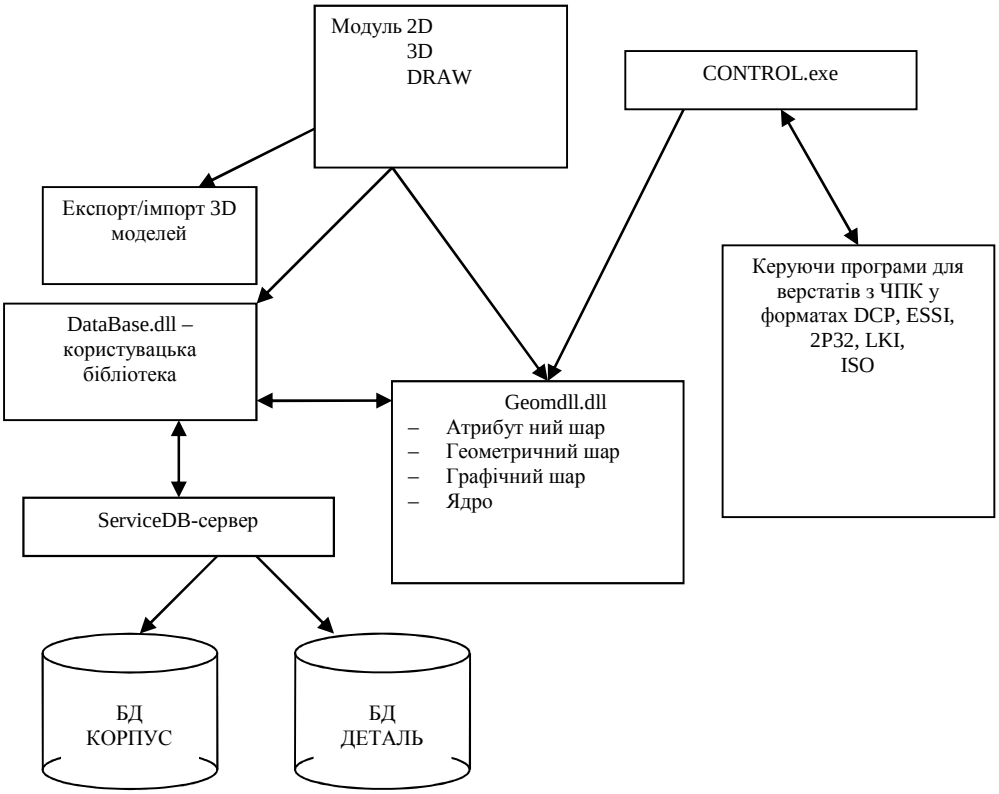

Рис 1. Структура програмного забезпечення САПР ДЕЙМОС

На рис. 1 наведено спрощену структуру програмного забезпечення (ПЗ) автоматизованої системи ДЕЙМОС, в складі якої розроблено модуль експорту/імпорту 3D моделей. Його наявність є актуальною для заводів, де немає спеціалізованих САПР, а є тільки автоматизовані системи широкого призначення (AutoCAD®, CADKEY та інші). Ці системи набрали широке розповсюдження і формати їх файлів (DXF, IGES, тощо) вже давно є стандартами де-факто. Найбільш розповсюдженими є наступні стандарти форматів даних САПР: IGES (Initial Graphics Exchange Specification), SAT (Save As Text), STEP, DXF (Drawing Interchange file format). Формат файлу DXF відомий давно, тому й інтерфейс з ним в САПР ДЕЙМОС було реалізовано одним із перших. Цей формат добре підходить до двовимірних об'єктів та простих трьохмірних (де нема складних поверхонь) [4; 6; 8].

З наведених вище форматів внутрішня геометрична модель корпуса судна найбільш близька до SAT-формату. Це обумовлено, в першу чергу, тим, що призначенням цього формату з самого початку було зберігання внутрішніх структур геометричної підсистеми ACIS для 3D-об'єктів. Перелік цих структур та їх призначення й ієрархія близькі до системи ДЕЙМОС і наведені нижче (табл. 1).

