

СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПОНЕНТ ЗАЩИТЫ

В статье приведены исследования по оптимизации принятия решений в процессе системной интеграции компонент защиты, использующие сочетание подхода получения тупиковых альтернатив с построением серии множественных решений в виде задачи о наименьшем покрытии набора функциональных требований и выработки показателя предпочтительности ранжирования по модифицированному целевому методу.

Ключевые слова: системная интеграция, критерии выбора средств защиты, принятие решений.

Halizev V. N., Ugriumov D. V.

SYSTEM INTEGRATION OF HARDWARE-SOFTWARE PROTECTION COMPONENT

The article presents a study on decision-making process optimization system integration component of protection using a combination of approaches to get dead-end alternatives with the construction of a series of multiple solutions in the form of lesser coverage a set of functional requirements and develop a preference ranking indicator modified target method.

Keywords: decision-making, criteria for selection of remedies, minimum coverage.

Задача определения набора программно-аппаратных средств (компонент) защиты во многих теоретических работах неоднократно формулировалась в виде задачи оптимального выбора при заданных ограничениях, например в [1], как задача первого или второго вида. Первая – это минимизация затрат при требуемой эффективности мер защиты и второго вида – максимизация эффективности мер защиты при ограничении на суммарную стоимость затрат.

Нормативными документами ФСТЭК определен несколько иной порядок построения эффективной защиты – через управление рисками: выявление всех возможных

угроз безопасности информации, оценка их вероятности реализации и ущерба (риска), актуальности угроз, определения класса защищенности АС, (либо требуемого уровня защищенности для ИСПДн, категории для КИИ) и выработка по этим данным минимального набора защитных мер, соответствующих введенному классу защищенности (уровню защиты), то есть новый вид задачи из [1] – как задачи покрытия множества угроз (или функциональных требований (ФТ)) множеством мер и способов защиты. Что соответствует созданию профиля функциональных требований защиты – в терминах ГОСТ Р ИСО\МЭК 15408. В этом случае задача количественного

определения эффективности или оптимизации стоимости выбранных мер и средств защиты не ставится. При этом отсутствие строгой методики обоснования выбора конкретных мер и способов защиты и реализующих их средств защиты информации (СрЗИ) может привести к неоптимальности, а иногда даже к несостоятельности выбранного набора компонентов системы защиты.

Процесс анализа и выбора программно-аппаратных компонент достаточно сложен и продолжителен, зависит от большого количества влияющих факторов, глубины знаний специалистов. Поэтому возможно появление ошибок в силу различных причин, которые могут привести к выбору не лучшего варианта, что может затем сказаться на бюджете и безопасности. Поэтому задача формализованного выбора оптимального состава комплекта СрЗИ является актуальной.

Решать задачу можно применив систему поддержки принятия решения, базирующуюся на комплексе новых математических моделей многокритериальной оптимизации.

В [6] предлагается оптимизацию выбора СрЗИ проводить по критерию «предпочти-

Шипка как электронный ключ и средство хранения сертификатов КриптоПРО).

Решить эту задачу можно применив предлагаемую модель системы поддержки и принятия управленческих решений (СППР), базирующуюся на уточнённых моделях многокритериальной оптимизации и методах системного анализа.

Данная модель сочетает принятую парадигму построения системы защиты в виде покрытия набора функциональных требований для класса защищенности АС (уровня защиты ИСПДн) и выработки комплексного показателя защищенности и его оптимизации внутри каждого класса.

Функционирование СППР при построении систем защиты информации с технологической точки зрения можно представить в виде известных в теории системного анализа следующих этапов жизненного цикла принятия решения: целевыявление, выработки (генерации) решений, оценки решений, выбора схемы принятия решения, координация его выполнения.

Общая схема принятия решений представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема принятия решений

тельности выбора», вычисляемого как суммарный показатель экспертных оценок обязательных (по функциональным требованиям РД ФСТЭК и ФСБ) и дополнительных показателей, взвешенных коэффициентами важности, по каждому виду СрЗИ в отдельности - защиты от НСД, межсетевым экранам (МЭ), антивирусным средствам (АВС) (по одному средству каждого вида). Эта модель не решает проблемы выбора комплекта СрЗИ когда имеются средства, покрывающие ФТ из разных видов подсистем (известны средства с функциями МЭ, СОВ и АВС одновременно и всеми их сочетаниями), а также внутри одного вида СрЗИ – защиты от НСД, когда одни средства покрывают все ФТ, другие – частично, а некоторые элементы с одним - двумя ФТ (например, e-токен как электронный ключ,

Определим содержание перечисленных этапов принятия решений с точки зрения процесса работы системного интегратора при комплектовании систем защиты информации компонентами и подсистемами.

