

*Швец С.В., канд. техн. наук, доц., НУГЗУ,  
Миргород О.В., канд. техн. наук, ст. преп., НУГЗУ,  
Рудаков С.В., канд. техн. наук, доц., НУГЗУ*

## **УТОЧНЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ "СЛУЖБА 112"**

(представлено д-ром техн. наук Лариным А.Н.)

Предлагается использовать уточненный показатель синтеза структуры подсистем диспетчерской службы, в котором учитывается влияние стратегии периодического обслуживания

**Ключевые слова:** уточненный показатель синтеза, абсолютный эффект, стратегия обслуживания

**Постановка проблемы.** В соответствии с Законом Украины "Про правові засади цивільного захисту" и Общегосударственной программой развития гражданской защиты на 2009-2013 гг. предусмотрено создание и эффективное функционирование единой государственной системы гражданской защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера. В рамках этой государственной программы запланировано развитие и усовершенствование единой государственной диспетчерской службы экстренной помощи населению "112" ("Служба 112"). Значимость использования в Украине единой государственной диспетчерской службы неоспорима, поскольку она является основой всей службы общественной безопасности.

Главная цель проекта – объединение диспетчерских пунктов, которые расположены по гарнизонам, в единой системе по единому телефонному номеру, а также минимизация времени для оказания эффективной и скоординированной помощи населению. Однако такой подход не решает главной задачи "Службы 112" – создание действительно эффективной системы экстренной помощи в пределах ограниченного бюджетного финансирования. Разработка системы должна учитывать опыт функционирования аналогичных служб в развитых государствах мира. Однако, подобного иностранным образцам, целостного программного обеспечения и готовых технических решений на рынке Украины не существует. Дополнительные трудности накладывает необходимость решения

комплекса взаимосвязанных проблем технического и информационного характера [1].

**Анализ последних исследований и публикаций.** В основу построения существующих систем для решения задач оказания помощи населению в чрезвычайных ситуациях положены следующие принципы: высокая скорость реагирования; комплексный характер помощи; эффективность оказания помощи [2,3]. Основным противоречием при создании подобных систем является объединение отдельных субъектов управления в единую систему при наличии у них различных объектов управления: аварийно-спасательные подразделения и муниципальные службы, что само по себе является неверным [4-6].

Такие системы сформированы путем слияния компонентов, разрабатываемых отдельно, что не позволяет использовать основное преимущество системного подхода: представить объект как комплекс взаимосвязанных подсистем, объединенных общей целью, раскрыть его интегративные свойства, внутренние и внешние связи [7].

При синтезе технических систем любая процедура проектирования систем должна содержать следующие модули: модуль генерации целей, аналитический модуль, формирование системы объекта, модуль синтеза, модуль оценки полученных решений. Эта совокупность модулей является инвариантной относительно системных уровней (в технических системах это уровень функциональной структуры, принципа действия, технического и параметрического решения). Такое построение эвристического алгоритма синтеза системы отвечает фрактальному принципу синтеза систем, обеспечивающего компактность и унификацию процедур на всех системных уровнях [2,7].

**Постановка задачи и ее решение.** Современные тенденции развития информационных систем требуют применения системного подхода к задаче синтеза системы "Служба 112", а сведение исходной векторной задачи к классу задач линейного программирования позволит найти семейство допустимых решений из области конкурентно способных вариантов.

