
Мистров Л.Е., Шеповалов Е.М. Метод решения задачи синтеза информационно-обучающих систем управления радиоэлектронными объектами // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования, 2018. № 3(43).

УДК 519.856

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Мистров Л.Е., Доктор технических наук; доцент; профессор кафедры; Центральный филиал РГУП, ВУНЦ ВВС «ВВА»
Шеповалов Е.М., преподаватель, ВУНЦ ВВС «ВВА»

Предлагается метод синтеза информационно-обучающих систем для обучения принятию решений по управлению сложными радиоэлектронными объектами, применяемыми для обеспечения действий организационно-технических систем в условиях конкурентного информационного воздействия

Ключевые слова: радиоэлектронный объект, информационно-обучающая система, слушатель, синтез, метод, функции, показатель, информационное воздействие, моделирование

UDC 519.856

METHOD OF SOLVING THE PROBLEM OF SYNTHESIS OF INFORMATION-TRAINING SYSTEMS OF MANAGEMENT OF RADIOELECTRONICS OBJECTS

Mistrov L.E., Doctor of Technical Sciences; assistant professor; professor of the department; Central branch of RPMU, VUNTS VVS «VVA»
Shepvalov Ye.M. lecturer, VUNTS VVS «VVA»

A method is proposed for synthesizing information and training systems for training in the use of solutions for the management of complex radioelectronic objects used to support the actions of organizational and technical systems in the context of competitive information impact

Key words: radio electronic object, information and training system, listener, synthesis, method, functions, indicator, information impact, modeling

1. Общие положения

Современный этап развития различного функционального назначения и сложности радиоэлектронных объектов (РЭО) характеризуется устойчивой

тенденцией приобретения навыков и принципов обучения работы с ними, глубокого понимания физических процессов происходящих в процессе их функционирования в условиях дефицита времени. Это обусловило широкое развитие образовательных и информационных систем, создающих предпосылки для появления нового класса информационных систем – информационно-обучающих систем (ИОС). Они фактически являются механизмом, посредством которого оптимизацией внешних и внутренних контуров обучения достигается обучение слушателей умению принятия решений по управлению функционированием РЭО и обеспечением их надежной эксплуатации на основе поиска и устранения неисправностей. Основу ИОС составляет методический аппарат многокритериального процесса принятия решений, обеспечивающий на основе аппаратно-программных решений моделировать типовые ситуации применения РЭО в узкоспециализированной предметной области.

РЭО представляют, как правило, сложные иерархические многоуровневые системы, включающие в свой состав совокупность взаимодействующих по показателям эффективности различного типа элементов на уровнях системы, подсистем и средств. Применяются в качестве обеспечивающих элементов в различного назначения организационно-технических систем (ОТС), представляющих объединенную единством цели совокупность организационной подсистемы (управляющий элемент – УЭ), информационно-обеспечивающей подсистемы (элемент информационного обеспечения – ЭИО) и нескольких исполнительных подсистем (исполнительный элемент – ИЭ), вытекающих из анализа ее предметной области. Их функционирование осуществляется в различных режимах управления и условиях применения (воздействия внешней среды, условий эксплуатации, радиационного и электромагнитного воздействия) на основе иерархической структуры контуров информационного обеспечения, исполнения и управления подсистемами и средствами. Для них характерна аддитивность и взаимообусловленность выполнения задач различного уровня элементов с заданным качеством, жесткая централизованная иерархическая структура, адаптивное динамическое управление ограниченными ресурсами на

множестве условий функционирования, характеризуемое наличием внешних и внутренних контуров управления.

Так как РЭО представляют пространственно-распределенные структуры, состоящие из большого количества разнотипных элементов, то в условиях внешнего воздействия их основной централизованный режим управления нарушается. Наличие разнотипных элементов и избирательное информационное воздействие приводят к различному функционированию элементов и РЭО в целом, переводя его в режим децентрализованного или автономного управления. В них эффективность функционирования РЭО реализуется с меньшей эффективностью, обусловленной нарушением взаимодействия его элементов: более позднее обнаружение внешней угрозы, ее распознавание, принятие решение на парирование применением ограниченного ресурса информационных средств. Сущность применения элементов РЭО состоит в выполнении поставленных задач с максимальной эффективностью в типовых условиях на основе оптимизации информационно-энергетических взаимодействий между ними на основе разрешения совокупности внутрисистемных ресурсных конфликтов в структуре РЭО.

