

5. Bemporad A., Morari M. Robust model predictive control: A survey. Robustness in identification and control, 1999, pp. 207–226.

6. Hernández M. A., Stolfo S. J. Real-world data is dirty: Data cleansing and the merge/purge problem. Data mining and knowledge discovery, 1998, vol. 2, no. 1, pp. 9–37.

7. Oldewurtel F. Energy efficient building climate control using stochastic model predictive control and weather predictions. American Control Conference (ACC), 2010, pp. 5100–5105.

УДК 681.3.069

СИСТЕМОАНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОИСКОВОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ: КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ

Хоменко Татьяна Владимировна, кандидат технических наук
Васильева Татьяна Валерьевна, ассистент

Астраханский государственный технический университет
414025, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: t_v_khomenko@mail.ru, vasilevatv77@mail.ru

Существующие автоматизированные системы поискового конструирования позволяют генерировать образ проектируемого объекта в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ. В основу подобных автоматизированных систем легли несколько различных подходов:

- *подход формализованного описания естественнонаучных и научно-технических эффектов на основе онтологии научно-технических характеристик;*
- *энерго-информационная модель цепей и метод структурных параметрических схем (ЭИМЦ);*
- *подход структурирования физических знаний и поискового конструирования.*

В статье приводятся результаты сравнительного анализа автоматизированных систем поискового конструирования, который позволил построить функциональные модели рассматриваемых автоматизированных систем поискового конструирования; выявить существование: инвариантной составляющей, присущей рассматриваемым автоматизированным системам поискового конструирования; вариативной составляющей, присущей одной автоматизированной системе поискового конструирования по каждой модели процесса проектирования: концептуальной модели, инфологической модели, даталогической модели; проанализировать вариативную составляющую автоматизированной системы поискового конструирования по каждой модели процесса проектирования.

На основании чего сделан вывод: автоматизированные системы концептуального проектирования, основанные только на инвариантной составляющей, реализуют не полный цикл проектирования технического объекта с точки зрения системного анализа. Интеграция вариативной составляющей по каждой модели процесса проектирования на платформу автоматизированной системы, базирующейся на инвариантной составляющей, позволила бы расширить её возможности и, как следствие, повысить эффективность поиска новых технических решений, тем самым решить задачу опережающего развития.

Ключевые слова: *онтология системных подходов, общие категории, структура знаний, автоматизированные системы поискового конструирования, физический эффект, физический принцип действия, чувствительные элементы систем управления.*

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

SISTEM ANALYSIS OF THE AUTOMATED SYSTEMS OF SEARCH DESIGNING: DEVELOPMENT CONCEPT

Khomenko Tatyana V., Ph.D. (Engineering)
Vasilyeva Tatyana V., Assistant

Astrakhan State Technical University
16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025, Russia
E-mail: t_v_homenko@mail.ru, vasilevatv77@mail.ru

The existing automated systems of search designing allow to generate the image of projected object according to some algorithms in the course of interaction of person and computer. The similar automated systems are rooted in some various approaches:

- *approach of the formalized description of natural-science and scientific and technical effects on the basis of ontology of scientific and technical characteristics;*
- *energy-information model of chains and method of structural parametrical diagrams (EIMC);*
- *approach of structuring physical knowledge and search designing.*

The paper provides the results of the comparative analysis of automated systems of search designing which allowed: to construct functional models of the considered automated systems of search designing; to reveal the existence of: the invariant component inherent in the considered automated systems of search designing; the variative component inherent in one automated system of search designing on each model of process of design of: conceptual model, infological model, datalogical model; to analyse the variative component of the automated system of search designing on each model of process of design.

On the basis of the above-said one may conclude that the automated systems of conceptual design based only on invariant component realize not a full cycle of design of technical object from the point of view of the system analysis. Integration of variative component on each model of process of design on the platform of the automated system which is based on invariant component, would allow to expand its possibilities and as a result to increase the efficiency of search of new technical solutions, thereby to solve a problem of advancing development.

Keywords: *Ontology of system approaches, General categories, Structure of knowledge, Automated systems of search designing, Physical effect, Physical principle of action, Sensitive elements of control systems.*

Создание большого количества разнообразных чувствительных элементов (ЧЭ) систем управления (СУ) с высокими эксплуатационными характеристиками является результатом развития научно-технического прогресса и непрерывного совершенствования технологий.

