

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное казенное учреждение
«Научно-исследовательский центр «Охрана»
Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации**



ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ. ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ

**Доклад
старшего научного сотрудника,
кандидата технических наук
Вадима Александровича Гапоненко**

РОЛЬ И МЕСТО ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИЯХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

ФОРМАЛЬНЫЙ ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

ДАНО

Универсальное множество ИТСО – $A = \{a_i\}, i = 1, 2, \dots, n_A$, где $n_A \in N, n_A = |N|$.

НЕОБХОДИМО

1. С использованием отображения $f_{A \rightarrow M}$ из универсального множества A сформировать множество вариантов ИК ТСО

$$M = \{m_i\}, i = 1, 2, \dots, n_M, \text{ где } n_M \in N, n_M = |N|.$$

2. Сформировать множество вариантов подразделений охраны

$$G = \{g_i\}, i = 1, 2, \dots, n_G, \text{ где } n_G \in N, n_G = |N|.$$

3. Назначить каждому $m_n \in M$ некоторое подразделение охраны из множества (отображение $f_{M \rightarrow S}$ множества M в множество вариантов СБ)

$$S = \{s_i\}, i = 1, 2, \dots, n_S, \text{ где } n_S \in N, n_S = |N|.$$

4. Найти для каждого $s_i \in S$ варианта СБ множество функций

$$E = \{e_i, b_i\}, i = 1, 2, \dots, n_E, \text{ где } n_E \in N, n_E = |N|$$

где e_i – наименование функций; b_i – важность выполнения i -й функции в СБ.

Стоимость системы безопасности – ресурсное ограничение при решении задачи поиска оптимальных вариантов СБ и характеризует затраты на создание и эксплуатацию системы конкретного объекта

$$\begin{aligned}C &= C_{\text{соз}} + C_{\text{эксп}}, \\C_{\text{соз}} &= C_{\text{НИОКР}} + C_{\text{ПР}} + C_{\text{СМР}} + \sum_{i=1}^n C_i(a_i), \\C_{\text{эксп}} &= T_{\text{лет}}(C_{\text{л/с}} + C_{\text{о.ф}} + C_{\text{о.р}}),\end{aligned}$$

где $C_{\text{соз}}$ – стоимость создания СБ на конкретном объекте;

$C_{\text{эксп}}$ – стоимость эксплуатации ИК ТСО;

$C_{\text{НИОКР}}$ – стоимость проектирования ИК ТСО (этапы НИР и ОКР);

$C_{\text{ПР}}$ – стоимость разработки проектно-сметной документации;

$C_{\text{СМР}}$ – стоимость строительно-монтажных работ по созданию ИК ТСО на объекте;

$C_i(a_i)$ – стоимость закупки $a_i \in A$ ИТСО;

n – количество ИТСО в составе ИК ТСО;

$C_{\text{л/с}}$ – стоимость содержания личного состава подразделений охраны в год;

$C_{\text{о.ф}}$ – расходы на обеспечение функционирования ИК ТСО (электроэнергия, содержание зданий и др.) в год;

$C_{\text{о.р}}$ – расходы на обеспечение работоспособности оборудования ИК ТСО (закупка ЗИП, ремонт и др.) в год;

$T_{\text{лет}}$ – количество лет, в течение которых должен эксплуатироваться ИК ТСО.

Эффективность системы безопасности – степень достижения поставленной перед системой цели, которая, как правило, представлена некоторым множеством Φ результатов функционирования вариантов систем из множества $s_i \in S$.

Каждому варианту системы $s_i \in S$ соответствует некоторое значение $\phi_{ij} \in \Phi$, которое зависит от:

- 1) характеристик объекта, подлежащего охране – $O = \{o_l\}$, $l = 1, 2, \dots, n_o$, где $n_o \in N$, $n_o = |N|$, N – множество натуральных чисел, $|N|$ – мощность множества N .
- 2) климатических и другие условий места расположения объекта, влияющих на функционирование ИТСО – $V = \{v_d\}$, $d = 1, 2, \dots, n_v$, где $n_v \in N$, $n_v = |N|$.
- 3) множества типов нарушителей – $X = \{x_j\}$, $j = 1, 2, \dots, n_x$, где $n_x \in N$, $n_x = |N|$.

Для определения значений $\phi_{ij} \in \Phi$ используется **Модель оценки эффективности**, которую можно представить в общем случае функционалом

$$\phi_{ij} = F_{CO}(O, V, s_i, x_j).$$

ТРЕБОВАНИЯ К ОПТИМАЛЬНОСТИ ВАРИАНТА СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Формулировка 1.

Из множества вариантов СБ выбрать оптимальный вариант системы, который имеет минимум стоимости создания КИ ТСО при выполнении условия – его показатели эффективности противодействия всем типам нарушителей, включенным в Модель нарушителя, имеют значения не менее заданных.

$$s^* = \{s^* \mid s^* \in S \& C_{s^*} = \min_i C(s_i)\},$$

$$\phi_{s^*j} \geq \phi_{\text{Треб}j},$$

$$n_{E_i} \geq n_{E_{\text{Треб}}}, \quad (b_k \in E_i) \geq (b_{k_{\text{Треб}}} \in E_{\text{Треб}}),$$

где $C(s_i)$ – стоимость $s_i \in S$ варианта СБ;

C_{s^*} – стоимость $s^* \in S$ оптимального варианта СБ;

ϕ_{s^*j} – показатели эффективности $s^* \in S$ оптимального варианта СБ при противодействии $x_j \in X$ типу нарушителя;

$\phi_{\text{Треб}j}$ – требуемый (заданный ЛПР) показатель эффективности противодействия СБ $x_j \in X$ типу нарушителя;

$E_i = \{e_k, b_k\}, k = 1, 2, \dots, n_{E_i}$ – множество функций, выполняемых $s_i \in S$ вариантом СБ;

$E_{\text{Треб}} = \{e_{k_{\text{Треб}}}, b_{k_{\text{Треб}}}\}, k = 1, 2, \dots, n_{E_{\text{Треб}}}$ – множество функций, которые необходимо исполнить $s^* \in S$ варианту СБ.⁴

Формулировка 2.

