

УДК 65.012.45

В.А. ПОПОВ, А.С. КОРЕНЕЦ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ И МЕТОДОВ МАКРОПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Проводится анализ подходов и методов аналитического макропроектирования информационных управляющих систем (ИУС) с позиций функционально-стоимостных принципов, что позволило выделить функциональную и ресурсно-элементную части системы. Показана возможность изучения существующих задач синтеза ИУС на основе разбиения их по указанным выше принципам: в виде функциональной и обеспечивающей частей. Рассмотрены методы целеполагания, перехода от структуры целей к структуре функций, создания модели предприятия, а также прикладные методы моделирования, проектирования и анализа структуры ИУС с применением специализированного программного обеспечения: изложена их основная идея, указаны достоинства и недостатки.

Ключевые слова: системный анализ, параметризация объекта, макропроектирование, система управления, теоретические и прикладные методы.

Введение

Для аналитического проектирования информационных управляющих систем в настоящее время используется комплекс различных методов. От адекватности выбранных методов зависит эффективность функционирования проектируемой ИУС. Несмотря на это, развитие методических подходов к решению системных задач идет по пути широкого использования эвристических приёмов и методов создания интеллектуальных средств поддержки решений на основе систематизации, обобщения и накопления знаний и опыта разработчиков. В данной статье проводится анализ подходов к проблемным задачам аналитического и прикладного макропроектирования ИУС с учётом современной методической и программно-аппаратной базы, что даёт возможность не только показать нынешнее состояние данной проблемы, но и сформулировать новые или нерешённые задачи в аспекте параметрического макропроектирования. Данную задачу можно представить как обоснование компьютерной системы (КС) на основе системного анализа предприятия П, либо как параметрическое макропроектирование, определение параметров $\overline{КС}$ в зависимости от параметров предприятия $\overline{П}$. Обычно в большинстве работ по данной проблеме локальные или частные задачи из указанной выше общей задачи рассматривают конкретные ситуации, связанные с определением результата проектирования КС на основе системного анализа П.

Выражение вида $П \rightarrow КС$ (отображение множества $П = \{П_1, П_2, \dots, П_n\}$ в множество $КС = \{КС_1, КС_2, \dots, КС_m\}$) означает теоретико-множественные, графологические представления предметной области и возможные методы решения задачи обоснования КС по заданному образцу предприятия; запись $\overline{П} \rightarrow \overline{КС}$ (где $\overline{П} = \{\overline{П}_1, \overline{П}_2, \dots, \overline{П}_n\}$ — параметры системы в целом) или $\overline{КС} = f(\overline{П})$ показывает возможность получения параметров $\overline{КС}$ на основе параметров $\overline{П}$ [1].

Рассмотрим такие частные постановки последовательно, используя принятые этапы движения от целей системы к конкретным инструментальным средствам её реализации.

1. Методы целеполагания

Макропроектирование ИУС начинается с этапа формулирования целей её создания, что на современном уровне информационных технологий означает изучение предметной области, её специфики для создания наиболее рациональных средств информационной поддержки. Этот этап весьма важен, поскольку от корректной постановки цели зависят результаты проектных работ.

В монографии [2] рассмотрены принципы построения исходной модели системности — дерева целей. Выбирается формальный способ задания дерева целей ориентированным графом, не имеющим

петель и циклов, и, что особенно важно, приводится формально-математический аппарат, необходимый для реализации синтеза управляющей структуры в условиях сложившейся иерархии целей оптимизации структуры ИУС.

Возможный вариант системного анализа предприятия, а также синтеза целей и их структур представлены в статье [3]. Иерархическая структура целей представляется m -уровневым графом $G^a = (Ц, R)$, где $Ц$ – множество целей i -х уровней ($i = 0..(m - 1)$); R – множество дуг графа, соответствующих множеству отношений подчинения целями верхних его уровней целей нижележащих уровней, которые являются средствами их достижения. Формируется схема синтеза, результатом которой является формирование структуры задач, мероприятий и работ для достижения целей на основе критериев эффективности процессов целедостижения. Но, несмотря на достаточную формализацию целей, в данных публикациях недостаточно проработан переход к «образу» проектируемой системы.