Таблиця 1

Відповідність структур формату ACIS до структур САПР ДЕЙМОС

№	ACIS	ДЕЙМОС
1	Body (тіло)	CompSF (Комплекс -складена поверхня)
2	Lump (зв'язана область)	List (список вхідних поверхонь)
3	Shell (оболонка)	
4	Face (грань)	Surface (поверхні), Plane (площини)
5	Surface, Plane (поверхні та площини)	
6	Loop (цикли)	List (список граничних ліній)
7	Coedge (суміні ребра)	
8	Edge (ребро)	Spline, Straight, Arc (лінії)
9	Curve, Straight, Arc (лінії)	
10	Vertex (Вершина)	Список границь
11	Point (точка)	Point (точка)

Інтерфейс ACIS-ДЕЙМОС має ієрархію класів, що представлена на рис. 2, яку реалізовано як додаткове програмне забезпечення до автоматизованої системи ДЕЙМОС.

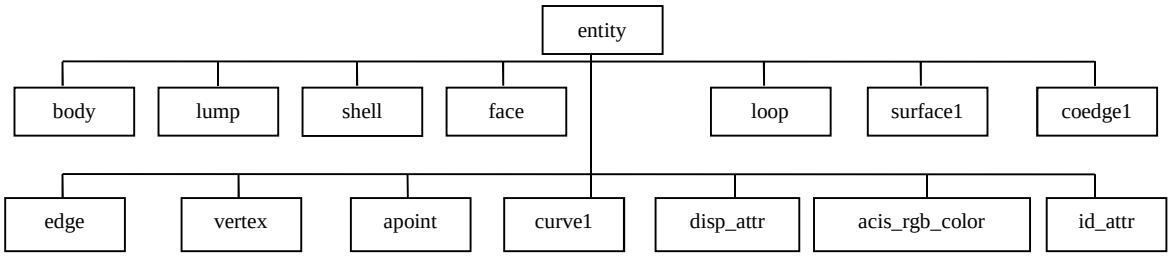

Рис 2. Ієрархія класів до інтерфейсу ACIS – ДЕЙМОС

Модельний файл системи ДЕЙМОС має наступну структуру:
- заголовок;
- записи даних;
- секція історії створення моделі (необов'язкова);
- маркер кінця файла End-of-ACIS-data [5].

Однією з головних проблем САПР ДЕЙМОС – є неможливість імпортування деяких файлів формату IGES. Альтернативою є використання «програми-посередника», наприклад Rhinoceros, для конвертування IGES в SAT, а вже потім безпосереднього імпорту отриманого формату в ядро. Для експорту використовується обернена методика.

Rhinoceros (Rhino) – це комерційне програмне забезпечення для тривимірного NURBS моделювання розробки Robert Mcneel & Associates. Переважно використовується в промисловому дизайні, архітектурі, корабельному проектуванні, ювелірному і автомобільному дизайні, в CAD проектуванні, а також в мульти-медіа і графічному дизайні. Зростаюча популярність Rhino заснована на його різнорідності, різноманітності функціонального використання, швидкому вивченню, відносно невеликій вартості, і можливості імпорту/ експорту майже 30 різних форматів. А так як це ПЗ підтримує IGES та SAT, то доцільно використовувати Rhino як «конвертер» в робочому процесі. Але ця конвертація займає багато часу та існує можливість втрати певної інформації [9].

В процесі дослідження було розглянуто декілька методів вирішення поставленої задачі:

1. Імплементація більш нової версії ядра ACIS в САПР ДЕЙМОС. Після того, як розробника Dassault Systemes купила Spatial Corporation [7], ACIS 3D Geometric Modeler став ліцензованим (до того часу був доступним у вихідному коді), в зв'язку з цим даний метод не знайшов свого подальшого розвитку, через велику вартість продукту.
2. Відлагодження поточної версії. Даний продукт має структуру Black Box – система, механізм роботи якої дуже складний, невідомий. Вона має «вхід» для введення інформації і «вихід» для відображення результатів роботи. Стан виходів функціонально залежить від стану входів. Через це відлагодити поточну версію ядра досить складно.
3. Заміна даного ядра на інше (доступне у вихідному коді). Застосовувати цей метод не раціонально, через великий об'єм роботи. Також «опенсорсні» ядра досить погано відлагоджені та використовуються в основному для більш точного моделювання (годдинникова промисловість).
4. Конвертування IGES-файлу за допомогою Open CASCADE в формат STEP. Реалізація цього методу є найбільш доцільним, оскільки STEP – це ISO-стандарт для комп'ютерного представлення і обміну індустріальними даними. Метою стандарту є забезпечення механізму опису даних продукту протягом усього його життєвого циклу, незалежно від даного ПЗ. Найчастіше STEP використовується для обміну даними між CAD-системами. Дані моделі цього формату описуються за допомогою мови EXPRESS, обмін даними здійснюється у форматах STEP-File, STEP-XML. Залежно від прикладної області, опис моделі

визначається протоколом додатка (Application Protocol), наприклад, AP203 відповідає конфігурації 3D-проектування. Після конвертування виконуємо імпорт за допомогою ядра ACIS. В результаті отримуємо мінімальне змінення коду та мінімум регресії тому, що після імпорту файлу все зберігається в сутностях (entity).