Более подробно:

Этап 1. Формулировка проблемы - выявление и формулировка проблемной ситуации, формирование цели системы СППР. Является творческим процессом из-за объективной сложности, многомерности и многозначности проблем управления, неструктурированном характере многих из них, трудностях измерения переменных, отсутствии априорных сведений о существенных связях между ними [7]. Формулировка цели СППР первого этапа - построение универсальной модели и методики выбора оптимального на-

бора подсистем или компонент интегрированной системы с учетом детальных особенностей сложного комплекса входящих в нее составляющих подсистем.

Этап 2. Формирование подцелей системы управления для определения желаемого состояния по устранению проблемной ситуации. На этом этапе целевыявления формулируются направления выхода из существующей проблемной ситуации, определяется, **что** нужно сделать для снятия проблемы. Методологические основы - системный анализ и экспертные методы [7].

На этом этапе формируются подцели: определяются наборы функций подсистем и компонентов системы защиты (мер нейтрализации угроз), их входных и выходных параметров - массивов данных, подлежащих обработке с целью оптимизации в разрабатываемой математической модели.

Обычно функциональные задачи (ФЗ) комплексируемых подсистем информационной инфраструктуры формируются экспертами на разных архитектурных уровнях: конструктивно-технологическом - энергетика, температурный режим, системы доступа и охраны; вычислительном - сервера, рабочие станции, периферия; сетевом - маршрутизаторы, коммутаторы, концентраторы; программно-аппаратной защите информации - управления доступом, антивирусных средств, IDS/IPS-средств, средств анализа защищенности, межсетевого экранирования и т. д.

Выбор уровней декомпозиции определяются специалистами по известным им методам и моделям присущим в каждой конкретной сфере для каждого вида подсистем, то есть экспертными методами.

Для некоторых видов подсистем разработаны стройные иерархически структурированные модели декомпозиции архитектур, для других - композиция-декомпозиция проводится на интуитивном уровне экспертами.

Например, в стандарте ИСО/МЭК 15408 "Общие критерии информационных технологий" содержится иерархическое описание 6 классов, 15 подклассов, 360 элементов информационных технологий реализующих информационную безопасность в ИТ-системах. Реально системные интеграторы пользуются наборами защитных мер, сформулированных в соответствующих приказах ФСТЭК (№ 21,17,31,239)

Этап 3. Выработка (генерация) решений. На данном этапе вырабатываются альтерна-

тивные варианты решений, осуществляется поиск различных путей, способов достижения поставленных целей. Наиболее известными организационными формами генерирования альтернатив являются мозговой штурм, синектика, разработка сценариев, морфологический анализ, деловые игры, когнитивные карты [7].

На третьем этапе специалистами для каждой функциональной задачи формируется блок возможных альтернативных вариантов решения этой задачи с помощью выявленных на рынке для этих целей средств, компонентов или подсистем. Совокупность всех блоков альтернатив по всем ФЗ является той базой экспертных знаний, которая и составляет исходные данные рассматриваемой задачи системного интегрирования компонент. При этом альтернативным решением, подлежащим выбору ЛПР является набор компонент (подсистем) по одному из каждого блока. Собственно этот этап генерации альтернативных наборов компонент, входящих в комплексную интегрированную систему, и является основным источником проблемы обсуждаемой в данной работе вместе с последующим способом оценивания этого набора компонент (а именно наличие существенных нелинейностей при оценивании полезности каждой альтернативы). Ниже рассмотрим это более подробно.

Этап 4. Формирование критериев выбора решений как измерителей степени достижения намеченной цели. Критерием ценности альтернативы служит любой ее признак (параметр), измеренный на качественном либо количественном уровне. Например, объем памяти, скорость или быстроедействие, другие параметры качества или эффективности.