В работе Месаровича [4] рассматривается задача формализации иерархических моделей с позиций теории систем и абстрактного понятия системы в виде отношения, являющегося подмножеством декартового произведения, что обосновано введением целого ряда системных понятий: страты, слои, эшелоны для выработки управленческих решений в большей степени, чем упрощённый переход от ФЧ к ОЧ как к некоторой компьютерной подсистеме. В ряде работ рассмотрены попытки применения теории систем, в частности, при построении стратослоевых моделей информационных систем [5], в которых управление предприятием осуществляется на основе многоэшелонной структуры, поскольку страто-слоевая решётка позволяет обнаруживать механизмы формирования подразделений и порядок их взаимодействия.

2. Методы перехода от структуры целей к структуре функций

Основываясь на методологии функционально-стоимостного анализа (ФСА) [6], будем использовать понятие функции или функциональной части (ФЧ) системы как изначальное первичное понятие [7], [8], что позволит в дальнейшем анализировать накопленные на настоящий момент подходы и методы как конкретный инструментарий для построения ресурсно-элементной или обеспечивающей части (ОЧ) системы. Это является непосредственным проявлением методологии ФСА при создании ИУС для заданной предметной области. ФСА является удобным и эффективным аппаратом для решения

вышеуказанных задач: $\Pi \rightarrow KC, \bar{\Pi} \rightarrow \bar{KC}$.

Проблему формирования вариантов организационной структуры можно решать на основе сочетания системно-целевого и функционально-технологического подходов (исходя из дерева целей и дерева функций) [7]. Разработан вариант использования системного анализа при обосновании структуры функциональной и обеспечивающей части АСУ. Выбор перспективных направлений развития АСУП рассматривается как задача принятия решений и описывается двумя векторами (\bar{x}_1, \bar{x}_2) , где $\bar{x}_1 = (\bar{x}_{11}, \bar{x}_{12}, \dots, \bar{x}_{1n})$ – неуправляемые параметры (описание исходной проблемной ситуации, располагаемое время принятия решений, ресурсы), а $\bar{x}_2 = (\bar{x}_{21}, \bar{x}_{22}, \dots, \bar{x}_{2m})$ – управляемые параметры (множество возможных ситуаций, множество целей, множество возможных решений, функция предпочтения лица, принимающего решение, критерий выбора наилучшего решения). Постепенная формализация задачи выбора обеспечивающей части (ОЧ) АСУ включает в себя формирование модели, отображающей возможные варианты структуры ОЧ и выбор наилучшего варианта структуры ОЧ. Одним из недостатков данной методики является несколько поверхностное описание объекта управления – предприятия, условий его функционирования и недостаточная параметризация процессов.

Весьма популярна методология эволюционного синтеза систем [8], в соответствии с которой выделяют следующие этапы формирования функционально-структурного описания системы: выделение основных $\{BF_i\}$ и дополнительных функций $\{AF_j\}$ системы, представление функций i -го уровня декомпозиции набором функциональных операторов, анализ связей между операторами i -го уровня, эквивалентные преобразования операторных моделей с целью формирования структуры системы, выбор базовых функциональных структур, покрытие базовых функциональных структур конструктивными модулями, сравнительный анализ вариантов функционально-структурной организации системы и, наконец, выбор рациональной структуры системы.

Одна из формализаций задачи структурно-функционального анализа предложена в работе [9]. Система описывается данными, определяющими её общие характеристики, а также основные требования к её показателям. Приводится общая стратегия решения задачи структурно-функционального анализа, которая должна обеспечивать рациональный выбор структуры системы, распределение требований и функций между её иерархическими уровнями. Системная структурная оптимизация базируется на методе последовательного анализа, исключающем

прямой перебор вариантов. Однако, для применения этого метода требуются параметризованные исходные данные о предприятии.

