

26. *Касты Дж.* Большие системы: связность, сложность и катастрофы. – М.: Мир, 1982. – 216.
27. *Axelrod R.* The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. – Princeton. University Press, 1976.
28. *Eden C.* Cognitive mapping // European Journal of Operational Research. – 1998. – № 36. – P. 1-13.
29. *Atkin R. H.*, Combinatorial Connectivities in Social Systems. An Application of Simplicial Complex Structures to the Study of Large Organisations, Interdisciplinary Systems Research, 1997.
30. *Atkin R. H., Casti J.*, Polyhedral Dynamics and the Geometry of Systems, RR-77-International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, March, 1977.
31. *Гранберг А.Г.* Основы региональной экономики: Учебник для вузов. Гос. ун-т – Высшая школа экономики. – 5-е изд. [стер.]. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. – 495 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. В.П. Карелин.

Горелова Галина Викторовна – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: g.v.gorelova@gmail.com; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634394264; кафедра государственного и муниципального права и управления; д.т.н.; профессор.

Gorelova Galina Victorovna – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: g.v.gorelova@gmail.com; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634394264; the department of state and municipal legislation and administration; dr. of eng. sc.; professor.

УДК 004.94

В.М. Ветошкин, О.В. Саяпин

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Рассматривается структура процесса проектирования баз данных автоматизированных информационных и управляющих систем. Рассматриваются вопросы анализа содержания и взаимосвязи этапов фазы системного анализа и проектирования информационной базы.

Представленная методика направлена на ликвидацию технологической неопределенности процесса накопления и систематизации информации о проектируемой автоматизированной системе для формирования обоснованных требований к её подсистемам и видам обеспечения, а также на сокращение сроков разработки и внедрения, повысив одновременно качество проектных решений. Реализация предложенного подхода позволит методологически обеспечить, технологически определить и инструментально оснастить процессы анализа информационного содержания функционирования сложных организационно-технических систем.

Организационная система; система баз данных; инфологическая, концептуальная, логическая, физическая модели; этапы системного анализа; автоматизированная система.

V.M. Vetoshkin, O.V. Sayapin

METHODOLOGY OF DEVELOPMENT OF THE CONCEPTUAL INFORMATION MODEL OF THE SYSTEM DATABASE

The paper describes the structure of the process of database design automation systems. An analysis of the content and relationship stages phases of system analysis and design information base.

The presented method is intended to eliminate the technological uncertainty of accumulation process and systematization of information on future automated system to generate reasonable requirements of its sub-systems and types of security, as well as to reduce the time of development

and implementation, while increasing the quality of design solutions. Its implementation will ensure a methodologically and technologically equipped to identify and to supply with instruments the processes of analyzing the content of the functioning of complex organizational and technical systems.

Organizational system; Database System; infological; conceptual; logical and physical models; stages of system analysis; automated system.

Настоящая статья развивает основные положения методологии проектирования систем баз данных (СБД) для автоматизированных информационных и управляющих систем (АС) широкого спектра предназначения. Основы данной методологии были разработаны на кафедре автоматизированных систем управления Военно-воздушной инженерной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и широко использовались в учебном процессе и при разработке практических проектов.

Разработка АС является многоплановой, чрезвычайно сложной и трудоёмкой задачей, предполагающей разработку всех видов ее обеспечения: информационного, математического, программного, лингвистического, технического, а также осуществления совокупности организационных мероприятий, обеспечивающих функционирование создаваемой системы.

Проектирование автоматизированных систем проходит в крайне противоречивых и сложных условиях. С одной стороны, стоимость создаваемых технических и программных систем достаточно высока, при этом информационные потребности пользователей (тех, для кого создается автоматизированная система) нечетко определены, плохо сформулированы и меняются в процессе проектирования, увеличивая его сроки. С другой стороны, процесс совершенствования видов обеспечения автоматизированных систем настолько стремителен, что при длительных сроках проектирования конкретных систем они к моменту ввода в эксплуатацию оказываются, зачастую, морально устаревшими.

Указанные обстоятельства усиливают необходимость определения научно-методических основ формирования концептуального облика системы в виде согласованной совокупности требований к ней, её составным частям и видам обеспечения. Такая система требований должна быть инвариантной по отношению к быстрой эволюции технических средств автоматизации, их программного обеспечения и всей информационной технологии.