На четвертом этапе экспертами для каждой задачи отбираются частные показатели качества (эффективности) решения этой конкретной задачи в виде объективных технических характеристик компонент (подсистем) либо субъективных качественных показателей, определяющих специфические функции этой подсистемы. Выбор их может быть субъективным и зависит от опыта экспертов либо сформулирован в качестве отдельной задачи для каждого типа подсистем. Из частных могут быть построены обобщенные показатели качества для комплексной интегрированной системы по известным либо вновь разрабатываемым моделям и алгоритмам. Вопрос о выборе обобщенных показателей качества и эф-

фективности (безопасность, надежность, эргономичность, устойчивость,...) и особенности их объединения как правило представляют собой отдельные научные задачи для каждого типа показателей и в данной работе не рассматриваются. (Например, показатели надежности и их способы объединения для последовательного или параллельного в смысле надежности объединения компонентов, показатели информационной безопасности – через приемлемые урони риска по каждой угрозе – по ИСО МЭК 27005). Однако во многих случаях наряду с обобщенными показателями для всей системы, при предъявлении требований эксперты выставляют именно частные показатели (конкретные ТТХ подсистем), по которым ЛПР более привычно и легко сравнивать альтернативные варианты при их отборе.

Каждому показателю (технической характеристике) ЛПР устанавливает соответствующий критерий путем наложения ограничений либо формирования предпочтения – «чем больше (меньше), тем лучше», либо более сложные – близость к константе, вхождению в диапазон, нелинейные предпочтения и т. д. Субъективный характер выбора частных критериев проявляется в разных методологиях принятия решений в виде процедур назначения экспертами коэффициентов важности для критериев (например, известная технология парных сравнений в методе анализа иерархий – МАИ [8]).

Этап 5. Оценка возможных решений. При решении задач принятия решений по многим критериям (векторных задач оптимизации) возникают трудности определения наилучшего с точки зрения ЛПР компромиссного решения из множества допустимых решений, в том числе и по отдельным локальным критериям. К этим приемам относят согласование и нормализацию критериев, учет приоритета критериев. Нормализация критериев связана с возможностью соизмерения в различных единицах и масштабах измерения. После нормализации все критерии приводят к единому масштабу – приведение их к диапазону [0,1] и согласование – направленность в одну сторону – меньшее предпочтение – значение 0, большее - 1.

Этап 6. Выбор схемы и алгоритма принятия решения. На данном этапе необходимо осуществить выбор решения по определенной схеме или алгоритму, наилучшему с точки зрения некоторого суперкритерия, некоторого принципа оптимальности.

В задачах принятия решений в условиях определенности поиск оптимальных решений достаточно формализован. Используемые методы оптимизации математического программирования, вариационного исчисления, эвристические, организованного поиска и другие, в настоящее время получили широкое распространение [8]. Применимы методы компромиссных решений следующие: уступки; свертывания критериев в один (например, алгоритм линейной свертки - взвешенной суммы, критерий Вальда, Сэвджа, Гурвица, Ходжа-Лемана); выделения главного критерия; целевой метод (опорной или идеальной точки).

Если требуется определить единственное наилучшее решение, то необходимо множество всех допустимых решений сузить до множества Парето (множество недоминируемых решений, компромиссное множество), а далее на этом множестве искать решение на основе некоторой принятой ЛПР схемы поиска компромисса. Наиболее распространенными принципами компромиссных решений являются следующие: равномерности (равенства); уступки; свертывания критериев в один (например, взвешенной суммы); выделения главного критерия; задания целевой точки (опорной или идеальной) [8]. В случае если количественно оценить отдельную альтернативу (решение) по одному либо по множеству критериев затруднительно или невозможно, можно попытаться описать выбор на языке бинарных отношений. Выбор на языке бинарных отношений распространен достаточно широко, в частности при решении таких многокритериальных задач, как задачи о назначении, о рюкзаке, в методе «ЭЛЕКТРА» и др. [9].

Системная интеграция — это разработка комплексных решений по автоматизации технологических и бизнес-процессов предприятия с целью максимально эффективного управления технологическим процессом, производством, организацией в целом. Решение данной проблемы в настоящее время видится путем разработки научно-методического аппарата поддержки принятия решения лицом (ЛПР), выполняющим системную интеграцию с применением модели оптимизации многоальтернативного выбора.

Задача выбора оптимальной структуры системы из составляющих ее объектов может быть сформулирована в теоретико-множественной интерпретации как задача о наи-

меньшем покрытии (ЗНП) множества следующим образом [3].

