

УДК 004.384:654.924.5

В.Н. Рудницький, Н.В. Хрулев, Ю.Ф. Ерофеев

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси

ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА КОМПЬЮТЕРИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Рассмотрены вопросы формирования структуры компьютеризованной системы пожарной сигнализации на основе функционально-структурного подхода, предложенного в работах Е.П. Балашова. В результате декомпозиции целевой функции системы формируется дерево функций. Функции 1-го уровня определяют основные показатели компьютеризованной системы пожарной сигнализации, такие как быстродействие, надежность, функциональность и оказывают первоочередное влияние на структуру системы. Дополнительные функции 2-го уровня расширяют функциональность компьютеризованной системы пожарной сигнализации, влияют на качество работы системы в целом. Приведены результаты синтеза структуры компьютеризованной системы пожарной сигнализации на основе предложенного дерева функций.

Ключевые слова: дерево функций, структура, функционально-структурный подход, компьютеризованная система пожарной сигнализации.

Введение

Постановка проблемы. Система пожарной сигнализации представляет собой сложный технический объект [1] и предназначена для обнаружения пожара, оповещения и, при наличии автоматизированных устройств пожаротушения, управления тушением пожара. Растущие требования к характеристикам систем пожарной сигнализации [1], таким как скорость реагирования, точность определение места возгорания, надежность, ремонтпригодность, удобство работы и обслуживания и т.п., а также к их функциональности определяют требования к структурам современных систем пожарной сигнализации.

Современная система пожарной сигнализации должна обеспечивать обнаружение пожара, оповещение и управление тушением пожара и соответствовать современным достижениям микроэлектроники и информационных технологий.

Таким образом, проблема разработки структур систем пожарной сигнализации и расширения их функциональности, соответствующих современным достижениям науки и техники, актуальна и представляет определенный научный и практический интерес.

Анализ последних исследований и публикаций. Основные понятия и определения пожарной безопасности и систем противопожарной защиты приведены в [1]. Общие подходы к проектированию сложных систем, в частности, функционально-структурный подход рассмотрен в [2, 3].

В [4] проведен анализ структур и особенностей приемно-контрольных приборов тревожной и пожарной сигнализации. В [5] выполнен анализ систем пожарной автоматики и систем оповещения в учреждениях культуры г. Улан-Удэ. Техническая документация по прибору приемно-контрольному охранно-пожарному "СИГНАЛ-20М" приведена в [6].

Целью данной статьи является разработка на основе функционально-структурного подхода структуры компьютеризованной системы пожарной сигнализации, функции которой соответствуют возможностям современных технологий.

Изложение основного материала

В соответствии с функционально-структурным подходом [2, 3], структурная организация системы должна соответствовать ее функциональному назначению и условиям эксплуатации. Представим компьютеризованную систему пожарной сигнализации в виде математического описания:

$$S_{CFAS} = \langle SS_1(F_1), \dots, SS_i(F_i) \rangle \quad (1)$$

где S_{CFAS} – разрабатываемая компьютеризованная система пожарной сигнализации (computerized fire alarm system); $SS_1(F_1)$ – первая подсистема (subsystem), реализующая набор функций F_1 ; $SS_i(F_i)$ – i -ая подсистема, реализующая набор функций F_i .

Каждая подсистема (структурный модуль), в свою очередь, может быть представлена в виде математического описания аналогичного (1) в соответствии с заданным деревом функций.

В соответствии с методологией функционально-структурного подхода [2, 3] и на основе анализа технических материалов по приборам пожарной сигнализации [6] сформируем дерево функций компьютеризованной системы пожарной сигнализации.

Уровень 0

F0 – функционирование компьютеризованной системы пожарной сигнализации [1] с целью обеспечения пожарной безопасности предприятия.

Функции уровня 1

F1 – функция информационного обмена (ввода/вывода).

F2 – функция измерения параметров среды.

F3 – функция управления и обработки информации.

F4 – функция управления исполнительными устройствами.

F5 – функция диагностики.

F6 – функция питания.

Функции уровня 2

F1.1 – функция информационного обмена на физическом уровне.

F1.2 – функция информационного обмена по способу передачи данных.

F1.3 – функция опроса извещателей.

F1.4 – функция опроса клавиатуры и кнопок управления.

F1.5 – функция отображения информации.

F1.6 – функция формирования управляющих сигналов.

F2.1 – функция измерения температуры.

F2.2 – функция измерения влажности.

F2.3 – функция измерения давления.

F2.4 – функция измерения параметров звука.

F2.5 – функция измерения светового потока.

F2.6 – функция измерения оптической плотности среды.

F2.7 – функция определения движения.

F2.8 – функция получения видеоизображения.

F2.9 – функция измерения уровня ионизации воздуха.

