

# МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ РЕСУРСА СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

**Мистров Л.Е.**, д-р техн. наук, доц., профессор кафедры, Центральный филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия», гл. спец. ФГБУ «Институт стандартизации»

*Предлагается метод планирования ресурса систем информационной безопасности (СИБ) для социально-экономических организаций (СЭО) в условиях конфликта «конкуренция» на основе оптимизации внешне- и внутрисистемных функций управления ИБ. Задача решается в теоретико-игровой форме, что позволяет обеспечить максимальную эффективность исходя из анализа возможностей и оптимизации СИБ выделенного ресурса средств ИБ на фоне многочисленных деструктивных способов воздействий конкурирующих организаций. Возможности СИБ оцениваются в рамках дискретной иерархической игры путем поуровневой оптимизации ресурса средств информационного обеспечения и ИБ, приводится решение многопараметрической оптимизационной задачи с нелинейной целевой функцией и связанными переменными. Задача оптимизации ресурса СИБ основывается на распределении ресурса средств ИБ по направлениям и целевым каналам информационных систем, средств управления исполнительными и обеспечивающими элементами конкурирующих СЭО. Метод базируется на положениях теорий программно-целевого планирования и управления, многоуровневых иерархических систем, оптимального распределения ресурса, принятия решений в условиях неопределенности, максимина, графов, методов ветвей и границ, динамического программирования, максимального элемента и аналитических расчетов.*

**Ключевые слова:** социально-экономическая организация, конкуренция, деструктивное воздействие, средства, подсистемы и система информационной безопасности, критерий и показатели эффективности, возможности, анализ, обоснование, оптимизация.

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях конкуренции, проявляющейся в форме конфликта «соперничество», важная задача – обеспечить максимальную эффективность различных социально-экономических организаций, и в частности, выработку ими управляющих решений. Основу функционирования СЭО составляют сбор, обработка и передача информации, которая для достижения целей бизнеса должна соответствовать принципам конфиденциальности, целостности и доступности.

Одна из основных целей развития Российской Федерации – обеспечение государству, обществу и личности доступа к получению и использованию информации<sup>1</sup>. Её достиже-

<sup>1</sup> Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 27.07.2010 № 227-ФЗ, от 06.04.2011 № 65-ФЗ, от 21.07.2011 № 252-ФЗ) «Об информации, информационных техно-логиях и о защите информации» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW; n=126525>.

нию способствуют защита, нейтрализация, преодоление опасностей и угроз в информационной сфере, таких как применение методов и средств информационного воздействия, внедрение компьютерных вирусов, электронных и логических бомб, формирование ложной информационно-целевой обстановки и т. п. Информационное воздействие, проявляющееся в активной фазе конфликта, носит целенаправленный характер и основывается на искажении/разрушении передаваемой, создаваемой, обрабатываемой и принимаемой информации. Средства и методы информационного деструктивного, дестабилизирующего и разрушительного воздействия направлены как на отдельных сотрудников, их группы, так и на СЭО ради обеспечения ее стагнации или формирования новой системной упорядоченности.

Для нейтрализации деструктивных информационных воздействий (каналов, потоков), несущих в себе риски, опасности, угрозы и пагубно влияющих на бизнес-процессы СЭО целесообразно использовать методы и средства

информационной безопасности (ИБ), организационно объединенные в системы информационной безопасности [1, 2]. Под СИБ можно понимать совокупность объединенных единством цели элементов (подсистем, комплексов и средств) управления, обеспечения и исполнения ИБ. Цель СИБ состоит в поддержании такого состояния информационной сферы, при котором обеспечивается информационная защита сотрудников и организации в целом путем преодоления/нейтрализации целенаправленных информационных каналов и потоков угроз. При этом методы ИБ, включающие объединенную единством цели совокупность элементов и способов их применения, должны быть ориентированы на личностную (защита наиболее «ценных» сотрудников), техническую (защита средств работы с информацией) и организационно-техническую направленность процессов принятия решений в целях нейтрализации/блокирования деструктивных информационных потоков и каналов для максимально эффективной реализации бизнес-процессов СЭО [3].

В общем случае СИБ представляет собой многоуровневую иерархическую систему, для которой характерны широкий спектр задач, решаемых с максимальной/заданной эффективностью, и централизованный режим управления выделенными ресурсами. Ее структура базируется на объединенной единством цели пространственно-распределенной совокупности подсистем управления, информационного обеспечения и исполнения (ПСУ, ПИО, ПИБ). Совокупность выполняемых в рамках операции задач (скоординированных во времени и пространстве взаимосвязанных действий для обеспечения эффективности СЭО), в общем виде выражается в цели применения СИБ. Совокупность действий СИБ образует способ ее применения – порядок использования средств ИБ для выполнения задач в рамках операции. Расхождение между результатом и целью СИБ служит мотивацией для корректировки цели или способа ее применения. Так как цель СИБ формируется исходя из потенциальных показателей эффективности (ПЭ) выделенного ресурса ИБ, то при планировании операций по обеспечению действий СЭО можно корректировать только способ применения.

Способ применения СИБ – конструктивная основа, на базе которой обосновываются ее внешне- и внутрисистемные функции, оптимизируется содержание и предлагается упорядоченная функциональная структура. Каждая функция представляется в виде многомерного вектора признаков (свойств), характеризуемого целью (задачами), эффективностью, параметрами потока излучаемой энергии, объектами воздействия для достижения желаемого результата и способами реализации. В процессе анализа способов применения СИБ элементы вектора функций последовательно наполняются содержанием в интересах выбора наиболее предпочтительного.

После выбора способа применения СИБ исследования концентрируются на определении ее внешне- и внутри-

системных функций. Внешнесистемные функции связаны со способом ее применения, а внутрисистемные – с их реализацией. К внешнесистемным функциям относятся: а) общие характеристики условий конфликтного взаимодействия конкурирующих СЭО; б) особенности функционирования ПСУ – основного органа управления (ОУ) средствами ИБ при решении задач СИБ в рамках операции; в) возможности средств ИБ по снижению до некоторого уровня эффективности функционирования элементов конкурирующей СЭО. Внутрисистемные функции базируются на: а) сущности, целях, задачах, формах и методах работы лиц, принимающих решение (ЛПР) по управлению СИБ; б) решениях ЛПР как основы управления деятельностью СИБ; в) последовательности и способах работы ЛПР [4]. Результат реализации функций – формирование плана применения СИБ, в котором они должны быть согласованы между собой и распределены по времени, месту, объектам управления – элементам информационного обеспечения и безопасности (ЭИО, ЭИБ). Иными словами, процесс разработки вариантов предстоящей деятельности СИБ представляет собой планирование, а процедуры обоснования способов действий и функций по этапам операции СЭО образуют итерационный процесс, завершающийся обоснованием плана [5]. При этом основная функция СИБ – внешнесистемная, так как ее реализация объединяет все этапы планирования СИБ в рамках операции, направленные на обеспечение эффективности действий СЭО за счет оптимизации (распределения) ресурсов ЭИО и ЭИБ.

Вопросы увязки процессов планирования и оптимизации ресурса СИБ в настоящее время не нашли должного отражения в литературе или представляются только в общем виде. Это и определило цель статьи, направленной на разработку метода оптимизации ресурса ИБ при реализации процесса планирования СИБ в интересах обеспечения действий СЭО в рамках операции.

### ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ (ЗАДАЧ) ПЛАНА ПРИМЕНЕНИЯ СИБ

Применение СИБ в структуре СЭО предполагает исследование вопросов организации, планирования операций и оперативного управления с целью контроля за ходом операции и корректировки возникающих расхождений. Проводимые операции СИБ, исходя из структуры построения и способов применения СЭО, представляются в виде иерархической совокупности взаимосвязанных операций меньшего масштаба. Структуризация операции СИБ на иерархическую совокупность операций меньшего масштаба обуславливает декомпозицию цели (задачи) операции на соответствующую совокупность подцелей (подзадач). Структуризация проводится до уровня задач, характеризующихся единственным, устойчиво повторяющимся безальтернативным способом их решения элементами СИБ. План операции СИБ – это фиксированная система целей,

задач, сил и средств, направленных на перевод СЭО из текущего в требуемое состояние при заданном (предполагаемом) воздействии внешней среды. Он представляет собой развернутый во времени и сбалансированный по ресурсам с общей целью перечень элементарных операций различного уровня элементов СИБ на этапах планирования, направленных на достижение цели СЭО в операции [4]. Основу планирования применения СИБ составляют системные принципы [5]:

1. Средства и способы достижения цели вытекают из самой цели.
2. Цели нижнего уровня – это способы достижения целей верхнего уровня.

Данные принципы позволяют развернуть цель применения СИБ в иерархический граф целей (задач), отображающих цели (задачи) отдельных операций, сроки их завершения и необходимые ресурсы средств ИБ. Такое представление цели составляет суть процесса планирования операции, включающего взаимосвязанную систему видов управленческой, информационной и исполнительной деятельности. У каждого вида деятельности свои особенности, которые учитываются при реализации принятых решений. В общем случае такая деятельность характеризуется функцией управления СИБ, которая реализуется ее ПСУ. При этом ОУ, исходя из цели (задач) СИБ и организационной структуры построения СЭО, структурируются на систему координирующего (уровень СЭО), управляющих (уровень отдела, службы) и исполнительных (уровень исполнительных элементов) органов управления (КОУ, УОУ, ИОУ) СИБ, образуя устойчивую для различных внешних условий [6] трехуровневую иерархическую структуру управления (см. рис. 1).

Способы применения СИБ основываются на реализации определенных алгоритмов функциональной деятельности ее ЛПР на уровне КОУ, которые получают исходные данные о состоянии, условиях, ходе и результате применения объектов управления – ИОУ (ЭИО и ЭИБ), совместно с УОУ анализируют их, вырабатывают решение и доводят его в виде задач подчиненным ОУ (ЛПР), анализируют и контролируют их деятельность. При этом управление ИОУ осуществляется как непосредственно, так и через имеющиеся в подчинении УОУ. ОУ представляют организованную в структуру группу должностных лиц (ЛПР) с определенными обязанностями, цель которой – решение задач по руководству действиями ИОУ (в общем случае это люди, организованные для решения задач с использованием ИОУ).

Функционирование СИБ основывается на выборе ЛПР одного из множества способов применения, направленных на достижение цели СЭО в рамках операции. Как правило,

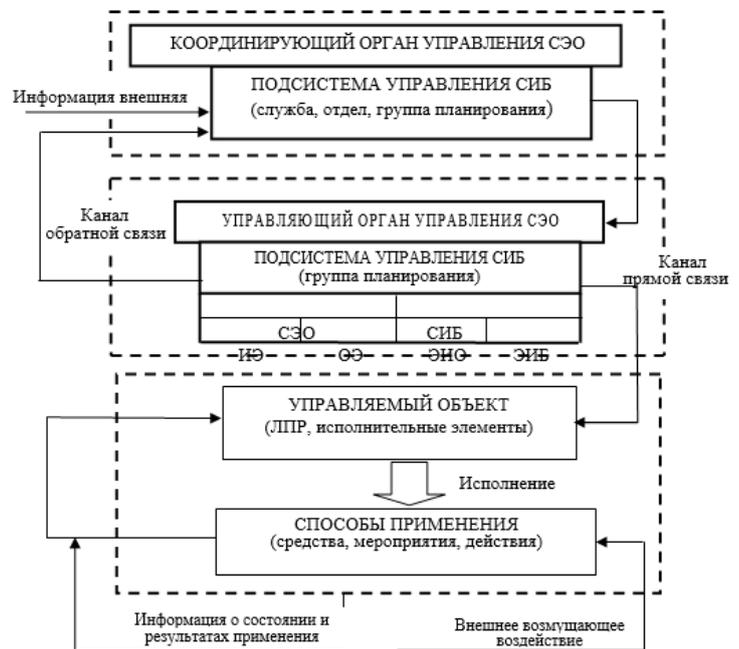


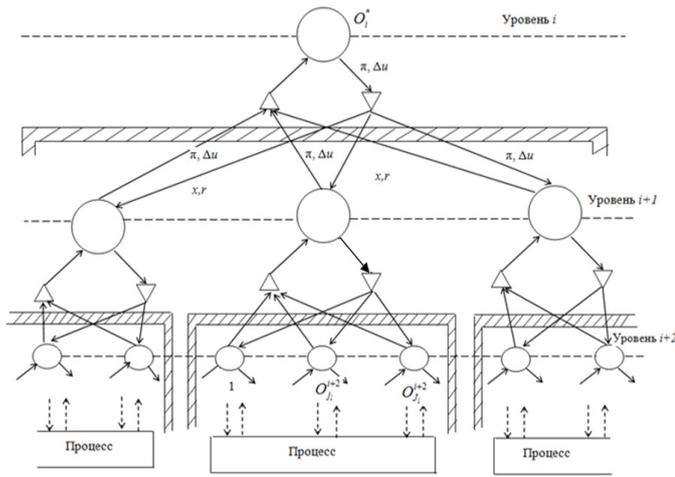
Рис. 1. Система управления СИБ в организационной структуре СЭО

разрабатывается не один, а несколько способов применения, которые и составляют план. В общем виде план представляет систему предварительно (до начала операции) принятых решений по способам применения СИБ, реализация которых разнесена в пространстве и во времени. Он носит комплексный характер, структурно включает систему целей (задач) и соответствующих им частных способов применения, направленных на достижение цели СЭО в рамках операции.

В общем случае процесс планирования применения СИБ начинается с установления на уровне СЭО цели ее деятельности и заканчивается определением частных целей (задач), решение которых обеспечивает достижение основной цели. Результат планирования (его цель) – построение концептуальной модели операции в сознании ЛПР на верхнем уровне структуры СИБ.

Так как основу любой структуры СИБ составляет иерархическая система  $O_j^i$ ,  $i = \overline{1, I}$ ,  $j = \overline{1, J}$  ОУ (в общем случае, структура объединенных с ОУ СЭО), то в ней выделяют  $O_i^*$  КОУ  $i = 0$  уровня (отвечает за разработку, согласование и координацию решений – определение (целей (задач), распределение ресурсов нижестоящих  $j$ -х ОУ и оптимизацию их взаимосвязей в процессе реализации поставленных задач),  $O_j^{i+1}$  УОУ  $(i + 1)$ -го уровня (осуществляют непосредственное управление ИОУ) и  $O_j^{i+2}$   $j$ -х ИОУ  $(i + 2)$ -го уровня (реализация способов действий для решения конкретно поставленных задач). Процесс планирования идет от вершины структуры СИБ до целей (задач) ниж-

него уровня, а реализация плана (достижение цели) начинается с  $(i+2)$ -го уровня и распространяется вверх, пока не будет достигнута основная цель. Планирование и принятие решений – прерогативы КОУ, а ОУ нижнего уровня рассматриваются как исполнители. Схематично разработка плана применения СИБ приведена на рис. 2.