элементов оборудования, то значения целевой функции (1) определяют минимальную сто-

Таблица 1

Структура исходных данных задачи многоальтернативного выбора

Средства ЗИ	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4	Параметр 5	Параметр 6	Параметр 7	Параметр 8
ABC 1	6	7	8					
ABC 2	2	11	7					
ABC 3	3	6	6					
МЭ 4				8	9	4		
МЭ 5				7	0	9		
МЭ 6				9	6	7		
МЭ 7				9	7	6		
COB 8							0	8
COB 9							4	4
COB 10							4	10
COB 11							5	11
UTM 12	3	4	5				6	7
UTM 13				4	5	6	5	6

Пусть определено множество угроз AC (либо мер нейтрализации) $R=\{r_1, r_2, \dots, r_m\}$, и множество компонент СрЗИ (элементов оборудования) $S=\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, таких, что каждый S_j ассоциирован с подмножеством $R_j \subset R$, где $j \in N = \{1, \dots, n\}$. При этом S_j нейтрализует некоторые угрозы из R_j , либо выполняет функции из R_j с определенным качеством. Совокупность $\{R_j\}$, $j \in J$, $J \subset N$ называется покрытием множества R , если $\cup R_j = R$, при $j \in J$. Определим матрицу $A=(a_{ij})$:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если элемент } r_i \text{ входит в множество } R_j \\ & \text{(требование } r_i \text{ покрыто)} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Задача выбора оптимальной структуры системы защиты из составляющих ее компонент $S=\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, для реализации покрытия всех угроз (либо набора заданных мер (требований) $R=\{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ как задача ЦЛП имеет вид:

$$F_1(x) = \sum_{j=1}^n (C_j x_j) \rightarrow \min, \quad (1)$$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) \geq 1, \text{ где } i \in M \quad (2)$$

$$x \in 0,1, \text{ где } j \in N \quad (3)$$

В этом случае задача структурного синтеза сводится к определению экстремального значения целевой функции (1).

Если C_j интерпретировать как стоимость

имости оборудования, для построения AC, удовлетворяющей всем заданным требованиям.

Если V_j интерпретировать как эффективность защиты элементов оборудования, то значения целевой функции (4) определяют максимальную эффективность набора оборудования, для построения системы, удовлетворяющей всем заданным требованиям, при тех же ограничениях (2) и (3):

$$F_2(x) = \sum_{j=1}^n (V_j x_j) \rightarrow \max \quad (4)$$

Введем в математическую модель (1) данные о технических параметрах решаемых задач R путем добавления матрицы натуральных чисел B . Определим матрицу $B=(b_{ij})$, $i \in M, j \in N$:

$$b_{ij} = \begin{cases} b, & \text{если } a_{ij} = 1 \text{ и требование } r_i \text{ выполнено} \\ & \text{но объектом } j \\ c & \text{с качеством } b=1..100 \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (5)$$

Если объекты имеют конкретные числовые характеристики, отражающие их количественные или качественные параметры по реализации функции (требования) r_i , то их можно взять в качестве величин b_{ij} , проведя стандартную процедуру нормализации и приведения к единому диапазону [0..1] (1 - лучший показатель, 0 - худший), чтобы их пра-

вомерно было сравнивать как показатели качества. Если таковых характеристик нет, то следует провести экспертную оценку каким либо из известных методов и получить числовую характеристику качественных параметров решения каждым объектом j задачи r_j . Пусть величины b определяются экспертным путем, например по методу Саати, методом парных сравнений и нормализации по каждому требованию r_i .

В общем случае технические параметры r_i имеют разный физический смысл, поэтому для одних i включение в решение объектов j и k требует суммирования показателей b_j и b_k , а для других значения $\max(b_j, b_k)$, поэтому сумму в критерии (4) необходимо заменить на нелинейный функционал Ψ : В общем случае функционал Ψ может иметь и более сложный вид.

Вводится вектор $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m\}$, ($\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_m = 1$), и целевая функция (4) приобретает вид:

$$F_3(x) = \sum_i^m \alpha_i \Psi_j(b_{ij}x_j) \rightarrow \min \quad (6)$$

Задача выбора оптимальной структуры системы из составляющих ее объектов $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$, для реализации заданных функций (требований) $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ по критерию максимума показателя цена/качество решения всех задач R формулируется заменой в матрице B всех величин b на величины c/b и решения задачи (1), (4), либо (7).

