



Использование унифицированных имитационных комплексов при создании информационно-управляющих систем в судостроении

Виктор Ушаков

В статье описывается опыт разработки и использования программно-аппаратных унифицированных имитационных комплексов при создании информационно-управляющих систем для судостроения. Рассмотрен имитационный комплекс, обеспечивающий отладку, испытания и сопровождение боевой информационно-управляющей системы «Требование-М».

НПФ «Меридиан» является одним из основных приборостроительных предприятий российского судостроения. Фирма производит информационно-управляющие системы, системы безопасности и пожарной автоматики. Для обеспечения комплексной отладки, испытаний систем на предприятии, сопровождения систем в течение всего жизненного цикла, а также для обучения экипажей кораблей возникла необходимость создания соответствующего стендового оборудования. С этой целью были разработаны унифицированные имитационные комплексы.

Назначение имитационных комплексов

Назначение имитационных комплексов заключается в отработке взаимодействия создаваемых систем с окружающей средой, представленной источниками информации и исполнительными устройствами, то есть с внешними изделиями. Количество внешних изделий (систем сопряжения) может меняться от одной, как в системе компенсации магнитного поля, до более чем двух десятков, как в боевой информационно-управляющей системе (БИУС) «Требование-М», поставляемой на корабли ВМФ Индии. Все внешние изделия функционируют в

условиях общей внешней тактической обстановки. При их моделировании, таким образом, требуется создание единой модели среды, состоящей из модели тактической обстановки и совокупности моделей изделий, которые взаимодействуют с тактической обстановкой и с разрабатываемой системой. Модель среды должна обеспечивать:

- отражение окружающей среды в пределах видимости (целесообразно моделировать только то, что может отражаться на входной информации);
- полноту спектра событий с возможностью проверки всех вариантов сценариев обстановки;
- детерминированность процесса (развитие сценария должно позволять производить сверку полученного и ожидаемого результатов эксперимента);
- возможность отладки программного обеспечения (ПО) системы за счёт использования дополнительных средств отладки, расширяющих возможности модели среды.

Использование натуральных моделей позволяет обеспечить высокую достоверность модели, но усложняет и делает более дорогим комплексное моделирование окружающей среды.

Математическое моделирование с имитацией алгоритма поведения изде-

лий, сопрягаемых с испытываемой системой, под воздействием модели тактической обстановки не только значительно уменьшает стоимость моделей, но и является незаменимым инструментом отладки за счёт возможности отработки самых различных сценариев тактической обстановки, некоторые из них практически невозможно создать или воспроизвести повторно при натурном эксперименте.

Аппаратный состав имитационных комплексов

Унифицированный имитационный комплекс представляет собой вычислительную сеть, состоящую из нескольких промышленных компьютеров, связанных между собой через Ethernet. В сеть может быть добавлен компьютер в офисном исполнении для увеличения общей вычислительной мощности. В промышленные компьютеры встроены интерфейсные модули, обеспечивающие имитацию интерфейсов сопрягаемых изделий. Количество компьютеров определяется количеством интерфейсных модулей, которые необходимо использовать для имитации всех внешних изделий, а также мощностью компьютеров. Типы интерфейсных модулей определяются интерфейсами, по которым информационно-управляю-