Из множества вариантов СБ выбрать оптимальный вариант системы, имеющий максимум значения обобщенного показателя эффективности при условии, что стоимость создания его ИК ТСО не превышает заданного значения.

$$s^* = \{s^* \mid s^* \in S \ \& \ \phi_{s^*r} = \max_i \phi_{ir}\},$$

$$C_{s^*} \leq C_{\text{доп}},$$

$$n_{E_i} \geq n_{E_{\text{Треб}}}, \quad (b_k \in E_i) \geq (b_{k_{\text{Треб}}} \in E_{\text{Треб}}),$$

где $C_{\text{доп}}$ – допустимая (заданная ЛПР) стоимость варианта СБ;

C_{s^*} – стоимость $s^* \in S$ оптимального варианта СБ;

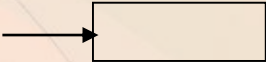
ϕ_{s^*j} – показатели эффективности $s^* \in S$ оптимального варианта СБ при противодействии $x_j \in X$ типу нарушителя;

ϕ_{ir} – обобщенный показатель качества СБ, характеризующий эффективность варианта системы при воздействии всех типов нарушителей из множества X

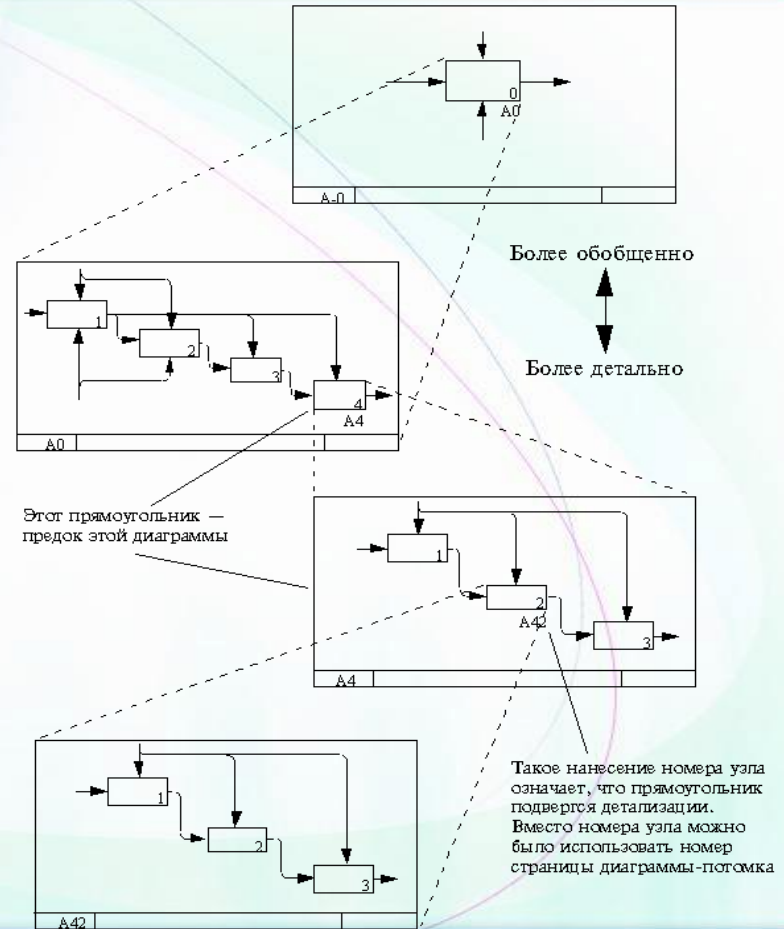
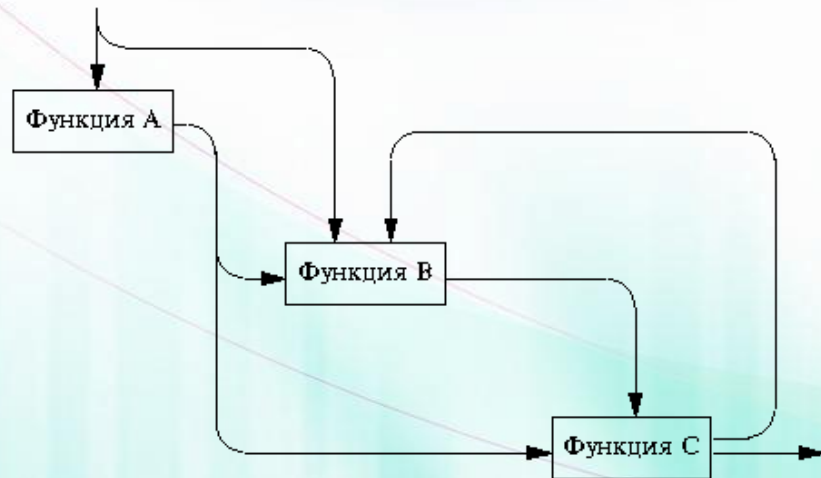
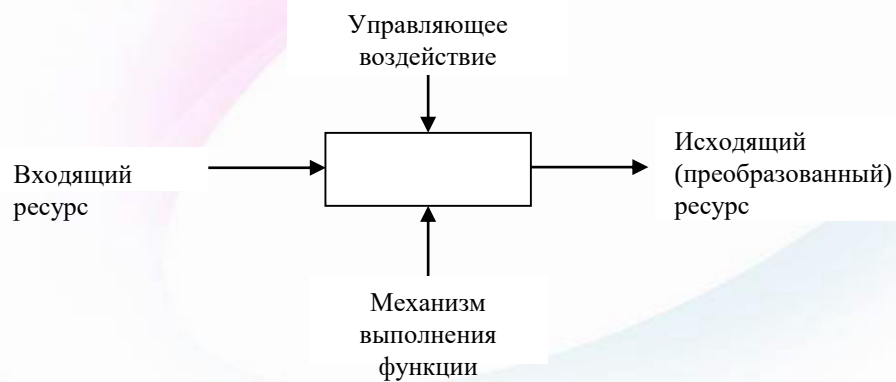
$$\phi_{ir} = f(\phi_{i1}, \phi_{i2}, \dots, \phi_{ij}, \dots, \phi_{in_X})$$

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

ГРАФИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ IDEF0

№	Наименование	Описание	Графическое представление
1	Блок	Объект служит для описания функций (процедур, работ), выполняемых системой	
2	Дуга со стрелкой слева «Вход»	Дуга описывает входящие ресурсы (данные), необходимые для выполнения функции	
3	Дуга со стрелкой справа «Выход»	Дуга описывает исходящие данные, являющиеся результатом выполнения функции	
4	Дуга со стрелкой сверху «Управление»	Дуга описывает управляющее воздействия. В IDEF0 каждая процедура должна обязательно иметь не менее одной стрелки сверху, отражающей управляющее воздействие	
5	Дуга со стрелкой снизу «Механизм»	Дуга описывает механизмы или ресурсы, необходимые для выполнения функции, но не изменяющие в процессе ее выполнения свое состояние	

