

УДК 675.03.031.81 : 577.15

Профессор А.В. Скрыпников, аспирант Е.В. Чернышова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационной безопасности.
тел. (473) 255-65-11
E-mail: kaf-inf-bez@mail

Professor A.V. Skrypnikov, graduate E.V. Chernyshova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of Information security.
phone (473) 255-65-11
E-mail: kaf-inf-bez@mail

Исследование задач проектирования комплексного технического обеспечения и обобщенная модель их решения

Research of problems of design of complex technical providing and the generalized model of their decision

Реферат. В данной работе развиваются общие идеи метода В.И. Скурихина с учетом указанных особенностей и более подробно рассматриваются вопросы анализа и синтеза комплекса технических средств, с доведением их до уровня, пригодного для использования в инженерной практике проектирования информационных систем управления. В работе сформирован общий системный подход к решению вопросов выбора технических средств информационной системы управления, разработана общая методика системного анализа и синтеза комплекса технических средств и его подсистем, обеспечивающих достижение экстремального значения критерия эффективности функционирования технического комплекса информационной системы управления. Основное внимание уделено прикладной стороне системных исследований комплексного технического обеспечения, в частности, определению критериев качества функционирования технического комплекса, разработке методов анализа информационной базы информационной системы управления и определения требований к техническим средствам, а также методов структурного синтеза основных подсистем комплексного технического обеспечения. Таким образом, целью является исследование на основе системного подхода комплексного технического обеспечения информационной системы управления и разработка ряда методов анализа и синтеза комплексного технического обеспечения, пригодных для использования в инженерной практике проектирования систем. Известный парадокс разработки информационных систем управления состоит в том, что параметры системы, а следовательно, и требования к комплексному техническому обеспечению, не могут быть строго обоснованными до разработки алгоритмов и программ, и наоборот. Возможным способом преодоления этих трудностей является прогнозирование структуры и параметров комплексного технического обеспечения для конкретных информационных систем управления на ранних стадиях разработки, с последующим уточнением и детализацией их по мере разработки и уточнения других подсистем информационных систем управления, т.е. решение вопросов разработки комплексного технического обеспечения в условиях неполноты данных об информационной базе системы.

Summary. In this work the general ideas of a method of V. I. Skurikhin taking into account the specified features develop and questions of the analysis and synthesis of a complex of technical means, with finishing them to the level suitable for use in engineering practice of design of information management systems are in more detail considered. In work the general system approach to the solution of questions of a choice of technical means of the information management system is created, the general technique of the system analysis and synthesis of a complex of the technical means and its subsystems providing achievement of extreme value of criterion of efficiency of functioning of a technical complex of the information management system is developed. The main attention is paid to the applied party of system researches of complex technical providing, in particular, to definition of criteria of quality of functioning of a technical complex, development of methods of the analysis of information base of the information management system and definition of requirements to technical means, and also methods of structural synthesis of the main subsystems of complex technical providing. Thus, the purpose is research on the basis of system approach of complex technical providing the information management system and development of a number of methods of the analysis and the synthesis of complex technical providing suitable for use in engineering practice of design of systems. The well-known paradox of development of management information consists of that parameters of the system, and consequently, and requirements to the complex hardware, can not be strictly reasonable to development of algorithms and programs, and vice versa. The possible method of overcoming of these difficulties is prognostication of structure and parameters of complex hardware for certain management informations on the early stages of development, with subsequent clarification and working out in detail of them as far as development and clarification of other subsystems of management information, i.e. decision of questions of development of complex hardware in the conditions of incompleteness of data about the info-base of the system.

Ключевые слова: информационная система управления, комплексное техническое обеспечение.

Keywords: management information system, complex technical supply.