В настоящее время очевидна статика использования ЧЭ СУ по таким отраслям промышленности как медицина, аэрокосмическая и военная промышленность, энергетика и т.д. и динамика в машиностроении, строительстве и т.д. [5, с. 27]. Одним из сдерживающих факторов использования ЧЭ СУ является резкое сокращение сроков их морального старения при ужесточении требований предъявляемых к эксплуатационным характеристикам. Поэтому при проектировании датчиковой аппаратуры возникает необходимость решения задачи опережающего развития: поиска новых технических решений – физических принципов действия (ФПД) ЧЭ СУ, удовлетворяющих изменяющимся характеристикам.

Внедрение САПР на начальных этапах разработки ЧЭ СУ, в частности, на этапе концептуального проектирования, позволяет расширить объем используемых специалистами знаний, увеличить количество прорабатываемых вариантов реализаций и уменьшить трудоемкость создания новых изделий за счет выбора наиболее эффективных решений при их моделировании на ЭВМ.

Согласно работе [1, с. 20], проектирование, как особый процесс управления, предполагает создание математической модели процесса проектирования $Y = F(X, V, Q, P, T)$, включающей:

- $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – входные параметры прибора (измеряемые сигналы);
- $V(v_1, v_2, \dots, v_i)$ – координаты внутренних элементов;
- $P(p_1, p_2, \dots, p_j)$ – внешние возмущающие факторы;
- $Q(q_1, q_2, \dots, q_k)$ – внутренние конструктивные параметры элементов;
- $T(t_1, t_2, \dots, t_e)$ – технические требования;
- $Y(y_1, y_2, \dots, y_m)$ – выходные параметры прибора.

Вид данной зависимости определяется структурой системы, характером изменения векторов X, V, Q, P, T и расчётными соотношениями, по которым определяются конструктивные, схемные и технические параметры. Поэтому автоматизированные системы (АС) концептуального проектирования, базируясь на определённой теоретической платформе, предполагают разработку следующих моделей [7, с. 36]:

- *концептуальной модели* проектно-конструкторских задач, обеспечивающей формирование и интеграцию системы знаний;
- *инфологической модели* проектно-конструкторских задач, обеспечивающей формирование и интеграцию представлений автоматизированной системы, которые инвариантны к программно-техническим средствам ее реализации;
- *даталогической модели* проектно-конструкторских задач, обеспечивающей настройку на выбранные программно-технические средства реализации САПР.

Анализируя ряд существующих АС поискового конструирования, выявим общие и частные аспекты, присущие всем/одной АС.

♦ АС «Новатор 4.01» – изобретающая программа 3-го поколения [2, с. 123] решает задачу комплекса вопросов: разработки концепции устройств и технологий различного функционального назначения. Состоит из: подсистем изобретательских и аналитических функций, управления базами данных по физическим эффектам (ФЭ) (фонд ФЭ: 1200 описаний). Содержит: инженерный справочник, глоссарий, таблицу свойств объекта.

В режиме «решение проблемы» (всего 2142) АС находит прямые/обходные решения поставленной проблемы. Решения, найденные АС, – это концепции устройств (технологий), представляющие собой новые способы применения известных устройств, что является предметом изобретения. Описание концепции содержит: описание ФПД устройства; перечень патентов; перечень ФЭ, образующих ФПД устройства. Найденные устройства характеризуются функциональными и общетехническими показателями: надежность, массогабаритные параметры и т.п.

♦ АС «Информационный поиск по физическим эффектам (АИПС ФЭ)» [4, с. 224] предназначена для централизованного сбора, накопления, хранения информации о ФЭ, организации автоматизированного поиска, выдачи пользователю требуемой информации, нахождения применения на различных этапах автоматизированного проектирования изделий, в особенности при поиске новых ФПД. Описание ФЭ в АС представляется структурой из трех компонент: вход ФЭ (А) – причина, вызвавшая данный ФЭ; объект ФЭ (В) – конкрет-

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ная физическая система, где происходит данное физическое явление; выход ФЭ (С) – результат действия причины.

Режим работы АС с пользователем – диалоговый: формируется предписание по любой компоненте – А; В; С, либо по любой их комбинации. АС состоит из подсистемы управления базой данных по ФЭ, включающей фонд ФЭ (1400 описаний), справки, словарь входов и выходов ФЭ, таблицу свойств объекта и подсистемы поиска.

