

М.А. Милованов**КОМПЛЕКС СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОТРАБОТКИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОРАБЕЛЬНОГО РАДИОЭЛЕКТРОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Милованов Максим Александрович, окончил Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. Начальник научно-исследовательского отдела ОАО «ЦНИИ «Курс». Имеет статьи в области моделирования корабельного радиоэлектронного оборудования. [e-mail: mail@kurs.ru].

Аннотация

В статье предложена технология создания комплекса имитационных средств моделирования корабельного оборудования на всех стадиях жизненного цикла корабля, обеспечивающего повышение обоснованности решений, принимаемых на этапах проектирования образца, а также сокращение объемов требуемого обеспечения испытаний, сроков и стоимости их проведения.

Ключевые слова: комплекс средств имитационного моделирования, корабельное оборудование, проведение испытаний.

Введение

Современный корабль представляет чрезвычайно сложную систему, состоящую из множества взаимосвязанных элементов. Необходимость удовлетворения значительного числа зачастую противоречивых требований, связанных со спецификой военно-морской деятельности, определяет сложность конструкции и насыщенность корабля различного рода механизмами и оборудованием. Длительные сроки постройки (в среднем 4–5 лет), применяемые материалы и оборудование, малые для промышленного производства серии обуславливают высокую стоимость корабля как продукта машиностроения. Продолжительный период (20–30 лет и более), а также сложные условия эксплуатации, связанные с возможностью повреждений и аварий, предопределяют необходимость проведения многократных ремонтов и модернизаций, что ведет к непрерывному удорожанию всех этапов жизненного цикла корабля, начиная с предпроектных исследований и заканчивая утилизацией.

По мере развития передовых информационных технологий все большая доля стоимости перспективных кораблей будет приходиться на системы и средства обнаружения, управления, поражения и обеспечения необходимого уровня боевых свойств кораблей. В дальнейшем для единообразия в отношении перечисленных средств и систем будем употреблять термин «радиоэлектронное оборудование» (РЭО), подчеркивающий их техническую природу, основанную на применении современных электронных технологий.

Вопросы отработки взаимодействия корабельного оборудования на всех стадиях жизненного цикла корабля возникают постоянно: в ходе проектирования, при появлении новых образцов техники, при ремонтах и модернизации кораблей. Это связано с тем, что сегодня никто не может дать ответа на вопросы о том, как новый образец будет взаимодействовать с существующими и как это повлияет на эффективность корабля. Узнать ответы на эти вопросы можно, установив образец на корабль. Однако это экономически неэффективно и требует больших временных затрат. Существенно проще сделать это на имитационных моделях и имитаторах.

Имитационные модели и имитаторы совместно со средой моделирования и программно-аппаратным обеспечением образуют комплекс средств моделирования.

Основа комплекса средств моделирования для отработки взаимодействия корабельного РЭО – имитационные модели, копирующие поведение образцов РЭО при их функционировании в процессе эксплуатации. Практически эти модели можно причислить к разряду полунатурных, поскольку программное обеспечение образцов РЭО и информационные пакеты обмена предполагается использовать натуральные, а среду их функционирования (так называемую обвязку) описывать математическими моделями. Возможно также использование тестовых задач на базе имитационных моделей.

Комплекс средств моделирования для отработки взаимодействия корабельного РЭО

Назначением комплекса средств моделирования (КСМ) для отработки взаимодействия корабельного РЭО является обеспечение информационно-аналитического сопровождения всех этапов создания корабля с использованием имитационного моделирования функционирования РЭО корабля.

В соответствии с назначением КСМ РЭО обеспечивает:

- поддержку принятия решений, выполнение расчетов и выработку рекомендаций по совершенствованию свойств корабля;
- повышение достоверности результатов испытаний и обоснованности технических решений, принимаемых на стадии создания корабля;
- задание, анализ и отображение внешней обстановки и прогнозирование ее развития;
- имитационное моделирование;
- выполнение расчетов и выработка по работе РЭО;
- оценка эффективности корабля, в том числе при его действиях в составе соединения, в обоснование принимаемых технических решений при его проектировании, в том числе с целью выбора оптимального варианта состава;
- проверка соответствия технических параметров, получаемых на различных этапах проектирования корабля и в период его постройки, требованиям тактико-технического задания (ТТЗ);
- поддержка процессов отработки, испытаний образцов РЭО и технических средств корабля, включая их совместное функционирование.