С практической точки зрения интересной задачей является задача определения выбранного состава оборудования минимальной стоимости при заданной степени качества решения задачи r_i (качества решения всех задач R), то есть уровня безопасности b^* по требованию i , (уровня безопасности объекта в целом). Эта задача решается как задача ЦЛП вида:

$$F_1(x) = \sum_{j=1}^n (C_j x_j) \rightarrow \min \quad (7)$$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^n (B_j x_j) \leq b^* \quad , \quad i \in M \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) \geq 1 \quad , \quad i \in M \quad (9)$$

$$x \in 0,1 \quad , \quad j \in N \quad (10)$$

Обратная задача - при заданной максимальной стоимости C_{\max} выбранного состава оборудования обеспечить максимальную степень безопасности объекта, то есть макси-

мальную степень качества решения всех задач из R - решается как задача нелинейного программирования вида:

$$F_3(x) = \sum_i^m \alpha_i \Psi_j(b_{ij}x_j) \rightarrow \min \quad (11)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^n (C_j x_j) \leq c_{\max} \quad , \quad i \in M \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} x_j) \geq 1 \quad , \quad i \in M \quad (13)$$

$$x \in 0,1 \quad , \quad j \in N$$

Известна задача многокритериальной дискретной оптимизации МКДО [2], в частности двухкритериальная задача о покрытии множества, в которой требуется найти покрытие одновременно минимизирующее функцию затрат (1) и максимизирующее функцию эффективности, имеющую вид (4).

Путем последовательных итераций методом уступок, меняя поочередно параметры стоимости и эффективности, предлагается строить парето-оптимальный фронт, из которого ЛПР уже может выбрать решение пользуясь экспертными знаниями.

При наличии только одной ФЗ, решаемой каждой подсистемой i , соответственно, выборе одного из n вариантов подсистем из группы альтернатив (блока), поставленная задача решается как классическая задача МКДО.

В более сложном случае - при выборе набора подсистем или компонент интегрированной системы с учетом показателей качества всех входящих в нее составляющих подсистем - искомого решения включает несколько подсистем, каждая из которых решает свою функциональную задачу (набор задач), причем решение должно состоять из набора альтернатив, покрывающих весь набор задач интегрированной системы. С точки зрения МКДО здесь альтернатива, подлежащая оценке и выбору, генерируется из нескольких элементарных подсистем-альтернатив, входящих в разные группы (блоки).

Способов генерации таких наборов может быть несколько в зависимости от исходных данных задачи. Если каждая подсистема решает только одну ФЗ, то при интеграции m ФЗ проблема может быть поставлена как известная блочная задача о ранце - выбора набора m подсистем по одной из каждого блока.

Причем локальный выбор в каждом блоке наилучшего компонента дает глобально

оптимальный выбор интегрированного решения, только если в качестве алгоритма выбора используется линейная свертка. При нелинейных методах свертки (Вальда, Сэвиджа и др.) это не выполняется.

Глобальный поиск оптимума в общем случае требует полного перебора вариантов – по одному из n компонентов в каждом из m блоков и дает n^m вариантов, что для реальных задач находится на границе возможностей перебора.

Если же каждая подсистема решает не одну, а несколько ФЗ (комплектовании ИТ-систем системно-интегрированными решениями), то при интеграции m ФЗ проблема формулируется как известная НЕблочная задача о ранце, в которой условием генерации решения является покрытие всех ФЗ, т. е. применение известной модели многоальтернативной оптимизации (МАО) профессора Я.Е. Львовича [10], в которой поиск оптимума целевой функции идет одновременно с решением задачи о наименьшем покрытии (ЗНП), и за счет унимодальности целевой функции отыскивается тупиковое покрытие.

Ограничение полного перебора $2^{m \cdot n}$ вариантов комбинаций в задачах МАО реализуются путем построения только тупиковых покрытий (остальные отсекаются).

Однако модель МАО дает решение задачи о наименьшей покрытии только для линейных функций либо нелинейных одномерных целевых функций (с одной точкой экстремума). Наличие неунимодальных функций типа $\max(\min)$ в целевой функции дает в результате одинаковые значения результирующих весов для большого числа решений – и возможно нетупиковых. Таким образом получение всех тупиковых решений ЗНП для большинства методов оптимизации (Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Ходжа-Лемана) никаким из математических алгоритмов поиска экстремума невозможно.