К настоящему времени указанная в реферате группа вопросов разработана весьма слабо, имеющиеся результаты обнаруживают четкую тенденцию поисков решения рассматриваемой проблемы в рамках системного подхода, однако применимы, как правило, при условии полной разработки информационной базы системы. Наибольший интерес, по нашему мнению, представляет работа В.И. Скурихина, в которой определяются показатели эффективности системы управления и их связь со структурой систем управления, разработан метод определения оптимальной структуры систем, в основу которого положены идеи последовательного анализа вариантов. Суть метода В.И. Скурихина состоит в том, что из множества вариантов структур выделяется подмножество, содержащее оптимальный и субоптимальный варианты структур по критериям Т и С (время и затраты). Однако предложенный метод предусматривает построение структур систем управления в целом, что оправдано для информационных систем управления предприятиями, но практически весьма затруднительно для таких систем, как информационные системы управления крупными организациями. Учитывая сложность комплексного технического обеспечения рассматриваемого класса информационных систем управления, представляется целесообразным определять не сразу всю структуру комплексного технического обеспечения в целом, т.к. при этом возможны значительные субъективные ошибки, а использовать метод отбора вариантов по выбранному критерию для каждой части комплексного технического обеспечения. Для этого необходимо разбить весь комплекс на взаимосвязанные части (подсистемы) и устанавливать перечень возможных вариантов для каждой части комплексного технического обеспечения с обязательным определением существенных связей между подсистемами [4]. Данный способ (с применением декомпозиции комплексного технического обеспечения) предпочтительнее задания вариантов целых структур, т.к. подсистемы более обозримы, количество элементов ограничено и может быть точно определено, возможно привлечение специалистов по данному узкому вопросу и т.д. однако в этом случае необходимо учитывать взаимосвязи между подсистемами КТО, а также их информационную и аппаратную совместимость.

Разработка комплексного технического обеспечения информационных систем управления включает решение следующего перечня основных задач:

1. Построение информационной структуры информационной системы управления, т.е. временного и пространственного распределения информационных потоков, определение взаимосвязей и динамики взаимодействия комплексного технического обеспечения и информационной базы системы управления.

2. Задание требований информационной системы управления к комплексному техническому обеспечению, т.е. определение дисциплинирующих параметров комплексного технического обеспечения – производительности технических средств, требуемых уровней надежности комплекса и достоверности информации.

3. Выделение подсистем комплексного технического обеспечения с учетом полученных требований, определение архитектуры комплексного технического обеспечения.

4. Формулирование критерия качества функционирования комплексного технического обеспечения, интерпретация параметров, влияющих на критерий, применительно к подсистемам комплексного технического обеспечения и построение на этой основе частных критериев качества функционирования подсистем.

5. Выбор оптимального состава и структуры технических средств образующих подсистемы комплексного технического обеспечения, которые обеспечивают экстремальные значения критерия качества и удовлетворяют ограничениям.

6. Выполнение работ по эскизному и техническому проектированию комплекса технических средств информационных системах управления.

Не претендуя на полноту охвата проблем построения и функционирования комплексного технического обеспечения, предложена общая схема решения задач проектирования комплексного технического обеспечения, которая основывается на информационном подходе, т.е. предполагается, что при решении каждой из задач формируется некоторый информационный массив P_i , элементами которого является конечная совокупность численных значений параметров, описывающая результат решения. В такой интерпретации для решения какой-либо задачи комплексного технического обеспечения необходимо:

- задать один или несколько входных массивов, которые содержат исходные данные для решения этой задачи;

- определить выходной массив, который содержит результаты решения задачи;

- указать алгоритмы, с помощью которого приписываются значения элементам выходного массива.

