

УДК 681.518(075.8)

ББК 32.965

Н82

Рецензенты:

кафедра «Информационные технологии и автоматизированные системы»
Московского государственного института электроники и математики (ТУ)

(зав. кафедрой д-р техн. наук, лауреат премии Правительства РФ
в области науки и техники *С.Р. Тумковский*);

д-р техн. наук, проф. *Н.Б. Филимонов*

Норенков И. П.

Н82 Автоматизированные информационные системы : учеб. пособие /
И. П. Норенков. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. —
342 [2] с. : ил. — (Информатика в техническом университете).

ISBN 978-5-7038-3446-6

Рассмотрены вопросы построения автоматизированных информационных систем и их применения в различных сферах деятельности человека. Основное внимание уделено описанию структур, функций, методов анализа и синтеза решений в автоматизированных системах проектирования и управления, их математического, технического, программного и лингвистического обеспечения.

Содержание книги соответствует курсу лекций, читаемому автором в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Для студентов, обучающихся по направлению «Информатика и вычислительная техника». Может быть полезно аспирантам и специалистам, чья деятельность связана с автоматизацией и информатизацией процессов проектирования и управления в машиностроении и радиоэлектронике.

УДК 681.518(075.8)

ББК 32.965

ISBN 978-5-7038-3446-6

© Норенков И.П., 2011

© Оформление. Издательство

МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|------------|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 6 |
| СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ | 8 |
| 1. АРХИТЕКТУРА И ФУНКЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ | 11 |
| 1.1. Автоматизированные информационные системы | 11 |
| 1.2. Системы автоматизированного проектирования в машиностроении | 23 |
| 1.3. Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике | 35 |
| 1.4. Автоматизированные системы управления | 54 |
| 1.5. Автоматизированные системы в непромышленной сфере | 68 |
| Контрольные вопросы | 91 |
| 2. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ | 93 |
| 2.1. Аппаратура автоматизированных информационных систем | 93 |
| 2.2. Вычислительные сети | 115 |
| 2.3. Программное и информационное обеспечение | 140 |
| Контрольные вопросы и упражнения | 165 |
| 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ | 166 |
| 3.1. Математический аппарат, используемый в моделях разных иерархичес- ких уровней | 166 |
| 3.2. Типичные проектные процедуры | 170 |
| 3.3. Моделирование на микроуровне | 172 |
| 3.4. Моделирование на макроуровне | 176 |
| 3.5. Моделирование на функционально-логическом уровне | 185 |
| 3.6. Моделирование на системном уровне | 192 |
| 3.7. Геометрическое моделирование | 218 |
| Контрольные вопросы и упражнения | 222 |
| 4. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ | 224 |
| 4.1. Задачи и методы оптимизации и структурного синтеза | 224 |
| 4.2. Интеллектуальные методы и средства в автоматизированных информа- ционных системах | 235 |
| 4.3. Примеры применения методов структурного синтеза в автоматизиро- ванных информационных системах | 261 |
| Контрольные вопросы | 288 |
| 5. ИНТЕГРАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ | 290 |
| 5.1. Технологии CALS | 290 |
| 5.2. Технологии построения интегрированных автоматизированных инфор- мационных систем | 327 |
| Контрольные вопросы | 340 |
| ЛИТЕРАТУРА | 342 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вычислительная техника, информационные технологии (ИТ) и системы связи, основанные на компьютерных технологиях, прочно заняли место одной из наиболее быстроразвивающихся отраслей промышленности в развитых странах. Под влиянием информационных и коммуникационных технологий меняется облик мира. Это влияние заключается в формировании обширных электронных хранилищ знаний и доступе к ним в любое время и в любом месте, в беспрецедентных возможностях коммуникаций людей с помощью Internet, в расширении интеллектуальных возможностей человека при принятии решений в процессах управления и проектирования и др.

Чтобы адекватно использовать открывающиеся возможности информатизации, необходимо соответствующее кадровое обеспечение процессов развития ИТ. Выпускники вузов по соответствующим направлениям должны быть подготовлены к активному участию в процессах информатизации, знать проблемы информатики и вычислительной техники, обладать знаниями и владеть навыками разработки и применения методов и средств ИТ. Поэтому в учебные планы подготовки магистров по направлению «Информатика и вычислительная техника» включена дисциплина «Современные проблемы информатики и вычислительной техники». Основной целью этой дисциплины является изучение состояния и тенденций развития передовых направлений информатики и вычислительной техники в их взаимосвязи. Рассматриваются архитектуры вычислительных систем и сетей, построение программных комплексов, модели и методы вычислений, системы искусственного интеллекта. Эти направления развития ИТ реализовались в автоматизированных информационных системах (АИС) различного назначения. Проблемы информатики и вычислительной техники — это прежде всего проблемы АИС, т. е. программно-аппаратных комплексов, предназначенных для решения определенной совокупности задач на основе взаимодействия человека и ЭВМ.