Описание объекта (В) во входной карте содержит сведения об общей структуре, о физико-химических свойствах, спец. характеристики, ограничения. Описания входа (А) и выхода (С) аналогичны и содержат пункты: наименование, качественные характеристики (пространственные, временные, специальные), наименование и единицы измерения физических величин (увеличение, уменьшение, изменение и т.п.).

В процессе работы задание уточняется, конкретизируются компоненты ФЭ.

♦ АС «Поиск технических решений (САПФИТ)» [6, с. 65] предназначена для организации ФПД изделия и позволяет пользователю получить фактографическую информацию о ФЭ, входящих в синтезируемые структуры.

Синтез ФПД основан на правиле совместимости: два последовательно расположенных ФЭ: $W_i = (A_i, B_i, C_i)$ и $W_{i+1} = (A_{i+1}, B_{i+1}, C_{i+1})$ считаются совместимыми, если результат воздействия предыдущего ФЭ (выход C_i) эквивалентен входному воздействию последующего ФЭ (A_{i+1}), где понятие эквивалентности имеет следующий смысл: совпадает характер входа A_{i+1} /выхода C_i , наименование входа A_{i+1} /выхода C_i , качественные характеристики входа A_{i+1} /выхода C_i .

В основу структуры описания ФЭ положено использование известных фондов ФЭ и требование включения информации, минимально необходимой для решения научно-технических задач, с возможным расширением объема, что позволяет рассматривать структуру описания ФЭ, не зависящую от проблемной ориентации задач.

Формирование задания на синтез ФПД диалоговое и содержит следующие компоненты: входное воздействие (вход), реакция объекта на входное воздействие (выход), ограничения по числу ФЭ, определяющие длину цепочек ФПД, ограничения по объектам.

Синтез изделия производится автоматически (согласно заданию и условию совместимости ФЭ) и сопровождается указанием наиболее эффективных примеров использования ФЭ в технических устройствах. Варианты сочетаний ФЭ являются простейшими альтернативными вариантами технической реализации ФЭ в виде той или иной конструктивной схемы.

♦ АС поиска новых технических решений «Интеллект» [3, с. 60] имеет три основных режима работы: синтез технических решений; просмотр содержимого банка данных; проработка идей. Исходная информация представляет собой совокупность данных, организованных в виде отдельных графических и текстовых файлов.

Информация о ФЭ компонуется в виде паспортов, содержащих сведения: название эффекта; описание особенности ФЭ и формула коэффициента зависимости; элементарная параметрическая схема – структура ФЭ; морфологическая таблица со значениями эксплуатационных характеристик. База данных включает 1200 ФЭ с десятью фиксированными характеристиками, значения которых являются численными и определяются группой экспертов.

Поиск новых технических решений выполняется в три этапа:

1 этап – автоматическая генерация вариантов ФПД по информации об элементарных параметрических схемах ФЭ;

2 этап – автоматизированный подбор конструктивных реализаций каждого элемента выбранного ФПД по морфологической матрице;

3 этап – улучшение полученной конструктивной реализации на основе информации в базе данных об обобщенных приемах.

На этапе синтеза ФПД эксплуатационные характеристики вычисляются как элементарные функции от совокупности индивидуальных характеристик ФЭ. Для синтеза конструктивной реализации АС использует морфологические признаки. Далее конструктор самостоятельно оптимизирует конструкцию, либо подбирает вариант с заданными значениями эксплуатационных характеристик.

Анализ возможностей АС поискового конструирования позволяет построить их функциональные модели (рис. 1–4).

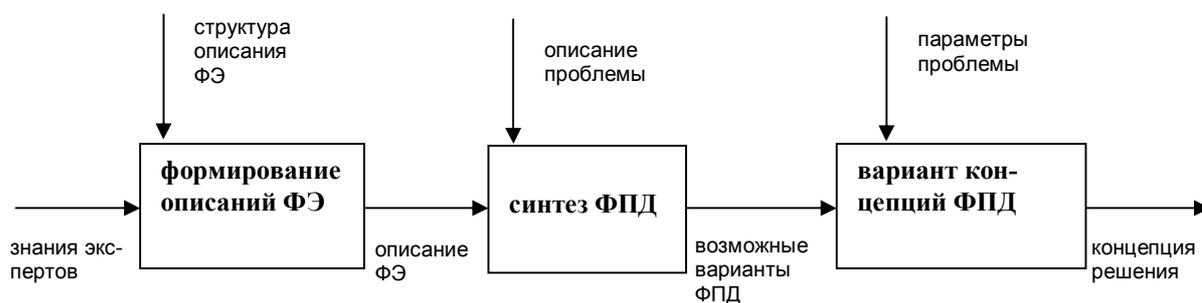


Рис. 1. Функциональная модель АС «Новатор 4.01»