- △ – сбор и агрегирование информации каналов обратной связи;
- ▽ – сбор и агрегирование планов и указаний.

Рис. 2. Схематичное представление разработки плана применения СИБ

Цель применения СИБ формулируется следующим образом: требуется обеспечить максимальную  $W_{NYI}$  эффективность применения СЭО в рамках операции на множестве  $b_k$  способов деструктивного воздействия конкурирующей СЭО на основе оптимизации (распределения) выделенного (ограниченного)  $x_k$  ресурса ИБ в  $k$ -м варианте плана применения СИБ в виде:

$$W_{CЭО} = Arg \max_{A_k} \min_{b_k} W_k(x_k, A_k^{uo}, A_k^{io}, b_k, w_{b_k}), \quad (1)$$

при  $x_k, w_{b_k} = const; \quad k = \overline{1, K},$

где  $W_k(\cdot)$  – ПЭ применения СЭО в рамках операции на множестве  $b_k$  способов деструктивного воздействия конкурирующей СЭО в  $k$ -м варианте плана (способе) применения СИБ на множестве  $b_k$ -х способов деструктивного воздействия конкурирующей СЭО;  $w_{b_k}$  – показатели возможностей взаимодействующих СЭО по обеспечению максимальной эффективности действий СЭО в рамках опе-

рации с учетом  $b_k$  способов деструктивного воздействия конкурирующей СЭО;  $A_k^{uo}, A_k^{io}$  – множество альтернативных вариантов способов применения ЭИО и ЭИБ СИБ,  $A_k^{uo} \subset A_k, A_k^{io} \subset A_k$ , в  $k$ -м варианте плана применения СИБ.

Процесс разработки  $k$ -х вариантов  $Z_{oj}^{ik}$  плана применения  $O^i$  КОУ для реализации УОУ управления  $(i+1)$ -м выделенным ресурсом ИОУ с целью достижения  $W_k(\cdot)$  максимальной эффективности применения СЭО в рамках операции на интервале  $(t_0, t_3)$  представляется функцией:

$$Z_j^{ik} = \max_{u_j^i \in U^i} W_k(x_{j,[t_0,t_3]}^{ik}, u_{j,[t_0,t_3]}^{ik}, b_{j,[t_0,t_3]}^{ik}, w_{b_k,[t_0,t_3]}) | x_j^i(t) = \quad (2)$$

$$= \max_{u_j^i \in U^i} W_j^{ik}(x_j^i(t_0), u_{j,[t_0,t_3]}^{ik}, b_{j,[t_0,t_3]}^{ik}, w_{b_k,[t_0,t_3]}),$$

$$x_j^i(t_0) \in W_j^i(t_0); \quad x_{j_i}^{ik}(t_3) \in W_j^i(t_3); \quad t \in [t_0, t_3],$$

где  $x_j^i(t_0)$  – начальное на  $t_0$  момент времени состояние (ресурс)  $(i=0)$ -го уровня СИБ, принадлежащее некоторой критериальной функции  $W_j^i(t_0)$  области плана потенциальной эффективности применения  $j$ -х подчиненных  $(i+1)$ -го уровня УОУ;  $x_{j_i}^{ik}(t_3)$  – состояние  $O^{i+1}$  УОУ по управлению  $l$ -ми ИОУ на  $(i+2)$ -х уровнях СИБ в конце  $[t_0, t_3]$  интервала планирования:  $t_0$  – начальный этап планирования;  $t_1$  – этап организации;  $t_2$  – этап контроля и  $t_3$  – этап корректировки применения СИБ для вновь появившихся задач;  $W_j^{ik}(\cdot)$  – целевая функция применения СИБ, определяемая значением интегрального ПЭ  $W_j^k(\cdot)$  на этапе разработки  $k$ -х вариантов плана  $i$ -го уровня  $O_{j,[t_0,t_1]}^k$  СИБ применительно к определенным исходя из (1)  $b_{j,[t_0,t_3]}^{ik}$  способам деструктивного воздействия конкурирующей СЭО.

Принятие решений, сводящихся в общем случае к перераспределению ресурса СИБ по направлению и времени применения, представляет итерационную процедуру принятия решений  $O_j^i$  КОУ (или алгоритм управления ресурсом ИОУ) в виде:

$$u(t)^{ik} = u_0(t)^i + \Delta u(t, b^{ik})^{ik}, \quad (3)$$

где  $u_0(t)^i$  – стратегии управления ресурсом  $O_j^i$  СИБ в соответствии с планом операции СЭО на  $t_0$  момент времени;  $\Delta u(t, b^{ik})^{ik}$  – дополнительный расход ресурса  $i$ -го уровня СИБ на этапе оперативного управления и/или нейтрализации  $b_k$ -х способов деструктивного воздействия конкурирующей СЭО, представляемых в виде совокупности элементов/объектов воздействия.

Поиск решения задачи управления ресурсом СИБ основывается на представлении процесса управления  $O_j^i$  КОУ ( $j+1$ )-ми УОУ в виде:

$$\pi_{j,[t_0,t_3]} = (x_{j,[t_0,t_3]}^i, u_{j,[t_0,t_3]}^i, b_{j,[t_0,t_3]}^i, w_{b_k,[t_0,t_3]}^i) \quad (4)$$

в котором на  $(i+1)$ -м уровне СИБ интервал планирования  $[t_0, t_3^{i+1}] > [t_0, t_3^i]$  и равен  $[t_0, t_3^{i+1}] = m[t_0, t_3^i]$ , где  $m$  – некоторое целое число.

Решение задачи максимизации целевой функции (2) фактически формирует траекторию процесса планирования применения СИБ в  $O_j^i$  КОУ для подчиненных  $j$ -х УОУ, основу функционирования которых составляет управление  $O_j^{i+1}$  подчиненными  $(l, j+2)$ -ми ИОУ.

В результате решения (4) формируется  $k$ -й вариант плана применения СИБ в виде:

$$\pi_{j,[t_0,t_3]}^{k*} = (x_{j,[t_0,t_3]}^{ik*}, u_{j,[t_0,t_3]}^{ik*}, w_{j,[t_0,t_3]}^{ik*}, z_j^{ik}), \quad (5)$$

где  $z_j^{ik}$  – совокупность ПЭ  $k$ -го варианта плана применения СИБ  $z_j^{ik} = (z_{j_1}^{ik}, z_{j_2}^{ik}, \dots, z_{j_{s_i}}^{ik})$ ;  $S_i$  – ПЭ выполнения определенных планом задач  $l$ -м ИОУ  $j$ -го УОУ ( $i+1$ )-го уровня СИБ.

