



РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА РАСЧЕТНОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТОВ В АО «ОКБМ АФРИКАНТОВ»

В.В. Петрунин, М.А. Большухин, П.Ю. Белокрылов,
К.В. Комиссаров, Е.Ю. Повереннов, М.Н. Ереев (АО «ОКБМ Африкантов»)

Представлены результаты внедрения на предприятии SPDM системы как эффективного инструмента для консолидации всех специфических знаний по расчетному обоснованию и централизованной системы менеджмента деятельности в рамках бизнес-процесса расчетного обоснования проектов. Достигнута оптимизация по времени выполнения и повышена продуктивность данного бизнес-процесса за счет его автоматизации и обеспечения необходимого уровня управляемости. Предложены механизмы управления расчетными данными проектов, минимизирующие риски потери информации и неоптимального ее использования.

Ключевые слова: сквозное проектирование, инженерный анализ, собственный расчетный код, SPDM система, научно-техническое обоснование.

Введение

Развитие информационных технологий на предприятиях, лидирующих на рынке сложного и наукоемкого производства, характеризуется внедрением информационной поддержки жизненного цикла изделий на стадиях от начала проектирования до изготовления. Данные технологии при комплексном применении позволяют организовать производственную деятельность на каждом этапе жизненного цикла в виде формализованных и управляемых бизнес-процессов.

В АО «ОКБМ Африкантов» в рамках комплексного внедрения информационных технологий поддержки жизненного цикла изделий (CALS технологии в части PDM/CAD/CAE/CAPP/CAM систем) решается задача совершенствования процесса сквозного проектирования в интересах ядерного энергетического комплекса. В частности, для бизнес-процесса параллельной конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) сокращение временных издержек осуществляется за счет организации параллельного выполнения работ по конструкторскому и технологическому проектированию с применением прямого обмена проектной информацией в электронном виде между участниками работ [1]. Данный бизнес-процесс являлся объектом временной оптимизации в проекте производственной системы Росатом (ПСР) «Исследование и совершенствование процесса конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) изделий» [2].

Одним из этапов рассматриваемого процесса является инженерный анализ, непосредственно связанный с этапом 3D-2D конструирования. Деятельность на этапе инженерного анализа представлена в виде бизнес-процесса расчетного обоснования проектов, оказывающего прямое влияние на разработку рабочей конструкторской документации.

Предлагаются к рассмотрению результаты проекта по внедрению SPDM (simulation and process data



Рис. 1. Этапы бизнес-процесса параллельной конструкторско-технологической подготовки производства

management) системы с целью формализации и временной оптимизации деятельности в рамках бизнес-процесса расчетного обоснования проектов в АО «ОКБМ Африкантов».

Анализ текущего состояния

Исследование деятельности по расчетному бизнес-процессу обоснования проектов, проведенное ИТ специалистами предприятия для группы расчетных подразделений, организованных в структуру департамента научно-технического обоснования проектов (департамент НТО), показало следующее.

Расчетное обоснование проектов проводится на основе решения комплекса взаимосвязанных расчетов, включающих проведение и анализ гидродинамических, тепловых, акустических и прочностных задач. Данные работы выполняются на основе 3D модели изделия (или его части), требующего расчетного обоснования, с помощью коммерческих компонент систем инженерного анализа ANSYS/CFX/STAR-

CCM+/FlowVisoin/LMS. Было выявлено, что при выполнении связанных (многодисциплинарных) расчетов обработка результатов одного расчета занимает много времени для представления их в виде исходных данных для другого расчета. Данный факт объясняется тем, что процесс передачи данных между компонентами многодисциплинарных расчетов, выполняемых с помощью коммерческих CAE-систем, по большей части не формализован и не автоматизирован и вследствие этого всегда требует больших ресурсных затрат (ручного управления инженером-расчетчиком).

Помимо коммерческих решателей, в расчетном обосновании активно используются собственные расчетные коды (СРК), аккумулирующие научно-технические наработки в области атомного машиностроения и являющиеся важной частью инновационного потенциала и конкурентным преимуществом предприятия. СРК также являются компонентами многодисциплинарных расчетов и для них характерны те же проблемы сквозной передачи и трансформации данных.

Наряду с указанными выше проблемами, деятельность департамента НТО не регламентируется единообразным подходом к хранению и актуализации расчетных данных. Децентрализованное хранение данных (на усмотрение инженера-расчетчика) и отсутствие системы их версирования (в контексте различных версий решателей как коммерческих, так и СРК) существенно увеличивают риски потери как самих данных, так и использование в работе их неактуальных версий, увеличивая тем самым время поиска необходимой информации.