Предлагаемое учебное пособие посвящено изучению проблем построения и применения АИС.

В главе 1 описываются задачи и структура АИС, основное внимание уделяется автоматизированным системам управления и проектирования,

Предисловие

используемым в промышленности. Кратко охарактеризованы системы, применяемые в непромышленной сфере.

Глава 2 освещает вопросы выбора и (или) построения компонентов АИС — их программного и технического обеспечения. Рассматриваются жизненный цикл программных комплексов, современные средства их разработки, автоматизированные рабочие места пользователей, объединение аппаратных средств в вычислительные сети.

Главы 3 и 4 посвящены проблемам математического обеспечения АИС. Подходы и методы решения задач анализа и моделирования исследуемых или проектируемых объектов излагаются в главе 3, а методы оптимизации, структурного синтеза и принятия решений — в главе 4.

Глава 5 посвящена вопросам интеграции АИС. Рассматриваются проблемы взаимодействия отдельных систем в общих средах проектирования и управления жизненным циклом промышленной продукции на основе CALS-технологий.

СПИСОК ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|---------|--|
| АИС | — автоматизированная информационная система |
| АКД | — аппаратура окончания канала данных |
| АОС | — автоматизированная обучающая система |
| АРМ | — автоматизированное рабочее место |
| АСД | — автоматизированная система делопроизводства |
| АСНИ | — автоматизированная система научных исследований |
| АСТПП | — автоматизированная система технологической подготовки производства |
| АСУ | — автоматизированная система управления |
| АСУП | — автоматизированная система управления предприятием |
| АСУТП | — автоматизированная система управления технологическими процессами |
| БД | — база данных |
| БИС | — большая интегральная схема |
| БМК | — базовый матричный кристалл |
| БнД | — банк данных |
| БУМ | — база учебных материалов |
| БЭФ | — базовый элемент формы |
| ВКС | — встроенная компьютерная система |
| ВОЛС | — волоконно-оптическая линия связи |
| ВС | — вычислительная система |
| ГИС | — географическая информационная система |
| ГП | — графический процессор |
| ЖЦИ | — жизненный цикл изделий |
| ИМ | — информационная модель |
| ИО | — информационное обеспечение |
| ИОС | — информационно-образовательная среда |
| ИСП | — информационная система природопользования |
| ИТ | — информационные технологии |
| ИЭТР | — интерактивное электронное техническое руководство |
| КА | — конечный автомат |
| КГиГМ | — компьютерная графика и геометрическое моделирование |
| КЭ | — конечный элемент |
| ЛВС | — локальная вычислительная сеть |
| МДКН/ОК | — множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов |
| МИС | — медицинская информационная система |

Список основных сокращений

| | |
|-------|---|
| МКЭ | — метод конечных элементов |
| ММС | — математическая модель системы |
| МТО | — материально-техническое обеспечение |
| ОА | — обслуживающий аппарат |
| ООД | — окончное оборудование данных |
| ООП | — объектно-ориентированное проектирование |
| ОС | — операционная система |
| ПК | — персональный компьютер |
| ПЛИС | — программируемая логическая интегральная схема |
| ПО | — программное обеспечение |
| РБД | — распределенные базы данных |
| РЭА | — радиоэлектронная аппаратура |
| САПР | — система автоматизированного проектирования |
| СБИС | — сверхбольшая интегральная схема |
| СДО | — система документооборота |
| СИМ | — сетевая имитационная модель |
| СЛАУ | — система линейных алгебраических уравнений |
| СМО | — система массового обслуживания |
| СНАУ | — система нелинейных алгебраических уравнений |
| СОДУ | — система обыкновенных дифференциальных уравнений |
| СУД | — система управления документами |
| ТЗ | — техническое задание |
| ТОиР | — техническое обслуживание и ремонт |
| ТПП | — технологическая подготовка производства |
| ЦП | — центральный процессор |
| ЧПУ | — числовое программное управление |
| ЭМВОС | — эталонная модель взаимосвязи открытых систем |
| ЭОР | — электронный образовательный ресурс |
| AIC | — Application Interpreted Construct |
| AP | — Application Protocol |
| API | — Application Programming Interface |
| ARPA | — Advanced Research Projects Agency |
| ASIC | — Application Specific Integrated Circuits |
| ASP | — Application Service Provider |
| BIST | — Built-In Self-Test |
| BOM | — Bill Of Materials |
| CAD | — Computer Aided Design |
| CAE | — Computer Aided Engineering |
| CALS | — Continuous Acquisition and Lifecycle Support |
| CAM | — Computer Aided Manufacturing |
| CAPP | — Computer Aided Process Planning |
| CASE | — Computer Aided System Engineering |
| CASE | — Computer Aided Software Engineering |
| CBR | — Case-Based Reasoning |
| CNC | — Computerized Numerical Control |
| CPLD | — Complex Programmable Logic Device |
| CRM | — Customer Requirement Management |
| CRP | — Capacity Requirements Planning |
| DSL | — Domain Specific Language |