Основой реализации ИОС процессов индивидуального и группового обучения являются программно-аппаратные средства, сущность использования которых состоит в детерминированной имитации функционирования РЭО в типовых режимах управления и условиях применения. При этом имитация функционирования РЭО позволяет слушателям на основе иерархической системы показателей изучать все информационные процессы, начиная от этапа уяснения поставленной задачи и заканчивая этапом обоснования и выбора принятого решения с заданным качеством в директивные сроки. Основу моделирования действий слушателей составляет воспроизведение процессов вскрытия информационно-целевой обстановки, ее обобщение, анализ и принятие решения в предлагаемых типовых ситуациях применения РЭО. Как правило, моделирование базируется на принципе временного баланса, предполагающего выполнение всех операций слушателями в директивное время. Особенностью моделирования

типовых условий применения РЭО является разработка программно-схемных решений для имитации функционирования его элементов и объекта в целом, учитывающих участие в процессе обучения одного или группы слушателей.

Особенности функционирования РЭО в целях обеспечения конфликтной устойчивости действий ОТС обуславливают необходимость применения при синтезе ИОС математических методов для моделирования организационных и организационно-технических процессов обучения принятию решений в определенные сроки на различных иерархических уровнях РЭО по парированию различного типа внешних информационных воздействий. Сущность моделирования организационных процессов принятия решений основывается на обнаружении, распознавании, анализе и выработке адекватных внешним условиям определенных вариантов действий. Методы применяются избирательно и соответствуют процессу принятия решений в иерархической структуре элементов РЭО. При этом основу различного типа вариантов действий ИОС составляют способы выбора слушателями тех или иных видов информационного воздействия, дезинформации, формирования ложной обстановки, обеспечения перехода к менее эффективным алгоритмам принятия решения и снижения эффективности функционирования контуров управления элементами конкурирующих РЭО.

В этих условиях требуется обосновать программно-схемные решения, основу которых составляет решение оптимизационных задач распределения программно-аппаратного ресурса для приобретения слушателями навыков управления процессом функционирования РЭО для заданных типовых условий. Сложность решения данной задачи обуславливает необходимость представления РЭО в виде информационной иерархической многоуровневой системы, включающей взаимообусловленную совокупность элементов управления, информационного обеспечения и исполнения, обуславливая необходимость выделения соответствующих контуров обучения принятию управленческих решений. Исходя из этого, основу разработки ИОС составляет

решение задач распределения временного и программно-аппаратного ресурса по уровням контуров обучения, вытекающих из задач управления функционированием элементов и РЭО в целом, которое обеспечивает выполнение слушателями поставленных учебных задач за отводимое для этого время. Это приводит к возникновению межуровневого ресурсного конфликта, разрешение которого основывается на решении оптимизационных задач распределения программно-аппаратного ресурса на уровнях системы, между функциональными подсистемами и на каждом j -ом иерархическом уровне РЭО применительно к типовым условиям применения.

Синтез ИОС управления функционированием РЭО представляет сложную научно-техническую задачу, решение которой в зависимости от уровня и предназначения ее аппаратно-программных средств может осуществляться с использованием различных математических методов. Из-за недостаточного количества научных исследований в области проектирования и разработки ИОС (по крайней мере, автору они неизвестны) для устранения объективного противоречия, с точки зрения принципов организации процессов обучения, имеется разрыв между требуемыми и желаемыми уровнями обучения. Для его устранения требуется разработка новых методических подходов к решению задачи и проведения исследований по совершенствованию программного и информационного обеспечения, аппаратных средств и архитектуры ИОС на основе многокритериальной модели принятия решений управления процессом обучения, что определило цель и содержание предлагаемой статьи.

