

АГРЕГИРОВАНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОДЕЛЕЙ В ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВАХ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д. В. Вавилов (Москва)

Рассмотрена задача декомпозиции и агрегирования имитационных моделей, разработанных на различных уровнях детализации.

При рассмотрении процесса вооруженной борьбы на море [2] можно условно выделить следующие уровни моделей: стратегический, оперативный, тактический, технический.

Уровень модели	Уровень детализации	Масштаб времени	Цели использования
Стратегический	Высоко агрегированный	Дни и недели	Оценка структуры сил, стратегии, военные игры
Оперативный	Агрегированный, некоторые корабли	Минуты и часы	Оценка тактики, военные игры.
Тактический	Корабли и некоторые детализированные системы	Секунды и минуты	Проверка и расчет тактики применения и специальные тренажеры
Технический	Максимально детализированный по составным частям с учетом физических процессов	Миллисекунды и секунды	Проектирование и производство вооружения. Испытания

Рис. 1. Уровни детализации систем моделирования

На стратегическом уровне моделируются боевые действия групп и соединений кораблей. На оперативном и тактическом уровнях объектом исследования являются боевые единицы, включающие: надводные корабли, подводные лодки, летательные аппараты и боевые соединения. На техническом уровне предметом рассмотрения являются радиоэлектронное вооружение (РЭВ) и оружие боевых единиц.

ОАО «ЦНИИ «Курс» разрабатывает моделирующие комплексы оперативно-тактического уровня для оценки эффективности РЭВ кораблей и стенды полунатурного моделирования по заказам предприятий приборостроения для отладки стендовых образцов РЭВ.

В одной из работ возникла необходимость обеспечить информационную интеграцию существующих систем:

1. стенда полунатурного моделирования системы целеуказания (ЦУ) контура противовоздушной обороны (ПВО) надводного корабля, предназначенного для отработки: интерфейсов подсистем, программного обеспечения, режимов боевого применения;
2. системы задания и моделирования оперативно-тактической обстановки.

Информационная интеграция производилась для реализации функциональности моделей оперативно-тактического уровня на стенде полунатурного моделирования.

Системы находились на различном уровне детализации (рис. 1), что порождало проблемы интеграции систем и отсутствие возможности прямого обмена информацией:

1. Несовпадающий масштаб и шаг времени (1сек в системе моделирования оперативно тактической обстановки и 1/40 сек в стенде полунатурного моделирования).
2. Различные алгоритмы расчета идентичных характеристик.

В связи с различным уровнем детализации, для обеспечения информационного взаимодействия, возникла необходимость использования методов агрегирования и декомпозиции имитационных моделей [3].

Задачи декомпозиции и агрегирования моделей рассматривались многими исследователями. К данному направлению относятся работы М. Д. Месаровича, Н. Н. Моисеева, Ю. Н. Павловского, Г. И. Савина, П. С. Краснощекова, В. М. Глушкова, Г. С. Поспелова.

Наиболее полно, применительно к имитационным моделям боевых действий, проработана теория интегрированного иерархического моделирования с изменяемым разрешением П. Девиса.

Каждая модель $\{M\}$ характеризуется:

1. Фазовыми величинами, описывающими состояние объекта $\{X\}$.
2. Вектором компонент управления $\{U\}$.
3. Вектором внешних величин $\{K\}$.

В общем виде модель может быть представлена: $M = M\{X, U, K\}$

Каждая модель [1] (боевой единицы или компонента системы) может осуществлять действия:

1. Перемещаться в пространстве. $\{M1\}$
 2. Подвергаться или подвергаться воздействию огневых средств. $\{M2\}$
 3. Преобразовывать пространство (акустические, магнитные, динамические воздействия). $\{M3\}$
 4. Расходовать, получать и передавать различные материально-технические ресурсы. $\{M4\}$
 5. Обнаруживать внешние объекты и состояния пространства, принимать, обрабатывать, хранить и передавать информацию. $\{M5\}$
 6. Вырабатывать управления для себя и других систем. $\{M6\}$
- Представление модели действий $M = M\{M1, M2, M3, M4, M5, M6\}$

Агрегирование моделей может быть представлено обобщенной схемой (рис. 1). При этом агрегирование моделей не всегда может быть представлено иерархическим деревом, а является в общем случае сетью.