Основу выполнения плана (5), содержащего директивные указания от  $O_j^i$  по управлению  $O_j^{i+1}$  УОУ, составляет решение:

$$\pi_j^{ik} = (x_{j,l}^{ik}(t_1^i), u_j^{ik}(t_0), w_{b_k}^{ik}(t_1^i), z_j^{i+1,k}), \quad (6)$$

содержащее  $x_{j,l}^{ik}(t_1^i)$  цели и варианты стратегий управления (распределения)  $u_j^{ik}(t_0) = \int_{t_0}^{t_1^i} u_j^{ik} dt$  ресурса для реализации  $k$ -го способа применения СИБ, выделяемого на интервале  $[t_0, t_3^i]$  (в  $u_j^{ik}(t-1)$  входят также ресурсы  $l$ -х ИОУ), а также нормативные требования  $O_j^i$  КОУ к их функциональному применению  $z_j^{i+1,k} = (z_{j_1}^{i+1,k}, z_{j_2}^{i+1,k}, \dots, z_{j_{s_{i+1}}}^{i+1,k})$

Поскольку  $O_j^i$  КОУ получает директивное указание в виде (6) от вышестоящего  $O_j^{i-1}$  ОУ, то управление ресурсом  $u_{j,[t_0,t_1^i]}^{ik}$ , а следовательно, и выбором траектории  $x_{j,[t_0,t_1^i]}^{ik}$  его распределения он осуществляет по ПЭ подчиненных ИОУ оптимизацию своего плана.

С другой стороны, план (5) основывается на композиции планов  $l$ -х ИОУ, входящих в  $O_j^i$  КОУ и относящихся к  $(i+1)$ -му уровню УОУ принятия решения, то есть:

$$\pi_{j,[t_0,t_1^i]}^{ik} = \bigcup_{l=1}^{J_{j,i+1}} \pi_{l,[t_0,t_1^i]}^{i+1,k},$$

где  $\pi_{l,[t_0,t_1^i]}^{i+1,k}$  – план применения  $l$ -го ИОУ ( $i+1$ ) уровня УОУ;  $\bigcup^*$  – знак композиции, характеризующий согласованность, объединение и агрегирование всех  $J_{l,i+2}$  планов ОУ СИБ.

Разработка  $\pi_{l,[t_0,t_1^i]}^{i+1,k}$  плана  $O_j^{i+1}$  УОУ основывается на получении от  $O_j^i$  КОУ директивного указания в виде:

$$\pi_j^{i+1,k} = (x_{j_l}^{i+1,k}(t_1^i), u_{j_l}^{ik}(t_0), z_{j_l}^{ik}),$$

где  $x_{j_l}^{ik}(t_1^i) = \bigcup_{l=1}^{J_{j,i+1}} x_{j_l}^{i+1,k}(t_3^i)$ ;  $u_{j_l}^{ik}(t_0) = \bigcup_{l=1}^{J_{j,i+1}} u_{j_l}^{i+1,k}(t_0)$ .

Таким образом, планирование применения СИБ в виде (5) представляет итерационный процесс взаимодействия трех уровней ОУ: 1)  $O_j^i$  КОУ, составляющего план (5); 2) старшего по отношению к нему  $O_j^{i-1}$  ОУ, ставящего задачу в виде (6) и утверждающего план (5) и 3) подчиненных  $O_j^i$  УОУ  $O_j^{i+1}$  на основе обмена информацией как по вертикали ( $i+1$ ), ( $i-1$ ), так и по горизонтали внутри ( $i+1$ )-го уровня.

В результате планирования (распределения) ресурса ИБ на всех уровнях структуры СИБ составляется один план операции  $\pi_{l,[t_0,t_1^i]}^{ik} = \bigcup (x_{j_l,[t_0,t_1^i]}^{ik}, u_{j_l,[t_0,t_1^i]}^{ik}, z_{j_l}^{ik})$ , реализация которого базируется на действиях подчиненных  $j$ -х УОУ (их  $l$ -х ИОУ) под управлением  $O_j^i$  КОУ. При этом оперативная информация, получаемая по каналам обратной связи контуров принятия решений ОУ с целью корректировок  $O_j^i$ , образуется на основе композиции докладов (донесений) от  $l_{j_l,i+1}$  ИОУ ( $i+1$ )-го уровня УОУ СИБ, то есть:

$$x_j^{ik}(t) = \bigcup_{l=1}^{J_{j,i+1}} x_{l_i}^{i+1,k}(t). \quad (7)$$

Композиция (7) обеспечивает процесс планирования контроля  $O_j^i$  КОУ за действиями подчиненных  $O_{j_l}^{i+1}$  УОУ на основе получения  $O_j^i$  оперативной информации о расходе  $x_j^{i+1}(t)$  ресурса СИБ. Это позволяет по результатам информации о  $x_{j,[t_0,t_1^i]}^i$ ,  $u_{j,[t_0,t_1^i]}^i$  и  $b_{j,[t_0,t_1^i]}^i$  определить фактическое значение  $W(\cdot)_{сво}$  функционала  $z_j^{ik} = W[x_{j,[t_0,t_1^i]}^{ik}, u_{j,[t_0,t_1^i]}^{ik}, b_{j,[t_0,t_1^i]}^{ik}]$  и сравнить с плановым  $z_j^{ik}$ .

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕСУРСА СИБ**

Один из основных этапов разработки плана применения СИБ – анализ возможностей ее ресурса по обеспечению эффективных действий СЭО в рамках операции. Процедуру принятия решений в структуре СИБ по этапам реализации плана (5) представим в виде дискретной иерархической игры, в которой ее  $O^i$  КОУ, наделенный правом выбора первого хода, осуществляет обоснованное распределение по интегральному ПЭ (1) выделенного  $x^k$  ресурса ИБ для реализации  $k$ -го варианта плана (способа) ее применения для достижения цели СЭО в рамках операции и доводит до  $O^{i+1}$  УОУ нижнего уровня иерархии директивные указания (задачу): какие элементы или объекты (в составе объединенных целью нескольких элементов) конкурирующей СЭО обслужить. Исходя из имеющегося ресурса ЭИБ, они выполняют поставленную задачу и оперативно доводят информацию о результатах. Процесс продолжается до выполнения СИБ поставленной задачи СЭО. При невозможности выполнения в полном объеме запланированных задач рассматривается вопрос о привлечении ресурса взаимодействующих СЭО.