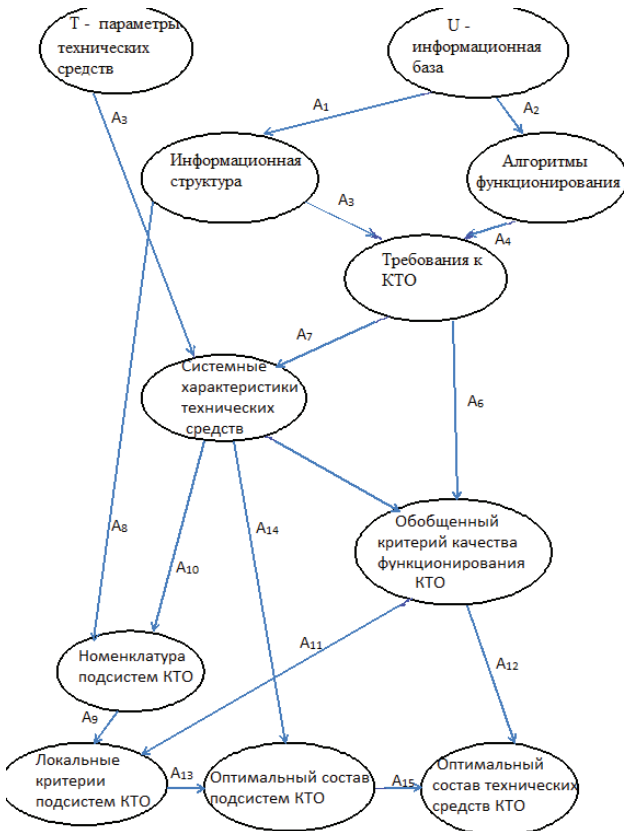


Рисунок 1. Общая схема решения задач комплексного технического обеспечения

Если отождествить информационные массивы с вершинами графа, а алгоритмы с ребрами, то решение отдельной задачи комплексного технического обеспечения может быть описано ориентированным графом (рисунок 2), у которого ребра направлены от вершин, отождествленных с входными массивами, к вершине, отождествленной с выходным массивом. Очевидно, общая схема решения задач комплексного технического обеспечения также описывается ориентированным связным графом (рисунок 1). При этом часть вершин у этого графа является начальными – такие вершины не имеют входящих ребер, а часть вершин являются конечными – эти вершины не содержат исходящих ребер. Начальные вершины отождествляются с информационными массивами, содержащими исходные данные для решения задач комплексного технического обеспечения, конечная вершина Р (она, обычно, одна) отождествляется с массивом, содержащим результаты решения задач комплексного технического обеспечения.

При решении основных задач проектирования КТО в качестве исходных массивов выступает:

- информационная база ИСУ (вершина И₁), содержащая множество элементов $B = \{B_i\}$,

каждый из которых относится к определенной характеристике или группе характеристик информационной базы;

- множество параметров $T = \{T_j\}$ технических средств, которые могут быть использованы в техническом обеспечении информационных систем управления (вершина И₂).

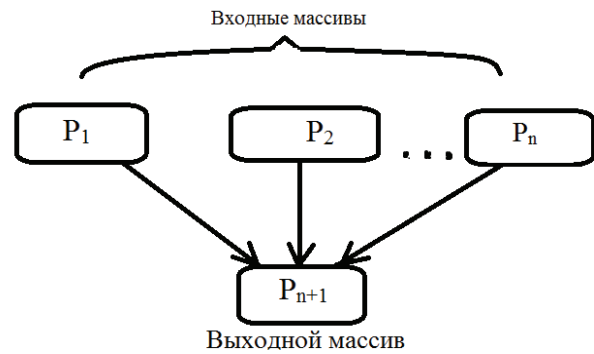


Рисунок 2. Схема решения отдельной задачи комплексного технического обеспечения

Результирующий массив (вершина Р) содержит множество элементов $R = \{R_j\}$, описывающих оптимальный состав и структуру комплексного технического обеспечения информационных систем управления.

На символическом уровне абстракции решение основных задач комплексного технического обеспечения может быть сведено к построению совместного ряда языков – наборов символов или алфавитов, описывающих исходные и результирующий информационные массивы, и правил оперирования этими алфавитами, в результате применения которых устанавливается оптимальное в определенных отношениях взаимно-однозначное соответствие между информационной базой и комплексным техническим обеспечением.

Данная проблема состоит из двух частей. Первая часть относится к заданию информационных массивов и определению на этой основе символов или букв алфавита информационного языка. Эта часть отражает физическую сущность проблемы. Другая часть проблемы связана с заданием правил оперирования с символами и отражает формально-математическую сущность проблемы [4].

Рассмотрение общей схемы решения задач комплексного технического обеспечения на символическом уровне абстракции обладает двумя следующими достоинствами:

- формально-математическая сущность проблемы получила достаточное теоретическое обоснование и развитие в абстрактной теории алгоритмов, в частности, в теории алфавитных операторов;

- любой реальный преобразователь информации L , совокупность которых составляет комплексное техническое обеспечение информационных систем управления, может рассматриваться как устройство, реализующее некоторый алфавитный оператор, который полностью определяет информационную сущность этого устройства.

