

# Управление рисками и безопасностью

## Методика формирования элементов структуры организационного управления систем физической защиты на основе информационного подхода

В.Н. Костин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, Россия

**Аннотация.** Рассматривается информационный подход к формированию структур организационного управления систем физической защиты критически важных объектов. Используется информационный показатель оптимальности структуры – порция преемственности энтропии оптимального развития систем, которая определяет степень информационной нагрузки на исполнителей структуры организационного управления. На основе информационно-вероятностного метода определен фрагмент формирования оптимальной структуры организационного управления системы физической защиты (технических средств обнаружения), в которой информационная нагрузка на элементы управления (операторов) достигает наилучшего показателя.

**Ключевые слова:** система физической защиты; информационный показатель оптимальности структур организационного управления.

**DOI:** 10.14357/20790279200104

### Введение

После проведения всех этапов концептуального проектирования систем физической защиты (СФЗ) критически важных объектов (КВО), необходимо сформировать структуру организационного управления СФЗ, которая обеспечит эффективное выполнение ее функционального назначения. Вопросы формирования структур организационного управления мало исследованы. Одной из причин такого положения является трудная формализация математического описания процессов взаимодействия элементов структуры организационного управления и возможности ее оптимизации. В настоящее время, как правило, структуры организационного управления формируются решением

руководителей без использования математических методов, опираясь на предыдущий опыт построения организационных структур [1].

В последнее время все больше вводятся информационные показатели для определения эффективности функционирования систем, оценки их сложности, организованности и т.д. То есть, информационные критерии и методы их оценки проникают в новые сферы математического анализа систем. Рассмотрим формирование структур организационного управления с помощью информационного подхода на основе введения понятия энтропии с точки зрения анализа упорядоченности и организованности любой системы, в том числе и СФЗ.

По мнению автора Седова Е.А. [2], степень организованности и упорядоченности любой системы можно описать с помощью энтропии, при этом система достигает своей оптимальности при определенной степени неопределенности. В этом случае система, как организованная структура, будет наиболее приспособлена к решению технологических задач в условиях неопределенности ситуаций изменения внешней среды.

Для реализации своего назначения для любой организационной системы, в том числе и СФЗ, формируется функциональная структура (рис. 1) и структура организационного управления (рис. 2).

В общем виде структура организационного управления СФЗ представляет древовидный граф подчиненности, который имеет определенную ширину (количество отдельных функций) и глубину (количество уровней управления). Структура ор-

ганизационного управления отражает логические взаимосвязи между уровнями управления и функциональными областями, позволяющими организации максимально эффективно достигать своих целей [1].

При формировании организационных структур с увеличением количества управляющих элементов растут расходы управленческого аппарата и время процесса управления, при этом уменьшается информационная нагрузка на элементы управления (рис. 3). При уменьшении количества управляющих звеньев увеличивается информационная нагрузка (снижая стоимость) на элементы управления, что может привести к возникновению задержек и ошибок в управлении от информационной перегрузки исполнителей. В данном случае должна быть золотая середина между двумя тенденциями, это и будет оптимальной информацион-

