

метаданных. Использование Дублинского ядра метаданных для разработки системы библиографических метаданных позволяет принимать документы из внешних информационных источников, использующих другие системы метаданных, в частности, МЕКОФ, MARC, LOM.

Локальный рубрикатор, соответствующий тематическому профилю ЭБ Корпоративного университета "Северсталь" разработан на основе выборки и развития рубрик ГРНТИ. Рубрикатор практически проверен на значительных массивах документов и запросов и зарегистрирован в ВИНТИ в качестве рекомендованного классификационного языка в Государственной системе научно-технической информации. Создан механизм развития локального рубрикатора, обеспечивающий его актуальное состояние и соответствие динамическому профилю ЭБ. Рубрикатор представлен на сайте университета и обеспечивает для пользователей библиотеки эффективную навигацию и поиск. Пользователи отмечают удобство и широкий набор предлагаемых навигационных и поисковых технологий. В качестве перспективы выявлена необходимость интеграции электронной версии Рубрикатора ГРНТИ в систему Lotus Domino Document Manager.

Вербальный язык. Опыт практического использования разработанных и заимствованных средств вербальных языков показал, что наиболее эффективным решением является сочетание свободного полнотекстового поиска и поиска по контролируемому словарю ключевых слов, не содержащихся в текстах документа.

В ходе предметного индексирования ключевыми словами осуществляется накопление лексики для создания информационно-поискового тезауруса. Разработанные механизмы позволяют в ближайшей перспективе обеспечить поиск не только

в русскоязычных, но и в англоязычных источниках.

Работа ЭБ Корпоративного университета "Северсталь" с конкретными запросами пользователей показала необходимость сбора статистики запросов и оценки результатов поиска. Реализации счетчика количества запросов разного вида позволит отслеживать, анализировать и прогнозировать запросы, т. е., в сущности, планировать развитие библиотеки.

Разработанный комплекс языковых средств обеспечил формирование и развитие электронной библиотеки Корпоративного университета "Северсталь". Электронная библиотека внедрена в деятельность корпоративной информационной системы и обеспечила интеграцию информационных ресурсов различных подсистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арм В. Электронные библиотеки. — М.: ПИК ВИНТИ, 2001. — 274 с.
2. Антопольский А. Б. Лингвистическое обеспечение электронных библиотек. — М.: Информрегистр, 2003. — 302 с.
3. Воройский Ф. С. Основы проектирования автоматизированных библиотечно-библиографических систем. — М.: Физматлит, 2002. — 384 с.
4. Шрайберг Я. Л. Современные тенденции развития библиотечно-информационных технологий // Научные и технические библиотеки. — 2002. № 1. — С. 18-24.
5. Белоозеров В. Н., Кулькова Г. В. Лингвистическое обеспечение корпоративной информационно-поисковой системы // НТИ. Сер. 1. — 2004, № 3. — С. 14-18.

Материал поступил в редакцию 02.03.06.

УДК [002:004.94]:69

А. Ю. Беляев, Ю. Н. Климов, В. Г. Лим, П. В. Захаров, В. А. Грачев

Проблемно-ориентированные методы моделирования информационно-вычислительных систем для проектирования строительного производства

При проектировании сложных систем возникают многочисленные задачи, требующие исследования количественных и качественных закономерностей их функционирования методами моделирования в информационно-вычислительной среде. Рассматриваются некоторые задачи моделирования, решаемые на различных этапах жизненного цикла в стадиях проектирования автоматизированных систем.

Системы автоматизированного проектирования объектов топливно-энергетических комплексов (ТЭК) в целом и их отдельные компоненты представляют собой сложные системы, для которых характерны:

- управление функционированием системы проек-

тирования посредством интеллектуального человеко-машинного интерфейса;

- использование математических методов принятия решений для выработки оптимальных проектных решений;

- использование развитых средств организации данных и знаний;
- наличие в составе программного обеспечения САПР информационно-справочной или информационно-поисковой системы;
- многоуровневая (структурная) организация;
- сложный характер информационно-логического взаимодействия элементов технических средств, программного и информационного обеспечения;
- сложные дисциплины диспетчеризации при реализации мультизадачного режима работы в распределенных вычислительных сетях.

При проектировании сложных систем возникают многочисленные задачи, требующие исследования количественных и качественных закономерностей их функционирования методами моделирования. Процесс моделирования САПР может быть представлен в виде следующей последовательности действий [1]:

- формализация целей САПР и выбор показателей эффективности, формализация процессов функционирования САПР и взаимодействия с внешней средой;
- построение математической модели САПР и выбор способов ее реализации;
- анализ математической модели и определение зависимости показателей эффективности от различных параметров;
- интерпретация полученных характеристик и определение практических рекомендаций по проектированию реальных САПР.