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ, ПОСТРОЕННОЙ В НОТАЦИИ IDEF0



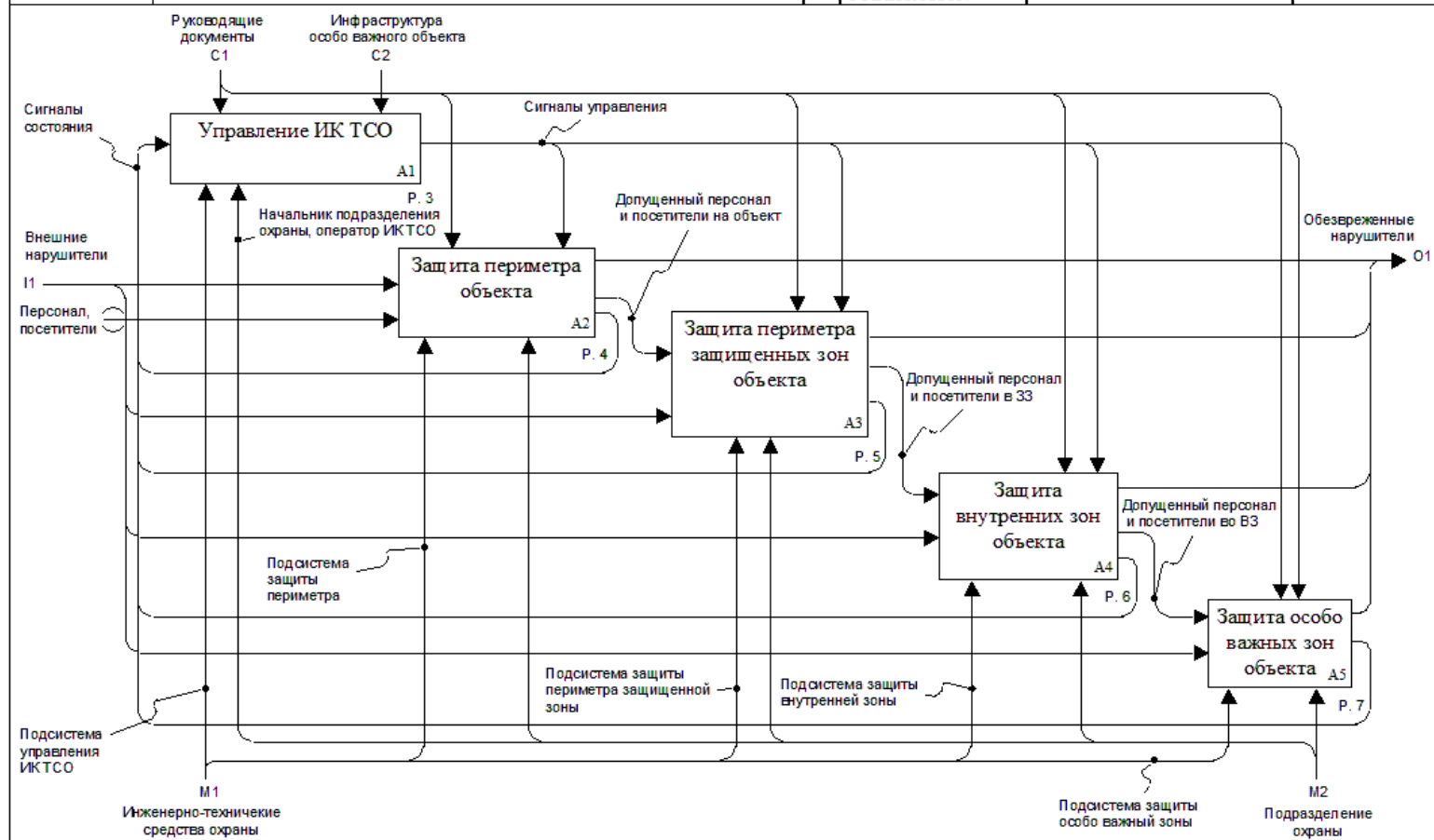
USED AT:	AUTHOR: PROJECT: Функционирование ИК ТСО объекта NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 21/09/13	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: Top
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



Точка зрения: Разработчика ИК ТСО особо важного объекта

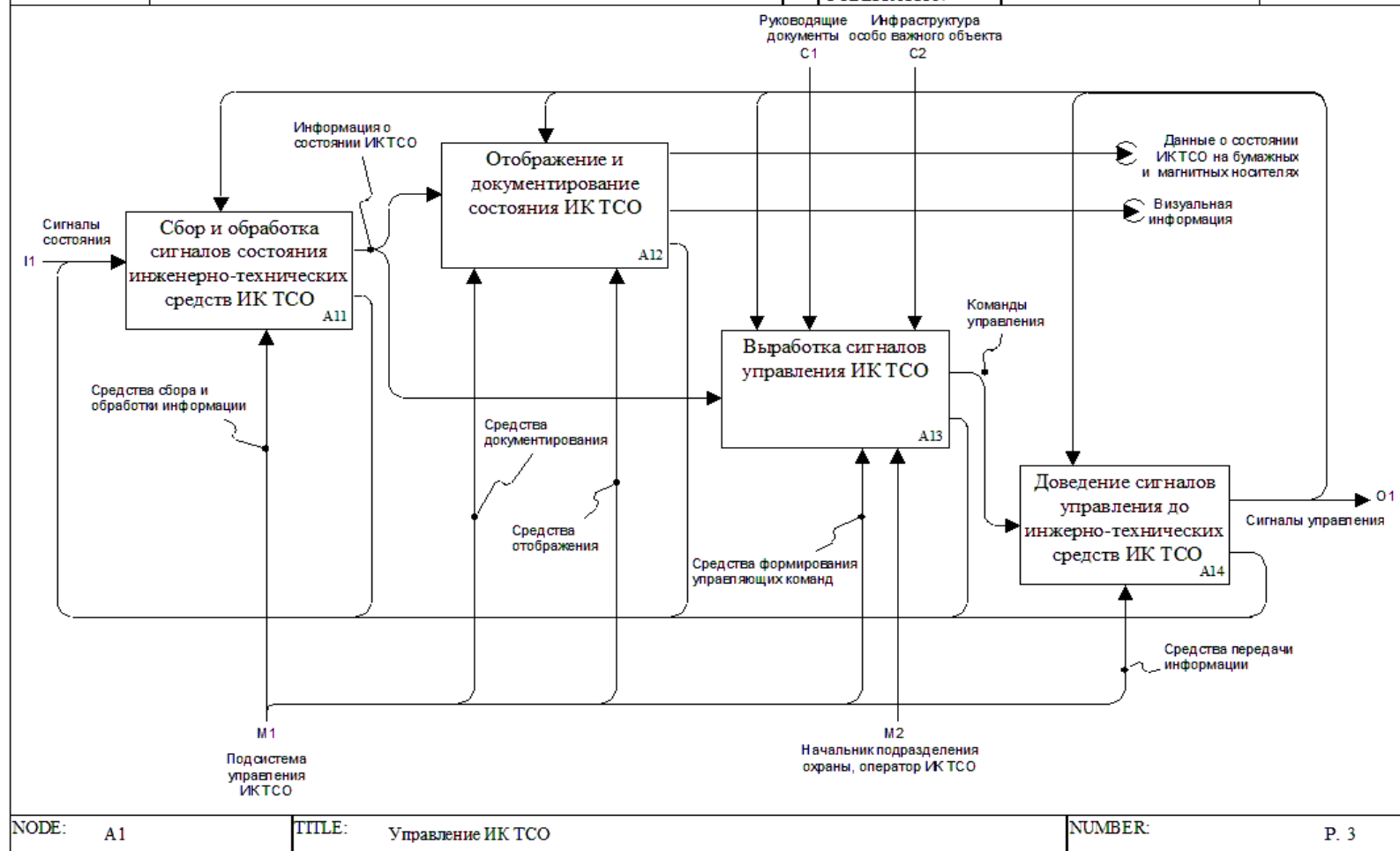
Цель: Определить основные функции ИК ТСО особо важных объектов и порядков их взаимодействия между собой при выполнении системой безопасности своего основного назначения - пресечение противоправных акций и предотвращение несанкционированного доступа к специальным сооружениям, изделиям и материальным ценностям

