

Применение технологий РТС для решения задач кораблестроителей

На сегодняшний день перед коммерческим и военным судостроением стоят различные задачи. Задачи коммерческого судостроения – снижение себестоимости, повышение качества изделий и сокращение сроков вывода новых продуктов на рынок. Кораблестроители, чья деятельность во многом определяется требованиями госзаказов, в первую очередь решают задачи повышения производительности, улучшения качества, оптимизации затрат на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Задачи кораблестроения и коммерческого судостроения целесообразно рассматривать в контексте двух разных бизнес-сегментов (таблица).

Данная статья фокусируется на задачах военного судостроения, вызывающих особые трудности, связанные с длительным циклом разработки изделия:

▶ обеспечение сохранности и передачи накопленного опыта и технологий следующим поколениям корабельных инженеров и конструкторов;

- ▶ формулирование единого источника достоверной информации по проекту, на основании которого осуществляется сопровождение изделия на протяжении всего его жизненного цикла;
- ▶ организация эффективной совместной работы в процессе проектирования и изготовления изделия и обеспечение защиты интеллектуальной собственности в проектах, в которых задействовано большое количество партнеров и поставщиков. Ведение контрольного журнала, протоколирующего ход выполнения проекта: когда решение принято, что конкретно решили и кто является ответственным лицом по его выполнению;
- ▶ применение на наиболее ранних стадиях разработки изделия целевого проектирования (DFx): проектирования под производство (DFM), проектирования под насыщение (DFI), проектирования под сопровождение (DFS);
- ▶ создание эффективной системы для управления изменениями, которая будет контролировать запросы



Таблица

	Кораблестроение	Коммерческое судостроение
Размеры изделия	В среднем корабли (например, фрегаты) меньше по размеру, что лишает военные верфи физической возможности строить коммерческие суда	В целом коммерческие суда (например, сухогрузы) в 2-3 раза больше военных (за исключением авианосцев и атомных подводных лодок)
Сложность изделия	Корабли содержат в себе миллионы компонентов и тысячи деталей, в связи с чем одну из наиболее сложных задач при их проектировании и строительстве составляет интегрирование всех составляющих в одну систему в рамках жестко ограниченного физического пространства	Водный транспорт относительно проще военного (за исключением круизных лайнеров)
Особенности партнерских взаимоотношений	Корабли и подводные лодки как изделия являются результатом совместной работы нескольких компаний, которые снабжают проект определенным набором готовых систем (системой вооружения, парогенераторами и пр.) под управлением системного интегратора - руководителя проекта. Партнерство может носить международный характер и осуществляться даже между традиционными конкурентами	Коммерческие суда строятся на гораздо более простой системе сотрудничества. Как правило, существует несколько ключевых поставщиков, которые поставляют производителю судна готовые решения (системы, детали сборки)
Конструкторские решения	Корабли строятся для использования в военных целях или в ситуациях конфликтного противостояния, а также для того, чтобы продемонстрировать новейшие разработки страны в данной отрасли. Поэтому разработка резервных систем на случай отказа основного оборудования, а также высокий уровень контроля качества изделия являются обязательным условием при создании корабля	Коммерческие суда, особенно сухогрузы, являются сравнительно простыми изделиями с точки зрения конструкции и производятся с применением стандартных процессов формовки и сварки
Используемые материалы	Часто используются довольно экзотические и нестандартные материалы	Применяются привычные материалы
Мастерство производителя	Большую часть сотрудников составляют высококвалифицированные инженеры, задействованные в конструкторских расчетах и проектных работах, а также работники инженерно-технического обеспечения производства. Например, для обеспечения безопасности производства и эксплуатации ядерных парогенераторов требуются специалисты, способные произвести точные расчеты и анализ характера и последствий отказов	Большая часть сотрудников, задействованных при создании коммерческих судов, представляет собой низкооплачиваемую рабочую силу, поскольку данный сегмент судостроения очень сильно зависит от затрат на производство
Период разработки и эксплуатации	Разработка изделия производится в рамках соответствующей военной программы, имеющей значительно большую протяженность во времени, чем коммерческие проекты. Цикл разработки продукта может длиться 12-16 лет	Стремление к сокращению сроков разработки изделия и вывода его на рынок является ключевой характеристикой коммерческого судостроения

на изменения и перенаправлять их ответственно-му эксперту для оценки и одобрения, а также анализировать соответствие результатов изменений первоначальному запросу;

- ▶ обеспечение прозрачности хода проекта для государственных заказчиков;
- ▶ сокращение количества переделок при проектировании и производстве.