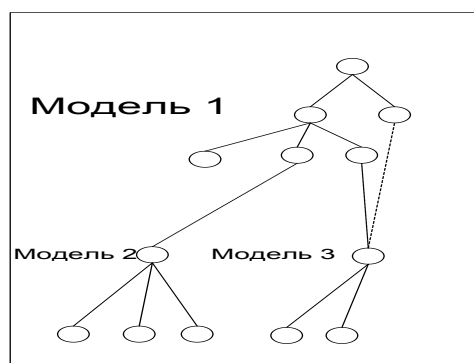


Рис. 2. Схема агрегирования моделей систем

Модель одного объекта на различном уровне детализации представлена на рис. 3. Переход от одного уровня к другому осуществляется операциями агрегирования – Agg и декомпозиции – Dec.

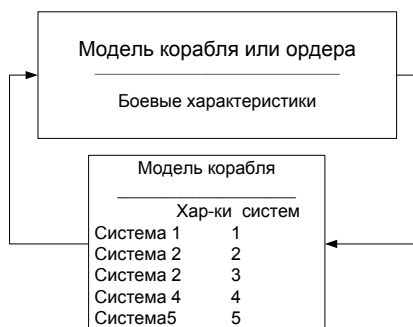


Рис. 3. Представление одной модели на разном уровне детализации

Изменение детализированных и агрегированных моделей во времени и информационное взаимодействие между ними представлено на рис. 4.

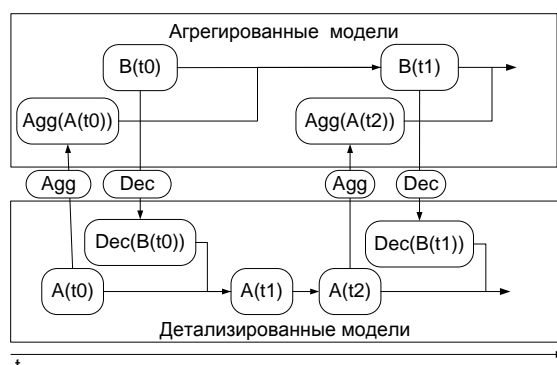


Рис. 4. Схема взаимодействия детализированных и агрегированных моделей

В данной работе были выполнены задачи:

1. Разработаны модули информационного взаимодействия с каждой из сопрягаемых систем;
2. Разработана и реализована в алгоритме и программном обеспечении схема декомпозиции и агрегирования данных;
3. Разработан программный модуль промежуточного слоя, который реализует обмен данными в реальном масштабе времени между системами.

Верификация разработанных алгоритмов и моделей промежуточного уровня была выполнена при экспериментах на стенде моделирования, при котором проводился анализ информации от детализированных и агрегированных моделей.

В результате выполнения работы была достигнута информационная интеграция системы задания и моделирования оперативно-тактической обстановки в стенд полунатурного моделирования системы ЦУ контура ПВО НК.

Выполненные эксперименты по отработке изделий на стенде моделирования на основе оперативно-тактических моделей показали достигнутый необходимый уровень информационной интеграции и валидность модели.

Результаты работы используются также для разработки программного обеспечения автоматизации интеграции моделей на стендах моделирования. Разрабатываемое программное обеспечение включает:

1. Программный модуль задания схемы декомпозиции и агрегирования имитационных моделей на языке UML.
2. Программный модуль агрегирования в реальном масштабе времени.

Модуль задания схемы декомпозиции и агрегирования имитационных моделей на языке UML позволяет в визуальной форме задавать схему агрегирования и алгоритмы разрешения возникающих проблем по масштабу времени, данным и способам обработки данных. Модуль позволяет описать агрегированный и детализированный уровень моделей, задать взаимодействие между ними.

Программный модуль агрегирования в реальном масштабе времени выполняется в ходе моделирования, реализует заданные алгоритмы агрегирования и декомпозиции, позволяет обмениваться информацией между моделями технических систем и оперативно-тактическими моделями.

Применение методов агрегирования моделей на различных уровнях детализации позволило использовать данные оперативно-тактического уровня в стендах математического и полунатурного моделирования РЭВ кораблей, оценивать результаты моделирования и испытаний на оперативном и оперативно-тактическом уровнях.

Литература

1. **Савин Г. И.** Системное моделирование сложных процессов. М.: Фазис: ВЦ РАН, 2000. 276 с.
2. **Вавилов Д. В., Рыков В. В.** Агрегирование и взаимодействие имитационных моделей//Сб. докладов конференции «Состояние, проблемы и перспективы разработки корабельных информационно-управляющих комплексов». М.:ФГУП «НПО «Агат», 2005.
3. **Davis Paul K.** Exploratory analysis enabled by multiresolution, multiperspective modeling. Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference.