

УДК 004.62, 004.043

ВНЕДРЕНИЕ CAD-СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ UNIGRAPHICS NX В ИНТЕГРИРОВАННУЮ ПЛАТФОРМУ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВОЗДУШНОГО СУДНА НА БАЗЕ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

© 2013 Д.Р. Воденин, Е.М. Чавкин

Ульяновский государственный университет

Поступила в редакцию 10.06.2013

В данной статье описывается алгоритм внедрения CAD-системы в интегрированную платформу поддержки жизненного цикла воздушного судна на базе сервис-ориентированной архитектуры. На примере CAD-системы Unigraphics NX показан принцип взаимодействия между различными автономными системами от разных производителей, используемых в процессе производства воздушного судна. Ключевые слова: CAD, PDM, интеграция, Unigraphics, сервис-ориентированная архитектура.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших задач в развитии такой высокотехнологичной области экономики, как авиастроение, является повышение эффективности производства путем комплексного применение цифровых технологий на протяжении всего жизненного цикла изделия.

В настоящее время на каждом этапе жизненного цикла воздушного судна используются соответствующие специализированные автономные информационные системы: системы конструкторского проектирования (CAD), системы управления данными об изделии (PDM), системы автоматизированного проектирования технологических процессов (CAPP), системы управления ресурсами (ERP) [1]. Применение специализированных информационных систем, позволяет значительно повысить эффективность производства внутри каждого из этапов. При этом практически отсутствует инструментарий, отвечающий за эффективное информационное сопровождение жизненного цикла воздушного судна целиком. Обеспечение минимизации ресурсных затрат (временных, финансовых, материальных), повышение качества и конкурентоспособности продукции, возможно лишь за счет интеграции вышеречисленных автономных систем в единое информационное пространство.

Согласно [2] концепция CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла) по умолчанию предполагает, что речь идет о сложной наукоемкой продукции (изделии),

Воденин Дмитрий Ростиславович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Прикладная математика». E-mail: vodenin@mail.ru

Чавкин Евгений Михайлович, аспирант кафедры «Прикладная математика». E-mail: a110589@yandex.ru

которая требует создания, преобразования и передачи между различными участниками жизненного цикла больших объемов технической информации.

Взаимосвязи CAD и информационных систем поддержки жизненного цикла производства воздушного судна

В [3] приведены этапы жизненного цикла промышленных изделий и используемые при этом автоматизированные системы (рис. 1).

Как видно из схемы CAD\CAM\CAE-системы взаимодействуют с PLM-системами напрямую, с SCM\MRP-2\ERP\CRP используются совместно для поддержки общего этапа, а с остальными через PLM.

На практике для обеспечения взаимодействия в процессе управления проектными данными, а так же для координации работы CAD\CAM\CAE-систем, используются PDM-системы. PDM-системы, т.е. системы управления проектными данными, либо входят в состав конкретной CAD\CAM\CAE-системы, либо являются самостоятельными программными продуктами и могут работать совместно с различными САПР. В свою очередь PDM-система использует данные других подсистем единой интегрированной системы поддержки жизненного цикла судна.

Несмотря на то, что практически для всех ведущих CAD\CAM\CAE-систем существуют PDM-системы, имеющие интерфейс для осуществления взаимодействия, подход, при котором при котором конкретная CAD\CAM\CAE-система стыкуется с конкретной PDM-системой, не является приемлемым в случае использования данных систем в рамках интегрированной платформы поддержки жизненного цикла судна по причине многообразия используемых САПР в процессе поддержки жизненного цикла воздушного судна. Даже такие мощные PDM-системы, как Teamcenter [4], имеющие интерфейсы для