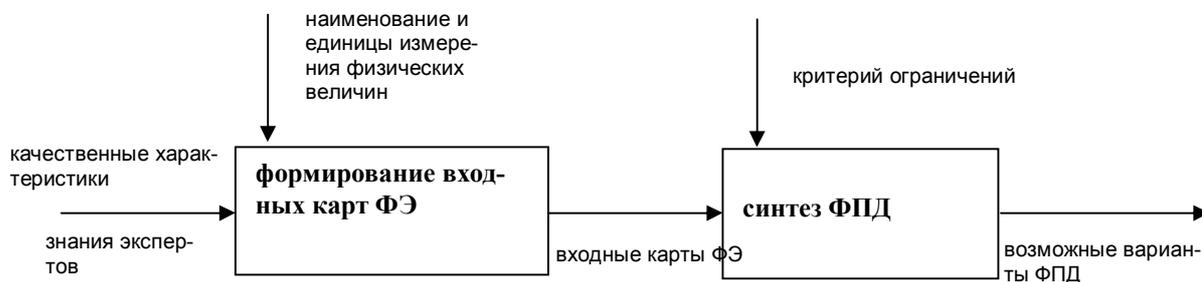


Рис. 2. Функциональная модель АС «АИПС ФЭ»

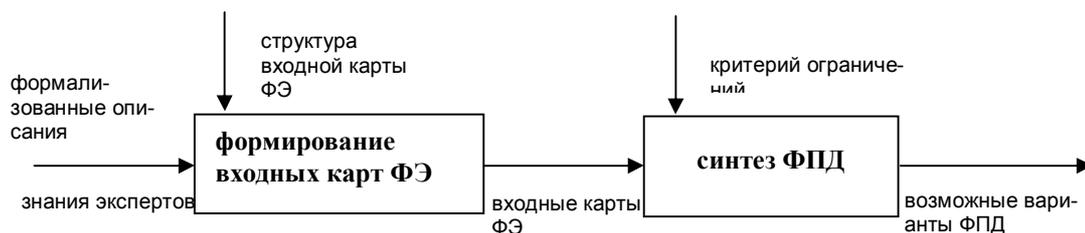


Рис. 3. Функциональная модель АС «САПФИТ»

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

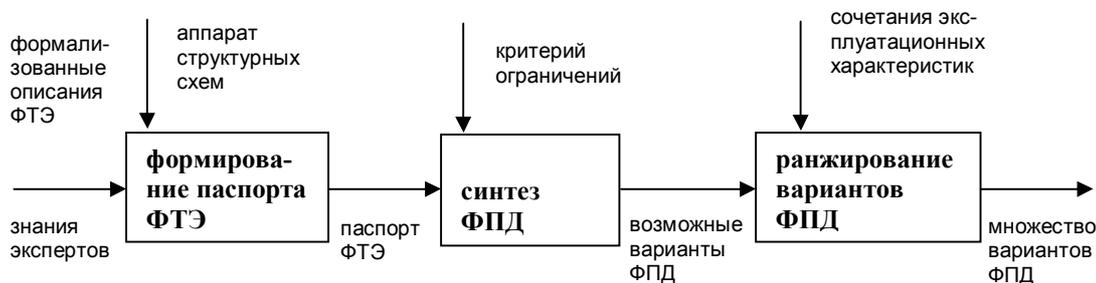


Рис. 4. Функциональная модель АС «Интеллект»

Очевидно, что существует инвариантная составляющая, присущая всем АС поискового конструирования и вариативная составляющая, присущая одной из АС поискового конструирования по каждой модели процесса проектирования (табл. 1).

