

ПРОГРАММНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС «ВИРТУАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИ-СЛОЖНЫЙ ОБЪЕКТ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ»

INTEGRATED SOFTWARE AND INFORMATION PACKAGE «VIRTUAL SOPHISTICATED OBJECT OF MARINE ENGINEERING»

И. В. Дикшев, И. Б. Пьянков (Москва)

На протяжении последнего десятилетия в судостроительной индустрии прослеживается тенденция по сокращения технологического отставания от ведущих западных стран, в том числе в области информационных технологий. Главным образом, это объясняется переходом промышленности на инновационный путь развития и внедрением программных информационных комплексов на базе технологий PDM, PLM, CALS, CAD.

Национальные информационные технологии для судостроения целесообразно создавать с учетом опыта стран-членов «НАТО» (NATO), имеющих достижения в данной области, например – выполнять разработку моделирующих комплексов и создание виртуальных прототипов судов в рамках концепции высокоуровневой архитектуры [1].

Одна из главных проблем, встающих при внедрении «коробочных» решений западных поставщиков программного обеспечения (ПО), заключается в принципиальном различии бизнес-процессов, заложенных в ПО, и процессов реального проектирования на предприятии. Во многом это обусловлено различием школ проектирования, различием отечественных и западных нормативных документов. В рамках подходов системной инженерии [2] решением данной проблемы является внедрение интегрированной информационной системы, целиком поддерживающей применяемую в конструкторских бюро (КБ) практику проектирования и обеспечивающей единое информационное пространство.

Именно эти подходы легли в основу программного информационного комплекса (ПИК) «Виртуальный технически-сложный объект морской техники» («Виртуальный ТСО МТ»).

ПИК «Виртуальный ТСО МТ» предназначен для применения на стадии концептуального проектирования технически сложных объектов морской техники с целью автоматизации деятельности разработчиков.

Главной целью разработки и внедрения ПИК «Виртуальный ТСО МТ» является повышение конкурентоспособности новой российской продукции в сфере военно-промышленного комплекса (ВПК) и обеспечении возможности импортозамещения за счет развития информационных технологий поддержки концептуального проектирования ТСО МТ.

При разработке комплекса были поставлены следующие задачи: автоматизация процесса концептуального проектирования объектов морской техники; изучение и апробация современных программных средств проектирования; повышение качества концептуального проекта за счет сокращения числа ошибок и затрат на их исправление на последующих стадиях; создание и отработка технологии проектирования на базе современных программных средств согласно применяемым в КБ практикам проектирования; кооперация с отделами КБ для повышения качества комплекса; реализации уникальных расчетных методик оценки тактико-технических характеристик (ТТХ); органичное включение комплекса в информационную среду КБ; разработка универсальной технологии для создания комплексных имитационных моделей, поддерживающего моделирование нескольких ТСО на основе подхода высокоуровневой архитектуры; отра-

ботка технологии по совместному созданию комплексной имитационной модели между несколькими независимыми разработчиками расчетных моделей.

Для решения приведенных задач был выбран стек технологий французской компании Dassault Systemes – платформа V6 [3]. Входящие в платформу V6 программные продукты были существенно переработаны для обеспечения рабочего процесса КБ. Кроме того, была разработана информационная модель одного из вариантов подводной лодки (ПЛ). В дальнейшем информационная модель изделия должна стать единой цифровой моделью ТСО, и войти в состав отчетной продукции наравне с сопроводительной документацией, с целью снижения затрат на сопровождения изделия на протяжении всех этапов жизненного цикла ТСО.

Процесс проектирования с помощью ПИК «Виртуальный ТСО МТ». В программно-информационный комплекс был заложен следующий процесс работы [4]: формирование проектных требований; формализация проектных требований; определение вариантов исполнения; оценка технических характеристик; технологическая и плано-проектная оценка; оценка стоимости; имитационное моделирование.

Формирование проектных требований. Для начала процесса концептуального проектирования ТСО формируются общие проектные требования, определяющие технический облик ТСО, основные тактико-технические характеристики, перечень выполняемых задач, временные рамки и ресурсы для создания ТСО.

