

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

**Ю. В. Доронина**

Кандидат технических наук, доцент\*

Контактный тел.: (0692) 43-53-64,  
(0692) 43-51-00

E-mail: juvado@rambler.ru

**В. О. Рябовая**

Ассистент

Контактный тел.: (0692) 72-29-43, 050-642-01-48

E-mail: valentina\_rb@mail.ru

\*Кафедра информационных систем

Севастопольский национальный

технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 99033

*У статті розглядаються принципи підвищення ефективності систем екологічного моніторингу на основі оптимізації структурного синтезу і класифікації вимог до моніторингової системи*

*Ключові слова: моніторингова система, вимога до системи, ефективність системи, екологічний моніторинг*

*В статье рассматриваются принципы повышения эффективности систем экологического мониторинга на основе оптимизации структурного синтеза и классификации требований к мониторинговой системе*

*Ключевые слова: мониторинговая система, требование к системе, эффективность системы, экологический мониторинг*

*In the article principles of increase of efficiency the systems of the ecological monitoring are examined on the basis of optimization of structural synthesis and classification of requirements to the monitoring system*

*Keywords: monitoring system, system requirement, efficiency of the systems, ecological monitoring*

## 1. Введение

При построении подсистем регистрации и обработки данных в информационных мониторинговых системах возникает задача оптимизации их структурного синтеза. Для систем экологического мониторинга (СЭМ), которые характеризуются жестким требованием сертификации методов, средств регистрации и анализа данных, структурный синтез – не только однократная процедура, применяемая при проектировании, но и метод, связанный с необходимостью повышения эффективности СЭМ.

## 2. Анализ литературных данных и постановка задачи

Эффективное функционирование СЭМ в общем случае – это реализация ожидаемых функций при заданных ограничениях на качество и сертификацию входных и выходных параметров, а также оптимальное удовлетворение текущих требований к системе, возникающих в процессе эксплуатации. При решении задачи повышения эффективности СЭМ в процессе функционирования должны учитываться рамки сертификации не только методов и средств регистрации и анализа данных, но и качество самих данных, что подразумевает реализацию ряда организационных процедур, а также накладыва-

ет дополнительные ограничения при построении и функционировании СЭМ.

Следовательно, возникает ряд противоречий:

- противоречие между скоростной (вплоть до *on-line*) реализацией требования к СЭМ и необходимостью сертификации данных, методов и средств мониторинга;
- противоречие между статическими задачами структурного синтеза как метода создания СЭМ и динамическими изменениями, возникающими в структуре систем в результате реализации текущего требования к системе.

Таким образом, ставится задача нивелирования указанных противоречий при повышении эффективности СЭМ на основе оптимизации структурного синтеза.

## 3. Формализация постановки задачи и описание метода

На рисунке 1 приведена укрупненная структура СЭМ для реализации двух основных задач: регистрации и анализа данных экологического мониторинга.

Предположим, что в процессе функционирования СЭМ возникает требование, связанное с изменением её структуры (добавление или изменение  $ER_i, EA_j$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$ , где  $ER_i, EA_j$  – элементы в под-

системах регистрации и анализа соответственно,  $n$ ,  $m$  – количество элементов в подсистемах регистрации и анализа соответственно). Например, получена возможность установки нового оборудования в пункте регистрации данных или появилось новое более функциональное программное обеспечение по анализу данных экологического мониторинга. Рассмотрим следующие ситуации. Добавление  $(n+1)$ -го элемента, улучшающего характеристики подсистемы регистрации данных экологического мониторинга (РДЭМ) может осуществляться прямой заменой  $i$ -го элемента с соблюдением требований сертификации. Причем,  $n+1$ -ый элемент в РДЭМ может представлять такой набор функций, который либо дублирует функции  $i$ -го элемента, либо модифицирует их в рамках требуемых операций. В связи с этим необходимо рассмотреть понятие функциональности элемента подсистемы СЭМ.