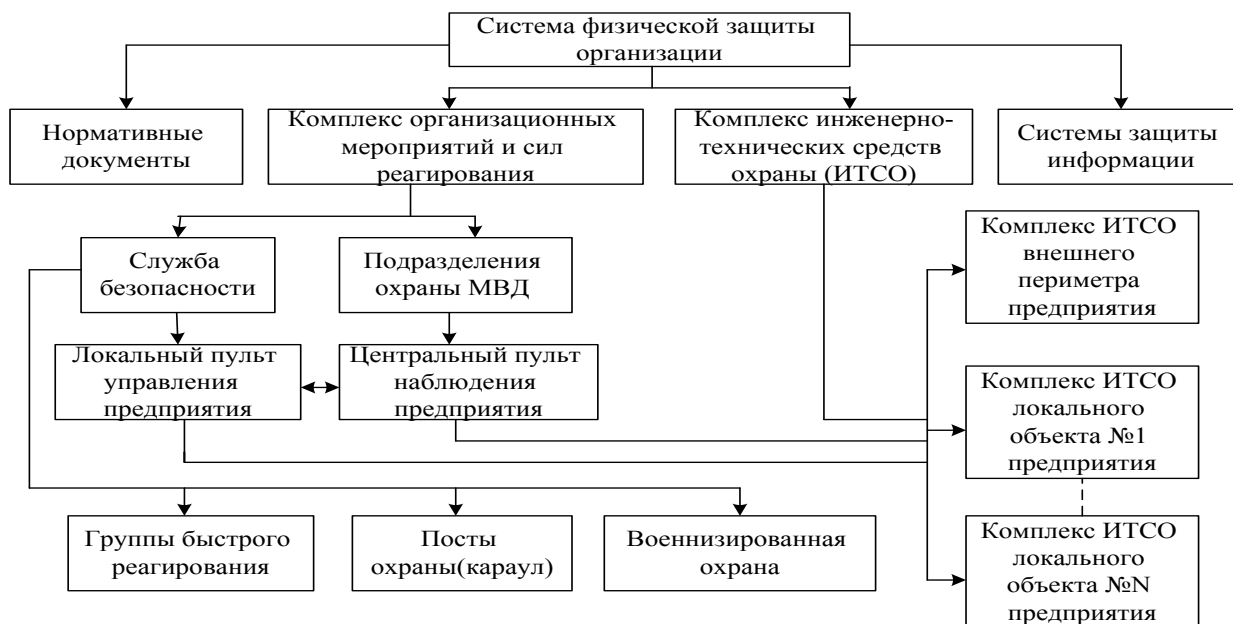


Рис. 1. Функциональная структура СФЗ.

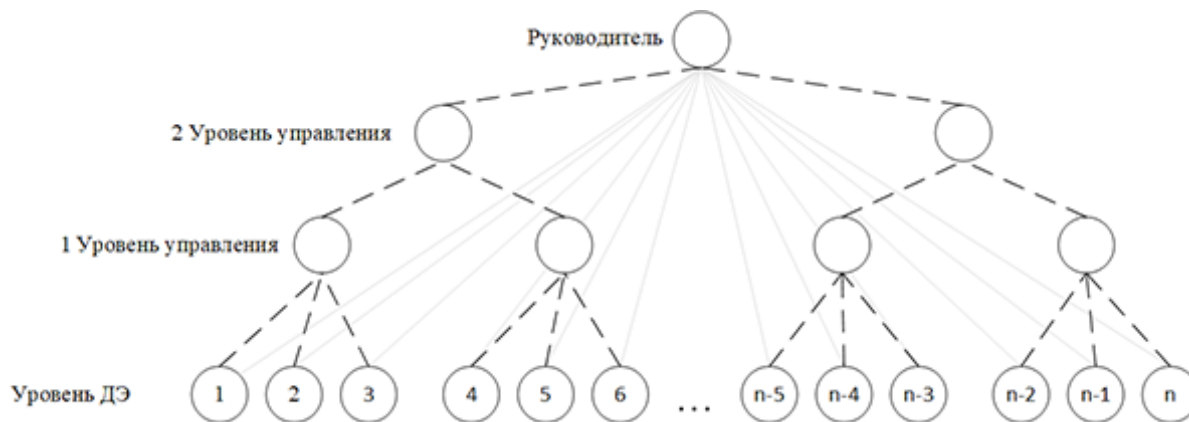
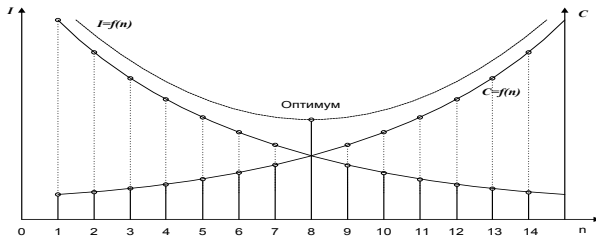


Рис. 2. Структура организационного управления СФЗ.



**Рис. 3.** Информационно-стоимостные зависимости от количества (n) элементов управления.

ной нагрузкой (нормой управляемости) в структуре организации [1].

### 1. Постановка задачи

Будем считать структуру организационного управления оптимальной, если информационная нагрузка на все элементы организационного управления стремится к оптимальному значению. Показатель информационной нагрузки – количество информации на элемент управления  $I_{Эу}$ . Тогда критерий оптимальности опишем в виде:  $I_{Эу} \rightarrow opt$ . То есть, информационная нагрузка на элементы управления в ширину и глубину графа структуры организации стремится к оптимальному значению.

Процесс формирования элементов управления с оптимальной нагрузкой рассматривается как развитие (эволюция) системы – включаются дополнительные элементы в систему (средства наблюдения), система расширяется (увеличивается контролируемая зона ответственности, и т. д.) и следовательно увеличивается количество информации в системе. Согласно источникам [2, 3], при развитии систем значение величины оптимальности информационной нагрузки  $I_{Эу} \rightarrow opt$  на элементы структуры управления достигается при обеспечении порции преемственности энтропии развития системы от предыдущей системы (степени структурной упорядоченности системы) в виде критерия оптимальности  $G_H^{om} = 0,27$ . Наилучшее соотношение порции преемственности энтропии порождает оптимальную величину структурной информации.