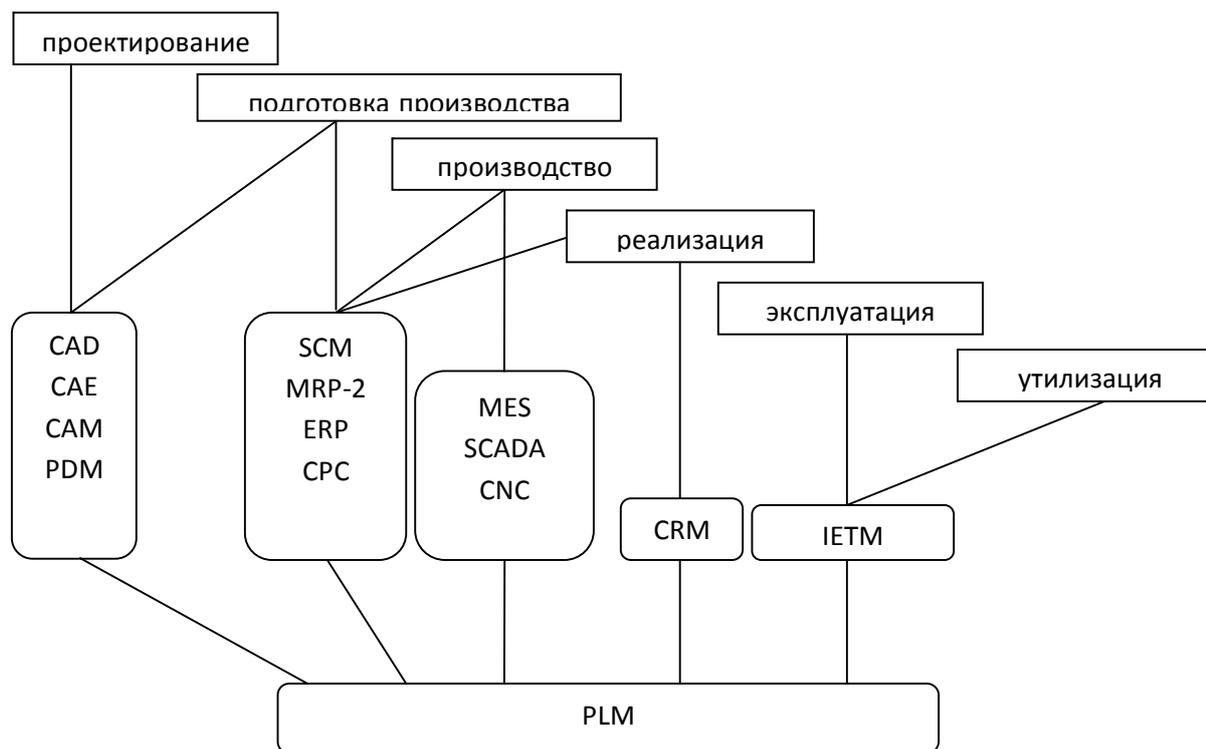


Рис. 1. Этапы жизненного цикла

стыковки практически со всеми ведущими CAD\CAM\CAE-системами (Unigraphics, SolidEdge, I-DEAS, SolidWorks, AutoCAD/MechanicalDesktop, Pro/Engineer, CATIAV4/V5, Pro/Intralink, Inventor, MentorGraphics, Cadence, Clearcase, Tribon, FORAN V50), могут не иметь необходимого интерфейса для взаимодействия со всеми САПР предприятия, в частности, с такими, как CNCKAd [5] или же Vericut [6].

В процессе разработки управляющих программ, при проектировании технологической оснастки и моделей, пользователю CAD-системы могут потребоваться данные, отсутствующие в PDM-системе, например информация о пользователях, производящих изменения модели или утверждение произведенных изменений. Таким образом, возникает задача организации взаимодействия CAD-системы с другими системами (САПР, ERP), используемыми на предприятии. Поскольку каждое предприятие в сопровождении жизненного цикла воздушного судна применяет множество различных подсистем и производится генерация больших объемов разнообразной информации, задача интеграции, систематизации и предоставления информации в едином виде для всех систем является приоритетным направлением оптимизации производственного процесса с использованием программных средств.

Поскольку CAD\CAM\CAE-системы являются необходимым звеном в жизненном цикле воздушного судна, остро встает проблема объединения данных систем в единую интегрирован-

ную систему, обеспечивающую непрерывность потоков работ и предоставляет доступ к единым данным и логике их обработки.

