

RFLP – современный подход к проектированию высокотехнологичных продуктов

Дмитрий Крысенков, руководитель службы технической поддержки Dassault Systemes Russia

В 2007 году компания *Dassault Systèmes (DS)* анонсировала новую линейку решений на платформе *V6*, разработанную в четком соответствии со стратегией следовать по пути развития *web*-архитектуры *PLM 2.0*.

Ключевыми требованиями к её разработке стали:

- создание такой глобальной инновационной среды, где в процесс создания продукта вовлечены инженерные подразделения, сотрудники маркетинговых и рекламных подразделений, а также конечные пользователи продукции;

- получение более реалистического визуального представления продукта, нежели это было возможно на платформе *V5*, благодаря совершенствованию функций динамического и статического рендеринга;

- организация единого хранилища данных о продукте на базе платформы *V6* для работы с ней всех пользовательских приложений, разработанных как компанией *DS*, так и её партнерами, с возможностью предоставления необходимой информации из этого хранилища в другие *PDM*-системы и системы управления предприятием – *ERP*, *SRM* и т.д.;

- создание совместной онлайн-среды разработки продукта, обеспечивающей более совершенную организацию рабочего процесса, основанную на беспрепятственном доступе пользователя к *PLM*-окружению из любого географического места по личному ключу, в соответствии с его ролью в проекте;

- введение иной отправной точки в начале процесса создания продукта. Эта методика (концепция), получившая название **RFLP** (*Requirements, Functional, Logical, Physical*), и легла в основу разработки высокотехнологичных изделий;

- разработка специализированных промышленных программных модулей для сопровождения цикла разработки, оформленных в виде *централов*: для управления проектами, проверки соответствия продукта различным требованиям (технологическим, экономическим, экологическим) и т.д.;

- возможность платформы обеспечивать целостность информации и удобный доступ к ней, благодаря наличию единой конструкторско-технологической базы данных (БД), а также сокращение расходов на информационно-технологическое сопровождение путем совершенствования механизмов масштабируемости решения и наличия миграционных сценариев для перехода на *V6* пользователей как платформы *V5*, так и других существующих на рынке *PLM*-решений.

В данной статье будет раскрыт важный пункт концепции платформы *V6*, отражающий одно из самых существенных отличий инженерного подхода к созданию продукта по сравнению с платформой *V5* – речь пойдет об *RFLP*.

Как уже было сказано, под этой нехитрой аббревиатурой скрывается целая концепция разработки. Начнем

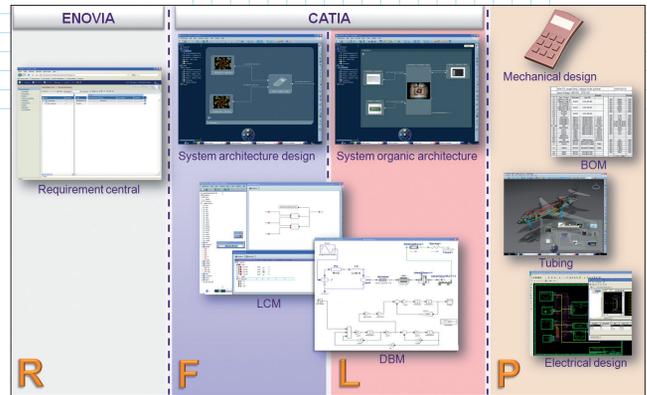


Рис. 1. Распределение функциональности RFLP по программным комплексам *V6*

с понятийной базы предмета обсуждения и расшифруем данное понятие. Итак, *RFLP* – это инструмент, объединяющий:

- *Requirements* (требования) – текстовое описание и визуальное представление информации, имеющей отношение к будущему продукту;
- *Functional* (функционал) – описание функциональных свойств продукта (что подается на вход, и что мы получаем на выходе);
- *Logical* (логика) – логическую схему;
- *Physical* (продукт) – описание виртуального объекта в *CAD*-модулях (структура изделия, чертеж, принципиальная схема).

