УДК 681.518.5 (045)

В. Н. Белый

ВЫБОР КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Институт аэрокосмических систем управления НАУ, e-mail: iacs@nau.edu.ua

Рассмотрен метод выбора компонентов комлекса технических средств на основе использования нечетких множеств. Приведено описание структуры программно-аппаратного комплекса автоматизированной системы контроля качества и диагностики неисправностей микрпроцессорной релейной защиты.

Ключевые слова: автоматизированая система контроля, программно-технический комплекс, нечеткие множества.

Введение. Автоматизация промышленного производства электротехнических изделий– одна из важнейших задач настоящего времени. Технической базой для построения автоматизированных систем (АС) контроля являются программно-технические комплексы (ПТК) на базе персональных компьютеров.

Автоматизированная система – это комплекс технических средств, включающий в себя ряд процессоров различной производительности, устройства оперативной и внешней памяти, набор устройств связи, устройств отображения информации, операционных систем, прикладных программных пакетов, обеспечивающий возможность создания многоуровневых АС контроля электротехнических изделий.

Создание ПТК для решения конкретной задачи автоматизации является сложным и неоднозначным процессом, имеющим множество альтернатив. Множество требований, предъявляемых к проектируемому ПТК, требует научно-обоснованной методики оценки и выбора характеристик технических и программных компонентов комплекса: интерфейса, конструкции, номенклатуры модулей и устройств, их характеристик, состава системного программного обеспечения, тестов, требований к программному обеспечению человеко-машинного интерфейса.

Специфика состоит в том, что разработчик во многих случаях должен учитывать нечеткую, качественную исходную информацию, исходящую от эксперта. Эта ситуация создает трудности при поиске эффективных технических решений, приводит к дополнительным временным и финансовым затратам. В этой связи разработка методики, позволяющей формализовать проектирование ПТК при использовании неполной и экспертной информации, является важной и актуальной задачей.

Метод структурно-компоновочного вектора (СКВ) основанный на теории нечетких множеств, отрабатывался на первых моделях семейства СМ1800 при выборе вычислительного ядра, внутреннего интерфейса, функциональных модулей, интерфейсов связи с периферией, конструкций и т. д.

Выбор наиболее приемлемой АС контроля электротехнических изделий представляет собой сложную многокритериальную задачу, решением которой является компромисс между надежностью, стоимостью, техническим уровнем, полнотой программного обеспечения, комфортностью, затратами на сервисное обслуживание и т. д.

Большинство АС контроля имеют известные базовые свойства, но технологии и средства их реализации сильно различаются. Именно мера реализации каждого свойства в АС контроля определяет необходимость в разработке дополнительного программного обеспечения (новых драйверов ввода-вывода, графических объектов; функций, расширяющих список базовых функций, встроенных библиотек).

При выборе АС контроля необходимо основываться на задаче, так как она во многом будет определять дальнейшее решение. Построение ПТК на основе любой АС контроля резко сокращает набор необходимых знаний в области классического программирования, позволяя концентрировать усилия по освоению знаний в прикладной области.

Идея использования нечетких множеств при проектировании структур ПТК основана на том, что всегда в инженерной практике нельзя строго описать предпочтение выбора какого-то из вариантов, так как этот выбор зависит от очень большого количества трудно учитываемых и плохо формализуемых факторов. Но в противоположность этому можно описать нестрогие предпочтения, математической моделью которых являются нечеткие множества.

Предлагается формальный метод проектирования структур ПТК на основе СКВ метода, реализованного в базисе нечетких множеств.

Метод вводит в рассмотрение два основных понятия – *структурно-компоновочный вектор* и *вектор системных требований*. Первый из них представляет собой набор признаков, определяющих выбранную структуру ЭВМ – интерфейсы, элементную базу, конструкцию, взаимосвязь элементов и блоков, схемотехнические решения. Задача разработчика состоит в задании множества СКВ, из которого могут быть выбраны структуры, наиболее близкие к требуемым, с наперед заданными характеристиками. Вектор системных требований трактуется как вектор, описывающий набор признаков, характеризующий конкретный выбор структуры согласно СКВ.

