

# К ВОПРОСУ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Ледянкин Иван Александрович,**

к.т.н., старший преподаватель ВКА

имени А.Ф.Можайского,

г. Санкт-Петербург, Россия,

lion16\_8@mail.ru

## АННОТАЦИЯ

Известно, что техническая реализация АСУ предполагает построение ее структуры. Общая структура АСУ понимается как взаимосвязь технической, организационной, функциональной, коммуникационной, топологической, структур информационного, математического и программного обеспечения. Очевидно, что большее рассогласование функциональной структуры и структур математического и программного обеспечения сопровождается большими ресурсными требованиями к вычислительным средствам. Следовательно, для обеспечения требуемой оперативности перспективных АСУ должны быть согласованы ее техническая структура и структура математического и программного обеспечения со структурой ее функциональных задач. Однако анализ предметной области показывает, что возможность изменения технической структуры АСУ будет ограничиваться с одной стороны структурой ее вычислительной компоненты, а с другой стороны финансовыми и временными ограничениями. Следовательно, в рассматриваемой предметной области существует объективное противоречие между требуемыми для эффективного использования АСУ значениями структурных характеристик и их существующими значениями. Наличие данного противоречия в условиях роста сложности структуры функциональных задач будет приводить к снижению оперативности функционирования АСУ СН. На основании результатов анализа особенностей специальных прикладных задач, требующих решения в существующих и перспективных АСУ СН, установлено наличие объективного противоречия между требуемыми для эффективного использования АСУ СН значениями ее структурных характеристик и значениями структурных характеристик ее программного и математического обеспечения. Таким образом, объектом исследований являются автоматизированные системы управления СН. С учетом выше сказанного цель исследования состоит в обеспечении требуемой оперативности управления перспективными АСУ СН. Выявленное противоречие может быть разрешено следующими способами: -согласованием с функциональной структурой задач управления проектированием математического и программного обеспечения; -расширением функциональных возможностей многозадачных операционных систем; -расширением функциональных возможностей организационной структуры АСУ; - разработка новых методов и средств управления структурой вычислительного процесса. Таким образом, выявлено научное противоречие, которое заключается в невозможности с использованием существующих методов и средств осуществить, как проектирование математического и программного обеспечения с требуемыми структурными характеристиками АСУ СН, так и обеспечить согласованное со складывающейся обстановкой управление структурой вычислительного процесса АСУ СН.

**Ключевые слова:** автоматизированные системы управления специального назначения; структурно-параметрический синтез; структурно-функциональный облик; вычислительный процесс.

**Для цитирования:** *Ледянкин И.А.* К вопросу структурно-параметрического синтеза автоматизированной системы специального назначения // *I-methods*. 2018. Т. 10. № 3. С. 41–47.

В настоящее время исследования, посвященные организации процессов согласования структуры вычислительного процесса со складывающейся функциональной структурой задач автоматизированных систем управления специального назначения (АСУ СН), в процессе их

функционирования, являются наиболее актуальными. Известно, что под общей структурной АСУ (рис. 1) понимается взаимосвязь технической, организационной, функциональной, коммуникационной, топологической структуры информационного, математического и программного обеспечения.

Основным показателем, характеризующим качество функционирования АСУ, является оперативность, которая определяется технической структурой и структурой программного обеспечения системы. Очевидно, что несоответствие функциональной структуры структуре математического и программного обеспечения АСУ сопровождается большими ресурсными затратами на удовлетворение требований, предъявляемых к вычислительным средствам АСУ. Таким образом, для обеспечения требуемой оперативности перспективной АСУ необходимо согласовывать структуры ее технического, математического и программного обеспечения со структурой выполняемых ею функциональных задач.

Выявленную проблему можно решить путем применения разработанной методики структурно-параметрического синтеза автоматизированных систем управления специального назначения на основе анализа вычислительных процессов.

Целью структурно-параметрического синтеза АСУ является повышение оперативности функционирования АСУ путем согласования структуры ее математического и программного обеспечения.

Под сценарием решения задачи управления вычислительного процесса в исследованиях понимается представленная в терминах некоторого языка структура вычислительного процесса (состав подпроцессов, очередность их реализации, связи между ними), обеспечивающего решение глобальной задачи АСУ.

Для определения структуры слоев и последующего выбора технического решения их реализации функциональные элементы, полученные в процессе синтеза, представляются в виде иерархии страт (рис. 2).