Решение задачи совершенствования процесса сквозного проектирования невозможно без оптимизации его этапов, одним из которых и является бизнес-процесс обоснования проектов. Таким образом реинжиниринг последнего является одним из актуальных направлений деятельности ИТ службы на предприятии.

Постановка задачи

Недостатком деятельности по расчетному обоснованию проектов является непрозрачность и слабая формализация рабочих процессов. При этом обмен информацией между этапами рабочего процесса осуществляется ручной трансляцией данных для их использования различными решателями в многодисциплинарных расчетах через файловую систему локальной сети. Следует также отметить, что управление рабочими процессами не прозрачно, ответственный исполнитель не может сразу четко определить, на какой стадии идет расчет и кто несет ответственность за ту или иную часть совместной расчетной деятельности (особенно для расчетов, в которых задействованы сразу несколько подразделений). Хранение информации по проектам осуществляется разрозненно, как правило, у исполнителя, который когда-либо участвовал в деятельности по тому или иному проек-

ту. Поэтому возникают трудности по поиску и сбору всей необходимой информации в случае инициирования деятельности по новым типовым проектам.

СРК, являясь востребованным инструментом расчетной деятельности, представляют собой узкоспециализированные решатели закрытого формата, реализованные на различных технологических платформах. Использование таких кодов в качестве компонентов многодисциплинарного расчета приводит к разрыву потока обмена информацией по причине закрытого специфического формата представления данных СРК, вынуждая к их ручной трансляции. Поддержка и развитие таких программных комплексов затруднено использованием различных, зачастую устаревших инструментальных платформ и отсутствием адекватной технической документации, и имеются схожие проблемы по хранению их исходных кодов.

Причина заключается в отсутствии единой программной платформы консолидации всех специфических знаний по расчетному обоснованию и централизованной системы менеджмента деятельности в рамках бизнес-процесса расчетного обоснования проектов. Эксплуатируемая на предприятии PDM/PLM система не сможет решить требуемые задачи в полном объеме без значительной ее доработки. Прежде всего, в отличие от конструкторской документации, расчетные данные имеют значительные размеры и не могут непосредственно храниться в базе данных системы и соответственно управляться ею. Также значительную часть деятельности по расчетному обоснованию конструкций составляют высокопроизводительные расчеты на вычислительных кластерах предприятия (НПС расчеты), а требуемая инфраструктура для ее реализации отсутствует в PLM системе.

По итогам анализа деятельности департамента НТО, проведенного ИТ-службой предприятия совместно с расчетными подразделениями, было сделано заключение, что для комплексного решения всех выявленных проблем бизнес-процесса расчетного обоснования конструкций требуется инициирование процесса внедрения системы класса SPDM на предприятии. Внедрение данной системы должно быть направлено на решение следующих ключевых задач.

— Стандартизация типовых расчетных процессов с последующей автоматизацией их проведения. Решение данной задачи позволит существенно упростить и ускорить проведение стандартных расчетов, повысить устойчивость к ошибкам их выполнения за счет уменьшения влияния человеческого фактора.

— Централизованное размещение и унификация доступа пользователей к расчетным процессам. Данное решение позволит управлять версионной актуализацией, контролем доступа и своевременным информированием сотрудников о новых программных решениях.

— Унификация протоколов представления и хранения расчетных данных. Позволит выстраивать потоки данных, осуществлять управление механизмами

интеграции различных решателей при создании междисциплинарных расчетов и обеспечить централизованное хранение расчетных данных проектов.

— Создание и управление сложными сопряженными расчетами на базе коммерческих решателей и кодов собственной разработки.

— Автоматизация процесса решения задач на высокопроизводительных вычислительных серверах. Позволит оптимизировать процедуру постановки задачи в очередь вычислительного сервера с последующим отслеживанием и управлением процессом решения задачи.

— Систематизация и своевременная актуализация кодов собственной разработки для различных вычислительных платформ предприятия. Решение данной задачи состоит в стандартизации пре/постпроцессорной обработки данных, в управлении процедурами модификации и развития программных средств собственной разработки, а также в централизованном хранении исходных кодов, технической документации и верификационных тестов.