Таблица 1

Инвариантная и вариативная составляющая АС поискового конструирования

АС поискового конструирования		
	<i>инвариантная составляющая</i>	<i>вариативная составляющая</i>
<i>концептуальная модель</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ реализуются три первых этапа системного анализа: постановка задачи, формирование описания системы, поиск альтернатив 	<ul style="list-style-type: none"> ○ АС «Новатор 4.01» частично выполняет выбор наилучших решений, не оценивая реализации решений; ○ АС «Интеллект» выполняет выбор наилучших решений, оценку реализации решений
<i>инфологическая модель</i>	<ul style="list-style-type: none"> • компоненты входных данных $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ представлены в виде базы ФЭ уровень подготовки которых, носит либо вербальный характер, либо формализованный; • компоненты исходных данных $Q(q_1, q_2, \dots, q_k)$ представлены в виде ФПД изделия, что является результатом синтеза ФЭ, и представляется в виде их цепочки 	<ul style="list-style-type: none"> • АС «Новатор 4.01» предполагает получение лучшего решения, не предполагая получения множества для последующего выбора наилучшего; • АС «Интеллект» предполагает получение множества решений для последующего выбора наилучшего, по фиксированным эксплуатационным характеристикам, приписанным ФЭ
<i>датологическая модель</i>	<ul style="list-style-type: none"> • работа АС основана на использовании базы знаний, содержащей фактические данные и законы из предметной области; • база знаний обеспечивает выполнение функций: хранение, пополнение, просмотр, выборку, корректировку информации о ФЭ, синтез различных вариантов ФПД 	<ul style="list-style-type: none"> • база знаний АС «Новатор 4.01» обеспечивает выполнение функций: автоматизированный анализ полученных решений; • база знаний АС «Интеллект» обеспечивает выполнение функций: анализ полученных решений, отбор перспективных вариантов для дальнейшей проработки

Результат анализа вариативной составляющей АС поискового конструирования по каждой модели процесса проектирования представлен в табл. 2.

Результат анализа вариативной составляющей АС поискового конструирования

<i>Свойства системы</i>	<i>АС «Новатор 4.01»</i>	<i>АС «АИПС ФЭ»</i>	<i>АС «САП-ФИТ»</i>	<i>АС «Интеллект»</i>
1. Универсальная или специализированная	унив.	спец.	спец.	спец.
2. Автоматизированный синтез ФПД	есть	есть	есть	есть
3. Наличие в БЗ критерия оценивания технического решения	нет	нет	нет	есть
4. Расчет критерия оценивания технического решения	нет	нет	нет	есть
5. Автоматизированный отбор вариантов технического решения	есть	нет	нет	есть
6. Отбор эффективных вариантов технического решения по критерию оценивания	нет	нет	нет	есть

Очевидно, что АС концептуального проектирования, основанные только на инвариантной составляющей, реализуют не полный цикл проектирования ТО с точки зрения системного анализа. АС «Интеллект» обладает наибольшим количеством возможностей, тем не менее, у неё есть ряд недостатков: применение в узкоспециализированной области; не обоснован выбор эксплуатационных характеристик ФЭ; не исследована взаимосвязь выбранных компонент критерия оценивания технического решения; не реализована процедура отбора лучших вариантов по компонентам критерия оценивания имеющих нечёткий характер.

Интеграция вариативной составляющей по каждой модели процесса проектирования на платформу АС, базирующейся на инвариантной составляющей позволила бы повысить эффективность поиска новых технических решений, тем самым решить задачу опережающего развития.

В настоящее время в целях создания единого пространства знаний как системы для последующего импортирования в подсистемы для каждого системного подхода АС поискового конструирования ЧЭ СУ разрабатываются онтологии, что позволит на последующем уровне абстрагирования описать онтологию системных подходов в предположении, что следующим уровнем абстракции будут являться общие категории структур знаний.

