

УДК 623.765

Ю.А. Царев¹, А.Г. Мельников²¹ *Национальная Академия Государственной пограничной службы Украины, Хмельницкий*² *Военный институт Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киев*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОБСТАНОВКИ НА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЕ УКРАИНЫ

В статье предложено методический аппарат, обеспечивающий решение задач синтеза структуры системы контроля обстановки на государственной границе: определения числа узлов, распределения задач по уровням систем и выбору технических средств для отдельных узлов.

Ключевые слова: методический аппарат, синтез структуры системы, технические средства.

Введение

Процесс сбора, передачи, обработки информации и контроля воздушной, наземной, надводной (подводной) обстановки является главной целью функционирования системы контроля обстановки (СКО) на государственной границе.

Характерным для СКО является наличие взаимодействия с внешней средой и функционирование в условиях воздействия случайных факторов, что оказывает определенное влияние на выполнение задач СКО. Важнейшей проблемой является создание территориально распределенной устойчиво функционирующей СКО на государственной границе.

Анализ последних исследований и публикаций, приведенный в [1] показывает, что одним из путей решения проблемы построения СКО является широкое использование современного научно-методического аппарата синтеза функциональной структуры сложной систем. Вместе с тем, в известной литературе [2 – 6] не достаточно полно рассмотрены вопросы синтеза распределенной СКО на государственной границе.

Целью исследования является разработка методического аппарата синтеза структуры распределенной СКО.

Изложение основного материала

Создание современной СКО следует рассматривать как интеграцию накопленного опыта проектирования и знаний, полученных в фундаментальных науках и прикладных исследованиях, с передовыми информационными технологиями.

При определении структуры системы производится обоснование решаемых ею задач, выбор алгоритмов их реализации, выбор числа уровней и узлов в системе, распределение задач по узлам (уровням), определение комплекса технических средств.

Обозначим через P – множество возможных вариантов $\pi \in P$ построения системы и её элементов; F – множество взаимосвязанных функций, выполняемых системой; A – множество возможных взаимосвя-

занных элементов системы. Согласно [9], задача синтеза оптимальной (рациональной) структуры распределенной СКО состоит в определении множества вариантов построения ($\pi \in P$), множества функций, выполняемых системой ($f \in F(\pi)$), множества элементов, способных реализовать выбранные варианты и выполнить функции ($\bar{A} \in A$), а также в определении оптимального отображения элементов множества f на элементы множества \bar{A} , обеспечивающего требуемые характеристики функционирования системы.

В процессе выбора рационального варианта структуры СКО возможны два вида отображения $f \rightarrow \bar{A}$: первый, когда каждая задача выполняется лишь одним из нескольких возможных узлов системы, и второй, когда задача выполняется несколькими узлами системы. Более рациональным является второй случай, так как в распределенной СКО производится декомпозиция исходной задачи на подзадачи, параллельное их решение локальными СКО с последующим агрегированием результатов решения подзадач в общее решение исходной задачи.

Для формализации многокритериальной задачи синтеза оптимальной структуры распределенной СКО введём следующие обозначения:

N_i – множество возможных алгоритмов решения i -й задачи в системе, $N_i = \{K \mid K = 1, \bar{K}_i\}$;

$\left| a_{ii'} \right|$ – матрица связи между задачами (задачи i и i' считаются связанными, если для решения i -й задачи используется информация, являющаяся выходной для i' -й задачи, при этом $a_{ii'}$ имеет смысл среднего потока информации от i -й задачи к задаче i' -й; если задачи не связаны, то $a_{ii'} = 0$);

$\left| y_{jj'} \right|$ – матрица затрат на передачу единицы информации из j -го узла в j' -й; для несвязанных узлов $y_{jj'} = \infty$; затраты на передачу информации между узлами определяются при заданной структуре системы связи;

m_l – величина, отражающая характеристики l -го технического средства (например, временные ресурсы, объём памяти и др.);

a_{ijk} – эксплуатационные затраты на решения i -й задачи k -м способом в j -м узле;

m_{ik} – потребность i -й задачи, решаемой k -м способом в ресурсах технических средств;

C_{jl} – затраты на эксплуатацию l -го технического средства в j -м узле;

K_l – капитальные затраты на технические средства;

K_{ik} – затраты на разработку и внедрение i -й задачи в k -м варианте.