ПОДХОДЫ К ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ

Существуют различные способы интеграции приложений. Рассмотрим некоторые из них[7]:

а) интеграция “каждый с каждым” - подход состоит в создании специализированных *интерфейсов обмена данными* для каждой пары обменивающихся приложений, способ не является приемлемым, поскольку подобный подход является эффективным лишь для небольшого количества приложений;

б) интеграция на уровне данных - подход заключается в создании хранилищ данных, доступ к которым могут получать различные приложения, способ отличается повышенными требованиями к аппаратному обеспечению серверов хранилища, необходимостью единой схемы данных для разнородных приложений, что существенно ограничивает гибкость и развитие систем;

в) интеграция на уровне приложений (технология Enterprise Application Integration) – подход подразумевает совместное использование исполняемого кода, а не внутренних данных приложения, в системе производится разбиение программ на компоненты, которые интегрируются при помощи при помощи стандартизированных программных интерфейсов, связующего обеспечения и универсального программного ядра, ко-

торое используется всеми приложениями; способ отличается излишней сложностью при подключении новых систем.

г) интеграция при помощи Web-сервисов на базе сервис-ориентированной архитектуры (SOA) - подход основан на обеспечении стандартного для Web-служб интерфейса доступа к приложениям и данным, способ представляется перспективным для построения интегрированной системы, т.к. Web-сервисы основаны на общих для W3C-консорциума стандартах, они могут работать всюду, где можно использовать WWW-технологии, а использование стандартов позволяет достаточно быстро внедрять новую подсистему, что, безусловно, является важным критерием.

Данный подход позволяет обеспечить наибольшую гибкость системы, а так же отличается не высокими требованиями к аппаратному обеспечению. Исходя из этого, в качестве способа интеграции подсистемы был выбран подход, основанный на интеграции при помощи WEB-сервисов. SOA — это не конкретные продукты и даже не технология, а лишь концепция построения информационных систем путем представления их в виде сервисов, доступных для «наружного» использования, в том числе путем их интеграции с другими приложениями [8]. Следует выделить ключевые элементы сервис-ориентированной архитектуры, без которых построение SOA невозможно:

- а) WEB-сервисы — базовые компоненты архитектуры;
- б) ESB — средство доставки и организации сервисов.

Для организации данных, которыми обмениваются подсистемами, используется база данных, где хранится информация, используемая двумя или более подсистемами платформы поддержки жизненного цикла. Подобный подход позволяет решить проблему избыточных или неактуальных данных.

Обобщенную схему интеграции CAD-системы в интегрированную платформу поддержки жизненного цикла воздушного судна на базе сер-

вис-ориентированной архитектуры можно увидеть на рис. 2.

Обмен информацией с другими системами и обновление служебной информации о файле модели осуществляется при каждой операции загрузки и выгрузки файла модели. Загрузка совмещена с записью актуальных данных базы в файл модели, таким образом, пользователь CAD-системы имеет доступ к постоянно обновляемой информации. В случае выгрузки данных происходит заполнение полей информации как внутри файла модели, так и внутри базы данных: выполняется обновление информации о выгрузившем модель пользователе.

Работать с моделью на разных стадиях жизненного цикла изделия могут разные специалисты или один специалист может выполнять несколько ролей. Поэтому необходимо, чтобы пользователь мог производить выгрузку данных с различным статусом (статус и информация о пользователе используется для разграничения прав доступа). При этом сохраняется идентификатор и данные о пользователе, полученные при авторизации в процессе выгрузки, соответствующие должности пользователя, и PDM-система получает актуальные данные о модели и её текущем статусе, который показывает, находится ли модель в разработке, пройден ли нормоконтроль, произведено ли утверждение, а так же информация о правообладателях действий.

