

СИСТЕМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТНОГО КОМПЛЕКСА "РЕАКТОР"

С.Л. Головков, А.В. Воронков

Эффективная эксплуатация крупных комплексов расчетных кодов возможна лишь при наличии развитых средств управления такими комплексами. В частности, без наличия этих средств невозможно "отчуждение" комплекса, например, превращение комплекса в коммерческий продукт.

Необходимость развитого системного обеспечения комплекса расчетных кодов стимулируется ростом вычислительных возможностей (распределенная вычислительная среда, суперкомпьютеры) и распараллеливанием счетных модулей, что приводит к усложнению структуры комплексов кодов, методов управления, ростом объема промежуточных и результирующих данных.

Оптимальным способом формирования системного обеспечения является создание интегрированного набора инструментов, каждый из которых решает отдельную функцию работы с комплексом кодов и способен функционировать автономно, но в то же время в совокупности составляющих взаимосвязанную систему, обладающую всей необходимой функциональностью. Такой подход обладает тем преимуществом, что конкретный пользователь имеет возможность сформировать системную среду, наиболее удобную для решения конкретной задачи.

Таким образом, системное обеспечение комплекса расчетных кодов представляет собой интегрированную совокупность инструментов, обеспечивающих пользователю доступ к различным сервисам. Все инструменты должны быть построены в рамках единой идеологии и "покрывать" требуемую пользователю функциональность. Системное обеспечение должно предоставлять единую дисциплину (технологии) работы на различных программно-аппаратных платформах и обеспечивает наглядную, эффективную и безопасную эксплуатацию комплекса кодов.

На нескольких предшествующих конференциях "Научный сервис в сети Интернет" были представлены доклады [2-4], посвященные отдельным компонентам системного обеспечения расчетного комплекса "РЕАКТОР", разработанного в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН и предназначенного для полномасштабного комплексного моделирования ядерно-энергетических установок различного типа и назначения [1].

В настоящее время формирование системного обеспечения расчетного комплекса "РЕАКТОР" завершено [5-7]. Поэтому данная статья является в каком-то смысле резюмирующей, подводящей итоги достаточно продолжительной работы.

Системное обеспечение включает набор компонент, охватывающих все основные этапы работы с комплексом, от инсталляции комплекса до анализа результатов счета. На следующем рисунке представлена схема взаимодействия компонент комплекса.

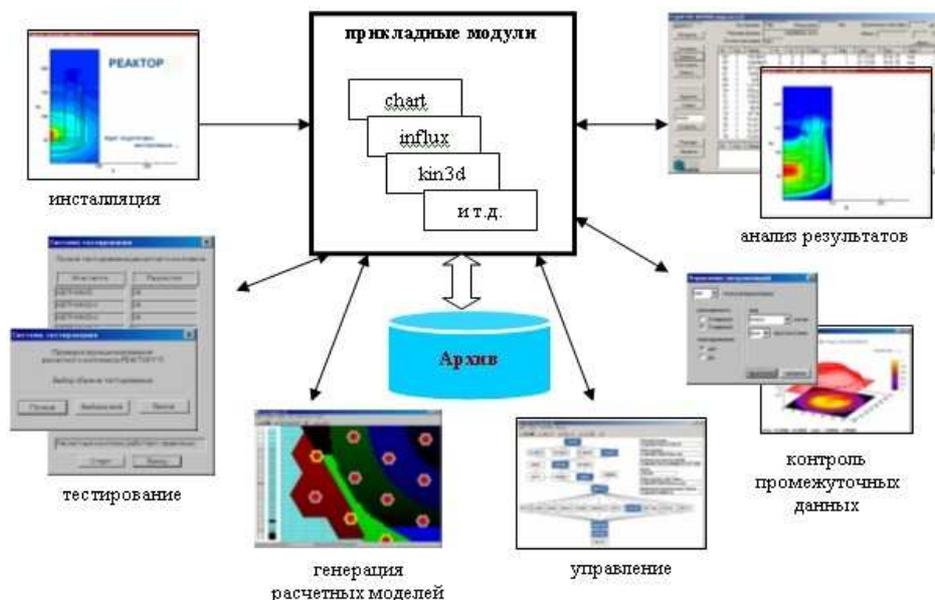


Рис. 1

1. Ядром расчетного комплекса является совокупность большого числа независимых программ - прикладных (функциональных) модулей. Каждый такой модуль решает логически завершенный фрагмент общей задачи, например, подготовка групповых констант, расчет нейтронных полей, выгорание и т. д.
2. Интеграция комплекса по данным обеспечивается с помощью Системы хранения данных (Архив).

Система включает в свой состав следующие компоненты:

- хранилище данных, способное аккумулировать массивы числовых данных большого объема;
 - репозиторий, предназначенный для хранения метаинформации, позволяющей правильно интерпретировать данные;
 - средства обслуживания, включающие конверторы, утилиты копирования и т.п.;
 - интерфейсы и библиотеки доступа, обеспечивающие возможность доступа к данным со стороны различных языковых сред (Фортран и Си) и разных категорий пользователей.
3. Интеграция комплекса по функциональности обеспечивается с помощью Системы управления (Монитор), дающей пользователю возможность "видеть" вычислительные и информационные ресурсы комплекса, и управлять этими ресурсами.
Монитор ориентирован на прикладного специалиста и обеспечивает визуальное управление комплексом. Монитор обеспечивает возможность формирования сценариев задачи, управление выполнением цепочек модулей, контроль выполнения и т.п.
Монитор предоставляет управляющие средства, позволяющие строить сложные сценарии, например, многократный автоматический повтор цепочки модулей с различными входными данными. Такие средства также имеют графическое представление для сохранения "визуального" стиля управления комплексом.
4. Средства Инсталляции. Одним из следствий развития комплексов кодов явилось усложнение процедуры установки комплекса на целевые вычислительные установки. Поэтому потребовалась разработка средств, позволяющих автоматизировать установку. Система инсталляции обеспечивает подготовку дистрибутивов расчетных кодов в различных конфигурациях и автоматическую установку расчетного комплекса на компьютер прикладного специалиста.
5. Средства Тестирования. Система тестирования обеспечивает приемочное и функциональное тестирование комплекса кодов. Пользователь имеет возможность самостоятельно формировать базу тестовых задач, определять сценарии тестирования, критерии проверок и т.п.
Данный компонент приобретает особую важность в типичной ситуации непрерывающейся модернизации комплекса в процессе его эксплуатации.
6. Средства Подготовки данных. Рост размерности и сложности решаемых задач приводит к быстрому росту объема и номенклатуры исходных данных. Поэтому возникает безусловная необходимость создания разнообразных средств автоматизации подготовки данных. Среди этих средств особую важность имеют системы создания расчетных моделей, предоставляющие пользователю возможность разработки трехмерных расчетных моделей в интерактивном или автоматическом режимах работы. В настоящее время комплекс "РЕАКТОР" включает два инструмента создания расчетных моделей: Конструктор расчетной модели активной зоны и Конструктор расчетной модели реакторной установки.
7. Средства Динамического Контроля. Эти средства обеспечивают оперативный анализ промежуточных данных, возникающих в процессе счета, и позволяют обнаруживать нежелательные отклонения на ранней стадии выполнения задачи.
8. Средства Анализа Результатов. Эти средства обеспечивают эффективную поддержку задачи представления и анализа больших объемов данных. Система обеспечивает доступ к Хранилищу данных на основе метаинформации репозитория, предоставляет широкий спектр операций визуализации данных, вычисления функционалов и т.д.

Безусловно, работа над системным обеспечением расчетного комплекса будет продолжаться. Кроме очевидного развития под влиянием опыта промышленной эксплуатации, следует отметить следующие стратегические направления дальнейшей работы.

Одним из таких направлений является разработка средств интеграции систем подготовки данных (в первую очередь Конструкторов расчетной модели) со стандартными САД-системами (например, AutoCad или SolidWork). Эта работа должна привести к тому, что входными данными расчетного комплекса будет конструкторская документация.

Другим направлением работы могла бы быть переработка системного обеспечения с тем, чтобы она могла служить "инфраструктурной" основой для интеграции различных расчетных кодов в единый комплекс. Это означает, в частности, что в технологическом плане необходимо изменить акцент с создания системного обеспечения, предназначенного для конкретного комплекса расчетных кодов, на создание методологии, технологий, программных "полуфабрикатов", библиотек и т.п., предназначенных для быстрой "сборки" системного обеспечения для различных комплексов расчетных кодов нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.И. Брыкин, А.В. Воронков, С.А. Гайфулин, С.Л. Головкин, А.С. Голубев, В.И. Журавлев, Е.А. Макаров, А.Л. Севастьянов, В.В. Синица, В.М. Суслин, Е.П. Сычугова (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва), П.Б. Афанасьев, А.В. Дедуль, В.В. Кальченко, А.А. Николаев (ФГУП ОКБ "Гидропресс", г.Подольск), Е.А. Земсков, Н.Н. Новикова (ФГУП РФ-ФЭИ, г. Обнинск), Е.В. Ефремов (ФГУ 12 ЦНИИ МО РФ, г. Сергиев Посад). "РЕАКТОР-2006. Состояние и перспективы". Нейтроника - Нейтронно-физические проблемы атомной энергетики (31 октября - 3 ноября 2006 г., г.Обнинск).

2. А.В.Воронков, С.Л. Головков, В.К. Смирнов. Распределенный архив пакета прикладных программ "РЕАКТОР-Р". Научный сервис в сети Интернет: Труды Всероссийской научной конференции (20-25 сентября 2004 г., г.Новороссийск). -М.: Изд-во МГУ, 2004, стр. 64-65.
3. А.В.Воронков, С.Л. Головков. Интерактивный доступ к данным численного эксперимента. Научный сервис в сети Интернет: многоядерный компьютерный мир. 15 лет РФФИ. Труды Всероссийской научной конференции (24-29 сентября 2007 г., г. Новороссийск). -М.: Изд-во МГУ, 2007, стр. 37-40.
4. С.Л. Головков, А.В. Воронков, П.Б. Афанасьев. Средства генерации расчетных моделей для моделирования ядерных реакторов. Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность. Труды Всероссийской суперкомпьютерной конференции (21-26 сентября 2009 г., г. Новороссийск). -М.: Изд-во МГУ, 2009, ISBN 978-5-211-05697-8, стр. 71-75.
5. А.В. Воронков, С.Л. Головков. Системное обеспечение и интерфейсы программного комплекса полномасштабного нейтронно-физического расчета ядерно-энергетических установок. Супервычисления и математическое моделирование. XI Международный семинар. Тезисы. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ" (5-9 октября 2009), 2009, стр. 40-42.
6. А.В.Воронков, С.Л. Головков. Системное обеспечение комплекса программ "РЕАКТОР-ГП". Вопросы атомной науки и техники. Серия: Обеспечение безопасности АЭС, выпуск 24 Реакторные установки СВБР, 2009, с.19-29.
7. П.Б. Афанасьев, А.В.Воронков, С.Л. Головков. Средства формирования расчетной модели комплекса программ "РЕАКТОР-ГП". Вопросы атомной науки и техники. Серия: Обеспечение безопасности АЭС, выпуск 24 Реакторные установки СВБР, 2009, с.56-64.