Для реалізації цього методу пропонуються наступні кроки (рис. 3):

– Додати підтримку Open CASCADE в проектні файли ДЕЙМОСу.
– Додати функцію конвертування з IGES-файлу до STEP-файлу.
– Завантажити STEP-файл та продовжувати роботу з документом.

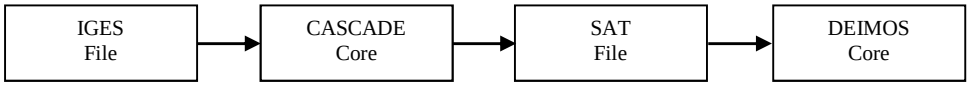

Рис 3. Завантаження IGES-файлів

Для збереження IGES-файлів використовується зворотній алгоритм (Рис 4.):

– Зберегти данні як STEP-файл.
– Завантажити і сконвертувати його до формату IGES.
– Зберегти IGES-файл.

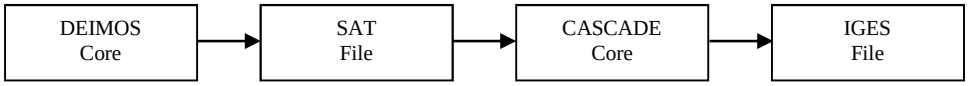

Рис 4. Збереження IGES-файлів

Висновки

На основі проведених досліджень, було запропоновано метод конвертування IGES-файлу за допомогою Open CASCADE в формат STEP для усунення проблеми роботи ядра ACIS в складі САПР ДЕЙМОС з форматом IGES. При цьому було збережено чинну архітектуру та додано новий функціонал. Під час тестування роботи ПЗ не виявлено жодних проблем з іплементацією ядра. Як наслідок, витрачається більше часу на завантаження\збереження IGES-файлів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров О. П. Моделювання поверхні зовнішніх обводів корпусу судна в системі «ДЕЙМОС» / О. П. Александров, Д. П. Биков // Збірник наукових праць МДГУ ім. Петра Могили. – 2004.
2. Дубів І. І. Система деталювання й моделювання корпусу судна ДЕЙМОС: основні принципи та загальна структура // Зб. «Труди УДМТУ». – Миколаїв : УДМТУ, 2001. – Вип. 43. – С. 32–39.
3. Биков Д. П. Про організацію структури даних у САПР корпусу судна / Д. П. Биков, М. Т. Фісун // УСиМ. – 2002. – № 6. – С. 37–41.
4. Биков Д. П. Застосування об’єктно-орієнтованої методології у САПР корпусів суден / Д. П. Биков, М. Т. Фісун // Збірник наукових праць УДМТУ. – Миколаїв : УДМТУ, 2002. – № 6. – С. 126–132.
5. Быков Д. П. Экспортирование и импортирование 3D моделей из САПР «ДЕЙМОС» в формат SAT. Математические модели в образовании, науке и промышленности // Сборник научных трудов. – СПб. : Санкт-Петербург отделение МАН ВШ, 2003.– С. 36–39.
6. Биков Д. П. Фісун М. Т. Пошарова Модель розробки програмного забезпечення САПР суден / Д. П. Биков, М. Т. Фісун // Наукові записки. – Київ : Видавничий дім «КМ Академія», 2003. – Том 22, частина III – Природничі науки. – С. 477–483.
7. Сайт поддержки пользователей САПР [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: http://www.cad.dp.ua/obzors/karnel.php/ – Обзор ядер геометрического моделирования.
8. Фісун М. Т. Мобільна багаторівнева об’єктно-орієнтована технологія при створенні автоматизованих систем проектування / М. Т. Фісун, Д. П. Биков // Наукові праці. – Миколаїв : МФ НаУКМА, 1999. – Т. III. – С. 151–155 .
9. RHINOCEROS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: http://www.sprut.ru/productsandservices/cad/rhinoceros/ – RhinoCeros.

Рецензенти: Казарєзов А. Я., д.т.н., професор;
Фісун М. Т., д.т.н., професор

© Давиденко Є. О., Биков І. Д., 2010

Стаття надійшла до редколегії 21.10.2010 р.