Порция преемственности энтропии  $G_H^K$  – это количество энтропии в новой системе от начальной (предыдущей) системы (начального состояния). Если в полученной системе количество энтропии мало отличается от начальной системы ( $G_H^K < 0,27$ ), то это лишь модернизация системы (т.е. система не совершенна). Если в полученной системе количество энтропии значительно отличается от начальной системы ( $G_H^K > 0,27$ ), то в этом случае большой риск, что система будет не при-

способлена к новым условиям. Это баланс старого и нового в перспективной системе.

В приложении к данной предметной области – порция преемственности энтропии системы контроля – количество энтропии начального элемента (состояния) представленная в новой системе контроля (зоне ответственности).

Для оценки величины преемственности энтропии  $G_H^K$  использовался информационно-вероятностный метод [3]. Информационный потенциал каждого ИТСО описывался в виде энтропии К.Шеннона. Решение сформулированной задачи связано, во-первых, с определением вектора  $X_m$ , количественно отображающего информационный потенциал ИТСО; во-вторых, с оценкой уровня мощности критерия  $\beta_i^{sp}$ . Информационное отображение конкретной ситуации при этом укладывается в следующую схему: имеется  $n$  ИТСО, претендующих на включение в структурную единицу; каждому ИТСО поставлена в соответствие совокупность  $m$  признаков, определяющих его информационный потенциал в виде энтропии.

В этом случае ситуация декомпозиции множества ИТСО на значимо различные классы (формирования структурных единиц на множестве ИТСО) в развернутой форме характеризуется таблицей 1, у которой один вход (столбцы) образован множеством различных ИТСО  $\{A_i\}$  а другой – множеством признаков, характеризующих ИТСО.

**Табл. 1**

Модифицированная морфологическая матрица

Наименование признаков ИТСО	Множество ИТСО				
	$\{A_1\}$	...	$\{A_j\}$	...	$\{A_n\}$
$X_1$	$X_{11}$	...	$X_{1j}$	...	$X_{1n}$
$X_i$	$X_{i1}$	...	$X_{ij}$	...	$X_{in}$
...	...	...	...	...	...
$X_m$	$X_{m1}$	...	$X_{mj}$	...	$X_{mn}$

Признаки  $\{X_{ji}\}$  однозначно задаются в различных физических шкалах. Поэтому для приведения признаков  $\{X_{ji}\}$  к единой общей шкале воспользуемся естественной нормализацией, осуществляемой относительно экстремальных значений признаков  $\{X_{ji}\}$  как без смены ингредиента на противоположный:

$$r_{ji} = \frac{x_{ji}}{x_{\max j}} \tag{1}$$

так и со сменой ингредиента на противоположный:

$$r_{ji} = \frac{x_{\min j}}{x_{ji}}, \quad (2)$$

с отображением в  $x_{ji} \rightarrow r[0,1]$ . Зависимости (1) и (2) обеспечили отображение выборочного пространства, приведенного в таблице 1 в другое, имеющее мощность континуума приведенного в таблице 2.

**Табл. 2**

Матрица принятия стратегических решений

Наименование признаков ИТСО	Множество ИТСО				
	{A <sub>1</sub> }	...	{A <sub>j</sub> }	...	{A <sub>n</sub> }
X <sub>1</sub>	r <sub>11</sub>	...	r <sub>1j</sub>	...	r <sub>1n</sub>
X <sub>j</sub>	r <sub>j1</sub>	...	r <sub>jj</sub>	...	r <sub>jn</sub>
...	...	...	...	...	...
X <sub>m</sub>	r <sub>m1</sub>	...	r <sub>mi</sub>	...	r <sub>mn</sub>

Элементы  $r_{ji}$  (пространства мощности континуума) в единой шкале будем идентифицировать с элементарными событиями. При этом определенная на  $r_{ji}$  нормированная мера соответствует вероятности  $p(r)$ , которая отождествляется с понятием интегрального потенциала заданного комплекса элементарных событий. Смысл данной меры состоит в том, чтобы соответствующим образом интерпретировать понятие вероятность. При этом вероятность как категория диалектики совмещает в себе степень субъективной уверенности в появлении событий.

С целью формализации задачи выбора решения множество элементов идентифицируем с пространством событий  $\{A\}$ , а множество признаков с событиями  $\{x\}$ . Тогда связь между всеми признаками, формирующими оценочный потенциал ИТСО, осуществляется через определенную на этих компонентах нормированную меру, которая отождествляется с вероятностью  $p(a)$ . Распределение вероятностей  $p(a)$  обеспечивает оценку  $G_H^K$  при заданном уровне мощности критерия  $\beta_0^{об}$  принятия решения.

