

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ



С.В. Бухарин,
*доктор технических наук,
профессор, Воронежский
государственный
университет инженерных
технологий*



А.В. Мельников,
кандидат технических наук



В.В. Навоев,
*кандидат технических
наук, Управление вневедом-
ственной охраны Главного
управления МВД России
по Свердловской области*

ЭКСПЕРТИЗА ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

EXAMINATION OF RECEPTION AND CONTROL DEVICES OF SECURITY AND FIRE ALARM SYSTEM

Предложена методика экспертизы приборов охранно-пожарной сигнализации, основанная на использовании метода анализа иерархий. Рассмотрены детерминированный и нечетко-множественный показатели качества.

The technique of examination of devices of the security and fire alarm system, based on use of a method of the analysis of hierarchies is offered. The determined and indistinct-multiple indicators of quality are considered.

В деятельности вневедомственной охраны весьма актуальной задачей является выбор наиболее качественных технических средств, удовлетворяющих одновременно требованию приемлемости цены. Научно обоснованный подход к решению этой задачи заключается в использовании методов теории экспертных систем [1]. В частности, представляется целесообразным оценивание комплексного показателя «качество — цена», учитывающего наиболее важные характеристики объекта экспертизы. Общая методика построения такого показателя для широкого класса технических и экономических объектов приведена в работе [2].

Для определения упомянутого показателя, соответствующего различным сравниваемым объектам экспертизы, требуется статистическая обработка и нормировка признаков объекта. Относительный вклад признаков (оценка векторов приоритетов) предполагает использование метода анализа иерархий (МАИ) [3,4]. Наряду с применением детерминированного показателя качества целесообразно рассмотрение его нечетко-множественной формы [5].

Проведем далее сравнительную экспертизу приемно-контрольных приборов охранно-пожарной сигнализации (ППКОП), основные характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики современных ППКОП

№ п/п	Показатели	«Тандем-IP»	«Приток-GSM»	«Hunter-PRO»
1	Количество подключаемых ШС	4	4	8
2	Количество устройств, необходимых для автономной работы	4	1	2
3	Возможность расширения объектового комплекса	До 16 радиорасширителей, с расширением на 16 радиоприборов	Отсутствует	До 12 расширителей по 8 ШС каждый
4	Наличие GSM-канала передачи информации на ПЦО	2 канала GSM, поддержка CSD-, GPRS-соединения и SMS-сообщений	1 канал GSM, поддержка GPRS-соединения и SMS-сообщений	1 канал GSM, поддержка CSD-соединения и SMS
5	Наличие у объектового устройства Ethernet-канала передачи информации	1 канал Ethernet, поддержка методов шифрования и привязки по MAC-адресу	Отсутствует	При условии установки дополнительного оборудования
6	Тип канала обмена информацией между извещателями и ПКП	Возможны радиоканал, проводные радиальные и адресные каналы	Возможны только радиальные ШС	Возможны радиальные ШС, адресный обмен
7	Эргономичность для клиента (удобство управления для собственника)	Средняя (возможно управление, как с клавиатуры — кодом пользователя, ТМ-ключом, отсутствие индикаторной панели состояния системы)	Высокая (возможно управление, как с клавиатуры — кодом пользователя, ТМ-ключом, имеется индикаторная панель состояния системы)	Средняя (возможно управление, как с клавиатуры — кодом пользователя, ТМ-ключом, отсутствие панели состояния)

8	Эргономичность для инженера (удобство программирования и построения систем для сотрудника)	Низкая (необходимость программирования автономной системы в нескольких программных комплексах и переподключения коммуникаций, сложность программного обеспечения)	Высокая (программирование автономной системы с АРМ ПЦО, переподключения коммуникаций не требуется)	Средняя (программирование автономной системы как с пульта управления, так и с переносного компьютера, переподключения не требуется)
9	Эстетичность (внешний вид, цветовая гамма, размеры)	Средняя (компактное устройство, внешний вид современный, имеется возможность для скрытой установки, цвет — белый)	Низкая (компактное устройство, внешний вид несовременный, возможность для скрытой установки отсутствует)	Низкая (некомпактное устройство, внешний вид несовременный, скрытая установка возможна)
10	Цена объектового устройства, руб.	8000	7500	4500

Выбор признаков объектов экспертизы. Первым этапом экспертизы ППКОП является анализ обычно применяемых показателей качества объектов и разделение их на подмножества количественных признаков, качественных признаков, признаков наличия, признаков психофизиологической природы и т.д.

Как видно из табл. 1, первые три показателя являются количественными признаками $x_{j,кол}$, $j = 1-3$, причем первый и третий признаки являются признаками положительного эффекта (ППЭ), т.е. увеличение их значений должно привести к росту обобщенного показателя качества $J_{кач}$. Второй же признак является признаком отрицательного эффекта (ПОЭ), т.е. его увеличение приводит к уменьшению обобщенного показателя качества $J_{кач}$. Такой характер признаков потребует в дальнейшем применения к ним различной нормировки.

Четвертый и пятый показатели являются признаками наличия, соответственно, x_4, x_5 . Шестой — девятый показатели являются качественными признаками $x_6 - x_9$, оцениваются группой экспертов по пятибалльной шкале и подвергаются статистической обработке.

Десятый показатель x_{10} является ценой объекта экспертизы P и также относится к признакам отрицательного эффекта.

Обобщенный показатель качества. Рассмотрим мультипликативную модель детерминированного комплексного показателя «качество — цена» [2]:

$$J = \left[V_{кол} \frac{\sum_j V_{j,кол} x_{j,кол}}{\sum_j V_{j,кол}} + V_{нал} \frac{\sum_i V_{i,нал} x_{i,нал}}{\sum_i V_{i,нал}} + V_{кач.пр.} \frac{\sum_l V_{l,кач.пр.} \bar{x}_{l,кач.пр.}}{\sum_l V_{l,кач.пр.}} \right] \times$$

$$\times \frac{V_{цены} P}{V_{кол} + V_{нал} + V_{кач.пр.}} = J_{кач} \cdot J_{цены}, \quad (1)$$

где $\hat{V}_{кол}$, $\hat{V}_{нал}$, $\hat{V}_{кач.пр.}$ — групповые весовые коэффициенты, определяющие относительную предпочтительность количественных признаков, признаков наличия и качественных признаков, соответственно; множества $\hat{V}_j, V_i, V_l$ — определяют векторы приоритетов, т.е. относительный вклад отдельных признаков (частных критериев); $\hat{P}_{цены}$ — нормированная функция цены.

Множитель, содержащий групповые коэффициенты

$$\frac{1}{V_{кол} + V_{нал} + V_{кач.пр.}}, \quad (2)$$

используется для нормировки выражения в квадратных скобках формулы (1) в пространстве R_1^m и обеспечивает достижение величиной $J_{кач}$ единичного значения при условии, если все нормированные признаки примут максимальные значения, равные единице.

Кроме того, положим множитель $V_{цены} = 1$, поскольку в дальнейшем речь пойдет о сравнении нескольких изделий, а при этом абсолютная величина цены значения не имеет.

Приведем далее правила нормировки количественных, качественных признаков и признака цены, последовательно.

Признаки положительного эффекта. Количественные признаки определяются из прайс-листов, технических описаний и другой документации и усреднения по группе экспертов не требуют. Предполагается, что признаки наличия принимают значения 0 или 1, и для них нормировка не предусмотрена.

Качественные признаки оцениваются экспертами в баллах по пятибалльной шкале и усредняются по группе экспертов. Операция усреднения отражается верхней чертой над обозначением соответствующего признака в формуле (1).

Для того чтобы обеспечить однородный вклад различных слагаемых во взвешенную сумму (1), необходимо привести их значения к единому диапазону. Для этого введем следующую нормировку:

$$x_j = \frac{x_j}{x_{j,баз}}, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (3)$$

где знаменатель — максимальное значение признака по всем K объектам;

$$x_{j,баз} = \max_k x_j^{\sim}, \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (4)$$

Нормированные таким образом значения признаков принадлежат единичному интервалу $x_j \in [1, 1], \forall j$. Применительно к процедуре пятибалльного оценивания можно принять $x_{j,баз} = 5$.

Признаки отрицательного эффекта. Для задачи экспертизы ППКОП признаками отрицательного эффекта являются x_2 и x_{10} . В отличие от формул (3), (4) для них требуется иная нормировка:

$$x_i = \frac{x_{i, \text{баз}}}{x_i}, \quad (5)$$

где числитель — минимальное значение признака по группе сравниваемых объектов:

$$x_{i, \text{баз}} = \min_k x_i^{(k)}, \quad k = 1, 2, \dots. \quad (6)$$

Цена объекта также является признаком отрицательного эффекта, и для ее нормировки используем разновидность формулы (5)

$$P^{(k)} = \frac{P_{\text{баз}}}{P^{(k)}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{баз}}$ — минимальная цена по группе сравниваемых объектов, $P^{(k)}$ — цена k -го объекта экспертизы.

Приведем в единой таблице значения признаков и их нормированные значения (табл. 2).

Таблица 2

Нормированные значения признаков и функции принадлежности

Номер признака	«Тандем-IP»			«Приток-GSM»			«Hunter-PRO»		
	x_i	$\hat{x}_i$	μ_i	x_i	$\hat{x}_i$	μ_i	x_i	$\hat{x}_i$	μ_i
Количественные признаки									
1	4	0,500	0,501	4	0,500	0,501	8	1,000	1,000
2	4	0,250	0,083	1	1,000	1,000	2	0,500	0,501
3	16×16	1,000	1,000	—	0,000	0,000	12×8	0,375	0,292
Сумма взвешенных признаков		0,584	0,394	—	0,447	0,285	—	0,796	0,704
Признаки наличия									
4	2	1,000	1,000	1	0,500	0,501	1	0,500	0,501
5	1	1,000	1,000	0	0	0	0	0	0
Сумма взвешенных признаков		1,000	1,000	—	0,250	0,125	—	0,250	0,125
Качественные признаки									
6	5,0	1,000	1,000	3,2	0,640	0,735	4,3	0,860	1,000
7	3,8	0,760	0,935	5,0	1,000	1,000	3,6	0,720	0,868
8	3,2	0,640	0,734	5,0	1,000	1,000	4,1	0,820	1,000
9	4,2	0,840	1,000	3,2	0,640	0,734	3,1	0,620	0,701
Сумма взвешенных признаков		0,892	0,860	—	0,762	0,651	—	0,807	0,773
Показатели качества $J_{\text{кач}}, J_{\text{кач}}^{(k)}$		0,711	0,581	—	0,444	0,297	—	0,681	0,589
Функция цены									
10	8000	0,562	0,604	7500	0,600	0,668	4500	1,000	1,000
Качество-цена $J, J^{(k)}$		0,399	0,240	—	0,266	0,178	—	0,681	0,589

Нечетко-множественный показатель качества. Нечетко-множественная мультипликативная модель комплексного показателя «качество-цена» согласно работе [2] имеет вид

$$J^{\sim} = \left[V_{\text{кол}} \frac{\sum_j V_{j,\text{кол}} \mu_{A_{jj}}(\tilde{x}_j)}{\sum_j V_{j,\text{кол}}} + V_{\text{нал}} \frac{\sum_i V_{i,\text{нал}} \tilde{x}_i}{\sum_i V_{i,\text{нал}}} + V_{\text{кач.пр.}} \frac{\sum_l V_{l,\text{кач.пр.}} \mu_{A_L}(\tilde{x}_l)}{\sum_l V_{l,\text{кач.пр.}}} \right] \times \frac{\mu_P(\tilde{P})}{V_{\text{кол}} + V_{\text{нал}} + V_{\text{кач.пр.}}} = J_{\text{кач}}^{\sim} \cdot J_{\text{цены}}^{\sim}, \quad (9)$$

где $\mu_{A_j}(\tilde{x}_j)$, $\mu_{A_i}(\tilde{x}_i)$, $\mu_{A_L}(\tilde{x}_l)$, $\mu_P(\tilde{P})$ — функции принадлежности множеств допустимых значений количественных признаков, признаков наличия, качественных признаков и цены, соответственно.

Введенные выше нормировки признаков (3), (5) имеют большое методическое значение. При этом все нормированные признаки изменяются в диапазоне $[0, 1]$, и для всех этих признаков может быть выбрана единая функция принадлежности. Для случая односторонней трапециoidalной функции ее форма задается характеристическим Т-множеством $T = t_1, t_2, t_3, t_4$.

Выберем в нашей задаче единую форму функции принадлежности μ с характеристическим множеством $T = 0,2; 0,8; 1,0; 1,0$. Рассчитанные значения μ_i для каждого из признаков приведены в табл. 2 (третий столбец для каждого из сравниваемых приборов).

Векторы приоритетов признаков. Следующей задачей является оценка множеств $V_{\text{кол}}, V_{\text{нал}}, V_{\text{кач.пр.}}$, $V_{j,\text{кол}}, M_{i,\text{нал}}, M_{l,\text{кач.пр.}}$, т.е. векторов приоритетов. Воспользуемся методом анализа иерархий Т.Саати (МАИ), согласно которому один из сравниваемых признаков выбирается в качестве основного (опорного), а остальные сравниваются с ним по степени уменьшения важности по лингвистической шкале [3,5]. Приведем сокращенную форму лингвистической шкалы (табл. 3).