МОДЕЛЬ ВКЛЮЧЕНИЯ CAD-СИСТЕМЫ В ИНТЕГРИРОВАННУЮ ПЛАТФОРМУ

Внедрение CAD-системы в интегрированную платформу поддержки жизненного цикла воздушного судна будет осуществляться на примере CAD\CAM\CAE-системы Unigraphics NX от компании Siemens PLM Software. Данная САПР предоставляет широкие возможности для написания внутренних и внешних программ, а так же разработки интерфейсов, используемых Unigraphics.

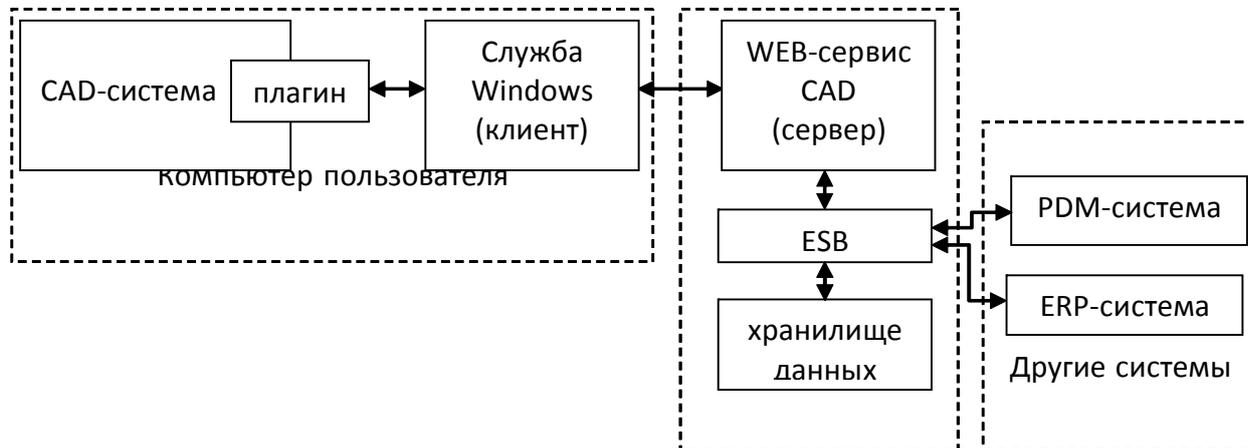


Рис. 2. Обобщенная схема интегрированной системы

Предлагаемая архитектура программного комплекса, позволяющего решить проблему стыковки между подсистемами, представлена ниже (рис. 3).

Рассмотрим основные компоненты данной архитектуры:

- а) CAD-система Unigraphics NX;
- б) плагин – внутреннее приложение CAD-системы, отвечающее за взаимодействие с пользователем (оконный интерфейс), модификацию файлов моделей (prt-файлы), генерацию и обработку xml-файлов;
- в) web-сервис CAD-системы (Windows) – сервис системы Windows, установленный на компьютере пользователя, осуществляет обмен данными с web-сервисом на сервере;
- г) web-сервис CAD-системы (сервер) – сервис установленный на сервере, осуществляет обмен данными с сервисной шиной предприятия (ESB);
- д) ESB – сервисная шина предприятия осуществляет обмен данными с остальными системами предприятия и хранилищем данных.

Поскольку сама схема и её компоненты по большей части являются стандартными, подроб-

но будет рассмотрен лишь плагин CAD-системы Unigraphics NX.

Для производства стыковки CAD-системы с остальными подсистемами был произведен анализ и выделены общие данные, хранящиеся как в базе данных, так и файлах моделей в виде атрибутивной информации. В результате для CAD-системы была разработана следующая логическая структура данных указанная ниже (см. рис. 4). Реляционная модель представления данных выбрана для обеспечения поддержки SQL-подобных запросов к CAD со стороны других систем.

Хранение данных в файле модели в атрибутивном виде позволяет разработчику или проверяющему получить доступ к необходимой служебной информации без использования остальных подсистем. Но такой вариант хранения не соответствует реляционному подходу. Для обеспечения однозначного соответствия реляционной модели данных и атрибутивной предлагается ввести метаданные, описывающие соответствие атрибута полю сущности. Ниже, представлен фрагмент таблицы, описана логическая структура метаданных (см. табл. 1).