Список основных сокращений

| | |
|-------|---|
| DSS | — Decision Support System |
| DW | — Data Warehouse |
| EAI | — Enterprise Application Integration |
| ECAD | — Electronics Computer Aided Design |
| ERP | — Enterprise Resource Planning |
| FDDI | — Fiber Distributed Data Interface |
| FPGA | — Field Programmable Gate Array |
| GPSS | — General Purpose Simulation System |
| HDL | — Hardware Description Language |
| HTML | — HyperText Markup Language |
| HTTP | — HyperText Transfer Protocol |
| IDE | — Integrated Development Environment |
| IETM | — Interactive Electronic Technical Manual |
| IMS | — Instructional Management System |
| IP | — Intellectual Property |
| IP | — Internet Protocol |
| ISO | — International Standard Organization |
| LAN | — Local Area Network |
| MCAD | — машиностроительная CAD-система |
| MDA | — Model Driven Architecture |
| MDD | — Model Driven Development |
| MES | — Manufacturing Execution System |
| MPI | — Message Passing Interface |
| MRP | — Material Requirement Planning |
| MRP-2 | — Manufacturing Resource Planning |
| OLAP | — OnLine Analytical Processing |
| OMG | — Object Management Group |
| OWL | — Ontology Web Language |
| PDM | — Product Data Management |
| PLM | — Product Lifecycle Management |
| RTL | — Register Transfer Level |
| RUP | — Rational Unified Process |
| SCADA | — Supervisory Control and Data Acquisition |
| SCM | — Supply Chain Management |
| SCORM | — Shareable Content Object Reference Model |
| SMP | — Symmetric Multiprocessor |
| SOA | — Service-Oriented Architecture |
| SoC | — System-on-Chip |
| STEP | — Standard for Exchange of Product model data |
| TCP | — Transport Control Protocol |
| TLM | — Transaction Level Modeling |
| UML | — Unified Modeling Language |
| URL | — Universal Resource Locator |
| WAN | — Wide Area Network |
| Wi-Fi | — Wireless Fidelity |
| WWW | — World Wide Web |

1. АРХИТЕКТУРА И ФУНКЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Среди автоматизированных информационных систем (АИС) наиболее наукоемкими являются системы автоматизированного проектирования (САПР). Обычно САПР определяют, как организационно-техническую систему, представляющую собой комплекс средств автоматизированного проектирования, взаимосвязанный с подразделениями проектной организации и выполняющий автоматизированное проектирование. По своей структуре САПР являются иерархически организованными, многофункциональными системами, состоящими из большого числа подсистем. Наибольшее развитие САПР получили в областях машиностроения и радиоэлектроники.

Не менее значимы для промышленного производства автоматизированные системы управления (АСУ), которые также являются иерархическими многофункциональными системами, позволяющими существенно повысить эффективность управления сложными производственными процессами.

В последнее время автоматизация охватывает большинство сфер деятельности людей, появляются АИС в непромышленных областях и прежде всего в экологии, медицине, социологии и др.

В главе рассматриваются наиболее общие вопросы проектирования АИС. Материал носит обзорный характер. Излагаются типичные функции и структуры систем, приводятся краткие сведения из истории появления и развития основных типов АИС.

