

# Применение универсальных общемашиностроительных систем автоматизированного проектирования в судостроении

В первой части настоящей статьи были рассмотрены общие вопросы целесообразности и перспективности применения общемашиностроительных CAD/CAM/CAE-систем в судостроительной отрасли и был сделан вывод о том, что одной из основных сложностей использования универсальных решений в любой предметной области является отсутствие в них на начальных этапах внедрения интегрированных инструментов для решения прикладных инженерно-технических задач и реализации специализированных процессов и методик проектирования. В данной публикации рассматривается, какие именно особенности процесса проектирования судов и кораблей как сложнейших технических объектов требуют первоочередного отражения в универсальных решениях для их эффективного применения в отрасли.

Прежде всего, составим общую картину собственно процесса проектирования судна. Существуют несколько вариантов его представления. Одним из классических является так называемая "Спираль проектирования" (рисунок), которая предполагает деление процесса проектирования на четыре основных этапа (витка спирали):

- ▶ предэскизное проектирование;
- ▶ эскизное проектирование;
- ▶ техническое проектирование;
- ▶ рабочее проектирование.



Спираль проектирования

Иногда первые два этапа объединяют в рамках "Технического предложения" или, как его иначе называют, "Концептуального проекта".

Каждый последующий этап является развитием и детализацией предыдущего, поскольку проектанты обращаются к решению одних и тех же задач на разных этапах процесса проектирования. Вообще, "спиральный" подход весьма распространен не только в судостроении, но и во многих других областях.

Рассмотрим подробнее задачи, решаемые на каждом из этих "витков":

- ▶ Предэскизное проектирование. На этом этапе создаются предварительные эскизы общего расположения, одновременно рассчитываются объемы помещений, устанавливаются в первом приближении основные размеры, принимаются подходящие значения коэффициентов формы, определяется водоизмещение и рассчитывается мощность главных двигателей. Затем определяется укрупненная весовая нагрузка и выполняется расчет остойчивости, по результатам которого судят о приемлемости первоначально выбранных размеров и объемов.
  - ▶ На стадии эскизного проектирования разрабатывается конструкция корпуса, рассчитывается местная и общая прочность, строятся кривые элементов теоретического чертежа, исследуется остойчивость поврежденного и неповрежденного корабля. Затем производятся модельные испытания с целью уточнения характеристик скорости и мощности. По сути, эта стадия является уточнением предэскизного проекта.
  - ▶ Техническое проектирование (другое название "Классификационное проектирование"). Целью этого этапа является разработка полного комплекта чертежей и спецификаций для разработки рабочей документации. Технический проект может рассматриваться как процесс дальнейшей детализации.
  - ▶ Этап рабочего проектирования имеет своей задачей разработку рабочих чертежей, перечней изменений, графиков постройки, заказов на работы, заказных ведомостей на покупное оборудование и т. д. – то есть рабочей конструкторской документации (РКД).
- Из приведенной общего описания процесса проектирования следует, что первостепенными задачами, которые стоят перед разработчиками универсальных

CAD/CAM/CAE-решений для применения их в судостроительной отрасли, являются:

- ▶ формирование поверхности корпуса судна (обводов); разбиение корпуса судна на отсеки;
- ▶ проектирование конструкции корпуса (поверхности палуб, переборок, внутренние детали и т.д.);
- ▶ выполнение расчетов по гидромеханике, теории корабля.

К особым задачам следует отнести проектирование судовых двигателей, судовых энергетических установок и некоторые другие.

Какие-то из этих задач уже нашли свою реализацию в универсальных системах автоматизированного проектирования, а какие-то еще только предстоит решить. Показательным примером положительной динамики в этом вопросе является CAD/CAM/CAE-система высокого уровня компании Dassault Systemes – CATIA V5R17, в которой имеются и постоянно совершенствуются специализированные судостроительные модули для формирования поверхности корпуса, разбиения судна на отсеки, проектирования корпусных конструкций (модули CATIA Structure Preliminary Layout, Structure Functional Design, Ship Structure Detail Design и др.). В системах высокого уровня других производителей также ведется интенсивное развитие судостроительного направления.