2. Постановка задачи

Целью ИОС является обучение слушателей принятию решений по управлению функционированием РЭО применительно к различным режимам и типовым условиям применения, вытекающих из анализа особенностей действий обеспечиваемой ОТС. В общем случае, РЭО предназначены для выполнения различного типа функций, связанных с решением задач обнаружения, распознавания, приема, передачи, разрушения и искажения информации на основе формирования избирательного

информационного воздействия. Для синтеза ИОС рассмотрим самый «тяжелый» в системном представлении случай, когда РЭО реализует функцию информационного воздействия (включающей при ее реализации, в том числе и все остальные функции) в интересах обеспечения эффективных действий какой-либо ОТС в условиях конкурентного информационного противодействия.

Особенность решения ИОС данной задачи обусловлена необходимостью обучению принятия решений по управлению функционированием элементов и РЭО в целом для типовых условий их применения. Каждый уровень принятия решений в ИОС соответствует многоуровневости принятия решений в РЭО, характеризуемый важностью (значимостью) моделируемой i -й, $i=1, \dots, I$ задачи на j -ом, $j=1, \dots, J$ уровне на множестве возможных вариантов решений и определяется в виде:

$$P(i/H_i) = \max_i \prod_{ij=1}^I \lambda_{ij} P(H_{ij}/i) P(r_{ij}), \quad (1)$$

где $P(i/H_i)$ – вероятность решения слушателем i -й задачи принятия решений по управлению функционированием управляющих, информационно-обеспечивающих и исполнительных элементов на j -ом уровне РЭО; λ_{ij} – нормированная важность решения i -й задачи на j -ом уровне элементов РЭО; $P(H_{ij}/i)$ – априорная вероятность подготовленности слушателей к решению i -й задачи принятия решений по управлению функционированием на j -ом уровне элементов РЭО; $P(r_{ij})$ – вероятность правильность распределения (назначения) r -го типа, $r=1, \dots, R$ выделенного ресурса средств информационного воздействия при решении i -й задачи на j -ом уровне элементов РЭО в интересах обеспечения применения ОТС с максимальной вероятностью на β -ом множестве оптимальных действия конкурирующей стороны;

3. Метод решения задачи

Решение задачи осуществляется в предположении заданных:

1) условий применения РЭО на уровне типовых ситуаций функционирования ОТС, ее объектов и элементов; составе ЭУ, ИЭ и ЭИО в структуре ОТС;

2) $\|K_l\|_L$, K_l – количество обеспечиваемых с помощью РЭО l -го типа, $l=1, \dots, L$ (в виде ИЭ, пунктов управления и т.п.) объектов ОТС;

$\|N_i^l\|_L$, N_i^l – количество i -го типа, $i=1, \dots, I_l$ элементов в составе каждого обеспечиваемого l -го типа объекта ОТС;

$\|R_j^l\|_{J_l}$, R_j^l – количество j -го типа, $j=1, \dots, J_l$ средств информационного воздействия (СИВ) в структуре исполнительной подсистемы (ИП) РЭО, предназначенных для обеспечения действий l -го типа, $l=1, \dots, L$ объекта ОТС;

3) вариантах il -ых типов СИВ ИП РЭО для обеспечения действий элементов ОТС и матрицы значений оценок их эффективности, усредненные по условиям применения различных видов средств действия конкурирующей стороны – $\|P_i^{IIB}\|$.

Обозначим через $\|r_j^l\|_{J_l}$ матрицу назначения СИВ, где r_j^l – количество j -го типа СИВ, предназначенных для обеспечения действий l -го типа объекта ОТС (или предназначенных для использования в составе l -го типа СИВ ИП). В связи с тем, что в составе ОТС возможно наличие нескольких однотипных объектов (равно K_l), то при распределении РЭО выделенного ресурса j -го типа СИВ следует рассматривать планы его назначения на каждый k -ый, $k=1, \dots, K_l$ объект ОТС, т.е. матрицу $\|r_{jk}^l\|_{K_l}$ с учетом относительной “важности” каждого l -го типа объекта k -го порядкового номера.