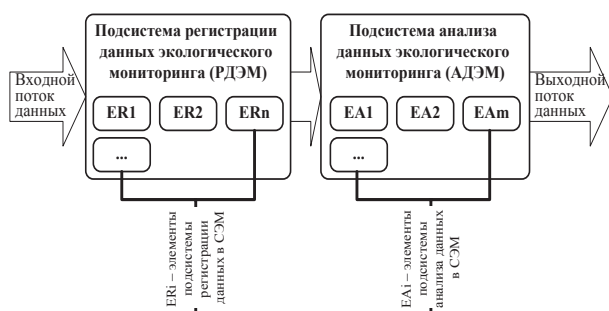


Рис. 1. Укрупненная структура СЭМ

Пусть  $F$  – множество функций, необходимых для реализации заданного условия работы СЭМ. Обозначим  $F^{РДЭМ}$  – множество функций, необходимых для реализации заданного условия работы подсистемы РДЭМ, причем  $F^{РДЭМ} \in F$ . Соответственно:  $F^{АДЭМ}$  – множество функций, необходимых для реализации заданного условия работы подсистемы анализа данных экологического мониторинга (АДЭМ), причем  $F^{АДЭМ} \in F$ . И  $F^{РДЭМ} \cup F^{АДЭМ} = F$ .  $f_i^{РДЭМ}$  – множество функций, соответствующих  $ER_i$ . Аналогично,  $f_j^{АДЭМ}$  – множество функций, соответствующих  $EA_j$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$ ,  $F^{СЭМ} = \bigcup_{i=1}^n f_i^{РДЭМ}$ .

Наряду с ситуацией, когда добавление  $(n+1)$ -го элемента, улучшающего характеристики подсистемы РДЭМ может осуществляться прямой заменой на  $i$ -ый элемент с соблюдением требований сертификации и  $f_{n+1}^{РДЭМ} = f_i^{РДЭМ}$ , возможна ситуация, когда при добавлении  $(n+1)$ -го элемента он привнесет новые функции  $f$ , тогда  $f_{n+1}^{РДЭМ} - f_i^{РДЭМ} = \{f | f \in f_{n+1}^{РДЭМ}, f \notin f_i^{РДЭМ}\}$ .

Соответственно  $F^{(РДЭМ)*} - F_i^{РДЭМ} = \{f | f \in F^{(РДЭМ)*}, f \notin F_i^{РДЭМ}\}$ , где  $F^{(РДЭМ)*}$  – множество функций, необходимых для реализации заданного условия работы подсистемы РДЭМ с добавлением  $(n+1)$ -го элемента.

В этой ситуации может возникнуть потребность в реструктуризации РДЭМ и АДЭМ в частности и СЭМ в целом, в связи с тем, что новые функции, привнесенные в новый элемент, могут выходить за рамки  $F^{РДЭМ}$  и  $F^{АДЭМ}$ . Если количество функций с привнесенным элементом больше исходного количества

функций  $|f_{n+1}^{РДЭМ}| \geq |f_i^{РДЭМ}|$  и переходят в область другой подсистемы, в нашем случае АДЭМ, необходима реструктуризация СЭМ. Эта ситуация приведена на рис. 2. Проблема анализа функциональности подсистем при скоростной реструктуризации может быть решена различными методами. В [1] показана задача определения областей пересечения полей распределения информационных признаков. Для дуальных признаков эта задача решается простым наложением полей распределения различных признаков друг на друга.

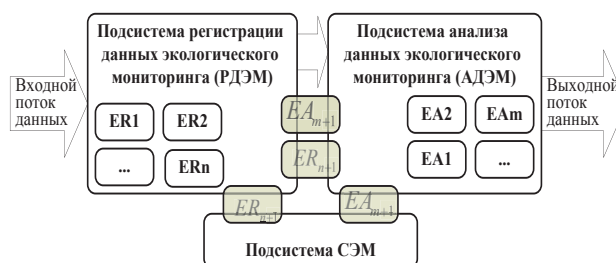


Рис.2. Расширение функциональности подсистем СЭМ при добавлении новых элементов

В случае распределения количественных признаков необходимо по данным признакам ввести сопоставимые безразмерные шкалы, что даст возможность интерпретировать поля распределения признаков в виде неправильных объемных фигур с плоским основанием и характеризовать зону пересечения этих фигур ее объемом и площадями зоны пересечения [2-3].