1.1. Автоматизированные информационные системы

Проблемы развития информационных технологий. Достижения в области *информационных технологий* (ИТ) оказывают непосредственное влияние на состояние и перспективы развития большинства других направлений науки и промышленности. Являясь катализатором прогресса в различных сферах деятельности человека, ИТ сами интенсивно развиваются. Проблемы развития ИТ и реализующих их АИС сосредоточены в ряде направлений, относящихся как к программно-аппаратному, так и к математическому и методическому обеспечению АИС. Это проблемы роста

ций в кассах банка, включая конверсионные операции, оформление платежных поручений, бухгалтерской отчетности и т. п.;

- подсистема электронного документооборота и дистанционного обслуживания клиентов обрабатывает поручения платежные, депозитарные, на операции купли-продажи и т. п.;

- подсистема кредитования регистрирует заявки клиентов, анализирует кредитоспособность заемщиков, ведет учет заключенных кредитных договоров различных видов и др.;

- подсистема вкладов выполняет операции по открытию и ведению счетов клиентов, расчету процентов и налогов, пролонгации и другие операции по депозитам.

Кроме перечисленных подсистем в ИБС имеются модули обслуживания населения, работы с пластиковыми картами, вексельного учета и др.

Вопросы безопасности информации играют в ИБС первостепенную роль и рассматриваются в аспектах целостности, доступности авторизованному пользователю, конфиденциальности данных. В ИБС применяют многоуровневые системы защиты, включающие правовые (законодательные), организационные, физические и программно-аппаратные средства. Основные функции программных средств защиты: авторизация и аутентификация пользователей, шифрование данных, разграничение доступа, поддержка электронно-цифровой подписи и др.

К числу известных ИБС относятся отечественные системы RS-Bank V.5.0., «Гефест», «Кворум».

Контрольные вопросы

1. Что такое прототипирование и зачем его используют в процессах проектирования и производства?
2. Охарактеризуйте этапы проектирования автоматизированных информационных систем.
3. Назовите наиболее значимые, на ваш взгляд, события в истории развития САПР в машиностроении.
4. Назовите наиболее значимые, на ваш взгляд, события в истории развития САПР в радиоэлектронике.
5. В чем заключаются отличия САПР верхнего уровня от систем среднего уровня?
6. Что такое дерево построения модели?
7. Назовите основные подсистемы САПР в области машиностроения.
8. Назовите основные подсистемы САПР в области радиоэлектроники.
9. Назовите основные подсистемы систем ERP.

1. Архитектура и функции автоматизированных информационных систем

10. Что такое целостность сигнала?
11. Что понимается под самотестируемостью?
12. Перечислите основные стратегии позиционирования изделий и производственных процессов на машиностроительных предприятиях.
13. Назовите основные логистические функции и процессы.
14. Что понимается под управлением документооборотом?
15. В чем состоят функции автоматизированных обучающих систем?
16. Каким образом возможна адаптация учебных пособий к индивидуальным запросам обучаемых?
17. Назовите основные функции медицинских информационных систем.

2. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Автоматизированные информационные системы представляют собой программно-аппаратные комплексы, поэтому проектирование АИС — это выбор и (или) разработка системного и прикладного ПО и аппаратных средств. Специфические особенности АИС определяются в первую очередь прикладным ПО.

Основу технического обеспечения АИС составляют вычислительные сети, в узлах которых расположены различные типы компьютеров и вычислительных систем. Их быстродействие и емкость памяти должны соответствовать требованиям, предъявляемым имеющимся прикладным ПО. Важное значение имеет удобство взаимодействия человека с ЭВМ.

Высокий уровень сложности программных комплексов АИС является главной проблемой их проектирования. Для обеспечения должного качества ПО и приемлемого уровня затрат на его создание разрабатываются специальные методики и CASE-средства.

2.1. Аппаратура автоматизированных информационных систем

Требования, предъявляемые к техническому обеспечению АИС. Техническое обеспечение АИС включает в себя различные технические средства (компьютеры, вычислительные системы (ВС), периферийные устройства, сетевое оборудование), а также оборудование некоторых вспомогательных систем (например, измерительных), поддерживающих выполнение основных функций АИС. Вычислительной системой (в отличие от ЭВМ и вычислительной сети) называют совокупность аппаратных и программных средств, совместно используемых при решении задач и размещаемых компактно на территории, размеры которой соизмеримы с размерами аппаратных средств.