Информация в вероятностно-статистической теории выступает в качестве уменьшаемой неопределенности, а ее количество измеряется посредством вероятности. Поэтому, дальнейшее построение метода связано с исследованием законов преобразования информации поля декартова произведения двух множеств (объектов и признаков) в количественные составляющие информации. С этой целью в логическую схему введем такие понятия, как априорные, апостериорные и условные вероятности, применим теорему Байеса и формулу полной вероятности, а также введем понятие ус-

ловной вероятности  $p$  проявления  $j$ -го признака в формировании оценочного потенциала при условии, что события, формирующие оценочный потенциал, произошли.

Для получения зависимости определения величины  $p(r)$ , являющейся нормированной мерой на элементарных событиях  $\{r\}$ , воспользуемся тем, что понятие оценочного потенциала, заданного комплекса элементарных событий, возможно, отождествить с функцией принадлежности, которая ставит в соответствие каждому действительное число в интервале  $[0,1]$ . При этом, не нарушая общности рассуждений, искомая зависимость функции принадлежности представляется в форме:

$$P_{ji}(r) = r_{ji} / \sum_{i=1}^n r_{ji} \quad (3)$$

Один из методов расчета вероятности проявления  $j$ -го признака сравниваемых элементов на формирование оценочного потенциала основан на введенном В.В. Хоменюком понятии потенциального распределения вероятности [1 стр. 106]. Формализованный расчет этих вероятностных оценок связан с принципом максимума неопределенности и обеспечивается формулой:

$$\hat{p}_j(r) = \sum_{i=1}^n r_{ji} / \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n r_{ji} \quad (4)$$

Принцип потенциального распределения вероятностей основан на том, что предпочитается выбор с большей вероятностью тех признаков системы, свойства которой имеют больший вклад в суммарное значение оценочного потенциала ИТСО. При этом отметим, что для принципа потенциального распределения вероятностей (4) априорная информация о состоянии характеристик основана на принципе недостаточности знаний.

Однако не вызывает сомнения тот факт, что вес различных признаков в формировании оценочного потенциала различен. Получение оценок априорного распределения  $p_j$  связано с отношением порядка, которое подробно исследовано в трудах Фишборна. Для простого линейного отношения порядка оценки Фишборна априорных вероятностей образуют убывающую арифметическую прогрессию вида:  $\check{p}_j = 2 * (m - j + 1) / (m * (m + 1))$ . Вводя на основе оценок Фишборна априорную вероятность, мы, задавая вход в модель, учитываем различный вес признаков в формирование оценочного потенциала. Затем, используя принцип потенциального распределения (4) и положения теоремы Байеса, получаем логически обоснованный выход из модели в виде апостериорных условных вероятностей в форме:

$$p_j = \sum_{i=1}^n r_{ji} * \tilde{p}_j / \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n r_{ji} * \tilde{p}_{ji} \quad (5)$$

Т. о., польза от введения априорной вероятности, с одной стороны, состоит в том, что это дает присоединение необходимой для анализа информации, а с другой стороны, это выигрыш с точки зрения логической ясности.

После введения априорной вероятности в метод классификации и вычисления апостериорного значения условной вероятности  $p_j$  перейдем к следующему этапу моделирования, связанного с получением вероятностных оценок проявления  $j$ -го признака  $i$ -го ИТСО на формирование оценочного потенциала. С этой целью воспользуемся теоремой Байеса, в которой речь идет об обращении порядка утверждений в условной вероятности, то есть в принятых нами обозначениях связываются  $p_{ji}(r)$  и  $p_j$ . Тогда вероятность  $p(a)$  в рассматриваемой информационной ситуации определяется формулой:

$$p_{ji}(a) = p_{ji}(r) * p_j / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ji}(r) * p_j \quad (6)$$

Для построения решающего алгоритма воспользуемся аналогией статистических гипотез принятия решений.

Измерение степени упорядоченности и степени организованности системы осуществляется через количество энтропии. Тогда функция неопределенности (оценочный энтропийный потенциал  $i$ -го ИТСО) имеет вид:

$$H_i(p) = - \sum_{j=1}^m p_{ji}(a) * \lg p_{ji}(a). \quad (7)$$

Если рассматривать организационную структуру как развитие, т.е. как расширение за счет включения новых дополнительных ИТСО в организацию, то это приводит к увеличению информации, а следовательно нагрузки на оператора. Количество информации в  $k$ -ой структурной единице определим как увеличение энтропии  $H_i(p)$ :

$$H_k(p) = \sum_{i=1}^{i=q} H_i(p) - H_1(p) \quad (8)$$

где  $q$  – количество ИТСО в  $k$ -ой структурной единице.