Основными задачами моделирования, решаемыми на различных этапах жизненного цикла в стадиях проектирования САПР, являются:

- распределение функций между техническими средствами, программным и информационным обеспечением;
- структурное проектирование технических средств на различных уровнях абстракции с целью выбора числа элементов, распределения задач по модулям технических средств, выбора способов межмодульного взаимодействия и дисциплин диспетчеризации процессов управления;
- распределение функций между серверной частью ПО и клиентским программным обеспечением;
- распределение функций между общесистемным и прикладным программным обеспечением;
- оценка технико-экономических показателей САПР на различных стадиях проектирования по мере уточнения исходных данных о параметрах технических средств, программного и информационного обеспечения;
- оценка результатов испытаний САПР;
- синтез структурных схем САПР для конкретных задач проектирования;
- моделирование с целью оценки результатов измерений параметров САПР на этапе эксплуатации.

Характеристики и показатели эффективности. Пользуясь терминологией теории сложных систем, определим эффективность САПР как степень ее ответственности своему целевому назначению. Эффективность САПР определяется через ее характеристики, каждая из которых отражает одно из свойств автоматизированных систем. Показатель эффективности является количественной мерой характеристики. При выборе характеристик САПР необходимо учитывать, что они могут иметь самостоятельное значение (при формализации задач

анализа и синтеза САПР для определения соответствия параметров САПР техническим требованиям) и в то же время использоваться в качестве параметров элементов сетей и систем более общего вида, например, затрат на создание объектов ТЭК и их эксплуатацию в течение всего жизненного цикла и т. д.

Все множество характеристик САПР можно разбить на три группы: характеристики производительности системы, отказоустойчивости и технико-экономические характеристики.

Характеристики производительности системы определяют качество функционирования САПР при реализации с ее помощью процессов проектирования. К их числу относятся:

- производительность САПР, определяемая количеством работы, выполняемой комплексом за единицу времени. Под работой в зависимости от смыслового содержания характеристики можно понимать управление процессами обслуживания одной транзакции (команды) пользователя системы, выполнение одного этапа обработки информации и выработки управляющих воздействий и т. д.;
- время реакции на внешние воздействия (задержка в обслуживании поступающих в САПР запросов),
- загрузка элементов САПР, уровень полезного использования ресурсов.

Характеристики отказоустойчивости отражают свойства САПР выполнять возложенные на нее функции в заданных условиях функционирования с требуемыми показателями качества. Все характеристики отказоустойчивости можно разделить на две основные группы — характеристики надежности и достоверности.

Характеристики надежности определяют свойства САПР при возникновении в ней устойчивых отказов технических средств или при проявлении ошибок в программно-информационном обеспечении, приводящих к переходу САПР в полностью неработоспособное или частично работоспособное состояние. Под частично работоспособным состоянием будем понимать такое состояние САПР, при котором возможно выполнение только части из общего числа функций, определенных ее функциональной спецификацией.

Характеристики достоверности определяют свойства САПР выполнять функции проектирования с заданным качеством в условиях воздействия на него случайных сбояв.

К технико-экономическим характеристикам САПР относятся стоимостные характеристики (капитальные вложения, необходимые для приобретения, монтажа и настройки САПР, приведенные затраты и т. д.) и эксплуатационные (потребляемая мощность, трудоемкость обслуживания и т. д.).

Методы моделирования. В процессах функционирования и проектирования САПР используются аналитические, имитационные и экспериментальные методы моделирования [2].

Аналитические методы исследования САПР сводятся к построению математических моделей, которые представляют физические свойства исследуемого комплекса в виде математических объектов и отношений между ними.

Имитационные методы основаны на описании процесса функционирования САПР в виде

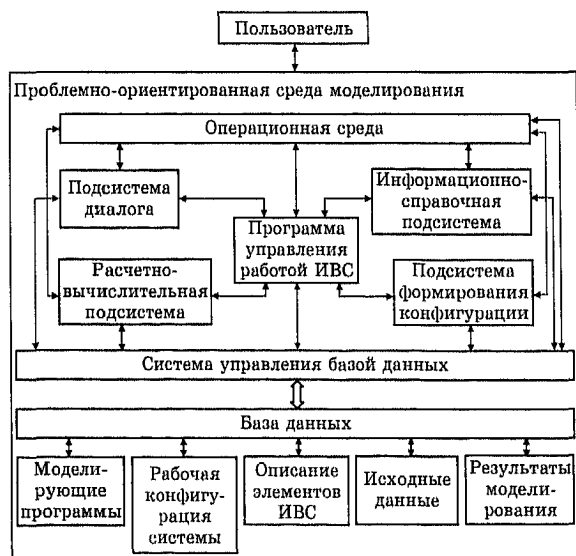
алгоритма, который называется имитационной моделью. В описании отражается как структура исследуемого процесса или системы, что достигается отождествлением их элементов с соответствующими элементами алгоритмов модели, так и процессы функционирования САПР во времени, представляемые в логико-математической форме. При этом описания объектов исследования имеют алгоритмический характер, а сами модели являются программами для моделирующей ЭВМ.