Таблица 3

Лингвистические оценки относительной важности признаков

Лингвистическая оценка по Т. Саати [3]	Лингвистическая оценка по Н.В. Дилигенскому [5]	Снижение степени важности j -го признака ω_{ij} по сравнению с основным
Одинаковая значимость	Строго эквивалентны (одинаково значимы)	1
Некоторое преобладание значимости одного признака перед другим	Слабо предпочтительнее	3
Существенная или сильная значимость	Несколько предпочтительнее	5
Очень сильная или очевидная значимость	Значительно предпочтительнее	7

Упомянутые в табл. 3 степени снижения важности второстепенных признаков по сравнению с главным (опорным) часто называют рангами r_j . Как видим, имеется обратная зависимость: чем выше ранг, тем менее значим признак.

В основе метода анализа иерархий лежит построение матрицы парных сравнений W с использованием лингвистической шкалы (см. табл. 3), определение собственных чисел и собственных векторов матрицы W из уравнения

$$AV = \lambda V, \quad (10)$$

где V — искомый вектор весовых коэффициентов. Максимальное собственное число $\lambda_{\max}$ служит для оценки согласованности матрицы W , а первый собственный вектор нормируется делением на сумму его элементов.

Проиллюстрируем методику определения вектора приоритетов на примере определения *групповых весовых коэффициентов*. Учитывая относительную важность отдельных групп признаков, составим матрицу парных сравнений

$$W_{\text{групп}} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 0,33 & 1 & 1,5 \\ 0,2 & 0,5 & 1 \end{bmatrix}. \quad (11)$$

При построении матрицы $W_{\text{групп}}$ было принято, что наиболее значимыми признаками являются количественные признаки (ранг равен 1), несколько менее значимыми — признаки наличия (ранг равен 3), наименее значимыми — качественные признаки (ранг равен 5).

Определим собственные числа матрицы $W_{\text{групп}}$ из уравнения (10).

Расчеты показывают, что максимальное собственное число матрицы $\lambda_{\max} = 2,909$. Индекс согласованности ИС = 0,045, отношение согласованности ОС = 0,078. Итак, сформированная матрица $W_{\text{групп}}$ оказалась достаточно хорошо согласованной.

Определим собственные векторы матрицы парных сравнений (11):

$$\text{eigenvecs}(W_{\text{групп}}) = \begin{bmatrix} 0,937 & 0,984 & 0,344 \\ 0,301 & -0,128 & 0,777 \\ 0,177 & -0,128 & -0,526 \end{bmatrix}.$$

Разделив первый собственный вектор на сумму его элементов 1,415, получим нормированный вектор приоритетов различных групп признаков

$$V_{\text{групп}} = \begin{bmatrix} 0,662 & 0,213 & 0,125 \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Учитывая относительную важность различных *количественных признаков* (см. табл. 1), составим матрицу парных сравнений

$$W_{\text{кол}} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 0,2 & 1 & 0,5 \\ 0,33 & 2 & 1 \end{bmatrix}. \quad (13)$$

При построении матрицы $W_{\text{кол}}$ было принято, что наиболее значимым признаком является количество подключаемых ШС (ранг равен 1), несколько менее значимым —

возможность расширения объектового комплекса (ранг равен 3), наименее значимым — количество устройств, необходимых для автономной работы (ранг равен 5).

Определим собственные числа матрицы $W_{\text{кол}}$ из уравнения (10).

Расчеты показывают, что максимальное собственное число матрицы $\lambda_{\text{max}}=3,001$. Индекс согласованности ИС = 0,0005, отношение согласованности ОС = 0,00086. Итак, сформированная матрица $W_{\text{кол}}$ оказалась достаточно хорошо согласованной.

Определим собственные векторы матрицы парных сравнений (13):

$$\text{eigenvecs}(W_{\text{кол}}) = \begin{bmatrix} 0,928 & 0,925 & 0,925 \\ 0,175 & -0,085 - 0,154i & -0,085 + 0,154i \\ 0,328 & -0,168 + 0,291i & -0,168 - 0,291i \end{bmatrix}.$$

Разделив первый собственный вектор на сумму его элементов 1,431, получим нормированный вектор приоритетов количественных признаков

$$V_{\text{кол}} = \begin{bmatrix} 0,649 & 0,122 & 0,229 \end{bmatrix}^T. \quad (14)$$

Для признаков наличия нет необходимости применять метод анализа иерархий. Предположим, что оба признака x_4, x_5 равноценны, тогда

$$V_{1,\text{нал}} = V_{2,\text{нал}} = 0,5. \quad (15)$$

Результаты расчетов взвешенных признаков наличия приведены в табл. 2.

Учитывая относительную важность различных качественных признаков (см. табл.1), составим матрицу парных сравнений

$$W_{\text{кач}} = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 0,33 & 1 & 2 & 3 \\ 0,20 & 0,5 & 1 & 2 \\ 0,14 & 0,33 & 0,5 & 1 \end{bmatrix}. \quad (16)$$

При построении матрицы $W_{\text{кач}}$ было принято, что наиболее значимым признаком является тип канала обмена информацией (ранг равен 1), несколько менее значимым — эргономичность для клиента (ранг равен 3), менее значимым — эргономичность для инженера (ранг равен 5), значительно менее значимым — эстетичность (ранг равен 7).

Определим собственные числа матрицы $W_{\text{кач}}$ из уравнения (10).

Расчеты показывают, что максимальное собственное число матрицы $\lambda_{\text{max}}=4,009$. Индекс согласованности ИС = 0,0030, отношение согласованности ОС = 0,0031. Итак, сформированная матрица $W_{\text{кач}}$ оказалась достаточно хорошо согласованной.

Определим собственные векторы матрицы парных сравнений (16):

$$\text{eigenvecs}(W_{\text{кач}}) = \begin{bmatrix} 0,915 & 0,923 & 0,923 & 0,887 \\ 0,339 & 0,062 + 0,291i & 0,062 - 0,292i & -0,422 \\ 0,191 & -0,201 + 0,053i & -0,201 - 0,053i & 0,173 \\ 0,111 & -0,014 - 0,127i & -0,014 + 0,127i & -0,070 \end{bmatrix}.$$

Разделив первый собственный вектор на сумму его элементов 1,556, получим нормированный вектор приоритетов качественных признаков

$$V_{\text{кач}} = \begin{bmatrix} 0,588 & 0,218 & 0,123 & 0,072 \end{bmatrix}^T. \quad (17)$$

В табл. 2 приведены нормированные значения признаков $\hat{x}_i$ и соответствующие значения функций принадлежности $\mu_i \in [0,1]$. Воспользовавшись найденными векторами

приоритетов количественных признаков (14), признаков наличия (15), качественных признаков (17), найдем взвешенные суммы каждой из этих групп признаков (см. табл. 2). Это позволяет, с учетом вектора приоритета групповых признаков (12), найти детерминированный и нечетко-множественный показатели качества $J_{\text{кач}}, J_{\text{кач}}^{\mu}$. Как видим, наилучшие показатели качества имеет «Тандем-IP», а наихудшие — «Приток-GSM».

После определения функции цены окончательно определим комплексные показатели «качество — цена» J, J^{μ} (см. последнюю строку табл. 2). В результате сравнения ППКОП с учетом цены ситуация несколько изменилась: наиболее предпочтительным является «Hunter-PRO», а «Приток-GSM» остался наихудшим изделием.

В целом предлагаемая методика позволяет эффективно проводить экспертизу сложных технических объектов, характеристики которых зависят от множества факторов (признаков) с учетом стоимостных ограничений. Как было показано выше, нечетко-множественный показатель качества оказывается более чувствительным к различию свойств сравниваемых приборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Навоев В.В., Мельников А.В., Волков Д.А. Использование аппаратно-экспертных оценок в информационной системе управления вневедомственной охраны // Вестник Воронежского института МВД России. — 2012. — № 1. — С. 178—184.
2. Бухарин С.В., Мельников А.В. Кластерно-иерархические методы экспертизы экономических объектов: монография. — Воронеж: Научная книга, 2012. — 276 с.
3. Саати Т. Принятие решений: Метод анализа иерархий: пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.
4. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети: пер. с англ. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 360 с.
5. Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. — М.: Машиностроение-1, 2004. — 397 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бухарин Сергей Васильевич. Профессор кафедры информационных и управляющих систем. Доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий».
E-mail: svbuharin@mail.ru
Россия, 394000, г. Воронеж, проспект Революции, 19. Тел. (473)255-37-51.

Мельников Александр Владимирович. Старший преподаватель кафедры огневой подготовки. Кандидат технических наук.
Воронежский институт МВД России.
E-mail: meln78@mail.ru
Россия, 394065, г. Воронеж, проспект Патриотов, 53. Тел. (473)2623-397.

Навоев Виктор Владимирович. Начальник Управления вневедомственной охраны. Кандидат технических наук.
Управление вневедомственной охраны Главного управления МВД России по Свердловской области.
E-mail: v.navoev@mail.ru
Россия, 620142, г. Екатеринбург, ул. Чапаева, 12а. Тел. (343) 257-62-50.

Bukharin Sergey Vasilievich. The professor of the chair of Information and Management systems. Doctor of technical sciences, professor.

Voronezh State University of Engineering Technologies.

Work address: Russia, 394000, Voronezh, Revolution Avenue, 19. Tel. (473)255-37-51.

Melnikov Alexander Vladimirovich. Senior lecturer of the chair of Range Practice. Candidate of technical sciences.

Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of Russia.

Work address: Russia, 394065, Voronezh, Prospect Patriotov, 53. Tel. (473)2623-397.

Navoev Victor Vladimirovich. The head of department of private security. Candidate of technical sciences.

Department of private security of the Central administrative board of the Ministry of the Interior of Russia on Sverdlovsk area.

Work address: Russia, 620142, Ekaterinburg, Chapaev Str., 12a. Tel. (343) 257-62-50.

Ключевые слова: экспертиза технических средств охраны; приборы приемно-контрольные охранно-пожарные; комплексный показатель «качество-цена».

Key words: examination of technical means of protection; devices reception and control security and firefighters; complex indicator "quality-price".

УДК 657

А.В.Пугачев, А.В.Мельников

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМ СРОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ В
ОГНЕВОЙ ПОДГОТОВКЕ
СОТРУДНИКОВ ОВД**

Воронеж 2012

Пугачев А.В.

Использование автоматизированных систем срочной информации в огневой подготовке сотрудников ОВД: монография / А.В. Пугачев, А.В. Мельников. — Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. — 85 с.

В работе рассматриваются вопросы повышения качества подготовки сотрудников ОВД в стрельбе из боевого оружия.

Монография раскрывает вопросы методики обучения технике стрельбы с использованием стрелковых тренажеров. Кроме того, рассматриваются различные тренажеры, которые могут быть использованы при обучении технике стрельбы. Приведена методика экспертизы стрелковых тренажеров, позволяющая сравнить технические средства и определить наиболее приемлемые для обучения. Предназначена для подготовки курсантов и слушателей образовательных учреждений системы МВД по дисциплине «Огневая подготовка», курсов повышения квалификации практических работников и использования в системе профессиональной служебной и физической подготовки сотрудников органов внутренних дел России.



А.В.Меньших,
Воронежский институт
ГПС МЧС России



С.Н.Тростянский,
доктор технических наук, доцент,
Воронежский институт ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ СТАТИСТИКИ

STUDY OF THE RELATIONSHIP OF INDICATORS FIRE STATISTICS

Рассматриваются временные ряды пожарной статистики. Описываются математические методы выявления взаимосвязи временных рядов, включающих трендовую, циклические и случайную компоненты.

The time series of fire statistics are considered. We describe mathematical methods of exposing the correlation of time series, including trend, periodic and random components.

Введение

Одной из важнейших задач при принятии управленческих решений в государственной противопожарной службе является анализ пожарной статистики [1, 2], который может быть использован как в интересах выявления факторов, влияющих на значения показателей пожарной статистики, так и в интересах прогноза будущих значений этих показателей. Очевидно, что показатели пожарной статистики в той или иной степени связаны между собой. Получение оценок этой связи позволит повысить обоснованность принятия управленческих решений.

Пожарная статистика представляет собой совокупность временных рядов, содержащих информацию о значениях показателей за последовательные периоды времени. Разработка методов анализа временных рядов пожарной статистики осуществлялась в [3—8]. В частности, в [5] разработана компьютерная модель, которая позволила выявить фрактальный характер рядов пожарной статистики [6], обусловленный наличием в их структуре циклических компонент.

В настоящей работе с использованием методов математической статистики осуществляется разработка модели получения вероятностно-временных оценок связи показателей пожарной статистики на основе информации ГПС МЧС по Воронежской области.

Анализ возможности оценки взаимосвязи временных рядов пожарной статистики

Исследование взаимосвязи временных рядов, а тем более получение численных оценок этой взаимосвязи является одной из наиболее сложных задач статистического анализа. Непосредственное применение корреляционного анализа может приводить к существенно искаженным и даже противоположным результатам.

Обозначим y^{τ} — значение показателя пожарной статистики (количество пожаров данного типа, количество погибших или пострадавших и т.д.) за интервал времени τ . Ряды пожарной статистики представляют собой наборы $Y = \langle y^1, y^2, \dots, y^n \rangle$. На значения каждого ряда пожарной статистики оказывают влияние множество факторов, которые, как показано в [7], делятся на следующие группы:

1) факторы, оказывающие долговременное влияние на значения показателя; результат их совокупного влияния называют трендовой компонентой временного ряда $T = \langle t^1, t^2, \dots, t^n \rangle$;

2) факторы, отражающие повторяющиеся процессы в течение некоторых периодов времени; результаты их влияния называют циклическими компонентами временного ряда $C_1, C_2, \dots, C_m$, где $C_i = \langle c_i^1, c_i^2, \dots, c_i^n \rangle, i = 1, 2, \dots, m$, каждая циклическая компонента имеет собственный период изменения, за время которого её влияние компенсируется;

3) факторы, неучтенные в указанных ранее группах, т. е. оказывающие несистематическое влияние; результат их совокупного влияния называют случайной компонентой временного ряда $E = \langle e^1, e^2, \dots, e^n \rangle$.