К используемым в АИС техническим средствам предъявляются следующие требования:

1) выполнение всех необходимых процедур, для которых имеется соответствующее ПО;

Контрольные вопросы и упражнения

1. Назовите имена разработчиков первых в мире и в СССР ЭВМ и время их создания.
2. Назовите лидеров списка Top500.
3. Чем было обусловлено решение СССР перейти на производство компьютеров серии ЕС ЭВМ?
4. Что такое архитектура NUMA?
5. Поясните этапы обработки графической информации при ее визуализации.
6. Перечислите функции вершинных и пиксельных шейдеров.
7. В чем преимущества последовательных шин перед параллельными?
8. Назовите основные вехи развития коммуникаций, приведшие к появлению Internet.
9. Чем определяется минимальная длина кадра в сетях Ethernet?
10. Для чего нужна преамбула в кадре данных, передаваемых в сети Ethernet?
11. Какие действия выполняются в сетях с оконным управлением при установлении соединения?
12. Какие особенности протоколов TCP/IP ограничивают максимальную скорость передачи данных в сети?
13. В чем заключается управление конфигурацией программного продукта?
14. Поясните назначение CASE-систем.
15. В чем заключаются преимущества разработки, управляемой моделями?
16. Приведите примеры диаграмм классов, объектов и активностей языка UML.
17. Что понимается под специфическими и неспецифическими, идентифицирующими и неидентифицирующими отношениями?

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Разнообразие функций АИС и задач, решаемых ими, обуславливает разнообразие средств математического обеспечения, применяемого в автоматизированных системах. В математическом обеспечении выделяют методы, во-первых, синтеза принимаемых решений, во-вторых, анализа тех объектов и процессов, которые являются предметом рассмотрения в АИС.

Анализ исследуемых объектов и процессов обычно выполняется методами математического моделирования. Моделью объекта принято называть квазиобъект, отображающий некоторые свойства реального объекта, а математическая модель — это модель, представленная на языке математики, т. е. система математических объектов (чисел, переменных, множеств, графов, матриц и т. д.) и отношений между ними, отражающая некоторые свойства исследуемого объекта.

Исследуемые сложные системы имеют иерархическую структуру. Каждый иерархический уровень характеризуется своими допущениями и упрощениями моделей, призванными преодолеть имеющиеся сложности, обусловленные большими размерами моделей. В результате сложилась определенная система уровней, на каждом из которых применяется соответствующий этим допущениям и упрощениям математический аппарат.

Глава посвящена моделям и методам анализа и моделирования, используемым в АИС на микро-, макро-, функционально-логическом и системном уровнях моделирования, причем рассматриваются модели и методы, имеющие наиболее общий характер.

3.1. Математический аппарат, используемый в моделях разных иерархических уровней

Моделирование является основным подходом к оценке свойств объектов, исследуемых в АИС, что необходимо для верификации и улучшения проектных или управленческих решений. Основными проблемами моделирования являются формирование адекватных математических моделей объектов и выбор или разработка эффективных методов исследования.

Модель всегда лишь приближенно отражает те или иные свойства объекта. Адекватность имеет место, если модель отражает заданные свой-

Аналогично можно получить выражения для форм Безье и B -сплайнов применительно к поверхностям с учетом того, что вместо (3.32) используются кубические зависимости от двух переменных.

К числу операций создания примитивов относятся заметание (sweeping), натягивание (skinning), сопряжение (blending). Заметание составляет основу *кинематического метода синтеза поверхностей*, согласно которому задают двухмерный контур и траекторию его перемещения, а след от перемещения контура принимают в качестве поверхности детали. Натягивание заключается в натягивании поверхности на заданные плоские поперечные сечения тела. Сопряжение — функция скругления острых ребер, образуемых при пересечении поверхностей.

Многообразные модели ориентированы на представление многообразий. Каждая точка тела, являющегося многообразием, имеет соседние точки во всех направлениях, лежащих в касательной плоскости к этой точке.

Немногообразные модели таковыми не являются, они могут быть определены как геометрические модели, в которых отображаются элементы разной размерности — одно-, двух- и трехмерные. Такие модели удобны на промежуточных стадиях синтеза объемных моделей. Примерами немногообразных тел могут служить идеальные сотовые конструкции, стенки которых не имеют толщины, или стержень, рассматриваемый при 3D-моделировании как одномерный.

Большинство систем твердотельного моделирования ориентировано только на многообразные модели.

Рассмотренные модели хранятся и обрабатываются в векторной форме. Однако для визуализации в современных рабочих станциях в связи с использованием в них растровых дисплеев необходима *растеризация* — преобразование модели в растровую форму. Обратную операцию перехода к векторной форме называют *векторизацией*, векторная форма характеризуется меньшими затратами памяти. В частности, векторизация должна выполняться по отношению к данным, получаемым сканированием изображений в устройствах автоматического ввода.