Аккумуляция накопленного опыта

Особую ценность интеллектуальной собственности конструкторских компаний наряду с такими нематериальными активами, как авторские права, торговые марки, патенты, промышленные разработки, а также ресурсы, образующие коммерческую тайну, составляют

те знания и опыт, которые хранятся в умах инженеров и конструкторов конкретного предприятия. В кораблестроении эти сотрудники накапливают практический опыт из совсем небольшого количества проектов в течение всей трудовой деятельности. Это означает, что ценные знания и умения могут быть безвозвратно утрачены после ухода квалифицированных работников на пенсию и пр.

Взгляд на эту проблему с точки зрения управления знаниями впервые был изложен шведским экспертом Карлом-Эриком Свейби (Karl-Eric Sveiby) в начале 80-х. Он продолжил эту тему в своей книге "Невидимый баланс-овый отчет", которая вышла в свет в 1989 году. Свейби был одним из первых, кто предложил использовать информационные технологии и Интернет с целью накопления корпоративных знаний.

Система управления жизненным циклом изделия (PLM) была разработана для того, чтобы компания



могла управлять накопленными знаниями и опытом, как относящимися к самому изделию, так и ко всем бизнес-процессам, связанным с его проектированием, производством и сопровождением. При этом открываются такие возможности, как:

- ▶ описание с помощью системы управления потоком работ состава работ по проекту в терминах “этап-плюс” и “ворота качества”, а также аккумулярование должностных инструкций и правил;
- ▶ использование удобного поискового механизма для формирования детальных и структурированных запросов к хранилищу данных для получения необходимой информации в нужный момент;
- ▶ обогащение информационных активов предприятия и упрощение процесса принятия решений благодаря эффективной организации обмена данными между пользователями в любых форматах и возможности выявления ошибок на самых ранних стадиях. Помимо накопления информации по различным проектам в хранилище данных многие предприятия пользуются возможностью организации дополнительных баз для аккумулярования практического опыта сотрудников, который могли бы использовать менее опытные инженеры.

Единый источник достоверной информации

В ходе разработки изделия в судостроительных проектах ведущая компания-сборщик имеет дело с огромными объемами информации, поступающей от различных контрагентов, включая поставщиков и партнеров. Обработка этой информации связана с существенными сложностями. Очень часто собранные данные представлены в различных CAD- и прочих форматах, данные должны надежно защищаться и иметь контроль доступа. Спецификация проекта может изменяться со временем в зависимости от стадии проекта, поступающей коммерческой информации, что влияет на формирование комплекса комплектующих (двигатель, система вооружения, система контроля и пр.). Кроме того, необходимо сохранять историю ведения конструкторских работ и версий проекта, появляющихся

при изменениях конфигурации изделия на разных этапах проекта. В компаниях, которые выпускают несколько различных судов, базирующихся на общей платформе, актуальна также задача фиксировать все опции и варианты изделия.

Система управления разработкой изделия (Product Development System, PDS), созданная компанией PTC, позволяет эффективно собирать данные в процессе работы от различных взаимодействующих сторон, каждая из которых работает над своей частью проекта, зачастую используя собственную уникальную среду для разработки изделия и оперируя гетерогенными данными.

Основные функции PLM-системы Windchill, являющейся ключевым компонентом PDS, следующие:

- ▶ управление данными и контентом;
- ▶ объединение данных из/для других систем;
- ▶ взаимодействие и визуализация;
- ▶ управление изменениями и конфигурацией;
- ▶ управление программами и проектами;
- ▶ управление трудовым процессом, аудит и сопровождение;
- ▶ подготовка отчетов;
- ▶ обеспечение безопасности и контроль доступа.