Тогда задачу принятия решений слушателями по распределению заданного ресурса СИВ функциональных подсистем РЭО для обеспечения эффективных действий заданного количества объектов ОТС на множестве β -ых оптимальных стратегий действия конкурирующей стороны можно представить в структуре ИОС как задачу определения оптимального плана назначения j -го типа СИВ ($\|r_{jk}^{*l}\|_{J_l K_l}$), обеспечивающего

$$P(i/H_i) = \max_{r_{ik}^l} \min_{\beta_k^l} \sum_{k=1}^{K_l} \lambda_k^l \sum_{i=1}^{I_l} \gamma_{ik}^l P_{ik}^{IIB}(\|r_{jk}^l\|, \|\beta_k^l\|), \quad (1)$$

$$\text{при ограничениях } \sum_{k=1}^{K_l} r_{jk}^l = R_j^l; \quad j=1, \dots, J_l; \quad l=1, \dots, L; \quad r_{jk}^l = 0, 1, 2, \dots, \quad (2)$$

где γ_{ik}^l – относительная важность i -го элемента в составе l -го типа объекта ОТС k -го порядкового номера, $\sum_{k=1}^{K_l} \gamma_{ik}^l = 1$; $i=1, \dots, I_l$; $l=1, \dots, L$; $P_{ik}^{IIB}(\dots)$ – средняя

вероятность обеспечения действий i -го типа элементов, входящих в состав l -го типа объектов ОТС k -го порядкового номера, зависящая от плана распределения слушателем j -го типа СИВ ($\|r_{jk}^l\|$) ИП РЭО на множестве β -ых стратегий поведения конкурирующей стороны (распределения ИЭ по l -го типа объектам ОТС с номером $k=1, \dots, K_l$); λ_k^l – относительная важность l -го типа объекта ОТС k -го порядкового номера.

Целесообразно остановиться на некоторых обстоятельствах, связанных с физической интерпретацией задачи (1), (2) при ее моделировании в ИОС.

Для наглядности представления метода решения задачи рассмотрим более простые условия применительно к одной l -ой задаче, связанной с принятием решением слушателем по обеспечению действий одного из объектов ОТС при $l=1, K=3$. Тогда задача распределения запишется в виде

$$P_{ij} = \max_{r_{jk}} \min_{\beta_k} \sum_{k=1}^K \lambda_k \bar{P}_k^{\text{ИБ}}(\|r_{jk}\|, \|\beta_k\|), \quad (3)$$

при
$$\sum_{k=1}^K r_{jk} = R_j; \quad j=1, \dots, J; \quad r_{jk} = 0, 1, 2, \dots, \quad (4)$$

где $\bar{P}_k^{\text{ИБ}} = \sum_{i=1}^{I_k} \gamma_{ik} P_{ik}^{\text{ИБ}}(\|r_{jk}\|, \|\beta_k\|)$ – средняя взвешенная вероятность обеспечения действий элементов l -го объекта ОТС с номером $k=1, \dots, K$ с помощью j -го типа СИВ ИП РЭО.

Вероятность обеспечения РЭО действий ОТС в предположении осуществления по каждому k -му, $k=1, \dots, K$ ее объекту $M_n^k \in \beta_k$ действий n -ым ИЭ конкурирующей стороны рассчитывается по формуле

$$P_{ik}^{\text{ИБ}}(\|r_{jk}\|, \|m_{ni}^k\|) = \sum_{n=1}^N \sum_{m_{ni}^k}^{M_{ni}^k} P_{ik}(\|r_{jk}\|, m_{ni}^k) P_{ik}(m_{ni}^k); \quad (5)$$

$$i=1, \dots, I; \quad k=1, \dots, K,$$

где $P_{ik}^{\text{ИБ}}(\|r_{jk}\|, \|m_{ni}^k\|)$ – вероятность осуществления конкурирующей стороной m_{ni}^k -го количества действий из $\|M_n^k\|$ возможного числа действий, $n=1, \dots, N$ по i -го типа элементам l -го типа объекта ОТС k -го порядкового номера; $P_{ik}(m_{ni}^k)$ – средняя вероятность срыва m_{ni}^k -го количества действий, осуществляемых n -ым видом ИЭ конкурирующей стороны по i -го типа элементам l -го типа объекта ОТС с k -ым порядковым номером как функции эффективности

применения СИВ ИП РЭО; $\|m_{ni}^k\|$ – вектор распределения количества n , $n = \overline{1, N}$ действий ИЭ конкурирующей стороны по i -го, $i = \overline{1, \dots, I_k}$ типа элементам l -го типа объекта ОТС с k -ым порядковым номером; $\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{I_k} N_i^k m_{ni}^k = M_n^k$, где N_i^k – количество элементов i -го типа в составе l -го типа объекта ОТС с k -ым порядковым номером.

