

# ЦИФРОВАЯ ПАРАДИГМА КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ

**Ведущим трендом в развитии современного машиностроения считается внедрение информационных технологий на всех стадиях процессов проектирования и производства. Наличие сквозного цифрового тракта, на который завязаны все служебные и технологические процессы, является залогом конкурентоспособности, как на мировых, так и на внутренних рынках машиностроительной продукции. Внедрение на предприятиях IT-технологий рассматривается как первоочередное инновационное действие, создающее фундамент для прочих инновационных решений.**

## Проблемы военного кораблестроения

Не секрет, что в коммерческом судостроении обеспечение постройки судов в заданное время и в рамках выделенного бюджета является категорическим императивом. Судостроители и покупатели не продвигаются вперед в процессе заключения договора до тех пор, пока не будет достигнуто полное понимание по срокам и стоимости. Это позволяет судостроителю и заказчику подписать договор, который фиксирует цену, сроки поставки и характеристики судна. До начала строительства судостроители проходят несколько ключевых этапов разработки. Завершающим является создание полной трехмерной модели судна. Для этого необходима полная и «окончательная» информация о всех системах, которые будут установлены на борту.

В военном кораблестроении описанную выше передовую практику использовать затруднительно. Для военных проектов характерны амбициозные требования и требуются существенные инвестиции в развитие технологий. При этом далеко не во всех случаях заказчик дает разработчикам время на то, чтобы эти технологии «созрели». В результате нередко оказывается,

что в первоначальном проекте корабля используются устаревшие технические решения. Как следствие, полное понимание усилий и ресурсов, необходимых для выполнения программы, редко достигается на этапах предварительного проектирования и согласования договора на постройку корабля.

Как правило, на момент заключения контракта отсутствует полная информация о системах, которые будут установлены на борту. Это приводит к изменениям конструкции корабля уже в ходе постройки. Начало строительства без детальной проработки и «зафиксированного» состава систем является общепринятой практикой. В результате возникает необходимость в нарушении последовательности работ и перерасходах. Это, в свою очередь, приводит к росту издержек. В свою очередь, это вынуждает ВМФ сокращать количество заказов. Сложившаяся ситуация привлекала внимание к этому вопросу официальных государственных органов, которые выдвинули требование решить данную проблему.

В современных условиях становится очевидным, что организация строительства военных кораблей требует свежего подхода. С помощью применения некоторых инструментов и методов работы, отработанных в коммерческом судостроении, можно найти способ увеличить производительность и в области военного кораблестроения, повысить конкурентоспособность в борьбе за внутренние и экспортные контракты.

## Инновационные решения

Мировая индустрия коммерческого судостроения не только работает в условиях высокой конкуренции, она интегрирует огромное количество различных ресурсов — специалистов, сырья, оборудования, капитала. Сходящиеся со стапелей суда находятся в ряду самых сложных в мире промышленных изделий. Конкуренция и высокая сложность судов способствовали появлению качественного программного обеспечения для решения насущных технических задач. Такое ПО позволило планировать и поддерживать высокоэффективный производственный процесс в течение всего хода строительства судна. В настоящее время в отрасли получают



**Компоновка машинного зала в AVEVA Marine**

распространение интегрированные решения, которые соответствуют особым требованиям судостроителей. Эти продукты могут давать аналогичные преимущества и в военном кораблестроении.

#### Комплексный продукт для кораблестроителей

Примером комплексного подхода к решению задач, характерных для кораблестроителей, служит AVEVA Marine — комплект интегрированных программных продуктов для проектирования и постройки судов в сочетании с открытыми и гибкими решениями по управлению жизненным циклом объекта в целом. Программные продукты AVEVA Marine поддерживают судно на протяжении всего жизненного цикла — от создания первоначального проекта до вывода из эксплуатации.