Организация эффективной совместной работы

Эффективное взаимодействие является залогом успешности проекта, при этом во многих организациях ошибочно полагают, что для этого достаточно одного лишь внедрения PLM-системы.

Но на пути к эффективному процессу необходимо сломать несколько преград из четырех сегментов:

- 1) Отсутствие четкой стратегии реализации проекта:
 - ▶ слабая связь с целями проекта;
 - ▶ недостаток или отсутствие мотивов для взаимодействия;
 - ▶ отсутствие реалистичного плана действий;
 - ▶ отсутствие критериев для измерения эффективности взаимодействия.
- 2) Негативное воздействие человеческого фактора и/или культурных традиций:
 - ▶ недоверие;
 - ▶ наличие скрытой или иной программы поведения;
 - ▶ попытка защищать свою территорию от “чужаков”;
 - ▶ неприятие самой идеи виртуального коллективного способа работы и т.п.
- 3) Недостаточно проработанные средства взаимодействия для совместной работы:
 - ▶ отсутствие согласованных целей и договоренностей о том, какую роль играет каждая сторона;
 - ▶ недостаток или отсутствие прописанных правил вовлечения в работу новых пользователей.

4) Неадекватная инфраструктура:

- ▶ неструктурированный контент;
- ▶ несоответствие инструментов взаимодействия потребностям конкретного проекта;
- ▶ слабая поддержка самих процессов взаимодействия.

Совместную работу, чтобы она была эффективной, необходимо целенаправленно выстраивать. Этот процесс требует детального планирования на протяжении всего хода разработки изделия с определением конечного результата на каждом из этапов.

Целевое проектирование

В военном кораблестроении, где экономия пространства имеет существенное значение и где на минимальной площади приходится размещать и интегрировать между собой тысячи комплектующих систем, особенно важно на самых ранних стадиях проекта осуществить целевое проектирование (Design For X, DFx), с тем чтобы исключить противоречия (например, временные) между взаимодействующими системами. Это средство позволяет визуализировать разнородные данные и проводить анализ функций, критичных на данном этапе проекта.

Целевое проектирование часто используют в тренировочных целях для имитации и отработки процессов демонтажа и последующего техобслуживания, ремонта или реконструкции крупных систем корабля.

Работа с изменениями

Изменения в проекте, особенно на поздних стадиях, могут стать причиной увеличения расходов, пропуска контрольных точек или задержки исполнения обязательств. PDS-система позволяет отслеживать все произведенные изменения, вносить предлагаемые изменения в график, функционал, учитывать их в расходах или отклонять их.

Запросы на изменения и принятые решения постоянно документируются PLM-системой в контрольном журнале и могут быть использованы в дальнейшем.

Статус проекта

Портал статуса проекта, с помощью которого можно отслеживать его ход, является отличным инструментом управления и обеспечивает необходимую прозрачность. Используя систему "светофоров" и возможность генерировать отчеты, PLM-система формирует реальную картину происходящего, позволяя руководящему составу видеть источник проблем и принимать необходимые меры, перераспреде-

ля ресурсы и предотвращая возникновение дальнейших, более дорогостоящих проблем.

Сокращение количества переделок

PLM-система содержит функционал, который наглядно представляет всем заинтересованным сторонам, какая часть работы уже проделана, предотвращая дублирование работ и ненужные переделки. Данная функция различает похожие компоненты изделия, позволяя пользователю быстро находить нужный вариант, чтобы внести модификацию. Кроме того, использование библиотеки стандартных частей значительно сокращает общее число компонентов, минимизирует количество поставщиков для похожих или одинаковых компонентов и позволяет выбрать основного поставщика, предоставляющего наибольшие скидки на большой объем заказа.