Вероятности $P_{ik}(\|r_{jk}\|, m_{ni}^k)$ осуществления конкурирующей стороной m_{ni}^k -го количества действий по элементам ОТС в районе их действий при заданном распределении $\|M_{ni}^k\|$, $i = \overline{1, \dots, I_k}$, $k = \overline{1, \dots, K}$ определяются, в основном, вероятностью вскрытия ее элементов с помощью информационных средств обнаружения и управления применением ИЭ конкурирующей стороны в условиях использования j -го типа СИВ ИП РЭО.

Вероятность $P_{ik}(m_{ni}^k)$ срыва действий (под действием понимается применение конкурирующей стороной одного ИЭ по одиночному элементу) определяется количеством состоявшихся воздействий (M_{ni}^{*k}) и вероятностью срыва применения ИЭ конкурирующей стороны как функции применения j -го типа СИВ ИП РЭО.

С учетом выражения (5) для m_{ni}^{*k} заданного распределения числа действий ИЭ конкурирующей стороны по элементу ОТС задачу (3), (4) в ИОС можно представить в виде

$$P(i/H_i) = \max_{r_{jk}} \sum_{k=1}^K \lambda_k \sum_{i=1}^{I_k} \gamma_{ik} \sum_{n=1}^N \sum_{m_{ni}=1}^{M_{ni}^k} P_{ik}(\|r_{jk}\|, m_{ni}^{*k}) P_{ik}^*(m_{ni}^{*k}) = \sum_{k=1}^K \lambda_k \sum_{i=1}^{I_k} \gamma_{ik} P_{ik}^{\text{ИБ}}(\|r_{ik}\|, m_{ni}^{*k}), \quad (6)$$

$$\text{при ограничениях} \quad \sum_{k=1}^K r_{jk} = R_j; \quad j = \overline{1, \dots, J}; \quad r_{jk} = 0, 1, 2, \dots, R_j; \quad K = 3. \quad (7)$$

В принципе при решении задачи (6), (7), кроме определения типов СИВ ИП РЭО для обеспечения действий каждого объекта ОТС, необходимо определить также способ использования выделенного количества j -ых СИВ при обеспечении действий каждого i -го ($i = \overline{1, 2, 3}$, соответственно, ИЭ, ЭИО, ЭУ)) типа элемента – или некоторый план распределения (назначения) ресурса $\|r_{jk}^i\|$, для $j = \overline{1, \dots, J}$, $k = \overline{1, \dots, K}$.

Задача (6), (7) является оптимизационной нелинейной задачей целочисленного программирования с экстремальными ограничениями

(переменными), для решения которой применяются приближенные комбинаторные методы, а алгоритмы строятся на максимальном учете специфики типа задачи [1]. Она относится к классу задач дискретной оптимизации, использующих для решения метод ветвей и границ. Данный метод реализует последовательный алгоритм определения оптимального решения на основе ветвления или разбиения всего множества решений на подмножества в соответствии с выбранным показателем и определение нижних / верхних оценок или границы на каждом шаге ветвления.

В данном случае под множеством решений понимается множество планов распределения $\|r_{jk}^i\|$ с учетом возможных оценок влияния плана распределения j -го типа СИВ ИП на эффективность действий каждого i -го типа элементов, входящего в l -го типа объект ОТС с номером $k = 1, \dots, K$.