При проверке наличия взаимосвязи двух временных рядов следует учитывать возможность появления ложной корреляции, показывающей наличие связи в том случае, когда реально она не существует [9]. Исследуем возможные пути появления такой корреляции.

Если временные ряды содержат трендовые компоненты, то корреляция их уровней будет преувеличена (коэффициент корреляции будет близок к (+1) при одинаковой направленности тенденции или к (-1) при противоположной направленности тенденции). Если временные ряды содержат циклические компоненты, то корреляция их уровней будет преувеличена при совпадении периодов компонент или уменьшена при несовпадении периодов. Следовательно, о наличии связи между рядами можно говорить, если существует инструментально подтвержденная с помощью коэффициента корреляции связь между несистематически влияющими факторами [9].

Кроме того, при исследовании взаимоотношений между рядами может проявиться явление запаздывания уровней одного ряда относительно другого (временной лаг). Это может свидетельствовать о наличии причинно-следственной связи между рядами.

Таким образом, для того чтобы установить наличие взаимосвязи двух временных рядов, необходимо из каждого из них исключить влияние факторов, действие которых уже оценено, т. е. факторов, формирующих циклические и трендовые компоненты. При этом целесообразно выделять два типа взаимосвязи временных рядов пожарной статистики:

1) взаимосвязь, при которой отсутствует временной лаг, т. е. значения уровней рядов формируются на основе одних и тех же одновременно влияющих факторов;

2) взаимосвязь, при которой существует временной лаг, т. е. факторы, сопутствующие появлению значений одного ряда, через определённое время оказывают влияние на формирование значений уровней другого ряда.

Опишем общий подход, позволяющий выявлять наличие взаимосвязи временных рядов пожарной статистики, определять тип взаимосвязи и находить оценку его величины.

Модель оценки взаимосвязи рядов пожарной статистики

Модель временного ряда пожарной статистики представляет собой функцию перечисленных выше компонент $Y = F(C_1, C_2, \dots, C_m, E)$. На практике используются аддитивная $Y = T + C_1 + C_2 + \dots + C_m + E$ или мультипликативная $Y = T \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot \dots \cdot C_m \cdot E$ модели ряда [7, 9]. Определение типа модели и методы исключения циклических и трендовых компонент в рядах пожарной статистики для каждого типа модели описаны в [5—7].

После исключения перечисленных компонент временные ряды будут представлены значениями случайной компоненты E , которые находятся по формулам (их принято называть остатками [9]):

$$e^t = y^t - \sum_{i=1}^m c_i^t - t^t \text{ — для аддитивной модели,}$$

$$e^t = \frac{y^t}{\prod_{i=1}^m c_i^t \cdot t^t} \text{ — для мультипликативной модели.}$$

В качестве оценок взаимосвязи временных рядов естественно использовать коэффициенты корреляции их уровней. Пусть заданы два временных ряда A и B с остатками E^A и E^B соответственно. Обозначим $r_k(E^A, E^B)$ — значение коэффициента корреляции остатков ряда A и ряда, полученного из ряда B сдвигом на k уровней, где k принимает значения от 0 до $d(n/4)$ ($d(\cdot)$ — функция округления), т. к. больший сдвиг приведет к искажению результата [9].

Естественно, что если значение $r_0(E^A, E^B)$ достаточно велико, то есть основание считать, что значения рядов A и B формируются на основе одних и тех же одновременно влияющих факторов, т. е. имеет место первый тип взаимосвязи; если значение $r_k(E^A, E^B), k > 0$ достаточно велико, то есть основание считать, что факторы, сопутствующие появлению значений ряда A через промежуток времени, соответствующих k уровням, окажут влияние на формирование значений ряда B , т. е. имеет место второй тип взаимосвязи. Интерес представляет нахождение промежутка времени, через который взаимосвязь достигнет наибольшей величины, т. е. величины $k^* = \text{Arg max} |r_k(E^A, E^B)|$.

Описанная процедура полностью реализована в статистическом пакете Microsoft Excel.

Исследование взаимосвязи количества пожаров и количества противопожарных мероприятий

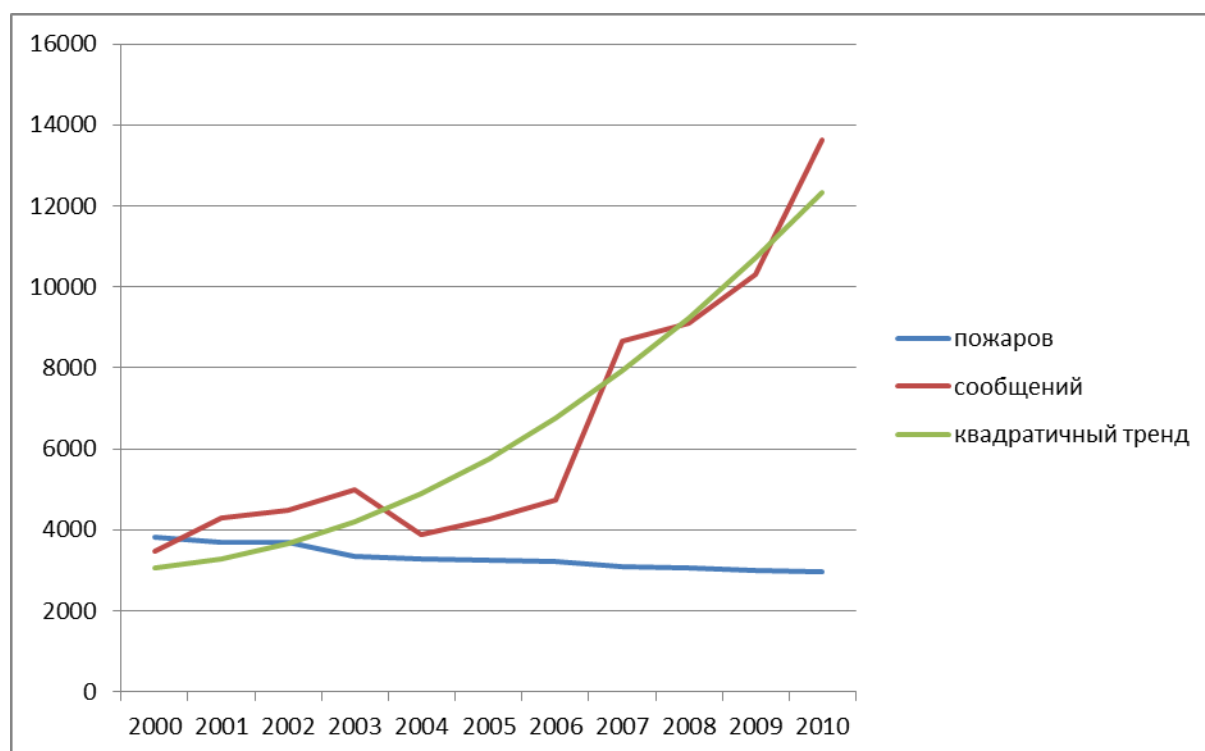
Данные пожарной статистики включают, в частности, временные ряды, содержащие информацию не только о количестве пожаров для различных категорий объек-

тов, но и о профилактических мероприятиях, в частности о количестве сообщений в средствах массовой информации. В табл. 1 представлены сравнительные данные для Воронежской области за 2000—2010 годы (Y — временной ряд, уровни которого содержат информацию о количестве пожаров, N — временной ряд, уровни которого содержат информацию по противопожарной пропаганде, реализуемую с помощью СМИ, один уровень ряда соответствует сдвигу по времени на один год).

Таблица 1

τ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Y	3815	3694	3690	3346	3281	3257	3224	3094	3045	2981	2952
N	3467	4280	4479	5004	3878	4253	4729	8656	9099	10318	13632

На рисунке, где представлено графическое изображение рассматриваемых рядов, видно, что имеются ярко выраженные противоположные тенденции в данных рядах.



Сравнение тенденций рядов пожарной статистики

Как показал анализ, временной ряд количества сообщений СМИ по противопожарной пропаганде не содержит циклических компонент, а его трендовая компонента наиболее близко аппроксимируется квадратичной зависимостью.

Исследуем влияние информации по противопожарной пропаганде на количество пожаров. Величина лага ограничивалась $d(n/4)=3$, т. к. иначе это приводило бы к некорректности результата. Результаты корреляционного анализа между остатками рядов данных Y и N приведены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент корреляции	Значение $r_k(E^Y, E^N)$	Значение $r_k(E^N, E^Y)$
r_0	0,19	0,19
r_1	0,46	0,19
r_2	0,69	-0,30
r_3	0,40	-0,66

Анализ этих результатов показывает, что

1) коэффициенты $r_0(E^Y, E^N)$ и $r_0(E^N, E^Y)$ близки к нулю, что свидетельствует о слабой взаимосвязи первого типа между рядами;

2) значимыми являются как коэффициенты $r_k(E^Y, E^N)$, так и коэффициенты $r_k(E^N, E^Y)$, где $k \neq 0$, что свидетельствует о взаимном влиянии этих рядов и о наличии взаимосвязи второго типа между ними;

3) $Arg \max |r_k(E^N, E^Y)| = 3$, что свидетельствует о наличии трёхлетнего временного лага влияния противопожарной пропаганды на количество пожаров;

4) $Arg \max |r_k(E^Y, E^N)| = 2$, что свидетельствует о наличии двухлетнего временного лага обратного влияния количества пожаров на противопожарную пропаганду.

Полученная отрицательная корреляционная зависимость с лагом в 3 года между количеством сообщений о пожарах, являющихся отражением интенсивности противопожарной пропаганды, и количеством пожаров (табл. 2) свидетельствует о явном профилактическом влиянии соответствующих противопожарных мероприятий. Эти выводы согласуются с результатами работы [10], где также обнаружена отрицательная корреляционная зависимость с лагом в 3 года между интенсивностью противопожарных мероприятий (величиной штрафных санкций) и вероятностью возникновения пожаров на хозяйственных объектах города Воронежа.

Заключение

На основании проведённых статистических исследований получены результаты, свидетельствующие о существенной взаимосвязи между числом пожаров в Воронежской области и количеством сообщений СМИ по противопожарной пропаганде с временным лагом между ними.

Данное обстоятельство целесообразно учитывать при принятии управленческих решений в государственной противопожарной службе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы. — М.: МИПБ МВД РФ, Юникс, 1998. — 255 с.
2. Акимов В.А., Быков А.А., Щетинин Е.Ю. Введение в статистику экстремальных значений и ее приложения. — М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. — 524 с.
3. Тростянский С.Н., Шуткин А.Н., Бакаева Г.А. Экономический подход к прогнозированию пожарных рисков на объектах различных форм собственности // Вестник Воронежского института Государственной противопожарной службы МЧС России. — 2011. — №1. — С.27—29.

4. Богуславский Е.И., Белозеров В.В., Богуславский Н.Е. Прогнозирование, анализ и оценка пожарной безопасности: учебное пособие / под общ. ред. Е.И. Богуславского. — Ростов н/Д: РГСУ, 2004. — 126 с.
5. Меньших А.В. Компьютерная модель выявления структуры пожарной статистики // Математические методы и информационно-технические средства: труды VIII Всероссийской научно-практической конференции. 22—23 июня 2012 г. — Краснодар: Краснодарский университет МВД России, 2012. — С. 132—134.
6. Меньших А.В. Полифрактальность временных рядов пожарной статистики // Математическое моделирование фрактальных процессов, родственные проблемы анализа и информатики: Материалы Второй Международной конференции молодых ученых. — Нальчик: ООО «Редакция журнала «Эльбрус». — 2012. — С. 169—172.
7. Меньших А.В., Тростянский С.Н. Моделирование структуры временных рядов пожарной статистики // Вестник Воронежского института МВД России. — 2012. — № 4. — С. 97—103.
8. Меньших А.В. Обоснование общего вида авторегрессионной модели динамики пожаров // Человек. Природа. Общество. Актуальные проблемы: материалы Международной молодежной конференции. — Воронеж: Научная книга, 2012. — С. 68—70.
9. Эконометрика / под ред. И.И. Елисеевой. — М.: Проспект, 2011. — 288 с.
10. Тростянский С.Н., Зенин Ю.Н., Бакаева Г.А. Математическое моделирование вероятности возникновения пожаров на хозяйственных объектах // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — 2012. — Ч.1. — С.256—259.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Меньших Анастасия Валерьевна. Преподаватель кафедры прикладной математики и инженерной графики.

Воронежский институт ГПС МЧС России.

E-mail: asy90@yandex.ru

Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231. Тел. (473) 2363-305.

Тростянский Сергей Николаевич. Профессор кафедры физики. Доктор технических наук, доцент.

Воронежский институт ГПС МЧС России.

Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231. Тел. (473) 2363-305.

Menshikh Anastasiya Valerievna. The lecturer of the chair of Applied Mathematics and Descriptive Geometry.

Voronezh Institute of State Firefighting Service at the Ministry of Emergency Situation of Russia.