Такое представление позволяет решать задачу декомпозиции функциональных составляющих АСУ в иерархию информационно-связанных моделей и перейти от функционального к структурному проектированию. Кроме того, стратификация проектируемой АС позволяет определить язык взаимодействия ее элементов. Логику таких действий будем обозначать «принципом функциональной координации», «принципом структурной координации» и «принципом лингвистической координации».

Данные принципы структурно-параметрического синтеза АСУ СН позволяют решить задачи формирования системы требований, разработки технического задания, проектирования на основе последовательной реализации процессов функционального представления проектируемой АСУ в виде иерархии согласования вычислительного процесса со складывающейся обстановкой.

Методику структурно-параметрического синтеза АСУ на основе анализа вычислительных процессов можно представить в виде следующих этапов (рис. 3):

1 этап. Совместная реализация принципов функциональной и лингвистической координации в результате которых осуществляется:

- представление проектируемой АСУ СН в виде функциональной многослойной иерархии решения задачи согласования вычислительных процессов АСУ со складывающейся обстановкой;
- выделение в сформированной иерархии уровней, связанных с реализацией таких функций, как самоорганизация, адаптация и выбор;
- формирование функциональной модели проектируемой АСУ СН;
- формирование спецификации информационного обмена между уровнями проектируемой АСУ СН.

2 этап. Совместная реализация принципов структурной и лингвистической координации в результате которых осуществляется:

- декомпозиция функциональных уровней на страты;
- формирование спецификации информационного обмена между стратами функциональных элементов проектируемых АСУ.

