

ПРОГРАММНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ МОДУЛЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Меша Юрий, Кузнецов Юрий

Научно-производственное предприятие Хартрон-Аркос Лтд

Аннотация

Разработано программное и информационное обеспечение для проведения математического моделирования процессов управления транспортным модулем космической станции. Его использование повысило производительность при разработке алгоритмов и создании программно-математического обеспечения бортового цифрового вычислительного комплекса системы управления транспортного модуля.

Abstract

Software and information support for mathematical modeling of control processes for the space station's transport module have been developed. Its use increased productivity when developing the algorithms and creating the mathematical software for on-board digital computer complex of the transport module control system.

Введение

При разработке систем управления (СУ) космических аппаратов, в частности, транспортного модуля космической станции, и других динамических объектов управления, выполняющих сложные задачи, приходится проводить большой объем математического моделирования. Его целью является отработка программно-алгоритмического обеспечения бортовых цифровых вычислительных комплексов (БЦВК) СУ. Традиционный подход в подготовке исходных данных для моделирования, записи и хранения полученной в результате информации в отдельных файлах не обеспечивает необходимого комфорта в работе инженера-исследователя [1].

В данной статье описывается опыт по созданию программного и информационного обеспечения – исследовательского программного обеспечения (ИПО) – задачи математического моделирования процессов управления транспортным модулем космической станции.

Постановка задачи

Для инструментальной поддержки математического моделирования процессов управления транспортным модулем космической станции целесообразно разработать пакет ИПО, который должен обеспечивать моделирование следующих задач:

- демпфирование угловых скоростей транспортного модуля, полученных им после отделения от ракеты-носителя и построение трехосной базовой ориентации (режим ПБО);
- управление движением центра масс и вокруг центра масс транспортного модуля в процессе коррекции орбиты (режим ВКИ);
- управление движением центра масс и вокруг центра масс транспортного модуля в процессе сближения и причаливания к космической станции (режим СП).

Кроме того, требуется моделировать последовательную реализацию режимов ПБО, ВКИ и СП, а также выполнять запись и визуализацию результатов моделирования.

Соответственно приведенным задачам ИПО должно иметь следующий состав:

- ИПО.1, 2, 3 – задачи математического моделирования режимов ПБО, ВКИ и СП;
- ИПО.4 – задача математического моделирования связки режимов ПБО-ВКИ-СП;

– ИПО.5 – информационное обеспечение, которое представляет собой базу данных (БД) с прикладным программным обеспечением.

Описание исследовательского программного обеспечения

Для реализации поставленной задачи была разработана архитектура пакета ИПО, которая представлена на рис. 1.