Учитывая, что алфавитный оператор A , по определению, представляет правило сопоставления словам входного алфавита $a=\{a_i\}$ слов выходного алфавита $b=\{b_j\}$, то есть $b=A(a)$, общую задачу построения КТО можно трактовать как проблему задания оператора Q , такого что:

$$R=Q(IUT), \quad (1)$$

где R , I , T – алфавиты, а символ U обозначает объединение алфавитов.

Оператор Q может рассматриваться как результат композиции некоторого множества алфавитных операторов $A_1, A_2, \dots, A_i$, задающих множество промежуточных алфавитов $P_1, P_2, \dots, P_j$; получение каждого алфавита трактуется как решение определенной частной задачи комплексного технического обеспечения.

Рассматривая вершины графа как некоторые алфавиты P_j , а ребра графа как алфавитные операторы A_j ($I, j=1,2,\dots$), проследим схему решения основных задач комплексного технического обеспечения, характеризуя попутно частные задачи комплексного технического обеспечения.

Оператор A_1 преобразует алфавит I информационной базы в алфавит P_1 :

$$P_1=A_1(I), \quad (2)$$

который задает информационную структуру информационной системы управления, т.е. временное и пространственное распределение потоков информации в системе. Оператор A_2 , реализуя преобразование:

$$P_2=A_2(I), \quad (3)$$

задает алфавит P_2 , отображающий обобщенное описание алгоритмов функционирования информационных систем управления – так называемую информационно-логическую модель. Композиция операторов A_3 и A_4 , преобразующих, соответственно, алфавиты P_1 и P_2 , задает в вершине V_1 графа алфавит P_3 , который отображает требования к комплексному техническому обеспечению:

$$P_3=C_1[A_3(P_1), A_4(P_2)], \quad (4)$$

где C_1 – обозначает композицию операторов, стоящих в квадратных скобках. Здесь композиция операторов представляет собой некоторый алфавитный оператор C_1 , входной алфавит которого P'_3 является объединением алфавитов P'_1 и P'_2 :

$$P'_3 = P'_1 \cup P'_2,$$

$$\text{где } P'_1 = A_3(P_1) \text{ и } P'_2 = A_4(P_2). \quad (5)$$

Аналогично композиция оператора A_5 , преобразующего алфавит T , и оператора A_6 , преобразующего алфавит P_3 , задает в вершине V_4 алфавит P_4 , то есть системные характеристики технических средств, которые в отличие от паспортных, представляют собой параметры, существенные для работы технических средств в информационных системах управления и сопоставимые с требованиями к комплексному техническому обеспечению:

$$P_4 = C_2[A_5(T), A_6(P_3)]. \quad (6)$$

Подобным образом можно получить выражения для алфавитов P_j других вершин графа, что показано на рис.1.

С получением алфавита P_5 связана задача выбора обобщенного критерия качества функционирования комплексного технического обеспечения, с получением алфавита P_6 – задача декомпозиции комплексного технического обеспечения на подсистемы и т.д., вплоть до получения в конечной вершине графа алфавита R – оптимальных состава и структуры комплексного технического обеспечения.

Таким образом, в рамках информационного подхода на символическом уровне абстракции удастся проследить весь ход решения основных задач проектирования комплексного технического обеспечения, выделить отдельные частные задачи и указать их взаимосвязь. В этом смысле комплексное техническое обеспечение может рассматриваться (при конкретном задании алфавитов и алфавитных операторов) как обобщенная граф-схема алгоритма решения этих задач.

Общая задача построения комплексного технического обеспечения принципиально представляется алгоритмически разрешимой, так как оператор Q может быть получен с помощью канонических видов композиции конечного числа операторов A_j , ($j=1, 2, \dots, n$), а именно: суперпозиции, объединения, разветвления и повторения (итерации) алфавитных операторов.