Рассматриваемый в [1] подход к синтезу рациональной структуры системы "Служба 112" на основе обобщенного показателя эффективности построен на определении разности абсолютных эффектов предлагаемого варианта структуры системы "Служба

112" и базового. Выражение для абсолютного эффекта синтезируемой структуры "Службы 112" будет иметь вид

$$E\Phi_n(x) = \left( \sum_{i=1}^n P_i P_{ci} P_{nni} k_{zi} (PP_{\phi i} - Z_i) \times \prod_{j=1}^k \exp(-\{\lambda_{yij} + \lambda_{cij}\} t_{pij}) \right) - Z_{don}, \quad (1)$$

где  $P_i$  – априорная вероятность требования на выполнение соответствующей подсистемой  $i$ -той задачи;  $P_{ci}$  – вероятность того, что не будет срыва выполнения  $i$ -той задачи из-за отсутствия работоспособной подсистемы;  $P_{nni}$  – вероятность того, что не будет срыва выполнения  $i$ -той задачи из-за настройки  $i$ -той подсистемы неисправным средством;  $k_{zi}$  – коэффициент готовности  $i$ -той подсистемы;  $PP_{\phi i}$  – стоимостное выражение фактического полезного результата при выполнении  $i$ -той задачи;  $Z_i$  – затраты, связанные с реализацией выбранного варианта подсистемы технического обслуживания для  $i$ -той подсистемы и измерением параметров этой подсистемы в процессе эксплуатации;  $\lambda_{yij}, \lambda_{cij}$  – интенсивности явного и скрытого отказов  $j$ -того компонента  $i$ -той подсистемы;  $t_{pij}$  – время, за которое рассматриваются явный и скрытый отказы;  $Z_{don}$  – затраты, связанные с функционированием системы "Служба 112".

Используя понятие стратегии периодического обслуживания системы "Служба 112" выражения для  $PP_{\phi i}$  и  $Z_i$  будут иметь вид

$$\begin{aligned} PP_{\phi i} &= PP_{\phi i} + PP_{ci}; \\ Z_i &= Z_{\phi i} + Z_{ci}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $PP_{\phi i}$  и  $Z_{\phi i}$  – стоимостное выражение фактического полезного результата и затрат, зависящих от решения  $i$ -той задачи соответствующей подсистемой;  $PP_{ci}$  и  $Z_{ci}$  – стоимостное выражение фактического полезного результата и затрат, обусловленных использованием стратегии периодического обслуживания.

В общем случае для установившегося режима эксплуатации системы "Служба 112"

$$PP_{\phi i} = \sum_{j=1}^m P_{ij} \sum_{k=1}^m P_{ijk} PP_{ijk};$$

$$Z_{\alpha i} = \sum_{j=1}^m P_{ij} \sum_{k=1}^m P_{ijk} Z_{ijk}, \quad (3)$$

где  $P_{ij}$  – вероятность нахождения  $i$ -той подсистемы в каждом из  $j$ -состояний в процессе эксплуатации;  $PP_{ijk}, Z_{ijk}$  – стоимостное выражение фактического полезного результата и затрат, получаемых от применения по назначению  $i$ -той подсистемы при переходе из состояния  $j$  в состояние  $k$ ;  $P_{ijk}$  – вероятность перехода  $i$ -той подсистемы из состояния  $j$  в состояние  $k$  в процессе решения текущей задачи.

Значения  $PP_{ijk}$  и  $Z_{ijk}$  будут определяться матрицами значений дискретной случайной величины в установившемся режиме эксплуатации системы "Служба 112"

$$[PP_{ijk}] = \begin{bmatrix} PP_{i11} & PP_{i12} & \dots & PP_{i1k} \\ PP_{i21} & PP_{i22} & \dots & PP_{i2k} \\ & \dots & \dots & \dots \\ PP_{ik1} & PP_{ik2} & \dots & PP_{ikk} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$$[Z_{ijk}] = \begin{bmatrix} Z_{i11} & Z_{i12} & \dots & Z_{i1k} \\ Z_{i21} & Z_{i22} & \dots & Z_{i2k} \\ & \dots & \dots & \dots \\ Z_{ik1} & Z_{ik2} & \dots & Z_{ikk} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Значения  $PP_{ci}$  и  $Z_{ci}$  описываются выражениями

$$PP_{ci} = \sum_{j=1}^Z P_{ij} (PP_{cnij}(t_{zij})) P_{ij}(t_{zij}) PP_{cnbij}(t_{zij}); \quad (6)$$

$$Z_{ci} = \sum_{j=1}^Z P_{ij} (Z_{cnij}(t_{zij})) P_{ij}(t_{zij}) Z_{cnbij}(t_{zij}), \quad (7)$$