Распределение функциональности *RFLP* по программным комплексам платформы *V6* показано на рис. 1.

Управление требованиями выполняется непосредственно в *PDM*-системе *ENOVIA V6*, ориентированной на сопровождение проектных работ по продукту, а именно в специализированном её модуле (центrale) – *Requirements Central*. Система *ENOVIA V6* – ключевой программный комплекс платформы *V6*, имеющий модульную структуру представления данных и разработанный компанией *Dassault Systèmes* на базе приобретенного в 2006 году продукта *MatrixOne*.

Именно с данного центра начинается процесс работы над *RFLP*-концепцией будущего изделия.

ENOVIA Requirements Central

Рассмотрим основные функциональные особенности программы *ENOVIA Requirements Central*.

Планирование новых продуктов

Компании имеют возможность организовать свой портфель продуктов, управлять им и планировать создание новых продуктов в будущем. Линейки продуктов и иерархическая модель представления информации образуют семейство продуктов компании,

доступных для заказчика. Сформированные модели являются по сути продуктовыми шаблонами, которые управляют имеющимися в наличии и планируемыми в перспективе продуктами в четком соответствии с предъявляемыми к ним требованиями. Роль менеджера продукции заключается в управлении содержимым каждого заказа в соответствии с прилагающейся к нему информацией сформированной модели (шаблона).

Занесение требований в базу системы ENOVIA

ENOVIA Requirements Central позволяет импортировать требования из документов *Microsoft Word* и *Microsoft Excel 2003/2007*. В среде *Microsoft Word* пользователи могут производить анализ ключевой информации и затем импортировать её в базу данных *ENOVIA* в текстовом и/или графическом виде. При занесении требований из *Word* в БД можно управлять процессом их организации по главам. Информация может включать сложно форматированный текст, таблицы, маркеры, картинки, символы и *3D XML* информацию. В процессе наполнения шаблона каждой главы и требований, уникальный системный идентификатор (*ID*) соотносится с соответствующей ячейкой в шаблоне данных и секцией в изначальном документе.

При занесении в базу информации из файлов *Microsoft Excel* специалисты имеют возможность использовать шаблоны представления табличных данных – как предоставляемые поставщиком системы, так и собственные.

После того, как требования сохранены в базе данных *ENOVIA*, менеджеры по продукту могут воспользоваться функциями навигации и редактирования, просматривать и изменять занесенные данные, не опасаясь потерять связь с их оригинальным источником.

Анализ требований

ENOVIA Requirements Central поддерживает возможности анализа требований. Системный инженер может рецензировать и квалифицировать требования, расставлять приоритеты и согласовывать между собой нужды многочисленных заказчиков. Уровень требования может быть различным – начиная от общих требований верхнего уровня и заканчивая индивидуальными детализированными характеристиками для описания функциональности, предъявляемой к конечному продукту и даже каждому узлу или системе каждого узла и компонента.

В процессе дифференциации и декомпозиции структуры требований могут вводиться различные весовые коэффициенты, обуславливающие степень важности того или иного пункта и влияющие на принятие решения по созданию, модернизации будущего продукта. В ходе анализа системный инженер может сравнивать текущие шаблоны требований или индивидуальные требования для выявления изменений или добавления информации. Вдобавок к этому, в *ENOVIA Requirements Central* предусмотрена возможность зарезервировать конкретный шаблон для предотвращения одновременной правки или ввода информации несколькими пользователями.

Поиск требований

ENOVIA Requirements Central имеет расширенные функции поискового менеджера, что дает пользователям возможность производить поиск в базе по заданным параметрам, по информации, поступающей в структуру требований, и в зависимости от версии модели продукта.