F2.10 – функция измерения концентрации легковоспламеняющихся веществ в воздухе.

F2.11 – функция выполнения спектрального анализа.

F3.1 – функция конфигурирования.

F3.2 – функция обработки измеренных значений параметров среды.

F3.3 – функция интерактивного взаимодействия с оператором.

F3.4 – функция принятия решений.

F3.5 – функция работы с БД.

F4.1 – функция включения звукового сигнала тревоги.

F4.2 – функция включения светового сигнала тревоги.

F4.3 – функция вызова пожарных подразделений.

F4.4 – функция включения пожаротушения.

F5.1 – функция диагностики каналов связи.

F5.2 – функция диагностики ЦПУ.

F5.3 – функция диагностики измерителей.

F5.4 – функция диагностики устройств интерактивного взаимодействия (индикации, клавиатуры, кнопок управления).

F5.5 – функция диагностики исполнительных устройств.

F6.1 – функция питания от электрической сети.

F6.2 – функция питания от аккумулятора.

F6.3 – функция автоматического переключения источника питания.

Для реализации функций уровня 1, предложенного дерева функций, компьютеризованная система пожарной сигнализации (рис. 1) должна состоять из следующих подсистем:

SS1 – подсистемы информационного обмена;

SS2 – подсистемы измерения параметров среды;

SS3 – подсистемы управления и обработки информации;

SS4 – подсистемы управления исполнительными устройствами;

SS5 – подсистемы диагностики;

SS6 – подсистемы питания.

Подсистема SS1 информационного обмена предназначена для обеспечения ввода и вывода данных посредством разной физической среды, с использованием различных видов интерфейсов и должна состоять из таких функциональных модулей:

St1.1 - модуля сопряжения с каналом передачи данных, предназначенного для выполнения функции F1.1;

St1.2 – модуля обмена данными в соответствии с выбранным типом интерфейса, предназначенного для выполнения функции F1.2;

St1.3 – модуля опроса измерителей состояния контролируемой среды, предназначенного для выполнения функции F1.3;

St1.4 – модуля ввода управляющей информации от оператора, предназначенного для выполнения функции F1.4;

St1.5 – модуля отображения состояния контролируемой среды и состояния компьютеризованной системы пожарной сигнализации, предназначенного для выполнения функции F1.5;

St1.6 – модуля управления исполнительными устройствами, предназначенного для выполнения функции F1.6.

Подсистема SS2 измерения параметров среды предназначена для преобразования физических величин, характеризующих состояние контролируемой среды в цифровой вид, пригодный для дальнейшей обработки и должна состоять из следующих функциональных модулей:

St2.1 - модуля измерения температуры, предназначенного для выполнения функции F2.1;

St2.2 – модуля измерения влажности, предназначенного для выполнения функции F2.2;

St2.3 – модуля измерения давления, предназначенного для выполнения функции F2.3;

St2.4 – модуля измерения параметров звука, предназначенного для выполнения функции F2.4;

St2.5 – модуля измерения светового потока, предназначенного для выполнения функции F2.5;

St2.6 – модуля измерения оптической плотности среды, предназначенного для выполнения функции F2.6;

St2.7 – модуля определения движения, предназначенного для выполнения функции F2.7;

St2.8 – модуля получения видео-изображения, предназначенного для выполнения функции F2.8;

St2.9 – модуля измерения уровня ионизации воздуха, предназначенного для выполнения функции F2.9;