USED AT:	AUTHOR:	DATE: 22/09/13	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:
	PROJECT: Функционирование ИК ТСО объекта			DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			
			NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10				

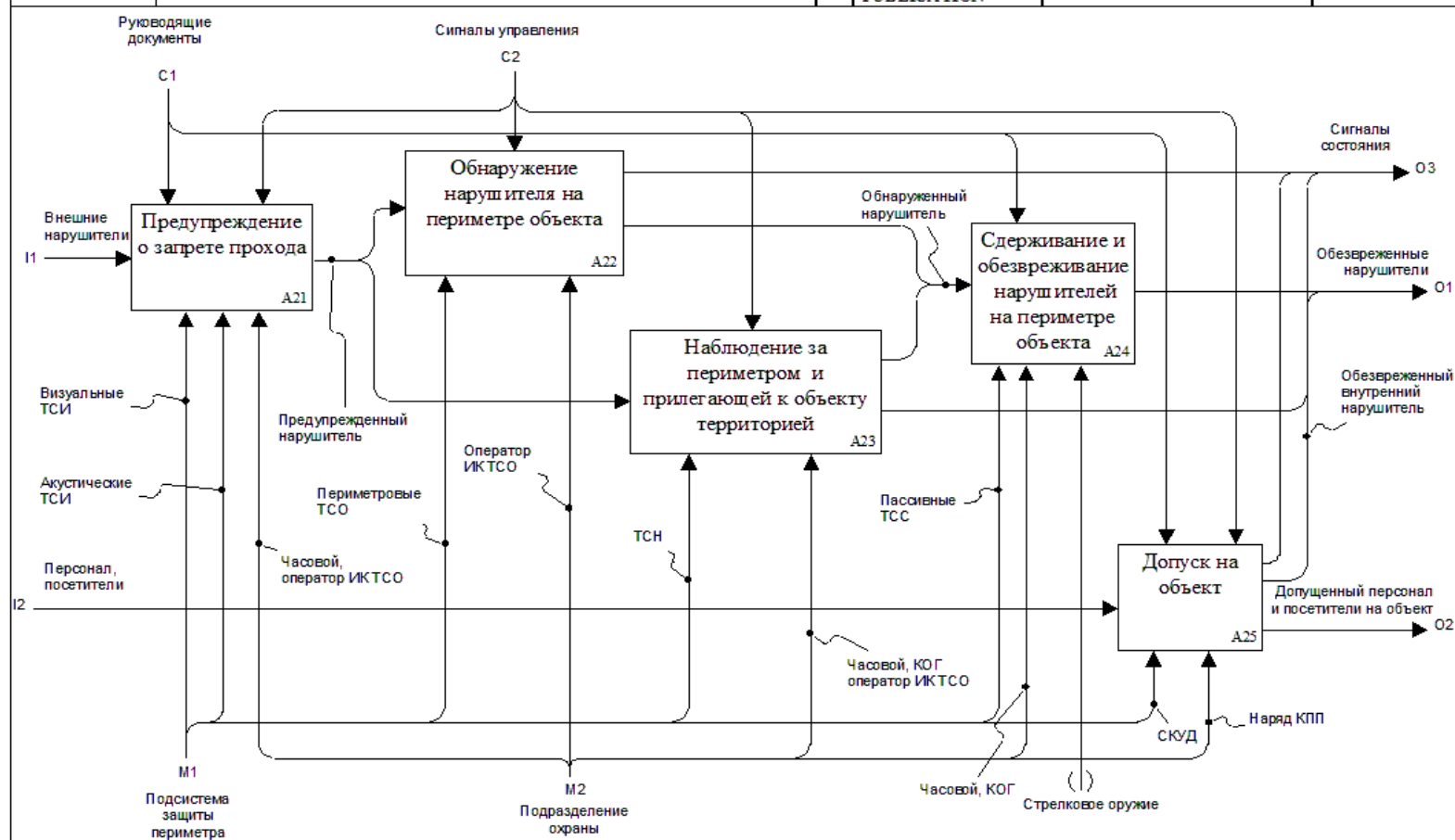


NODE: A0	TITLE: Обеспечить защиту особо важного объекта	NUMBER: P. 2
----------	--	--------------

USED AT:	AUTHOR:	DATE: 21/09/13	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
	PROJECT: Функционирование ИК ТСО объекта			DRAFT			
				RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			PUBLICATION			