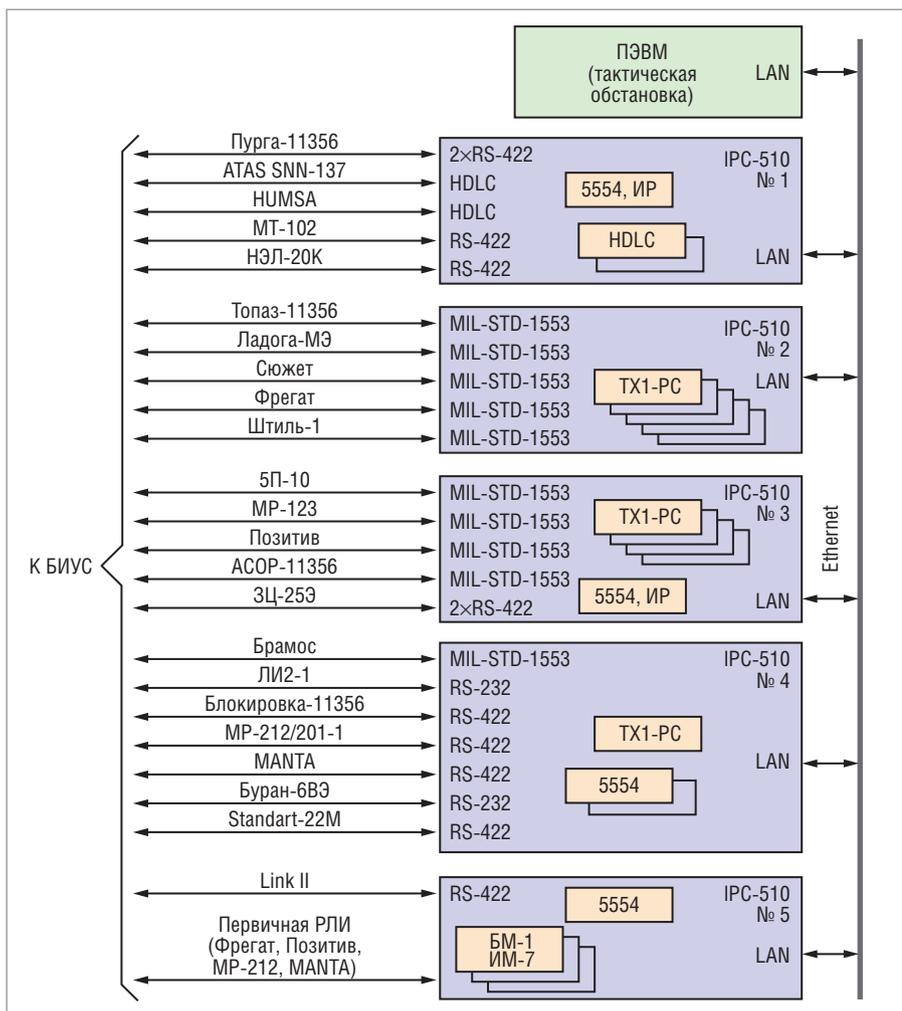


Рис. 1. Структурная схема имитационного комплекса БИУС «Требование-М»

шие системы сопрягаются с внешними изделиями. Наиболее распространённые интерфейсы: MIL-STD-1553, асинхронные RS-232 и RS-422, потенциальных сигналов, Ethernet, синхронный RS-422/HDLC.

В имитационном комплексе БИУС «Требование-М» использованы один компьютер в офисном исполнении и пять промышленных компьютеров IPC-510 000009, собранных компанией ПРОСОФТ на базе корпуса IPC-510 фирмы Advantech и процессорной платы этой же фирмы PCA-6186E2 (процессор Pentium IV, частота 3,06 ГГц). Кросс-плата промышленного компьютера содержит 7 слотов шины ISA, в которые устанавливаются интерфейсные модули:

- плата интерфейсная TX1-PC фирмы «Элкус» (интерфейс MIL-STD-1553);
- плата интерфейсная 5554 (Quad Serial Card) фирмы Octagon Systems формата MicroPC (четыре канала RS-232 или два канала RS-232 и два канала RS-422);
- плата IP ЯЕИФ.468354.006 фирмы «НПФ «Меридиан» (прямое и обрат-

ное параметрическое преобразование сигналов интерфейсов RS-232 ↔ RS-422);

- устройство HDLC ЯЕИФ.468172.026 фирмы «НПФ «Меридиан» (синхронный интерфейс RS-422 с реализацией протокола HDLC);
- модули БМ-1 ЯЕИФ.468172.009 и ИМ-7 ЯЕИФ.468172.019 фирмы «НПФ «Меридиан» (имитация первичной радиолокационной информации).

Количество имитаторов систем на одном компьютере ограничено количеством электронных модулей, которые могут быть в него установлены. В компьютер IPC-510 000009 может быть встроено до 7 интерфейсных модулей.