Даже если ограничиться только целевым методом (линейным) решения задачи МКДО от неунимодальности в искомой задаче не удастся избавиться по следующим соображениям. При попадании в решение системно-интегрированных компонентов два или более значения показателей должны объединяться по его физическому смыслу и чаще всего по правилу \max либо \min , то есть также неунимодальной функции. То есть операции для показателей из разных блоков генерируют значительное число решений с одина-

ковыми по весу результатами оценки и даже нетупиковых. Большое количество нетупиковых покрытий в данном случае это не изъян модели МАО или способа поиска оптимума функции (он может быть различный -линейный, градиентный или эвристический), а скорее последствие неунимодальности целевой функции на подготовительном этапе отбора компонентов в решение.

При переходе к 2-х факторному анализу, выделив затраты, можно найти одно тупиковое решение с минимальной стоимостью, но при этом остальные тупиковые покрытия теряются среди всех решений с равным весом целевой функции. Между тем именно тупиковые (пусть и с одинаковым весом) нам интересны с точки зрения системного интегрирования – стоимости их не сильно отличаются, но они минимальны и могут выбираться ЛПР по другим принципам.

Чтобы получить все возможные тупиковые решения необходимо включить этот механизм (определения тупиковых покрытий) в систему генерации альтернатив, который бы заменял его в известной модели МАО.

Таким образом, ставится задача - построить новую модель генерации альтернатив для СППР: сначала генерация тупиковых альтернатив только потом оценка в задаче МКДО. Так мы прореживаем множество Парето-оптимальных альтернатив до множества строго тупиковых вариантов. (Т.е в какой-то степени разрабатываемая модель может считаться одним из способов сокращения Парето-оптимального множества решений для задачи МАО с нелинейными и неунимодальными целевыми функциями).

Кроме того эта модель генерации альтернатив вызывает следующую подзадачу. С точки зрения задачи системного интегрирования в этой модели теряются некоторые возможные решения, включающие «узкоспециализированные» компоненты. Механизм отсека тупиковых решений таков, что эти «узкоспециализированные» компоненты доминируются и никогда не будут выбраны при поиске тупиковых решений. Чтобы устранить этот пробел необходимо дополнить механизм генерации альтернатив через поиск покрытий путем введения нового критерия поиска уточненного тупикового решения (Ту-критерия) искусственным внедрением таких доминируемых компонентов в решение.