Что же предлагает PTC

Основные возможности, которые предлагает для судостроителей система разработки изделия компании PTC – PDS (Product Development System) и входящее в ее состав решение Enterprise Windchill PLM, следующие:

- ▶ **Управление документооборотом.** Надежная защита документации, гибкая политика предоставления доступа к данным.
- ▶ **Управление заказами.** Возможность управлять подрядчиками и субподрядчиками. Документация может быть выложена в общий доступ и организована различными способами исходя из пожеланий пользователей, без необходимости копирования. При этом имеется возможность отдать проектные работы на



аутсорсинг, для чего предлагается удобная и контролируемая среда.

- ▶ **Управление конфигурациями.** Отслеживание изменений состава изделия, его компонентов и важнейшей документации, включая управление версиями и структурными изменениями.
- ▶ **Управление изменениями.** Данный функционал интегрируется с функцией управления конфигурациями, автоматизируя все процессы по внесению и утверждению изменений, сокращая время на поиск актуальной информации и ускоряя принятие правильных решений. С помощью функций “Мониторинг Изменений” и “Статус Объекта” пользователь с легкостью получает необходимую информацию в виде отчетов или диаграмм.
- ▶ **Проверка и утверждение.** Контроль за передачей и использованием информации с применением эффективных и гибких инструментов.
- ▶ **Наличие библиотеки компонентов и узлов.** Использование библиотеки позволяет предотвратить дублирование работ и сократить количество переделок.
- ▶ **Управление разнородными CAD-данными.** Возможность работы с различными форматами инженерных данных независимо от того, в каких системах они получены.
- ▶ **Совместная работа.** Возможность для внешней или многофункциональной команды управлять информацией с обеспечением ее надежной защиты.
- ▶ **Визуализация.** Отображение готовой модели, части которой разработаны в различных CAD-средах. Просмотр возможен как в 3D-, так и в 2D-формате.
- ▶ **Подготовка производства.** Синхронизация инженерных данных с использованием инструментов ProductView позволяет снизить издержки производства, сократить количество ошибок сборки и ускорить процесс производства, распараллелив процессы управления сборкой и внесения изменений в проект.
- ▶ **Создание технических публикаций.** С помощью приложения Arbortext процесс создания и распространения информации об изделии (инструкций по эксплуатации, сервисной документации, материалов для электронного обучения) стал проще и качественнее.

В компании Parametric Technology Corp. функционирует департамент Global Services, сотрудники которого имеют многолетний опыт работы на самых сложных судостроительных проектах и обладают высоким уровнем экспертизы в оценке бизнес-процессов различных организаций и внедрении решений PTC.

PTC Global Services в основном работает только со стратегическими заказчиками в разных отраслях, к числу которых относятся такие успешные на сегодня компании, как EADS (Airbus, Airbus Military, Eurocopter, EADS Astrium, EADS Defence&Security), Westinghouse, Siemens, Toyota, AirFrance, VW, Audi, Boeing, NASA, US Navy, DSNC, BAE Systems и многие другие.

Эффективность любой системы разработки и эксплуатации продукта зависит от ее функциональности, архитектуры, поддерживаемых ею процессов, а также от надежности методики внедрения системы. Методики внедрения разрабатывались и совершенствовались в PTC Global Services более 20 лет, впитав в себя колоссальный практи-

ческий опыт специалистов компании, которые по праву считаются лучшими практиками в своей области. Уникальность данных методик состоит в том, что они ориентированы на достижение конкретных бизнес-результатов для заказчика наряду со строгим соблюдением технических требований, что позволяет устранить несоответствие между ожиданиями заказчика и реально выполненной работой.

PTC Global Services выполняет важные функции профессионального транслятора лучших мировых практик и методов на локальные рынки. Ментальность российского рынка в значительной степени отличается от западноевропейского и американского. Различия в подходах и понимании тонкостей процессов и технологий часто становятся непреодолимым препятствием при использовании в России передовых методов, хорошо зарекомендовавших себя в западной практике. Специалисты российского отделения PTC Global Services принимают участие как в российских, так и в международных проектах, что обеспечивает им приобретение глубоких знаний и опыта, используемых в работе на российском рынке.