Work address: Russia, 394052, Voronezh, Krasnoznamyonnaya Str., 231. Tel. (473) 236-33-05.

Trotyanskii Sergey Nikolaevich. Professor of the chair of Physics. Doctor of technical sciences, assistant professor.

Voronezh Institute of State Firefighting Service at the Ministry of Emergency Situation of Russia.

Work address: Russia, 394052, Voronezh, Krasnoznamyonnaya Str., 231. Tel. (473) 236-33-05.

Ключевые слова: пожарная статистика; временной ряд; трендовая компонента; циклическая компонента; случайная компонента; сравнение значений временных рядов.

Key words: fire statistics; time series; trend component; periodic component; random component; comparing of the value of time series.

УДК 519.25



А.А. Окрачков,
*кандидат технических наук,
Военный учебно-научный центр
(г. Воронеж)*



Т.В. Мещерякова,
кандидат физико-математических наук

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

RESEARCH OF THE PROCESSES OF COMPUTER-AIDED TESTING OF EFFICIENCY OF THE INFORMATION PROTECTION SYSTEM

Приведены результаты исследования показателя корректности функционирования программной системы защиты информации (ПСЗИ) как объекта контроля, позволяющего выявить ряд закономерностей, имеющих место при автоматизированном контроле эффективности программных систем защиты информации.

The results of the trials of indicator of correct functioning of the software system as the object of information security controls to allow a number of patterns to identify with a place for automated control of programmed information security systems are given.

Исследование процессов автоматизированного контроля эффективности ПСЗИ путем построения и исследования графических зависимостей показателей эффективности ПСЗИ от варьируемых параметров представляет значительный интерес в плане теоретического изучения различных закономерностей, имеющих место при эксплуатации ПСЗИ, с целью задания требований к системам информационной безопасности. Предложен программно-моделирующий комплекс (ПМК), который устанавливается на отдельно выделенном компьютере, поддерживающем автоматизированное выполнение процедур моделирования, анализа и комплексной оценки эффективности ПСЗИ. На рис. 1 представлен графический интерфейс пользователя программного обеспечения. Оценка показателя корректности функционирования ПСЗИ как объекта контроля применительно к функционированию АРМ на базе ЭВМ в

составе АСУ проводится для случая семи независимых параметров динамики функционирования ПСЗИ:

$p_{сд}$ — вероятность планирования использования системной дискеты в очередном сеансе работы АРМ;

$l_{аут}$ — длина (количество символов) части пароля, вводимого вручную при аутентификации пользователя в очередном сеансе работы АРМ;

p_6 — вероятность блокировки клавиатуры и монитора в результате действий пользователя, предполагающих возможность такой блокировки;

$p_{кц}$ — вероятность запуска главной тестовой программы подсистемы обеспечения целостности в очередном сеансе работы АРМ;

$p_{рв}$ — вероятность выдачи данных пользователю о повреждениях вычислительной среды для ручного восстановления по результатам проверок, предполагающих возможность выдачи таких данных;

$p_{пи}$ — вероятность планирования использования преобразования информации в очередном сеансе работы АРМ;

$p_{сп}$ — вероятность планирования использования специальных преобразований отдельных файлов в очередном сеансе работы АРМ при условии планирования использования преобразования информации в этом сеансе.

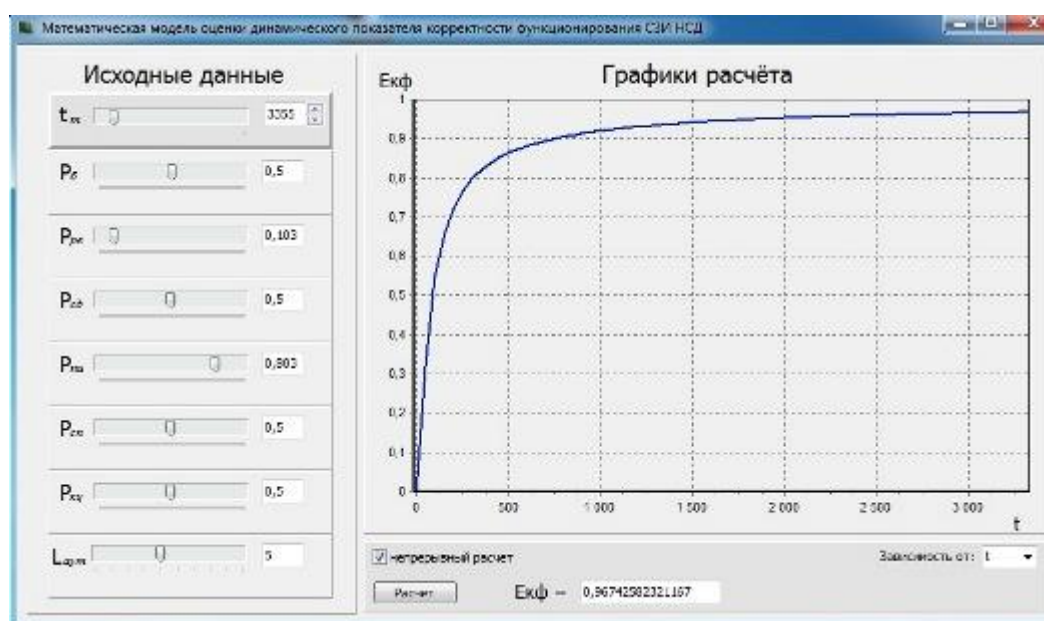


Рис. 1. Графический интерфейс ПМК

При проведении исследований возможно варьирование как указанными семью независимыми параметрами динамики функционирования ПСЗИ, так и величиной, задающей требования к ПСЗИ, τ_m — среднее значение максимально допустимого времени реализации ПСЗИ защитных функций.

Полученные результаты расчетов в форме зависимостей $E_{кф}(a_i)$ показателя корректности функционирования ПСЗИ от варьируемых параметров a_i , $i = \overline{1,7}$ ($a_1 = p_{сд}$; $a_2 = l_{аут}$; $a_3 = p_6$; $a_4 = p_{кц}$; $a_5 = p_{рв}$; $a_6 = p_{пи}$; $a_7 = p_{сп}$) представлены на рис. 2—8.

Зависимости показателя корректности функционирования ПСЗИ от конкретного параметра получены при фиксированных значениях остальных варьируемых параметров, принятых в качестве типовых. При исследовании эффективности ПСЗИ «Спектр-Z» в качестве типовых приняты следующие значения варьируемых параметров: $p_{сд}=0,05$; $l_{аут}=4$; $p_6=0,03$; $p_{кц}=0,2$; $p_{рв}=0,01$; $p_{пи}=0,8$; $p_{сп}=0,1$. На каждом из рисунков (рис. 2—8) приводится график зависимостей $E_{кф}$ от одного из варьируемых параметров для значений τ_m , равных 100с, 300с, 1000с, 3000с и 10000с. Кроме того, для более полного исследования характера изменения зависимостей $E_{кф}(p_{кц})$ и $E_{кф}(p_{рв})$ при увеличении τ_m на рис. 5—6 приводятся кривые данных зависимостей ещё и для значений $\tau_m=30000$ с, 100000с.

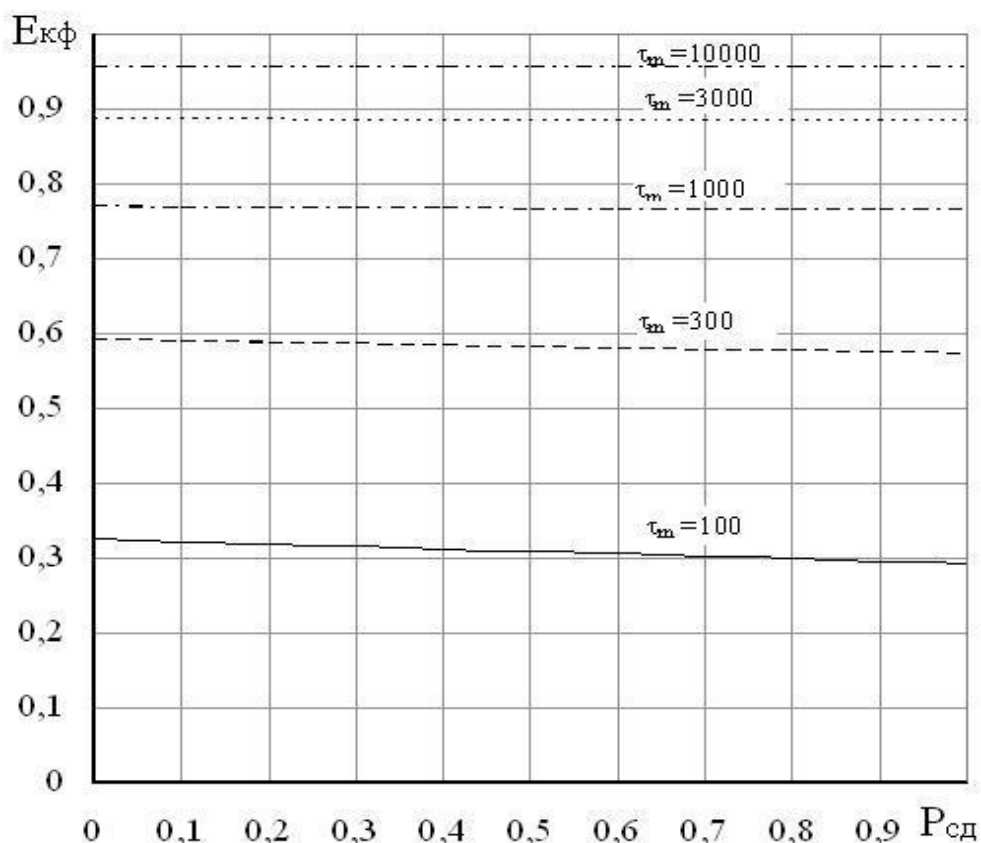


Рис. 2. Зависимость показателя корректности функционирования ПСЗИ от вероятности планирования использования системной дискеты в очередном сеансе работы АРМ

Возрастание любой из этих зависимостей интерпретируется как улучшение (по данному показателю) эффективности ПСЗИ как объекта контроля с ростом варьируемого параметра, а убывание — как ухудшение.

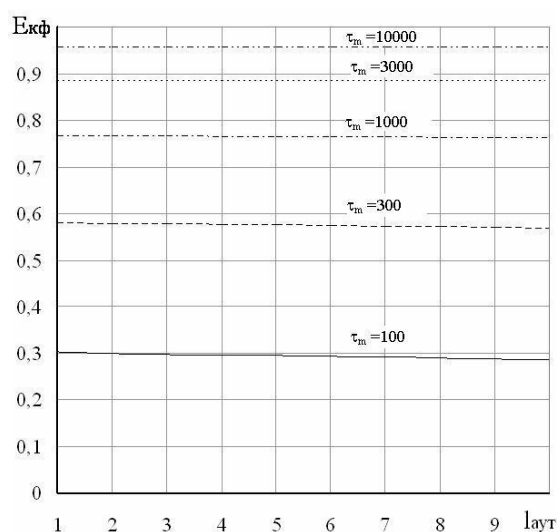


Рис. 3. Зависимость показателя корректности функционирования ПСЗИ от длины (количества символов) части пароля, вводимого вручную при аутентификации пользователя в очередном сеансе работы АРМ

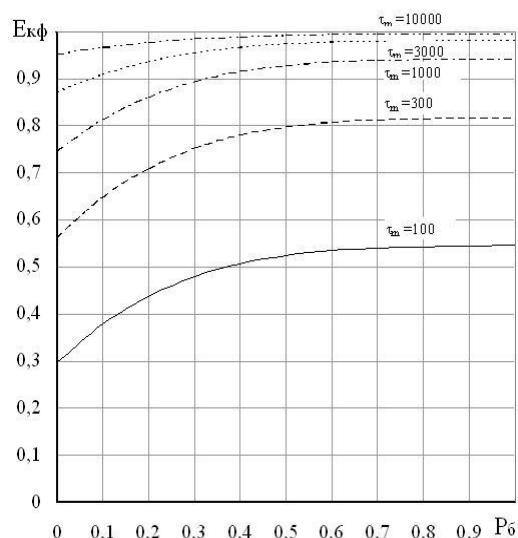


Рис. 4. Зависимость показателя корректности функционирования ПСЗИ от вероятности блокировки клавиатуры и монитора в результате действий пользователя, предполагающих возможность такой блокировки

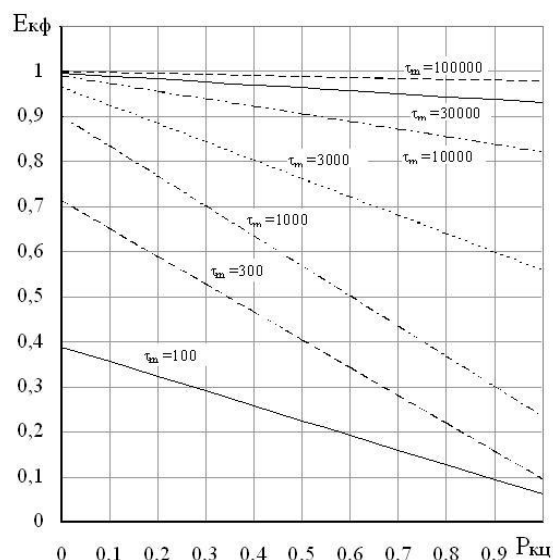


Рис. 5. Зависимость показателя корректности функционирования ПСЗИ от вероятности запуска главной тестовой программы подсистемы обеспечения целостности в очередном сеансе работы АРМ