На рис. 1 представлена структурная схема имитационного комплекса БИУС «Требование-М». Каждому из имитируемых изделий соответствует интерфейсный модуль или канал интерфейсного модуля. Например, в IPC-510 № 1 встроены:

- два устройства HDLC, которые обеспечивают имитацию интерфейсов сонаров ATAS SNN-137 и HUMSA;

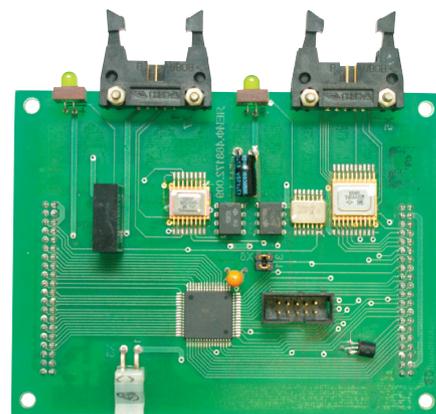


Рис. 2. Модуль БМ-1

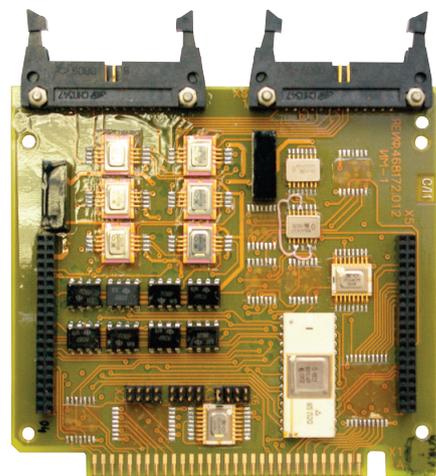


Рис. 3. Модуль ИМ-1

- модуль 5554 с платой IP, обеспечивающий имитацию комплекса «Пурга», а также изделий MT-102 и НЭЛ-20К.

Аналогичным образом в IPC-510 № 2–5 имитируются интерфейсы других изделий, взаимодействующих с БИУС «Требование-М».

Устройство HDLC состоит из модулей БМ-1 и ИМ-1 ЯЕИФ.468172.012.

Модули БМ-1 (базовый модуль), ИМ-1 и ИМ-7 (интерфейсные модули) входят в ряд унифицированных электронных модулей, разработанных в НПФ «Меридиан» и используемых в различных изделиях. Модуль БМ-1 (рис. 2) – это процессорный модуль на базе микропроцессора ATmega128 фирмы Atmel. Модуль ИМ-1 (рис. 3) обеспечивает сопряжение модуля БМ-1 с двумя интерфейсами RS-422: одним асинхронным (до 2 Мбод) и одним синхронным (до 38400 бит/с) – и используется для реализации протокола HDLC. Модуль ИМ-7 (рис. 4) обеспечивает параметрическое преобразование потенциальных сигналов, поступающих из модуля БМ-1, с целью имитации первичной радиолокационной информации. Модуль БМ-1 конструктивно и

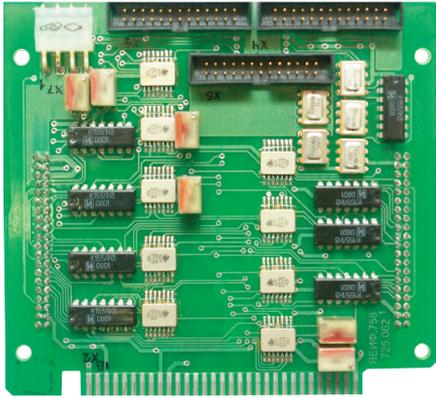


Рис. 4. Модуль ИМ-7

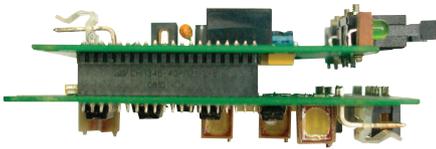


Рис. 5. Имитатор первичной информации

электрически объединяется с интерфейсными модулями с помощью разъемов по принципу мезонинного соединения. На рис. 5 показан имитатор первичной информации (вид сбоку), состоящий из модулей БМ-1 и ИМ-7.

СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Имитация систем, сопрягаемых с БИУС «Требование-М», производится под управлением программы имитации систем сопряжения и тактической обстановки.