Алгоритм Ту-критерия основан не на снижении требования к параметру на заданное

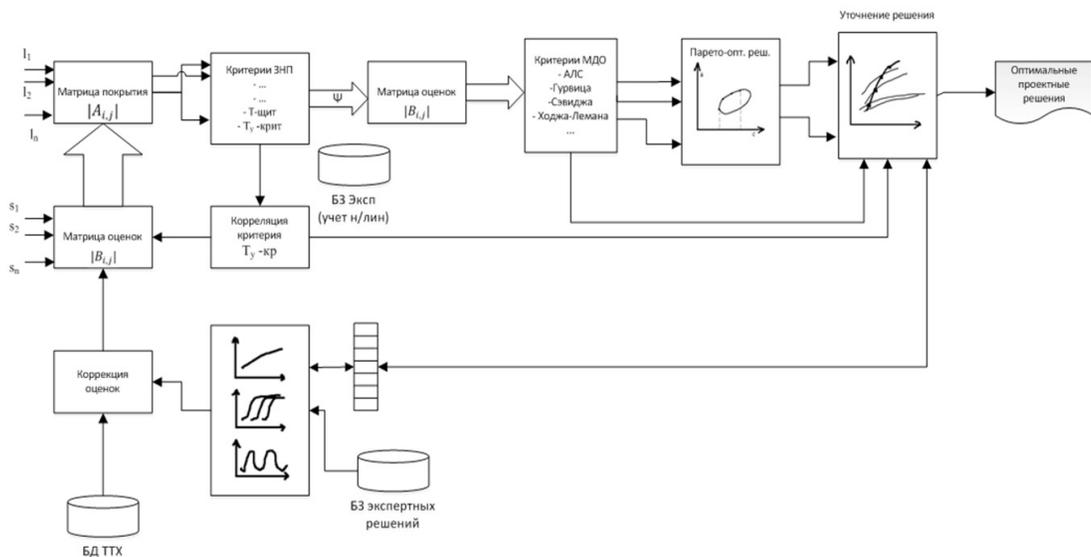


Рис. 2. Структура модели многоальтернативного выбора

число процентов (это известный прием в МКДО), а на видоизменении множества генерируемых альтернатив за счет выявления доминирующей компоненты и модификации ее параметров булева покрытия так, что она перестает доминировать и механизм генерации обязательно выберет эту ранее доминировавшую компоненту в новое решение. И если его вес на этапе 5 окажется больше, чем другие при том же либо меньшем значении затрат, то эта альтернатива строго лучше. Сравнение возможно, т. к. все величины параметров не изменялись, а корректировалась только матрица булевых покрытий. Даже если затраты оказались большим (не на много, т.к. УСК как правило дешевы), то это увеличение не дает решению выйти за пределы исходного Парето-оптимального фронта и эта альтернатива также «лучше». Т.е. результат применения T_u -критерия зависит от того насколько анализируемый «узкоспециализированный» компонент по этому выбранному параметру лучше, чем доминирующий и соотношения других цен. Конечно, при выборе системно-интегрированных компонентов вручную ЛПР таких тонкостей оценить не может.

В целом методика включает следующую последовательность шагов:

1. Оценка коэффициентов важности внутри групп компонентов;
2. Оценка качества отбора результатов различными критериями, выбор наиболее информативных;

3. Оценка коэффициентов важности между группами компонентов;

4. Отбор ПО-решений за счет варьирования коэффициентов важности между группами компонентов, за счет учета нелинейности предпочтения ЛПР конкретного параметра;

5. Уточнение решений за счет нового T_u -критерия, объединяющего в единую модель ЗНП и МДО.

Таким образом, с учетом рассмотренных особенностей задач системной интеграции можно сделать вывод, что методологический подход при решении подобных задач разработан не в должной мере, поэтому возникают сложности с применением традиционных подходов. Таким образом, была обоснована недостаточная эффективность существующих методов в задачах системной интеграции и необходимость дальнейшего совершенствования методик и алгоритмов оптимизации, что позволит повысить качество принимаемых решений. Задача разработки моделей и методов, позволяющих на основе анализа требований, выбирать оптимальный набор параметров для синтеза интегрированной системы защиты из различных имеющихся подсистем и компонент, является актуальной и практически значимой, обеспечивая повышение эффективности принимаемых решений при управлении крупными проектами для анализа и оптимизации выбора программно-аппаратных компонент системы защиты.

Литература

1. Бурушкин А.А., Соловьев С.В., Ступников А.В. Об актуальности разработки методического обеспечения построения комплексных систем защиты информации в системах электронного документооборота при интеграции разноплатформенных программно-технических средств. // Информационное противодействие угрозам терроризма. Научно-практический журнал – 2009. – №13, С. 4–8.
2. Заозерская Л.А., Колоколов А.А. Исследование и решение двухкритериальной задачи о покрытии множества. // Проблемы информатики. – 2009 – №2 .
3. Львович Я.Е., Чернышева Г.Д., Каширина И.Л., Оптимизация проектных решений в САПР на основе эквивалентных преобразований задачи о минимальном покрытии. // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2006 – №1, С. 4.
4. Ногин В.Д. Границы применимости распространенных методов скаляризации при решении задач многокритериального выбора// Методы возмущений в гомологической алгебре и динамика систем: Межвуз. сб. науч. тр. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004, – С. 59-68.
5. Ногин В.Д., Басков О.В. Сужение множества Парето на основе учёта произвольного конечного набора числовой информации об отношении предпочтения // Доклады АН, 2011, т. 438, № 4. – С. 1-4.
6. Прокушева А.П., Прокушев Я.Е. Моделирование и оптимизация выбора средств программно-аппаратной защиты информации с точки зрения экономической и технической целесообразности.// Информация и безопасность – 2012. – №1, С. 55-60.
7. Ехлаков Ю. П. Теоретические основы автоматизированного управления: Учебник. — Томск: Изд-во ТУСУР, 2001.
8. Нейман Дж., Моргенштейн О. Теория игр и экономическое поведение. — М.: Наука, 1970.
9. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений. — М.: Логос, 2002.
10. Львович Я. Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения/ Я.Е. Львович.- Воронеж: Кварта, 2006. – 428 С.