Количество накопленной в структуре систем информации  $I_k$  в точности равно уменьшению их энтропии  $\Delta H_k(p)$  [3]. Разность между максимальной энтропией  $H_{max}$  в рассмотренной информационной ситуации и  $H_k(p)$ , объективно существующего оценочного потенциала, и есть количество информации  $I_k$ , накопленной в данной системе  $I_k = H_{max} - H_k(p)$  - степень упорядо-

ченности системы. Максимальная энтропия всей системы определяется из условия, когда вес признаков одинаков (события равновероятны) в формировании энтропийного потенциала.

Чтобы любая система в процессе своей эволюции не достигла предела «приспособленности» (в результате которого системы существуют только в определенных жестко детерминированных условиях), она должна сохранять в себе непредсказуемость, характеризующую определенную порцию энтропии. Удельный вес этой порции определяется зависимостью:  $G_H^K = H_k(p) / I_k$ .

Следующий шаг метода связан с решением задачи минимизации меры неопределенности. Решение данной задачи обеспечит определение количественного значения определенной порции энтропии.

В результате анализа большого количества работ из различных научных областей доказано существование оптимального значения величины  $G_H^{om}$  характеризующей вес порции преемственности энтропии [2, 3]. Получено оптимальное значение порции энтропии  $G_H^{om} = 0,27$ , при котором достигается наилучшая степень упорядоченности. Поэтому оценка ошибки мощности критерия (веса порции преемственности энтропии), представляется зависимостью:

$$\beta_H^{\phi} = |G_H^K - G_H^{om}|. \quad (9)$$

То есть при включении очередного  $i$ -го ИТСО в структурную единицу информация возрастает, это приводит к увеличению информационной нагрузки на оператора. И когда будет выполнено условие  $G_H^K = G_H^{om}$ , наступает момент оптимального развития системы. Если  $G_H^K > G_H^{om}$  – то расширение количества элементов приведет к большой неоднородности элементов системы внутри структурной единице, т.е. получим информационную избыточность или перегруз – структурная единица будет трудно управляема. Если  $G_H^K < G_H^{om}$  – то получим структурные единицы, информационно не достаточно нагружены (система не развита).

Таким образом, необходимо сформировать структуру организационного управления, удовлетворяющую требованиям оптимальной информационной нагрузкой  $G_H^{om}$  на элементы управления.

## 2. Методика решения задачи

Построение структур организационного управления начинается с нижнего уровня исполнителей (снизу вверх).

Первый этап. На самом нижнем уровне (первом) организационной структуры исполнителей определяются все технологические операции (ТО), которые выполняются при функционировании СФЗ. Степень детализации ТО: каждую операцию выполняет отдельный исполнитель самостоятельно или с использованием определенного вида инженерно-технических средств охраны (ИТСО). Всех исполнителей ТО и ИТСО будем называть действующими элементами (ДЭ). Исходные данные о ДЭ представляются в виде матрицы. Строки – совокупность ДЭ по назначению, уровню специализации и т.д. Столбцы – ТО, или информация, получаемая при выполнении ТО. Поле матрицы – степень участия ДЭ при реализации ТО или получении информации, оценивается дискретной величиной от нуля до двух: 0 – не участвует в выполнении ТО; 1 – готовит и (или) обеспечивает выполнение ТО; 2 – выполняет или контролирует выполнение ТО.

Обработав данную информационную матрицу методом главных компонент (МГК), получим объединение ДЭ в компоненты. То есть, получаем структуру ДЭ в виде их декомпозиции по ортогональным компонентам (информационным темам). Каждая компонента рассматривается как принадлежность связанных ДЭ по определенному информационному признаку. Таким образом, построение организационной структуры основано на выделении множества отдельных функций или задач организации в виде групп ДЭ, объединенные в компоненты, которые и формируют слепок структуры организации первого уровня управления (рисунок 2).

Второй этап. Используя информационно-вероятностный метод для каждой компоненты, оценивался информационный потенциал действующих элементов в виде энтропии. Исходными данными для оценки информационного потенциала являлась матрица признаков ДЭ.

Затем в каждой компоненте ДЭ формируются в группы (структурные единицы) оптимального информационного размера, используя критерий оптимальной порции преемственности энтропии развития систем  $G_H^{omm}$ . Полученные группы (структурные единицы) по величине сосредоточенной информации должны быть однородны, т.е. их информационная нагрузка (не зависимо от количества ДЭ) в виде порции преемственности энтропии составляет  $G_H^{omm}$ . Результат решения – структурные единицы первого уровня организационного управления (рис. 2).