Назначение комплекса определяет следующие функциональные требования к опытному образцу КСМ РЭО:

- адаптация под конкретные проекты кораблей;
- учет комплексного использования РЭО в интересах различных задач корабля;
- учет вероятностно-временных характеристик каналов связи и передачи данных, структуры протоколов сопряжения и циклограмм обмена данными;
- возможность проверки частных протоколов сопряжения и определения оценочных характеристик совместного функционирования образцов РЭО;
- разработка сквозных протоколов информационно-логического сопряжения РЭО в составе контуров управления, вероятностно-временных характеристик их взаимодействия и др.

Принцип работы комплекса имитационных средств (КИС) РЭО основан на моделировании поведения различных систем корабля с различным уровнем детализации в соответствии с поставленной задачей. По сути КИС РЭО – это виртуальный конструктор, внутри которого разыгрывается сценарий действий. Объектно-ориентированный подход позволяет задавать в широких пределах и с разной степенью детализации параметры среды, свойства технических объектов и т. д. Принципиально различается два уровня детализации. Первый поддерживает моделирование свойств корабля, вплоть до узлов и агрегатов. Второй моделирует применение сил в составе соединений, где оборудование корабля присутствует как набор определенных свойств данного объекта.

С целью проведения моделирования используется автоматизированная система моделирования, которая применяется для оценки эффективности действий корабля в составе соединения и решения прочих аналогичных задач.

Уровень детального моделирования функционирования образцов РЭО корабля представлен моделями виртуального корабля.

При проведении моделирования требуется большая детализация моделей и помимо общих тактико-технических характеристик (ТТХ) кораблей и их РЭО требуются также сведения об организации информационных контуров кораблей и о протоколах взаимодействия различных образцов техники [1]. Перечень информационных контуров и РЭО, характеристики которых требуются для проведения моделирования, приведены ниже.

На рисунке изображена структурная схема изделия КСМ РЭО.

КСМ РЭО состоит из программной и аппаратной частей.

Аппаратная часть включает в себя:

- сервер моделирования;
- автоматизированное рабочее место управления моделированием;
- автоматизированное рабочее место отображения хода моделирования и имитируемой обстановки.

Программная часть:

- программное обеспечение «Сервер моделирования» предназначено для проведения моделирования с различным уровнем детализации;