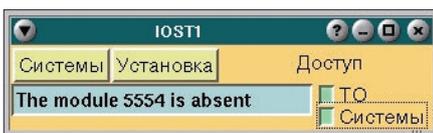


Рис. 6. Исходное окно модуля IOST

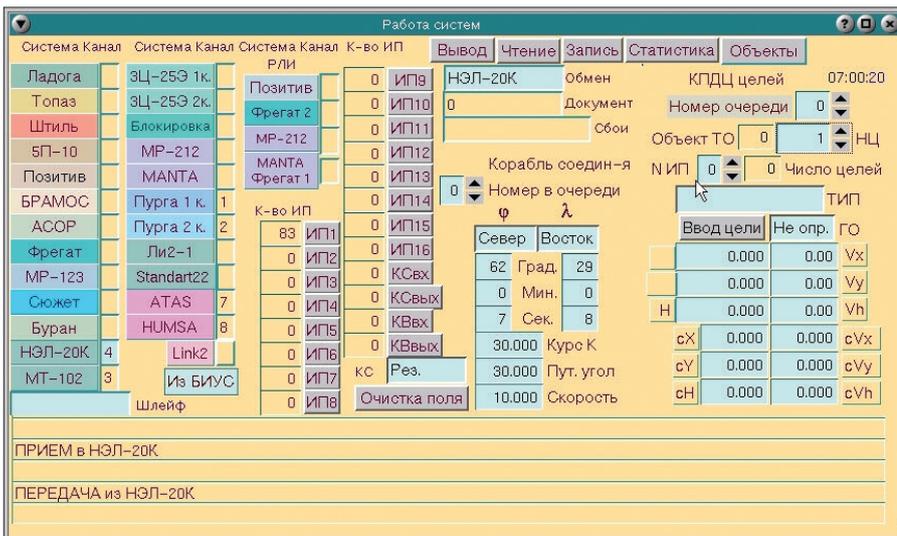


Рис. 7. Окно «Работа систем» модуля IOST

Программа состоит из группы исполняемых файлов (программных модулей), которые устанавливаются на компьютеры и функционируют в среде ОС РВ QNX.

Программные модули можно разделить на пять категорий:

- модули имитации систем сопряжения;
- модуль начальной установки;
- модуль имитации тактической обстановки;
- модули межпроцессных связей;
- драйверы.

Программный модуль IOST

Программный модуль IOST (модуль имитации систем сопряжения) – основной модуль, который обеспечивает имитацию систем сопряжения. При запуске этого модуля открывается его исходное окно, показанное на рис. 6.

Кнопкой «Установка» вызывается программный модуль начальной установки `iost_setup`. Кнопкой «Системы» запускается работа имитаторов изделий. Под кнопками расположено текстовое поле, в которое может быть выведено сообщение по результатам запуска программы, например, сообщение «The module 5554 is absent» выводится, если программа не обнаружила интерфейсный модуль 5554.

При нажатии кнопки «Системы» осуществляется чтение системного конфигурационного файла, созданного ранее модулем `iost_setup`, конфигурационных файлов имитаторов систем сопряжения, затем открывается окно

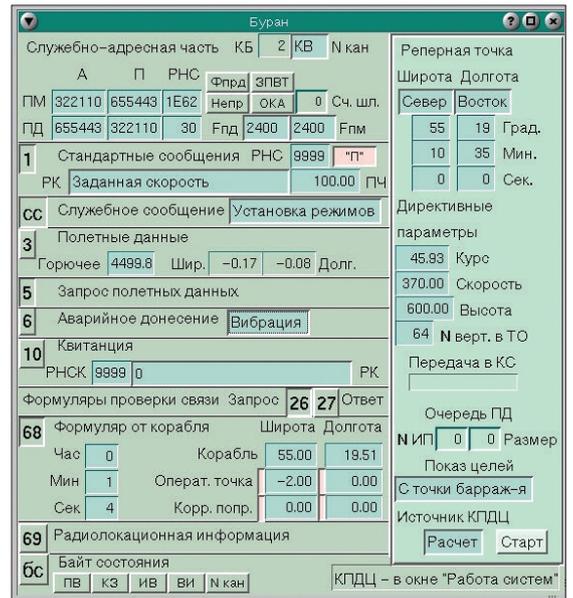


Рис. 8. Окно имитатора системы «Буран»

«Работа систем» (рис. 7) и запускается имитация всех систем, которые имеются в списке. Работа имитаторов систем сопряжения происходит в автоматическом режиме, в соответствии с алгоритмом работы систем. Для проведения работ, связанных с отладкой информационного обмена, проверки взаимодействия в различных режимах работы системы сопряжения и БИУС, а также для формирования конфигурационных файлов используются окна систем, а также основное рабочее окно «Работа систем». На рис. 7 запечатлено состояние окна «Работа систем», соответствующее конфигурации, установленной в компьютере РС-510 № 1.