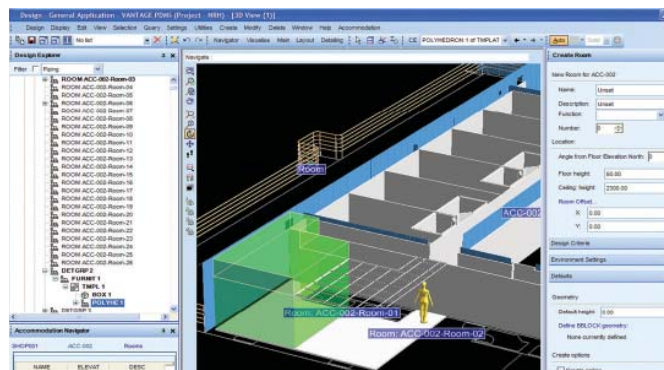
Что касается ориентированности на судостроение, следует подчеркнуть, что AVEVA Marine является решением, созданным специально для проектирования в судостроении. Более того, изначально технология была разработана самими судостроителями. Это не адаптация системы автоматизированного проектирования (САПР) общего применения. Обширные знания в области судостроения и передовой опыт были воплощены в различных модулях системы. Благодаря этому упрощается процесс создания высококачественных, технологичных и обладающих хорошими мореходными качествами судов современной конструкции, а также минимизируется состав квалифицированного персонала.

При использовании AVEVA Marine проект судна создается в единой базе данных. Это обеспечивает высокоэффективную работу, поскольку специалисты различных отделов могут работать совместно над параллельными задачами, при этом все вводные проектировочные данные поступают в одну трехмерную модель, а все выходные результаты отражают текущее состояние проекта. Таким образом, в процессе работы создается своеобразная «виртуальная верфь», соответствующая реальной по всем заданным характеристикам.

AVEVA Marine также использует параметрическое проектирование, основанное на системе правил, везде, где это возможно, что повышает эффективность решения оперативных задач по проектированию и устраняет источники многих ошибок.

#### Проектирование корабля

На первоначальной стадии проектирования каждый корабль начинается как идея. Идея рождается в ответ на эксплуатационные требования, и над ее воплощением должны совместно работать специалисты различных специальностей, чтобы обеспечить комплексность процесса проектирования и его многоступенчатый анализ. На данной стадии скорость работы так же важна, как и качество проектирования, поскольку необходимо избежать общеизвестного «паралича анализа» и быстро прийти к жизнеспособному концепту. В коммерческом судостроении на этой стадии сводятся практически к нулю риски по проекту. В проектировании кораблей всегда будут оставаться риски, но простые в использовании инструменты помогут сократить затраты и задержки путем

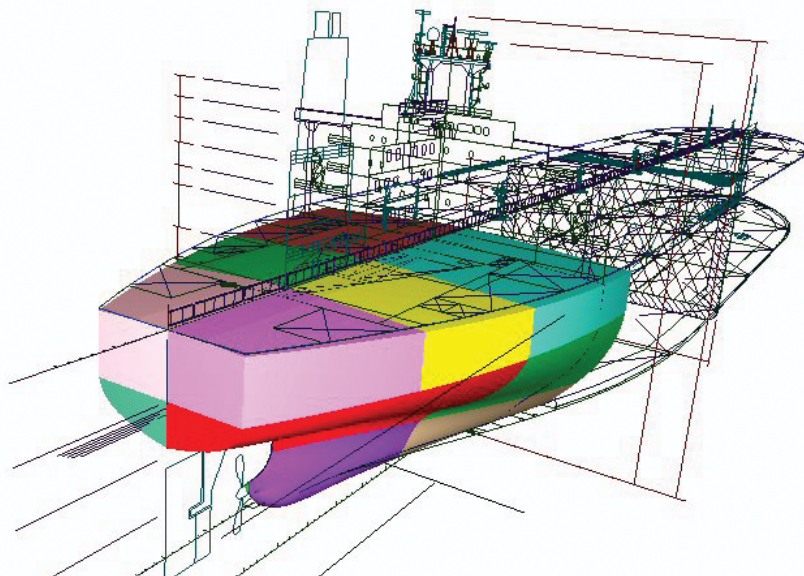


**Эффективное проектирование и детализация жилых помещений в AVEVA Marine**

быстрого создания и уточнения различных вариантов проекта. Для более подробного анализа, необходимого для уникальных требований военных, также можно использовать ПО от сторонних компаний. AVEVA Marine включает в себя приложения, которые позволяют эффективно проводить перекодировки цифрового «опытного образца» в различные форматы.