Формализация проектных требований. Непосредственно работа конструктора в ПИК начинается на стадии формализации требований. Этот этап имеет определяющее значения для будущего проекта ТСО МТ и заключается в переводе требований исходного технического задания в измеряемые параметры информационной модели ТСО. Изменяемые параметры при этом могут быть заданы в виде точного значения или диапазона допустимых значений. Для упрощения этой операции в комплексе предусмотрены типовые модели требований.

Определение вариантов исполнения. Концептуальное проектирование характеризуется значительной неопределенностью в требуемых характеристиках ТСО, а также неопределенностью способа достижения этих характеристик. Поэтому одним из основных методов проектирования является вариантный метод, которые подразумевает в разработку не одного, а нескольких вариантов исполнения ТСО МТ. Как правило, новый вариант разрабатывается на базе предыдущего, но так чтобы обеспечить достижение или улучшить тактико-технические характеристики ТСО МТ. Кроме того, может выполняться проработка вариантов с близкими характеристиками (например, с одинаковой скоростью полного хода и временем автономности), но содержащих в своей основе принципиально разные конструкторские решения. Из множества вариантов концептуального проекта ТСО в результате должен быть выбран оптимальный для последующей разработки на стадиях эскизного и технического проектирования проект.

Оценка технических характеристик. Для оценки технических характеристик применяют методики приближенного расчета: определяются объемное водоизмещение ПЛ, главные измерения, нагрузка, путем размещения крупногабаритного оборудования выполняется удифференровка. Все оценочные алгоритмы реализованы в ПИК «Виртуальный ТСО МТ» на основе методик, применяемых при проектировании в КБ в настоящее время.

Технологическая и плано-проектная оценка. Для оценки технологических и плано-проектных характеристик ТСО МТ используются методики, разработанные совместно со специалистами КБ. Каждая методика включает входные и выходные данные и алгоритм расчета, состав алгоритмов может дополняться и расширяться, что обеспечивает возможность обновления и расширения возможностей программного обеспечения комплекса при эксплуатации.

При расчете характеристик эксплуатации определяются продолжительность и трудоемкость мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту ТСО МТ, формируется эксплуатационный цикл, согласно которому рассчитываются годовые затраты на эксплуатацию ТСО МТ, выполняется анализ оборудования ТСО МТ в части обеспечения требований к его долговечности, выполняется построение графика работ по созданию ТСО.

Оценка стоимости. В ходе расчета экономических характеристик определяются такие основные параметры, как затраты на жизненный цикл ТСО МТ и отдельные его составляющие, продолжительность создания ТСО МТ, стоимость систем и комплектующего оборудования ТСО МТ.

Алгоритмы расчета экономических характеристик и характеристик эксплуатации используют для вычислений в качестве входных данных численные значения характеристик информационной модели ТСО МТ, такие как нормальное водоизмещение, объем корпуса, масса, марка энергетической установки.

Изменения в значениях характеристик ТСО МТ визуализируются на параметризованной геометрической 3D-модели объекта.

Имитационное моделирование. После завершения формирования вариантов исполнения и оптимизации их характеристик, конструктор отбрасывает заведомо неподходящие варианты и утверждает подходящие.

С целью получения дополнительных исходных данных для выполнения последующих стадий разработки ТСО, таких как эскизный и технический проект, выполняют имитационное моделирование. При имитационном моделировании оценивается поведение проектируемого ТСО в водной среде, взаимодействие с окружающей средой и другими ТСО на основе виртуального прототипа.

В ПИК «Виртуальный ТСО МТ» имитационная модель строится согласно концепции стандарта IEEE 1516 [5]. С технической точки зрения используется собственная реализация стандарта – шина KM-BUS, поскольку другие реализации стандарта (например, PitchRTI [6]) не обеспечивают требуемый уровень надежности и производительности. В ходе имитационного моделирования привлекались специалисты КБ по электрике, динамике, перспективному проектированию и информационным технологиям.

Имитационная модель строится на основе концепции федерации, состоящей из взаимосвязанных математических моделей, что в процессе моделирования обмениваются по сети данными. Применение концепции федерации [7] позволяет решить следующие задачи: обеспечить распределение вычислений; реализовать возможность использовать один и тот же федерат в разных моделях; предоставить возможность моделировать большое количество одинаковых подсистем с помощью копий единой разработанной федераты.

