

УДК 623.618

Д.О. Крикунов, В.А. Малышев
**ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
РЕСУРСОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ВОЕННОГО И ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
НЕДОСТАТОЧНОСТИ ИНФОРМАЦИИ О РАЗВИТИИ
ПОМЕХОВО-ЦЕЛЕВОЙ ОБСТАНОВКИ**

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Воронеж, Россия*

В статье рассмотрена информационная технология распределения ресурсов автоматизированной системы управления военного и двойного назначения в условиях недостаточности информации о развитии помехово-целевой обстановки. Непредсказуемость будущих помеховых воздействий и возможное изменение целей, ненадежность внутренних ресурсов, а также другие почти не прогнозируемые воздействия называют возмущениями. Информационная технология представлена структурной моделью в виде кортежа моделей, выполняющих определенные узконаправленные функции по взаимодействию с возмущениями. Первая модель, входящая в кортеж, это информационная модель возможных возмущений, вторая модель описывает связи множества возмущений с входом автоматизированной системы управления, третья преобразует входной объект (возмущение) в выходной объект (управляющее воздействие), четвертая описывает связи выхода автоматизированной системы с множеством возмущений, и пятая множества реакций автоматизированной системы на появление каждого возмущения. На основе рассмотренной технологии распределения ресурсов автоматизированной системы управления военного и двойного назначения в условиях недостаточности информации о развитии помехово-целевой обстановки, построен алгоритм ее реализации, включающий последовательное выполнение пяти этапов. Выделенные модели в силу инвариантности системных свойств применимы для описания процесса управления ресурсами автоматизированной системы управления на всех уровнях ее организации.

Ключевые слова: распределение ресурсов, модели, информация, технология, автоматизация, системы управления.

Введение. Как гласит теория управления [1], планирование - это априорный до начала функционирования выбор плана (программы управления) для части управленческих решений на достаточно длительный период. Существующая теория управления имеет в наличии развитый арсенал средств построения планов (программ управления) при неопределенной априорной информации о возмущениях с учетом последующей их компенсации по известному алгоритму оперативного управления. В процессе работы план (программа управления) может корректироваться, а также могут использоваться и другие различные

средства оперативного управления, реагирующие на текущую ситуацию по принципу обратной связи.

Планированию в автоматизированных системах управления военного и двойного назначения (АСУВДН) при недостаточности информации о развитии помехово-целевой обстановки (НИРПЦО) мешают непредсказуемость будущих помеховых воздействий и возможное изменение целей, ненадежность внутренних ресурсов, а также другие почти не прогнозируемые воздействия. Такие воздействия в теории управления называют возмущениями. В свою очередь помехово-целевая обстановка представляет собой две взаимодействующие составные части: одна описывает искусственные и естественные помехи (возмущения), а другая силы и средства противоборствующих сторон в конфликте. Она препятствует эффективному планированию применения АСУВДН, ухудшает эффективность функционирования системы, снижает помехозащиту. Таким образом, элементу, принимающему решение (ЭПР) АСУВДН или самой системе при работе в автоматическом режиме, сталкивающимся с такими проблемами, необходимо использовать модели и механизмы, позволяющие сгладить негативный характер влияния текущей помехово-целевой обстановки на эффективность выполнения боевой задачи. Для компенсации возмущений при планировании должен быть предусмотрен резерв ресурсов на оперативное управление. Величина этого резерва зависит от способа планирования и от алгоритма оперативного управления.

В теории управления устоялись два основных подхода к планированию в условиях неопределенности: гарантирующий, еще его называют игровой, и вероятностный (стохастический) [2]. Эти подходы довольно часто противопоставляются друг другу.

Выбор способа планирования, осуществляется управляющим элементом в соответствии с его характеристиками и известной информацией о возмущениях. Также и алгоритм оперативного управления АСУВДН тоже пока остается прерогативой человека. Появляются проблемные аспекты, связанные с построением модели управления ресурсами АСУВДН в условиях НИРПЦО, ее анализом, а также с разработкой алгоритма оценки вектора управления, что позволяет найти разумный компромисс между ними и риском их не реализуемости.