Большинство информационных систем для промышленных предприятий, разработанных за последние десятилетия, направлены на поддержку технических требований и ориентированы на автоматизацию повторяющихся операций и задач с минимальным количеством конфигураций. Эти системы неэффективны при управлении постоянно возникающими инновациями и в случае, если необходимо использовать конфигурации с постоянно растущим количеством итераций. Для решения подобных задач PTC создает программное обеспечение, решающее в первую очередь бизнес-задачи компаний, а уже потом технические.

PTC Global Services является профессиональным консалтинговым подразделением, в обязанности которого входит внедрение сложных комплексных проектов PLM1, ALM2, ILS3, процессный консалтинг и профессиональное обучение новым методам работы. Ниже приведен основной перечень услуг, оказываемых этим подразделением:

- ▶ бизнес-аудит – обследование существующих процессов;
- ▶ оптимизация процессов или выстраивание новых на основе лучших практик;
- ▶ внедрение процессов и методов;
- ▶ внедрение программных продуктов компании PTC: Pro|ENGINEER (САПР), Windchill (PLM, ALM), Arbortext ILS Solution (ILS), Arbortext (выпуск технической документации).

Практические примеры использования решений PTC

BAE Systems Submarine Solutions

BAE Systems Submarine Solutions (BAE) – генеральный подрядчик государственной программы Великобритании по созданию атомных подводных лодок класса Astute, наиболее современных и сложных АПЛ. В рамках этой программы перед компанией BAE стоит задача построить три АПЛ этого класса. Первая из них спущена на воду 8 июня 2007 года.

Чтобы ускорить процесс разработки изделия, BAE решила отказаться от создания физических прототипов и использовать систему визуализации (Visual Reality, VR), доступ к которой имеют не только специалисты по САПР и ИТ, но и представители рабочих специальностей – сварщики и трубопроводчики, участвующие в постройке субмарины.

При проектировании компания BAE применяет решение PTC CADDS 5 – инструмент, позволяющий инженерным группам одновременно заниматься проектированием, проверкой и изготовлением одних и тех же сборок.

Для интеграции решения PTC с системой VR BAE использовала инструментальные средства Virtualis Virtual Reality, разработанные партнером PTC компанией Virtualis.

Данное решение позволяет с помощью 3D-стереоскопического комплекса выявлять возможные пересечения между компонентами и сборками подводной лодки, благодаря чему изменения в проект удастся внести до начала постройки АПЛ. Используя современные средства визуализации, все специалисты, участвующие в процессе производства, могут просматривать виртуальные 3D-модели в удобных кабинках, расположенных на специальном помосте по периметру субмарины.



▶ пользователи не теряли время на посещение проектно-конструкторских отделов.

Данный проект был отмечен престижной наградой BAE Systems Submarines Chairman's Bronze Award.

BAE Systems

Для проектирования и постройки по заказу ВМС Великобритании эсминцев нового поколения серии 45 была разработана с использованием решений компании PTC среда совместно используемых данных (Shared Data Environment, SDE), предназначенная для безопасного обмена данными и совместной работы генерального подрядчика (концерна BAE Systems, ведомства по снабжению министерства обороны Великобритании), заказчиков и партнеров в рамках расширенного предприятия по выполнению данного проекта. Это одна из первых SDE, поддерживающих новые протоколы совместной работы, определенные в программе закупок SMART министерства обороны Великобритании.