После того, как из всей массы требований к проекту были выделены основные, и некоторые решения по проекту уже приняты, можно приступать к следующему этапу работы: проектирование конструкций. Это требует наличия двух важных параметров у любой системы, которую предполагается использовать в процессе проектирования корабля.

Во-первых, эта технология должна подходить для проектирования корпуса корабля и соответствовать особым требованиям судостроения, которые отличаются от тех, что приняты при проектировании металлоконструкций. Технология AVEVA Hull Structural Design является узкоспециализированным средством для проектирования судов. Она отслеживает основной



**Создание 3-хмерной модели из 2-хмерных чертежей и распределение блоков в среде AVEVA Marine**

замысел проекта и генерирует элементы металлоконструкций, которые соответствуют данному замыслу.

Во-вторых, когда речь идет о закупках военной техники, постоянные изменения технических условий неизбежны в свете меняющихся обстоятельств и вероятных угроз. Это заставляет постоянно вносить изменения в проект. AVEVA Hull Structural Design позволяет производить такого рода изменения быстро и интерактивно путем перетаскивания, добавления или удаления переборок

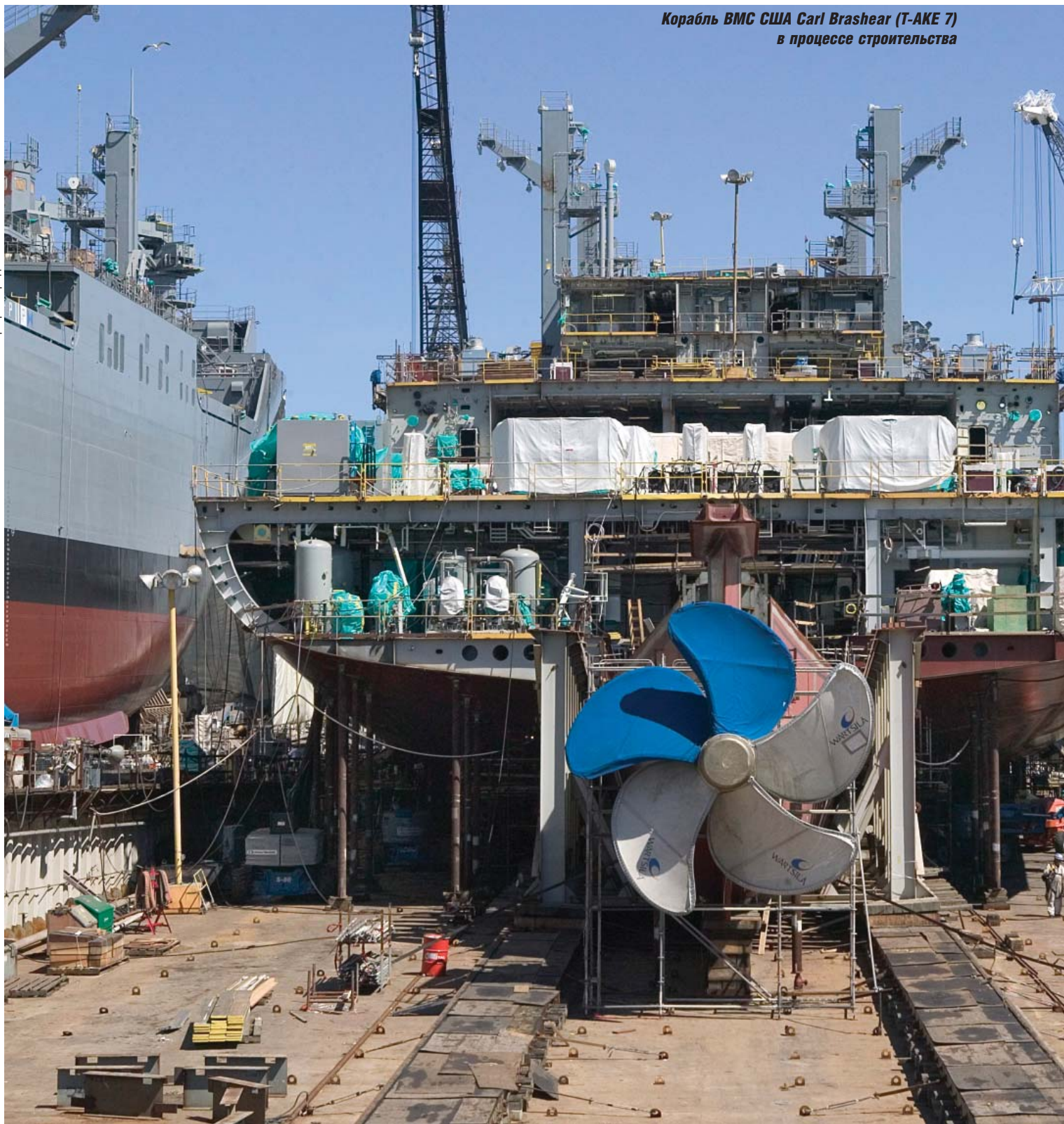
и палубных секций. Поскольку конструктивные элементы являются «интеллектуальными» и поддерживают взаимосвязи друг с другом, все соответствующие проектные зависимости автоматически обновляются при внесении изменений.