Принцип структурной координации реализуется в процессе проектирования структуры

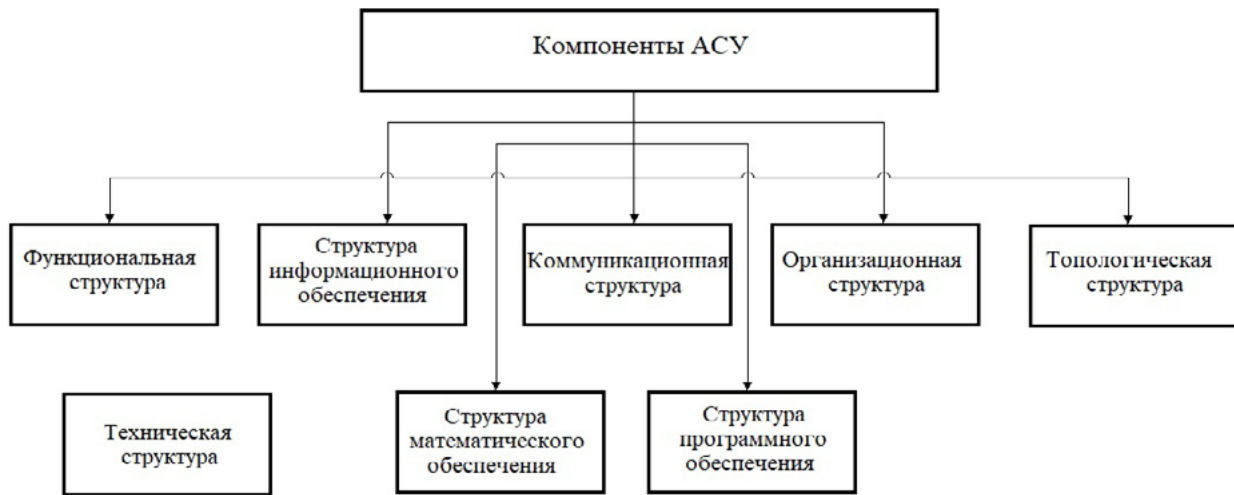


Рис. 1. Оперативность автоматизированных систем управления

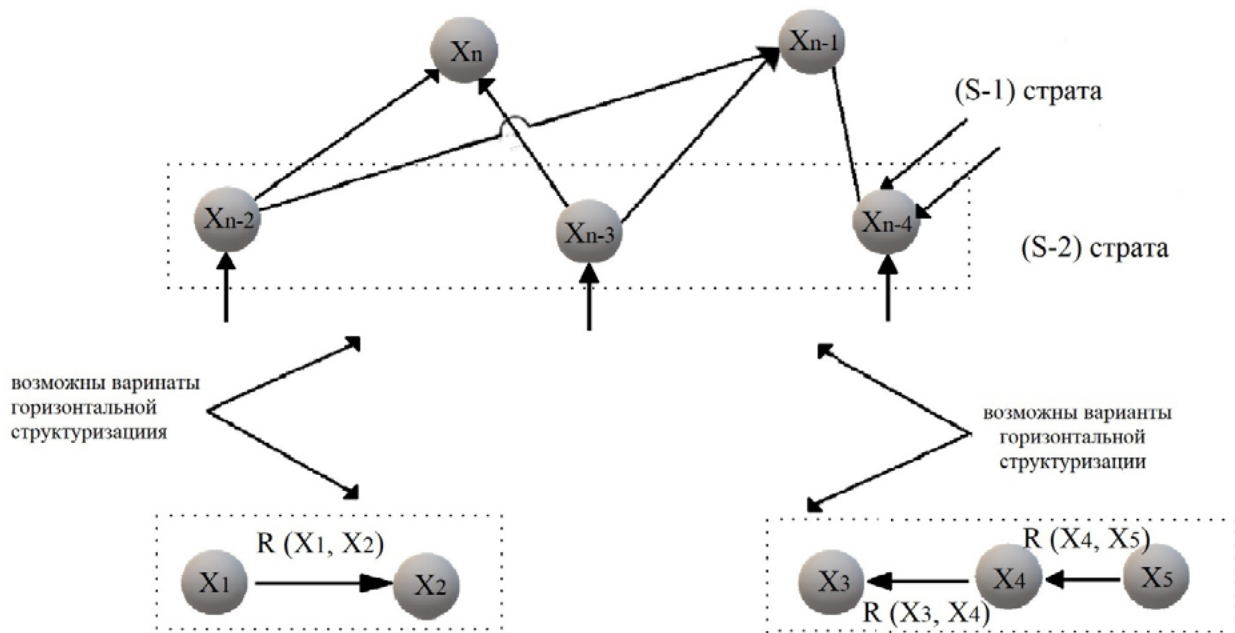
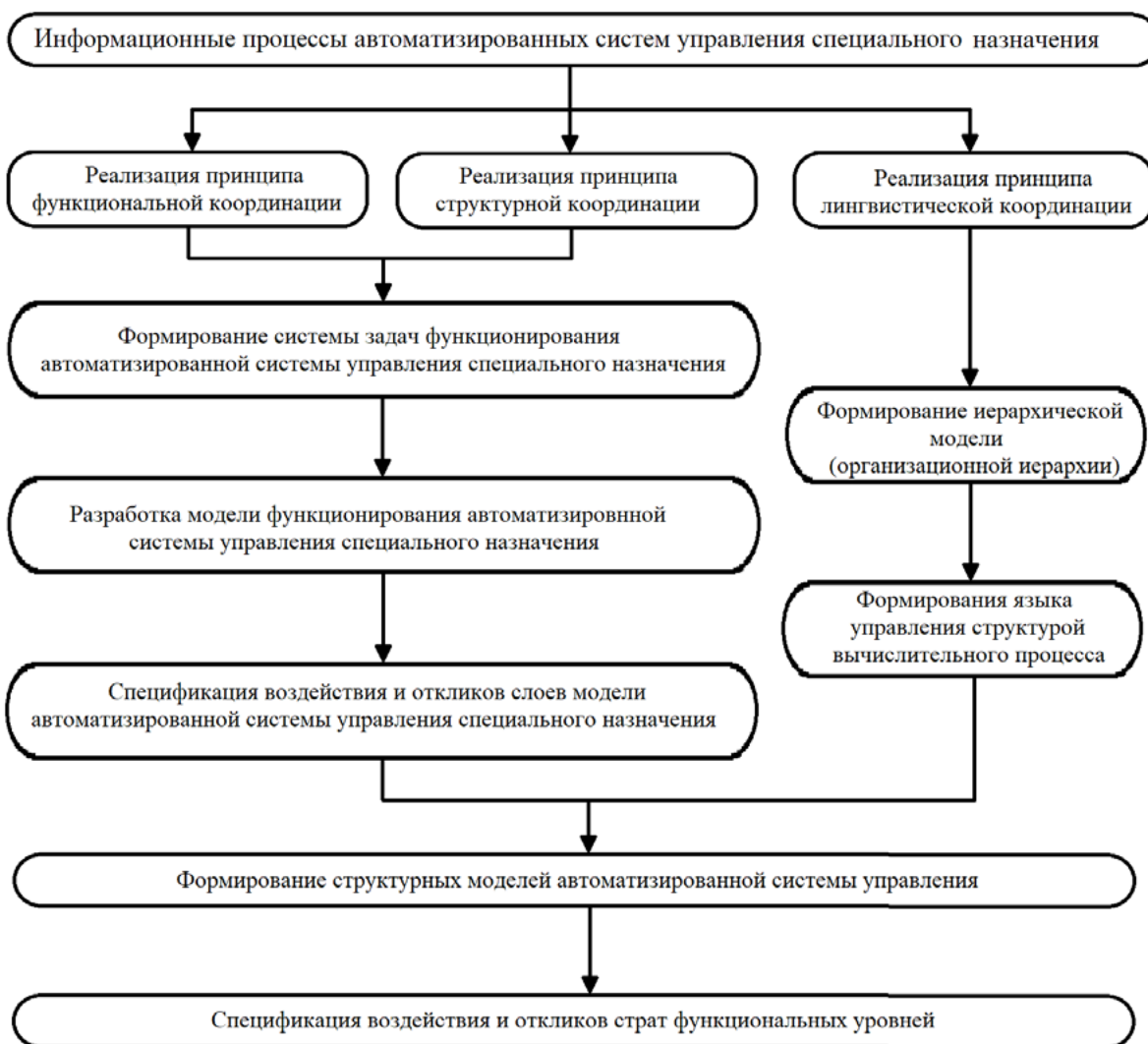