3. Методы описания и создания модели предприятия

В рамках макропроектирования весьма важна параметризация объекта [1]. Предприятие P задается множеством значений своих параметров, из которого выделяется подмножество параметров производственной системы PC_n :

$$P_n = \{p_{nj} / j \in J\},$$

где P_n – множество параметров PC_n ; $n \in N$; N – множество PC ; p_{nj} – j -й параметр PC_n ; $j \in J$; J – множество номеров параметров PC .

Подмножество P_n определяет производственную систему всего предприятия. На момент создания данной методики построения ИУС из типовых модулей еще не было разработано множество программных продуктов, обеспечивающих поддержку предприятия в различных аспектах его деятельности. Возможно её модернизировать путем использования каталогов современного ПО различных классов информационной поддержки в качестве элементов ИУС.

Методология организационно-функционального синтеза сложных систем [10] основывается на иерархической декомпозиции генеральной цели, реализованной на основе теорий иерархических многоуровневых систем. Функции системы описываются множествами, состоящими из четырех подмножеств элементов: объектов действия, потоков вещества, технологических операций и условий реализации операций, что позволяет формализовать ее описание. Использование кортежей при описании системы весьма удобно, но область применения методологии ограничивается начальными этапами проектирования ИУС – формулированием целей и описанием объекта.

Задача структуризации сложных систем и процессов, их целей, функций, поведения также может быть решена на основе построения некоторых эвристических схем, представляющих собой соединение триад как элементарных систем [11]. Описание системы основывается на N системообразующих факторах, к числу которых относят: множество базовых элементов (подсистем), их параметров и связей между ними, множество структур, интегративные свойства системы, цели функционирования системы и т.д. Общее число триад, содержащихся в такой системе, равно числу сочетаний из N по 3, т.е. C_N^3 . Но следует учесть, что изучение системы на уровне

отдельной триады не позволяет раскрыть полноту её свойств и строения. Сложную систему можно изучать как упорядоченное множество триад (элементарных систем), принадлежащих данной системе.

4. Прикладные методы моделирования с применением специализированного программного обеспечения

Для построения моделей предприятия весьма популярно использовать прикладные методы [12], как структурные, так и объектно-ориентированные.

Модель, построенная с применением структурных методов, представляет собой иерархический набор диаграмм, графически изображающих выполняемые системой функции и взаимосвязи между ними. Наиболее распространенными методологиями структурного анализа являются: SADT (Structured Analysis and Design Technique) – технология структурного анализа и проектирования; ERD (Entity-Relationship Diagrams) – диаграммы «сущность-связь» и STD (State Transition Diagrams) – диаграммы переходов состояний.

Объектно-ориентированный подход к построению моделей системы управления основывается на представлении системы в виде совокупности объектов, взаимодействующих между собой путем передачи определённых сообщений. Модель системы представляется совокупностью диаграмм. Одним из примеров объектно-ориентированных методологий может служить методология UML.

Однако, программные методы моделирования решают лишь задачу представления информации о предприятии в удобном для дальнейшего использования виде. Их применение даёт базу для дальнейшего анализа и синтеза обеспечивающей части ИУС.

В рамках анализа предприятия и его функционирования применим и такой инструмент ситуационной диагностики, как SWOT-анализ [13], позволяющий оценить потенциал предприятия. Итог SWOT-анализа – модель проблемного поля организации, отражающая варианты комбинации её сильных и слабых сторон с угрозами и возможностями, анализируя которую, можно оценить степень восприимчивости организации к меняющимся внешним воздействиям и причины неэффективности функционирования и развития.

Основной недостаток метода проистекает из того, что его классическая реализация с привлечением экспертов носит интуитивный характер и, в силу недостаточной формализации и отсутствия нормативных подходов, оценки могут оказаться недостаточно объективными.