Дерево ветвления строится следующим образом. Подмножество первого шага (уровня) разбиения формируется, фиксируя назначение всех j -ых, $j = 1, \dots, J$ типов СИВ ИП РЭО для обеспечения действий элементов первого типа ($i=1$, соответствует способу обеспечения действий всех ИЭ) – $\bar{r}_k^1 = (r_1^1, \dots, r_j^1, \dots, r_j^1)$ при ограничивающем условии $r_{jk}^1 \leq R_{jk}^1$, $j = 1, \dots, J$. Подмножество \bar{r}^1 включает все возможные планы распределения j -ых типов СИВ для обеспечения действий всех ИЭ ($i=1$) в составе ОТС (каждого объекта). Аналогично подмножество второго шага (уровня) формируется, исходя из цели обеспечения действий элементов второго ($i=2$, соответствует ЭИО – $\bar{r}^2 = (r_1^2, \dots, r_j^2, \dots, r_j^2)$), при ограничивающем условии $r_j^2 \leq R_j^2$, $j = 1, \dots, J$ и с учетом оптимального плана распределения j -ых, $j = 1, \dots, J$ типов СИВ для обеспечения действий элементов первого ($i=1$) типа (то есть, ИЭ). И так далее для подмножеств всех i -ых типов элементов.

Для каждого из подмножеств (вершин дерева) строятся варианты оценок целевых функций и ограничений:

а) для первого шага ($i=1$, ИЭ)

$$V_1(\bar{r}_{ok}^1) = \max_{\bar{r}_k^1} \sum_{k=1}^3 \lambda_k [\gamma_{1k} P_{1k}^{ИБ}(\bar{r}_k^1, m_{n1}^{*k}) + \gamma_{2k} P_{2k}^{ИБ}(\bar{r}_k^{*2}, m_{n2}^k) + \gamma_{3k} P_{3k}^{ИБ}(\bar{r}_k^{*3}, m_{n3}^k)] \quad (8)$$

при ограничениях $r_{jk}^1 \leq R_{jk}^1$; $r_{jk}^1 = 0, 1, 2, \dots$; заданы: $\bar{r}_k^2 = \bar{r}_r^{*2}$, $\bar{r}_k^3 = \bar{r}_r^{*3}$; m_{ni}^{*k} ; (9)

б) для второго шага ($i=2$, ЭИО)

$$V_2(\bar{r}_{ok}^2) = \max_{\bar{r}_k^2} \sum_{k=1}^3 \lambda_k [\gamma_{1k} P_{1k}^{ИБ}(\bar{r}_k^1, m_{n1}^{*k}) + \gamma_{2k} P_{2k}^{ИБ}(\bar{r}_k^2, m_{n2}^{*k}) + \gamma_{3k} P_{3k}^{ИБ}(\bar{r}_k^{*3}, m_{n3}^{*k})] \quad (10)$$

при ограничениях $r_{jk}^2 \leq R_{jk}^2$; $r_{jk}^2 = 0, 1, 2, \dots$; заданы: $\bar{r}_k^3 = \bar{r}_r^{*3}$, $\bar{r}_k^3 = \bar{r}_r^{*3}$; m_{ni}^{*k} ; (11)

в) для третьего шага ($i=3$, ЭУ)

$$V_3(\bar{r}_{ok}^3) = \max_{\bar{r}_k^3} \sum_{k=1}^3 \lambda_k [\gamma_{1k} P_{1k}^{ИБ}(\bar{r}_k^1, m_{n1}^{*k}) + \gamma_{2k} P_{2k}^{ИБ}(\bar{r}_k^2, m_{n2}^{*k}) + \gamma_{3k} P_{3k}^{ИБ}(\bar{r}_k^3, m_{n3}^{*k})] \quad (12)$$

при ограничениях $r_{jk}^3 \leq R_{jk}^3$; $r_{jk}^3 = 0, 1, 2, \dots$; $j=1, \dots, J$; заданы: m_{ni}^{*k} . (13)

Из выражений (8)-(13) следует, что для каждого $i=1, \dots, I_k$, $k=1, \dots, K$

$$V_i(\bar{r}_{ok}^i) = \max_{\bar{r}_k^i} \sum_{k=1}^K \lambda_k \gamma_{ik} P_{ik}^{ИБ}(\bar{r}_k^i, m_{ni}^{*k}) = \sum_{k=1}^K \lambda_k \gamma_{ik} \max_{\bar{r}_k^i} P_{ik}^{ИБ}(\bar{r}_k^i, m_{ni}^{*k}) \quad (14)$$

при ограничениях $r_{jk}^i \leq R_{jk}^i$; $r_{jk}^i = 0, 1, 2, \dots$; $\sum_{i=1}^I r_{jk}^i \leq R_{jk}$; $\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K r_{jk}^i = K$. (15)

В свою очередь, решение задачи (14), (15) связано с распределением заданного ресурса СИВ ИП РЭО по конкретным элементам в составе k -го, $k=1, \dots, K$ объекта ОТС и размещением их на местности относительно возможных районов расположения каждого элемента. Задача является сложной, требующей большого объема программного ресурса и времени вычислений в ИОС. Для понижения сложности и возможности её моделирования в ИОС воспользуемся методом нормативного планирования [2], существо которого применительно к рассматриваемой задаче может быть сведено к следующему.