Тогда постановка задачи выбора структуры распределённой СКО, минимизирующую затраты на систему с учётом затрат на обмен информацией между задачами, решаемыми на разных уровнях, и затрат на эксплуатацию системы, можно записать следующим образом [10]:

$$\min \left[\sum_{i,j,k} b_{ikji'k'l'} x_{ikj} x_{i'k'l'} + \sum_{jl} C_{jl} x_{jl} \right], \quad (1)$$

$$\text{где } b_{ikji'k'l'} = \begin{cases} a_{ikj}, & \text{если } ik \neq i'k', \\ -a_{ikj} \cdot y_{jj'}, & \text{если } ik = i'k'; \end{cases}$$

$$x_{ikj} = \begin{cases} 1, & \text{если часть } i\text{-й задачи решается в } i\text{-м узле} \\ & k\text{-м способом,} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$x_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{если часть } l\text{-го узла оборудована} \\ & l\text{-м техническим средством,} \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

при следующих ограничениях:

$$\sum_{k,j} x_{ikj} = 1, \quad i = \overline{1, I}; \quad (2)$$

$$\sum_{l,j} k_l x_{jl} + \sum_{i,k,j} k_{ik} x_{ikj} \leq k, \quad k = \overline{1, K}; \quad (3)$$

$$\sum_{i,k} m_{ik} x_{ikj} \leq \sum_l m_l x_{jl}, \quad j = \overline{1, J}. \quad (4)$$

Рассмотрим основные функциональные задачи, решаемые с помощью СКО.

Задача сбора, обработки данных и сопровождения объектов является базовой задачей СКО и относится к классу информационных задач. Задача охватывает следующие направления:

– сбор, хранение и обработку данных о подвижных воздушных, надводных (подводных), наземных объектах наблюдения;

– сбор, хранение и обработку данных о неподвижных надводных (подводных), наземных объектах наблюдения;

– сбор, хранение и обработку информации общего вида, содержащуюся в различного рода информационных, директивно-распорядительных, нормативно-правовых документах.

Задача реализуется через ряд связанных между собой функций:

– сбор данных (информации) от источников данных и средств наблюдения;

– преобразование и хранение данных (информации);

– сортировка и обработка данных (информации);

– обобщение данных (информации).

Перечисленные функции носят общий характер и в рамках каждого из перечисленных направлений имеют свои особенности в реализации.

Функция сбора данных (информации) является первичной в задаче. Входной информацией для реализации данной функции являются формализованные и неформализованные сообщения источников информации и средств наблюдения. Механизмом реализации функции является сетевая операционная система, протоколы и программы межсетевых обмена. Собранные от источников информации и средств наблюдения данные заносятся в базы данных первичной (входной) информации и затем подвергаются обработке. Обработка информации предусматривает прежде всего ее сортировку и распределение по соответствующим каналам (функциональным подсистемам) обработки.

Обработка данных о подвижных объектах наблюдения в СКО и локальных СКО предусматривает вторичную и третичную обработку данных объектов наблюдения. Результатом вторичной обработки данных являются трассы движения объектов наблюдения в заданной системе координат. Результатом третичной обработки данных являются обобщенные трассы движения подвижных объектов наблюдения.

Обе функции реализуются через алгоритмы и программы обработки данных, при этом не исключена возможность одновременной реализации названных функций в одном алгоритме.

Выполнение функции сопровождения подвижных объектов наблюдения имеет целью получение трасс требуемого качества (по точности, непрерывности и другим характеристикам качества СКО). Функция реализуется через алгоритмы и программы обработки информации и действия операторов по разрешению конфликтных ситуаций.

Процесс сбора, обработки и сопровождения объектов наблюдения требует непрерывного управления, имеющего целью принятие оперативных решений на завязку трасс, обобщение трасс, группирование объектов наблюдения, изменение темпа обработки данных.

Этот процесс осуществляется через действия операторов и управляющие программы. Входом для реализации данной функции являются состояние и течение процесса обработки, а управляющим воздействием является требование к качеству выдаваемой информации (данным).

Обработка данных о неподвижных объектах наблюдения включает в себя обработку сообщений от РЛС, средств радио- и радиотехнической разведки, а также данных аэрокосмического зондирования.