Наибольшие трудности в решении общей и частных задач комплексного технического обеспечения связаны с физической сущностью этих задач, т.е. с идентификацией элементов информационных массивов. Поэтому вопросы, связанные с идентификацией параметров комплексного технического обеспечения, занимают в настоящей работе одно из центральных мест.

Символический уровень абстракции, выбранный для описания общей схемы решения задач комплексного технического обеспечения, хорошо согласуется с принципами моделиро-

вания комплексного технического обеспечения информационной системы управления на цифровых вычислительных машинах. Поэтому обобщенная граф-схема алгоритма решения задач комплексного технического обеспечения вполне может быть использована в качестве алгоритма автоматического проектирования комплексного технического обеспечения [3]. Однако, несмотря на актуальность автоматизации проектирования комплексного технического обеспечения, постановка такой задачи была бы преждевременной из-за не разработанности большинства алгоритмов решения частных задач комплексного технического обеспечения.

В методическом плане комплекс задач проектирования комплексного технического обеспечения информационных систем управления может быть подразделен на три класса:

Задачи анализа, связанные с выработкой требований информационных систем управления

к комплексному техническому обеспечению на основе анализа информационной базы системы, декомпозицией комплексного технического обеспечения на подсистемы и определением дисциплинирующих параметров для подсистем комплексного технического обеспечения [2].

Задачи, которые можно отнести к «общему» синтезу комплексного технического обеспечения, связаны с формулированием обобщенного критерия качества функционирования комплексного технического обеспечения и частных критериев качества функционирования подсистем, определением целевой функции и существенных ограничений, обеспечением функциональной полноты комплекса технических средств.

Задачи структурного синтеза связаны с выбором оптимального варианта структуры и состава комплексного технического обеспечения и его подсистем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сербулов Ю.С., Степанов Л.В., Чернышова Е.В. Формализация процесса формирования рынка. Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 7 № 5. С. 109-113.

2 Скрышников А.В., Чернышова Е.В., Заец О.В. Оценка эффективности системы защиты информации автоматизированной системы проектирования сложных многокомпонентных продуктов. Материалы 5-й научно-практической конференции «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики». Тольятти, 2015. С. 31-38.

3 Дубровин А. С. Модели и методы комплексного обеспечения надежности информационных процессов в системах критического применения: автореф. дисс. ... док. тех. наук : 05.13.17 : защищена 21.09.11 : утв. 09.02.12. Воронеж, 2011. 32 с.

4 Ланкин О.В. Концепция интеллектуальной защиты информации от НСД в системах электронного документооборота // Вестник ВГУ. Сер. Радиоэлектроника и системы связи. 2011. № 5. Т. 7. С. 65–68.

5 Российский статистический ежегодник. 2014. М.: Росстат, 2014. 717 с.

REFERENCES

1 Serbulov Yu.S., Stepanov L.V., Chernyshova E.V. Formalization of process of forming of market. *Vestnik VGTU*. [Bulletin of Voronezh state technical university], 2010, vol. 7, no. 5. pp. 109-113. (In Russ.).

2 Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Zaets O.V. Estimation of efficiency of the system of defence of information of CAS of planning of difficult multicomponent products. Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii "Mezhdistsiplinarnye issledovaniya v oblasti matematicheskogo modelirovaniya i informatiki" [Materials of 5th research and practice conference "Interdisciplinary researches in area of mathematical design and informatics"]. Tolyatti, 2015. pp. 31-38. (In Russ.).

3 Dubrovin A.S. Model ii metody kompleksnogo obespecheniya ndezhnosti informatsionnykh protsessov v sistemakh kriticheskogo primeneniya [Models and methods of reliability of complex information processes in systems of critical application. Abstr. doc. tech. sci. diss]. Voronezh, 2011. 32 p. (In Russ.).

4 Lankin O. V. The concept of intellectual protection of information against unauthorized access to electronic document management systems *Vestnik VGTU*. [Bulletin of Voronezh state technical university. Ser. Electronics and communication systems], 2011, vol. 7, no. 5, pp. 65-68. (In Russ.).

5 Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik [Russian Statistical Yearbook]. Moscow, Rosstat, 2014. 717 p. (In Russ.).