Третьим этапом построения является формирование по информационному признаку структур более высокого уровня организационного управления (второго и т.д.). Когда сформирован самый низ-

ший (первый) уровень управления необходимо каждую структурную единицу информационно сжать, то есть охарактеризовать значимой информацией назначения, функции, операции или характеристики. Это набор семантических и количественных характеристик (в виде интерпретации компонент) функционального назначения структурной единицы. Определялись средние характеристики по каждой структурной единице, которые сводились в таблицу. Далее необходимо обработать таблицу МГК и определить объединения структурных единиц первого уровня в компоненты. Т.е. осуществляется композиция элементов назначения в целое назначение на основе семантических определений назначения, путем использования МГК. Таким образом, на данной матрице проводится МГК анализ объединения элементов в компоненты по информационному признаку, и на их основе формировался соответствующий (второй) уровень организационного управления. Если это разные компоненты – то это разнородные несвязанные элементы отдельно связываются с более высоким (третьим) уровнем управления по информационной компоненте.

Четвертый этап. Проверяется однородность информационной нагрузки на элементы каждого уровня управления путем оценки величины энтропийного потенциала (информационной нагрузки) каждого элемента управления. При возникновении неоднородности проводятся различные варианты декомпозиции и (или) композиции структурных элементов организации для достижения однородности, при необходимости, в крайнем случае, может возникать дополнительная ветвь управления.

### 3. Решение задачи на модельном примере

На рис. 4 показан план размещения ИТСО для модельного объекта охраны. Исходные данные: результаты размещения инженерно-технических

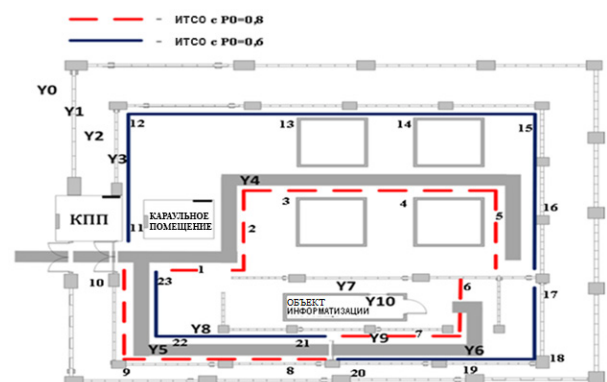


Рис. 4. План расположения инженерно-технических средств охраны.

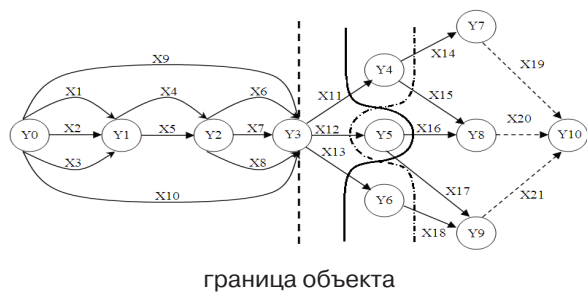


Рис. 5. Мультиграф проникновения нарушителя .

средств охраны СФЗ, которые представлены на рис. 5 и в табл. 3 [4].

Необходимо сформировать на первом уровне организационного управления структурные единицы ИТСО. По результатам исследования характеристик ИТСО методом главных компонент – все ИТСО объединились в одну компоненту.

Далее необходимо определить оптимальный информационный размер структурных единиц. Каждое ИТСО определялось характеристиками расположения – опасность контролируемой зоны,

Табл. 3

Характеристики ИТСО

Тип ИТСО	Наименование ребер на графе проникновения	Вероятность обнаружения $P_0$	Количество ИТСО	Протяженность, м.	Удаление от объекта информатизации, м	Угол обзора, град	Дальность, м
ИТСО 1-го типа	$X_{11}, X_{13}, X_{16}, X_{17}$	0,6	13	880	450	70-90	60
ИТСО 2-го типа	$X_{12}, X_{14}, X_{15}, X_{18}$	0,8	10	670	300	70-90	70