5. Прикладные методы проектирования и анализа структуры ИУС

Итак, выяснено, что такие этапы процесса проектирования ИУС, как целеполагание и описание предприятия, подлежащего автоматизации, переход от целей к функциям поддерживающей системы, в литературе описаны. Что же касается ресурсного обеспечения ИУС – этот аспект до сих пор в большинстве случаев решается на основе блочно-модульного подхода [14], с использованием предыдущего опыта построения интегрированных компьютерных систем, по факту прецедента. Рассматриваются направления автоматизации управления современного промышленного предприятия (CALS), функционирующие «внутри» предприятия: аналитика для верхнего менеджмента – для принятия управленческих решений (OLAP); автоматизированная система управления предприятия в целом на уровне бизнес-процессов (АСУП или ERP); автоматизированная система управления производством на уровне производственных процессов (АС ТПП или MES); АСУ технологическими процессами в реальном времени (АСУ ТП или SCADA); инженерные и технологические базы знаний и система управления ими (PDM), как основа для MES-систем. Разрабатывается общая концепция построения и структура ERP-системы, а также структура комплексной информационной системы предприятия в целом: ERP & MES & SCADA/ CAE. Стоит добавить, что данный подход эвристичен, не содержит математической модели и, вследствие этого, субъективен.

Также существует большое количество CASE-средств проектирования компьютерных сетей [15], специализированных систем имитационного моделирования вычислительных сетей. Программы имитационного моделирования сети используют в своей работе информацию о пространственном расположении сети, числе узлов, конфигурации связей, типе оборудования и выполняемых в сети приложениях. Номенклатура программных продуктов весьма широка: графические системы моделирования BONEs, Netmaker, Optimal Perfomance, Prophesy, система имитационного моделирования COMNET и т.д.

Выбор ПО для реализации конкретного набора задач и функций ИУС решается с помощью процедуры формализации и решения многокритериальной задачи оптимизации с нечётко выраженными критериями и альтернативами [16]. В качестве методов решения использованы математическое моделирование и метод анализа иерархий. Представлены компьютерные технологии реализации иерархического синтеза, основанные на применении имитационного моделирования. Данная методика применима лишь на этапе выбора из нескольких альтернатив – завершающем этапе проектирования ИУС.

Заключение

Проведенный анализ современных публикаций по проблемным вопросам макропроектирования ИУС показал, что подавляющая часть публикаций посвящена качественным эвристическим прикладным методам и инструментариям для внедрения ИУС. Однако, в целом, проблема системного анализа предметной области и синтеза ИУС для неё оказываются достаточно сложной, особенно в теоретическом, методическом аспекте. Отсюда возникает целый ряд частных новых задач в рамках проблемы:

- формализованное теоретико-множественное представление иерархической модели предприятия от уровня целеполагания до уровня конкретного исполнения с привлечением соответствующих ресурсов;

- исследование взаимосвязи параметров предприятия и параметров ИУС по выбранному критерию эффективности (доход, издержки, конкурентоспособность и т.д.);

- создание прикладных инженерных методик для принятия технико-экономически обоснованных решений при выборе путей и способов модернизации существующей ИУС с целью повышения эффективности функционирования агрегатно-приборных и других производств.

Литература

1. Кесс Ю.Ю. Типовые модули АСУП / Ю.Ю. Кесс, В.М. Ревако. – М.: Энергия, 1977. – 288 с.
2. Царегородцев А.В. Теория построения иерархических информационно-управляющих систем: моногр. / А.В. Царегородцев. – М.: РУДН, 2004. – 217 с.
3. Лукьянова Л.М. Логические проблемы системного анализа организационно-технических комплексов и основные направления их решения / Л.М. Лукьянова // Кибернетика и системный анализ. – 2006. – № 3. – С. 140-147.
4. Месарович М. Общая теория систем: математические основы: пер. с англ. / М. Месарович, Я. Такахага. – М.: Мир, 1978. – 311 с.
5. Льюноградский Л.А. Теория и практика решения задач оперативного контроля средствами информационной системы предприятия / Л.А. Льюноградский // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2006. – № 3. – С. 26-31.
6. Моисеева Н.К. Функционально-стоимостной анализ в машиностроении / Н.К. Моисеева – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.
7. Системный анализ в экономике и организации производства: Учебник для студентов, обучающихся по специальности «Экономическая информатика и АСУ» / С.А. Валугев, В.Н. Волкова, А.П. Градов и др.; под общ. ред. С.А. Валугева, В.Н. Волковой. – Львов: Политехника, 1991. – 398 с.