Для того чтобы избежать необходимости перекомпиляции исходных кодов плагина при пе-



Рис. 3. Схема включения CAD в интегрированную систему

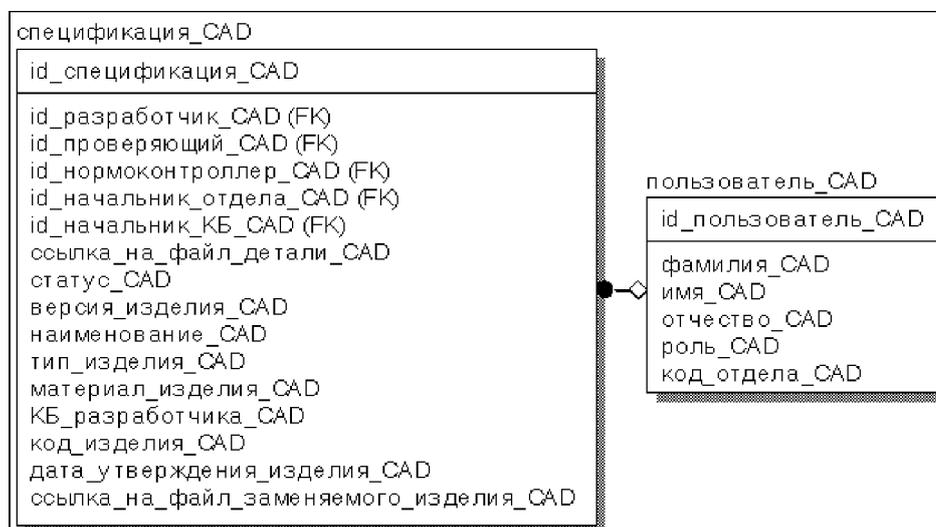


Рис. 4. Логическая структура данных

Таблица 1. Структура метаданных

Логическая структура описания данных	Физическая структура описания данных (атрибутика файла САД-системы)
Спецификация_CAD.id_спецификация	1_ID_СПЕЦИФИКАЦИЯ
Спецификация_CAD.id_разработчик	1_ID_РАЗРАБОЧИК
Спецификация_CAD.id_проверяющий	1_ID_ПРОВЕРЯЮЩИЙ
Спецификация_CAD.id_нормоконтроллер	1_ID_НОРМОКОНТРОЛЛЕР
Спецификация_CAD.id_начальник_отдел	1_ID_НАЧАЛЬНИК_ОТДЕЛА
Пользователь_CAD.Фамилия	2_ФАМИЛИЯ
	3_ФАМИЛИЯ
	4_ФАМИЛИЯ
	5_ФАМИЛИЯ
	6_ФАМИЛИЯ

реименовании или добавлении полей в базе данных, используются метаданные. Для хранения метаданных может использоваться текстовый файл. Данный файл может редактироваться администратором платформы через любой текстовый редактор. Следует отметить, что файл модели, используемый всеми системами, в явном виде в предлагаемой базе данных храниться не будет. В базе данных находится ссылка на электронную модель, по которой любая система сможет получить требуемую геометрическую модель в нужном формате.

Сервис-ориентированная архитектура и сервисная шина предприятия предполагают обмен сообщениями в формате XML. Поскольку XML не накладывает ограничений на семантику данных, к преимуществам такого подхода относятся: адаптируемость, расширяемость и гибкость. Так же стоит отметить широкий выбор инструментов, таких как анализаторы (parsers) и сопутствующие стандарты (XMLSchema, Xpath, XLST), предназначенных для создания и обработки XML-документов. Поэтому для передачи данных другим системам используется XML-документ.

Обмен данных между САД и другой системой, подключенной к шине, осуществляется посредством передачи запросов сервисной шине при помощи модуля интеграции, состоящего из двух частей:

1) внутреннее приложение Unigraphics NX (далее плагин) отвечающее за генерацию SQL-запросов к шине данных, а так же за взаимодействие с пользователем и модификацию файла модели;

2) транспортная часть, состоящая из службы Windows и WEB-сервиса, которые осуществляют передачу данных от САД-системы к источнику или потребителю данных.