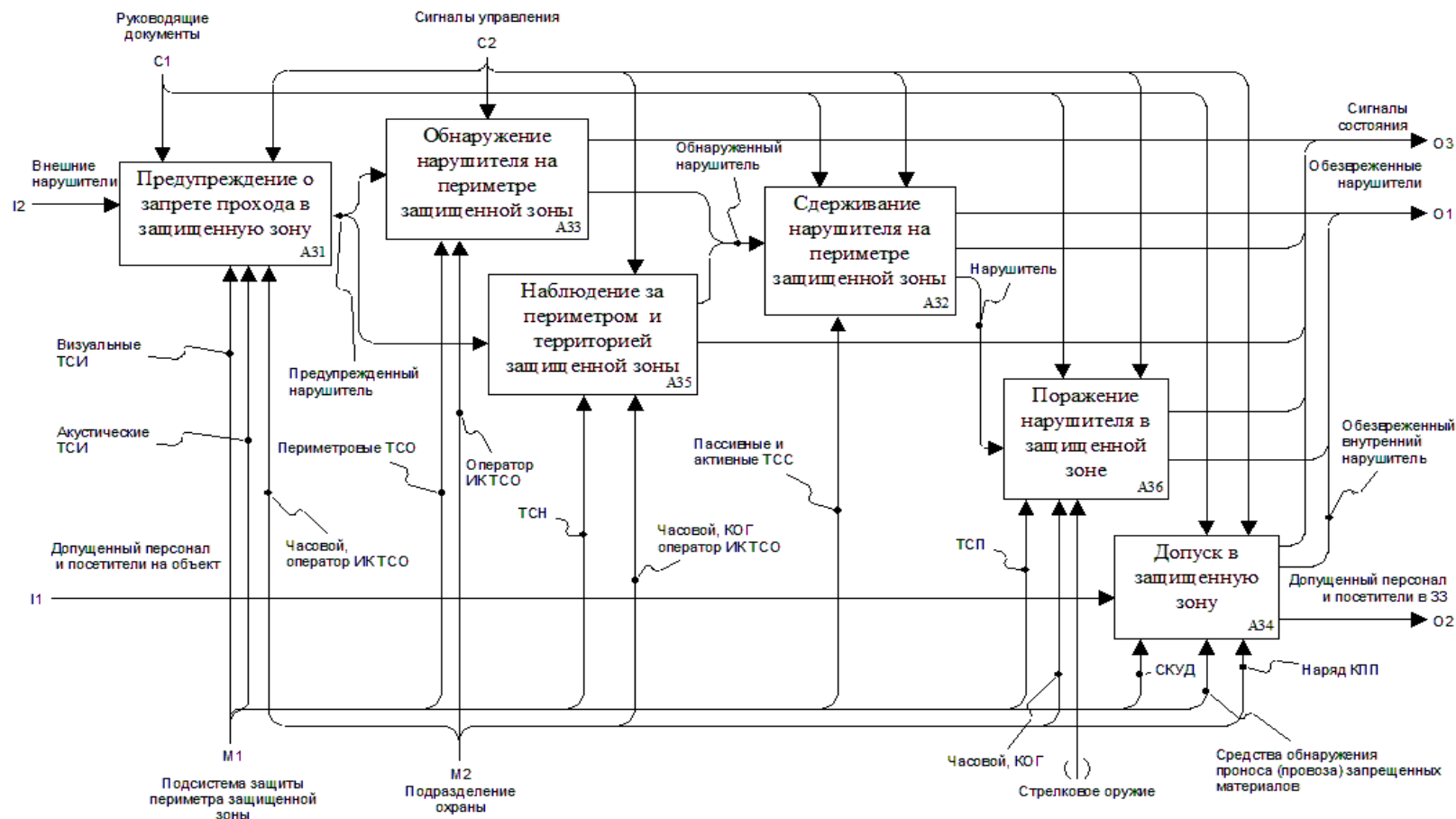


USED AT:	AUTHOR:	DATE: 21/09/13	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:
	PROJECT: Функционирование ИК ТСО объекта			DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



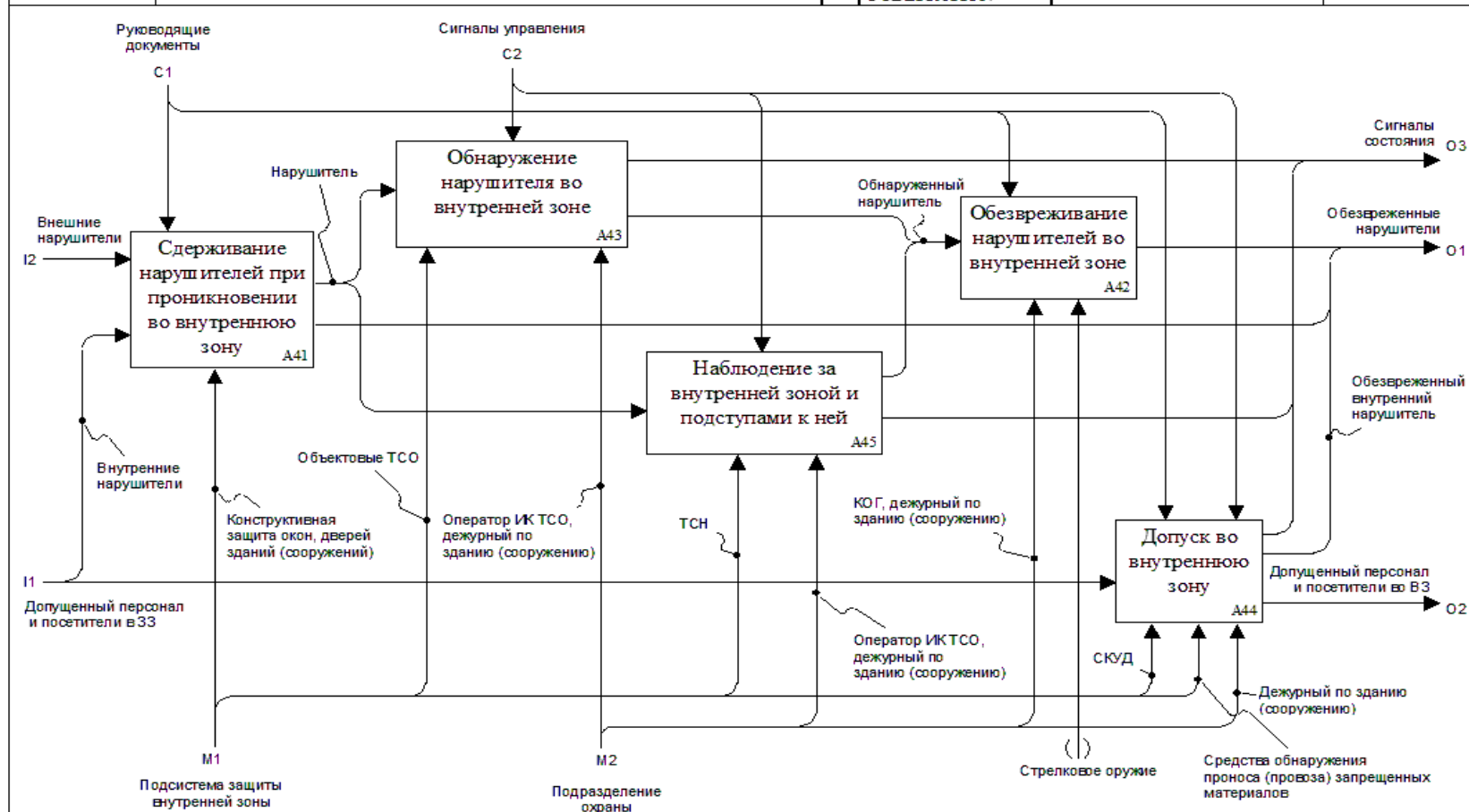
NODE: A2	TITLE: Защита периметра объекта	NUMBER: P. 4
----------	---------------------------------	--------------