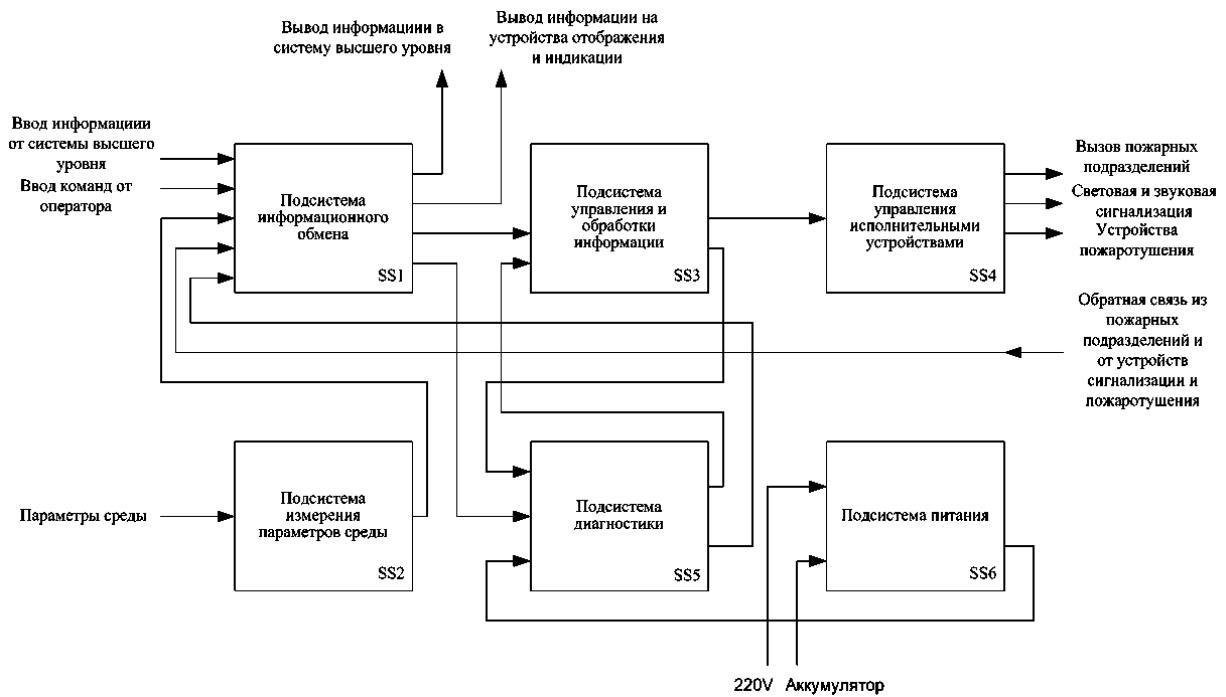


Рис. 1. Структура компьютеризованной системы пожарной сигнализации

St2.10 – модуля измерения концентрации легковоспламеняющихся веществ в воздухе, предназначенного для выполнения функции F2.10;

St2.11 – модуля выполнения спектрального анализа, предназначенного для выполнения функции F2.11.

Подсистема SS3 управления и обработки информации предназначена для обработки измеренных значений, принятия решений в соответствии с результатами обработки и формирования управляющих сигналов в зависимости от принятого решения, а также для выполнения операций конфигурирования, управления интерактивным обменом информацией, управления базой данных и должна состоять из следующих функциональных модулей:

St3.1 - модуля конфигурирования, предназначенного для выполнения функции F3.1;

St3.2 – модуля обработки измеренных значений параметров среды, предназначенного для выполнения функции F3.2;

St3.3 - модуля интерактивного взаимодействия с оператором, предназначенного для выполнения функции F3.3;

St3.4 – модуля принятия решений, предназначенного для выполнения функции F3.4;

St3.5 – модуля работы с БД, предназначенного для выполнения функции F3.5.

Подсистема SS4 управления исполнительными устройствами предназначена для сопряжения компьютеризованной системы пожарной сигнализации с исполнительными устройствами при помощи ключей необходимой мощности контактного или бесконтактного типа, за счет чего выполняется включение или выключение световой и звуковой сигнализации и средств пожаротушения, а также вызов по-

жарных подразделений и должна состоять из следующих функциональных модулей:

St4.1 - модуля включения звукового сигнала тревоги, предназначенного для выполнения функции F4.1;

St4.2 – модуля включения светового сигнала тревоги, предназначенного для выполнения функции F4.2;

St4.3 - модуля вызова пожарных подразделений, предназначенного для выполнения функции F4.3;

St4.4 – модуля включения пожаротушения, предназначенного для выполнения функции F4.4.

Подсистема SS5 диагностики предназначена для определения исправного состояния каналов связи, извещателей, процессорного модуля, исполнительных устройств и устройств оперативного взаимодействия оператора с компьютеризованной системой пожарной сигнализации, а также для выполнения операций тестирования отдельных подсистем компьютеризованной системы пожарной сигнализации с достижимой глубиной диагностирования и должна состоять из следующих функциональных модулей:

St5.1 - модуля диагностики каналов связи, предназначенного для выполнения функции F5.1;

St5.2 – модуля диагностики ЦПУ, предназначенного для выполнения функции F5.2;

St5.3 - модуля диагностики измерителей, предназначенного для выполнения функции F5.3;

St5.4 – модуля диагностики устройств интерактивного взаимодействия, предназначенного для выполнения функции F5.4;

St5.5 – модуля диагностики исполнительных устройств, предназначенного для выполнения функции F5.5.

Подсистема SS6 питания предназначена для обеспечения выполнения целевой функции в условиях техногенных, социальных и природных катастроф и должна состоять из следующих функциональных модулей:

St6.1 - модуля питания от электрической сети, предназначенного для выполнения функции F6.1;

St6.2 – модуля питания от аккумулятора, предназначенного для выполнения функции F6.2;

St6.3 - модуля автоматического переключения источника питания, предназначенного для выполнения функции F6.3.