Контрольные вопросы и упражнения

1. Для чего применяют анализ чувствительности?
2. Поясните, в чем заключается метод Галеркина и для решения каких задач его используют?
3. Что называют конечным элементом? Матрицей жесткости?
4. Найдите координатные функции для одномерной задачи при линейной аппроксимации функции $f(x)$ (рис. 3.15, на котором показаны КЭ длиной L).

5. Какие величины в гидравлических системах являются аналогами электрических токов и напряжений?
6. Что такое аттрактор? Бифуркация?
7. Приведите примеры А-устойчивых численных методов решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
8. Каким образом можно уменьшить число вторичных ненулевых элементов в матрице коэффициентов при применении метода разреженных матриц?
9. Для решения каких задач применяется трехзначное логическое моделирование?
10. Поясните сущность событийного метода моделирования.
11. Постройте граф состояний для системы массового обслуживания, состоящей из двух включенных параллельно идентичных ОА с интенсивностью обслуживания μ каждый, при общем входном потоке с интенсивностью поступления заявок λ . Если свободны оба ОА, пришедшая заявка занимает первый ОА. Если очередь равна 2, то приходящие заявки покидают систему без обслуживания.
12. Опишите на языке GPSS модель системы, состоящей из трех станков и обрабатывающих деталей типов *A* и *B*. Заданы интенсивности поступления деталей этих типов и интенсивности обработки их на каждом станке. Маршруты деталей типа *A* включают станки 1 и 2, деталей типа *B* — станки 1 и 3.
13. Как и в предыдущем примере, на входе системы имеются потоки деталей типов *A* и *B*, но система представляет собой сборочную линию, на выходе которой каждое изделие состоит из n деталей типа *A* и m деталей типа *B*. Требуется разработать модель системы и представить ее на языке GPSS.
14. Разработайте модель процесса курсового проектирования в соответствии с методикой IDEF0.
15. В чем заключаются различия между многообразными и немногообразными геометрическими моделями?

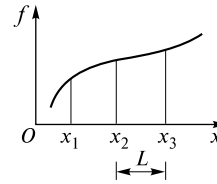


Рис. 3.15. График функции к упражнению 4

4. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Наиболее трудно формализуемыми задачами в АИС являются задачи принятия решений и структурного синтеза проектируемых объектов в различных приложениях. Известны недостатки неавтоматизированного синтеза: решения часто оказываются далеки от оптимальных; по мере усложнения проектируемых изделий возможности человека в решении задач синтеза сужаются; растут затраты времени на проектирование. Поэтому к числу актуальных проблем развития математического обеспечения АИС относится поиск эффективных методов поддержки принятия решений, включая задачи параметрического и структурного синтеза.

В данной главе, наряду с известными и уже широко применяемыми в АИС методами математического программирования для параметрической оптимизации, рассматриваются перспективные подходы к интеллектуализации методов и средств структурного синтеза и принятия решений.

4.1. Задачи и методы оптимизации и структурного синтеза

Постановка задачи математического программирования. Задачи *параметрического синтеза* довольно разнообразны, средства для их решения имеются во многих АИС и прежде всего в САПР и ERP.

Параметрический синтез в САПР заключается в расчете значений параметров X , характеризующих свойства элементов, из которых состоит проектируемый объект. Обычно расчет ведется исходя из условий обеспечения наилучших значений выходных параметров Y объекта. В этом случае расчет называется оптимизацией.

Задача оптимизации в АИС формулируется в виде задачи математического программирования

$$\mathop{\text{extr}}_{X \in D_x} F(X), \quad (4.1)$$

$$D_x = \{X \mid \varphi(X) > 0, \psi(X) = 0\},$$

где $F(X)$ — целевая функция; X — вектор управляемых параметров; $\varphi(X)$ и

уже создана и находится в БУМ. Следует лишь выбрать и упорядочить нужные модули, а для этого и предназначена онтология приложения. Выбор осуществляет преподаватель в процессе навигации по семантической сети понятий, предъявляемой ему системой. При навигации пользователь может видеть все связи очередного концепта, просматривать относящиеся к нему фрагменты и принимать решение или о включении данного концепта и раскрывающего его модуля в пособие, или о его игнорировании. Система автоматически располагает отобранные модули в правильной логической последовательности, ориентируясь на известные системе отношения концептов и критерии, предварительно реализованные в БиГОР. Созданию индивидуализированных учебных пособий способствует как легкость их формирования, так и наличие в БУМ альтернативных модулей разного уровня сложности изложения одного и того же вопроса.