Основой автоматизации процессов функционирования разрабатываемой системы являются современные информационные технологии (СИТ), базирующиеся на максимально широком использовании вычислительной техники, объединении ее в различные классы сети, создание локальных и территориально-распределенных банков данных с реализацией режима видеообработки, развития экспертных систем, обеспечивающих дружеский интерфейс пользователям информационных систем. Основой функционирования СИТ является концепция интегрированных баз данных (БД), состоящая в централизации функций накопления и распределения информации, позволяющая не только значительно повысить эффективность функционирования автоматизированной системы, но и устранить многие трудности развития информационных систем, определяющие принципы проектирования перспективных систем обработки данных для разных сфер применения. При этом важнейшим компонентом такой технологии является единая методология проектирования баз данных.

Это объясняется не только тем, что проектирование баз данных представляет собой длительный и трудоемкий процесс, требующий привлечения специалистов высокой квалификации, но и тем, что, будучи семиотической моделью определенной части, непрерывно изменяющегося реального мира, базы данных также долж-

ны изменяться, чтобы точно отражать действительность. Поэтому для сопровождения и эксплуатации информационных систем требуется постоянное использование процедур проектирования баз данных, образующих в рамках АС единую систему автоматизированного проектирования.

Использование автоматизированного проектирования БД направлено на уменьшение стоимости и времени разработки систем обработки данных, сокращение доли рутинных, нетворческих работ (связанных со сбором и редактированием исходных данных) и затрат на разработку прикладных систем и может служить основой для формирования требований ко всем видам обеспечения автоматизированной системы. Однако проектирование баз данных остается скорее искусством, чем наукой. Основными ресурсами проектировщика баз данных служат собственные интуиция и опыт, причем качество получаемого при этом результата чрезвычайно сложно оценить. Во многих завершённых автоматизированных системах слабым местом оказывается структура базы данных. Основная проблема проектирования заключается в определении назначения элементов данных, их наилучшей взаимной связи и системы условий, которым должны удовлетворять значения элементов, вводимые в базу данных. Но даже после решения этой проблемы трудно получить удовлетворительные структуры данных из-за сложности процесса структурирования.

Создание систем автоматизированного проектирования баз данных требует разработки специальной теории, постановки, формализации и решения ряда сложных научно-технических задач, создания соответствующих технических и программных комплексов. Затраты на эти виды работ будут полностью компенсированы за счет значительного сокращения сроков проектирования, повышения качества проектных решений, а также многократного использования таких систем в процессе развития баз данных.

В широком смысле проектирование БД автоматизированных систем представляет собой процесс выработки и документирования решений по составу информационных элементов (имен атрибутов и соответствующих им множеств допустимых значений); по организации элементов в структуры, соответствующие принятым в системе уровням представления данных, и определению связей (отображений друг в друга) структур различных уровней; по определению ограничений целостности БД и соответствующих процедур их контроля; по разграничению доступа к БД и описанию процессов первоначальной загрузки и ведения баз данных; по разработке или выбору требуемого программного обеспечения, а также формированию организационно-методических и инструктивных материалов.

Лаконичная содержательная формулировка проблемы проектирования заключается в создании за минимальное время детально продуманной системы баз данных, обладающей свойствами расширяемости (учет новых требований) и целостности. Эту проблему удобно рассматривать в сопоставлении с этапами жизненного цикла системы, которые можно считать общепринятыми [2, 3]. Жизненный цикл системы БД делится на две фазы: фазу системного анализа и проектирования и фазу эксплуатации. В течение первой фазы проектировщик осуществляет сбор и анализ требований всех категорий пользователей и выполняет проектирование БД. В течение второй фазы осуществляется машинная реализация системы, сбор статистики и анализ функционирования.

Детализацию содержания фаз можно представить следующими этапами.

Фаза системного анализа и проектирования:

- ◆ информационно-логическое проектирование;
- ◆ концептуальное проектирование;
- ◆ логическое проектирование;
- ◆ физическое проектирование.

Фаза реализации, функционирования и модификации:

- ◆ реализация БД;
- ◆ анализ функционирования;
- ◆ модернизация и адаптация.

Здесь не нашли отражения два важнейших этапа создания автоматизированной системы: выбор (или разработка) системных технических средств (комплекса средств автоматизации, вычислительных комплексов и т.д.) и системного программного обеспечения (операционных систем и систем управления базами данных). Основой для решения этих вопросов являются этапы инфологического и концептуального проектирования, которые позволяют обоснованно сформировать систему требований, определяющих желаемый облик создаваемой АС и ее технического и программного обеспечений. Только после того, как будут приняты основные проектные решения по составу и типам вычислительного комплекса, операционным системам и системам управления базами данных, специалисты по этим компонентам на основе концептуального проекта смогут приступить к логическому и физическому проектированию БД, а также к завершению разработки специального математического и программного обеспечений.