Для решения этой проблемы необходима информационная технология, позволяющая гибко управлять ресурсами системы с учетом возможных рисков и принимать решения на основе анализа обстановки и собственных ресурсов АСУВДН.

Построение модели информационной технологии распределения ресурсов. Разработаем информационную технологию распределения ресурсов АСУВДН в условиях НИРПЦО с неменяющимися свойствами к общей обстановке. Создадим структурную модель информационной технологии и рассмотрим обобщенные законы ее применения.

Определим структурную модель информационной технологии $M_{ИТ}$ следующим образом в виде кортежа

$$M_{ИТ} = \langle M_{\xi X}, M_{\xi X}, M_{XY}, M_{Y\xi}, M_{\xi Y} \rangle. \quad (1)$$

Элементы кортежа образуют этапы информационной технологии (ИТ):

$M_{\xi X}$ - информационная модель (ИМ) возможных возмущений;

$M_{\xi X}$ - ИМ связи множества возмущений с входом X АСУВДН;

M_{XY} - ИМ преобразования входного объекта (возмущений) в выходной объект (управляющее воздействие);

$M_{Y\xi}$ - ИМ связи выхода АСУВДН с множеством возмущений;

$M_{\xi Y}$ - ИМ множества реакций АСУВДН на появление каждого возмущения.

В соответствии с $M_{ИТ}$ представим ИТ в виде ИМ распределения ресурсов АСУВДН в условиях НИРПЦО (рисунок 1) и рассмотрим представленные в (1) модели.

Описание составных частей модели. Информационная модель $M_{\xi X}$ множества возмущений представляет собой нуль-граф $G_{\xi} = G_{\xi}(\xi(X), \emptyset)$, где $\xi(X) = (\xi_1(X_1), \xi_2(X_2), \dots, \xi_N(X_N))$ - множество вершин, характеризующее множество возмущений. Каждое возмущение $\xi_n(X_n)$, $n \in N$ представляется в виде массива информации X_n . При этом ИМ возмущения формализуется в виде

$$\xi_n(X_n) = \{\xi_{ни}(X_n), \xi_{нд}(X_n), \Lambda_n(\xi_n)\}, \quad (2)$$

где $\xi_{ни}(X_n)$ - множество исходной информации о возмущении ξ_n , $\xi_{нд}(X_n)$ - множество дополнительной информации о возмущении ξ_n , $\Lambda_n(\xi_n)$ - множество организационно-технических ограничений и требований, обуславливающих появившееся на входе АСУВДН возмущение ξ_n .

При этом структура n -го возмущения - это заданный граф $G_{\xi_n}(\xi_n, E_{\xi_n})$, ξ_n - множество исходных и дополнительных структур данных о возмущениях, а E_{ξ_n} - множество связей (дуг), соединяющие эти структуры. Подчеркнем, что множество дуг отображает множество ξ_n в само себя. Тогда граф G_{ξ_n} можно задать в виде $G_{\xi_n}(\xi_n, \alpha_n)$, включающего множество вершин $\xi_n(X_n)$ и заданного на нем отображения α_n .

Информационная модель $M_{\xi X}$ устанавливает отношения между множеством возмущений модели $M_{\xi X}$ и множеством входного объекта X АСУВДН (рисунок 1). Заметим, что нуль-граф $G_{\xi}(\xi(X), \emptyset)$ порождает нуль-граф $G_{X_n}((X_n), \emptyset)$, объединение вершин V_k которого формирует входной объект $X = \bigcup_n X_n$. Тогда модель $M_{\xi X}$ представляется в виде двудольного графа $M_{\xi X}: G_X = G_X(V_X, E_X)$, $V_X = \{X_n\} \cup X$, причем дуга $e_{kl} \in E_X$, если $V_k \in \{X_n\} \wedge V_l \in X$.