Модульная структура обуславливает легкость пополнения БУМ и поддержания ее в актуальном состоянии, отвечающем современным достижениям науки и техники. При этом на основе онтологии осуществляется полуавтоматическое преобразование вновь введенных текстов в гипертекст благодаря тому, что система выделяет в качестве потенциальных гиперссылок все слова и словосочетания в тексте, являющиеся концептами.

Необходимость разработки онтологий предметных областей может вызвать определенные затруднения у некоторых авторов, однако именно преодоление таких затруднений способствует глубокому освоению предмета и в итоге ведет к систематизации знаний и созданию электронных энциклопедий по предметным областям (направлениям подготовки).

Контрольные вопросы

1. Что такое множество Парето?
2. Какие свойства характеризуют класс NP -полных задач?
3. Приведите примеры штрафных функций.
4. Поясните сущность метода ветвей и границ.
5. Поясните сущность метода оптимизации с запретами (Tabu Search).
6. Что такое многоточечный кроссовер?
7. Для чего нужен оператор мутаций в ГА?
8. Дайте предложения по кодированию хромосом при решении задачи коммивояжера.
9. Дайте предложения по постановке задачи компоновки модулей в блоки для ее решения генетическими методами. Какова структура хромосомы?

4.3. Примеры применения методов структурного синтеза в АИС

- 10.** Приведите пример гиперкуба в системе OLAP.
- 11.** Каким образом решается задача кластеризации текстовых документов?
- 12.** Что такое паттерн проектирования?
- 13.** Назовите критерии, используемые при решении задачи размещения элементов на плате.
- 14.** Что такое штейнеровское дерево?
- 15.** Дайте предложения по кодированию решений задачи синтеза расписаний в виде хромосомы.

5. ИНТЕГРАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

На первом этапе создания и применения АИС ориентировались на автоматизацию отдельных проектных или бизнес-процедур. Однако эффективность АИС была невысокой из-за трудностей организации совместного выполнения программ в маршрутах проектирования и в бизнес-процессах. Новые сложные задачи, обусловленные прогрессом науки и техники, требовали для своего решения сквозной автоматизации процессов, что могло быть выполнено только в интегрированных многофункциональных АИС.

Проблемы интеграции решаются путем создания новых методологий проектирования и управления промышленным производством. К их числу прежде всего относится методология создания интегрированных систем, воплощенная в технологиях CALS и PLM. Развиваются и другие подходы, основанные на объединении уже существующих отдельных программно-методических комплексов в интегрированные системы.

Проблема интеграции АИС имеет ряд аспектов. Прежде всего это синтаксическая и семантическая совместимость обрабатываемой в системах информации. Синтаксическая интеграция достигается использованием языков и форматов, инвариантных к приложениям. Примерами таких языков являются язык разметки XML, язык Express из стандартов STEP, языки онтологий и др. Семантическая интеграция обычно основывается на разработке и применении онтологий. Необходимы унификация языков, моделей, протоколов интеграции и поддержка интеграции соответствующими инструментальными программными средствами.

5.1. Технологии CALS

Основные положения и принципы CALS. Управление современным промышленным производством сложных изделий основано на использовании единого информационного пространства, поддерживаемого системой PLM (Product Lifecycle Management). Под PLM понимают процесс управления информацией об изделии на протяжении всего его жизненного цикла. Отметим, что понятие «система PLM» трактуется двояко: либо как интегрированная совокупность автоматизированных систем CAE/CAD/CAM/PDM

Каждая из этих секций может иметь иерархическое представление.

Секция метаданных задает общую информацию об ЭОР (например, автор ЭОР, название ЭОР, предметная область, аннотация, владелец ресурса, ключевые слова). Ее роль аналогична роли библиографического описания книги. Для представления метаданных используется спецификация IMS Metadata Specification, в которой определены следующие группы (поля) элементов метаданных (IMS-метаданные):

- информация об изучаемом объекте;
- развитие и текущее состояние ресурса;
- особенности описания (так называемые метаметаданные, т. е. метаданные о метаданных);
- технические возможности ресурса (формат, размер, метод доступа к ресурсу и т. п.);
- образовательные или педагогические характеристики ресурса (тип обучающего ресурса, уровень интерактивности, приблизительное время, необходимое для освоения материала, и др.);
- условия распространения и использования ресурса;
- взаимодействие с другими ресурсами (вид связи, название каталога, ресурс, с которым связан или взаимодействует описываемый ресурс, и др.);
- комментарии к использованию ресурса в учебном процессе;
- описание характеристик ресурса, его место в классификации.