Формально вводится следующая схема. Пусть рассматривается некоторый проект S, структурно-компоновочный состав которого необходимо выбрать, притом оптимальным образом относительно экспертных оценок значимости его элементов. Элементы S образуют вектор СКВ.

Пусть СКВ – вектор

$$\boldsymbol{s} = \{ s_1, s_2, \ldots, s_i, \ldots, s_N \}, \; i = 1, 2, \ldots, N, \tag{1}$$

у которого каждая компонента представляет одну из структурных компонент, входящих в проект S, – процессор и его тип, интерфейсы, устройство связи, компоненты программного обеспечения и т. д.

Каждая компонента вектора $\boldsymbol{s}$ характеризуется нечеткой функцией принадлежности

$$\boldsymbol{m_i}: [0,1] \to [0,1], \quad i = 1, 2, \ldots, N,$$

заданной на отрезке [0,1] (носителе), неотрицательной и отображающей носитель также в отрезок [0,1]. Функции $\boldsymbol{m_i}$ формально описывают экспертную оценку (оценки) значимости (предпочтения) использования i-й компоненты в проекте S.

Далее делается предположение, что функции $\boldsymbol{m_i}$ с достаточной точностью могут быть представлены кусочно-линейными функциями с k звеньями. Такое представление обозначается следующим образом:

$$\boldsymbol{m_i} = \{ \boldsymbol{m_i}^j \}, \; i = 1, 2, \ldots, N, \; j = 1,2, \ldots, k+1,$$

где $\boldsymbol{m_i}^j$ – узлы, задающие кусочно-линейную функцию (ломаную).

Вводится вектор $\boldsymbol{t}$, представляющий собой вектор системных тренований,

$$\boldsymbol{t} = \{ \boldsymbol{t_i} \}, \; i = 1, 2, \ldots, N,$$

где компоненты $\boldsymbol{t_i}$, $i = 1, 2, \ldots, N$ – конкретные состояния доли включения или использования соответствующей компоненты $\boldsymbol{s}$ (реализации включений) по компонентам компоновочного вектора СКВ $\boldsymbol{s}$ (1). Значения функций принадлежности от этих компонент

$$p_i = \boldsymbol{m_i}(\boldsymbol{t_i}), \; i = 1,2, \ldots, N$$

представляют значения реальных долей использования компонент СКВ в данном проекте S.

Все p_i представляют в совокупности общее предпочтение всего проекта S, согласованное с данным компоновочным вектором $\boldsymbol{s}$ (1). Это предпочтение характеризуется общей для проекта функцией принадлежности, для которой выбирается мультипликативная форма:

$$n_l = \prod_i m_i^l(t_i),\ i = 1,\ 2,\ ...,\ N,\ l = 1,\ 2,\ ...,\ L, \tag{2}$$

где L – общее количество вариантов компоновок в проекте S.

Оптимальной считается такая компоновка проекта S, т. е. такой оптимальный СКВ s, когда соответствующее значение мультипликативной функции принадлежности (2) максимально:

$$n_l \to \max\ \forall\ l = 1,\ 2,\ ...,\ N. \tag{3}$$

Для решения задачи (3) необходимо вычислить все значения мультипликативной функции (2) по всем СКВ, составляющим варианты компоновки проекта S, затем найти максимальное. Соответствующий ему СКВ будет оптимальным решением, т. е. определит оптимальную структуру и ее состав.

Описанное решение можно реализовать в виде интерактивной оптимизационной программы в среде табличного процессора EXCEL.

Оболочка реализована как многолистная таблица. Примеры ее интерфейсов показаны на рис. 1 и 2.

Интерактивный лист программы, в котором задаются векторы системных требований, показан на рис. 1.

Диалоговый лист программы, в котором задаются функции принадлежности для компонент СКВ показан на рис. 2.

С использованием предлагаемого метода выполнен выбор компонентов программно-технического комплекса по контролю при изготовлении микропроцессорных релейных защит.