Пример взаимодействия компонентов интегрированной системы показан ниже (см. рис. 5). Для передачи служебной информации о модели, а так же для авторизации пользователя, плагином САД-системы генерируются xml-файлы, содержащие SQL-запросы. Данные файлы помеща-

ются в директорию выходных данных, которая с определенным интервалом проверяется службой Windows на наличие файла, содержащего запрос. При обнаружении файла с запросом в директории, служба Windows передает файл WEB-сервису, который осуществляет отправку данного запроса сервисной шине. После того, как результат был получен, файл, содержащий информацию в виде XML, помещается в директорию входных данных, проверку которой осуществляет САД-система с момента отправки запроса. Пример структуры xml-документов представлен в виде XSD-схемы ниже (рис. 6).

В процессе выгрузки модели, плагин записывает в файл модели данные о пользователе, производящем выгрузку. Данные о пользователе хранятся в xml-файле, полученном в процессе авторизации, на основе которого плагин САД-системы генерирует промежуточный файл, который предназначен установки соответствия между данными, хранящимися в XML-файле и атрибутивной информацией prt-файла.

Затем САД-система выполняет сравнение строк промежуточного файла и файла, содержащего метаданные, а так же запись данных в prt-файл.

Данный плагин является внутренним приложением САД-системы Unigraphics, разработанным на языке C\C++ с использованием UG/OpenAPI – программного интерфейса, позволяющего получить доступ практически ко всем функциональным возможностям САД-системы, доступным пользователю в интерактивном режиме. UG/Open дает возможность программным способом создавать геометрические модели, получать информацию об объектах, формировать сборки, генерировать чертежную документацию и т.д. [9].

В качестве средства разработки графического оконного интерфейса для взаимодействия с пользователем был использован модуль предоставляемый Unigraphics – UIStyler. Данный модуль предоставляет инструменты для построения диалоговых окон, совместимых с интерфейсом пользователя Unigraphics NX (см. рис. 7).