Структурная схема КСМ РЭО

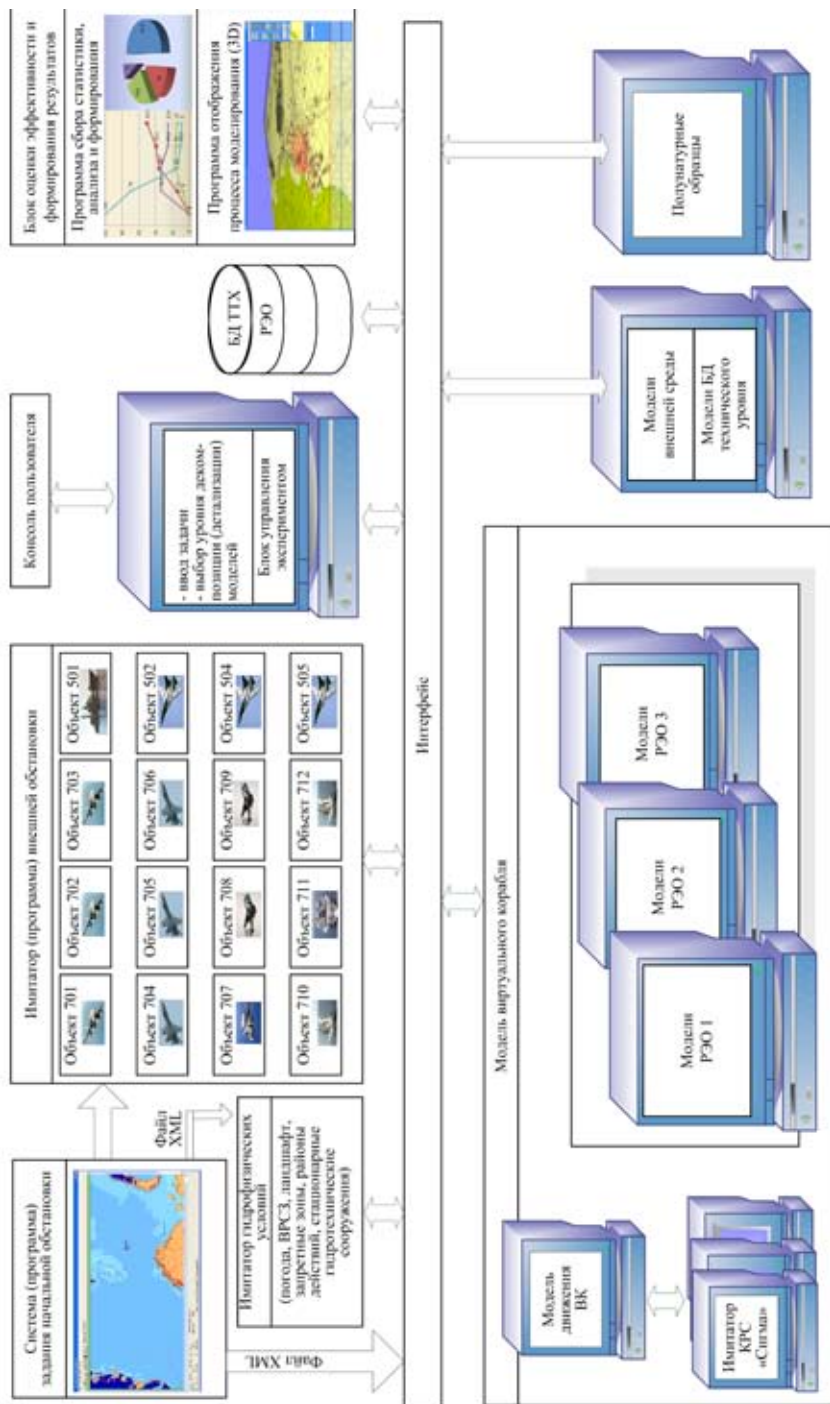


Рисунок. Структурная схема изделия КСМ РЭО

– программное обеспечение «Система задания обстановки» используется для задания условий проведения моделирования, таких как задание целей моделирования, создание и редактирование сценария моделирования;

– программное обеспечение «Система отображения» необходимо для отображения в трехмерном виде и на картографической подложке с использованием геоинформационных систем (для отображения объектов с географической привязкой);

– программное обеспечение «База данных ТТХ»;

– программное обеспечение «Система оценки эффективности и формирования результатов» применяется при оценке проведенных модельных экспериментов и позволяет оценить полученные результаты, а также составить необходимые графики для анализа и выдачи рекомендаций.

Исходные данные для моделирования

Для проведения моделирования необходим разработанный сценарий, который представляет собой набор последовательно поставленных задач для каждого моделируемого элемента (в нашем случае корабля) и маршруты движения корабля. Сценарии моделирования разрабатываются исходя из поставленной задачи с учетом отработки необходимых действий для анализа эффективности.

Для проведения моделирования с помощью автоматизированной системы моделирования необходимы следующие данные [2]:

– сценарий моделирования;

– ТТХ кораблей и РЭО;

– данные о внешней среде в районе, для которого производится моделирование;

– перечень критериев и методик для оценки эффективности.

Данные о внешней среде в районе, для которого производится моделирование, необходимы для учета влияния параметров внешней среды на работу РЭО, учета географических, гидрографических и прочих особенностей района, учета расположения льдов и прочих параметров.