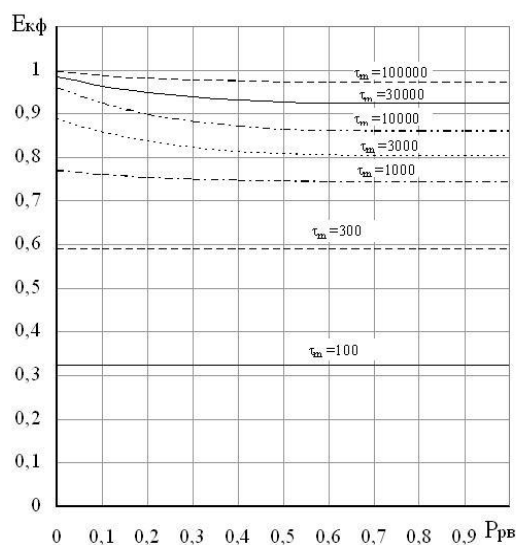


Рис. 6. Зависимость показателя корректности функционирования ПСЗИ от вероятности выдачи данных пользователю о повреждениях вычислительной среды для ручного восстановления по результатам проверок, предполагающих возможность выдачи таких данных

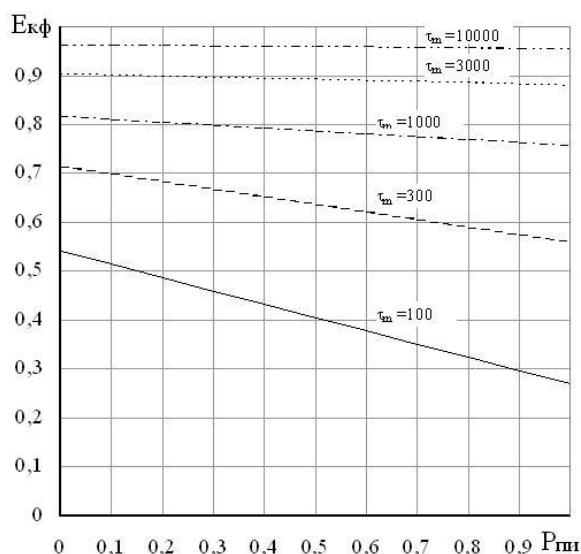


Рис. 7. Зависимость показателя корректности функционирования ПСЗИ от вероятности планирования использования преобразования информации в очередном сеансе работы АРМ

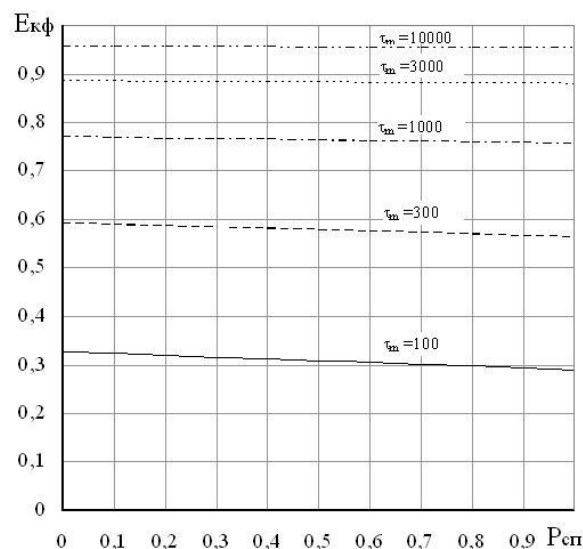


Рис. 8. Зависимость показателя корректности функционирования ПСЗИ от вероятности планирования использования специальных преобразований отдельных файлов в очередном сеансе работы АРМ при условии планирования использования преобразования информации в этом сеансе

Проведенный анализ результатов расчетов по исследованию показателя корректности функционирования ПСЗИ «Спектр-Z» как объекта контроля применительно к функционированию АРМ на базе ЭВМ в составе АСУ позволяет сделать следующие выводы.

1. При увеличении τ_m значения показателя корректности функционирования ПСЗИ ($E_{кф}$) возрастают. Закономерность изменения кривых $E_{кф}(a_i)$ с изменением τ_m сохраняется при варьировании параметров a_i . Для больших значений τ_m (3000с, 10000с) кривые $E_{кф}(a_i)$ зависят от изменения τ_m меньше, чем для малых τ_m (100с, 300с). При увеличении τ_m закономерность изменения зависимостей $E_{кф}(a_i)$, кроме $E_{кф}(p_{кц})$ и $E_{кф}(p_{рв})$, одинакова и характеризуется уменьшением угла наклона этих зависимостей до горизонтального положения (независимости значений показателя от варьируемого параметра). Это отражает свойство улучшения эффективности ПСЗИ при ослаблении предъявляемых к ней требований. Для зависимостей $E_{кф}(p_{кц})$ и $E_{кф}(p_{рв})$ характер кривых при увеличении τ_m изменяется от слабой зависимости от варьируемого параметра (независимости для $E_{кф}(p_{рв})$) при малых значениях τ_m , до более существенной зависимости от варьируемого параметра при больших значениях τ_m . При дальнейшем увеличении τ_m угол наклона этих зависимостей уменьшается, стремясь к горизонтальному положению. Это объясняется большими временными затратами, необходимыми для реализации функций контроля целостности и ручного восстановления.

2. Значения показателя корректности функционирования ПСЗИ «Спектр-Z», существенно зависят от изменения значений параметров $p_б$, $p_{кц}$, $p_{пи}$, $p_{рв}$ и слабо зависят от изменения значений остальных варьируемых параметров. Диапазон изменения $E_{кф}(p_{сд})$, $E_{кф}(l_{аут})$, $E_{кф}(p_{сп})$ составляет единицы процентов. Это объясняется тем, что процедуры использования системной дискеты, ввода вручную пароля при аутентификации

пользователя и использования специальных преобразований отдельных файлов характеризуются временными затратами, незначительными для данной ПСЗИ.

3. Кривые $E_{\text{кф}}(p_{\text{сд}})$ представляют собой линейную зависимость, монотонно невозрастающую при увеличении варьируемого параметра. Частота использования системной дискеты оказывает лишь незначительное влияние на показатель корректности функционирования ПСЗИ. Для малых значений τ_m , зависимость $E_{\text{кф}}$ от $p_{\text{сд}}$ слабая и составляет единицы процентов ($\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{сд}})=3,2\%$ при $\tau_m=100\text{с}$). При увеличении τ_m данная зависимость уменьшается до полной независимости значений показателя от варьируемого параметра. Это объясняется тем, что использование системной дискеты в процессе функционирования данной ПСЗИ связано с незначительными дополнительными временными затратами.

4. Зависимость $E_{\text{кф}}(l_{\text{аут}})$ имеет также линейный, монотонно невозрастающий характер. При этом зависимость показателя $E_{\text{кф}}$ от $l_{\text{аут}}$ ещё более слабая, чем от $p_{\text{сд}}$. Для малых значений τ_m , зависимость $E_{\text{кф}}$ от $l_{\text{аут}}$ составляет единицы процентов ($\Delta E_{\text{кф}}(l_{\text{аут}})=1,7\%$ при $\tau_m=100\text{с}$). При больших значениях τ_m показатель $E_{\text{кф}}$ также практически не зависит от параметра $l_{\text{аут}}$ ($\Delta E_{\text{кф}}(l_{\text{аут}})=0\%$ при $\tau_m=10000\text{с}$). Это также объясняется незначительными временными затратами на ввод пароля при аутентификации пользователя в процессе функционирования данной ПСЗИ.

5. Кривые $E_{\text{кф}}(p_6)$ представляют собой непрерывную, выпуклую вверх зависимость, монотонно возрастающую при увеличении варьируемого параметра. С ростом p_6 , вызванной увеличением случаев некорректного действия пользователей, часто приводящих к блокировке клавиатуры и монитора, показатель $E_{\text{кф}}$ не только не убывает, а даже в той или иной степени возрастает. При малых значениях p_6 зависимость показателя $E_{\text{кф}}$ от варьируемого параметра более сильная, чем при больших значениях p_6 . При больших значениях вероятности блокировки клавиатуры и монитора в результате действий пользователя показатель $E_{\text{кф}}$ в большей степени зависит от параметра τ_m , чем от параметра p_6 . Причем при увеличении τ_m зона слабой зависимости показателя $E_{\text{кф}}$ от параметра p_6 увеличивается в сторону малых значений этого параметра, кривая $E_{\text{кф}}(p_6)$ выпрямляется, приближаясь к горизонтальной линии. Для малых значений τ_m , диапазон изменения $E_{\text{кф}}(p_6)$ достигает 25% ($\Delta E_{\text{кф}}(p_6)=25,1\%$ при $\tau_m=100\text{с}$). При больших значениях τ_m показатель $E_{\text{кф}}$ слабо зависит от параметра p_6 ($\Delta E_{\text{кф}}(p_6)=4,3\%$ при $\tau_m=10000\text{с}$). Рост показателя $E_{\text{кф}}$ при увеличении параметра p_6 объясняется сокращением времени на реализацию защитных функций ПСЗИ. Однако рост показателя $E_{\text{кф}}$ за счет увеличения p_6 не приводит к увеличению эффективности функционирования АРМ по прямому назначению. Напротив, она только уменьшается за счет снижения эффективности обработки информации самой АСУ. Вместо решения функциональных задач АСУ, соответствующих ее прямому назначению, приходится решать дополнительные задачи по расследованию произошедших инцидентов с желательным устранением вызвавших их причин.

6. Кривая $E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})$ представляет собой линейную зависимость, монотонно убывающую от максимального значения при $p_{\text{кц}}=0$ до минимального значения при $p_{\text{кц}}=1$. Значение показателя $E_{\text{кф}}$ возрастает при увеличении τ_m . Для зависимости $E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})$ характер возрастания минимального и максимального значения при увеличении τ_m различен. При малых значениях τ_m (единицы минут) возрастает главным образом максимальное значение, увеличивая угол наклона линейной зависимости $E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})$, но с дальнейшим ростом τ_m , наоборот, возрастает главным образом минимальное значение, уменьшая угол наклона $E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})$, стремясь к горизонтальному положению. Поэтому диапазон изменения $E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})$ при увеличении τ_m сначала увеличивается от $\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})=32,7\%$ при $\tau_m=100\text{с}$ до $\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})=66,7\%$ при $\tau_m=1000\text{с}$, затем, при дальнейшем увеличении τ_m , диапазон изменения зависимости $E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})$ уменьшается до $\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{кц}})=2,1\%$ при $\tau_m=10000\text{с}$. Такая зависимость показателя

$E_{\text{кф}}$ от варьируемых параметров $p_{\text{кц}}$ и $\tau_{\text{м}}$ объясняется значительными временными затратами на реализацию функции контроля целостности рабочей среды АСУ и соотношением времени, необходимого на реализацию данной функции и $\tau_{\text{м}}$.

7. Характер зависимости $E_{\text{кф}}(p_{\text{рв}})$ непрерывный, выпуклый вниз, монотонно невозрастающий при увеличении варьируемого параметра. При малых значениях $\tau_{\text{м}}$ показатель $E_{\text{кф}}$ вообще не зависит от параметра $p_{\text{рв}}$, поэтому зависимость $E_{\text{кф}}(p_{\text{рв}})$ при малых $\tau_{\text{м}}$ — линейная, горизонтальная ($\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{рв}})=0\%$ при $\tau_{\text{м}}=100\text{с}$, 300с). Это объясняется тем, что величина показателя $E_{\text{кф}}$, характеризующая своевременность реализации ПСЗИ защитных функций, мала и поэтому не зависит от $p_{\text{рв}}$. С увеличением $\tau_{\text{м}}$ появляется и увеличивается зависимость показателя $E_{\text{кф}}$ от параметра $p_{\text{рв}}$, особенно для малых значений данного параметра, достигая 10% (при $\tau_{\text{м}}=10000\text{с}$). При этом для малых значений $p_{\text{рв}}$ зависимость показателя $E_{\text{кф}}$ от варьируемого параметра более сильная, чем при больших значениях параметра $p_{\text{рв}}$. При больших значениях вероятности ручного восстановления вычислительной среды АСУ показатель $E_{\text{кф}}$ в большей степени зависит от параметра $\tau_{\text{м}}$, чем от параметра $p_{\text{рв}}$. С дальнейшим увеличением $\tau_{\text{м}}$ зависимость показателя $E_{\text{кф}}$ от параметра $p_{\text{рв}}$ ослабляется ($\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{рв}})=2,4\%$ при $\tau_{\text{м}}=100000\text{с}$). При этом при увеличении $\tau_{\text{м}}$ зона слабой зависимости показателя $E_{\text{кф}}$ от параметра $p_{\text{рв}}$ увеличивается в сторону малых значений этого параметра, кривая $E_{\text{кф}}(p_{\text{рв}})$ выпрямляется, приближаясь к горизонтальной линии. Такой характер зависимости $E_{\text{кф}}(p_{\text{рв}})$ для различных $\tau_{\text{м}}$ объясняется ещё большими временными затратами на реализацию функции ручного восстановления вычислительной среды АСУ, чем для функции контроля целостности.