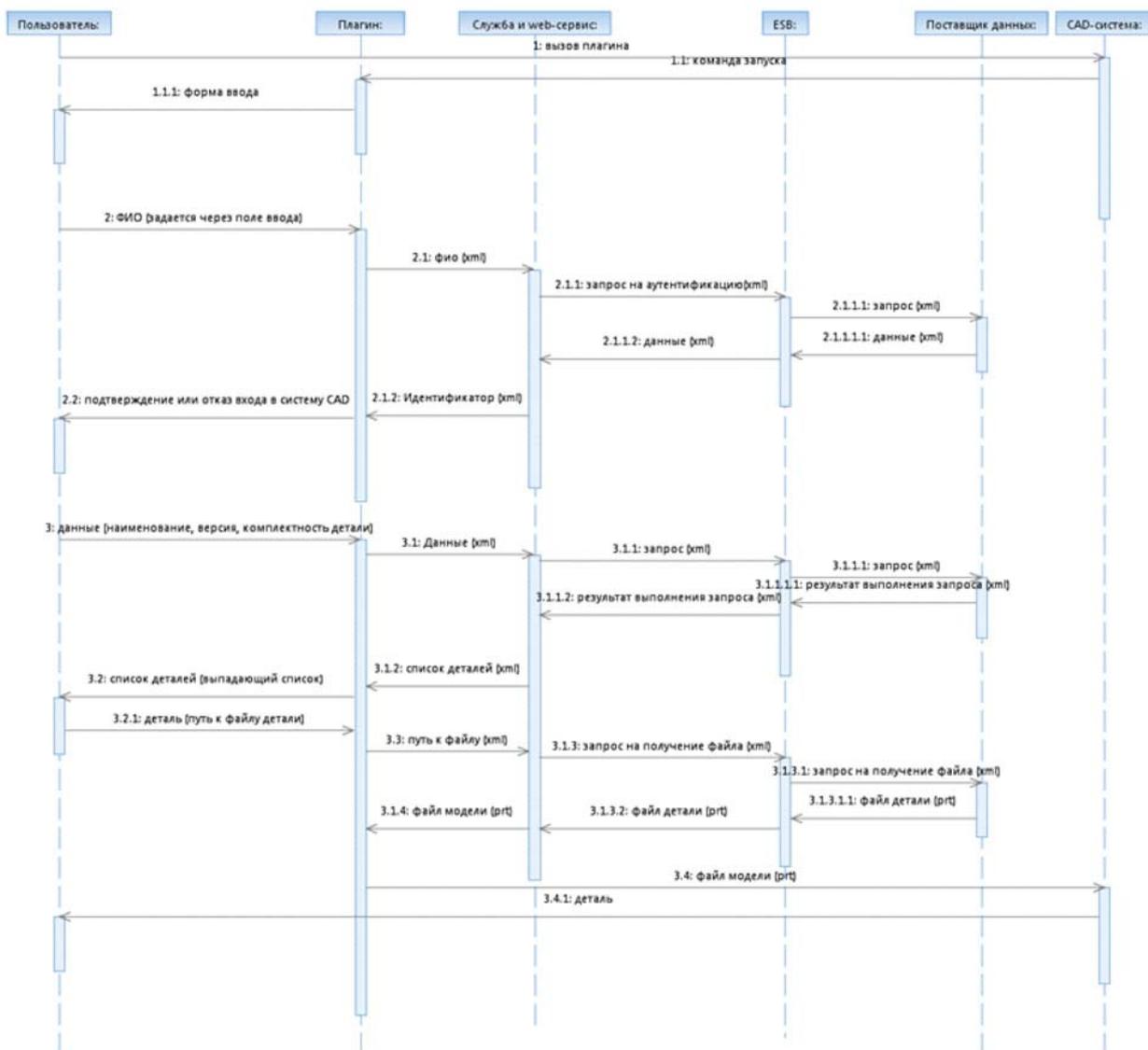


Рис. 5. Диаграмма последовательности действий взаимодействия компонентов интегрированной системы при включении в нее CAD

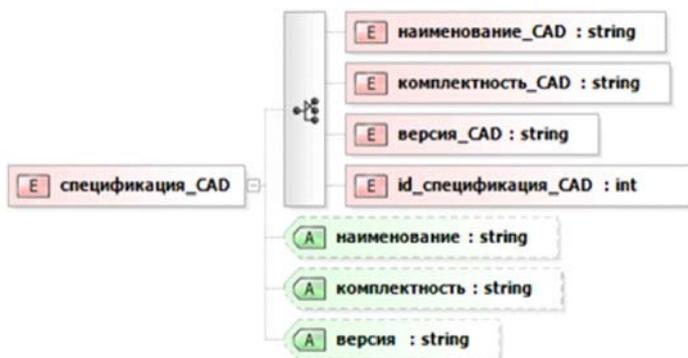


Рис. 6. XSD-схема

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование SOA, общей базы данных и метаданных, а так же XML-формата, позволяет налаживать взаимодействие CAD-системы с другими системами платформы жизненного цикла

без объемной подготовительной работы и изменения логики программного модуля CAD.

Подобный подход к интеграции CAD-системы в платформу поддержки жизненного цикла воздушного судна, позволяет эффективно использовать на производстве различные САПР и осу-