Внедрение

Результаты анализа проблем, связанных с бизнес-процессом расчетного обоснования конструкций, были обобщены и доведены до руководства на заседании секции «Информационные технологии» научно-технического совета АО «ОКБМ Африкантов». Решением данного заседания является инициирование процесса внедрения на предприятии SPDM системы ANSYS EKM (Engineering Knowledge Management). Выбор данной SPDM системы был продиктован следующими соображениями:

— основные коммерческие системы инженерного анализа, используемые в ОКБМ, являются системами от компании ANSYS, и EKM способна управлять такими расчетными данными без дополнительных настроек и доработок;

— систему ANSYS EKM можно успешно адаптировать под специфические нужды расчетных подразделений с помощью собственных ИТ-специалистов предприятия. Причем затраты на такую доработку не представляются чрезмерными за счет качественно API системы и развитой технической документации.

Внедрение ANSYS EKM осуществляется на основании стратегии развития функциональной системы «Информационные технологии» в рамках решения ключевой задачи — «Интеграция процесса расчетного обоснования конструкций в единое информационное пространство предприятия». Концепция внедрения ANSYS EKM заключается в осуществлении взаимосвязи всего используемого на стадии расчет-

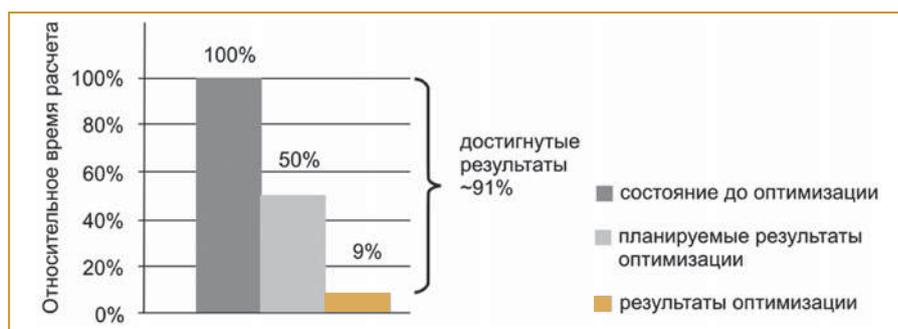


Рис. 2. Результаты ПСР проекта «Оптимизация процесса проведения связанных расчетов по обоснованию проекта с использованием ANSYS EKM»

ного обоснования проектов программного обеспечения на одной технологической базе и происходит по следующим направлениям.

1. Стандартизация типовых расчетных процессов с последующей автоматизацией их проведения.
2. Создание и поддержка базы расчетных данных проектов подразделений департамента НТО.
3. Систематизация кодов собственной разработки.

Этап 1. «Стандартизация типовых расчетных процессов с последующей автоматизацией их проведения»

В качестве демонстрации преимуществ ANSYS EKM в части управления рабочими процессами департамента НТО ИТ-службы предприятия инициировали в рамках внедрения ПСР проект «Оптимизация процесса проведения связанных расчетов по обоснованию проекта с использованием ANSYS EKM». Целью данного проекта являлась оптимизация одного из существующих расчетных бизнес-процессов в части сокращения временных издержек передачи данных между компонентами связанного расчета и сокращения времени согласования этапов процесса между его исполнителями. Оптимизируемый процесс был размещен в SPDM системе, и с помощью его был выполнен ряд профильных работ. Полученные результаты временной оптимизации представлены на рис. 2.

По результатам ПСР проекта начальником департамента НТО было принято решение о размещении в ANSYS EKM всех ключевых расчетных бизнес-процессов. Для решения поставленной задачи ИТ-специалисты разработали процедуру, регламентирующую процесс размещения расчетных бизнес-процессов в системе ANSYS EKM. Данная процедура содержит, в частности, этап формального описания расчетного процесса в блок-схеме, позволяющей однозначно реализовать этот процесс в системе ANSYS EKM. С использованием данной процедуры специалисты расчетных подразделений осуществили формализацию основных расчетных бизнес-процессов, которые в дальнейшем были размещены в SPDM системе.

С целью повышения производительности труда при проведении НРС расчетов было реализовано техниче-

ское решение по конфигурированию программной инфраструктуры для высокопроизводительных расчетов ANSYS EKM. Данное техническое решение позволяет осуществить два основных варианта взаимодействия клиентов ANSYS EKM с расчетными кластерами:

- запуск задач в batch-режиме (работа решателя на кластере осуществляется без использования графического интерфейса с целью существенного повышения производительности расчета);
- создание сессии подключения к системе удаленной визуализации с целью просмотра результатов расчета, выполненных на кластере.