В аппаратном плане элементы представленной системы могут быть реализованы различными способами. Подсистема информационного обмена (SS1), подсистема управления и обработки информации (SS3) и подсистема диагностики (SS5) предполагают программно-аппаратную реализацию. Подсистема измерения параметров среды (SS2) может быть реализована аппаратным или программно-аппаратным образом, причем программно-аппаратная реализация с использованием микроконтроллеров является более универсальной и предпочтительной. Подсистемы управления исполнительными устройствами (SS4) и питания (SS6) могут быть реализованы только аппаратным образом. Основным элементом системы является процессорный модуль (ЭВМ), на котором могут быть реализованы подсистема информационного обмена (SS1), подсистема обработки информации и управления (SS3) и, частично, подсистема диагностики (SS5).

Выводы

1. Предложено дерево функций компьютеризованной системы пожарной сигнализации.

ФУНКЦІЇ ТА СТРУКТУРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

В.М. Рудницький, М.В. Хрульов, Ю.Ф. Єрофєєв

Розглянуто питання формування структури комп'ютеризованої системи пожежної сигналізації на основі функціонально-структурного підходу, запропонованого в роботах Є.П. Балашова. В результаті декомпозиції цільової функції системи формується дерево функцій. Функції 1-го рівня визначають основні показники комп'ютеризованої системи пожежної сигналізації, такі як продуктивність, надійність, функціональність і мають першочерговий вплив на структуру системи. Додаткові функції 2-го рівня розширюють функціональність комп'ютеризованої системи пожежної сигналізації, впливають на якість роботи системи в цілому. Наведено результати синтезу структури комп'ютеризованої системи пожежної сигналізації на основі запропонованого дерева функцій.

Ключові слова: *дерево функцій, структура, функціонально-структурний підхід, комп'ютеризована система пожежної сигналізації.*

FUNCTIONS AND STRUCTURE OF THE COMPUTERIZED FIRE ALARM SYSTEM

V.N. Rudnitsky, N.V. Khrulov, Yu.F. Erofeev

The problems of the computerized fire alarm system structure formation based on functional-structural approach proposed by E.P. Balashov are considered. In accordance to the functional-structural approach "... the structure is defined by the function...", ie structure of a computerized fire alarm system is determined by the functions of the system. The functions tree definition is the basis for the computerized fire alarm system structure development. As a result of decomposition of the objective function of the system the functions tree formed. Basic and advanced functions are distinguished. The basic parameters of a computerized fire alarm system, such as performance, reliability, functionality the 1st level functions are defined and priority influence on the structure of the system are had. The functionality of computerized fire alarm system the 2nd level additional functions are extended, and on the quality of the system as a whole are affected. To implement the proposed functions tree the computerized fire alarm system structure shall consist of the following elements: information exchange subsystem; environment parameters measurement subsystem; information processing and management subsystem; control actuators subsystem; diagnostics subsystem; power supply subsystem. The proposed structure can be changed easily to upward functionality, expands the capabilities of the system, or downward functionality, which will allow the customer to determine the necessary system functionality and the system cost.

Keywords: *functions tree, structure, functional-structural approach, the computerized fire alarm system.*

2. Приведены результаты синтеза структуры компьютеризованной системы пожарной сигнализации на основе предложенного дерева функций.

Предложенная структура может быть легко изменена как в сторону повышения функциональности, расширяющей возможности системы, так и в сторону понижения функциональности, что даст возможность заказчику самостоятельно определять необходимую и достаточную функциональность системы и, соответственно, ее стоимость.

Список литературы

1. Жидецкий В.Ц. Основы охраны труда. Учебник. Изд 2-е, доп / В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигирей, А.В. Мельников. - Львов: Афиша, 2000. - 351 с.

2. Балашов Е. П. Эволюционный синтез систем / Е. П. Балашов. - М. : Радио и связь, 1985. - 328 с.

3. Балашов Е.П. Микро и мини-ЭВМ / Е.П. Балашов, В.Л. Григорьев, Г.А. Петров. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1984. - 376 с.

4. Шакирова А.Ф. Информационный классификатор приборов приемно-контрольных систем безопасности [Электронный ресурс] / А.Ф. Шакирова // Технологии технической безопасности. - 2010. - Вып. № 5 (33). - Режим доступа : <http://ipb.mos.ru/ttb>.

5. Сергеев С.В. Анализ систем пожарной сигнализации и оповещения в учреждениях культуры г. Улан-Удэ [Электронный ресурс] / С.В. Сергеев // Технологии технической безопасности. - 2014. - Вып. № 1 (53). - Режим доступа : <http://ipb.mos.ru/ttb>.

6. Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный "СИГНАЛ-20М" руководство по эксплуатации АЦДР.425513.017 РЭ ЗАО НВП Бolid Королев 2014.

Поступила в редколлегию 22.01.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского, «ХАИ», Харьков.