Рис. 2. Содержание процесса стратификации подсистем (слоев) автоматизированных систем управления специального назначения



**Рис. 3.** Методика структурно-параметрического синтеза автоматизированных систем управления специального назначения на основе анализа вычислительных процессов

АСУ СН и может обеспечиваться использованием вертикальной (иерархической) и горизонтальной структуризацией группировок задач управления, распределённых между слоями функциональной иерархии.

3 этап. Расширенное описание модели проектируемой системы в виде:

- описания организационной иерархии;
- описания языка управления структурой вычислительного процесса.

Сущность методики структурно-параметрического синтеза АСУ СН на основе анализа вычислительных процессов состоит в формировании структурно-функционального облика АСУ СН, учитывающего влияние согласования вычислительного процесса со складывающейся обстановкой.

Такой подход обеспечивает высокую производительность АСУ СН, достигаемую за счет

полного использования свойства естественного параллелизма решаемых задач, в сочетании с высокой технологичностью разрабатываемого математического и программного обеспечения.

Анализ структурно-функционального облика автоматизированных систем управления специального назначения.

Существующее в настоящее время подходы к автоматизации процессов принятия человеко-машинных решений при управлении сложными объектами можно условно разделить на теоретико-игровые подходы, использующие методы теории статистических решений и семиотические подходы, использующие методы теории идентификации и планирования эксперимента.

При теоретико-игровом подходе органу управления всегда известно множество взаимоисключающих решений и множество взаимоисключающих состояний среды и объекта, так же в наличии должен находиться оценочный функционал, характеризующий оценку степени приемлемости принятых решений в терминах «выигрыша» или «проигрыша».

В семиотическом подходе, несмотря на возможность принятия решения в условиях наличия множественности способов разбиения системы «система специального назначения – среда» на классы состояний, а так же множественности методов управления, характер получаемых решений является качественным, что делает невозможным применение данного подхода в «чистом виде» в системах автоматизированного управления. Методы теории идентификации и планирования эксперимента могут быть применимыми лишь в той мере, в которой возможно собирать статистику, по реакциями объекта управления на управляющие воздействия.

Таким образом, необходим новый подход к решению задачи автоматизации управления системами специального назначения, необходимы новые методы и методики, обеспечивающие создание качественно новой автоматизированной системы управления (АСУ) специального назначения (СН).

Техническая реализация АСУ СН предполагает построение ее структуры. При этом должен быть проведен структурный анализ системы и учтен фактор многоструктурности АСУ. В этом контексте структура АСУ понимается, как взаимосвязь технической, организационной, функциональной, коммуникационной, топологической, структур информационного, математического и программного обеспечения. Каждая из названных структур формируется из структуры целей и задач АСУ путем выбора наилучшего варианта на основе критериев качества.