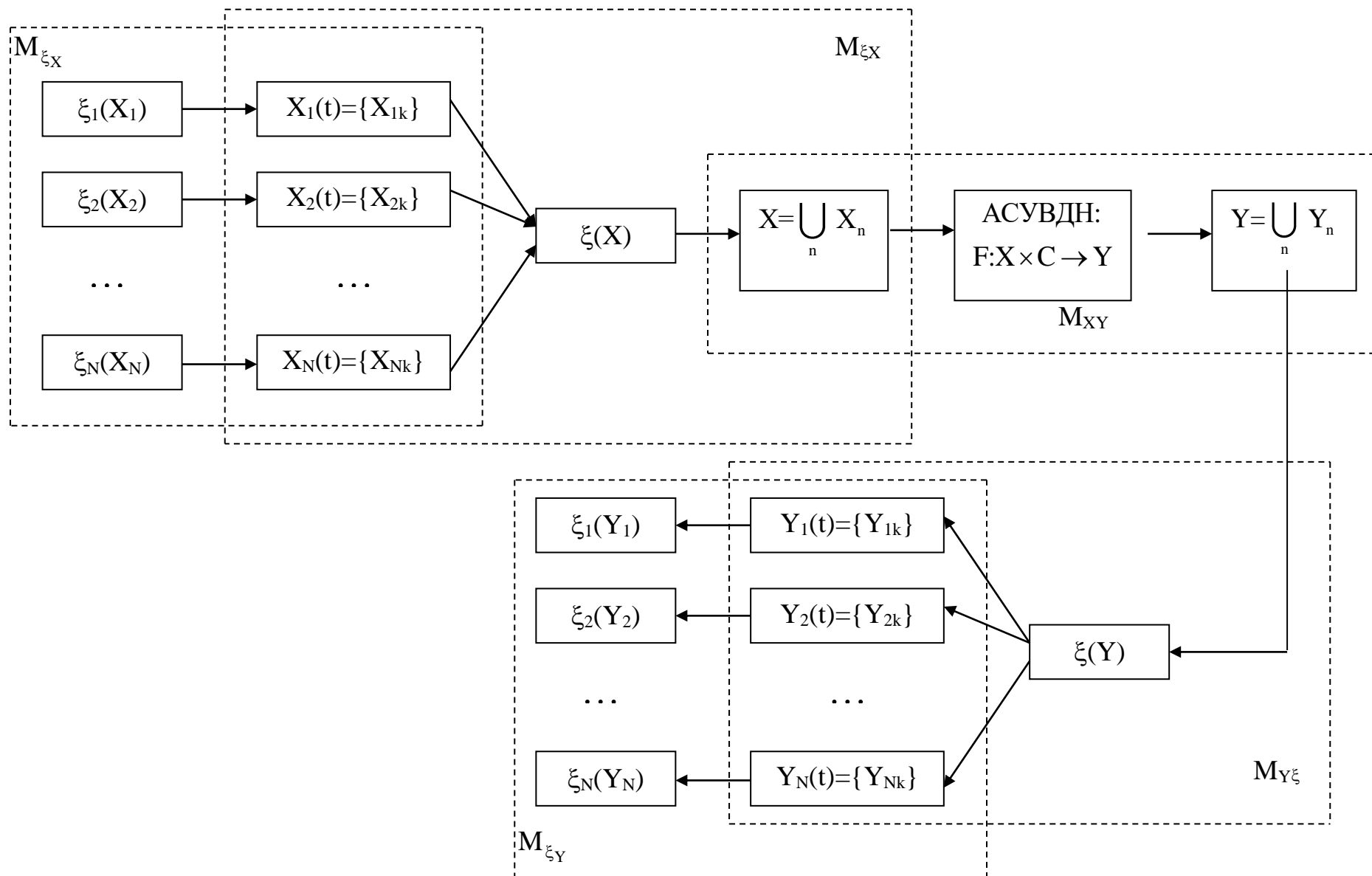


Рисунок 1 - Информационная модель распределения ресурсов АСУВДН в условиях НИРПЦО