Схема, представленная на рис. 1, иллюстрирует содержание и взаимосвязь этапов фазы системного анализа и проектирования информационной базы. Решение представляется в реализации двух взаимосвязанных действий: структурирования самих процессов и функций организационной системы (разработка модели функционирования) и структурирования информационного содержания процессов, функций и задач (инфологическое и концептуальное проектирование СБД).

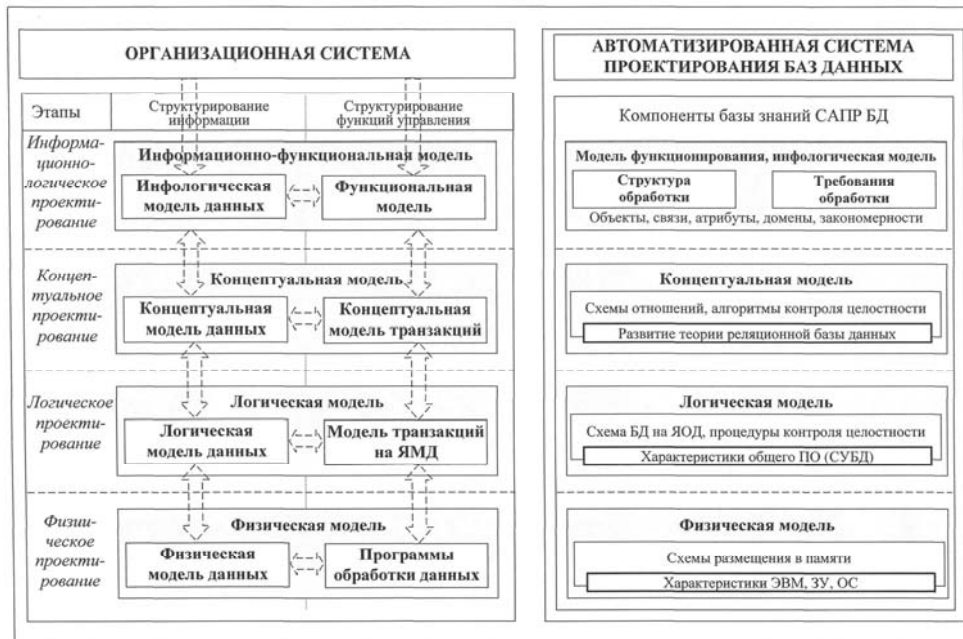


Рис. 1. Содержание и взаимосвязь этапов фазы системного анализа и проектирования информационной базы

Одним из результатов информационно-функционального анализа является инфологическая модель данных системы, соответствующая анализируемой части предметной области. Инфологическая модель (ИЛМ) данных формализуется семантической сетью в виде инфологического графа (ИЛГ):

$$M_{ил} = \langle S_{ил}, R_{ил}, Q_{ил} \rangle,$$

где $S_{ил}$ – множество типов информационных объектов (сущностей) и информационных связей (отношений), задаваемых именами типов и составом типов своих свойств (характеристик, атрибутов) и их значений; $R_{ил}$ – правила интерпретации семантической сети (ИЛГ) данных; $Q_{ил}$ – закономерности предметной области, существенные для контроля целостности и согласованности информационной модели.

Инфологическая модель обеспечивает первоначальную (предварительную) формализацию описания информационного содержания автоматизируемых процессов, согласовывая и объединяя в себе представления всех категорий пользователей. Основными критериями оценки качества ИЛМ являются её полнота и простота понимания, детальность, ясность и согласованность описания элементов.

Концептуальное проектирование имеет целью формирование обобщенной точки зрения на создаваемую информационную систему для всех категорий пользователей создаваемой автоматизированной системы, независимой от технических и системных программных средств, а также создание модели обработки данных (транзакций) в виде последовательности взаимосвязанных действий с базой данных в процессе её ведения.

Концептуальная модель (КМ) информационной системы понимается как математически точное формализованное описание элементов данных, их семантических связей и организационной структуры с указанием ограничений целостности и согласованности данных, а также соответствующих алгоритмов их контроля. Кроме того, КМ должна быть ясной и однозначно понимаемой, легко трансформируемой при изменении требований или появлении новых приложений. Перечисленным требованиям к описанию КМ наилучшим образом удовлетворяют расширенные и уточненные формальные средства описания реляционной модели данных [2]. В этом случае

$$M_k = \langle S_k, R_k, Q_k \rangle,$$

где S_k – схема модели; R_k – система операторов реляционной алгебры; Q_k – система ограничений целостности.

Логическое проектирование состоит из двух взаимосвязанных процессов: проектирование логической модели БД (формулирование КМ на языке описания данных – ЯОД) и проектирование программ обработки данных (модели транзакций на языке манипулирования данными – ЯМД конкретной СУБД). В результате этого этапа разрабатывается логическая схема данных и структурированное описание обрабатываемых программ в терминах языковых средств конкретной системы.