Функциональная структура АСУ ( $F_s$ ) определяется структурой задач системы. Под функциональной структурой системы понимается структура, элементами которой являются функции (задачи) системы. Техническая структура системы ( $F_s$ ) образуется техническими элементами. Структура информационного обеспечения ( $I_s$ ) системы отражает различные элементы процесса обработки информации в системе, прохождения потоков данных между этими элементами и основные этапы хранения данных в системе. Коммуникационная структура ( $C_s$ ) образуется средствами коммуникации системы элементами средств связи (каналами связи, приемопередающей аппаратурой и т.д.) Топологическая структура ( $TP_s$ ) системы описывает расположение элементов системы в пространстве.

В обобщенном понимании математического обеспечения включает общее и специальное математическое обеспечение. Общее математическое обеспечение системы представляет собой алгоритм организации вычислительного процесса, контроля хода вычислений и функционирования системы.

Специальное математическое обеспечение включает в себя алгоритм основных функциональных задач системы, т.е. зависит от функциональной структуры системы. Алгоритмы реализуются в виде специального программного обеспечения вычислительного комплекса АСУ.

Таким образом, структура математического обеспечения ( $M_s$ ) отражает состав и связи используемых в системе алгоритмов, математических моделей и методов, положенных в их основу.

Структура программного обеспечения ( $P_s$ ) представляет собой общую схему, в которой особое внимание уделяется отдельным программным компонентам и взаимосвязям между ними.

Обоснование и разработка рациональной структуры математического и программного обеспечения затруднено наличием в предметной области проблемной ситуации, при которой, полное математическое описание и последующая программная реализация всех алгоритмов решения функциональных задач управления затруднена с одной стороны временными и финансовыми ограничениями, а с другой стороны ограничениями функциональной структурой технических средств АСУ.

Организационная структура ( $O_s$ ) состоит из вспомогательных элементов, обеспечивающих функционирование системы. Можно считать, что организационная структура является результатом согласования технической структуры и структуры математического и программного обеспечения с функциональной структурой системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, несогласованность (рассогласование) функциональной структуры задач АСУ и структуры ее математического и программного обеспечения является одной из основных причин недостаточной эффективности управления многоцелевыми системами специального назначения. Одним из решений данной проблемы может явиться совершенствование существующего научно-методического аппарата структурно-параметрического синтеза АСУ СН.

### Литература

1. *Васин В.А., Власов И.Б., Дмитриев Д.Д.* и др. Информационные технологии в радиотехнических системах / под ред. И.Б. Федорова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 846с.
2. *Воеводин В. В., Воеводин Вл. В.* Параллельные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 608 с.
3. *Курносков М.Г.* Алгоритмы организации функционирования распределенных вычислительных систем с иерархической структурой: дис... докт. техн. наук. Новосибирск, 2016. 177 с.
4. *Карпов В.Е.* Введение в распараллеливание алгоритмов и программ // Компьютерные исследования и моделирование. 2010. Т. 2. № 3. С. 231–272.
5. *Топорков В.В.* Модели распределенных вычислений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 320 с.
6. *Ахтамова С.С.* Алгоритмы поиска данных // Современные наукоёмкие технологии. 2007. № 3. С. 11-14.
7. *Буренин А.Н., Легков К.Е.* Современные инфокоммуникационные системы и сети специального назначения. Основы построения управления. М.: ИД Медиа Паблишер, 2015. 348 с.
8. *Клейнрок Л.* Теория массового обслуживания. М.: Машиностроение, 1979. 432 с.
9. *Алиев Т. И.* Основы моделирования дискретных систем. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. 363 с.
10. *Легков К.Е., Буренин А.Н.* Модели организации информационной управляющей сети для системы управления современными инфокоммуникационными сетями. Научные исследования в космических исследованиях Земли. 2012. Т. 4. № 1. С. 14-16.