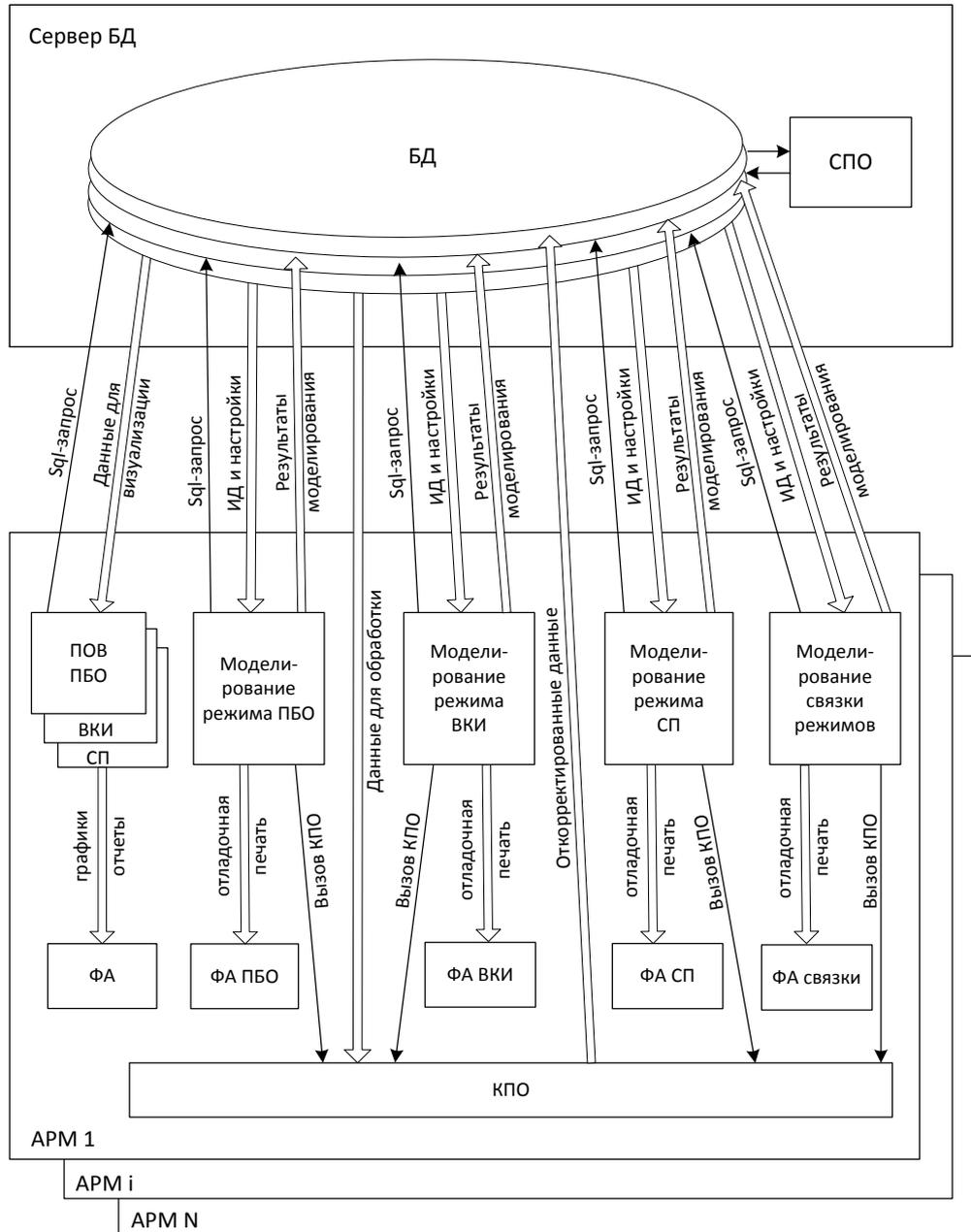


Рисунок 1 – Архитектура пакета ИПО

Архитектура детализирована до уровня взаимосвязей между исполняемыми модулями. Задача моделирования режима представляет собой 32-х разрядный исполняемый модуль в среде операционной системы Windows, входящий в состав пакета ИПО. Исполняемый модуль представляет конфигурацию, собираемую из программных модулей, стандартных и пользовательских библиотек.

Задачи моделирования режимов выполняются автономно. Синхронизации при работе задач не требуется. На этапе исполнения взаимодействие между задачами моделирования, при необходимости, может осуществляться только через БД.

На этапе сборки задач моделирования в различных режимах используются одни и те же библиотеки стандартных функций, общих алгоритмов, математических моделей, классов, объектов и программных модулей.

Пакет ИПО обеспечивает возможность расширения путем подключения дополнительных задач (исполняемых модулей) и модификации путем замены программных модулей и библиотек на модифицированные. Для разработки пакета ИПО и его последующих расширений и модификаций использовались следующие инструментальные средства: Embarcadero C++ Builder 10.2 Professional, Oracle MySQL Server, Oracle MySQL WorkBench [2].

Все функции пакета ИПО доступны через меню графического интерфейса. Через графический интерфейс обеспечивается возможность просмотра содержания и редактирования исходных данных, программных настроек, результатов моделирования и т.п., а также выбора информации для построения графиков и вывода их на печать. Причем редактирование данных в БД осуществляется в рамках доступа конкретного исполняемого модуля ИПО к конкретной БД.

Для пакета ИПО создано информационное обеспечение, которое включает в себя:

- БД режима ПБО;
- БД режима ВКИ;
- БД режима СП;
- БД связки режимов;
- клиентское программное обеспечение (КПО);
- сервисное программное обеспечение (СПО);
- программное обеспечение для визуализации (ПОВ);
- файловые архивы (ФА) для хранения отладочной информации при моделировании режимов, а также графиков и отчетов.

Разработанное программное обеспечение рекомендуется размещать на двух и более компьютерах. Количество компьютеров может возрасти за счет увеличения числа автоматизированных рабочих мест (АРМ) инженера-исследователя. При стандартных настройках SQL-сервера БД такая архитектура программного обеспечения должна поддерживать работу с четырьмя автоматизированными рабочими местами одновременно.

Заключение

Разработанное программное и информационное обеспечение задачи математического моделирования процессов управления транспортным модулем позволило существенно повысить производительность исследований при создании алгоритмического и программно-математического обеспечения БЦВК СУ. Эффект достигнут за счет автоматизации операций по подготовке исходных данных для моделирования, записи, отображению и хранению результатов большого объема.

Список использованных источников

1. Проектирование систем управления объектов ракетно-космической техники. Т. 2: учебник / Ю.С. Алексеев [и др.] / под общ. ред. Ю.С. Алексеева, Ю.М. Златкина, В.С. Кривцова, А.С. Кулика, В.И. Чумаченко. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», НПП Хартрон-Аркос, 2012. – 680 с.
2. MySQL. Руководство администратора: офиц. руководство по установке, администрированию и работе с базами данных MySQL / Компания MySQL AB; пер. с англ. Я.П. Волкова [и др.]. – М.; СПб.; К.: Издательский дом "Вильямс", 2005. – 623 с. – ISBN 5-8459-0805-1.