Физическое проектирование состоит в определении способов размещения базы данных на носителях информации и в окончательной отладке программ обработки данных, специфицированных на предыдущих этапах. Результатом этого этапа является полностью готовая к внедрению система баз данных.

Итак, процесс проектирования БД определяется как процесс преемственной последовательной трансформации и наследования свойств моделей различных уровней друг в друга:

$$M_{ил} \rightarrow M_k \rightarrow M_{л} \rightarrow M_{ф},$$

где $M_{л}$, $M_{ф}$ – соответственно модели данных логического и физического уровней.

Данный процесс целесообразно реализовывать в рамках единой интегрированной САПР БД, позволяющей проектировщику БД накапливать информацию, необходимую для проведения проектных расчетов, анализировать решения и запоминать их варианты, разрабатывать проектную документацию, возвращаться с любого последующего этапа на любой предыдущий в случае получения неудовлетворительных результатов, получать по запросам необходимую справочную информацию о состоянии проекта и т.п. Поэтому в базах данных САПР накапливаются метаданные (данные о данных, которые будут содержаться в разрабатываемых

мых БД) создаваемой АС. Они играют роль базы знаний, которая может передаваться, использоваться и пополняться на стадиях опытной и практической эксплуатации АС [1,2]. Поэтому созданная АС должна содержать в себе информацию о самой себе, которая необходима и может быть быстро доступна персоналу для решения возникающих проблем.

Таким образом, разработка концептуальных проектов систем БД основывается на анализе и структурном представлении процессов функционирования конкретных организационных (организационно-технических) систем. В результате такой деятельности выявляются, формализуются и систематизируются знания о создаваемых АС. При этом объем баз знаний определяется масштабами и задачами автоматизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Базанов В.М., Ветошкин В.М., Лялюк И.Н., Саяпин О.В., Сельвесюк Н.И.* Автоматизированные системы управления полетами и воздушным движением авиации РФ. – М.: ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 2010. – 209 с.
2. *Ветошкин В.М.* Базы данных. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2005. – 388 с.
3. *Дейт, К. Дж.* Введение в системы баз данных. – 7-е изд.: Пер. с англ. – М: Изд. дом «Вильямс», 2001. – 1072 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. Н.И. Сельвесюк.

Ветошкин Владимир Михайлович – Военно-воздушная инженерная академия им. проф. Н.Е. Жуковского, г. Москва; e-mail: vetvm@yandex.ru; 125167, г. Москва, ул. Планетная, 3; тел.: 84992311030; кафедра автоматизированных систем управления; д.т.н.; профессор.

Саяпин Олег Викторович – 27 Центральный научно-исследовательский институт Минобороны России, г. Москва; e-mail: tmaec@mail.ru; 123007, г. Москва, 1-й Хорошевский проезд, 5; тел.: 84956935426; к.т.н.; доцент.

Vetoshkin Vladimir Mikhailovich – Military air force engineering Academy named after prof. N.E. Zhukovsky, Moscow; e-mail: vetvm@yandex.ru; 3 planetary street, Moscow, 125167, Russia; phone: +74992311030; dr. of eng. sc.; professor.

Sayapin Oleg Viktorovich – 27 the Central scientific-research Institute of Ministry of defense of Russia, Moscow; e-mail: tmaec@mail.ru; Moscow. 5, 1-St Khoroshevsky proezd, Moscow, 123007, Russia; phone: +784956935426; cand. of eng. sc.; associate professor.

УДК 621.3.049.771.14:004.023

Э.В. Кулиев, А.А. Лежебоков

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИБРИДНОГО АЛГОРИТМА РАЗМЕЩЕНИЯ

Рассматриваются экспериментальные исследования алгоритма размещения компонентов СБИС. Рассмотрен экспериментальный подход в задачах размещения на примере гибридного алгоритма размещения компонентов СБИС. Определена временная сложность разработанных алгоритмов, а также определена эффективность разработанного гибридного алгоритма размещения компонентов СБИС. Проведен анализ результатов работы гибридного алгоритма ($\Gamma_{\text{гпА}}$) с бенчмарками. На основе анализа результатов можно судить, что разработанный гибридный алгоритм в двух случаях улучшил результаты представленного алгоритма и (Dragon и Flow) и ещё в двух показал превосходство над обоими алгоритмами.

Размещение; генетический алгоритм; адаптация; роевой алгоритм; эволюционный алгоритм; гибридный алгоритм; бенчмарки.