Для открытия окна имитируемой системы необходимо нажать кнопку с одноименной надписью, расположенную в колонках «Система». Например, если нажать кнопку «Буран», то будет открыто окно, представленное на рис. 8. Окно позволяет контролировать автоматический процесс имитации изделия «Буран», а также производить отладку ПО БИУС, используя расположенные на окне элементы управления и индикации.

Поля окна «Работа систем» служат для управления общими для большинства систем параметрами состояния и их отображения; в полях систем размещены параметры, специфические для конкретных систем. Остальные поля окна «Работа систем», а также поля окон имитаторов систем служат для управления режимами работы, текущими состояниями систем и для отображения процесса изменения их состояния и информационного обмена.

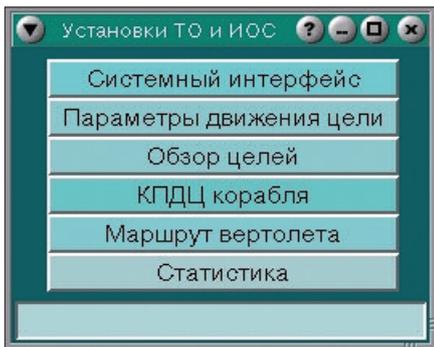


Рис. 9. Окно основного меню модуля iost_setup

на. В данной статье приведено изображение только окна имитатора системы «Буран», окна имитаторов других систем открываются аналогично ему. Программы содержат большое количество инструментов для отладки и испытаний БИУС в различных режимах. Из окна «Работа систем» и окон систем могут быть открыты дополнительные окна, облегчающие анализ результатов отработки сложных сценариев. В правом верхнем углу всех окон имеются кнопки «?» для вызова справочной информации.

Программный модуль начальной установки iost_setup

Программный модуль начальной установки iost_setup предназначен:

- для установки параметров функционирования интерфейсных модулей;
- для формирования файлов сценариев тактической обстановки;
- для формирования режимов работы модулей межпроцессных связей и драйверов.

Модуль iost_setup загружен на каждый компьютер и запускается из меню исходного окна программы IOST или программы TOT (модуль имитации тактической обстановки). При запуске модуля открывается окно основного меню – «Установки ТО и ИОС» (рис. 9).

На рис. 10 показано окно «Системный интерфейс», которое открывается нажатием одноимённой кнопки основного меню. Через это окно выполняется начальная установка интерфейсов имитируемых систем.

В окне «Системный интерфейс» устанавливаются соответствия модулей имитируемым системам сопряжения, сетевые номера узлов (компьютеров) в нумерации QNX, коэффициенты погрешностей параметров движения объектов, выдаваемых системами, но-