Кроме парных коэффициентов пересечения аналогичным образом можно определять совокупные коэффициенты пересечения любого подмножества функций или всего заданного множества. В этих случаях он должен определяться по формуле [3]:

$$K_p = \frac{zV_p}{\sum_{i=1}^z V_i}, f_{n+1} \cap f_i = \{z | z \in f_{n+1}, z \in f_i\}, \quad (1)$$

где  $K_p$  – совокупный коэффициент пересечения;  $V_p$  – объем совокупной области пересечения признаков;

$z$  – число пересекающихся информационных признаков (функций элементов подсистем СЭМ).

Следует отметить, что данный анализ (как и корреляционный анализ) позволяет установить лишь тесноту взаимосвязей между информационными признаками, но не причинно-следственные связи между ними. Кроме того, этот анализ пригоден лишь для статистических задач.

При решении задачи о покрытии множества системой его подмножеств с учетом весов элементов, постановка может быть формально определена, например, как в [3]. Предлагается эту постановку задачи расширить не только введением весовых коэффициентов, но и соответствием морфологическим множествам функциональной и элементной баз.

Таким образом,  $F^{РДЭМ} \cup F^{АДЭМ} = F$  поставим в соответствие множеству  $ER, EA$  (морфологические множества вариантов подсистем РДЭМ и АДЭМ). Под

множеством вариантов подсистем ER, EA системы S понимаются множества

$$\begin{aligned} X^{ER} &= \{X_1^{ER}, X_2^{ER}, \dots, X_h^{ER}\}, \\ X^{EA} &= \{X_1^{EA}, X_2^{EA}, \dots, X_g^{EA}\}, \\ ER_i, EA_j, & i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $h, g$  – конечное число генерируемых вариантов по подсистемам ER, EA соответственно.

$X^{PS_i}$  представляет собой морфологическое множество (множество структурных решений объектов, принадлежащих рассматриваемому классу) для подсистемы  $i$ -го варианта [4].

Для исходного варианта подсистемы  $X^{PS_i} = X^{EA} \vee X^{ER}$  его функциональность  $F^{X^{PS_i}}$  в общем случае определяется выражением:

$$F^{X^{PS_i}} = [f_{i1} | (d_{i1}, \{X_1^{PS} \vee \dots \vee X_{hg}^{PS}\}), \dots, f_{mi} | (d_{mi}, \{X_1^{PS} \vee \dots \vee X_{hg}^{PS}\})] \min K_p, \quad (3)$$

$$d_i \subset \{D_{\max}^*\}, V_p \leq V_p^*,$$

где  $d_i$  – значение доминантности функционального признака элемента в некотором  $i$ -м варианте, причем

$$\{D_{\max}^*\} = \sum_{j=1, i=1}^{L, n} d_{ji} = 1;$$

$V_p^*$  – объем совокупной области пересечения приведенных функций  $f$  при добавлении  $(n+1)$ -го или  $(m+1)$ -го элементов в соответствующие подсистемы.

Для нахождения оптимального  $K_p$ , при условии минимума пересечений функциональностей  $F^{RDЭМ} \cap F^{ADЭМ} = F_{\min}$ , с учетом весовых коэффициентов  $C_j$  и числа пересекающихся информационных признаков  $z$  (функций элементов подсистем СЭМ), воспользуемся задачей о минимальном пересечении множеств [5]. Эти множества заданы характеристическими свойствами своих элементов, тогда из определения пересечения следует, что характеристическое свойство множества  $F_{\min}$  составляется из характеристических свойств пересекаемых множеств.