Экспериментальные методы базируются на измерении характеристик процессов, происходящих в реальных системах (в опытных или серийных образцах), и обработке результатов измерения с целью выявления представляющих интерес зависимостей.

При проектировании САПР, как правило, используются все основные методы моделирования. На начальных этапах проектирования в большей степени используются аналитические методы, на стадиях технического и рабочего проектирования — сочетание аналитических и имитационных методов, при испытаниях систем и на этапе их эксплуатации — экспериментальные методы.

Системы моделирования. На основе моделей и средств моделирования универсального назначения создаются проблемно-ориентированные системы структурного проектирования, экспериментальных исследований, генерации структур САПР и моделей для обучения обслуживающего персонала.

В состав каждой из систем входят (рисунок): модели из состава унифицированного комплекса, номенклатура которых определяется проблемной ориентацией данной системы; дополнительные модели, отражающие специфические особенности функционально-структурной организации моделируемой САПР; подсистема диалога с пользователями; подсистема формирования рабочей конфигурации системы моделирования; управляющая программа; база данных; информационно-справочная подсистема.



Функциональная схема проблемно-ориентированной системы моделирования

Кроме перечисленных элементов в состав системы включаются стандартные программы вычислительных средств (пакеты прикладных программ),

на основе которых строится система моделирования.

Подсистема диалога предоставляет пользователю возможность в режиме диалога или меню формулировать исходные данные для моделирования: описывать структуру САПР, формулировать постановку задач анализа или синтеза, определять требуемую точность решения при использовании численных методов или имитационных моделей, задавать критерий завершения процесса поиска решения для задач оптимизации, указывать необходимость выдачи пользователю промежуточных результатов моделирования для контроля, определять форму результирующих документов и т. д.

Подсистема формирования рабочей конфигурации обеспечивает выбор моделей, необходимых для решения поставленной пользователем задачи, составление плана их реализации, проверку логической непротиворечивости плана и сопрягаемости моделей по входам и выходам, выдачу сообщений пользователю в случае невозможности сформировать рабочую конфигурацию из-за отсутствия необходимых моделей, исходных данных и т. д.

Управляющая программа обеспечивает реализацию моделей в заданной последовательности, информационную связь реализуемых моделей по входным-выходным данным, проверку непротиворечивости промежуточных результатов, контроль за точностью результатов и временем моделирования, формирование промежуточных и конечных результатов для последующей выдачи пользователю.

База данных содержит: программы всех модулей системы; формализованные описания элементов структурного базиса САПР, типовых вариантов структур подсистем, показателей эффективности, интерфейсных спецификаций моделей; формы выходных документов; результаты моделирования; данные информационно-справочной службы и т. д.

Информационно-справочная подсистема предназначена для сбора и накопления сведений о моделируемых вариантах и результатах моделирования. Пользователю предоставляется возможность доступа к подсистеме с целью поиска данных по совокупности параметров (по порядковому номеру, дате моделирования, имени пользователя, совокупности описывающих постановку задачи или рабочую конфигурацию признаков и т. д.).

Система структурного проектирования является наиболее сложной с точки зрения числа входящих в нее элементов и их взаимосвязей. Система используется на этапе проектирования для решения задач структурного анализа и синтеза. В связи с тем, что в процессе проектирования могут возникнуть новые задачи, для решения которых недостаточно первоначально включенных в ее состав универсальных и функционально-ориентированных моделей, система должна быть открытой на всех стадиях использования.

В состав элементов структурного базиса может входить несколько вариантов однотипных элементов с различными параметрами и типовых вариантов подсистем, чем обеспечивается возможность исследования альтернативных структурных принципов организации САПР объектов ТЭК.

Технические средства, используемые для построения систем структурного проектирования, могут быть различными: персональные ЭВМ, рабочие станции и т. д. Наиболее трудоемкие задачи,

такие, как имитационное моделирование, численные методы анализа, оптимизация с максимальной эффективностью, могут быть реализованы на рабочих станциях и супер-ЭВМ. Для решения остальных задач, как правило, достаточно ресурсов современных персональных ЭВМ с емкостью основной памяти 128 Мб и жесткими магнитными дисками большой емкости. В общем случае технические средства системы могут представляться в виде локальной иерархической вычислительной сети, состоящей из персональных ЭВМ и рабочих станций, ресурсы которой система моделирования использует как один из пользователей в режиме разделения времени. При невозможности организации такой сети могут быть использованы изолированные вычислительные средства.