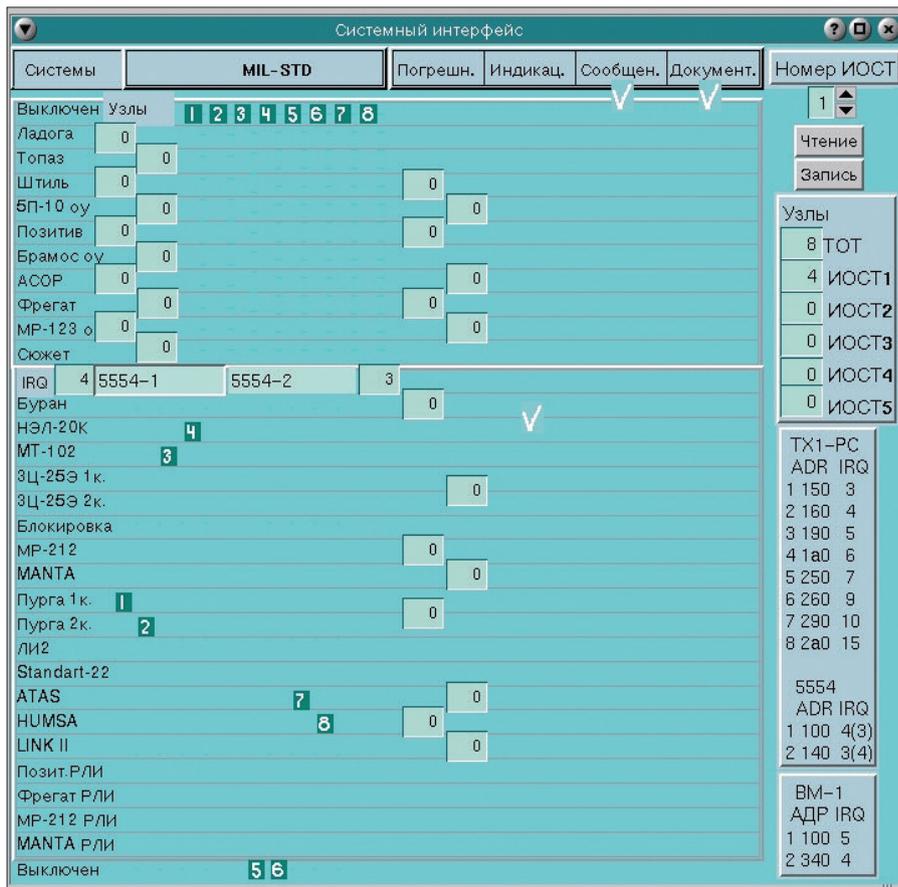


Рис. 10. Окно «Системный интерфейс»

мер узла, из которого будет приниматься информация о тактической обстановке, и другие атрибуты.

Программный модуль имитации тактической обстановки TOT

Программный модуль имитации тактической обстановки TOT предназначен для формирования и передачи в модуль имитации систем сопряжения информации о тактической обстановке. Модуль может быть размещён на любом из промышленных компьютеров комплекса или на специально выделенном для него офисном компьютере. Программный модуль TOT имеет средства:

- формирования файлов сценариев тактической обстановки;
- воспроизведения сценариев;
- отображения процесса развития сценариев;
- выполнения дополнительных сервисных функций.

Модуль обеспечивает имитацию сценариев тактической обстановки, которые содержат координаты и параметры движения собственного корабля, а также координаты и параметры движения до 600 внешних объектов, в том числе до 31 корабля соединения.

Объекты могут иметь маршруты сложных траекторий, объекты могут быть производными от других объектов, то есть появиться в заранее заданной по различным признакам точке (по времени, расстоянию, в координатах, на участке маршрута основного объекта).

Координаты и параметры движения объектов в цифровом или графическом виде отображаются в группе рабочих окон модуля TOT или в рабочих окнах вспомогательных программных модулей, которые вызываются из модуля TOT. На рис. 11 представлено рабочее окно одного из вспомогательных модулей – showsts2.

Модуль showsts2 может быть также открыт из программы IOST для индикации параметров движения всех объектов тактической обстановки, переданных на данный узел, а также объектов, информация о которых принимается какой-либо системой из БИУС или передаётся в БИУС.

Программные модули межпроцессных связей

Все запущенные модули программы имитации рассматриваются в операционной системе QNX как процессы. Взаимодействие между процессами осуществляется различными способами:

- через разделяемые объекты памяти (shared memory);
- с использованием функций Send/Receive/Replay;
- с помощью сигналов проху.

Модули имитации взаимодействуют между собой непосредственно или через буферные модули. Например, взаимодействие модуля имитации тактической обстановки TOT с модулями IOST, запущенными на нескольких компьютерах, осуществляется через два программных модуля TOTswitch и IOSTto следующим образом:

- модуль TOT передаёт информацию через механизм shared memory модулю TOTswitch;
- модуль TOTswitch создаёт виртуальные каналы с модулями IOSTto и рассылает им информацию о тактической обстановке;
- каждый модуль IOSTto передаёт информацию через механизм shared memory смежному модулю IOST.

Информация от IOST к TOT передается по обратному каналу.

Драйверы

Драйверы обеспечивают управление интерфейсными модулями при обмене информацией в соответствии с протоколами взаимодействия имитируемых систем и БИУС.

Задачи и методы унификации имитационных комплексов

Унификация является одним из условий успешного выполнения задачи создания информационно-управляющих систем. При создании систем имитации в НПФ «Меридиан» использовались следующие методы унификации:

- единый подход к созданию аппаратных средств и программных модулей для имитаторов различных устройств;
- разбиение ПО на модули с учётом обеспечения платформенезависимости;
- сохранение преемственности в аппаратно-программной реализации при создании имитационных систем для новых разработок;
- обеспечение максимальной гибкости при изменении конфигурации систем;
- единый подход при создании справочной информации, вызываемой средствами диалогового обмена программных модулей;

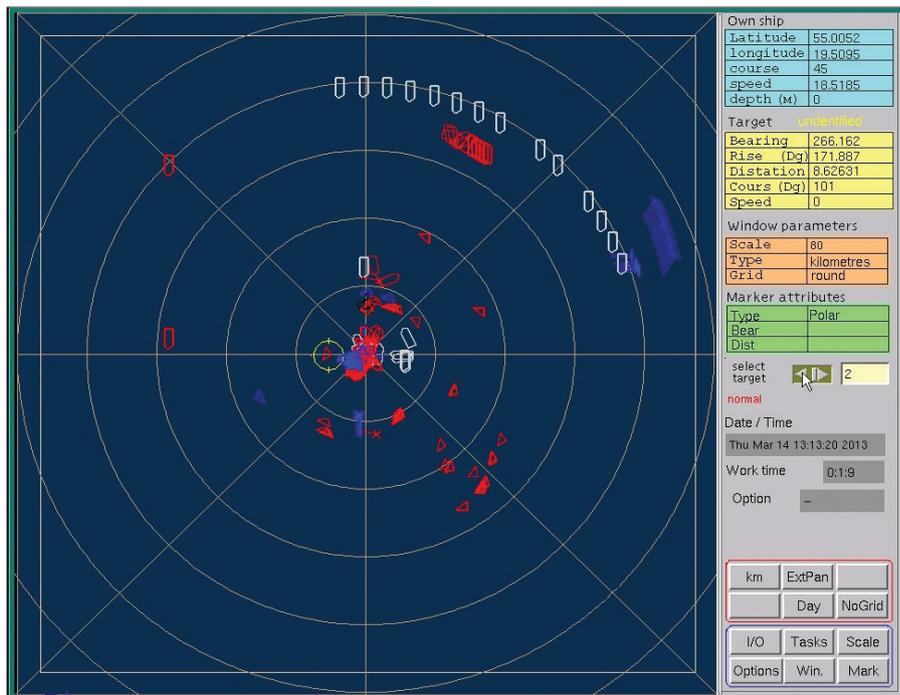


Рис. 11. Окно модуля индикации тактической обстановки showstws2

- возможность использования в различных условиях, в том числе на корабле;
- учёт при текущих разработках требований по обеспечению возможности использования имитационных систем в перспективных разработках.

При этом унификация осуществлялась не в ущерб обеспечению требуемого быстродействия работы программ, компактности, стоимости систем, а также удобства использования программ операторами.

ПО имитационного комплекса позволяет менять его конфигурацию в произвольном порядке, создавать усечённый вариант или наращивать количество моделей сопрягаемых систем. Например, при создании имитатора для отладки пульта судовождения достаточно одного компьютера с установленными в нём четырьмя модулями 5554 фирмы Octagon Systems; в качестве имитационного ПО был использован адаптированный пакет программного обеспечения стенда БИУС «Требование-М» с удалением программных модулей лишних имитаторов внешних систем и добавлением имитатора системы AIS.

Для отладки системы компенсации магнитного поля потребовался один компьютер с модулем TX1-PC, обеспечивающий имитацию систем «Чардаш» или «Ладога»; при этом использовалось ПО стенда БИУС «Требование-М», в котором были задействованы модули имитации тактической обстановки и

имитации систем «Чардаш» или «Ладога».

Перспективы развития имитационных комплексов

В созданных на предприятии имитационных комплексах заложено достаточно ресурсов для развития и адаптации к перспективным информационно-управляющим системам или тренажёрным комплексам, которые будут создаваться в НПФ «Меридиан».

До настоящего времени компьютеры типа IPC-510 000009 сборки компании ПРОСОФТ, которые используются на предприятии с 2004 года в качестве основы аппаратной части имитационных комплексов, обеспечивали потребности в производительности для решения задач имитации тактической обстановки и сопрягаемых изделий.

Вместе с тем при изготовлении новых имитационных комплексов потребуются замена имеющихся компьютеров из-за прекращения их выпуска и переход на другую элементную базу. Такая замена не представляет проблемы ввиду аппаратной независимости имитационного программного обеспечения, за исключением части драйверов. Фирма ПРОСОФТ, являющаяся традиционным партнёром НПФ «Меридиан», предлагает достаточно широкий спектр оборудования, а также предоставляет услуги по обеспечению совместимости поставляемого оборудования с ОС РВ QNX. ●

E-mail: ushvic@mail.ru