Табл. 4

Характеристики расположения ИТСО

Номер ИТСО	Характеристики (признаки) расположения ИТСО						Энтропийный потенциал ИТСО $H_i$	Энтропия преемственности $G_H^K$
	Опасность направления	Вероятность движения нарушителя	Вероятность обнаружения	Номер эшелона расположения ИТСО	Интенсивность движения в зоне ИТСО	Удаление от ОИ		
1	1	0,5	0,8	2	8	300	0,207	0,009
2	1	0,5	0,8	2	7	280	0,197	0,029
3	1	0,6	0,8	2	6	370	0,223	0,069
4	2	0,7	0,8	2	6	350	0,280	0,109
5	2	0,6	0,8	2	5	320	0,254	0,159
6	4	0,6	0,8	2	6	300	0,319	0,211
7	4	0,5	0,8	2	5	280	0,292	0,280
8	3	0,5	0,8	1	3	300	0,315	0,359
9	3	0,6	0,8	1	6	340	0,359	0,053
10	3	0,7	0,8	1	9	360	0,394	0,119
11	1	0,7	0,6	1	9	330	0,242	0,162
12	1	0,5	0,6	1	4	420	0,192	0,201
13	1	0,3	0,6	1	2	410	0,133	0,229
14	2	0,3	0,6	1	2	450	0,183	0,268
15	2	0,3	0,6	1	2	460	0,185	0,311
16	2	0,6	0,6	1	6	400	0,264	0,379
17	4	0,7	0,6	1	7	350	0,341	0,051
18	4	0,7	0,6	1	4	370	0,325	0,103
19	4	0,8	0,6	1	7	350	0,356	0,168
20	4	0,8	0,6	1	7	340	0,354	0,240
21	3	0,6	0,6	2	7	280	0,223	0,290
22	3	0,6	0,6	2	7	300	0,227	0,330
23	3	0,7	0,6	2	9	320	0,257	0,325

удаление от объекта информатизации (ОИ), интенсивности движения в зоне ИТСО и т. д., которые сведены в табл. 4. Одним входом информационного поля (столбцы) являются характеристики ИТСО, а другой (строки) носители этой информации – номера элементов инженерно технических средств охраны – ДЭ. Элементы матрицы – количественные характеристики ИТСО.

Номера зон расположения ИТСО и величина опасности направления объекта приведена на схеме объекта (рис. 6).

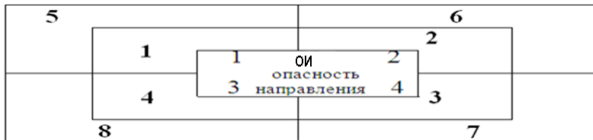


Рис. 6. Номера зон расположения ИТСО и опасности направлений.

Вероятность движения нарушителя через зону расположения ИТСО и интенсивность движения в зоне определялась экспертным путем (таблица 4). Величина опасности направления определялась экспертным путем по качественной шкале относительной важности по аналогии шкалы Сати [5].

Следующим шагом является оценка информационной нагрузки на ИТСО и формирование групп ИТСО по критерию оптимальной преемственности энтропии при развитии систем, то есть декомпозиция целого на информационные группы. Для оценки энтропийного потенциала важности каждого ИТСО используется информационно-вероятностный метод. Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Анализ результатов расчета показывает, что ИТСО имеют разные энтропийные потенциалы важности, поэтому при формировании информационных структур будут получены группы разные по количественному составу, но однородные по информационной нагрузке на элементы организационного управления (оператора, начальника караула и т. д.).

Используя критерий  $G_H^{opt}$ , получены группы ИТСО, которые соответствуют оптимальной порции преемственности энтропии в данной информационной ситуации. В нашем случае это оптимальный информационный потенциал структурной единицы. Если порция энтропии больше оптимальной величины, то увеличивается количество информации в структурной единице, т.е. теряется однородность системы элементов, возникает информационной перегруз оператора. Если порция

преемственности будет меньше требуемой величины, то оператор будет не достаточно информационно нагружен.

Алгоритм. Выбирая последовательно объекты из таблицы 4, формируются структурные группы первого уровня. Применяя расчетные формулы (8 – 9) для выбранных ИТСО, определяли значения мощности критерия  $G_H^K$ . По условиям решения задачи задавалась величина  $\beta_0^{\phi} = 0,03$ . Если расчетное значение  $\beta_1^{\phi}$  превышало требуемые, то в множество выбранных ИТСО включали очередной объект защиты и расчеты повторялись. Итерация повторялась, пока  $\beta_0^{\phi}$  не удовлетворяла заданным требованиям. Аналогично формировались последующие структурные единицы первого уровня. Результаты формирования групп сведены в табл. 5 и представлены на рис. 7.

Табл. 5

Объединение ИТСО в группы

Характеристика	Номера сформированных групп ИТСО		
	1	2	3
Номера ИТСО (таблица 4)	1 – 7	8 – 16	17 – 23
Опасность направления (рис. 5)	1	2	1,5
Номер эшелона (рис. 5)	2	1,5	1
Энтропийный потенциал, Н	0,320	0,328	0,311

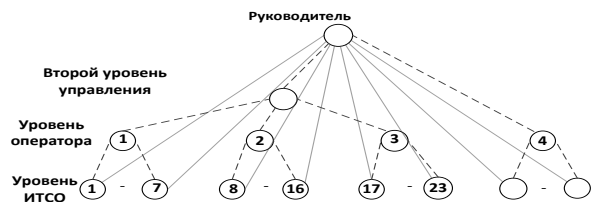


Рис. 7. Схема объединений ИТСО СФЗ в структурные единицы.