8. Зависимость $E_{\text{кф}}(p_{\text{пи}})$ носит линейный, монотонно убывающий характер. Частота использования преобразования информации оказывает более существенное влияние на эффективность ПСЗИ, чем частота использования системной дискеты. В отличие от предыдущего случая к изменению параметра $p_{\text{пи}}$ более чувствительны зависимости с малыми значениями $\tau_{\text{м}}$ ($\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{пи}})=27,2\%$ при $\tau_{\text{м}}=100\text{с}$). При увеличении $\tau_{\text{м}}$ угол наклона кривых $E_{\text{кф}}(p_{\text{пи}})$ уменьшается, стремясь к горизонтальному положению ($\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{пи}})=0,7\%$ при $\tau_{\text{м}}=10000\text{с}$). Все это объясняется тем, что использование преобразования информации связано с более существенными временными затратами, чем использование системной дискеты, и при уменьшении значений $\tau_{\text{м}}$ роль данной функции в определении временных затрат на реализацию ПСЗИ защитных функций возрастает.

9. Характер зависимости $E_{\text{кф}}(p_{\text{сп}})$ линейный, невозрастающий. Частота использования специальных преобразований отдельных файлов слабо оказывает влияние на своевременность реализации ПСЗИ защитных функций. Так, при $\tau_{\text{м}}=100\text{с}$ зависимость показателя $E_{\text{кф}}$ от параметра $p_{\text{сп}}$ составляет всего $3,7\%$. При увеличении $\tau_{\text{м}}$ данная зависимость ослабевает до практически полной независимости от варьируемого параметра ($\Delta E_{\text{кф}}(p_{\text{сп}})=0,1\%$ при $\tau_{\text{м}}=10000\text{с}$). Это объясняется тем, что использование специальных преобразований отдельных файлов, так же как и использование системной дискеты, связано с незначительными временными затратами.

На основе проведенного анализа результатов исследования показателя корректности функционирования типовой ПСЗИ можно сформулировать следующие требования к системам информационной безопасности:

1. При разработке АСУ в защищенном исполнении должна быть предусмотрена достаточная временная избыточность для реализации функций ЗИ (достаточно большое значение $\tau_{\text{м}}$), обеспечивающая корректное функционирование СЗИ.

2. Необходимо снижать вероятность выдачи данных пользователю о повреждениях вычислительной среды для ручного восстановления по результатам проверок за счет дальнейшей автоматизации процесса восстановления вычислительной среды АСУ.

3. Осуществить автоматизированный контроль и управление эффективностью ПСЗИ, с целью обеспечения высокой эффективности функционирования СЗИ в пределах отведенного ресурса АСУ на ЗИ.

4. Для управления эффективностью ПСЗИ целесообразно варьировать параметрами $p_{кц}$ и $p_{пи}$, оказывающими существенное влияние на эффективность функционирования СЗИ.

Таким образом, проведенное исследование показателя корректности функционирования ПСЗИ как объекта контроля позволило выявить ряд закономерностей, имеющих место при автоматизированном контроле эффективности ПСЗИ. Осуществленная тем самым апробация предлагаемого способа комплексной оценки эффективности ПСЗИ как объекта контроля не противоречит известным данным и показывает его широкие возможности при эксплуатации ПСЗИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасименко В.А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных: в 2 кн.: Кн. 1. — М.: Энергоатомиздат, 1994. — 400 с.
2. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем. — М.: Горячая линия — Телеком, 2000. — 452 с.: ил.
3. Завгородний В.И. Комплексная защита информации в компьютерных системах: учебное пособие. — М.: Логос; ПБОЮЛ Н.А. Егоров, 2001. — 264 с.: ил.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Окрачков Алексей Алексеевич. Старший преподаватель. Кандидат технических наук.
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина».
Email: aliro75@yandex.ru
Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а. Тел. (473) 251-64-20.

Мещерякова Татьяна Вячеславовна. Старший преподаватель. Кандидат физико-математических наук.
Воронежский институт МВД России.
Email: mescher73@mail.ru
Россия, Воронеж, 394065, проспект Патриотов, 53. Тел. (473) 247-64-60

Okrachkov Aleksey Alekseevich. Senior lecturer. Candidate of technical sciences.
Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin".
Work address: Russia, 394064, Voronezh, Old Bolsheviks Str., 54a. Tel. (473)251-64-20

Meshcheryakova Tatyana Vyacheslavovna. Senior lecturer. Candidate of physical and mathematical sciences.
Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of Russia.
Work address: Russia, 394065, Voronezh, Prospect Patriotov, 53. Tel. (473) 247-64-60.

Ключевые слова: система защиты информации; автоматизированный контроль.

Key words: system to protect information; automated control.

УДК 621.3



В.Г. Герасименко,
НПО ВС, г. Воронеж



А.В. Чугунов,
НПО ВС, г. Казань

ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ

ON AUTOMATED SYSTEMS IN THE PROTECTED VERSION

Раскрыт опыт построения автоматизированных систем в защищенном исполнении, ориентированный на снижение затрат на защиту информации.

The promising experience of construction of the automated systems in the protected execution, cost oriented to the protection of information is shown.

Современные автоматизированные системы (АС) в защищенном исполнении создаются и эксплуатируются в условиях увеличения объема обрабатываемой информации (в том числе содержащей сведения, составляющие государственную тайну) и сокращения времени на обработку, подготовку и передачу по каналам связи необходимых документов. Эти условия определяют тенденции развития АС в защищенном исполнении, к основным из которых можно отнести переход от отдельных аттестованных автоматизированных рабочих мест (АРМ) к защищенным распределенным сетям с интегрированными банками данных, а также более широкое использование функций защищенного электронного документооборота. Практическая реализация перечисленных тенденций развития АС в защищенном исполнении сталкивается с серьезными техническими, организационными и финансовыми проблемами, а именно:

- увеличение затрат на закупку, спецпроверку и специсследования большого количества разнородной офисной техники;
- необходимость расширения штата и увеличение затрат на подготовку специалистов по информационным технологиям и безопасности информации;
- многократное увеличение трудоемкости поддержания требуемого уровня эффективности систем защиты информации;
- увеличение объема работ по контролю выполнения требований по режиму секретности и обеспечению безопасности информации.

Цель данной статьи — раскрыть опыт построения АС в защищенном исполнении, накопленный ООО НПО ВС и ОАО «АйСиЭл – КПО ВС» при выполнении работ в интересах МВД России и направленный на минимизацию затрат на защиту информации.

Основные способы снижения затрат на защиту информации приведены на рис. 1.



Рис. 1. Основные способы снижения затрат на создание и эксплуатацию АС в защищенном исполнении

Опыт ООО НПО ВС в части разработки АС в защищенном исполнении для МВД России имеет более чем десятилетнюю историю. В качестве основных проектов, реализованных за последние два-три года, необходимо выделить следующие:

- интегрирующая платформа «Марафон-Поиск», предназначенная для создания единого регионального информационного пространства и обеспечивающая повышение оперативности и улучшение информационного обеспечения должностных лиц органов внутренних дел (в 2006 г. проект получил положительную оценку Министра внутренних дел Российской Федерации и дирекции программы «Единая информационно-телекоммуникационная система МВД России»);

- участие в разработке, изготовлении технических средств и развертывание опытного участка Единой информационно-телекоммуникационной системы органов внутренних дел МВД России;

- ведомственный сегмент МВД России Государственной системы изготовления, оформления и контроля паспортно-визовых документов нового поколения (по решению Президента РФ компания является единственным исполнителем работ по данной системе).

В качестве перспективной разработки компании, в полной мере реализующей как основные тенденции развития АС в защищенном исполнении, так и способы снижения затрат на их создание и эксплуатацию, следует отметить интегрированный банк данных нового поколения для формирования учетов, контроля деятельности должностных лиц и выполнение справочно-аналитических функций. Формирование учетов осуществляется в интересах дежурных служб, подразделений лицензионно-разрешительной работы, исполнения административного законодательства, участковых уполномоченных полиции. Контроль деятельности должностных лиц ведется в интересах руководителей подразделений и служб. Выполнение справочно-аналитических функций осуществляется в интересах следующих подразделений:

- оперативно-разыскные части (группы): уголовного розыска, экономической безопасности и противодействия коррупции;
- оперативное отделение (группа);
- отделение (группа) охраны общественного порядка;
- экспертно-криминалистическое отделение (группа);
- отделение ГИБДД;
- отдел (отделение) вневедомственной охраны.

В основу построения интегрированного банка данных нового поколения положен принцип терминального доступа. При этом созданное программное обеспечение обладает следующими основными преимуществами:

- снижение эксплуатационных расходов;
- повышение доступности и достоверности информации;
- обеспечение защиты информации;
- расширение функций системы.

Более подробно преимущества нового программного обеспечения раскрыты на рис. 2.

Технической основой для построения сегментированных АС являются аппаратно-программные комплексы (АПК) в защищенном исполнении:

- АПК «ПАНЦИРЬ-М» — предназначен для использования в защищенных АС. В настоящее время сертифицирован ФСТЭК России (по схеме для серийного производства) для обработки и хранения информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну, укомплектован СЗИ-ПЭМИН и СЗИ от несанкционированного доступа;

- планшетный (мобильный) АПК «БАРС» — предназначен для использования в качестве мобильного элемента защищенных АС класса 1Г включительно. Оборудован сертифицированными средствами защиты информации ICLinux, КриптоПро CSP, «Шипка», VipNet Personal Firewall.

В состав системы защиты информации АПК «ПАНЦИРЬ-М» входят следующие сертифицированные СЗИ:

- генератор шума ГШ К-1000М, обеспечивающий защиту информации от утечки по каналам ПЭМИН;
- СЗИ от несанкционированного доступа типа «СТРАЖ-NT» («Аккорд»);
- средства высоконадежной идентификации и аутентификации пользователей iButton (Touch memory) или E-Token Pro;
- конструкция СпецАПК «ПАНЦИРЬ-М» допускает применение съемных накопителей на жестких дисках.



Рис. 2. Характеристика преимуществ нового программного обеспечения

Выполнение требований по защите информации в мобильных АПК «БАРС» достигается применением следующих сертифицированных СЗИ:

- средствами криптографической защиты информации КриптоПро CSP и «Шипка»;
- сертифицированными средствами антивирусной защиты AVP Касперского для Windows Workstation;
- средствами защиты информации по технологии терминального доступа ICLinux;
- средствами защиты информации от несанкционированного доступа: межсетевой экран VipNet Personal Firewall, комплекс средств защиты операционной системы MS Windows XP SP3;
- эффективными решениями по применению мобильных компонентов в агрессивной внешней среде.

Таким образом, программно-технические решения, разработанные ООО НПО ВС совместно с группой компаний «АйСиЭл – КПО ВС» при выполнении работ в интересах МВД России, позволяют эффективно решать наиболее острые проблемы, возникающие при разработке и эксплуатации АС в защищенном исполнении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриевский Б.С. Автоматизированные информационные системы управления инновационным наукоемким предприятием. — М.: Машиностроение», 2006. — 156 с.
2. Расщепкин А.К. Проблемы обеспечения информационной безопасности при создании защищенных автоматизированных систем [Электронный ресурс] / Москов-

ский государственный инженерно-физический институт. — М., 2003: <http://www.okbsapr.ru/raschepkin2003.txt>

3. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты. — М.: ДиаСофт, 2002. — 693 с.

4. Нагорный С.И., Донцов В.В. О подходах к определению требований, предъявляемых к средствам вычислительной техники, выполненной в защищенном исполнении [Электронный ресурс] / Спецтехника и связь. — №1. — 2010. — С. 46—56: <http://www.st-s.ru/sites/default/files/files/pdf/2010-01/2010-01-nagorniy.pdf>

5. Росс Г., Табаков А. Проблемы безопасности автоматизированных информационных систем на предприятиях [Электронный ресурс] / ОКБ САПР http://www.okbsapr.ru/tabakov_ross-01.html

6. Национальная программная платформа. Проектные решения по построению и функционированию автоматизированной системы на основе базовых программно-технических компонент. Эскизный проект. Часть 2. Пояснительная записка [Электронный ресурс] / ООО «ПингВин Софтвэрт». — М., 2011. — 54с.: <http://www.pingwinsoft.ru/>

7. Проектирование комплексных систем защиты информации [Электронный ресурс] / ООО «Газинформсервис»: <http://www.gaz-is.ru/contacts/rekvizitw-gazinformservice.html>

8. Проектирование и создание автоматизированных систем в защищенном исполнении [Электронный ресурс] / Группа компаний «Бионт»: <http://www.biont.ru/about/profile/>

9. Петренко С. Оценка затрат компании на информационную безопасность [Электронный ресурс] / http://citforum.parma.ru/security/articles/ocenka_zatrat/.

10. Дьячков В.В. Защищенный терминальный доступ для нужд МВД России // Информационные технологии, связь и защита информации МВД России – 2012: сборник. — М.: Компания «Информационный мост», 2012. — С. 156, 157.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Герасименко Владимир Григорьевич. Заместитель генерального директора ООО НПО ВС — директор обособленного подразделения в г. Воронеже.

E-mail: GerasimenkoVG@npo-vs.ru

Россия, 394030, г. Воронеж, ул. Промышленная, 4. Тел. (473) 261-20-25.

Чугунов Алексей Викторович. Заместитель генерального директора ООО НПО ВС.

E-mail: alexis@icl.kazan.ru

Россия, 420129, г. Казань, Сибирский тракт, 34. Тел. (843) 279-58-23.

Gerasimenko Vladimir Grigorievich. Deputy General Director of ООО NPO VS — the Director of separate subdivision in Voronezh.

Work address: Russia, 394030, Voronezh, Promyshlennaya Str., 4. Tel. (473) 261-20-25.