Управление изменениями

Как только требования занесены в базу и прошли одобрение со стороны менеджеров продукта, сразу же можно установить опорные точки (даты), по достижении которых вносить изменения в требования будет невозможно. Опорная точка представляется совокупностью согласий с требованиями, предъявляемыми к конструкции и её техническим показателям (характеристикам), предоставленными ключевыми участниками проекта. Но, вместе с тем, изменения в требованиях к продукции неизбежны, и на этот случай предусмотрен механизм их изменения или версионного контроля, обеспечивающий возможности управления, контроля и отслеживания изменений.

ENOVIA Requirements Central предлагает различные механизмы поддержки процесса внесения изменений. Пользователи могут быстро получать отчеты по изменениям, просматривать их и выносить решения по ним. Для простых изменений может использоваться механизм управления запросами. Для более сложных изменений, затрагивающих многочисленные производственные департаменты, компания может выбрать строго формальный подход к процессу прохождения и отслеживания изменений. В рамках данного подхода можно подписаться на рассылку различных изменений в требованиях, что обеспечивает участникам цикла создания продукта возможность получать уведомления на корпоративную почту и, тем самым, иметь самую актуальную информацию.

Контроль требований

Механизм контроля требований подразумевает управление связями между исходными документами и структурой шаблона, которая сохраняется в базе данных. С помощью *ENOVIA Requirements Central* обеспечивается выдача следующих типов отчетов:

- Контрольная матрица проверки правильности закрепления данных в системе. Отслеживает единство изначальных требований и их ассоциативные связи в системе.
- Контрольная матрица разнесения требования по уровням структуры. Отслеживает разнесение требований по уровням структуры и соотношение каждого уровня с оригинальным источником информации.
- Контрольная матрица соотношения требований к продуктам. Отслеживает соотношение каждого пункта требований с конкретным узлом, системой, объектом разрабатываемого продукта.

Отчеты позволяют отслеживать целостность структуры требований к изделию и анализировать, каким образом были получены новые требования.

Кроме того, пользователи могут просматривать как отдельные требования, так и производные от них и

порождающие их требования, осуществлять навигацию по связанным с требованиями документам и объектам ENOVIA.

Отчеты о связи требований с функциональной и логической структурой изделия

Занесенные в базу ENOVIA требования могут быть ассоциированы с различными продуктами. С помощью инструмента ENOVIA System Functional Logical Definition можно осуществлять поиск и привязку требований к компонентам логической и функциональной структуры изделия. На основе построенных связей пользователи могут генерировать отчеты, позволяющие отслеживать целостность логической и функциональной структуры, а также связь между соответствующими требованиями и компонентами изделия.

Работа с документами

Пользователи ENOVIA Requirements Central имеют возможность:

- заносить требования в систему из документов MS Word и Excel;
- создавать иерархическую структуру требований при импорте данных из офисных приложений;
- модифицировать структуру и редактировать содержание требований в различных форматах (rich text, таблицы, изображения, встроенные объекты, 3D XML и др.) через веб-интерфейс;
- экспортировать данные из ENOVIA в стандартный формат офисных документов.

Следующим этапом процесса разработки продукта является передача информации инженерам по направлениям (схемотехник, 3D-проектировщик). Уведомление о стадии инициализации может проходить двумя путями: неформально и формально. Под формальным информированием подразумевается отправка уведомления на почтовый ящик инженера, вовлеченного в проект, и последующее получение ответа с подтверждением. Неформальный способ (наиболее распространенный в компаниях малого и среднего бизнеса с менее развитой структурой документооборота) предполагает уведомление инженера с помощью интерактивного инструментария (3D-чат).

Хотя оба способа имеют отличия, вдаваться в тонкости в рамках данной статьи мы не будем.

После получения уведомления о начале цикла разработки/модернизации продукта, задачей инженера является найти в PLM-системе свою часть проекта на основе информации, полученной от менеджера продукта, и начать работу. Для быстрого доступа в систему используется программный комплекс 3DLive, включенный в CATIA V6. Он позволяет произвести поиск любого объекта, занесенного в базу данных или хранящегося на своем локальном компьютере.

После того как поиск завершен, мы переходим к следующей фазе разработки продукта: это стадия F – насыщение функциональной информацией.