Список литературы

1. Боднер В. А. Измерительные приборы (теория, расчёт, проектирование) : в 2 т. : учеб. пос. / В. А. Боднер, А. В. Алферов. – Москва : Изд-во стандартов, 1986.
2. Глазунов В. Н. Экспертная система «Новатор и Эдисон»: инструкция пользователя, версия 4. – Москва, 1991. – 123 с.
3. Зарипов М. Ф. Предметно-ориентированная среда для поиска новых технических решений «Интеллект» / М. Ф. Зарипов, И. Ю. Петрова // РИ-95: IV Санкт-Петербургская междунар. конф. – Санкт-Петербург, 1995. – С. 60–61.
4. Камаев В. А. Физические явления из материалов заявок на открытия по физике: учеб. пос. / В. А. Камаев, С. А. Фоменков, М. Б. Сипливая, С. Г. Колесников. – Волгоград : ВолгГТУ, 1995. – 224 с.
5. Соколов Л. В. О техническом уровне современных интегральных датчиков давления для авиационных информационно-измерительных систем (ИИС) / Л. В. Соколов, В. М. Школьников // Датчики и системы. – 2001. – № 4. – С. 26–29.
6. Фоменков С. А. Автоматизированная система поиска физических принципов действия изделий и технологий (САПФИТ) / С. А. Фоменков, В. А. Гришин, Г. А. Карачунова. – Волгоград, 1990. – 1944-В.
7. Червяков Л. М. Инструментальные средства поддержки процессов анализа и концептуального моделирования информационных систем / Л. М. Червяков, Г. Д. Волкова, М. В. Щукин, Н. А. Бычкова // Журналы по качеству. – 2003. – № 10. – С. 48–53. – Режим доступа: <http://www.quality-journal.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

References

1. Bodner V. A. Izmeritel'nye pribory (teoriya, raschjot, proektirovanie) [Measuring devices (theory, calculation, design)]: v 2 t. : ucheb. pos. Moscow: Izd-vo standartov, 1986.
2. Glazunov V. N. Jekspertnaja sistema «Novator i Jedison»: instrukcija pol'zovatelja, versija 4 [Expert system «Innovator and Edison»: user manual, version 4]. Moscow, 1991. 123 p.
3. Zaripov M. F., Petrova I. Yu. Predmetno-orientirovannaja sreda dlja poiska novyh tehniceskikh reshenij «Intellekt» [The subject-oriented environment for search of new technical solutions "Intelligence"]. RI-95: IV Sankt-Peterburgskaja mezhdunar. konf. [RI-95: St. Petersburg International Conference]. St. Petersburg, 1995, pp. 60–61.
4. Kamaev V. A., Fomenkov S. A., Siplivaya M. B., Kolesnikov S. G. Fizicheskie javlenija iz materialov zajavok na otkrytija po fizike: [The physical phenomena from materials of application for opening on physics]. Volgograd: VolgSTU, 1995. 224 p.
5. Sokolov L. V., Shkol'nikov V. M. O tehničeskom urovne sovremennyh integral'nyh datchikov davlenija dlja aviacionnyh informacionno-izmeritel'nyh sistem (IIS) [On technological level of modern integrated sensors of pressure for aviation information and measuring systems (IMS)]. *Datchiki i sistemy* [Sensors and Systems], 2001, no. 4, pp. 26–29.
6. Fomenkov S. A., Grishin V. A., Karachunova G. A. Avtomatizirovannaja sistema poiska fiziceskikh principov dejstvija izdelij i tehnologij (SAPFIT) [The automated system of search of physical principles of action of products and technologies]. Volgograd, 1990, 1944-V.
7. Chervjakov L. M., Volkova G. D., Shchukin M. V., Bychkova N. A. Instrumental'nye sredstva podderzhki processov analiza i konceptual'nogo modelirovanija informacionnyh sistem [Tools of support of processes of the analysis and conceptual modeling of information systems]. *Zhurnaly po kachestvu* [Quality Journal], 2003, no. 10, pp. 48–53, Available at: <http://www.quality-journal.ru>.

УДК 681.3.069

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИМЕНИ N ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ВЫХОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ КОМПОНЕНТЫ КРИТЕРИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Хоменко Татьяна Владимировна, кандидат технических наук

Астраханский государственный технический университет
414025, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: t_v_khomenko@mail.ru.

В настоящее время автоматизированные системы поискового конструирования позволяют выполнять расчет выходных значений компонент критерия оценивания синтезированных физических принципов действия (ФПД) чувствительных элементов (ЧЭ) в автоматическом режиме. Традиционно все значения компонент критерия физико-технических эффектов (ФТЭ) входящих в структурную схему ФПД представлены экспертами в виде точной количественной оценки. Для расширения возможностей автоматизированных систем поискового конструирования предлагается использовать значения компонент критерия, представленных экспертами в виде качественной оценки: нечеткой/лингвистической переменной, которая считается заданной, если определены все элементы кортежа, в т.ч. имя N нечеткой/лингвистической переменной. В результате вычислений выходных значений компонент критерия возникает проблема определения имени N нечеткой/лингвистической переменной. Осложняется данная задача тем, что при различных типах представления