Анализ возможностей реализации  $k$ -го варианта плана  $v$ -го уровня ОУ СИБ СЭО – многопараметрическая оптимизационная задача с нелинейной целевой функцией и связанными переменными. Ее решение может осуществляться на основе перехода от целевой функции сложного мультипликативного вида к ее аддитивному виду за счет введения бинарных переменных назначения подчиненных УОУ. Это позволяет представить задачу оценки возможностей  $k$ -го варианта плана применения СИБ по интегральному ПЭ в виде:

$$W_v(A_k, B_k) = \min_{x_{vbjd}} \sum_{d=1}^D \sum_{b=1}^B \sum_{v=0}^V \sum_{j=j_{v-1}+1}^{j_v} C_{vbj} (t_0 + d\Delta t) x_{vbjd} \quad (8)$$

при ограничениях:

$$\sum_{b=1}^{B_d} x_{vbjd} \leq q_{bd}(A_k), \quad v = \overline{1, V}; \quad V = 3; \quad j = \overline{j_{v-1}+1, j_v};$$

$$y_v = \sum_{v=0}^Q \sum_{j_{v-1}+1}^{j_v} x_{vbjd} y_{bd}; \quad \sum_{d=1}^D y_{bd}(A_k) \leq Y_b(A_k), \quad j = \overline{j_1+1, j_3};$$

$$x_{vbj} = \begin{cases} 1, & \text{если } b\text{-ый элемент конкурирующей СЭО распределен} \\ & \text{для обслуживания } j\text{-му управляющему ОУ СИБ;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$\sum_{d=1}^D \sum_{b=1}^{B_d} a_{bjd}(A_k) x_{vbjd} \leq b_j(A_k) \quad j = \overline{j_1+1, j_3};$$

$$a_{bjd}(A_k) = \begin{cases} 1, & \text{если } b\text{-ый элемент конкурирующей СЭО может} \\ & \text{быть обслужен } j\text{-ым управляющим ОУ СИБ;} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$D = E\left[\frac{T - t_0(A_k)}{\Delta t}\right]$$

где  $t$  – продолжительность решения СИБ задач в рамках операции СЭО,  $t = \overline{1, T}$ ;  $t_0 = t_0(A_k)$  – начальный момент целераспределения (ЦР) ресурса СИБ, зависящий от результатов вскрытия ПИО элементов конкурирующей СЭО;  $\Delta t$  – шаг ЦР, определяемый исходя из (2) на каждом уровне принятия решения СИБ из условия обслуживания элементов конкурирующей СЭО как функции времени вскрытия элементов (при необходимости), темпа обмена информацией между УОУ и количества подчиненных ИОУ;  $B$  – общее число вскрытых элементов (объектов) конкурирующей СЭО на  $d$ -й момент ЦР в  $j$ -м УОУ СЭО;  $J$  – общее число ОУ СИБ, задействованных для решения задачи обслуживания вскрытых элементов конкурирующей СЭО ( $j = \overline{j_0+1 - \text{КОУ } 0\text{-го уровня}, v=0}$ );  $j = \overline{j_0+1, j_1}$  – номера КОУ 1-го уровня,  $v = 1$ );  $j = \overline{j_1+1, j_2}$  – номера УОУ 2-го уровня,  $v = 2$ ;  $j = \overline{j_2+1, j_3}$  – номера ИОУ 3-го уровня,  $v = 3$ ;  $D[a]$  – целая часть числа  $\dot{a}$ ;  $C_{ibj}(t_0 + d\Delta t) = C_{vbjd}$  – прогнозируемая важность  $b$ -го элемента (объекта) конкурирующей СЭО с учетом возможности его обслуживания  $j$ -м УОУ на  $d$ -й момент ЦР ( $C_{vbjd} \geq 0$  для всех  $d = \overline{1, D}$ );  $x_{vbjd}$  – переменная ЦР на  $d$ -й момент принятия решения в  $j$ -м УОУ по  $b$ -му элементу конкурирующей СЭО;  $y_{bd}(A_k)$  – ресурс ИОУ ( $j = \overline{j_1+1, j_3}$ ) на  $d$ -й момент ЦР по  $b$ -му элементу (объекту) конкурирующей СЭО, определяемый составом и тактико-техническими характеристиками (ТТХ) в  $k$ -м варианте плана;  $Y_j(A_k)$  – общий ресурс ИОУ ( $j = \overline{j_1+1, j_3}$ ) СИБ, определяемый составом и ТТХ для  $k$ -го варианта плана;  $b_j(A_k)$  – количество элементов (объектов) конкурирующей СЭО, которое может обслужить  $j$ -й ИОУ СИБ на начальный и последующие моменты ЦР в  $k$ -м варианте плана;  $a_{bjd}(A_k)$  – параметр, характеризующий возможности обслуживания  $b$ -го элемента (объекта) конкурирующей СЭО  $j$ -м ИОУ СИБ к  $d$ -му моменту ЦР в  $k$ -м варианте плана.

Такое представление решения задачи (8) позволяет исследовать зависимость эффективности  $k$ -х вариантов плана СИБ как функции эффективности результатов воздействия ЭИБ нижних уровней иерархии на элементы (объекты) конкурирующей СЭО.

Ввиду удовлетворения целевой функции (8) принципу оптимальности Беллмана [7] задача оценки возможностей  $k$ -х вариантов плана применения СИБ может быть решена методом динамического программирования по последовательным  $n$ -м этапам принятия решений. Для составления рекуррентных уравнений Беллмана введем обозначения:

$$F_n(Q_L) = \max_{\{q_r\}} \sum_{r=1}^L f_n(q_r) \quad \text{при} \quad \sum_{r=1}^L q_r = Q_L; \quad L = \overline{1, R}, \quad (9)$$

$$f_n(q_r) = \max_{\{x_{nijr}\}} \sum_{i=1}^I \sum_{j=j_{k-1}+1}^{j_k} C_{nijr} x_{nijr}, \quad (10)$$

где 
$$\sum_{i=1}^I a_{yr}(A_K) x_{nijr} \leq q_r(A_K)$$

Исходя из этого рекуррентные уравнения Беллмана примут вид:

$$F_{nL}(Q_L) = \max_{\{0 \leq q_L \leq Q_L\}} \{f_{nL}(q_L) + F_{nL-1}(Q_{L-1})\}$$

для всех  $L = 2, 3, \dots, R \in 0 \leq Q \leq Q_L,$

при условии  $F_{n0}(Q_0) \equiv 0.$

Оптимальное ЦР ресурса  $Q_L$  СИБ в  $n$ -м этапе на ресурс  $q_L$  и резерв ресурса  $Q_{L-1} = Q_L - q_L$  ЭИБ является функцией продолжительности этапов операции в (2), наличия информации о характеристиках элементов и параметрах деструктивных способов воздействия конкурирующей СЭО.

Исходя из этого, задачи ЦР в виде (10) на каждом иерархическом уровне СИБ представляют собой задачи целочисленного программирования с бинарными переменными назначения ( $x_{nijr} = \overline{0, 1}$ ). Для их решения используется метод целенаправленного перебора последовательностей допустимых планов [8] за счет представления функции (10) в виде:

$$f(q) = \max_{z_{ij}} \sum_{i=1}^I A_i [1 - \prod_{j=1}^J (1 - P_{ij}^{z_{ij}})] \quad (11)$$

при ограничениях:

$$z_{ij} = \{0, 1, \dots, Z_j\}; \quad \sum_{i=1}^I z_{ij} = Z_j; \quad i = \overline{1, I}; \quad j = \overline{1, J},$$

где  $Z_{ij}$  – число  $j$ -х ЭИБ, выделяемых для обслуживания  $i$ -го элемента конкурирующей СЭО;  $A_i$  – прогнозируемая стоимость («важность»)  $i$ -го элемента в структуре способа применения конкурирующей СЭО;  $P_{ij}$  – вероятность воздействия  $j$ -м ЭИБ на  $i$ -й элемент;  $Z_j$  – число  $j$ -го типа ЭИБ, назначенных для воздействия на  $i$ -й элемент;  $\|z_{ij}\|_{I, J}$  – искомый план распределения ЭИБ УОУ.