Chugunov Aleksey Victorovich. Deputy General Director of ООО NPO VS.

Work address: Russia, 420129, Kazan, Sibirski Trakt, 34. Tel. (843) 279-58-23.

Ключевые слова: автоматизированные системы; специальные исследования; специальные проверки; способы снижения затрат.

Key words: automated systems; special studies; special audits; ways to reduce costs.

УДК 004.056



Д.А. Ляшко,
ОАО «АйСиЭл — КПО ВС»,
г. Казань



С.М. Иванов,
НПО ВС, г. Воронеж

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF CREATION OF THE INTEGRATED SYSTEMS OF INFORMATION SAFETY

Раскрыты перспективные направления создания систем информационной безопасности, основанных на интеграции технологических решений в области контроля и управления доступом, радиочастотной идентификации и автоматизированного контроля электромагнитных и виброакустических сигналов.

The perspective directions of creation of information security systems, based on the integration of technological solutions in the field of access control, RFID and computer-bath control of electromagnetic and vibroacoustical signals are described.

Объединение различных специализированных систем является на сегодняшний день научно обоснованным и широко реализуемым на практике направлением создания интегрированных систем безопасности (ИСБ). В теоретических исследованиях [1 — 3] и в практических предложениях (коммерческих проектах) [4 — 9] по созданию данных систем в составе ИСБ объединяются, как правило, следующие системы:

- пожарной сигнализации;
- охранной сигнализации;
- контроля и управления доступом;
- видеонаблюдения.

В отдельных случаях в состав интегрированных систем предлагается включать системы управления инженерными коммуникациями зданий и объектов [4] или системы контроля за движением материальных средств [6]. К сожалению, способы включения систем информационной безопасности (ИБ) в ИСБ не столь глубоко исследованы и не получили широкого практического распространения.

Проведенные в ООО «НПО ВС» и ОАО «АйСиЭл – КПО ВС» исследования показали, что включение систем ИБ в ИСБ позволит в наибольшей степени повысить уровень защиты информации при минимуме дополнительных затрат. В большинстве случаев при этом достигается также исключение шаблонности в реализации способов ИБ и контроля.

В соответствии с экспертными оценками [10], при сопряжении систем ИБ с аппаратно-программными платформами ИСБ, затраты на реализацию систем ИБ могут сокращаться на 35—40% на этапе строительства объекта и на 15—25% на этапе эксплуатации объекта при существенном расширении возможных способов обеспечения ИБ и реализации дополнительных функций контроля.

В качестве актуальных направлений совершенствования мероприятий по технической защите информации и контролю для большинства организаций МВД России являются следующие:

- обеспечение непрерывного контроля подлинности, правил использования и перемещения учетных носителей информации;
- обеспечение непрерывного контроля эффективности применения средств защиты информации (СЗИ) от утечки по техническим каналам;
- создание комплексных систем ИБ и контроля для важнейших объектов (режимных помещений).

Для реализации данных направлений совершенствования систем ИБ ООО «НПО ВС» и ОАО «АйСиЭл — КПО ВС» проводят разработку следующих интегрированных систем ИБ:

- система контроля подлинности и мониторинга перемещения учетных носителей информации;
- система мониторинга эффективности защиты информации;
- система комплексной ИБ.

Состав и структура системы контроля подлинности и мониторинга перемещения учетных носителей информации представлены на рис. 1.

Данная система предназначена для решения следующих задач:

- высоконадежная идентификация учетных носителей информации;
- контроль порядка использования учетных носителей информации, а также мониторинг их перемещения по территории организации;
- выявление фактов нарушения правил использования учетных носителей информации и попыток их выноса за территорию организации.

Система контроля подлинности и мониторинга перемещения учетных носителей информации обеспечивает:

- определение подлинности учетных носителей информации при подключении их к средствам вычислительной техники на основе использования встроенных считывателей пассивных радиометок с алгоритмами имитозащиты;
- контроль за перемещением учетных носителей информации на основе использования стационарных считывателей пассивных радиометок с алгоритмами имитозащиты;
- интеграция данных от системы контроля и управления доступом и данных с автоматизированного рабочего места администратора безопасности локальной вычислительной сети.

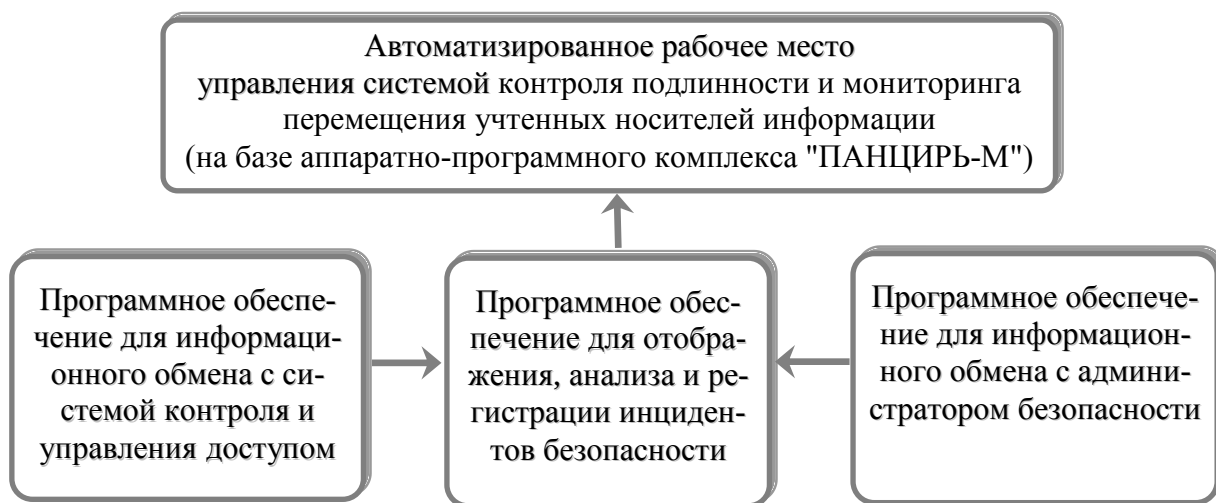


Рис. 1. Состав и структура системы контроля подлинности и мониторинга перемещения учтенных носителей информации

Система может быть сопряжена с любыми аппаратно-программными платформами современных систем контроля и управления доступом и серверов безопасности локальных вычислительных систем с минимальными затратами на сопряжение и дополнительное администрирование.

Состав и структура системы мониторинга эффективности защиты информации представлены на рис. 2.

Данная система предназначена для решения следующих задач:

- мониторинг эффективности применения активных средств защиты информации от утечки по техническим каналам;
- контроль порядка использования категорированных средств вычислительной техники;
- выявление фактов нарушения требований по защите информации в выделенных (защищаемых) помещениях и на объектах информатизации.

Система мониторинга эффективности защиты информации обеспечивает:

- оценку параметров виброакустических и электромагнитных маскирующих сигналов, излучаемых средствами защиты информации, с использованием портативных датчиков и анализаторов;
- выявление фактов нарушения правил использования учтенных носителей информации и попыток их выноса за территорию организации;
- интеграцию данных от системы контроля и управления доступом и данных с автоматизированного рабочего места администратора безопасности локальной вычислительной сети.

Для монтажа и развертывания системы требуется минимальное количество дополнительных коммуникаций, т.к. линия сопряжения с датчиками-анализаторами реализована по принципу «общей шины». В отдельных случаях для подключения датчиков могут использоваться существующие коммуникации системы контроля и управления доступом или применено беспроводное соединение.



Рис. 2. Состав и структура системы мониторинга эффективности защиты информации

Состав и структура системы комплексной ИБ представлены на рис. 3.

Данная система предназначена для решения следующих задач:

- реализация особого режима доступа в помещение;
- реализация особого режима охраны сейфов и хранилищ документов и носителей информации;
- выявление и блокирование работы средств несанкционированной записи и передачи речевой информации из помещения;
- мониторинг эффективности применения активных средств защиты информации от утечки по техническим каналам;

Система комплексной ИБ для режимных помещений обеспечивает:

- гибкое формирование правил контроля входа в помещение и выхода из него на основе выделенных сегментов контроля и управления доступом и системы охранной сигнализации;
- сигнализацию о наличии и интеллектуальное подавление сигналов, излучаемых скрытно размещенными (пронесенными) в помещение сотовыми телефонами и передающими устройствами;
- оценку параметров виброакустических и электромагнитных маскирующих сигналов, излучаемых активными средствами защиты информации, с использованием портивных датчиков-анализаторов.

Система монтируется в выделенном помещении с особыми требованиями по защите информации, режиму доступа и охране. Система может быть без существенных затрат сопряжена с любыми программно-техническими элементами современных систем контроля и управления доступом и охранной сигнализации.



Рис. 3. Состав и структура системы комплексной ИБ

Таким образом, в статье предложено новое направление расширения функциональных возможностей ИСБ, основанное на включении в состав ИСБ систем ИБ. В результате такого объединения затраты на реализацию систем ИБ могут сокращаться на 35—40% на этапе строительства объекта и на 15—25% на этапе эксплуатации объекта при существенном расширении возможных способов обеспечения ИБ и реализации дополнительных функций контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козьминых С.И., Десятов Д.Б., Забияко С.В. Роль интегрированных систем в обеспечении безопасности предпринимательства // Информатизация правоохранительных систем: сборник трудов X Международной научной конференции. — М.: Академия управления МВД России, 2001. — С. 81—83.
2. Михайлов А.А., Соломоненко А.В. Математические модели и методы оптимизации состава комплексных систем безопасности // Информатизация правоохранитель-

ных систем: сборник трудов X Международной научной конференции. — М.: Академия управления МВД России, 2001. — С. 100—103.

3. Евдокимов Е.В. Классификация интегрированных систем безопасности [Электронный ресурс]: http://www.secuteck.ru/articles2/pronsol/klassifikaciya_integrirovannih_sistem_bexopasnosti_page34

4. Интегрированные системы безопасности [Электронный ресурс] / ООО «СИГМА-Интегрированные Системы»: <http://www.sigma-is.ru/contacts.html>

5. Состояние рынка интегрированных систем безопасности [Электронный ресурс]: <http://www.secnews.ru/articles/8605.htm>

6. Злобин В. Интеграция! Интеграция? [Электронный ресурс] / Информационно-аналитический портал «Мост безопасности»: http://www.security-bridge.com/index/most_bezopasnosti/

7. Крахмалев А.К. Интеграция технических систем безопасности [Электронный ресурс] / ИНФОМОСТ радиоэлектроника и телекоммуникации. — 2004. — №4(34). — С. 50—52: <http://www.rit.informost.ru/rit/4-2004/50.pdf>

8. Стасенко Л.А. Глобальная интеграция — взгляд со стороны [Электронный ресурс] / Системы безопасности. — 2004. — №2. — http://guarda.ru/guarda/data/common_data/txt_15.php.

9. Василец В.И. Алгоритм управления рисками комплексного обеспечения безопасности производственного объекта // Информатизация и информационная безопасность правоохранительных органов: сборник трудов XX Международной научной конференции. — М.: Академия управления МВД России, 2011. — С. 204—210.

10. Интегрированные системы безопасности. Экономический эффект [Электронный ресурс] / ООО «Производственно-сервисный центр «Электроника»: <http://www.electronika.ru/solutions/integrated>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ляшко Дмитрий Анатольевич. Технический директор ОАО «АйСиЭл — КПО ВС».

E-mail: dimal@icl.kazan.ru

Россия, 420029, г. Казань, Сибирский тракт, 34. Тел. +784322795818.

Иванов Сергей Михайлович. Начальник отдела обособленного подразделения ООО НПО ВС в г. Воронеже.

E-mail: IvanovSM@npo-vs.ru

Россия, 394030, г. Воронеж, ул. Промышленная, 4. Тел. (473) 261-20-25.

Lyashko Dmitry Anatolyevich. Technical director of ICL - KME CS.

Work address: Russia, 420029, Kazan, Sibirski Trakt, 34. Tel. +784322795818.

Ivanov Sergey Mikhailovich. Head of the department of the separate subdivision NPO VS in Voronezh.

Work address: Russia, 394030, Voronezh, Promyshlennaya Str., 4. Tel. (473) 261-20-25.

Ключевые слова: система информационной безопасности; комплексная безопасность; контроль носителей информации; эффективность защиты информации.

Key words: the system of information security; integrated security; control of data media; the efficiency of the protection of the information.

УДК 004.056:681.518



А.И. Елисеев,
Тамбовский государственный технический университет



Ю.В. Минин,
*кандидат технических наук,
Тамбовский государственный технический университет*



Г.Г. Ягудаев,
*кандидат технических наук,
доцент, Северо-Кавказский филиал МАДИ*

ГРАФОВАЯ МОДЕЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧАСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР

GRAPH MODEL OF PRIVATE PERFORMANCE INDICATORS OF SURVIVABILITY NETWORK INFORMATION STRUCTURES

Предлагается использование математических графовых моделей для получения значений показателей определенных характеристик качества функционирования сетевых информационных структур, что позволяет увеличить достоверность оценки работоспособности информационных систем.

Mathematical graph model for obtaining values of indicators of certain characteristics of quality of functioning of network information structures that allows to increase reliability of an assessment of operability of information systems is offered.