Важным моментом здесь является построение функций принадлежности для оценочных критериев, выраженных нечетким множеством. Они построены методом экспертных оценок.

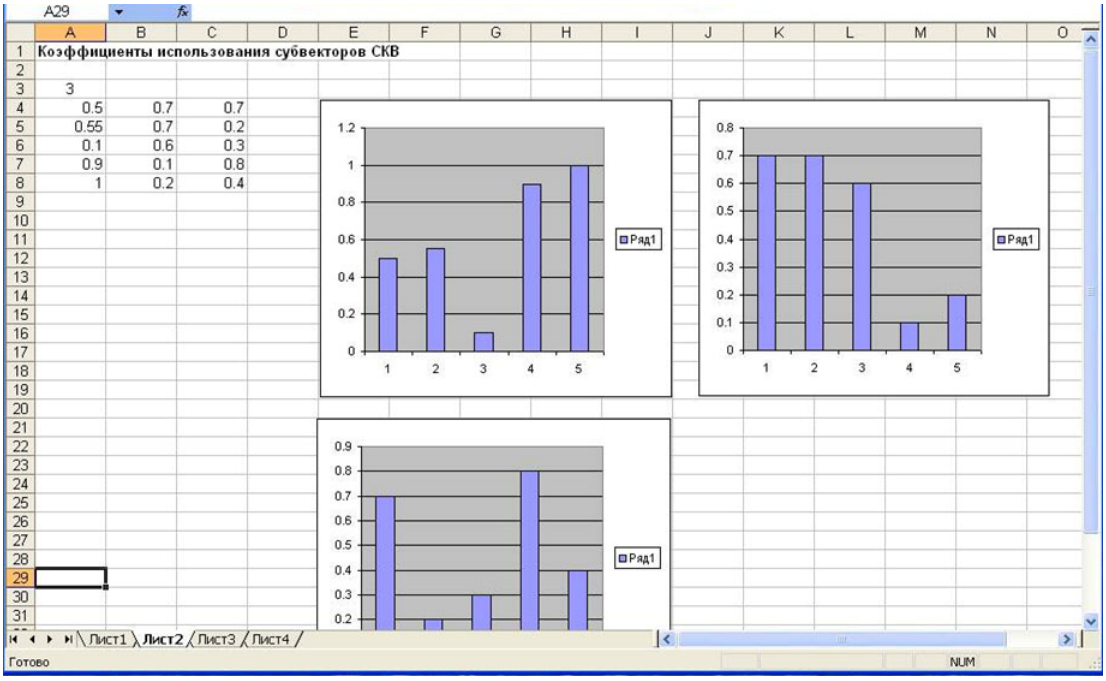

Рис. 1. Интерфейс программы

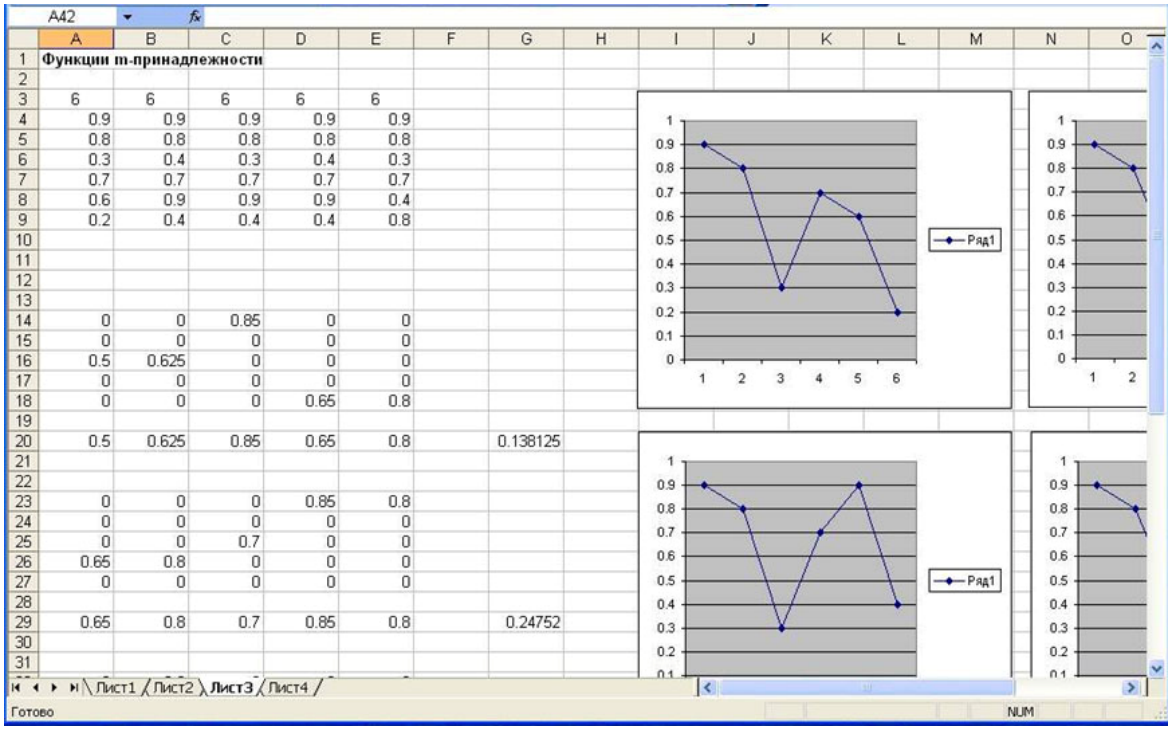

Рис. 2. Интерфейс программы

Так, выбор процессорного модуля осуществляется исходя из требований к надежности работы системы, производительности процессора и поддержки необходимого набора интерфейсов для организации надежного канала связи с верхним уровнем с достаточной производительностью.

Расчет функции принадлежности процессоров системного блока для соотношений производительность/сложность задачи, цена/сложность задачи и других, показан на рис. 2.

Структурная схема программно-технического комплекса по контролю при изготовлении микропроцессорных релейных защит. В качестве примера приведем структурную схему ПТК для контроля параметров в автоматическом режиме такого электротехнического изделия, как микропроцессорная релейная защита линий электропередач (воздушных и кабельных). Структурная схема показана на рис. 3

Необходимость создания такого ПТК вызвана тем, что надежность работы устройств релейной защиты во многом определяется качеством проверки их характеристик при изготовлении и в условиях эксплуатации на энергообъектах. Такие проверки проводятся регулярно, используя специальные приборы, которые генерируют токи и напряжения, необходимые для проверки устройств релейной защиты и автоматики. Учитывая наличие большого количества релейных устройств в энергосистемах, их проверка требует значительных затрат и высокой квалификации персонала.

В состав ПТК входит:

– устройство РЕТОМ-51 (нижний уровень);

– персональный компьютер с перефирией (верхний уровень).

Устройство РЕТОМ-51 предназначено для имитации повреждений в различных энергосистемах.

Наличие верхнего уровня позволяет:

– создавать протоколы в свободной форме, например в редакторе Microsoft Word;

– делать углубленный анализ результатов проверки, например в Microsoft Excel;

– прогнозировать возможные неисправности с использованием экспертных систем.

– создавать диалог проверочной системы с проверяемым объектом без участия человека как до проведения проверки, так и во время её (автоматизация проверок).