Решение задачи (11) основывается на существовании среди всевозможных вариантов последовательностей номеров

ЭИБ варианта, который обеспечивает получение оптимального целочисленного плана распределения за счет последовательного назначения единиц ЭИБ по максимуму приращения целевой функции. Решив последовательно все задачи ЦР на всех уровнях СИБ, получим оптимальные планы распределений  $\|x_{nijr}\|$  ресурса ЭИБ по  $i$ -м элементам конкурирующей СЭО [9], характеризующие возможности  $k$ -го варианта плана применения СИБ по обеспечению эффективных действий СЭО в рамках операции.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ (РАСПРЕДЕЛЕНИЯ) РЕСУРСА СРЕДСТВ СИБ

Задача оптимизации (распределения) средств СИБ решается в теоретико-игровой постановке распределения ее ресурса для обеспечения подвижных точек устойчивого равновесия применения СЭО в рамках операции [10], обусловленной решением группы двух оптимизационных задач:

1. Первая группа связана с распределением ограниченного ресурса ИОУ – объединенных единством цели применения определенного количества разнотипных ЭИБ в составе комплексов информационной безопасности (КИБ) для обеспечения эффективного применения исполнительных и обеспечивающих элементов (ИЭ, ОЭ) в предметной области СЭО (см. рис. 1).
2. Вторая группа задач направлена на оптимальное распределение внутреннего ресурса средств исполнения (СИ) КИБ по объектам воздействия – рубежам применения различного типа информационных систем и средств (ИС) управления ИЭ/ОЭ конкурирующей СЭО в заданных участках диапазона условий применения (ДУП).

Особенности решения задач оптимизации ресурса КИБ состоят в следующем:

1. Цель применения каждого типа КИБ – решение частных задач обеспечения действий элементов (объектов) СЭО в условиях деструктивных действий ИЭ конкурирующей СЭО.
2. Объекты воздействия КИБ – наиболее «опасные» ИС управления ИЭ/ОЭ конкурирующей СЭО, функционирование которых в зонах их эффективного применения осуществляется в совпадающих участках ДУП.
3. Количество ИС – объектов воздействия КИБ ограничивается эффективностью их СИ – средств ИБ, а также планами назначения комплексов ИБ с уровня УОУ.

В этих условиях задача оптимального распределения ресурсов СИБ по ИС конкурирующей СЭО для обеспечения максимальной эффективности применения СЭО в рамках операции формулируется в следующем виде.

Задано:

$I$  – множество задач СЭО, подлежащих обеспечению СИБ;

$n_i$  – множество (вектор) составов ИЭ СЭО, выделяемых для решения  $i$ -й задачи,  $i = \overline{1, I}$  в операции;

$\{V_{jk}^i\}$  – множество  $k$ -го,  $k = \overline{1, K}$  типа ИС управления ОЭ / ИЭ конкурирующей СЭО в  $j$ -м,  $j = \overline{1, J}$  участке ДУП, используемых для обнаружения момента решения  $i$ -й задачи СЭО;

$\|R_j\|$  – множество (вектор) СИ в  $j$ -м,  $j = \overline{1, J}$  участке ДУП в составе КИБ;

$\|\mathcal{E}_j\|$  – множество (вектор) одновременно реализуемых СИБ целевых каналов информационного воздействия в  $j$ -м,  $j = \overline{1, J}$  участке ДУП.

Вектор  $\|\mathcal{E}_j\|$  характеризует потенциальные возможности СИБ по одновременному воздействию на несколько ИС конкурирующей СЭО, располагаемых на некоторых пространственных направлениях применения СЭО и попадающих по ДУП в несколько ее целевых каналов. Это обуславливает необходимость решения задачи оптимизации распределения ресурса СИБ по направлениям и целевым каналам в каждом из них.

**Определение 1.** Нормативный внутренний ресурс КИБ – это значение требуемого ресурса СИ для воздействия на  $k$ -го типа ИС в  $j$ -м участке ДУП при решении  $i$ -й задачи.

Для большей части ИС конкурирующей СЭО направление работы СИБ, как правило, совпадает с местоположением элементов (объектов) действий СЭО, поэтому распределение ресурса ее КИБ по направлению совпадает с назначением ИЭ для решения  $i$ -х задач. Это приводит к возникновению двухуровневой оптимизационной дискретной задачи назначения нормативных значений ресурса СИБ по  $I$  задачам с последующим его распределением в каждом направлении по  $K$  типам ИС.

Введем необходимые переменные:

$y_j^i$  – булева переменная, равная  $y_{jk}^i = 1$ , если КИБ в  $j$ -м участке ДУП назначается для обеспечения решения  $i$ -й задачи,  $y_j^i = 0$ , если нет;

$x_{jk}^i$  – булева переменная, равная  $x_{jk}^i = 1$ , если для воздействия на  $k$ -й тип ИС в  $j$ -м участке ДУП, используемого для обнаружения момента выполнения  $i$ -й задачи СЭО, назначается КИБ с заданным нормативным значением внутреннего ресурса, и  $x_{jk}^i = 0$ , если не назначается.

Так как цели конкурирующих СЭО в рамках операции строго или не строго противоположны, то в качестве критерия эффективности способов применения СИБ целесообразно использовать максимальное значение среднего количества задач, выполненных СЭО в рамках операции [1].

Постановка задачи оптимизации процесса планирования (способов) применения СИБ при заданных  $\|n_i\|$ ,  $\{V_{jk}^i\}$ ,  $\|R_j\|$  и  $\|\mathcal{E}_j\|$  состоит в обеспечении максимального количества выполненных задач СЭО в рамках операции в условиях деструктивного воздействия ИЭ/ОЭ конкурирующей СЭО и математически ее целевая функция представляется в виде:

$$\{y^{opt}, x^{opt}\} = Arg \max_{\{y_j^i\}, \{x_{jk}^i\}} \min_{\{\beta_j^i\}} \sum_{i=1}^I \gamma_i P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(y_j^i, x_{jk}^i, \beta_j^i), \quad (12)$$

$$\gamma_i = n_i / \sum_{i \in I} n_i, \quad \sum_{i \in I} \gamma_i = 1;$$

при ограничениях

$$\sum_{i \in I} \dot{Y}_j^i y_j^i \leq \dot{Y}_j K_j; \quad i \in I; \quad j \in J; \quad \sum_{k \in K} \dot{Y}_j^0 V_{jk}^i x_{jk}^i = \dot{Y}_j^i;$$

$$j = \overline{1, J} \quad y_j^i, x_{jk}^i = 0 \vee 1; \quad k = \overline{1, K_j^i}; \quad i = \overline{1, I},$$

где  $P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(\dots)$  – средняя вероятность выполнения каждым из  $n_i$  ИЭ СЭО поставленной задачи по воздействию на заданный элемент (объект) конкурирующей СЭО как функция  $y_j^i$  плана назначения КИБ для обеспечения решения  $i$ -й задачи в  $j$ -м участке ДУП, распределения  $x_{jk}^i$  внутреннего ресурса СИ по  $k$ -го типа ИС и  $\beta_j^i$  стратегий деструктивного противодействия конкурирующей СЭО в каждой  $i$ -й задаче в условиях применения КИБ;  $\mathcal{E}_j^i$  – количество целевых каналов СИБ, назначаемых для решения  $i$ -й задачи при воздействии на все  $k$ -го,  $k = \overline{1, K_j^i}$  типа ИС конкурирующей СЭО;  $K_j^i$  – количество типов ИС в  $j$ -м участке ДУП, используемых конкурирующей СЭО при решении задачи снижении эффективности ИЭ СЭО.