Помимо регламентированных полей в описания метаданных IMS по усмотрению разработчиков конкретных образовательных ресурсов могут вводиться дополнительные поля.

Логическая организация отражает логическую структуру ЭОР в виде разделения материала на главы, разделы, параграфы.

Физическая организация является описанием файловой структуры ЭОР. Это описание включает имена файлов. Файлы группируются в ресурсы, ресурсы — в блоки ресурсов.

Манифест генерируется с помощью специальной программы на основе сведений об ЭОР, задаваемых в некотором входном формате.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия CALS.
2. Перечислите основные функции систем PDM.
3. Что такое управление конфигурацией изделия?
4. Что такое электронная структура изделия и электронная модель изделия?
5. Что называют прикладным протоколом в STEP-технологиях? Что такое интегрированные ресурсы?

6. Приведите классификацию геометрических моделей в протоколе AP203.
7. Для чего нужны обменные файлы стандарта ISO 10303-21?
8. Опишите на языке Express в виде схемы и обменного файла чертеж, показанный на рис. 5.18.
9. Опишите в виде Express-схемы и обменного файла схему, изображенную на рис. 5.19.

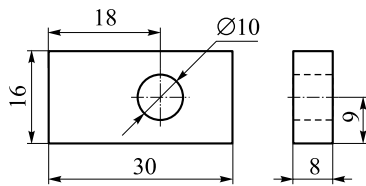


Рис. 5.18. Исходные данные к упражнению 8

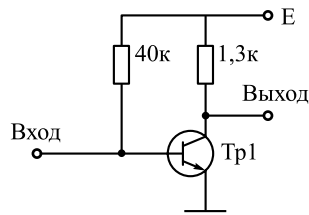


Рис. 5.19. Исходные данные к упражнению 9

10. Что понимается под управлением качеством в стандартах ISO 9000?
11. Опишите основные задачи интегрированной логистической поддержки изделий.
12. Для каких целей создаются интегрированные электронные технические руководства?
13. Приведите примеры компонентно-ориентированных систем.
14. В чем заключаются основные подходы к интеграции автоматизированных систем?
15. Что такое интеграционная шина?
16. Охарактеризуйте назначение протоколов SOAP, USDL, UDDI.
17. Что такое манифест образовательного ресурса в модели SCORM?

ЛИТЕРАТУРА

База нормативно-технической документации [Электронный ресурс] / (<http://1doc.ru/index.php?text=10303&respage=20&tsearch=0&newwin=1>). Проверено 10.01.2010.

Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. М.: Филинь, 2002. 616 с.

Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Изд-во «Питер», 2000. 384 с.

Дэниэл О. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация. М.: Вершина, 2004. 272 с.

Информационная управляющая система МГТУ им. Н.Э. Баумана «Электронный университет»: концепция и реализация / Т.И. Агеева, А.В. Балдин, В.А. Барышников и др.; под ред. И.Б. Федорова, В.М. Черненко. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 370 с.

Информационные системы и технологии в экономике / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, М.И. Семенов, А.И. Трубилин. М.: Финансы и статистика, 2005. 416 с.

Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 448 с.

Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике: Справочник / под ред. И.П. Норенкова. М.: Радио и связь, 1986. 368 с.

Технологии анализа данных : Data Mining, Visiul Mining, OLAP / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 384 с.

Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Welsey, 1989. 412 p.

SCORM. 2004. 2d Edition. Overview. Advanced Distributed Learning, 2004. 36 p.

Учебное издание

Информатика в техническом университете

Норенков Игорь Петрович

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Редактор *Н.Е. Овчеренко*
Технический редактор *Э.А. Кулакова*
Художники *Н.Г. Столярова, С.С. Водчиц*
Корректор *Е.В. Авалова*
Компьютерная графика *О.В. Левашовой*
Компьютерная верстка *Н.Ф. Бердавцевой*

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.003961.04.08 от 22.04.2008 г.

Подписано в печать 03.10.11. Формат 70×100 1/16.
Усл. печ. л. 27,95. Тираж 700 экз. Заказ №

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
E-mail: press@bmstu.ru
<http://www.baumanpress.ru>
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

Отпечатано в ГУП ППП «Типография «Наука».
121099, Москва, Шубинский пер., д. 6.