## TO THE QUESTION OF STRUCTURAL AND PARAMETRICAL SYNTHESIS OF THE AUTOMATED SYSTEM FOR SPECIAL PURPOSES

**Ivan A. Ledyankin,**  
Saint-Petersburg, Russia,  
lion16\_8@mail.ru

### ABSTRACT

It is known that technical realization of ACS assumes creation of its structure. The general structure of ACS is understood as interrelation technical, organizational, functional, communication, topological, structures information, mathematical and the software. It is obvious that the bigger mismatch of functional structure and structures mathematical and the software is followed by big resource requirements to computing means. Therefore, for ensuring the required efficiency of perspective ACS its technical structure and structure mathematical and the software have to be coordinated with structure of its functional tasks. However the analysis of subject domain shows that the possibility of change of technical structure of ACS will be limited

on the one hand to structure its computing components, and on the other hand financial and temporary restrictions. Therefore, in the considered subject domain there is an objective contradiction between the values of structural characteristics and their existing values demanded for effective use of ACS. Existence of this contradiction in the conditions of growth of complexity of structure of functional tasks will lead to decrease in efficiency of functioning of ACS of SN. On the basis of results of the analysis of features of the special applied tasks requiring the solution in the existing and perspective ACS of SN existence of an objective contradiction between the values of its structural characteristics and values of structural characteristics demanded SN for effective use of ACS its program and software is established. Thus, an object of researches are SN automated control systems. Taking into account above told a research objective consists in ensuring the required efficiency of management of perspective ACS of SN. The revealed contradiction can be authorized the next ways:- the design coordinated with functional structure of tasks of management mathematical and the software;- expansion of functionality of multitask operating systems; - expansion of functionality of organizational structure of ACS; - development of new methods and control facilities structure of computing process. Thus, the scientific contradiction which consists in impossibility with use of the existing methods and means to carry out as design mathematical and the software with the required structural characteristics of ACS of SN, and to provide the management of structure of computing process of ACS of SN coordinated with the developing situation is revealed.

**Keywords:** automated control systems of a special purpose structural and parametrical synthesis; structurally functional shape; computing process.

**Reference:**

1. Vasin V. A., Vlasov I.B., Dmitriyev D.D. and other *Informacionnye tehnologii v radiotekhnicheskikh sistemah* [Information technologies in radio engineering systems]. Moscow: MSTU of N.E. Bauman, 2011. 846 p. (In Russian)
2. Voyevodin V. V., Voyevodin V. B. *Parallelnyye vychisleniya* [Parallel calculations]. Saint-Petersburg: BHV-Saint-Petersburg, 2002. 608 p. (In Russian)
3. Kurnosov M.G. Algorithms of the organization of functioning of the distributed computing systems with hierarchical structure. *The Thesis for a scientific degree competition dock of technical sciences*: 05.13.15. Novosibirsk, 2016. 177 p. (In Russian)
4. Karpov V.E. Introduction to parallelization of algorithms and programs. *Computer researches and modeling*. 2010. Vol. 2. No. 3. Pp. 231-272. (In Russian)
5. Toporkov V.V. *Modeli raspredelennykh vychislenij* [Model of the distributed calculations]. Moscow: FIZMATLIT, 2004. 320 p. (In Russian)
6. Akhtamova S.S. Algorithms of search of the data. *Modern high technologies*. 2007. No. 3. Pp. 11-14. (In Russian)
7. Burenin A.N., Legkov K.E. *Sovremennyye infokommunikacionnye sistemy i seti special'nogo naznacheniya. Osnovy postroyeniya upravleniya* [Modern infocommunication systems and networks of a special purpose. Bases of creation of management]. Moscow: IDES of Media Publisher, 2015. 348 p. (In Russian)
8. Kleynrok L. *Teoriya massovogo obsluzhivaniya* [Theory of mass service]. Moscow: Mechanical engineering, 1979. 432 p. (In Russian)
9. Aliyev T. I. *Osnovy modelirovaniya diskretnykh sistem* [Bases of modeling of discrete systems]. Saint-Petersburg.: Saint-Petersburg State University of ITMO, 2009. 363 p. (In Russian)
10. Legkov K.E., Burenin A.N. Models of the organization of the information operating network for a control system of modern infocommunication networks // *H&ES Research*. 2012. Vol. 4. No. 1. Pp. 14-16. (In Russian)

**Information about authors:**

Ledyankin I.A. PhD, Senior Lecturer of the Department of the automated control systems of the Mozhaysky Military Space Academy.

**For citation:** Ledyankin I.A. To the question of structural and parametrical synthesis of the automated system of a special purpose. *I-methods*. 2018. Vol. 10. No. 3. Pp. 41–47. (In Russian)