Обработка сообщений от РЛС, средств радио и радиотехнического наблюдения осуществляется по тем же алгоритмам, что и подвижных, и дополнительного анализа косвенных признаков, характеризующих функционирование объекта наблюдения.

Обработка информации о неподвижных объектах по данным аэрокосмического зондирования Земли предусматривает обработку фотоснимков, радиолокационных видео и телевизионных изображений. Процесс обработки предусматривает выполнение следующих функций:

- контроль качества входного потока данных;
- контроль соответствия поступающих данных параметрам запроса;
- выделение областей, в которых могут дислоцироваться потенциальные объекты наблюдения;
- объектного дешифрирования;
- векторизации;
- идентификации координат стационарных наземных (надводных) объектов;
- выявление новых наземных (надводных) объектов;
- пространственного анализа известных, заявочных и новых наземных (надводных) объектов;
- подтверждение имеющихся, и выявление новых признаков наземных (надводных) объектов.

Контроль качества входного потока данных заключается в проверке входного цифрового потока данных на ошибки при передаче.

Контроль соответствия поступающих данных параметрам запроса заключается в проверке соответствия района съемки, соответствия набора диапазона спектра, качества предварительной обработки и т. д.

Выделение областей, в которых могут располагаться объекты наблюдения, заключается в отборе по определенным признакам районов с наиболее подходящим набором признаков, определяющих возможность дислокации в данном районе объекта наблюдения.

Выполнение функции объектного дешифрирования предполагает выделение внутри выбранных областей конкретных объектов, их оконтуривание и идентификацию.

Выполнение функции векторизации направлено на создание векторного образа идентифицированного объекта.

Идентификация координат неподвижных наземных, надводных объектов решается путем сравнения координат известных объектов с координатами, поступившими в результате выполнения функции дешифрирования, а также анализа признаков обоих объектов.

Выявление новых наземных объектов осуществляется путем сравнения координат объектов и его признаков с координатами и признаками известных объектов.

Выполнение функции идентификации и выявления новых наземных (надводных) объектов осуществляется на основе данных о координатах и признаках всех известных объектов, которые занесены в базу данных.

Пространственный анализ направлен на оценку местности и определения на этой основе возможностей дислокации в данном районе объекта наблюдения. Оценка местности включает в себя изучение и анализ следующих ее составляющих:

- рельеф местности в точке стояния и вокруг объекта;
- маскирующие свойства местности;
- наличие коммуникаций;
- характеристики дорожной сети;
- условия наблюдаемости объекта различными средствами (датчиками).

Анализ проводится оператором на основе имеющихся цифровых картографических данных с использованием комплекса геоинформационного обеспечения, формирующего соответствующее картографическое окружение.

Результатом выполнения пространственного анализа является подтверждение имеющихся и выявление новых признаков наземных (надводных) объектов.

Результатом обработки данных аэрокосмического зондирования Земли должно быть:

- соединение и сохранение координатной информации о наземных (надводных) объектах с семантической (описательной) информацией в базах данных известных наземных, надводных объектов;
- сохранение картографического окружения для анализа;
- формирование оптимального пространственного запроса по объекту или по группе объектов и связь этого запроса с объектами.

Обработка информации общего вида предполагает обработку данных, содержащихся в:

- отчетах, статьях, донесениях, написанных на бумажных носителях и в электронном виде;
- форматированных отчетах, таблицах в электронном виде;
- схемах, рисунках, изображениях в электронном виде;
- материалах информационных агентств

- ТВ-изображениях;
- ИК-изображениях;
- фотоснимках;
- файлах звуковых донесений;
- движущихся изображениях – мультимедиа.

Приведенный перечень форм представления информации общего вида с позиций объектно-ориентированного подхода соответствует классу «документ».

Обработка информации общего вида осуществляется по технологии электронного документооборота и делопроизводства.