Обозначим некоторые штатные нормы назначения элементов ОТС j -ых типов СИВ на ИП РЭО через: R_j^o – для ОТС; R_{jk}^o – для k -го ее составляющего объекта и R_{jk}^{oi} – для i -го типа элемента. Эти нормы назначения связаны однообразным отношением с каждым типом элементов ОТС, определяемых средней равнозначной эффективностью обеспечения его действий СИВ ИП РЭО. При этом применение указанных норм назначения обеспечивает в типовых условиях примерно одинаковые значения вероятностей обеспечения

эффективных действий элементов ОТС на основе совместного применения индивидуальных и групповых СИВ ИП РЭО.

Исходя из этого, на основе метода ветвей и границ осуществляется дальнейшее ветвление дерева решений. На первом шаге формируется подмножество нормативных решений относительно 1 -го типа СИВ, назначение СИВ других типов осуществляется произвольно. Когда условно-оптимальное решение относительно назначения 1 -го типа СИВ принято, делается второй шаг назначения 2 -го типа СИВ, а назначение 3 -го типа СИВ осуществляется произвольно. Затем аналогично делается следующий шаг.

Граничные оценки для каждого шага при назначении j -го, $j=1, \dots, J$ типа СИВ ИП РЭО будут иметь вид

$$V_{ij}(\|\bar{r}_{ok}^{ij}\|_J) = \sum_{k=1}^K \lambda_k \gamma_{ik} \max_{\bar{r}_k^{ij}} P_{ik}^j(\|\bar{r}_{ok}^{ij}\|_J, m_{ni}^{*k}); \quad i=1, \dots, I; \quad j=1, \dots, J, \quad (16)$$

при
$$\sum_{k=1}^{K_1} N_i r_k^{ij} \leq R_j; \quad r_k^{ij} = 0, 1, 2, \dots, R_{jk}^{oi}. \quad (17)$$

Задачи (16), (17) в этом случае в ИОС можно решать используя нормативные назначения (например, одного, двух и возможно трех j -типа СИВ ИП РЭО на каждый ИЭ или ЭИО, ЭУ) с учетом коэффициентов важности k -го объекта и i -го типа элемента. При этом размещение СИВ относительно обеспечиваемых элементов ОТС осуществляется с учетом пространственных и технических норм.

Исходя из этого, моделирование процесса принятия решений в ИОС на основе метода ветвей и границ в сочетании с методом нормативного планирования позволяет слушателям определить не только оптимальные планы распределения заданного общего количества различного типа средств функциональных подсистем РЭО при обеспечении действий разнотипных i -ых, $i=1, \dots, I$ элементов различного типа объектов ОТС, но и способы их применения. Такой подход к моделированию ИОС обеспечивает обучению принятию управленческих решений по обоснованию способов применения средств, подсистем и РЭО в целом дна множестве способов активного и / или информационного действия конкурирующей стороны применительно к различным условиям информационно-целевой обстановки.

В качестве вывода необходимо отметить, что предложенный метод обеспечивает решение задачи синтеза ИОС в интересах подготовки

слушателей способам принятия решений по управлению функционированием различного типа и сложности РЭО на основе оптимального распределения временного и программно-аппаратного ресурса.

Список использованных источников и литературы

1. Денисов А.А. Теория больших систем / А.А. Денисов, Д.Н. Колесников. – Л-д.: Энергоиздат, 1982.
2. Поспелов Г.С. Программно-целевое планирование и управление / Г.С. Поспелов. – М.: Сов. радио, 1976.

© Мистров Л.Е.
© Шеповалов Е.М.