Система экспериментальных исследований используется при проведении испытаний опытного образца проектируемого изделия, серийных образцов (выходной контроль на этапе производства), в процессе настройки проектируемой системы или изделия и в процессе эксплуатации.

В систему экспериментальных исследований из состава унифицированных средств моделирования входят имитаторы нагрузки, мониторы, модели планирования эксперимента, модели идентификации результатов экспериментальных и аналитических исследований. Программные имитаторы и мониторы могут включаться в состав функционального программного обеспечения, образуя совместно с основными программами технического обслуживания и эксплуатации технологическую версию функционального программного обеспечения для проведения экспериментов.

Подсистема диалога обеспечивает ввод в систему исходных данных для работы подсистемы планирования эксперимента, общение с пользователем в процессе эксперимента (в контрольных точках, при возникновении нестандартных ситуаций и т. д.) и при выводе результатов.

Программы планирования эксперимента по исходным данным пользователя (параметрам нагрузки, требуемой точности результатов, длительности эксперимента, типам имитаторов нагрузки и т. д.) обеспечивают формирование плана эксперимента, определение требуемого объема статистической выборки, оценку времени эксперимента.

Модели идентификации используются для проверки статистической совместности результатов математического (аналитического, имитационного) моделирования и экспериментальных данных. При необходимости средства данной подсистемы должны обеспечивать возможность калибровки математических моделей на основании результатов натуральных испытаний.

Система генерации структур используется на этапе проектирования объектов ТЭК для синтеза структуры объекта, предназначенного для использования в составе конкретного производственно-технологического комплекса. В систему генерации структур из состава унифицированных средств моделирования входит ограниченный набор универсальных и функционально-ориентированных моделей, необходимых для проведения процедуры синтеза объектов ТЭК. Для пользователя система является закрытой, так как предполагается, что внесение изменений в нее возможно только

при существенном изменении структурной организации САПР объектов ТЭК или расширении функциональных возможностей объекта моделирования; необходимые корректировки в этом случае вносятся в систему разработчиком.

Описания параметров проектируемых объектов, перечень характеристик и значений показателей эффективности фиксированы и находятся в базе данных системы. В качестве исходных данных для генерации задаются типовые параметры объектов ТЭК.

Информационно-справочная подсистема содержит сведения о различных объектах ТЭК, результатах моделирования, полученных в процессе структурного синтеза различных объектов и процессов, и формализованные описания сгенерированных структур.

Система должна обеспечивать выдачу пользователю результатов моделирования в виде спецификаций и структурных схем, непосредственно используемых в составе документации на проектируемый объект или процесс.

Система моделей для обучения пользователей САПР используется для автоматизации процессов обучения пользователей САПР, проверки квалификации, переподготовки для эксплуатации модернизированных САПР или новых версий функционального программного обеспечения.

Основной состав подсистем для обучения пользователей САПР аналогичен составу систем генерации структур. К особенностям систем моделей для обучения пользователей САПР можно отнести более развитые средства диалоговой подсистемы, использование программ количественной оценки действий обучающихся. В базе данных хранится набор стандартных вопросов и ответов, описаний моделируемых ситуаций, перечень возможных действий операторов и их последствий. Кроме работы в рамках фиксированного перечня возможных ситуаций и действий пользователей САПР допускается задание обучающимся различных сочетаний варьируемых параметров ПО САПР и управляющих воздействий. При этом система обеспечивает расчет необходимых количественных показателей ПО САПР и прогнозирует последствия управляющих воздействий.

В информационно-справочной системе может накапливаться и храниться информация о действиях обучающегося, перечень правильно выполненных заданий, сведения о результатах контрольных опросов и т. д.

Система должна предусматривать возможность работы в режимах:

- запроса со стороны системы ответа обучающегося (выбор из меню);
- "деловой игры", в котором система предлагает обучающемуся последовательность ситуаций, требующих определенных действий пользователей (задание параметров проектируемых объектов ТЭК, выбор режимов работы САПР, задание спецификаций, нестандартные завершения тех или иных режимов работы САПР, запросы на ввод недостающей проектной или справочной информации и т. д.). После ввода в систему данных о предполагаемых действиях обучающегося производится поиск стандартного решения в базе данных и оценка правильности действий, а при отсутствии такого решения — моделирование ситуации, оценка действий обучающегося по