где  $PP_{cnij}(t_{zij}), Z_{cnij}(t_{zij})$  – составляющие фактического полезного результата и затрат  $j$ -той компоненты  $i$ -той подсистемы для  $t_{zij}$ -

того времени обслуживания;  $PP_{cn\bar{b}ij}(t_{zij})$ ,  $Z_{cn\bar{b}ij}(t_{zij})$  – безусловная составляющая фактического полезного результата и затрат  $j$ -той компоненты  $i$ -той подсистемы для  $t_{zij}$ -того времени обслуживания.

Значения  $PP_{cnij}(t_{zij})$  и  $Z_{cnij}(t_{zij})$  описываются матрицами, аналогично выражениям (4) и (5). Значения этих матриц выбирают для соответствующего времени  $t_{zij}$ .

В процессе эксплуатации системы "Служба 112" возникают ситуации, когда  $j$ -тая компонента  $i$ -той подсистемы может находиться на обслуживании, не учитывая характер стратегии обслуживания, а зависят от надежности используемых средств, что обуславливает наличие составляющих  $PP_{cn\bar{b}ij}(t_{zij})$  и  $Z_{cn\bar{b}ij}(t_{zij})$ . Эти составляющие также описываются матрицами типа (4) и (5).

Учитывая выражения (2), (3) и (6), (7), приняв во внимание, что составляющие  $PP_{ijk}$ ,  $Z_{ijk}$ ,  $PP_{cnij}(t_{zij})$ ,  $Z_{cnij}(t_{zij})$  описываются выражениями типа (4), (5), получим

$$\begin{aligned} \mathcal{E}\Phi_n = & \sum_{i=1}^n P_i k_{zi} \prod_{j=1}^N \left( 1 - (\beta_{ij} + (1 - \beta_{ij}) P_{1ij}) \right) \times \left( \frac{1 - P_{2ij}}{P_{1ij} [P_{1ij} + P_{2ij}]} \right) \times \\ & \times \left( \sum_{j=1}^L P_{ij} \sum_{k=1}^M P_{ijk} (PP_{ijk} - Z_{ijk}) + \right. \\ & \left. + \sum_{j=1}^Z \left( P_{ij} (PP_{cnij}(t_{zij})) P_{ij}(t_{zij}) PP_{cn\bar{b}ij}(t_{zij}) - \right. \right. \\ & \left. \left. - P_{ij} (Z_{cnij}(t_{zij})) P_{ij}(t_{zij}) Z_{cn\bar{b}ij}(t_{zij}) \right) \right) \times \\ & \times \prod_{j=1}^V \exp(-(\lambda_{zij} + \lambda_{cij}) t_{zij}) - \\ & - \left( P_u (Z_u + (K_p + E) K + Z_{зпк}) \right), \end{aligned} \quad (8)$$

где  $\beta_{ij}$  – вероятность скрытого отказа  $j$ -той компоненты  $i$ -той подсистемы;  $P_{1ij}$  – вероятность нахождения  $j$ -той компоненты  $i$ -той подсистемы в исправном и работоспособном состоянии;  $P_{2ij}$  – вероятность нахождения  $j$ -той компоненты  $i$ -той подсистемы в состоянии применения со скрытым отказом;  $P_u$  – вероятность принятия

на эксплуатацию системы "Служба 112";  $Z_u$  – текущие годовые издержки на эксплуатацию системы "Служба 112";  $K_p$  – норма реновации (обновления) компонент системы "Служба 112";  $K$  – нормативный коэффициент экономической эффективности;  $E$  – единовременные затраты при вводе в эксплуатацию системы "Служба 112";  $P_{ij}(t_{zij})$  – вероятность обслуживания  $i$ -той подсистемы продолжительностью  $t_{zij}$  по причине ложного и скрытого отказов;  $Z_{зпк}$  – фонд заработной платы обслуживающего персонала.