Входная информация должна содержать все необходимые исходные данные для функционирования математической модели обстановки с учетом принятой степени детализации, включая технические данные проектов (типов) кораблей, РЭО, исходное местоположение, построение, оборудование, параметры среды и пр. По форме представления входная информация может быть табличной (например, ТТХ проектов кораблей) или графической (например, исходное местоположение сил, карта). По скорости устаревания данных входная информация может быть постоянной (медленно меняющейся, то есть остающейся неизменной от мероприятия к мероприятию) или текущей, требующей задания или корректуры перед каждым сеансом моделирования. В соответствии с изложенным входную информацию автоматизированной системы моделирования можно структурировать следующим образом:

– постоянная (медленно меняющаяся) информация;

- нормативно-справочная информация (ТТХ проектов, типов и пр.);
- тактическая информация.

Имитация физических и информационных процессов выполняется с помощью функциональных модулей, воспроизводящих во времени изменение состояния моделируемых объектов. Расчеты по функциональным модулям выполняются циклически в определенной последовательности с учетом причинно-следственных связей. Последовательность запуска функциональных модулей и проверка условий запуска должны обеспечиваться управляющей программой (центральным диспетчером).

Как и любая другая система, основанная на принципах имитации, КСМ РЭО выполняет моделирование путем циклического пересчета характеристик моделируемых процессов, а также координат и состояния моделируемых объектов с некоторым дискретным временным интервалом, который называется шагом моделирования. В связи с этим время наступления событий кратно шагу моделирования. Длительность шага определяется принятой степенью детализации. В принципе, сокращение длительности шага позволяет повысить точность моделирования. Однако по достижении некоторого порогового значения, определяемого выбранной степенью детализации, дальнейшее уменьшение шага моделирования уже не дает приращения точности моделирования, а просто приводит к непроизводительным затратам ресурсов электронно-вычислительной машины [3].

Применительно к моделированию процессов тактического масштаба представляется целесообразным принять длительность шага моделирования (дискретность) переменной в пределах от 1 секунды до 1 минуты.

Выходной информацией является моделируемая обстановка, то есть текущие координаты и состояние объектов моделирования, а также события как результат их функционирования, что позволяет:

- выполнить расчет и выработку рекомендаций по применению образцов РЭО корабля;
- оценить эффективность корабля, в том числе при его действиях в составе соединения, в обоснование принимаемых технических решений при его проектировании, а также с целью выбора оптимального варианта состава РЭО корабля;
- проверить соответствие технических параметров, получаемых на различных этапах проектирования корабля и в период его постройки, требованиям ТТЗ;
- осуществить поддержку процессов отработки, испытаний образцов РЭО и технических средств корабля, включая их совместное функционирование.

Таким образом, созданный комплекс представляет своеобразный мост – переходник между двумя мирами – реальным, представленным натурными образцами корабельного РЭО, и виртуальным, состоящим из математических моделей РЭО (виртуальных образцов), а также объектов внешней среды.

Заключение

В результате исследований впервые разработана технология, позволяющая создавать КИС отработки взаимодействия корабельного РЭО на всех стадиях жизненного цикла корабля (многофункциональные полигоны), обеспечивающие по-

вышение обоснованности решений, принимаемых на этапах проектирования образца, а также сокращение объемов, сроков и стоимости проведения испытаний.

Создан аппаратно-программный комплекс, и проведены экспериментальные исследования и испытания отдельных составляющих и КСМ РЭО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ханычев В.В. Информационная модель РЭО корабля в системе управления конфигурациями // Автоматизация процессов управления. – 2004. – № 1 – С. 39–41.
2. Дворников К.А., Илларионов А.В. Применение моделирующих комплексов для оценки эффективности контура ПВО корабля // Проблемы развития корабельного вооружения и судового радиоэлектронного оборудования. – 2013. – № 2 – С. 10–19.
3. Вавилов Д.В. Математические методы при моделировании боевых действий ВМФ при исследовательском проектировании РЭВ // Проблемы развития корабельного вооружения и судового радиоэлектронного оборудования. – 2013. – № 2 – С. 4–10.