ИМ преобразования входного объекта в выходной объект M_{XY} представляет собой ИМ функции самой АСУВДН. В предположении наличия множеств: X - входного объекта, Y - выходного объекта (управляющие воздействия), C - состояния системы (рисунок 1), информационную функцию АСУВДН можно описать в теоретико-множественном представлении [3]

$$M_{XY}: (F: X \times C \rightarrow Y), \quad (3)$$

где F - множество глобальных реакций (преобразований $X \rightarrow Y$) АСУВДН на появление возмущений. Представим структуру модели в виде ориентированного графа $G_{XY} = (V_{XY}, E_{XY})$, который имеет множество вершин $V_{XY} = X \cup C \cup Y$ и множество дуг E_{XY} . Необходимо отметить, что при такой структуризации в графе вершины Y достижимы из вершин X только через вершины множества состояний C , а множество дуг E_{XY} определяет множество стратегий АСУВДН на устранение возмущений [4]. Причем имеет место быть взаимно-однозначное соотношение $E_{XY} \Leftrightarrow F$.

ИМ $M_{Y\xi}$ устанавливает отношения между выходом и множеством возмущений. Введем в рассмотрение двудольный граф $G_Y = G_Y(V_Y, E_Y)$, $V_Y = Y \cup \{Y_n\}$, дуга $e_{kl} \in E_Y$, если $V_k \in Y \wedge V_l \in \{Y_n\}$ (рисунок 1). Здесь результирующие информационные вектора

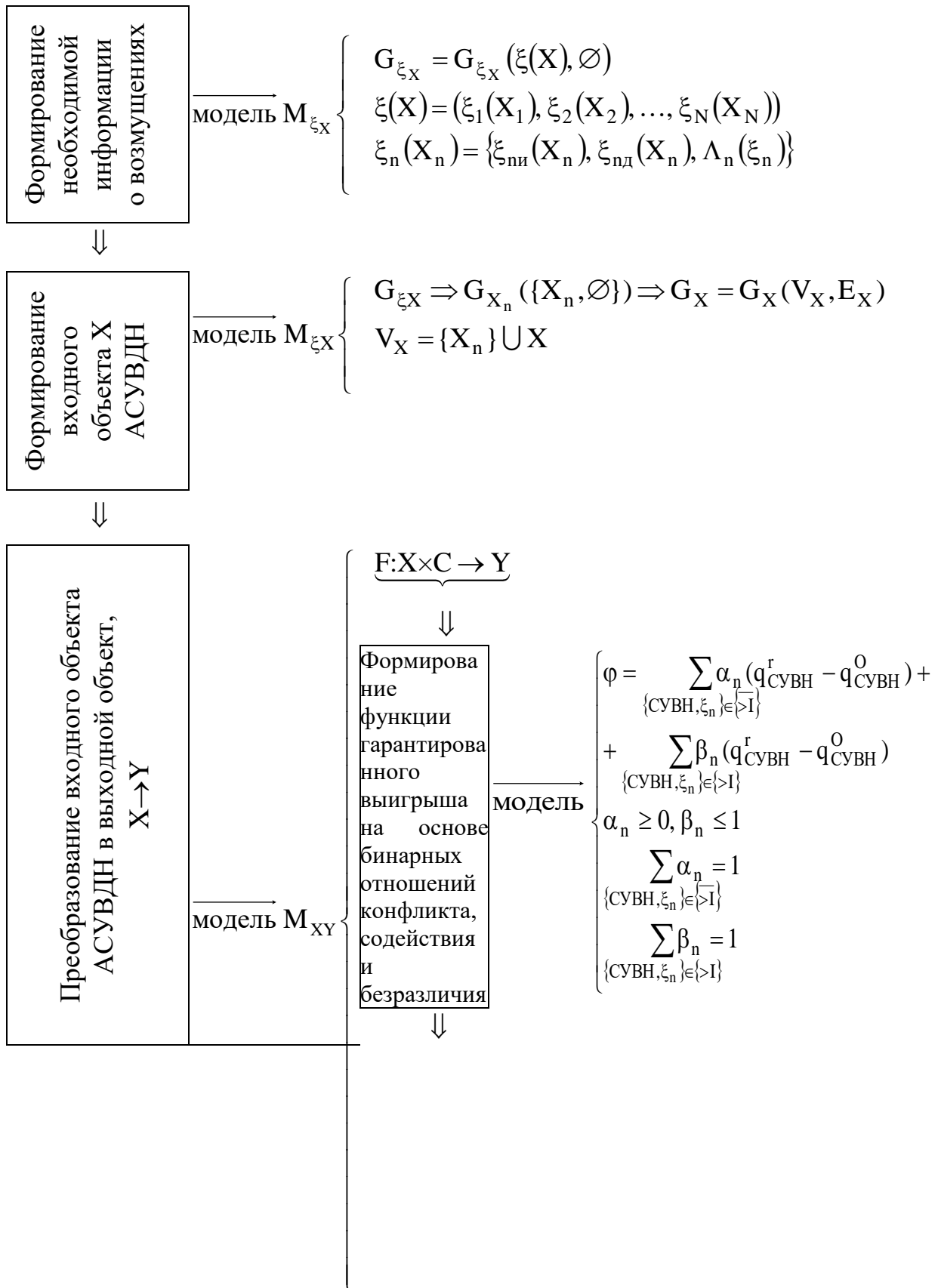
формируются по следующему правилу $Y_n = \left\{ Y_{nk} \in Y : \bigcup_{Y_{nl} \in Y} \alpha_{nY} Y_{nl} \right\}$,