USED AT:	AUTHOR:	DATE: 22/09/13	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:
	PROJECT: Функционирование ИК ТСО объекта			DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			

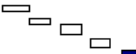


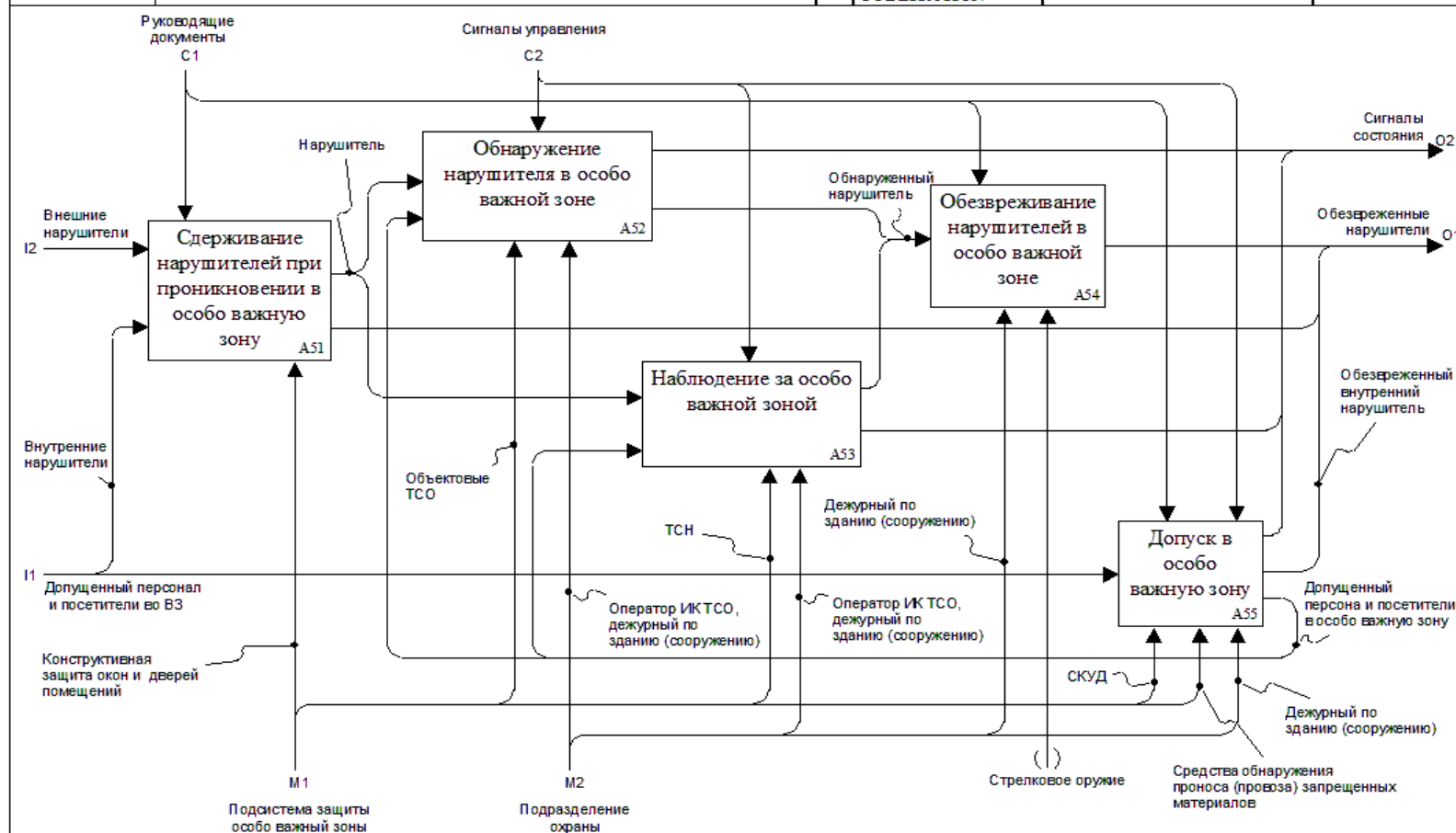
NODE: A3	TITLE: Защита периметра защищенных зон объекта	NUMBER: P. 5
----------	--	--------------

USED AT:	AUTHOR:	DATE: 22/09/13	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:
	PROJECT: Функционирование ИК ТСО объекта			DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