Уже на данной стадии принято определять разделение между отдельными блоками конструкции, подходящее для постройки корабля на конкретной верфи. Это упрощает производственное планирование путем распределения конструкции в соот-

ветствии с возможностями верфи (размеры, грузоподъемность крана) или ответственностью участников проекта. Процесс может быть заново запущен в любой момент, позволяя реализовать позднее решение использовать другую верфь или же спроектировать однотипное судно на базе конструкции головного корабля с иной разбивкой элементов для соответствия требованиям другой верфи.

Также на данной стадии важно проверить проект конструкций методом конеч-

фотография предоставлена компанией General Dynamics MASCO



**Корабль ВМС США Carl Brashear (T-AKE 7)  
в процессе строительства**

ных элементов. Оптимальным решением для этого служит модуль AVEVA Hull Finite Element Modeller. Данное решение было разработано совместно с производителями коммерческих судов и военных кораблей, идеально сочетается с AVEVA Hull Structural Design. Модуль обеспечивает быстрый перевод трехмерной модели в идеализированную сетку для экспорта в широко используемое приложение анализа механических свойств ANSYS или в нейтральный формате XML.



В конечном итоге, Hull Structural Design дает важные выходные данные для последующих процессов, включая классификационную документацию, первоначальную оценку по материалам и длине сварных швов, отчеты о весе и центре тяжести. Чем раньше такая информация будет доступна, тем более эффективны будут заказ материалов и производственное планирование.

На стадии рабочего проектирования корпуса задействуется модуль AVEVA Hull Detailed Design. Путем генерирования производственных данных, оптимизированных под сооружения конкретной верфи, эта технология закладывает основу эффективного строительства корабля. Как и все решения AVEVA, Hull Detailed Design основано на системе правил, что позволяет обеспечить соответствие конструкции используемым стандартам, снизить зависимость от опыта специалистов и устранить множество источников ошибок.

Качественность и точность рабочего проекта определяет точность и эффективность последующего процесса строительства. Здесь снова становятся очевидными преимущества специализированного судостроительного решения; судостроение абсолютно не сравнимо с обычными процессами производства. Hull Detailed Design включает в себя ряд специализированных функций для создания «удобной для производства» конструкции корабля. Это и фаски с изменяемым углом на кромках пластин для оптимальной подготовки сварных швов, и учет допусков на усадку от сварных швов и изгиба пластин, и автоматический раскрой деталей, и контроль точности, и тому подобные решения.