Обработка информации общего вида, содержащейся в различного рода информационных, директивно-распорядительных, нормативно-правовых документах предусматривает:

- прием и регистрацию входящих документов как в электронном, так и в бумажном виде;
- сканирование бумажных документов и размещение их электронных копий в базе документов;
- размещение документов в соответствии с тематическим рубрикатором в электронном хранилище СКО;
- оперативное и архивное хранение электронных документов;
- оперативный поиск электронных документов;
- контроль за прохождением и исполнением электронных документов;
- подготовку и рассылку исходящих документов;
- копирование и тиражирование электронных документов;
- изготовление бумажных копий электронных документов;
- обеспечение подлинности и целостности электронных документов;
- прием и предварительную обработку информации, поступающей по каналам СМИ,
- анализ информации СМИ с целью выявления актуальной проблемы (объекта, темы) и построение прогнозов ее развития;
- информационный мониторинг развития во времени актуальной проблемы (объекта, темы).

При решении выше указанных задач величина критерия (1) определяет эксплуатационные затраты на функционирование системы. Ограничение (2) допус-

кает решение i -й задачи в различных узлах системы. Ограничение (3) учитывает тот факт, что ресурсы на разработку не должны превышать заданной величины K .

Ограничение (4) указывает на то, что потребность узлов в ресурсах технических средств для решения задач не должно превышать заданные ресурсы.

Задача в постановке (1) – (4) является нелинейной задачей математического программирования, решение которой весьма трудоёмкое. Поэтому на практике для решения данной задачи широко применяется агрегативно-декомпозиционный подход [10], который включает два взаимосвязанных этапа: декомпозицию задачи на ряд частных задач (этапов) и агрегирование (объединение, согласование) частных результатов.

Под проектированием оптимальной структуры распределённой СКО будем понимать процесс последовательного решения задач синтеза основных элементов и частей системы (рис. 1).

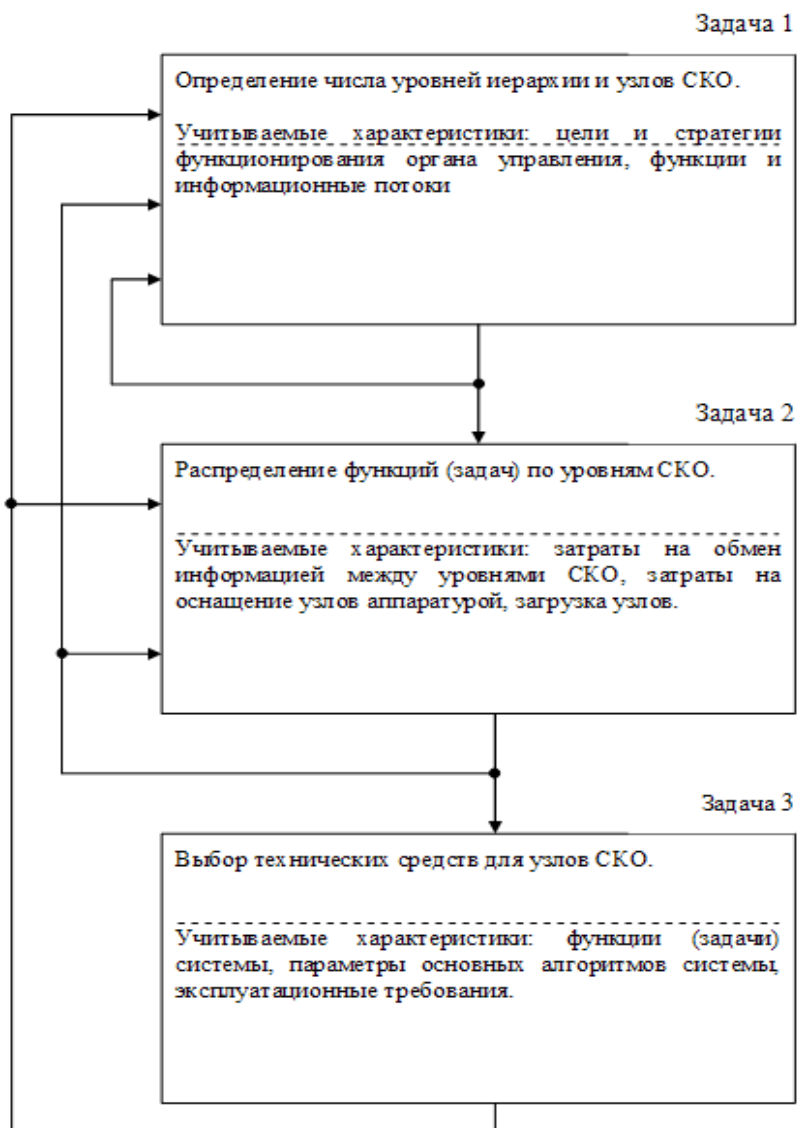


Рис. 1. Последовательность задач синтеза структуры СКО

Приведённые на этом рисунке задачи решаются итерационно в силу их взаимосвязанности, неполноты исходных данных и необходимости корректировки получаемых решений.