Требуемые условия для данной задачи:

$$F^{RDЭМ} \cap F^{ADЭМ} = F_{\min}, \quad (4)$$

$$\text{и } f^{RDЭМ} \cap f^{ADЭМ} = f_{\min}, \text{ при } f_{\min} \in F_{\min}. \quad (5)$$

Таким образом:

$$F_{\min} = \min(\{f_1^{RDЭМ}, f_2^{RDЭМ}, \dots, f_n^{RDЭМ}\} \cap \{f_1^{ADЭМ}, f_2^{ADЭМ}, \dots, f_m^{ADЭМ}\}) \quad (6)$$

где  $F_{\min}$  – конечное множество, имеющее систему под-

множеств  $F_j \subset F_{\min}$ , причем такую, что  $\bigcup_{j=1}^k F_j = F_{\min}$  и

$f_k \in F_j$  ( $f_k$  – совокупный набор функций  $f_i^{RDЭМ}$  и  $f_j^{ADЭМ}$  в подмножестве  $F_j$ ).

Каждому из подмножеств  $F_j$  поставлен в соответствие весовой коэффициент  $C_j > 0$  и число пересекающихся информационных признаков –  $z$  (данные

параметры были ранее определены экспертами и проверены на тестовых наборах). Требуется найти минимальный набор  $F_{j_{\min}}$ , такой, чтобы каждый элемент множества  $F_{\min}$  принадлежал хотя бы одному из подмножеств этого набора.

Пусть даны значения  $z$  и  $C_j$  для  $F^{RDЭМ}$  и  $F^{ADЭМ}$  (таблица 1).

Таблица 1  
Значения параметров  $z$  и  $C_j$  для  $F^{RDЭМ}$  и  $F^{ADЭМ}$

$F^{RDЭМ}$		$F^{ADЭМ}$	
$z$	$C_j$	$z$	$C_j$
0	0	0	0
1	0,4	1	0,2
2	0,7	3	0,8
4	1	4	1
6	1,2	5	1,4
8	1,5	7	1,8
10	1,8	10	2

По данным значениям были получены графики функций  $F^{RDЭМ}$  и  $F^{ADЭМ}$  (рис.3).

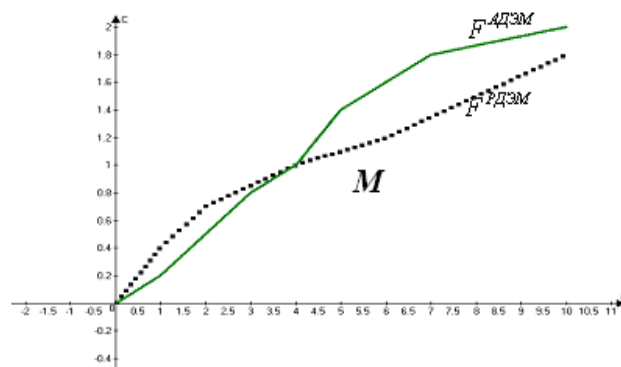


Рис. 3. Графики функций  $F^{RDЭМ}$  и  $F^{ADЭМ}$

По графикам видно, что они пересекаются в точке M, следовательно, условия 4 и 5 выполняются. Таким

образом, существуют  $F_j \subset F_{\min}$  и  $f_k \in F_j$ , при  $\bigcup_{j=1}^k F_j = F_{\min}$ ,

значит  $F_{j_{\min}} = \min_k f_k = f_{\min}^{RDЭМ} \cap f_{\min}^{ADЭМ}$ .

По формуле (1) получено оптимальное значение  $K_p = 1$ , при  $z=4$  и  $V_p = 1$ .

В дальнейшем планируется провести анализ и определить  $K_p$  при большем объеме совокупной области пересечения признаков (несколько точек пересечения), а также при наложении дополнительных условий (по стоимости и эффективности).