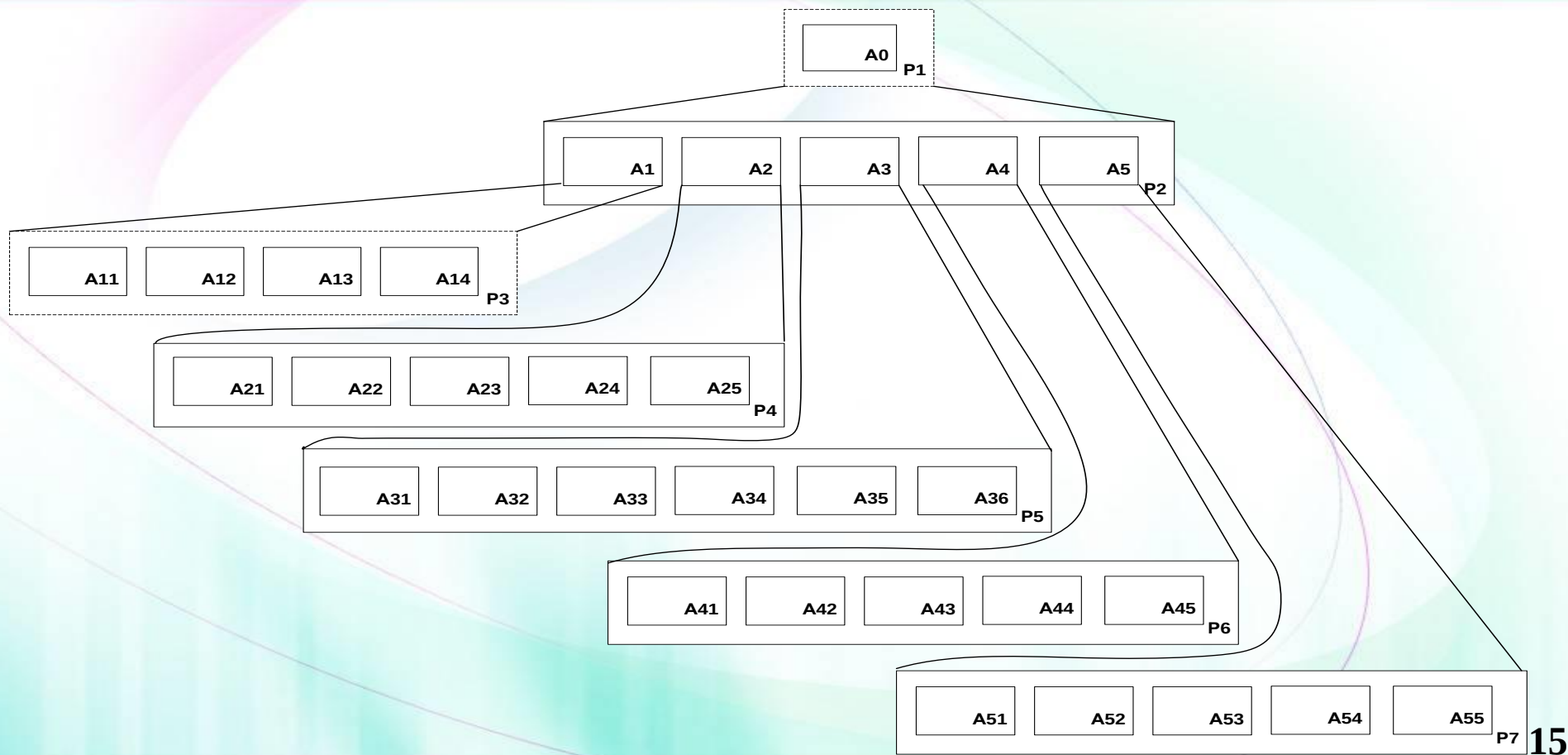
NODE: A4	TITLE: Защита внутренних зон объекта	NUMBER: Р. 6
----------	--------------------------------------	--------------

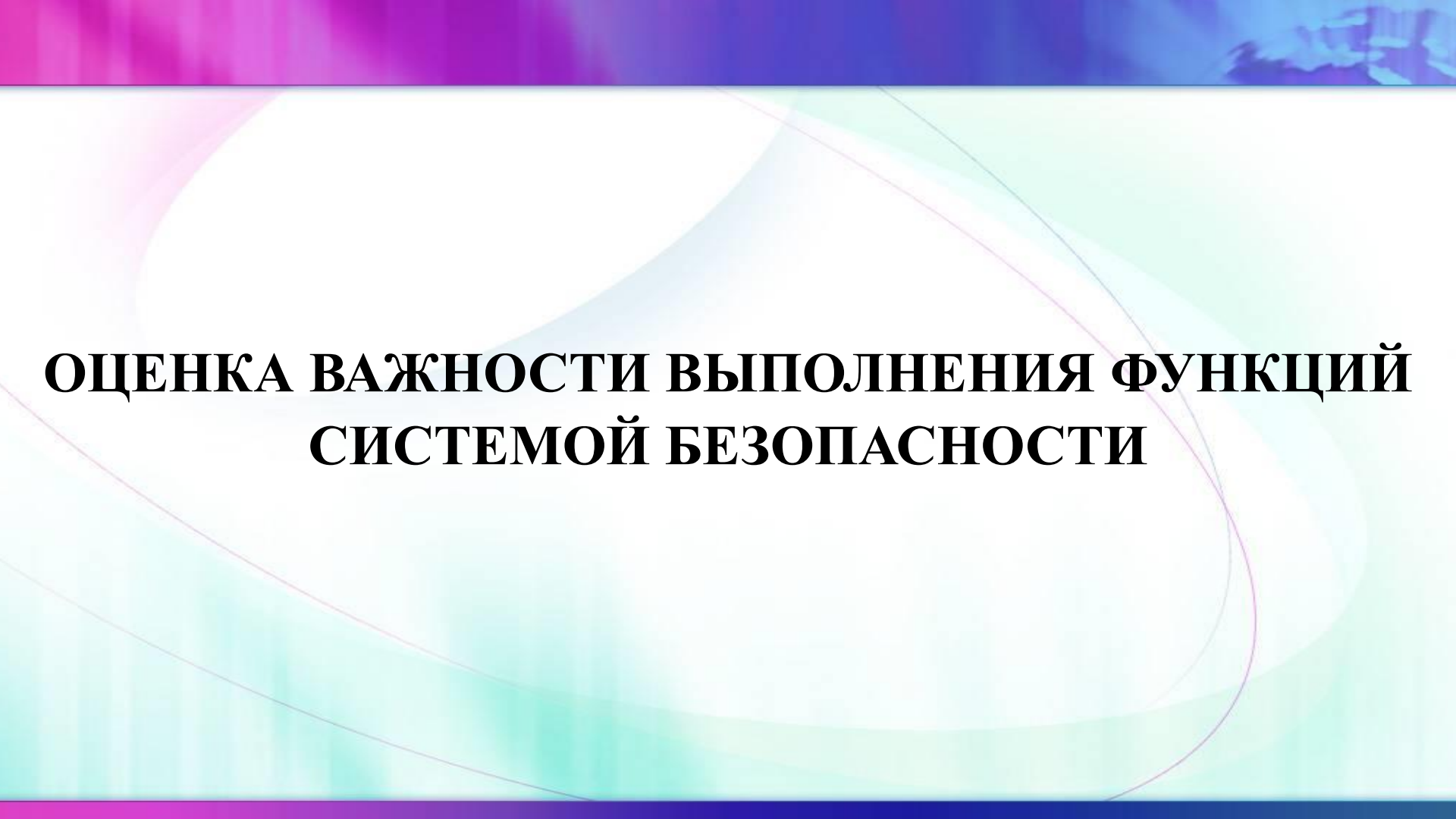
USED AT:	AUTHOR: PROJECT: Функционирование ИК ТСО объекта NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	DATE: 21/09/13	x	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: 
				DRAFT			
				RECOMMENDED			
				PUBLICATION			