Таким образом, получили оптимальное объединение инженерно технические средства охраны в группы, которые отвечают требованиям критерия  $G_H^{opt}$ .

Далее формируется второй уровень управления. От таблицы 4 перейдем к обобщенным характеристикам операторов, связывающих их в единую систему (табл. 6). Применяя МГК, определялась информационная связь операторов. В результате все операторы объединяются в одну компоненту. Затем определялись энтропийные потенциалы операторов и информационная наполняемость



Табл. 6

## Характеристики важности контролируемых зон операторами

№ оператора	Количество ИТСО	Опасность направления	Р движения нарушителя	Вероятность обнаружения	Номер эшелона расположения ИТСО	Интенсивность движения в зоне ИТСО	Удаление от объекта информатизации	Энтропийный потенциал оператора $H_i$	Порция энтропии преемственности $G_H^K$
1	7	2,3	0,6	0,8	2	7	320	0,691	0,07
2	9	2,0	0,5	0,65	1	8	450	0,945	0,155
3	7	3,5	0,8	0,7	1,5	5	360	0,940	0,297

компоненты по критерию  $G_H^{om}$  (табл. 6). Все операторы объединились в одну структурную единицу (второй уровень управления). Полученный фрагмент структуры организационного управления представлен на рисунке 7.

### Заключение

Рассмотрен информационный подход к формированию организационных структур ИТСО СФЗ. На модельном объекте охраны приведен фрагмент решения задачи формирования нижнего (первого) уровня организационной структуры СФЗ в виде объединения в элементы организации инженерно технических средств охраны.

### Литература

1. Месхон М.Х. Основы менеджмента, 3-е изд.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», / Майкл Х., Альберт, Майкл, Хедоури, Франклин. 2009.- 672 с.

**Костин Владимир Николаевич.** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, Россия. Доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем (ПОВТАС). Кандидат технических наук, доцент. Количество печатных работ: 26 (в т.ч. 1 монография). Область научных интересов: системный анализ, моделирование систем, планирование и обработка экспериментальных данных. E-mail: vladimirkostin5@mail.ru

2. Седов Е.А. Эволюция и информация. – М.: Наука, 1976. – 226 с.
3. Мушков А.Ю., Тихомиров В.А., Тихомиров В.А. Модели и методы стратегического управления сложными экономическими и технологическими системами: Монография. – Тверь: ВУ ПВО, 2003. – 244 с.
4. Гарнова Н.В., Костин В.Н. Методика формирования оптимального размещения элементов системы физической защиты (СФЗ) охраняемого объекта. // Инфокоммуникационные технологии – 2013. №4 с. 91-95.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

## Formation technique of elements of the structure of organizational management of physical protection systems based on the information approach

V. N. Kostin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg, Russia

**Abstract.** The information approach to the formation of organizational management structures of physical protection systems of critical objects is considered. An information indicator of the structure's optimality is used – a portion of the continuity of the entropy of the optimal development of systems, which determines the degree of information load on the executors of the organizational management structure. Based on the information-probability method, a fragment of the formation of the optimal structure of organizational management of the elements of the physical protection system (technical means of detection), in which the information load on the performers (operators) reaches the best efficiency indicator, is determined.

**Keywords:** *system of physical protection, information indicator optimum the organizational structure.*

**DOI:** 10.14357/20790279200104

### References

1. *Meskhon M.Kh.* Fundamentals of Management, 3rd ed. : Per. from English – M.: LLC “I.D. Williams”, / Michael H., Albert, Michael, Hedouri, Franklin. 2009.- 672 p.
2. *Mushkov A.Yu., Tikhomirov V.A., Tikhomirov V.A.* Models and methods of strategic management of complex economic and technological systems: Monograph. – Tver: VU Air Defense, 2003 .-- 244 p.
3. *Sedov E.A.* Evolution and information. – M. : Nauka, 1976 .-- 226 p.
4. *Garnova N.V., Kostin V.N.* Methodology for the optimal placement of elements of the physical protection system (PPS) of the protected object. // Infocommunication technologies – 2013. No. 4 p. 91-95.
5. *Saati T.* Decision Making. The method of analysis of hierarchies / per. from English – M. : Radio and communications, 1993 .-- 320 p.

**V.N. Kostin.** Ph.D., Associate Professor. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Orenburg State University”, Orenburg, Russia. Work address, 460018, Orenburg, st. Victory 13, tel. 8 (3532) 37-25-54. E-mail: vladimirkostin5@mail.ru