### Выводы

В статье рассмотрены принципы повышения эффективности систем экологического мониторинга на основе оптимизации структурного синтеза и класси-

фикации требований к мониторинговой системе, с целью определения качественных характеристик СЭМ.

Приведены структуры СЭМ для реализации двух основных задач: регистрации и анализа данных экологического мониторинга, в случае изменения структуры СЭМ, в процессе её функционирования. При условии минимального пересечения функциональностей, описана задача нахождения оптимального  $K_p$  с ми-

нимальным объёмом совокупной области пересечения признаков без дополнительных условий.

Таким образом, в ситуации, когда реализация некоторого требования к СЭМ повлечет необходимость её реструктуризации, задача будет решаться выбором из множества вариантов тех, которые минимизируют совокупный коэффициент пересечения функций, внесенных новыми элементами или условиями.

#### Литература

1. Задачи и методы анализа и поддержки принятия решений в ГИС [Электронный ресурс] / г. Обнинск Инновационно-технологический центр ИАТЭ.— Режим доступа: \www/ URL: [http://www.rtt.ru/profiles/id\\_11313](http://www.rtt.ru/profiles/id_11313)— 2.05.2012 г. — Загл. с экрана.
2. Цветков, В. Я. Геоинформационные системы и технологии [Текст] / В. Я. Цветков. — М.: Финансы и статистика, 1998. — 288с.
3. Ханг, Н.М. Применение генетического алгоритма для задачи нахождения покрытия множества.— [Электронный ресурс] / Москва. Институт системного анализа РАН. — Режим доступа: \www/URL: [http://www.isa.ru/proceedings/index.php?option=com\\_content&view=article&id=390](http://www.isa.ru/proceedings/index.php?option=com_content&view=article&id=390) — 10.05.2012 г. — Загл. с экрана.
4. Доронина, Ю.В. Задача генерации вариантов подсистем в автоматизированной гидрометеорологической системе на основе морфологического синтеза / Ю.В. Доронина // Східно-Європейський журнал передових технологій. — Харків, 2011. — 5/4(53). — С. 37— 47.
5. Лавров, А.В. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов [Текст] : учеб. / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. — М.: Наука, 1975. — 240 с.

*Наведено аналіз стану невиробничого травматизму в Україні. Запропоновані рекомендації і заходи зниження ризику ненавмисних побутових травм, травм на природі від падінь, втопили, пожеж і опіків, отруень і вогнепальних поранень*

*Ключові слова: побутовий травматизм, нещасні випадки*

*Приведен анализ состояния непроизводственного травматизма в Украине. Предложены рекомендации и меры снижения риска неумышленных бытовых травм, травм на природе от падений, утоплений, пожаров и ожогов, отравлений и огнестрельных ранений*

*Ключевые слова: бытовой травматизм, несчастные случаи*

*The analysis of the state of unproductive traumatism is resulted in Ukraine. The recommendations and measures of decline of hyphen of unintentional domestic traumas, traumas, on nature from falling, sank fires and burns, poisonings and bullet wounds are offered*

*Keywords: domestic traumatism, accidents*

УДК 614.8

## НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ И ПУТИ ЕГО ПРОФИЛАКТИКИ

**И. В. Москалюк**

Кандидат технических наук, доцент  
Кафедра безопасности жизнедеятельности и физического воспитания  
Одесский государственный аграрный университет  
ул. Пантелеймоновская, 13  
г. Одесса, Украина, 65012  
Контактный тел.. (048) 722-39-63, 050-785-43-21  
E-mail: inna-nova@ukr.net

Исследования, которые приведены в статье, относятся к отрасли охраны труда и безопасности жизнедеятельности. В настоящее время одной из актуальных медико-социальных проблем является травматизм, как отражение социально-экономического положе-

ния общества. Травмы формируют самую серьезную эпидемию нашего времени, являясь ведущим фактором преждевременных и предотвратимых причин смерти, поэтому профилактика травматизма является приоритетом в охране здоровья. Актуальность этой