В настоящее время происходит интенсивное развитие и совершенствование информационных систем и процессов, проводящее к усложнению сетевых информационных структур (СИС). Массовое использование СИС потребовало решения вопросов повышения качества их функционирования на каждом этапе жизненного цикла. К показателям качества функционирования относят пропускную способность, время реакции, показатели качества обслуживания (Quality of Service, QoS), оговоренные в соглашении об уровне обслуживания (Service Level Agreement, SLA) и др. [1].

Одним из важнейших факторов, определяющих качество функционирования СИС, является способность выполнять свои основные функции, несмотря на полученные повреждения [2—4]. Живучесть СИС есть комплексное свойство сохранять и восстанавливать выполнение основных функций в заданном объёме и на протяжении заданного времени в случае изменения структуры системы и/или алгоритмов и условий её функционирования вследствие негативных внешних воздействий (НВВ).

Рассмотрим варианты процесса функционирования СИС в условиях влияния НВВ:

1. Пусть НВВ воздействуют на СИС, но не оказывают деструктивного воздействия, так как система им активно противодействует.

2. НВВ произвели деструктивное воздействие на СИС, но система продолжает выполнение требуемых от неё функций, не выходя за рамки расчётных условий функционирования.

3. Действия НВВ нанесли повреждения СИС, характеристики функционирования которой вышли за пределы расчётных условий, однако система адаптировалась к возникшим условиям и минимизировала результат полученных повреждений.

4. Действия НВВ нанесли повреждения СИС, характеристики функционирования которой вышли за пределы расчётных условий, механизмы адаптации СИС не привели к минимизации результатов повреждений, система восстановлена за счет имеющихся в её составе ресурсов.

Исходя из возможных вариантов развития событий после действий НВВ предложена следующая структура характеристик живучести (рисунок). Часть характеристик живучести СИС (неуязвимость, восстанавливаемость, стойкость, отказоустойчивость и временная избыточность) можно оценить количественно. Однако такие характеристики, как непоражаемость, адаптивность и ремонтпригодность, которые выделены штриховкой на рисунке, оценить количественно достаточно затруднительно [5, 6]. Предлагаем использовать ранее не применяемые в теории живучести СИС термины «непоражаемость» и «неуязвимость», которые, однако, успешно применяются в теории живучести военной техники [7]. Количественная оценка непоражаемости СИС затруднительна, поэтому предлагаем оценивать данный показатель качественно. *Непоражаемость* в значительной степени зависит от технических характеристик СИС. Для этого в СИС должны быть включены средства распознавания и противодействия НВВ. Показатель *неуязвимости* СИС оценивается как вероятность выполнения основных функций системы после воздействия на неё НВВ и нерасчетных условий эксплуатации. Свойство *адаптивности* СИС обеспечивается наличием внутри структуры интеллектуальных механизмов реконфигурации. *Ремонтпригодность* системы в условиях, созданных действием НВВ, основывается на имеющихся в её составе средствах диагностического обеспечения и восстановления. Определения ремонтпригодности, восстанавливаемости и временной избыточности даны в ГОСТ Р 27.002 — 2009, адаптивности — в ГОСТ 34.003 — 1990.



Структурная модель характеристик живучести

Для исследования свойств СИС противостоять деструктивным последствиям разрушений узлов или связей чаще всего используются графовые модели. Объектами в этих исследованиях являются связные неориентированные графы СИС с равновзвешенными ребрами без кратных ребер и без петель. При этом вершины графа СИС сопоставлены конструктивно и функционально самостоятельным ее модулям, а дуги определяют интерфейс между этими модулями. Действия НВВ, приводящие к разрушению элементов СИС, моделируются изъятием соответствующих элементов графа (вершин или дуг).

СИС выполняет множество функций $F = \{ F_i \}$, определяющих её функциональную целостность, и состоит из подсистем S_i , предназначенных для реализации соответствующих функций $F_i \subseteq F$, $S = \bigcup_1^m S_i, |F| = m$.

Дополним описание подсистемы $S_i = G_i(V_i, E_i)$ предикатом адекватности η_i , определяющим условия адекватности этого подграфа требованиям, предъявляемым к подсистеме. Предикат η_i определяет формальные условия сохранения системой (подсистемой) структуры, достаточной для реализации (с требуемым качеством) в ней функции $F_i \subseteq F$, несмотря на возникающие в процессе эксплуатации системы (подсистемы) разрушения ее элементов вследствие НВВ.

Модель изолированной подсистемы S_i в СИС представим в виде $G_i(V_i, E_i, \eta_i)$, а модель этой подсистемы в составе S — $G(V, E, \eta_i)$ путем введения в их описание предиката адекватности η_i . Предикат адекватности $H = \bigcap \eta_i$ графа G предъявляемым к этому графу требованиям задаётся множествами функций или логических отношений, определяющими подграфы этого графа, которые отвечают заданным условиям. Предикат адекватности H , заданный множеством $\{ \eta_i \}$ системы S , описывает обобщенные для системы условия работоспособности. Предикат адекватности задан необходимыми коммуникационными характеристиками графа СИС, например наличием гамильтонового цикла и цепи, связностью, регулярностью и т.д.

Предикат η_i связывает подмножества вершин $V_i^{l_V} \subseteq V_i, |\{ V_i^{l_V} \}| = C_{N_i}^{l_V}, l_V \leq N_i$ и рёбер $E_i^{l_E} \subseteq E_i, |\{ E_i^{l_E} \}| = C_{q_i}^{l_E}, l_E \leq q_i$ с возможностью или невозможностью реализации

функции $F_i \subseteq F$ на подсистемах $S_i^{l_V}$ или $S_i^{l_E}$, представленных графами из множеств $\{ G_i(V_i^{l_V}, E_i^{l_E}) \}$ или $\{ G_i(V_i, E_i^{l_E}) \}$ и получающихся в результате изъятия l_V вершин или l_E рёбер из подсистемы S_i . $N_i = |V_i|$ и $q_i = |E_i|$ — число вершин и рёбер в подсистеме S_i , а $\{ V_i^{l_V} \}$ и $\{ E_i^{l_E} \}$ — подмножества вершин и рёбер в подграфе i -й подсистемы, определённых множеством сочетаний $C_{N_i}^{l_V}$ и $C_{q_i}^{l_E}$. $G(V, E, \eta_i)$ определяет множество подграфов исходного графа, адекватных условиям, заданным предикатом η_i .

Свойство вершинной толерантности графа $G(V, E)$ СИС оценивается выражением

$$\Theta \{ G(V_i, E'; H) \} = |\{ G_i \} \wedge H| / C_N^l, l = \overline{0, N}, \quad (1)$$

где $|\{ G(V_i, E') \} \wedge H|$ — число подграфов, адекватных требованиям, заданным предикатом H ; l — число изъятых вершин; C_N^l — общее число подграфов.

Математические модели частных характеристик

№	Характеристика		Математическая модель
1.1	<i>Непоражаемость</i>		
	Непоражаемость функциональной подсистемы СИС S_i		$\theta_{НП}(\tau) = p(\forall \tau \in [0; t]) \exists G_i(\tau) = (\{G_i^0, G_i^1, \dots, G_i^{N_i}\} \wedge \eta_i), G_i(\tau) > 0,$ где t — время эксплуатации СИС, τ — произвольно взятый элементарный временной интервал эксплуатации СИС из промежутка от 0 до t, N_i — количество разрушенных элементов, $G_i(\tau)$ — граф, соответствующий условиям работоспособности предиката η_i.
	Непоражаемость СИС S		$\theta_{НП}(\tau) = p(\forall \tau \in [0; t]) \exists G(\tau) = (\{G^0, G^1, \dots, G^N\} \wedge H), G(\tau) > 0$ Определить вероятность непоражаемости $\theta_{НП}(\tau)$ системы на начальных этапах эксплуатации затруднительно. Рекомендуется оценивать данный показатель качественно.
1.2	<i>Неуязвимость</i>		
	1.2.1	Стойкость функциональной подсистемы СИС S_i	$\theta_{СТ}(S_i, l) = \{G(V_l, E')\} \wedge \eta_i / C_{N_i}^l,$ где $\{G(V_l, E')\}$ — множество сопоставленных системе подграфов с l разрушенными вершинами, η_i — предикат адекватности, определяющий соответствие подграфа условиям работоспособности подсистемы.
		Стойкость СИС S	$\theta_{СТ}(S, l) = \{G(V_l, E')\} \wedge H / C_N^l,$ где $H = \cap \eta_i$ — предикат адекватности, определяющий соответствие подграфов исходного графа условиям работоспособности СИС.
	1.2.2	Отказоустойчивость функциональной подсистемы СИС S_i	$\theta_{ОТ}(S_i, l) = \{G(V_l, E')\} \wedge \eta_i / C_{N_i}^l, T_i < T_{i\max}, T \leq T_{\max},$ где T_i — время реализации функции F_i СИС, $T_{i\max}$ — предельное значение времени реализации функции F_i, T — суммарное время реализации всех функций системы, $T_{\max}$ — предельное значение времени реализации всех функций системы.
		Отказоустойчивость СИС S	$\theta_{ОТ}(S, l) = \{G(V_l, E')\} \wedge H / C_N^l, T = \sum_{i=1}^m T_i \leq T_{i\max}, T \leq T_{\max}.$

1.3	<i>Адаптивность</i>		
			Количественная оценка адаптивности системы $\theta_{AD}(S,l)$ к условиям НВВ затруднительна из-за сложности выбора соответствующего показателя, рекомендуется оценивать данный показатель качественно.
1.4	<i>Восстанавливаемость</i>		
	1.4.1	Ремонто-пригодность	Количественная оценка ремонтпригодности системы $\theta_{PM}(S,l)$ к условиям НВВ затруднительна из-за сложности выбора соответствующего показателя, рекомендуется оценивать данный показатель качественно.
	1.4.2	Временная избыточность функциональной подсистемы СИС S_i	$\theta_{BI}(S_i,l) = \tau_{i\text{вос}}$, где $\tau_{i\text{вос}}$ — максимально возможное время проведения работ для восстановления работоспособности подсистемы.
		Временная избыточность СИС S	$\theta_{BI}(S,l) = \tau_{\text{вос}}$, где $\tau_{\text{вос}}$ — максимально возможное время проведения работ для восстановления работоспособности всей системы.

Показатели стойкости, отказоустойчивости основаны на аксиоме неизбежности разрушения узлов и связей. Анализ непоражаемости, адаптивности и ремонтпригодности имеет целью определить ожидаемые в течение эксплуатационного периода параметры конкретной системы, компоненты которой обладают «надёжностными» характеристиками. Так как количественная оценка их затруднительна из-за сложности выбора соответствующего показателя, данные показатели оцениваются качественно.

Количественная оценка степени деградации функциональных возможностей СИС представляется в виде

$$S_d = \frac{T_{\text{тек}} - T_{\text{нач}}}{T_{\text{нач}}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{нач}} = \sum_{i=1}^m T_{i\text{нач}}$ — суммарное время реализации всех функций до НВВ;

$T_{\text{тек}} = \sum_{i=1}^m T_{i\text{тек}}$ — суммарное время.

Учёт рассмотренных характеристик в моделях живучести и использование разработанных математических графовых моделей получения значений показателей частных характеристик живучести СИС позволяют увеличить достоверность получаемой оценки в отличие от ранее применяемых методик, которые носили частный характер и имели ограниченное применение в научных и научно-практических задачах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. — М.: Техносфера, 2003.

2. Додонов А.Г., Ландэ Д.В. Живучесть информационных систем. — К.: Наук. думка, 2011. — 256 с.
3. Стекольников Ю.И. Живучесть систем. — СПб.: Политехника, 2002. — 155 с.
4. Синтез и анализ живучести сетевых систем: монография / Ю. Ю. Громов [и др.]. — М.: Машиностроение-1, 2007. — 152 с.
5. Управление информационными процессами в условиях неопределенности / Ю.Ю. Громов [и др.] // Информация и безопасность. — 2011. — №2. — С. 233—238.
6. Управление информационными процессами в системах с использованием качественной информации / Ю.В. Минин [и др.] // Вестник Воронежского института ФСИИ России. — 2011. — №2 — С. 64—68.
7. Анцелович Л.Л. Надёжность, безопасность и живучесть самолёта. — М.: Машиностроение, 1985. — 296 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елисеев Алексей Игоревич. Ассистент кафедры информационных систем и защиты информации. Тамбовский государственный технический университет.
E-mail: alekseyeliseev@ya.ru
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106. Тел. (4752) 63-13-58.

Минин Юрий Викторович. Доцент кафедры информационных систем и защиты информации. Кандидат технических наук.
Тамбовский государственный технический университет.
E-mail: yuri.minin@gmail.com
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106. Тел. (4752) 63-13-58.

Ягудаев Геннадий Георгиевич. Директор Северо-Кавказского филиала МАДИ. Кандидат технических наук, доцент.

Eliseev Aleksey Igorevich. Assistant of the chair of Information Systems and Protection of Information.
Tambov State Technical University.
Work address: Russia, 392000, Tambov, Sovietskaya Str., 106. Tel. (4752) 63-13-58.

Minin Yury Viktorovich. Assistant professor of the chair of Information Systems and Protection of Information. Candidate of technical sciences.
Tambov State Technical University.
Work address: Russia, 392000, Tambov, Sovietskaya Str., 106. Tel. (4752) 63-13-58.

Yagudaev Gennadii Georgievich. Director of the North Caucasus branch of MADI. Candidate of technical sciences, assistant professor.

Ключевые слова: сетевые информационные структуры; показатели качества функционирования; графовые модели.

Key words: network information structures; indicators of qu*ality of functioning; graph models.

УДК 004