Определяющим при осуществлении вычислений по (12) является расчет величины  $P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(\dots)$ , характеризующей эффективность решения каждым из  $n_i$  ИЭ поставленной задачи. Поскольку задача по воздействию на определенный объект может ставиться всем  $n_i$  ИЭ, то величина  $P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(\dots)$  зависит от решения каждым из ИЭ, то есть  $n_i - 1$ ,  $n_i - 2$  и т. д. своей задачи по воздействию с соответствующей вероятностью на элемент объекта – это обуславливает необходимость усреднения значения  $P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(\dots)$  по всему составу ИЭ. В предположении назначения ИЭ для воздействия на различные элементы объекта с учетом их важности в составе

объекта вместо среднего значения  $P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(\cdot)$  в (12) рассчитывается ее средневзвешенное значение.

Задача (12) представляет собой дискретную оптимизацию с целочисленными переменными, для решения которой возможно применение метода ветвей и границ [10] и процедуры поиска оптимальных решений в соответствии с [11]. При этом на первом (верхнем) уровне задачи разрабатывается алгоритм оптимального распределения целевых каналов СИБ в каждом  $j$ -м участке ДУП для обеспечения решения  $i$ -й задачи при произвольно заданном назначении целевых каналов в других участках ДУП. При решении каждой такой задачи целевые каналы СИБ распределяются по заданному количеству разнотипных ИС в  $j$ -м участке ДУП.

Для пояснения физической интерпретации задачи рассмотрим решение частной задачи.

В общем случае выполнение задач СЭО в рамках операции связано:

- с реализацией экономической политики СЭО в пространственно-разнесенных направлениях (регионах, областях, районах и т.п.) действий;
- преодолением информационного деструктивного противодействия конкурирующих СЭО в данной предметной области.

Первая задача решается на основе использования ИЭ для реализации целевой функции СЭО, вторая – СИБ для обеспечения максимальной эффективности применения ИЭ. В этих условиях конкурирующая СЭО будет оказывать деструктивное противодействие решению задач СЭО – применять различного типа ОЭ для нейтрализации действий ИЭ и их КИБ. Поскольку выделение равного количества целевых каналов СИБ для обеспечения решения каждой  $i$ -й задачи является неравноэффективным в связи с различным пространственным удалением ИС от КИБ, а также различной «важностью» обеспечиваемых действий (различным количеством ИЭ –  $n_i$ ) СЭО, то решение задачи (12) нетривиальное.

Исходя из трактовки задачи, общий алгоритм ее решения состоит в следующем.

В соответствии с [11] в качестве граничных оценок анализируется совокупность целевых функций на основе последовательного решения частных оптимизационных задач для каждого  $j$ -го участка ДУП в виде:

$$\{y_j^{i \text{ opt}}\} = \text{Arg max}_{\{y_j^i\}} \sum_{i \in I} \gamma^i y_j^i P_j^{ИБ}(y_l^*, x_{jv}^*, M_i^*) \quad (13)$$

при ограничениях:

$$\sum_{k \in K} \mathcal{E}_{jk}^{oi} V_{jk}^i x_{jk}^i = \mathcal{E}_j^i; \quad \sum_{i \in I} \mathcal{E}_j^i y_j^i \leq \mathcal{E}_j K_j; \quad i \in I; \quad j \in J;$$

$\{y_j^{*i}\}$  – определен для всех  $j \neq l, l = \overline{1, J}$ ,

где  $P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(\dots)$  – средняя (по составу –  $n_i$ ) вероятность решения ИЭ  $i$ -й задачи по воздействию на заданный объект как функция  $y_j^i$  назначения КИБ в  $j$ -м участке ДУП,  $x_{jv}^{*i}$  распределения целевых каналов по отдельным ИС и  $M_j^{*i}$  заданного распределения числа деструктивных воздействий ОЭ конкурирующей СЭО, использующей ИС управления в  $j$ -м участке ДУП для снижения эффективности решения СЭО каждой  $i$ -й задачи;  $x_{jv}^{*i}$  – план назначения целевых каналов СИБ в каждом  $i$ -м,  $i = \overline{1, I}$  пространственном направлении по  $v$ -м,  $v = \overline{1, V}$  ИС для  $j$ -го участка ДУП.

Значение вероятности  $P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(\dots)$  исходя из (3) вычисляется в виде:

$$P_j^{i \text{ ИБ}}(\dots) = P^{i \text{ ИБ}'} + y_j^i \Delta P_j^{i \text{ ИБ}}(y_l^*, x_{jv}^*, M_j^*), \quad (14)$$

где  $P^{i \text{ ИБ}'}$  – вероятность решения  $i$ й задачи ИЭ на этапе ведения СЭО оборонительных/исполнительных действий с учетом использования ресурса средств СИБ;  $\Delta P_j^{i \text{ ИБ}}(\dots)$  – приращение средней вероятности выполнения ИЭ  $i$ -й задачи за счет применения СИБ в  $j$ -м участке ДУП при фиксированном (заданном произвольно) ее назначении в других ( $l$ -х,  $l \neq j$ ) участках ДУП,  $x_{jv}^{*i}$  распределении при решении в  $i$ -й задаче целевых каналов по  $v_j^i$ -м ИС каждого ДУП и от  $M_j^{*i}$  распределения деструктивных действий средств ОЭ относительно средней вероятности достижения объектов воздействия составом из  $n_i$  ИЭ, обеспечиваемых КИБ.

**Определение 2.** Свойство неубывания целевой функции  $P_{i \text{ эз}}^{ИБ}(\dots)$  – применение  $r_{ij}$  ресурса СИБ целесообразно, если приращение эффективности от ее воздействия на ИС

конкурирующей СЭО превышает значение  $\sum_{j=1}^J r_{ij} / n_i$ , то есть  $\Delta P_j^{i \text{ ИБ}}(r_{ij}, V_{jk}^i) > \sum_{j=1}^J r_{ij} / n_i; \quad i = \overline{1, I}$ .

Задача (14) решается на основе метода максимального элемента [13], реализующего относительно простые алгоритмы распределения внутреннего ресурса СИ по пространственным направлениям и назначения определенного количества целевых каналов КИБ по ИС в каждом направлении. При этом в качестве элемента назначения используется целевой канал КИБ, последовательно назначаемый по  $i$ -м задачам для вычисления значения  $i^*$  приоритетной задачи на основе выполнения условия:

$$i^* = \mathop{\text{Arg max}}_{\{i\}} \Delta P_j^{i \text{ ИБ}}(\dots); \quad i = \overline{1, I} \quad j = \overline{1, J} \quad (15)$$

для различных вариантов плана назначения целевых каналов СИБ в каждом направлении  $\{x_{jv}^{*i}\} \quad v = \overline{1, V}$  с учетом ограничений:  $\sum_{i \in I} y_j^i = \mathcal{E}_j^n R_j, \quad j = \overline{1, J}, \quad j = \overline{1, J}$ , где  $\mathcal{E}_j^n$  – количество одновременно обслуживаемых направлений каждым из  $R_j$  КИБ в структуре ИОУ СИБ в  $j$ -м участке ДУП;  $\Delta P_j^{i \text{ ИБ}}(\dots) \geq \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  – заданная величина приращения вероятности выполнения ИЭ поставленной задачи за счет назначения КИБ для воздействия на ИС в  $j$ -м участке ДУП, меньше которой его назначение для решения  $i$ -й задачи является нецелесообразным (последнее ограничение определяется при решении задач технико-экономической целесообразности использования ресурсов КИБ).