ENOVIA VPM System Functional Logical Definition

Стадия функционального насыщения поддерживается центром ENOVIA VPM System Functional Logical Definition.

На данный централ возложено решение задач следующего типа:

- ✓ Точное отслеживание связей между требованиями и конструкцией

ENOVIA System Functional Logical Definition управляет данными системной инженерии (под этим термином подразумевается совокупность модулей для создания различных систем будущего продук-

та – например, ABS в автомобиле) в контексте текущего цикла разработки, начиная с описания требований, функционала, логики и физики и заканчивая моделированием (RFLP). В едином окне пользователь получает доступ к требованиям, предъявляемым к продукту в декомпозиционном виде (представление сложного объекта в виде совокупности простых), к логической архитектуре и, наконец, к физическому представлению проектируемого объекта. Централ дает пользователям возможность создавать, изменять и удалять функциональные и логические данные, а также структуры, путем образования многочисленных связей.

- ✓ Эффективное создание связей посредством использования “портов” для каждого элемента продукта

Порт – специальная функция функционально-логической модели, которая служит для задания параметров типа вход/выход для функций или для создания связей в логической схеме. Порты дают возможность организовывать взаимодействие между функциями или создавать связи между логическими компонентами. Таким образом, каждый элемент становится обладателем родительских и дочерних портов соседних элементов (имеющих один поток информации, тип или направление). Происходит наследование информации – от выходного порта одного элемента схемы к входному порту другого элемента, то есть от объекта к объекту. Используя эти связи, можно гарантированно получить наследование информации, связав требования, функционал, логику и физику объекта, получив представление данных соотношений в ENOVIA Requirements Central или использовав 2D-представление в 3D.

- ✓ Поиск и навигация по требованиям, физике, логике, геометрии продукта

ENOVIA System Functional Logical Definition предоставляет возможность найти и повторно

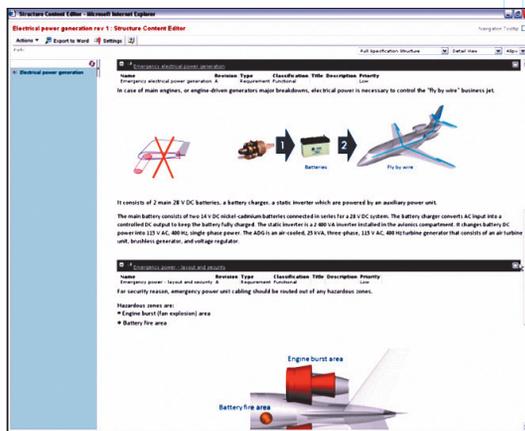


Рис. 2. Рабочее окно Requirements Central

использовать *RFLP*-компоненты при создании нового изделия. Таким образом, *RFLP*-навигатор расширяет возможности *ENOVIA 3D Live*.

✓ Обеспечение работы с папками и каталогами

Для более удобного представления данных в системе пользователи могут организовать распределение *RFLP*-содержимого по папкам разного уровня вложенности и создавать функциональные и логические компоненты простым перетаскиванием объектов из контейнеров. Функции, потоки, логические компоненты и типы систем также могут располагаться в каталогах, что облегчает их повторное использование.

CATIA Systems Architecture Design

После задания физико-логической схемы нам необходимо проработать различные варианты логики работы устройства. Это делается с помощью модуля *CATIA Systems Architecture Design*, в задачи которого входит приведение в действие функциональной схемы с целью идентификации возможных состояний системы в процессе работы. Далее специалисты – системные архитекторы создают исполняющую модель поведения объекта и анализируют её работу.