NODE: A5	TITLE: Защита особо важных зон объекта	NUMBER: P. 7
----------	--	--------------

СТРУКТУРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОСТРОЕННОЙ В НОТАЦИИ IDEF0



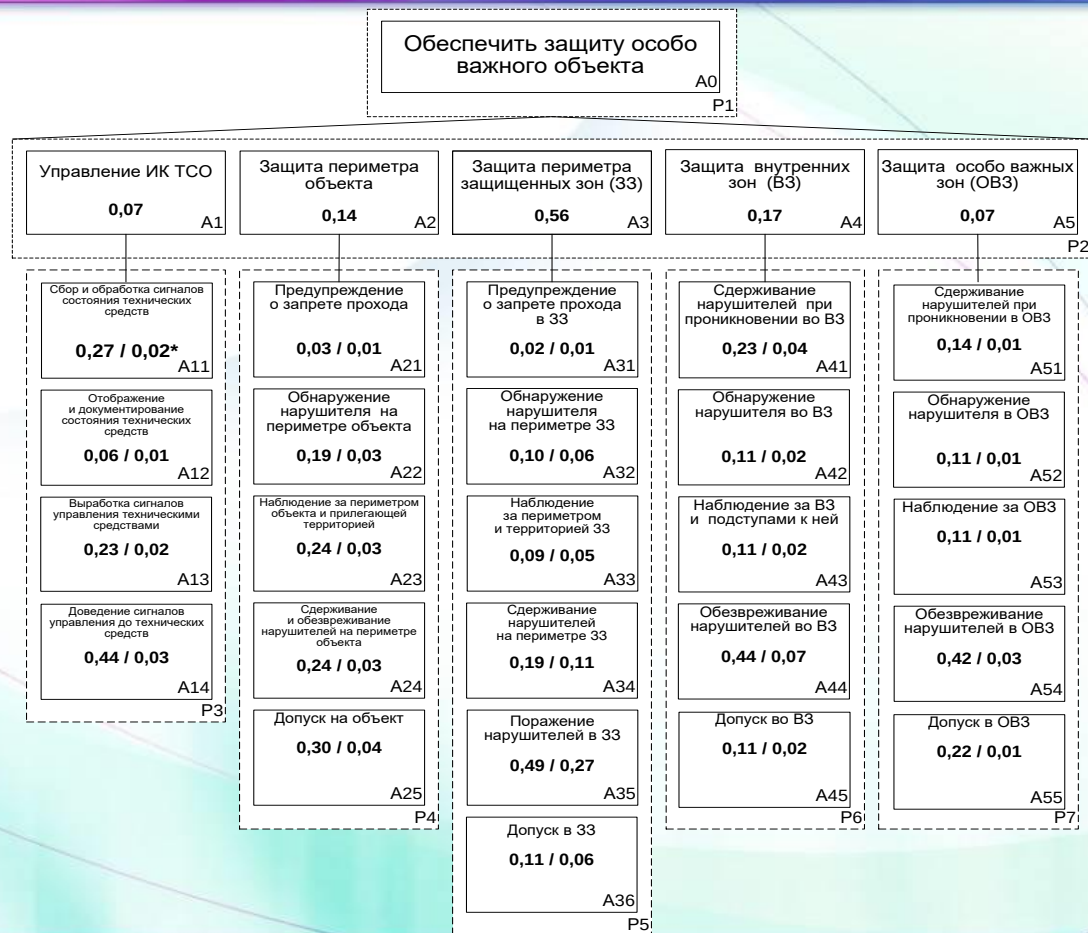


ОЦЕНКА ВАЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИЙ СИСТЕМОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВАЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИЙ СИСТЕМОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Определяются матрицы парных сравнений $A = \| a_{ij} \|$ для каждого уровня иерархии.
2. Для полученных матриц $A = \| a_{ij} \|$ определяются главные собственные векторы w .
 - 1) для каждой строки матрицы найти среднегеометрическое значение $b_i = \sqrt[n_x]{\prod_{j=1}^{n_x} a_{ij}}$;
 - 2) найти сумму $g = \sum_{i=1}^{n_x} b_i$;
 - 3) рассчитать нормированные величины компонентов главного собственного вектора $w_i = b_i / g$.
3. Осуществить проверку согласованности $A = \| a_{ij} \|$:
 - 1) рассчитать взвешенную матрицу $H = \| h_i \|$, где $H = Aw$, $h_i = \sum_{j=1}^{n_s} a_{ij} w_i$;
 - 2) рассчитать нормированную матрицу $R = \| r_i \|$, где $r_i = h_i / w_i$, $k = \overline{1, n_s}$;
 - 3) определить максимальное собственное значение матрицы $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^{n_s} r_i / n_s$;
 - 4) определить отношение согласованности $\xi = ((\lambda_{\max} - n_s) / (n_s - 1)) / \delta_{\text{си}}$;
 - 5) проверить выполнение условия согласованности $\xi \leq 0,10$.
4. Определить значения стоимости каждой функции АСО: $c_i = b_i C$
где C_i – стоимость функций; b_i – коэффициенты важности функций;

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭТАЛОННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВАЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИЙ СИСТЕМОЙ БЕЗОПАСНОСТИ



1. Нормированная важность зон охраны в составе ИК ТСО с учетом вектора приоритета первого уровня иерархии распределяется следующим образом:
 - а) защищенная зона охраны – 56 %;
 - б) внутренняя зона охраны – 17 %;
 - в) периметр охраняемой территории – 14 %;
 - г) особо важная зона охраны – 7 %;
 - д) подсистема управления ИК ТСО – 7 %.

2. При необходимости совмещения зон охраны с учетом инфраструктуры особо важного объекта возможны варианты структуры ИК ТСО, которые имеют следующую важность:
 - а) периметр защищенной зоны совмещен с периметром территории – 70 %;
 - б) периметр внутренней зоны совмещен с периметром защищенной зоны – 73 %;
 - в) периметр внутренней зоны совмещен с периметром защищенной зоны и периметром охраняемой территории – 87 %.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