На первом этапе определяется организационная структура системы контроля обстановки на государственной границе посредством экспертного оценивания, исходя из целей и стратегий функционирования органа управления. В результате определяется число уровней иерархии и узлов системы, т.е. определяется топологическая структура распределённой СКО.

На втором этапе оптимизируется распределение выполняемых функций (задач) по уровням и узлам системы (локальным СКО). И на последнем этапе выбирается комплекс технических средств для реализации СКО.

При этом учитываются затраты на оснащение узла техническими средствами и их эксплуатацию, а также учитываются ограничения на оперативную и внешнюю память, быстродействие этих средств.

Структура распределённой СКО должна, как правило, соответствовать организационной структуре пограничных войск, в интересах которых разрабатывается СКО.

Такая организация распределённой системы контроля обстановки позволяет адекватно представлять функциональное взаимодействие локальных СКО в процессе решения поставленных задач.

Выводы

Таким образом, на основе решения сформулированных задач, решаемых с помощью системы контроля обстановки, а также с учетом постановки задачи, критерия и ограничений (1) – (4) синтез структуры СКО целесообразно производить с помощью предлагаемого методического аппарата,

обеспечивающего поэтапное решение задач: определения числа узлов, распределения задач по уровням системы и выбора технических средств для узлов системы контроля обстановки на государственной границе.

Список литературы

1. Царьов Ю.А. Синтез функциональной структуры системы контроля обстановки на государственной границе Украины / Ю.А. Царьов, С.В. Ленков // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2014. – № 45. – С. 88-94.
2. Информационно-аналитическая деятельность в Пограничной службе Российской Федерации : научно-методическое пособие / под об. ред. генерал-полковника Резниченко Н.С. – М.: Граница, 2002. – 88 с.
3. Информационно-аналитическая деятельность в управлении пограничными органами Федеральной службы безопасности: учебн. – М.: Граница, 2005. – 190 с.
4. Кириленко В.А. Метод оцінки та формування інформаційних векторів повідомлень прикордонних нарядів оптимальної якості для прийняття рішень / В.А. Кириленко // Зб. наук. пр. / гол. ред. В.О. Балашов. – Хмельницький: Вид-во Нац. академії ДПСУ, 2007. – № 38. – Ч. II. – С. 20-23.
5. Кириленко В.А. Структурная схема модели определения общего показателя информационного потока / В.А. Кириленко, І.С. Катеринчук // Інформаційно-вычислительные технологии и их приложения: матер. V Междуна. научн.-техн. конф. (г. Пенза, ноябрь 2006 г.) / под общ. ред. А.Н. Кошева. – Пенза: РИО ПГСХА, 2006. – С. 158-165.
6. Доклад начальника управления развития Пограничной Службы ФСБ России генерал-майора Сергеева А.В. (г. Варшава, май 2010 г.).

Поступила в редколлегию 20.03.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Ленков, Военный институт Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киев.

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ОБСТАНОВКИ НА ДЕРЖАВНОМУ КОРДОНІ УКРАЇНИ

Ю.О. Царьов, О.Г. Мельников

У статті запропоновано методичний апарат, що забезпечує вирішення завдань синтезу структури системи контролю обстановки на державному кордоні: визначення числа вузлів, розподілу завдань по рівнях систем і вибранні технічних засобів для окремих вузлів.

Ключові слова: методичний апарат, синтезу структури системи, технічні засоби.

METHODICAL BASES OF CONSTRUCTION OF CHECKING OF SITUATION SYSTEM ON STATE BOUNDARY OF UKRAINE

Y.A. Car'ov, O.G. Melnikov

In the article a methodical vehicle is offered, ensuring decision of tasks of synthesis of structure of the checking of situation system on a state boundary: determinations of number of knots, distributing of tasks on the levels of the systems and choice of hardware for separate knots.

Keywords: methodical vehicle, synthesis of structure of the system, hardware.