Из базы данных модели автоматически генерируются подробные высококачественные выходные данные, которые включают в себя множество различных чертежей, отчетов и других данных. Hull Detailed Design также обеспечивает высокую производительность в ходе изготовления листовых деталей и сборки, предоставляя обширные функции для автоматизации производства. Они включают в себя алгоритмы раскройки листа и данные для станков с ЧПУ или для автономных систем программирования сварочных роботов.

Специализированное приложение AVEVA Room Design упрощает задачу проектирования помещений корабля. Изменение конструкции, например, перемещение переборки, немедленно приводит к обновлению конструкции затронутых отсеков. Отверстия для иллюминаторов, дверей и люков автоматически включаются в конструкции затрагиваемых стальных листов. Расход материалов (краска, изоляция, обшивка и т.д.) рассчитываются и включаются в ведомости материалов, которые могут быть подготовлены по каждому помещению, что обеспечивает эффективное производственное планирование, исполнение и проверку.

Проектирование систем корабля начинается параллельно с проектированием корпуса, постепенно достигая стадии насыщения. AVEVA Marine включает в себя обширные функции по проектированию судовых систем, совместимых с линейкой продуктов для производственных предприятий. Схемы трубопроводов и КИПиА прекрасно поддерживаются приложением AVEVA Schematic Model Manager, который обеспечивает импорт и интеграцию технологических схем, созданных в любой авторизованной системе, совместимой с международным стандартом ISO 15926. После импортирования в базу данных проекта можно выявить любые несогласованности между чертежами технологических схем и использовать интегрированную схему системы для получения трехмерного проекта посредством приложения AVEVA Schematic 3D Integrator.

В процессе проектирования военного корабля появляются много уникальных элементов, таких как системы вооружений, радары, эхолоты и другое оборудование, поставляемое специализированными подрядчиками, которые используют различные САПР. Подробная информация по многим системам зачастую ограничена и у проектировщика возникают проблемы с их расположением на корабле. Для упрощения интеграции данного оборудования компания AVEVA предоставляет приложение AVEVA Mechanical Equipment Interface — интерфейс, совместимый с STEP AP203 для двунаправленного обмена трехмерными данными с САПР сторонних компаний.

#### Кропотливая работа

AVEVA Marine включает в себя встроенные функции и дополнительные компоненты для упрощения многих рутинных, трудоемких задач, таких как выбор, проектирование и позиционирование большого количества труб и опор кабельных лотков, прокладка и выбор электрических кабелей, расчет напряжений трубопроводов, а также проектирование, монтаж и управление системами КИП. Иначе этот кропотливый труд фактически может занять непропорционально большую часть времени работы над проектом, особенно если на поздних этапах проектирования случаются частые изменения.

Приложения AVEVA Assembly Planning и AVEVA Weld Planning обеспечивают стратегию и тактику производственного планирования. AVEVA Weld Planning обеспечивает эффективное использование возможностей сварочных роботов. Assembly Planning работает на уровне судна в целом — сборке корпуса со всеми элементами оборудования, и обеспечивает интерактивное планирование с оптимальной стратегией по сборке блоков. AVEVA Assembly Planning позволяет технологу разбить суд-



**Будущий авианосный корабль Великобритании**

но на нужные блоки, указать те комплекты, которые должны быть включены, оценить и уточнить такого рода разделение и, в конце концов, представить необходимую производственную информацию.

AVEVA Marine включает в себя важнейшие функции для обеспечения самого эффективного и точного процесса постройки. Некоторые из них могут быть классифицированы как «проектирование для постройки», в то время как остальные сконцентрированы на производительности и качестве процессов постройки, таких как раскрой и сварка.