В процессе работы была создана собственная реализация программной высокоуровневой архитектуры (High Level Architecture) и реализация инфраструктуры времени исполнения (Runtime Infrastructure). Для разработчиков математических моделей предоставляется программные интерфейсы для использования на языках C/C++ и Java.

Комплексная имитационная модель поведения двух ТСО – экскурсионной прогулочной лодки и моторного катера – включает следующие федераты [8] (рис. 1): подводный аппарат; гидродинамика; аэродинамика; датчики; управляющая поверхность; подруливающее устройство; гребной винт; движители; автопилот (авторулевой); цистерны главного балласта; дифференциальная система; уравнивательные цистерны; окружающая среда; визуализация; пульта.

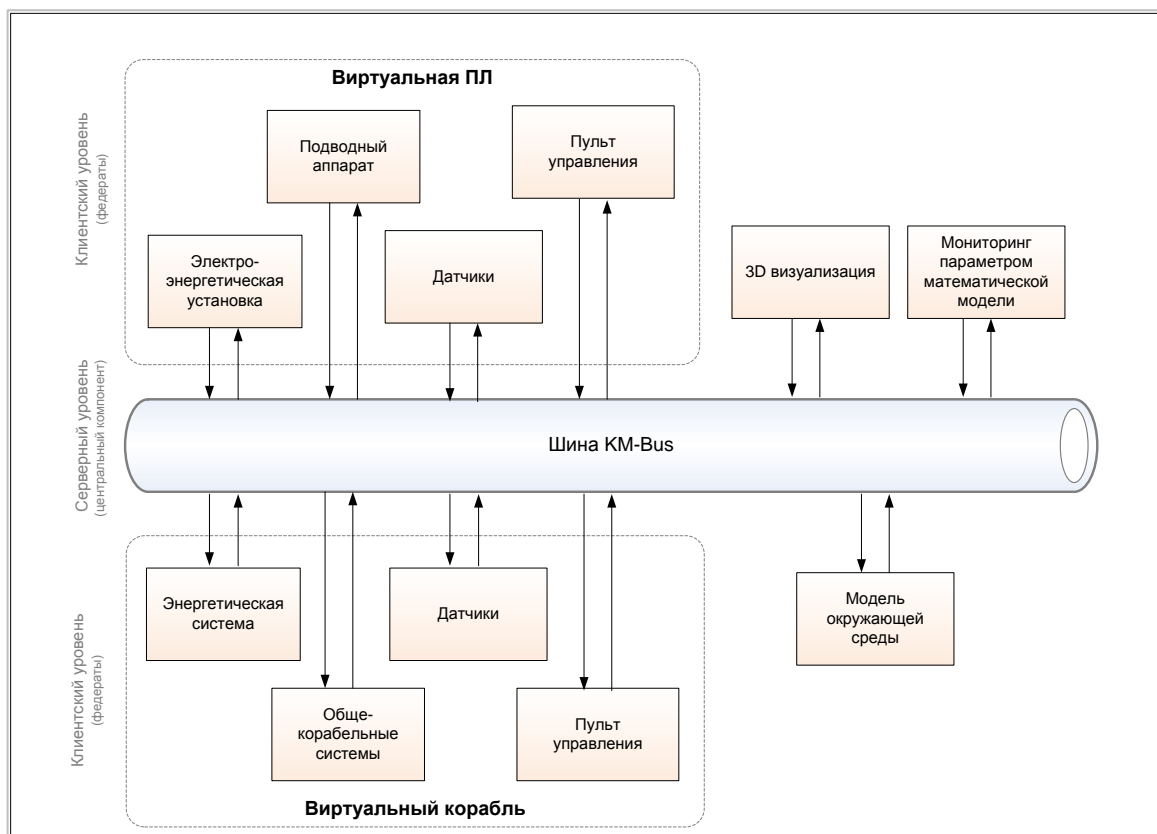


Рис. 1. Схема федератов имитационной модели объекта

Выходом процесса концептуального проектирования в ПИК «Виртуальный ТСО МТ» является модель ТСО в виде виртуального прототипа, а также информационная модель, содержащая все рассчитанные характеристики. Такой виртуальный прототип может применяться для демонстрации технического облика будущего ТСО и для уточнения исходных данных для последующих стадий проектирования.