8. Балашов Е.П. Проектирование информационно-управляющих систем / Е.П. Балашов, Д.В. Пузанков. – М.: Радио и связь, 1987. – 256 с.

9. Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. – К.: Наук. думка, 2005. – 743с.

10. Мистров Л.Е. Основы методологии организационно-функционального синтеза сложных систем / Л.Е. Мистров. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2006. – № 12. – С. 56-61.

11. Гузаиров М.Б. Системный подход к анализу сложных систем и процессов на основе триад / М.Б. Гузаиров., Б.Г. Ильясов, И.Б. Герасимова // Проблемы управления. – 2007. – № 5. – С. 32-38.

12. Петров Ю.А. Комплексная автоматизация управления предприятием: Информационные технологии – теория и практика / Ю.А. Петров, Е.Л. Шлимович, Ю.В. Ирюпин. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 160 с.

13. Крупина Н.Н. SWOT-анализ в диагностике производственного природопользования / Н.Н. Крупина // Экологические системы и приборы. – 2004. – № 11. – С. 3-11.

14. Киселев А.Г. Системотехнический подход к построению информационной системы управления, проектирования и подготовки производства для промышленного предприятия / А.Г. Киселев // Металлург. – 2001. – № 6. – С. 31-35.

15. Динамическое моделирование и анализ корпоративных вычислительных систем [Электронный ресурс]. / С. Шаповаленко // Сетевой журнал. – 2001. – № 6. – Режим доступа к журналу: <http://www.setevoi.ru/cgi-bin/textprint1.pl/magazines/2001/6/40> (20.02.2008).

16. Федоров Ю.В. Решение многокритериальной задачи оптимизации в нечеткой постановке / Ю.В. Федоров // Информационные технологии. – 2005. – № 7. – С. 55-60.

Поступила в редакцию 22.05.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой информатики А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ І МЕТОДІВ МАКРОПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

В.О. Попов, Г.С. Корінець

Проведено аналіз підходів і методів аналітичного макропроектуювання інформаційних управляючих систем (ІУС) з позицій функціонально-вартісних принципів, що дозволило виділити функціональну і ресурсно-елементну частини системи. Показана можливість вивчення існуючих задач синтезу ІУС на основі розбиття їх за вказаними вище принципами: у вигляді функціональної і забезпечуючої частин. Розглянуті методи цілеполягання, переходу від структури цілей до структури функцій, створення моделі підприємства, а також прикладні методи моделювання, проектування і аналізу структури ІУС із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення: викладена їх основна ідея, вказані достоїнства і недоліки.

Ключові слова: системний аналіз, параметризація об'єкту, макропроектуювання, система управління, теоретичні і прикладні методи.

ANALYSIS OF APPROACHES AND METHODS OF MACRO DESIGN OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE INFORMATION CONTROL SYSTEMS

V.A. Popov, A.S. Korinets

The analysis of approaches and methods of the information control systems (ICS) analytical macro design from the positions of functional-cost principles is carried out. That makes possible to outline the functional and resource constituents of the whole system. The paper also makes possible to solve the existing problems of ICS synthesis on the basis of its decomposition according to the principles stated above: in a form of functional and service parts. Such methods as primary purpose setting, transition from purpose structure to function structure, enterprise model creation and also the applied methods of modeling, ICS structure analysis with the use of special software are considered. The basic principles of such methods, their advantages and disadvantages are indicated.

Key words: systems analysis, parameterization of object, macro design, system of management, theoretical and applied methods.

Попов Вячеслав Алексеевич – канд. техн. наук, профессор, профессор кафедры информационных управляющих систем Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

Корінець Анна Сергеевна – студентка 5 курса кафедры информационных управляющих систем Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, e-mail: Fletcher-86@mail.ru.