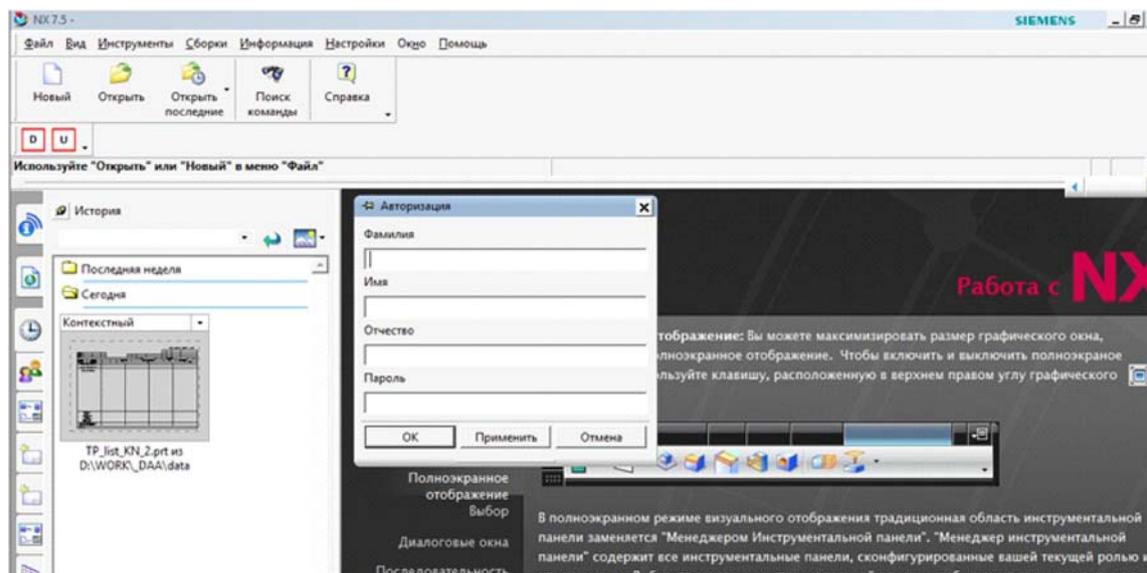


Рис. 7. Пользовательский интерфейс

шествлять создание, преобразование и передачу больших объемов технической информации между САД-системой и остальными участниками жизненного цикла с минимальными затратами временных, материальных и технических ресурсов.

Работа выполнена при частичном финансировании Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного контракта !07.514.11.4131

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полянков Ю.В., Деметьев С.Г., Шабалкин Д.Ю., Топорков А.М., Назаров В.В. Развитие полиплатформенной интегрированной автоматизированной системы информационной поддержки жизненного цикла воздушных судов на основе электронного определения изделия // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. №4(2). С.333-337.
2. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / Е.В. Судов, А.И. Левин. М.: НИИ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2002.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб.для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 336 с.
4. Вертикальное решение для судостроительной промышленности URL: <http://www.novitspb.ru/products/teamcenter/pdf/Teamcenter%20Shipbuilding.pdf> (дата обращения: 2.03.2013).
5. Metalix CAD/CAM Software cncKad – Products. URL: <http://www.metalix-cad-cam.com/RU/products.php> (дата обращения: 2.03.2013).
6. Vericut. URL: <http://www.vericut.ru/> (дата обращения: 3.03.2013).
7. Кусов А.А. Проблемы интеграции корпоративных информационных систем // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2011. № 28. С. 103-109.
8. Добровольский А. Интеграция приложений: методы взаимодействия, топология, инструменты // Открытые системы. 2006. № 9.С. 30-34.
9. Краснов М., Чигишев Ю. Unigraphics для профессионалов // М.: ЛОРИ, 2004. 320 с.

INTRODUCTION OF CAD-SYSTEM ON THE EXAMPLE OF UNIGRAPHICS NX INTO THE INTEGRATED PLATFORM OF THE AIRCRAFT LIFE CYCLE SUPPORT BASED ON SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURE

© 2013 D.R. Vodenin, E.M. Chavkin

Ulyanovsk State University

In this article the algorithm of introduction of CAD-system into the integrated platform of the aircraft life cycle support based on service-oriented architecture is described. On the example of CAD- system Unigraphics NX the principle of interaction between various autonomous systems from the different producers used in the process of aircraft production is shown.

Key words: CAD, PDM, integration, Unigraphics, service-oriented architecture.

Dmitriy Vodenin, Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor at the Applied Mathematics Department. E-mail: vodenin@mail.ru

Evgeniy Chavkin, Graduate Student at the Applied Mathematics Department. E-mail: a110589@yandex.ru