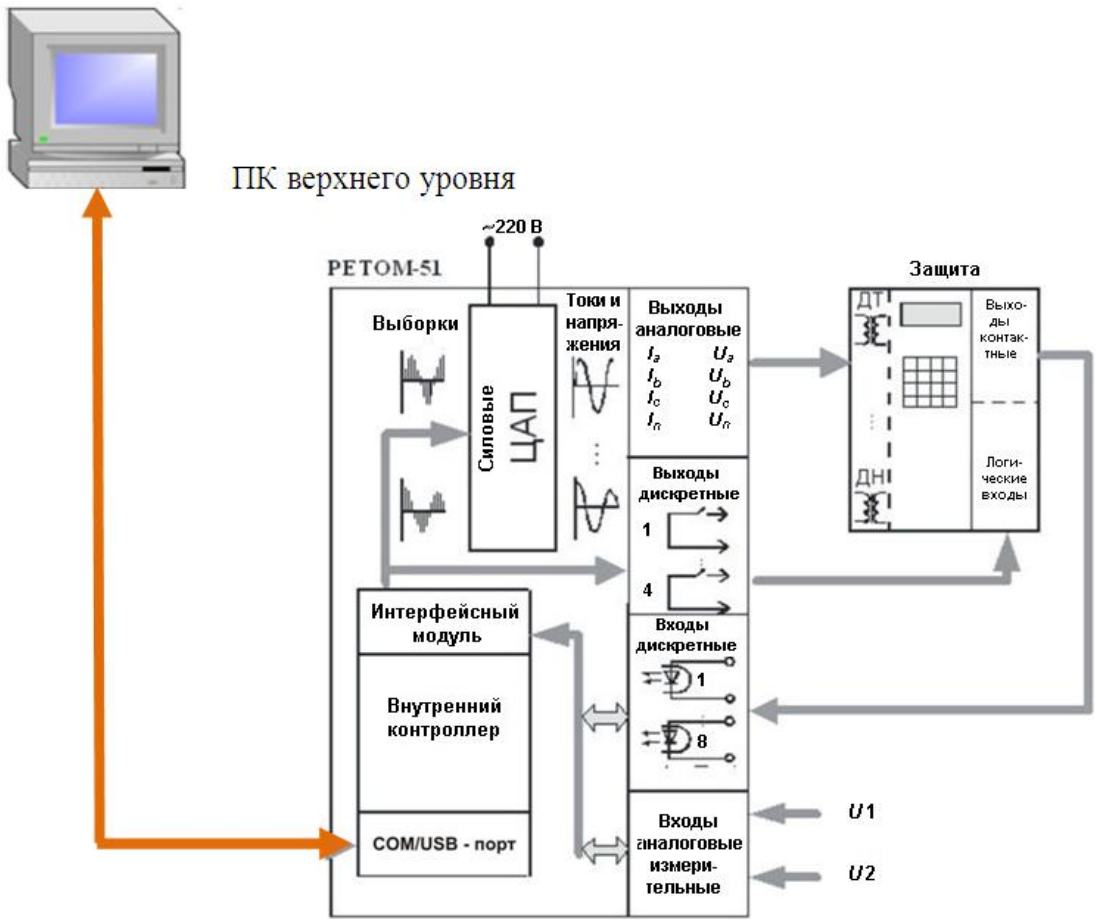

Рис. 3. Структурная схема ПТК по проверке микропроцессорной релейной защиты

Выводы. Использованный метод позволил произвести оптимальный выбор основных компонентов автоматизированной системы контроля электропараметров микропроцессорной релейной защиты, что позволило реализовать на практике указанную систему.

Список литературы

1. *Kosko B.* Fuzzy systems as universal approximators / B. Kosko // IEEE Transactions on Computers. – Vol. 43. – No. 11. – P. 1329–1333.
2. *Штовба С. Д.* Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком. – 2007. – 288 с.
3. *Прохоров Н. Л.* Программно-технические комплексы СМ1820М в системах автоматизации технологических процессов на атомных станциях / Н. Л. Прохоров, В. И. Глухов, В. А. Прилипко и др. // Вопросы радиоэлектроники. Серия ЭВТ. – 2008. – Вып. 2.

В. М. Білий

Вибір комплексу технічних засобів автоматизованих систем контролю електротехнічних виробів

Розглянуто метод вибору компонентів комлексу технічних засобів на основі використання нечітких множин. Наведено опис структури програмно-апаратного комплексу автоматизованої системи контролю якості та діагностики несправностей мікрпроцессорного релейного захисту.

V. N. Beliy

Choice of complex of hardwares of CASS of control of electrical engineerings wares

The method of choice of components of komleksa of hardwares is considered on the basis of the use of fuzzy sets. Description of structure of programmno-apparatnogo complex of CAS of control of quality and diagnosis of faults of mikrprocessornoy is resulted relay defence.