Выполненные работы по конфигурированию программной инфраструктуры для высокопроизводительных расчетов ANSYS EKM заключаются в следующем. Была осуществлена настройка менеджера управления очередями задач в batch-режиме ANSYS RSM для серверной инфраструктуры предприятия. Поскольку данное программное обеспечение (ПО) не оперирует процедурами выделения вычислительных ресурсов для задач, его необходимо было интегрировать с системами распределения задач (планировщиками). Такая работа была успешно проделана для планировщика TORQUE.

Результатом работ по этапу 1 является реинжиниринг существующих бизнес-процессов с автоматизацией их выполнения, позволивший получить существенную временную оптимизацию протекания этих процессов и обеспечивший полную управляемость такими процессами на любой стадии их выполнения.

Этап 2. «Создание и поддержка базы расчетных данных проектов подразделений департамента НТО»

Была создана база расчетных данных проектов по выработанной концепции, включающей: назначение базы данных, структуру хранения объектов данных проекта, механизмы актуализации (продления срока хранения) хранимых данных.

Назначение базы расчетных данных проектов состоит в осуществлении управления (формализация процедур сбора, хранения, отслеживания изменений, актуализации данных, поиска, контроля прав доступа) расчетными данными проектов, которые предполагается использовать неоднократно в будущих работах по расчетному обоснованию департамента НТО. Актуальность проведения данных работ обусловлена необходимостью предотвращения рисков потерь информации, вызванных изменениями форматов обработки данных коммерческими решателями при смене версий. Некоторые из этих изменений могут стать причиной неконтролируемых ситуаций при поддержке жизненного цикла инженерных данных и расчетных процессов.

Проект расчетного обоснования, размещаемый в репозитории Ansys EKM, представляет собой следующие объекты системы:

- 1) исходные данные для расчета в виде технического задания, описания расчетных режимов в текстовых форматах;

- 2) 3D модель конструкции, выполненная в системе автоматизированного проектирования, для которой требуется выполнить расчет (CAD-модель);

- 3) база данных коммерческого расчетного кода, содержащая постановку задачи, готовую для запуска на расчет, без файлов результата расчета (обозначение CAE-модель). Представляет собой постановку однократного или связанного расчета, включающего выполнение междисциплинарного инженерного анализа;

- 4) файл результатов расчета в формате постпроцессора коммерческого расчетного кода или в универсальном формате, полученном конвертацией файла результата расчета с помощью ПО VMoveCAE. Данное ПО для анализа результатов расчета позволяет выбрать только интересующие данные, сократив размеры хранимого файла в десятки раз относительно исходного файла результатов бинарного формата расчетного кода;

- 5) отчет по выполненному расчетному обоснованию в текстовых форматах.

В целях предотвращения потерь информации, вызванных изменениями форматов обработки данных коммерческими решателями при смене версий, для данной базы разработан механизм актуализации данных, основывающийся на автоматическом контроле временного интервала хранения данных в ANSYS EKM. При наступлении данного события специалисты ИТ-подразделения совместно с подразделениями-владельцами данных инициирует процедуру их актуализации, выражающуюся в совместной работе по извлечению, сохранению всех компонент системы проекта в новом формате соответствующего коммерческого решателя и осуществление процедуры верификации данных нового формата.

Результатами работ по этапу 2 являются следующие преимущества по сравнению с ранее существовавшим подходом к хранению информации:

1. централизованное хранение информации по расчетному проекту с единой точкой доступа через интерфейс ANSYS EKM;
2. полная (все необходимые файлы в одном месте) и актуальная (все файлы проекта связаны версиями зависимостями) информация по проекту, размещаемому в базе данных;
3. процедура актуализации расчетных данных проектов позволяет осуществить их длительное хранение.

Этап 3. «Систематизация кодов собственной разработки»

Для всех СПК, размещаемых в ANSYS EKM, была выработана математическая модель в виде детерминированного конечного автомата, определяющего общие состояния программы в процессе преобразования информации и продуктивные сценарии (переходы) вычислительной процедуры. Определены стандарт архитектуры и формализован процесс объектно-ориентированного конструирования на ос-

новании использования шаблона слоя отображения MVC (Model View Controller). Для представления данных СРК в системе принят файловый формат xml.

Для управления данными и расчетными процессами СРК в ANSYS ЕКМ было создано техническое решение — автоматизированное расчетное место инженера-расчетчика (АРМ). АРМ решает главную задачу управления СРК — сопоставление пользовательских данных собственному коду, предназначенному для их обработки. В состав АРМ входят подсистемы: определения типов данных СРК; запуска, хранения и управления СРК; обработки запросов процедур создания и изменения данных СРК (проху-сервер).