References

1. Burushkin A.A., Solov'ev S.V., Stupnikov A.V. Ob aktual'nosti razrabotki metodicheskogo obespecheniya postroeniya kompleksny'x sistem zashhity' informacii v sistemax e'lektronnoho dokumentooborota pri integracii raznoplatformenny'x programmno-technicheskix sredstv.//Informacionnoe protivodejstvie ugrozam terrorizma. Nauchno-prakticheskij zhurnal -2009. - №13, S. 4.
2. Zaozerskaya L.A., Kolokolov A.A. Issledovanie i reshenie dvukriterial'noj zadachi o pokry'tii mnozhestva. //Problemy' informatiki.- 2009.- №2 [E'lektronny'j resurs]- Rezhim dostupa- URL: problem-info.ru/2009-2/2.pdf, (data obrashheniya: 25.10.2012).
3. L'vovich Ya.E., Cherny'sheva G.D., Kashirina I.L., Voronezhskij gosudarstvenny'j texnicheskij universitet, Voronezhskij gosudarstvenny'j universitet- Optimizaciya proektny'x reshenij v SAPR na osnove e'kvivalentny'x preobrazovanij zadachi o minimal'nom pokry'tii. E'lektronnoe nauchno-technicheskoe izdanie № FS 77 - 30569. Gosudarstvennaya registraciya №0421100025 [E'lektronny'j resurs]- Rezhim dostupa- URL: <http://technomag.edu.ru/index.html>, (data obrashheniya: 25.06.2012).
4. Nogin V.D. Granicy primenimosti rasprostranenny'x metodov skalyarizacii pri reshenii zadach mnogokriterial'nogo vy'bora// Metody' vozmushhenij v gomologicheskoy algebre i dinamika sistem: Mezhevuz. sb. nauch. tr. Saransk: lzd-vo Mordov. un-ta, 2004. – S. 59-68.
5. Nogin V.D., Baskov O.V. Suzhenie mnozhestva Pareto na osnove uchyota proizvol'nogo konechnogo nabora chislovoj informacii ob otnoshenii predpochteniya // Doklady' AN, 2011, t. 438, № 4. – S. 1-4.
6. Prokusheva A.P., Prokushev Ya.E. Modelirovanie i optimizaciya vy'bora sredstv programmno-apparatnoj zashhity' informacii s tochki zreniya e'konomicheskoy i texnicheskoy celesoobraznosti.// Informaciya i bezopasnost` -2012.- №1, S. 55-60.
7. Yekhlakov YU. P. Teoreticheskiye osnovy avtomatizirovannogo upravleniya: Uchebnik. — Tomsk: lzd-vo TUSUR, 2001.
8. Neyman Dzh., Morgenshteyn O. Teoriya igr i ekonomicheskoye povedeniye. — М.: Nauka, 1970.
9. Larichev O. I. Teoriya i metody prinyatiya resheniy. — М.: Logos, 2000.
10. L'vovich YA. Ye. Mnogoal'ternativnaya optimizatsiya: teoriya i prilozheniya/ YA.Ye. L'voviya.- Voronezh: Kvarata, 2006. – 428 S.

ХАЛИЗЕВ Вячеслав Николаевич, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности, Института компьютерных систем и

информационной безопасности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2. E-mail: ha53@mail.ru

УГРЮМОВ Дмитрий Викторович, аспирант кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности, Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ), 350072, Россия, Краснодарский край. Краснодар, ул. Московская, д. 2. E-mail: d.ugryumov@mail.ru

HALIZEV Vyacheslav, Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Computer Technologies and Information Security, Institute of Computer Systems and Information Security, FSBEI HE "Kuban State Technological University", Russia, 350072, Krasnodar Krai, Krasnodar, Moskovskaya str, 2. E-mail: ha53@mail.ru

UGRIUMOV Dmitry, Postgraduate Student, Department of Computer Technologies and Information Security, Kuban State Technological University (KubGTU), Krasnodar Region, 350072, Russia, Krasnodar Krai, Krasnodar, Moskovskaya str., 2. E-mail: d.ugryumov@mail.ru