В свою очередь, задачи автоматизации конструкторских работ в таких областях, как проектирование трубопроводов, электрики, машин, механизмов, устройств и систем различного назначения, не имеют существенных специфических особенностей применительно к судостроению и эффективно решаются с незначительной адаптацией с помощью стандартных модулей универсальных CAD/CAM/CAE-систем (CATIA, Unigraphics, Pro/ENGINEER). Причем функциональность универсальных решений в этих областях, за счет широкого распространения и учета требований различных отраслей промышленности, чрезвычайно широка и значительно превосходит возможности аналогичных модулей специализированных отраслевых САПР. Кроме того, для упомянутых выше задач реализовано множество прикладных инженерно-технических расчетных модулей как непосредственно в самих САПР, так и в виде интегрированных с ними внешних приложений сторонних разработчиков (LMS International, MSC Software Corporation, Ansys и др.).

На данный момент выполнение расчетов по теории корабля и другим “корабельным” дисциплинам в специализированных решениях реализовано более широко, чем в универсальных. Однако, как показал опыт автомобилестроения и авиакосмической промышленности, развитие аналитических возможностей универсальных систем является лишь вопросом времени (например, уже созданы специализированные расчетные комплексы по вычислительной гидродинамике для САПР высокого уровня), и важным преимуществом универсальных решений в этом плане является то, что они построены на мощнейших математических ядрах (математическое ядро – пожалуй, самый дорогостоящий элемент разработки любой САПР) и обладают открытыми архитектурами (например, Component Application Architecture – САА компании Dassault Systemes), позволяющими создавать любые дополнительные приложения внутри систем, ис-

пользуя всю широту уже реализованной функциональности, а также легко интегрировать внешние расчетные приложения на основе стандартных технологий программирования. Кроме того, в процессе развития специализированных аналитических приложений для решения инженерно-технических задач общих дисциплин проектирования были созданы многочисленные “решатели”, реализующие множество численных методов и математических моделей. Эти приложения являются фундаментальной основой разработки программного обеспечения для решения новых прикладных задач.

К преимуществам высокоуровневых САПР универсального назначения, как уже говорилось выше, относится наличие встроенных инструментов Knowledge Ware, то есть средств реализации методологии проектирования на основе накопленных в отрасли знаний и правил. Важность этих средств для судостроения обусловлена, в частности, тем фактом, что судно проектируется и строится в строгом соответствии с правилами конкретного классификационного общества (Российский Морской Регистр Судоходства, RINA, DNV, BV или др.), а также со множеством других нормативных документов, технических регламентов, экологических требований и нормативов. Автоматизация проверки всего многообразия ограничений на регулярной основе и в автоматизированном режиме по всему электронно-цифровому макету судна в рамках единой распределенной информационной среды позволяет значительно сократить время выполнения и стоимость проекта.

При проектировании сложных судов с высокой степенью технического насыщения (океанских круизных лайнеров, океанских яхт и т.д.) остро встает проблема размещения большого количества оборудования в ограниченном пространстве с одновременным обеспечением высокого уровня эргономичности и ремонтпригодности. Эта задача характерна не только для судостроения, но и для авиастроения, автомобилестроения, электроники и многих других отраслей. Поэтому универсальные САПР и решения по информационному сопровождению жизненного цикла изделия в целом (PLM) обладают широким набором инструментов для решения этих задач, что является еще одним и чрезвычайно важным преимуществом этих решений перед специализированными системами.

Подведем очередные итоги:

1. универсальные САПР уже сегодня позволяют эффективно решать многие специальные задачи проектирования кораблей и судов, а решение остальных – дело недалекого будущего;
2. в общих дисциплинах проектирования универсальные системы превосходят возможности специализированных отраслевых решений;
3. универсальные решения можно рассматривать как перспективную и надежную платформу для интеграции и развития информационных технологий всех участников жизненного цикла судна.

**Д. А. Липис, руководитель деп. маркетинга,  
А. В. Машин, руководитель деп. PLM-технологий,  
ЗАО “Центр Информационных Технологий Мебиус”**

**Продолжение следует**