Подсистема определения типов базируется на механизмах расширения типов данных, управляемых ANSYS ЕКМ, и позволяет правильно определить тип данных, сопоставить типу соответствующий СРК, организовать создание или изменение данных с помощью СРК.

Работа подсистемы запуска, хранения и управления СРК обеспечивается корректной конфигурацией ANSYS ЕКМ и использованием специально разработанной программы-клиента EkmAppsLauncher, которая выполняет следующие функции:

- установка соединения с сервером ЕКМ;
- загрузка и выгрузка файлов пользовательских данных и определение зависимостей между ними;
- определение и загрузка исполняемых файлов и зависимых библиотек для обработки пользовательских данных;
- локальный запуск на компьютере пользователя загружаемых исполняемых файлов для обработки данных.

Результатами работ по этапу 3 являются следующие преимущества использования СРК в расчетной деятельности департамента НТО по сравнению с ранее существовавшим подходом.

1. Централизованное размещение СРК и унификация доступа к ним пользователя. Все необходимые

для расчетной деятельности инструменты размещаются в одном месте и всегда находятся в актуальном состоянии.

2. Создание и управление связными расчетами на базе коммерческих решателей и СРК. Унификация протоколов обмена данными между различными СРК позволила выстраивать сложные последовательности обработки информации с применением различных решателей, в том числе коммерческих.

3. Расчетная деятельность, связанная с использованием СРК, формализуется в управляемые бизнес-процессы.

Выводы

Внедрение SPDM системы ANSYS ЕКМ в АО «ОКБМ Африкантов» позволило осуществить реинжиниринг бизнес-процесса расчетного обоснования проектов для департамента НТО. Были определены и формализованы основные виды деятельности по рассматриваемому бизнес-процессу. Проведена оптимизация по времени выполнения и повышена продуктивность такой деятельности за счет ее автоматизации и обеспечения необходимого уровня управляемости. Созданы механизмы управления расчетными данными проектов, снижающие риски неоптимального использования информации и ее потери. Разработано техническое решение по управлению СРК департамента НТО.

Список литературы

1. Штарев В., Банкрутенко В., Лазарев А., Комиссаров К. Сквозной цикл производства изделия как результат внедрения ИПИ-технологии в ОКБМ // CAD master. 2007. №5. Стр. 10-15.
2. Петрунин В.В., Банкрутенко В.В., Комиссаров К.В., Большаков А.А., Цапаев А.П. Исследование и совершенствование процесса конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) изделий изготавливаемых на оборудовании с ЧПУ в производстве АО «ОКБМ Африкантов» // Автоматизация в промышленности. 2015. №9. Стр. 30-33.

Петрунин Виталий Владимирович — Первый заместитель генерального директора - генерального конструктора АО «ОКБМ Африкантов»,

Большухин Михаил Александрович — начальник департамента научно-технического обоснования проектов,

Белокрылов Петр Юрьевич — начальник бюро поддержки прикладных систем в части инженерного анализа,

Комиссаров Кирилл Витальевич — начальник отдела развития систем поддержки жизненного цикла изделий,

Повереннов Евгений Юрьевич — инженер по информационным технологиям,

Ереев Михаил Николаевич — ведущий инженер-конструктор АО «ОКБМ Африкантов».

Контактный телефон (831) 246-94-96.

E-mail: komissarov@okbm.nnov.ru

Муравьи научили роботов уступать дорогу

Ученые смоделировали поведение муравьев в узких подземных ходах и с помощью этой модели научили грузовых роботов не создавать пробок.

Тише едешь, дальше будешь, а еще иногда выгодно уступить дорогу, чтобы не создавать заторов, которые тормозят и вас, и тех, кто движется навстречу. Муравьи это отлично понимают и умеют отступить и пропустить встречный поток в узких и длинных проходах, которые они роют под муравейником. Муравьи, которые движутся к слепому концу прохода, останавливаются и пропускают тех, кто несет вынуженный груз; в выигрыше остаются и те, и другие.

Ученые из Германии и США, опубликовавшие статью в журнале Science, долго наблюдали за муравьями вида *Solenopsis invicta* и снимали на видео, как насекомые роют ходы в грунте. Ученые описали их поведение математически и написали на основе этой модели алгоритм для транспортных роботов, которые раньше не умели уступать друг другу дорогу.

Авторы работы предполагают, что «муравьиную» модель можно использовать не только для программирования роботов-носильщиков, но и для регулирования дорожного движения с участием беспилотных автомобилей и живых водителей.

Http://news.rambler.ru