SDE разрабатывалась таким образом, чтобы с ее помощью можно было решать широкий круг задач, в том числе:

- ▶ обеспечение безопасного контроля и обмена данными;
- ▶ поддержка управляемой совместной работы генподрядчика, министерства обороны и ВМС Великобритании;
- ▶ предоставление доступа к данным и совместное использование информации

в реальном масштабе времени;

- ▶ поддержка рабочих процессов для своевременного предоставления необходимых данных конкретным исполнителям;
- ▶ управление конфигурацией изделия на протяжении всех этапов его жизненного цикла – от формирования концепции до вывода изделия из эксплуатации;
- ▶ предоставление развитых средств визуализации информации на каждом рабочем месте;
- ▶ предоставление возможности управления информацией в среде SDE в течение всей жизни изделия



Использованное решение положительно повлияло на сроки изготовления продукции, в том числе:

- ▶ не пришлось тратить время, силы и деньги на физические прототипы;
- ▶ повысилась производительность проектирования и изготовления;
- ▶ доступ к виртуальным моделям и связанным с ними инженерным данным осуществлялся в реальном времени;
- ▶ время загрузки 3D-моделей существенно сократилось;



(Through Life Information Management, TLIM) в соответствии с требованиями министерства обороны Великобритании в рамках программы Contractor Integrated Technical Information Service (CITIS);

- ▶ использование серийно выпускаемых коммерческих приложений (Commercially Off The Shelf, COTS);
- ▶ обеспечение интеграции различных приложений в рамках расширенного предприятия.

Два из восьми судов (Daring и Dauntless) уже спущены на воду, третье находится на стапеле.

МНИ Kobe

Судостроительный завод МНИ Kobe (Япония) совместно со швейцарским центром дизелестроения финской компании Wartsila разработал проект по созданию новой судовой дизельной установки. В своей работе участники проекта использовали построенную с применением решений компании PTC среду совместно используемых данных, что обеспечило общий доступ к нужным версиям различных чертежей. Использование также таких возможностей, как визуализация данных, параллельный инжиниринг и распределение усилий по разработке изделия между несколькими подразделениями позволило достичь поставленной цели: время цикла разработки и стоимость проекта уменьшились вдвое.



DCNS

В 2005 году судостроительная верфь DCNS (Франция) и ее испанский партнер компания Navantia получили заказ от правительства Индии на поставку шести дизельных подводных лодок, причем все они должны были строиться на месте, в Индии. Целью этого соглашения было получение Индией новых технологий, поскольку военно-морское ведомство этой страны планирует в будущем модифицировать данные проекты самостоятельно и в дальнейшем строить подводные лодки собственными силами.

DCNS и Navantia должны были предоставить местной верфи так называемый пакет технических данных, включающий точную и полную трехмерную модель судна, все производственные наряд-заказы (Construction Order Specification, COS), наряд-заказ на покупку (Purchase Order Specification, POS), а также другую производственную и испытательную документацию.

Для поддержки этого проекта менее чем за год было создано с нуля и развернуто решение на базе PTC Windchill. Благодаря данной технологии DCNS, Navantia и другие партнеры и заказчики (верфь и ВМС Индии) могут получать непротиворечивые данные и беспрепятственно обеспечивать общий доступ к информации.

Следующий шаг в реализации проекта – предоставление военно-морскому ведомству Индии возможности предлагать и разрабатывать альтернативные решения или проекты, позволяющие лучше учесть местные ограничения на закупки.

Особенностью данного проекта является большое количество участвующих в нем организаций: два партнера по разработке, два заказчика (местная судостроительная верфь и военно-морское ведомство), а также многочисленные поставщики компонентов для силовой установки, систем вооружения и т. д.

Реализация подобных масштабных коллективных проектов, приобретающих все большую популярность во многих странах мира, становится возможной именно благодаря появлению эффективных способов передачи технологий, применение которых открывает перед промышленными компаниями принципиально новые перспективы для совместного сотрудничества.

Джонатан Бойс (Jonathan Boyce),
вице-президент
по Северной Европе,
Григорий Чернобыль,
ведущий консультант,
PTC Global Services

Создавайте проекты любой сложности.

Pro|ENGINEER® Wildfire® 4.0



Подробности на сайте www.ProE.ru



ЕДИНАЯ ПЛАТФОРМА. СЕРЬЕЗНЫЙ ФУНКЦИОНАЛ. ДЛЯ КОМПАНИЙ ЛЮБОГО МАСШТАБА.

**Всё самое актуальное о Pro|ENGINEER и других решениях PTC
на сайте <http://www.proe.ru/>**