Исполняющая модель (этот термин мы ввели в контексте системной инженерии) описывается на специальном языке, который позволяет выполнять формальные статические проверки, проводить автоматизированную диспетчеризацию и выявление циклов. Каждый компонент исполняющей модели, а также сценарии и получаемые результаты, могут быть использованы в последующих проектах, поскольку все они находятся в единой информационной базе. Вдобавок к этому, исполняющая модель логической системы может быть связана с *3D*-геометрией для выполнения *3D*-анимации в процессе работы устройства или, к примеру, для определения резервируемого под различные механические системы пространства (так, при проектировании самолета необходимо учесть объем пространства, в котором должны работать шасси или закрылки, и этот объем должен оставаться

неприкосновенным; при проектировании хода подвески автомобиля геометрию колесной арки проектируют так, чтобы не нарушить объем пространства, в котором работает колесо).

CATIA Systems Control & Logic Modeling

Методы работы с исполняющей моделью расширяют функционал модуля *CATIA Systems Control & Logic Modeling*, предназначенного для более глубокого описания законов работы системы и выполнения гибридной и мультидисциплинарной симуляции виртуального продукта. Работа модуля базируется на языке, описывающем детерминированное поведение объектов. Используются определенные редакторы (графические окна, диаграммы состояний, направление потоков данных) и соответствующие функции (повторное использование или динамическое расширение классов наследуемых объектов).

CATIA Systems Logic Code Generator

Следующим шагом по совершенствованию исполняющей модели и отработки логики поведения является включение в состав *CATIA V6* модуля *CATIA Systems Logic Code Generator*, отвечающего за программирование логики контроллера на основе данных, полученных в модуле *CATIA Systems Control & Logic Modeling*. Модуль *CATIA Systems Logic Code Generator* позволяет создавать программно-управляющую логику на языке *C*, впоследствии поступающую на оборудование, в котором происходит исполнение (это специализированные датчики, авиа/авто системы управления и т.д.).

Модуль имеет встроенный компилятор, что дает инженерам-схемотехникам возможность проводить анализ, моделирование с оптимизацией и контролем исполнения, а также генерацию целевого кода абсолютно для любых систем управления, опираясь на самые передовые технологии, используемые в аэрокосмической индустрии для встроенного программного обеспечения в системах жизнеобеспечения, где эффективность, оперативный контроль, модульность и надежность являются определяющими факторами.

Заключение

Можно с полной уверенностью сказать, что реализация концепции *RFLP* на платформе *V6* компании *Dassault Systèmes* обеспечивает единую унифицированную среду управления требованиями, функциональным назначением, логическим и физическим насыщением модели проектируемого изделия для реализации процесса системной инженерии на протяжении всего цикла проектирования. Это уникальное по своему назначению решение, отвечающее самым передовым методам и самым серьезным запросам инженерных подразделений, дающее к тому же возможность накапливать и использовать созданные наработки в будущих проектах.

В дальнейших статьях мы постараемся более подробно осветить возможности платформы *V6*, оперируя конкретными примерами. ☞

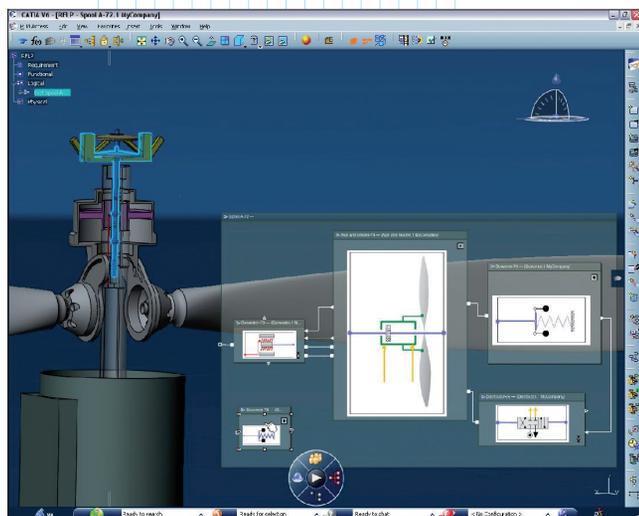


Рис. 3. Централы, работающие в интерфейсе *CATIA V6* – *CATIA Systems*