где $n \in \mathbb{N}$, Y_{nk} - k - й элемент данных n -го информационного вектора, α_{nY} - преобразование $Y \rightarrow \{Y_n\}$. Тогда моделью $M_{Y\xi}$ может служить трехъярусный граф, $M_{Y\xi}: G_{Y\xi}(V_{Y\xi}, E_{Y\xi})$, $V_{Y\xi} = Y \cup \{Y_n\} \cup \xi_n$ и $\xi_n = \alpha_k(Y)$, где α_k - композиционное отображение.

ИМ $M_{\xi Y}$ устанавливает отношение (управление) между АСУВДН и каждым появившимся возмущением. Она представляется нуль-графом $G_{\xi Y} = G_{\xi Y}(\xi(Y), \emptyset)$.

Построение алгоритма реализации информационной технологии.
 На основе рассмотренной технологии распределения ресурсов АСУВДН в условиях НИРПЦО, построим алгоритм ее реализации (рисунок 2), включающий последовательное выполнение следующих этапов:

1. Формирование необходимой информации (исходной и дополнительной) о возможных возмущениях.



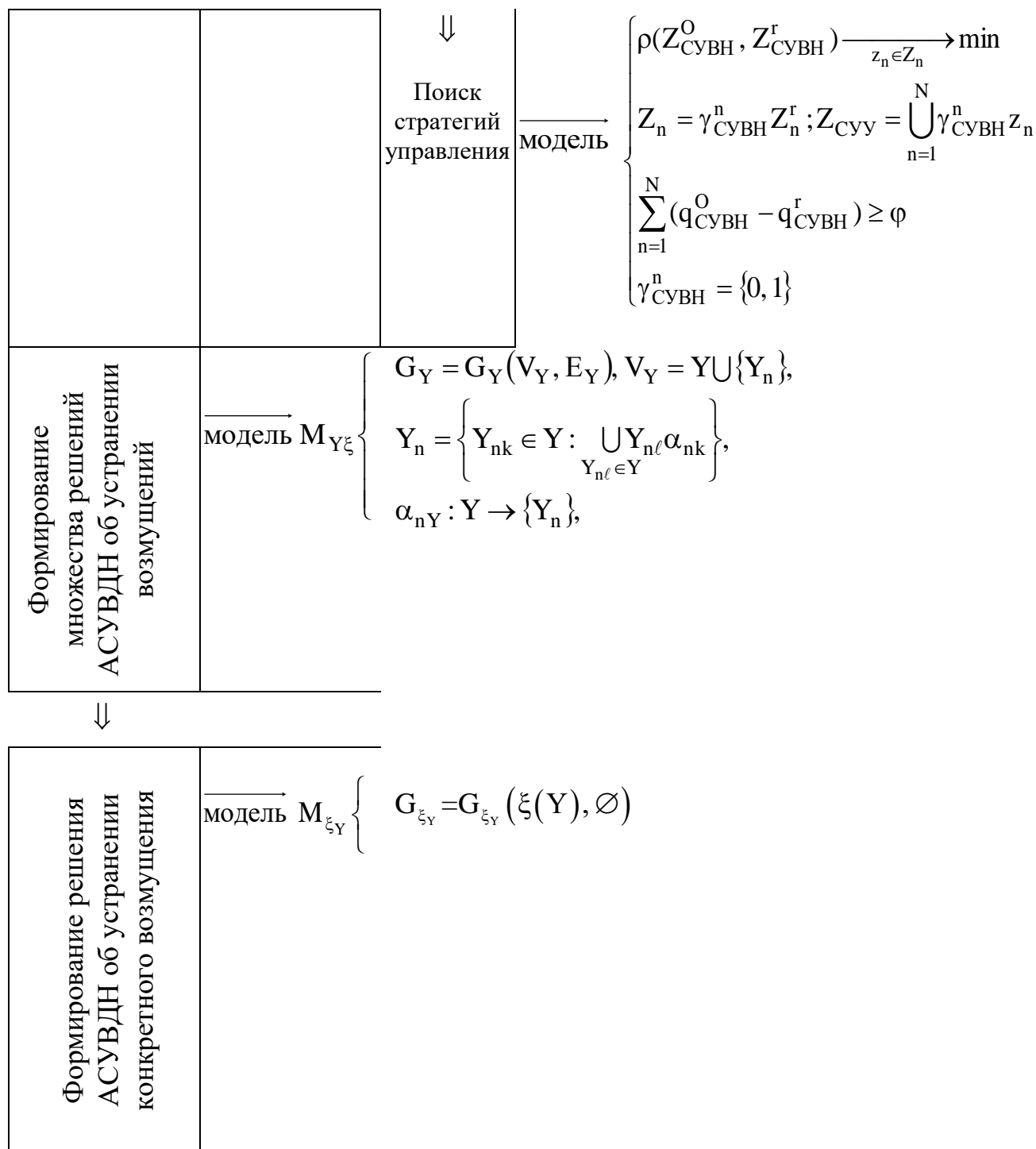


Рисунок 2 - Алгоритм реализации информационной технологии распределения ресурсов АСУВДН в условиях НИРПЦО

2. Формирование входного объекта X АСУВДН.
3. Преобразование входного объекта АСУВДН в выходной объект $(X \rightarrow Y)$, включающий следующие процедуры:

- построение функции гарантированного выигрыша на основе анализа каждого свойства возмущения с использованием бинарных отношений конфликта и содействия, и задания весовых коэффициентов (например, экспертно) каждому аспекту функционирования АСУВДН;

- поиск стратегий устранения возмущений (стратегии распределения ресурсов АСУВДН в условиях НИРПЦО ЭПР должен учитывать на этапе планирования поведения системы, например, создание дополнительных вариантов средств противодействия и др.).

4. Формирование множества решений АСУВДН об устранении возмущений.

5. Формирование решения АСУВДН об устранении конкретного возмущения.

Взаимодействие указанных этапов в рамках общего информационного процесса может осуществляться различными способами, что во многом определяется спецификой прикладных задач распределения ресурсов АСУВДН в условиях НИРПЦО, степенью их формализованности, размерностью и другими факторами.