Таким образом, при решении задачи распределения внутреннего ресурса СИБ по пространственным направлениям и целевым каналам ИС конкурирующей СЭО могут быть определены относительная важность объектов воздействия и значения распределяемых ресурсов ИБ для снижения эффективности их функционирования.

В аналогичной постановке решается и задача оптимизации ресурсов СИБ элементов (объектов) СЭО от ПИО и ИЭ конкурирующей СЭО. Однако для эффективного применения объектов СЭО необходимо прогнозировать состав ИЭ конкурирующей СЭО и определять количество ИС, подлежащих одновременному воздействию средствами СИБ. В реальной обстановке эти задачи возлагаются на элементы ПИО СИБ при ее взаимодействии с другими системами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Планирование применения СИБ представляет собой динамический количественный процесс изменения ее состояний по этапам операции на основе оптимизации функций управления (распределения) ограниченным ресурсом средств ИБ для реализации целевой функции СЭО в рамках операции на множестве способов ее достижения. Основу обоснования плана применения СИБ составляет формализованное представление функций управления в виде устойчиво повторяющихся действий, процедур и операций для достижения основной цели по этапам применения СЭО в рамках операции, позволяющих по интегральному показателю эффективности анализировать возможности и обосновывать оптимальный план (способ) применения СИБ.

## Список использованных источников и литературы

1. Мистров Л.Е., Сербулов Ю.С. Методологические основы синтеза информационно-обеспечивающих функциональных организационно-технических систем. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 232 с.
2. Мистров Л.Е. Методика синтеза систем информационной безопасности организационно-технических систем // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2010. № 10. С. 52–58.
3. Мистров Л.Е. Метод оптимизации облика иерархических систем информационной безопасности // Информационные технологии. 2014. № 4. С. 18–26.
4. Мистров Л.Е. Методологические основы формализации процесса разработки плана применения организационно-технических систем // Информационные системы и процессы. 2022. № 5 (133). С. 73–82.
5. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. – М.: Сов. радио, 1975. – 440 с.
6. Федулов А.А., Федулов Ю.Г., Цыгичко В.Н. Введение в теорию статистически ненадежных решений. – М.: Статистика, 1979. – 275 с.
7. Беллман Р. Динамическое программирование. – М.: Иностранная литература, 1960. – 400 с.
8. Вахитов Ш.Н., Киниченко С.В., Рутковский А.П. Алгоритм направленного перебора последовательности допустимых планов // Сборник алгоритмов и программ. Вып. 12. – Л.: ВМА им. А.А. Гречко, 1989. – С. 123–130.
9. Мистров Л.Е. Метод оценки эффективности технических систем информационной безопасности // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. № 4. С. 52–60.
10. Мистров Л.Е., Плотников С.Н. Метод теоретико-игрового распределения ресурса для обоснования подвижных точек конфликтной устойчивости взаимодействия социально-экономических систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 2 (54). С. 38–46.
11. Галкина В.Л. Дискретная математика. Комбинаторная оптимизация на графах. – М.: Гелиос АРВ, 2003. – 232 с.
12. Мистров Л.Е., Головченко Е.В., Перминов Г.В. Системотехнические основы проектирования сложных технических комплексов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 5 (69). С. 71–78.
13. Берзин Е.А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. – М.: Сов. радио, 1974. – 304 с.

# METHOD OF OPTIMIZATION AND PLANNING OF RESOURCE USE INFORMATION SECURITY SYSTEMS OF SOCIO-ECONOMIC ORGANIZATIONS

**Mistrov L.E.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Central Branch of FGBOUVO «Russian State University of Justice», Chief Specialist FSBI «RSI»

*A resource planning method for information security systems (ISS) is proposed to ensure the use of socio-economic organizations (SEO) in the conditions of a «competition» conflict based on the optimization of external and internal system IS resource management functions. The problem is solved in a game-theoretic formulation of achieving the maximum efficiency of using SEA in an operation based on the analysis of the capabilities and optimization of the SIS of the allocated resource of IS tools on the set of destructive methods of influence of competing SEA. The assessment of the ISS capabilities is carried out by solving a discrete hierarchical game by level-by-level optimization of the resource of information support and IS as a solution to a multi-parameter optimization problem with a nonlinear objective function and related variables. The task of optimizing the ISS resource is based on the distribution of the resource of IS tools in the directions and target channels of information systems and control tools for the executive and supporting elements of competing SES. The method is based on the theories of program-target planning and management, multilevel hierarchical systems, optimal resource allocation, decision making under uncertainty, maximin, graphs, branch and bound methods, dynamic programming, maximum element and analytical calculations.*

**Keywords:** socio-economic organization, competition, destructive impact, means, subsystems and information security system, criterion and performance indicators, capabilities, analysis, justification, optimization.

## References

1. Mistrov L.E., Serbulov Yu.S. Methodological bases for the synthesis of information-supporting functional organizational and technical systems. – Voronezh: Scientific book, 2007. – 232 p.
2. Mistrov L.E. Method of synthesis of information security systems of organizational and technical systems. Instruments and systems. Management, control, diagnostics. 2010. No. 10, pp. 52–58.
3. Mistrov L.E. Method for optimizing the appearance of hierarchical information security systems. Information technologies. 2014. No. 4, pp. 18–26.
4. Mistrov L.E. Methodological bases of formalization of the process of developing a plan for the application of organizational and technical systems. Information systems and processes. 2022. No. 5 (133), pp. 73–82.
5. Pospelov G.S., Irikov V.A. Program-targeted planning and management. Moscow, Sov. radio, 1975. 440 p.
6. Fedulov A.A., Fedulov Yu.G., Tsygichko V.N. Introduction to the theory of statistically unreliable solutions. Moscow, Statistics, 1979. 275 p.
7. Bellman R. Dynamic programming. Moscow, Foreign Literature, 1960. 400 p.
8. Vakhitov Sh.N., Kinichenko S.V., Rutkovsky A.P. Algorithm for directed enumeration of a sequence of admissible plans. Collection of algorithms and programs, vol. 12. Leningrad, VMA them. A.A. Grechko, 1989, pp. 123–130.
9. Mistrov L.E. Method for evaluating the effectiveness of technical systems of information security. Information-measuring and control systems. 2013. No. 4, pp. 52–60.
10. Mistrov L.E., Plotnikov S.N. The method of game-theoretic resource distribution to substantiate the moving points of conflict stability in the interaction of socio-economic systems. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2020. No. 2 (54), pp. 38–46.
11. Galkina V.L. Discrete Math. Combinatorial optimization on graphs. Moscow, Helios ARV, 2003. 232 p.
12. Mistrov L.E., Golovchenko E.V., Perminov G.V. System-technical bases for designing complex technical complexes. Information-economic aspects of standardization and technical regulation. 2022. No. 5 (69), pp. 71–78.
13. Berzin E.A. Optimal distribution of resources and elements of systems synthesis. Moscow, Sov. radio, 1974. 304 p.