Исходя из анализа приведенных соотношений, получены следующие результаты:

1. Наличие безусловной составляющей фактического полезного результата для стратегии периодического обслуживания  $i$ -той подсистемы обуславливает не минимальное значение составляющей фактического полезного результата при минимальном значении ожидаемого времени задержки. Стоимостное выражение фактического полезного результата и затрат, получаемых от применения по назначению  $i$ -той подсистемы, определяется матрицей значений.

2. Структура затрат формируется в установившемся режиме эксплуатации системы. Стоимостное выражение затрат на обслуживание является дискретной случайной величиной, зависящей от времени  $t_{zij}$ .

3. В структуру абсолютного эффекта вовлечены необходимые начальные затраты, обусловленные эксплуатационными издержками. Они имеют вероятностную зависимость от принятия решения на ввод в эксплуатацию конкретного варианта структуры системы "Служба 112".

4. Наличие безусловных составляющих фактического полезного результата и затрат зависят от надежности используемых средств и не учитывают характер стратегии обслуживания.

### **Выводы.**

Уточнение показателя эффективности синтеза подсистем системы "Служба 112", учитывающего периодичность обслуживания системы при наличии ложных и истинных отказов, конкретизирует алгоритм отсева конкурентоспособных вариантов с целью определения множества допустимых структур, отвечающих требованиям целевой функции синтеза [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Швець С.В. Обобщенный показатель эффективности синтеза структуры единой государственной диспетчерской службы экстренной помощи населению "112"/ С.В. Швець, О.В. Миргород // Проблемы надзвичайних ситуацій. – 2009. – № 9. – С. 164-169.
2. Попов А.П., Каменев С.П. Все уровни оповещения / А.П. Попов, С.П. Каменев // Противопожарные и аварийно-спасательные средства. – 2004. – №1. – С.36-44.
3. Кудинов А.В. Геоинформационные технологии в управлении пространственными инженерными сетями / А.В. Кудинов, Н.Г. Марков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 176 с.
4. Бутенко Д.В. Системологическое представление технической системы / Д.В. Бутенко // Концептуальное проектирование в образовании, технике и технологии. – Волгоград, 1997. – С. 69-75.
5. Теслинов А.Г. Развитие систем управления: методология и концептуальные структуры / А.Г. Теслинов. – М.: Глобус, 1998. – 229 с.
6. Петров Э.Г., Пискалова В.П., Бескорвайный В.В. Территориально распределенные системы обслуживания / Э.Г. Петров, В.П. Пискалова, В.В. Бескорвайный. – К.: Техніка, 1992. – 208 с.
7. Тупкало В.Н. Процессный подход к управлению: от деклараций стандарта ISO 9001:2000 к методологическим основам теории процессного управления / В.Н. Тупкало, С.В. Тупкало // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2007. – № 4. – С.114 - 118.

Швець С.В., Миргород О.В., Рудаков С.В.

### **Уточнений показник синтезу системи "Служба 112"**

Пропонується використовувати уточнений показник синтезу структури підсистем диспетчерської служби, у якому враховується вплив стратегії періодичного обслуговування

**Ключові слова:** уточнений показник синтезу, абсолютний ефект, стратегія обслуговування

Shvets S.V., Mirgorod O.V., Rudakov S.V.

### **Specified index of synthesis of system "Service 112"**

It is suggested to use the specified index of synthesis of structure of sub-systems of controller's service, influencing of strategy of periodic service is taken into account in which

**Key words:** specified index of synthesis, absolute effect, strategy of service

Уточненный показатель синтеза системы "Служба 112"