#### Управление проектными данными

Решения AVEVA Marine и AVEVA NET отвечают за эффективное управление проектными данными. При строительстве большого военного корабля работа обычно разбивается между двумя или тремя ведущими подрядчиками, у каждого из которых имеется несколько подразделений. AVEVA Global эффективно поддерживает работы по такому проекту и позволяет любому количеству участников, даже территориально удаленным друг от друга, работать совместно над общим проектом.

Одно из средств для управления работами со сложными и насыщенными деталями конструкциями — приложение AVEVA Clash Manager, которое обеспечивает подробную отчетность по всем коллизиям — как «твердым» (пересечения твердых тел) так и «мягким» (с зарезервированными объемами для доступа или для безопасности), или с промежуточными случаями.

AVEVA Review является оптимальной технологией для выполнения обзора трехмерной конструкции по различным дисциплинам. Оно обеспечивает сквозную визуализацию судна в высоком разрешении и включает в себя мощные функции анимации, например, загрузку боеприпасов или приведение вертолета в боевое положение. Способность AVEVA Review создавать фотореалистичные и анимированные изображения на любой стадии проектирования имеет особую ценность для программ ВМФ, где важным требованием является информирование о статусе работ лиц, не являющихся техническими специалистами, как то чиновников правительства.

#### Управление жизненным циклом

AVEVA NET — решение для управления жизненным циклом объекта (PLM). Оно предоставляет платформу для интеграции и использования всех видов данных на протяжении всего жизненного цикла корабля. Решение очень гибкое и может быть оперативно настроено под требования проекта.

Управление информацией по постройке корабля охватывает несколько областей: сортировка и контроль растущего объема данных по кораблю, руководство рабочим процессом и контроль за расходом материалов. В настоящее время корабль может быть создан с использованием исключительно цифровых данных, но цифровые данные подразумевают широкое разнообразие форм, от комплексной 3D модели до индивидуальных документов. AVEVA NET может работать с любым видом информации, вне зависимости от ее источника.


Во многих случаях цифровой модели существующего корабля может не быть, и даже статус нового корабля точно не известен, что создает определенный уровень рисков по проектам модернизации. В этом случае у компании AVEVA есть эффективное решение — AVEVA Laser Model Interface, которое доказало свою эффективность в таких применениях, как изменение и переоборудование морских нефтяных и газодобывающих платформ.

Данное приложение работает с рядом патентованных технологий лазерного сканирования для быстрого создания точных и подробных трехмерных изображений частей корабля, которые затем могут быть импортированы в AVEVA Marine. Вне зависимости от того, было судно создано в AVEVA Marine с нуля или проектные данные перенесены в эту систему, его модернизация может быть выполнена в AVEVA Marine, а новый жизненный цикл может контролироваться в AVEVA NET. На многих верфях выполняется широкомасштабное обратное проектирование, которое было бы неосуществимо без AVEVA NET.

#### Зарубежный опыт

Суда, спроектированные с помощью продуктов AVEVA — это подводные лодки, авианосцы, фрегаты и новейшие корабли из композитных материалов. Решения AVEVA Marine используют 43 из 50 ведущих коммерческих судостроителей, и небольшие верфи также все в большей мере следуют этой тенденции.

В настоящее время все индийские и корейские военные корабли строятся с использованием AVEVA. Решения компании также применяются в военно-морском проектировании в Колумбии, Германии, Японии, Сингапуре, Швеции, Таиланде, Турции, Великобритании и США.

В Австралии AVEVA Marine была выбрана для поддержки всего жизненного цикла национального флота подводных лодок класса Collins. Реализация системы включала в себя успешную адаптацию моделей от САПР сторонних компаний. В Германии компания Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH (HDW) использует AVEVA Marine Hull на всех новых проектах по подводным лодкам с января 2010 года. В США компания Lockheed Martin использует решения AVEVA Marine по системе вооружений Эгиды, размещенной на первом эсминце Республики Корея класса KDX-III, который также был спроектирован и построен с применением AVEVA Marine. 

**Корабль ВМС США Richard E. Byrd (T-AKE 4)**