При этом эффективность использования применяемого способа во многом зависит от субъективных качеств и компетенции ЭПР, осуществляющего поиск решения настоящей задачи.

Заключение. Разработанная модель распределения ресурсов АСУВДН при возможном появлении на входе множества возмущений с обоснованной ее декомпозицией, позволяет представить решение векторной задачи оптимизации в бинарных отношениях конфликта, содействия и безразличия. Предложены подходы к построению функции полезности и гарантированного выигрыша, а также численная схема оптимизации на этом множестве.

Рассмотренная модель и алгоритм информационной технологии управления ресурсами АСУВДН в условиях НИРПЦО позволила провести декомпозицию общей модели в виде кортежа частных моделей, элементы которого последовательно формируют этапы ее выполнения. Также отметим, что выделенные модели в силу инвариантности системных свойств применимы для описания процесса управления ресурсами АСУВДН на всех уровнях ее организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы: Учебное пособие для вузов. СПб.: Питер, 2005. 336 с.
2. Федоткин М. А., Пакшин П.В. Вероятностное моделирование управляющих систем. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Новые подходы в исследованиях и

- разработках информационно-телекоммуникационных систем и технологий». Нижний Новгород, 2007, 81 с.
3. Малышенко А. М. Математические основы теории систем: учебник для вузов / А. М. Малышенко. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. 364 с.
 4. Карпова И.П. Базы данных: Учебное пособие / И.П. Карпова. СПб.: Питер, 2013. 240 с.

D.O. Krikunov, V.A. Malyshev

**INFORMATION TECHNOLOGY OF DISTRIBUTION RESOURCES OF
THE AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEM OF MILITARY AND
DOUBLE APPOINTMENT IN CONDITIONS OF INSUFFICIENCY OF
INFORMATION ON THE DEVELOPMENT OF INTERFERENCE-
TARGET SITUATION**

*Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named
after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh , Russia*

The article considers the information technology of resource allocation for an automated military and dual-use control system in conditions of insufficient information on the development of noise-target conditions. The unpredictability of future interference effects and the possible change in objectives, the insecurity of domestic resources, as well as other almost unpredictable impacts, are called disturbances. Information technology is represented by a structural model in the form of a tuple of models performing certain narrowly directed functions on interaction with disturbances. The first model, included in the tuple, is the information model of possible perturbations, the second model describes the connections of the set of disturbances to the input of the automated control system, the third model converts the input object (disturbance) into an output object (control action), the fourth describes the connection of the output of the automated system with the set of disturbances, and the fifth set of reactions of the automated system to the appearance of each perturbation. Based on the technology of resource allocation for an automated military and dual-purpose control system under conditions of insufficient information on the development of the noise-target situation, an algorithm for its implementation has been constructed, including the consecutive implementation of five phases. Dedicated models due to the invariance of system properties are applicable to the description of the process of resource management of an automated control system at all levels of its organization.

Keywords: resource allocation, models, information, technology, automation, control systems.

REFERENCES

1. Miroshnik I.V. Teorija avtomaticheskogo upravlenija. Linejnye sistemy: Uchebnoe posobie dlja vuzov. SPb.: Piter, 2005. 336 p.

2. Fedotkin M. A., Pakshin P.V. Veroyatnostnoe modelirovanie upravljajushhih sistem. Uchebno-metodicheskij material po programme povyshenija kvalifikacii «Novye podhody v issledovanijah i razrabotkah informacionno-telekommunikacionnyh sistem i tehnologij». Nizhnij Novgorod, 2007. 81 p.
3. Malysenko A. M. Matematicheskie osnovy teorii sistem: uchebnik dlja vuzov / A. M. Malysenko. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2008. 364 p.
4. Karpova I.P. Bazy dannyh: Uchebnoe posobie / I.P. Karpova. SPb.: Piter, 2013. 240 p.