Заключение

В результате опытно-конструкторской работы по созданию ПИК был разработан программный информационный комплекс концептуального проектирования.

Повышение качества концептуального проекта осуществляется за счет разработки имитационной модели ТСО, позволяющей на последующих стадиях проектирования получать дополнительные исходные данные, путем выполнения сценариев моделирования.

Вся информация по проекту хранится в едином центре, обеспечивающем автоматизированный контроль целостности данных. Разработанные программно-информационные средства ранее не применялись в отечественных КБ для проектирования ТСО. В состав комплекса входят следующие уникальные алгоритмы и методики оценки характеристик ТСО: определение объемного водоизмещения и главных измерений; определение нагрузки; определение энергетических параметров; удифференровка; определение затрат на жизненный цикл ТСО МТ; определение стоимости создания ТСО МТ по аналогу; определение стоимости неатомной подводной лодки; определение стоимости систем ТСО МТ; определение характеристик строительства ТСО МТ; определение характеристик технического обслуживания ТСО МТ; определение характеристик эксплуатационного цикла ТСО МТ; определение годовой стоимости эксплуатации ТСО МТ. Разработана уникальная реализация программной шины для проведения имитационного моделирования, соответствующая концепции стандарта IEEE 1516 и обес-

печивающей универсальный программный интерфейс для подключения расчетных программ-федератов в единую комплексную модель.

Разработанный ПИК «Виртуальный ТСО МТ» обладает универсальностью. Комплекс может быть применен как при доэскизной проработке, так и на стадии эскизного проекта для разработки подводных аппаратов другого типа. ПИК может быть адаптирован для проектирования таких ТСО, как необитаемый подводный аппарат, плавучие станции, подводные терминалы и т.п.

Дальнейшее развитие комплекса будет идти по пути детализации информационной модели ТСО с целью поддержки разработки и выпуска конструкторской и технологической документации, что позволит готовить конструкторскую и технологическую документацию на основе информационной модели ТСО. Это позволит существенно упростить процесс взаимодействия КБ и завода-изготовителя, тесно интегрировав стадии проектирования, конструирования и постройки.

Комплексная информационная модель также может служить на стадии поддержки эксплуатации. На основе разработанной параметрической 3D модели ТСО могут разрабатываться интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР). Такой подход создания ИЭТР позволит свести к минимуму неточности представления модели ТСО, поскольку интерактивные руководства будут разработаны на основе той же информационной модели, что и конструкторская документация.

Комплекс также может быть адаптирован для применения при ситуационном моделировании аварии на объекте. Имитационная модель ТСО поддерживает необходимые виртуальные средства для отработки различных сценариев аварий. В режиме псевдо-реального времени оператор может получить доступ к данным телеметрии по любой системе ТСО, а также в интерактивном режиме наблюдать на 3D сцене развитие сценария моделирования.

Литература

1. STANAG 4603 – Modelling and Simulation Architecture Standards for Technical Interoperability: High Level Architecture (HLA). NATO, 2008.
2. SE Handbook Working Group, System engineering handbook, International Council on Systems Engineering, 2011.
3. Dassault Systems Online Documentation: ENOVIA Unified Live Collaboration. URL: http://media.3ds.com/support/documentation/product/V6R2013/en/English/FrontmatterMap/DSDocENOVIA_ULC.htm
4. Проектирование подводных лодок. Ю. Н. Кормилицин, О. А. Хализев, Санкт-Петербург, 1999.
5. IEEE 1516-2010 – Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) – Framework and Rules // IEEE Std 1516-2010 (Revision of IEEE Std 1516-2000), 2010.
6. Pitch pRTI [Online]. URL: <http://www.pitch.se/products/prti>
7. HLA RTI – Run Time Infrastructure – MAK RTI [Online]. URL: <http://www.mak.com/products/link-simulation-interoperability/hla-rti-run-time-infrastructure.html>
8. SISO-STD-003-2006 – Base Object Model (BOM) Template Specification. Simulation Interoperability Standards Organization (SISO), 2006.